

INSTITUT MINES-TELECOM

-

IMT MINES ALES

-

CAMPUS CROUPILLAC

-

BATIMENTS JKN



MARS 2020





Sommaire

1. Résumé.....	3
2. Etat des lieux	5
2.1 Informations générales.....	5
2.2 Description du site	7
2.3 Description du bâti.....	8
2.4 Confort thermique du bâtiment – Ressenti des usagers	11
2.5 Description des équipements.....	12
3. Analyse des données.....	19
3.1 Consommations et émissions	19
<i>Consommations d'électricité.....</i>	<i>20</i>
<i>Consommations de gaz naturel</i>	<i>23</i>
3.2 Répartition énergétique, financière et environnementale	25
3.3 Répartition des consommations par type d'énergie	26
3.4 Etiquettes énergétiques et GES.....	28
4. Recommandations d'économies d'énergie	29
4.1 Aides à l'investissement	29
4.2 Opportunités de mise en place d'énergies renouvelables.....	30
4.3 Récapitulatif des préconisations	31
4.4 Détails des préconisations	32
4.5 Scénarios d'optimisation	44
<i>Scénario 1 : Objectif de réduction de 20% de la consommation d'énergie.....</i>	<i>44</i>
<i>Scénario 2 : Objectif de réduction de 40 % de la consommation d'énergie.....</i>	<i>46</i>
<i>Scénario 3 : Facteur 4</i>	<i>47</i>
5. Conclusion.....	49
6. Annexes	50

Bâtiment JKN			
	Adresse	7 Rue Jules-Renard 30100 Alès	
	Année de construction	J: 1981 , N:1993	
	Dernière rénovation	NC	
	Surface chauffée	2 949 m²	
	Catégorie ERP	4 ^{ème} R	
	Nombre de niveaux	2	
Niveau d'isolation du bâti - détails au chapitre 2.3. « Récapitulatif du bâti »			
Murs	Moyen	Ouvrants	Faible
Toiture	Correct	Plancher bas	Insuffisant
Renouvellement d'air	Faible	Inertie thermique	Moyenne
Performance des usages énergétiques - détails au chapitre 2.4. « Description des équipements »			
Poste de consommation	Equipement(s) présent(s)	Performance	Vétusté
Chauffage	production	chaudière au sol gaz naturel	Moyenne Etat moyen
	réseaux de distribution	canalisations en chaufferie calorifugées	Moyenne Etat moyen
		circulateurs à débit fixe	Moyenne Etat moyen
	émetteurs	radiateurs en fonte avec robinets thermostatiques	Moyenne Etat moyen
	régulation	GTC	Correcte Etat moyen
ECS	Ballons électriques : 2x 100 litres	Correcte	Etat moyen
Ventilation	CTA double flux	Moyenne	Etat moyen
Climatisation	climatisation à détente directe réversible	Moyenne	Etat moyen
Eclairage	Tubes fluorescents T8, Ampoules fluocompactes, Ampoules halogène, Lampes à décharge IM, Luminaires LED	Moyenne	Etat moyen
Bilan des consommations d'énergie de 2017 à 2019 – Ensemble du site de Croupillac*			
Energie	Consommation	Facture annuelle	
Electricité	1 485 330 kWh/an	179 922 € TTC	
Gaz naturel	999 674 kWh/an	65 607 € TTC	
Estimation des consommations d'énergie – Bâtiment JN**			
Energie	Consommation	Facture annuelle	
Electricité	402 823 kWh/an	48795 € TTC	
Gaz naturel	92 379 kWh/an	6063 € TTC	

*Les deux compteurs électriques et le compteur de gaz naturel de l'IMT Mines Alès - Campus Croupillac prennent en compte les consommations énergétiques de l'ensemble du site.

**Une estimation des consommations énergétiques a donc été réalisé pour l'électricité ainsi que le gaz naturel pour le bâtiment JN selon les relevés réalisés lors de la visite et l'usage du bâtiment concerné.

Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : Bonne Correcte Moyenne Insuffisante Faible
Vétusté : Neuf Bon état Etat moyen Etat dégradé A remplacer

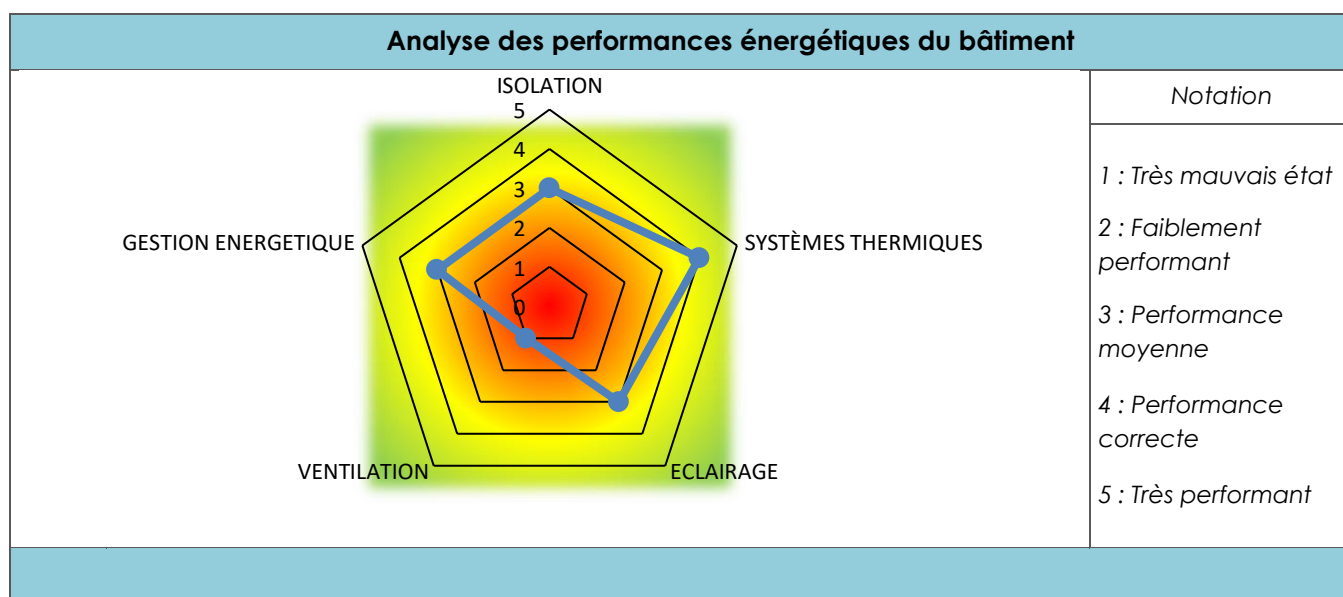
1. Résumé

Propositions d'améliorations									
Actions		Investissement	CEE	Economies	Gain énergétique		Gain GES	Temps de retour	
préconisées		€ TTC	€	€ TTC /an	kWh _{ep} / m ² .an	%	kgeqCO ₂ / m ² .an	brut	actualisé
1	Isolation des murs extérieurs	200 600	5 777	8 490	56	15%	4.4	24 ans	18 ans
2	Renforcement des isolants murs extérieurs	34 000	979	136	1	0%	0.1	251 ans	65 ans
3	Isolation toiture bac acier	21 060	4 212	10 220	68	18%	5.2	3 ans	3 ans
4	Renforcement des isolants sous faux plafond	30 475	2 070	232	2	0%	0.1	132 ans	50 ans
5	Changements des fenêtres/portes-fenêtres	231 550	2 880	5 471	37	10%	2.5	43 ans	27 ans
6	Eclairage LED	46 470	1 089	-506	-3	-1%	-0.7	50ans	amortissable
7	Equipements hydro-économiques	120	195	733	5	1%	0.2	50ans	Immédiat
8	Mise en place des circulateurs à vitesse variable	9 125	229	735	5	1%	0.2	13 ans	11 ans
9	Logiciels d'optimisation du fonctionnement bureautique	3 720	0	261	2	1%	0.0	15 ans	12 ans
10	Régulation du chauffage CTA	-	0	2 257	16	4%	0.5	-	Immédiat
11	Changements de la chaudière	18 700	2 477	493	3	1%	0.2	38 ans	25 ans
12	Solaire photovoltaïque	160 500	0	13 288	111	29%	3.6	13 ans	11 ans

Synthèse des plans d'actions								
	Investissement		Economie identifiée			Temps de retour		P. Therm.
	Prix TTC	CEE €	kWh _{EP} /m ² .an	€ TTC/an	kg éq CO ₂ /m ² .an	TRB	TRA	kW
Scénario 1	278 040	9 250	85 Gain : 22 %	12498	5.4	23	17	278
Scénario 2	582 855	19 484	157 Gain : 41 %	23497	11.3	25	19	110
Scénario 3	756 320	19 908	289 Gain : 75 %	39739	15.6	20	15	110

TRB = Temps de retour Brut – TRA = Temps de retour Actualisé

Potentiels d'amélioration				
	Etat initial	Scénario 1 : -20% EP	Scénario 2 : -40% EP	Scénario 3 : Facteur 4
	Actions :	1-2-4-7-8-9-10	1-2-3-4-5-6-11	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12
Energie	E 384	D 299	D 226	B 94
Gaz à effet de serre	C 19	B 13	B 7	A 3

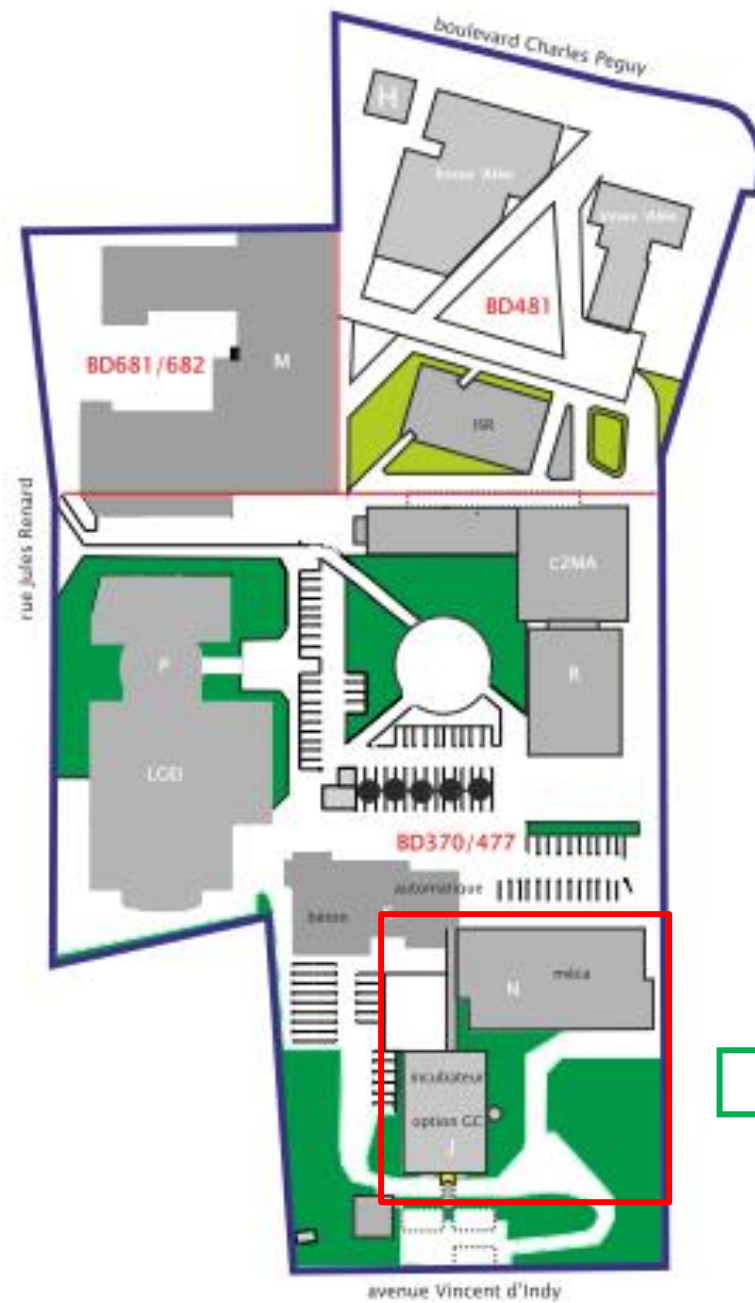


2. Etat des lieux

2.1 Informations générales

Bâtiment JKN	
Adresse	7 Rue Jules-Renard 30100 Alès
Année de construction	J: 1981 , N:1993
Dernière rénovation	-
Surface chauffée	2 949 m ²
Données générales	
 <div data-bbox="1160 1211 1382 1279" style="border: 1px solid green; padding: 2px; display: inline-block;">Bâtiment JN</div>	
<p><u>Site diagnostiqué</u> : IMT – Alès Bâtiment JN 7 Rue Jules-Renard 30100 Alès</p> <p><u>Contact</u> : Jean-Louis CHAUPIN Mouloud LAHROUCHI</p> <p><u>Mission</u> : Audit énergétique</p>	<p><u>Prestataire</u> : ad'3e 20 Boulevard Eugène Deruelle 69 003 LYON Tél. 04 78 52 30 26 Site internet : www.ad3e.fr Consultant : Walid ABDALLAOUI Courriel : w.abdallaoui@ad3e.fr</p> <p>Date de la visite : 14/02/2020</p>

Plan de masse



Bâtiment JN

2.2 Description du site

Le site audité est l'IMT Mines Alès situé dans la ville d'Alès. Ce présent audit étudie le bâtiment JN placé sur le site de Croupillac. Il s'agit d'un bâtiment sur deux niveaux composés de bureaux, de salles de cours, et d'une grande halle avec des ateliers.

Occupation du site

Le bâtiment est occupé du lundi au vendredi en période scolaire et fermé le week-end et lors des vacances scolaires.

Tableau des surfaces

	Surface chauffée	Hauteur moyenne	Volume chauffé
Bâtiment JKN	2 949 m²	2.5 m	12 007 m³

Données climatiques

Données climatiques	
Station météo	NIMES
Département	30
Zone climatique	H3
T°C ext de base	-5 °C
DJU période d'étude	1542
DJU trentenaire	1787

La période d'étude considérée pour cet audit est de l'année 2017 à l'année 2019. Sur cette période, la rigueur climatique a été inférieure à la moyenne des 30 dernières années.



Les DJU ou Degrés Jour Unifiés permettent de quantifier la rigueur climatique. Les DJU sont calculés pour chaque station météo à partir des températures minimales et maximales observées chaque jour.

2.3 Description du bâti

Le bâtiment JKN présente un niveau d'isolation globalement moyen.

Les murs extérieurs du bâtiment JN sont en béton plein avec une partie isolé sous les menuiseries et une autre partie non isolé côté halle.

Le site repose principalement sur terre-plein.

Le plancher haut du bâtiment est constitué d'une toiture terrasse en béton plein isolé sur un faux plafond (bâtiment J) et une toiture rampant en bac acier non isolé (bâtiment N).

Les ouvrants du bâtiment sont, dans l'ensemble, très faible en terme de performance thermique :

- Fenêtre simple vitrage avec châssis aluminium.
- Porte-fenêtre simple vitrage avec châssis aluminium.



Façade Ouest Bât JN



Façade Ouest Bât J



Façade Est Bât J



Façade Est Bât N



Façade Nord Bât N



Façade Sud Bât N



Toiture Bât J



Isolation sur faux-plafond Bât J



Ouvrants simple vitrage

Récapitulatif du bâti

	Paroi	Structure	Isolation	Vétusté	Coefficient de déperditions $W/m^2.K$
Murs	Murs extérieurs isolé	Bac acier - 1 cm	Correct Laine de verre - 6 cm	Etat moyen	$U = 0.56$ $U_{réf} = 0.4$
	Murs extérieurs non isolé	Béton plein - 25 cm	Non isolé	Etat moyen	$U = 3.39$ $U_{réf} = 0.4$
Ouvrants	Grande porte SV	Menuiserie Aluminium	Peu performant Simple vitrage	Etat moyen	$U = 4.95$ $U_{réf} = 2.3$
	Porte SV	Menuiserie Aluminium	Peu performant Simple vitrage	Etat moyen	$U = 4.95$ $U_{réf} = 2.3$
	Fenêtre SV	Menuiserie Aluminium	Peu performant Simple vitrage	Etat moyen	$U = 4.95$ $U_{réf} = 2.3$
Planchers haut	Plancher haut bac acier	Béton plein - 30 cm	Non isolé	Etat moyen	$U = 3.45$ $U_{réf} = 0.25$
	Plancher haut sous plafond isolé	Béton plein - 25 cm	Correct Laine de verre - 10 cm	Bon état	$U = 0.35$ $U_{réf} = 0.27$
Planchers bas	Plancher bas sur terre-plein	Béton plein - 20 cm	Non isolé	Etat moyen	$U = 0.17$ $U_{réf} = 0.36$

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance :

Bonne

Correcte

Moyenne

Insuffisante

Faible

Vétusté :

Neuf

Bon état

Etat moyen

Etat dégradé

A remplacer

i

Le coefficient **U** (Coefficient de transmission surfacique) représente les déperditions relatives à chaque surface déperditive du bâtiment. Le coefficient **U référence** est déterminé à partir des exigences réglementaires en matière de rénovation. Plus le coefficient est faible plus l'isolation de la paroi est performante.

Coefficient de déperditions

Le bâtiment présente un faible niveau d'isolation. L'écart important entre les coefficients U_{bat} initial et U_{bat} REF souligne la nécessité de renforcer l'isolation du bâtiment.

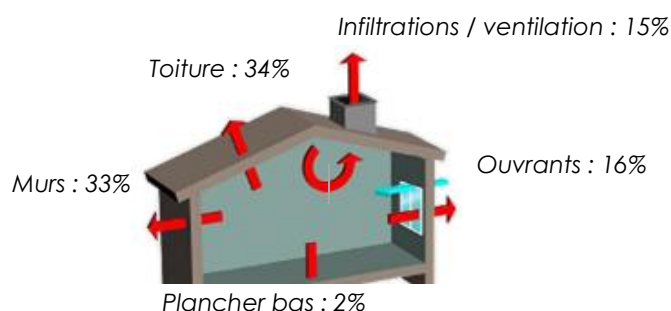
	U_{bat} initial ($W/m^2.K$)	U_{bat} REF ($W/m^2.K$)
Bâtiment JKN	2.13	0.63

i

Le coefficient U_{bat} représente les déperditions ramenées aux surfaces déperditives du bâtiment. Le coefficient U_{bat} doit être comparé au coefficient U_{bat} REF déterminé à partir des exigences réglementaires en matière de rénovation.

Répartition des déperditions

Déperditions de chaleur	
Température de base de -5 °C	
Toiture	127.1 kW
Murs	124.4 kW
Plancher	8.6 kW
Menuiseries	60.3 kW
Infiltrations / ventilation	55.5 kW
Total	376 kW



Les pertes de chaleur les plus significatives sont les pertes par la toiture, les murs et les ouvrants.



Les déperditions de chaleur calculées par la simulation indiquent la puissance thermique nécessaire pour atteindre la température intérieure de confort. Ces déperditions sont données avec une marge de +20 %.

Le tableau précédent exprime les déperditions de chaleur brutes à l'échelle du bâtiment. Pour estimer la consommation théorique de chauffage exprimée en énergie finale, il convient de prendre en compte les apports gratuits de chaleur (apports solaires, apports internes issus des équipements électriques et de l'activité des occupants).

Consommation théorique de chauffage	
Besoins utiles en chauffage	398 361 kWh utiles
Apports gratuits (apports solaires, équipements)	110 268 kWh
Besoins nets en chauffage	288 094 kWh
Consommation théorique en énergie finale	282 899 kWh EF

2.4 Confort thermique du bâtiment – Ressenti des usagers

Un questionnaire sur le confort thermique des bâtiments a été distribué à l'ensemble des usagers.

Nombre de réponse au questionnaire : 1



Le taux de réponse n'est pas suffisant sur ce site pour avoir un aperçu significatif du ressenti des usagers.

Les retours de questionnaire pour ce bâtiment ne sont pas suffisamment importants pour être représentatif du ressenti global des usagers.

Néanmoins, les tendances de ce sondage laissent apparaître un confort thermique moyen voir insatisfaisant sur ce bâtiment.

2.5 Description des équipements

Chauffage

Source 1 : Chaudière					
					
Production		Performance : Moyenne		Vétusté : Etat moyen	
Le chauffage est assuré par une chaudière au sol de marque Guillot installée en NC. Il s'agit d'une chaudière à condensation fonctionnant au gaz naturel d'une puissance de 230 kW. La chaudière est équipée d'un brûleur modulant Waishaupt.					
Modèle		Guillot			
Puissance		230 kW			
Distribution	Performance du calorifuge : Moyenne		Vétusté du calorifuge : Etat moyen		
	Performance circulateurs : Moyenne		Vétusté circulateurs : Etat moyen		
Les canalisations de chauffage sont calorifugées en chaufferie. Il a toutefois été constaté des dégradations ponctuelles au niveau des canalisations de chauffage.					
- Départ 1 : Radiateurs régulé et équipé d'un circulateur double à débit fixe de marque Grundfos.					
Emetteurs		Performance : Moyenne		Vétusté : Etat moyen	
Les émetteurs de chauffage sont des radiateurs en fonte et sont équipés de robinets thermostatiques. Les têtes thermostatiques sont toutefois anciennes et leur efficacité est incertaine,					
Régulation		Performance : Correcte		Vétusté : Etat moyen	
Un système de GTC permet le pilotage du chauffage avec une programmation horaire en fonction des différentes zones du bâtiment.					
		Températures de consigne			Horaires de programmation
Zone radiateurs		Confort :	20 °C	Réduit :	18 °C
					-

Rendement	
	Radiateurs
Génération	98%
Distribution, régulation, émission	81%
Global	80%

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : **Bonne** **Correcte** **Moyenne** **Insuffisante** **Faible**
Vétusté : **Neuf** **Bon état** **Etat moyen** **Etat dégradé** **A remplacer**

Source 2 : PAC



Production	Performance : Correcte	Vétusté : Bon état
-------------------	-------------------------------	---------------------------

Le chauffage est assuré par une Pompe à chaleur de marque Carrier, modèle 30RQM-310-0018-PE. Il s'agit d'une PAC réversible d'une puissance absorbée de 156 kW.

Modèle Carrier 30RQM-310-0018-PE

Puissance 156 kW

Année : 2017

Distribution	Performance du calorifuge : Moyenne	Vétusté du calorifuge : Etat moyen
	Performance circulateurs : Moyenne	Vétusté circulateurs : Etat moyen

La production de chauffage alimente un unique départ de chauffage régulé équipé d'un circulateur double à débit fixe de marque Grundfos.

- Départ 1 : Ventilo-convecteurs régulé et équipé d'un circulateur double à débit fixe de marque Grundfos.

- Départ 2 : CTA à température constante équipé d'un circulateur double à débit fixe.

Emetteurs	Performance : Moyenne	Vétusté : Etat moyen
------------------	------------------------------	-----------------------------

Les émetteurs de chauffage sont des ventilo-convecteurs et des bouches de soufflage reliés à des CTA.

Régulation	Performance : Correcte	Vétusté : Etat moyen
-------------------	-------------------------------	-----------------------------

Un système de GTC permet le pilotage du chauffage avec une programmation horaire en fonction des différentes zones du bâtiment.

	Températures de consigne				Horaires de programmation
Ventilo-convecteurs	Confort :	20 °C	Réduit :	18 °C	-
CTA	Confort :	20 °C	Réduit :	-	-

Rendement

	Ventilo-convecteur/CTA
Génération	340%
Distribution, régulation, émission	78%
Global	264%

Production d'eau chaude sanitaire

Production d'eau chaude sanitaire (ECS)		
La production d'ECS du site (Sanitaire) est réalisée par des ballons électriques (2x 100 litres) situés dans les sanitaires.		
Le réseau de distribution d'ECS circule en volume chauffé.		
Production	Semi-accumulation	Absence de photos
Système	Ballons électriques : 2x 100 litres	
Marque	De Dietrich	
Puissance kW	2x 1.2 kW	
Age	NC	
Performance	Correcte	
Vétusté	Etat moyen	
Réseau	en volume chauffé	
Performance	Correcte	
Emetteurs	Robinets	
Comptage spécifique	Non	

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : **Bonne** **Correcte** **Moyenne** **Insuffisante** **Faible**
 Vétusté : **Neuf** **Bon état** **Etat moyen** **Etat dégradé** **A remplacer**

Ratio de performance de la production d'ECS	Ratio moyen
76 kWh/m ³	80 à 120 kWh/m ³



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.

Afin de limiter le risque de brûlure :

- dans les pièces destinées à la toilette, la température maximale de l'eau chaude sanitaire est fixée à 50 °C aux points de puisage ;
- dans les autres pièces, la température de l'eau chaude sanitaire est limitée à 60 °C aux points de puisage ;
- dans les cuisines et les buanderies des établissements recevant du public, la température de l'eau distribuée pourra être portée au maximum à 90 °C en certains points faisant l'objet d'une signalisation particulière.

Afin de limiter le risque lié au développement des légionelles :

- lorsque le volume entre le point de mise en distribution et le point de puisage le plus éloigné est supérieur à 3 litres, la température de l'eau doit être supérieure ou égale à 50 °C ;
- lorsque le volume total des équipements de stockage est supérieur ou égal à 400 litres, l'eau contenue dans les équipements de stockage, doit être en permanence à une température supérieure ou égale à 55 °C à la sortie des équipements.

Climatisation

Rafrachissement



Production	détente directe réversible Carrier 30RQM-310-0018-PE	détente directe réversible Ciat/Hitachi
Energie	Electricité	
Puissance frigorifique	310 kW	3.5 kW
Puissance absorbée	156 kW	1.3 kW
Age	2017	NC
Fluide frigorigène	R410a	R32
Performance	Correcte	Moyenne
Emission	batterie froide CTA	ventilo-convecteurs
Performance	Correcte	Moyenne
Régulation	GTC	GTC
Performance	Moyenne	Moyenne

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : **Bonne** **Correcte** **Moyenne** **Insuffisante** **Faible**
Vétusté : **Neuf** **Bon état** **Etat moyen** **Etat dégradé** **A remplacer**

Eclairage

Eclairage

Les locaux sont munis en majeure partie de systèmes d'éclairage fluorescents T8 équipés de ballasts électroniques. L'éclairage du bâtiment est également assuré par des luminaires équipés d'ampoules fluocompactes, d'ampoules halogène, de lampes à décharge IM avec ballasts électroniques, de luminaires LED.



Type d'éclairage par zone

Technologie	Zone	Performance
Tubes fluorescents T8 - ballast électronique (4x18, 2x36, 2x58 W) Commande manuelle	Salles de cours, bureaux	Moyenne
Ampoules fluocompactes (21 W) Détection de présence	Sanitaires	Moyenne
Ampoules halogène (50, 100 W) Commande manuelle	Circulations	Faible
Lampes à décharge IM - ballast électronique (250) Commande manuelle	Halle	Insuffisante
Luminaires LED (40 W) Commande manuelle	Salles de cours	Bonne
Puissance totale installée : 22 kW		Ratio de puissance installée : 7.3 W/m²

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : **Bonne** **Correcte** **Moyenne** **Insuffisante** **Faible**
Vétusté : **Neuf** **Bon état** **Etat moyen** **Etat dégradé** **A remplacer**



La réglementation thermique pour les bâtiments existants fixe à 12 W/m² la puissance maximum d'éclairage de référence.

Eclairage selon les zones	Eclairage minimum Code du travail	Eclairage moyen Norme EN-12464-1
Bureau / salle de réunion	200 lux	500 lux
Autres locaux de travail	120 lux	
Salles de classe	200 lux	500 lux
Locaux aveugles à travail permanent	200 lux	
Circulations horizontales / verticales	40 / 60 lux	100 lux
Entrepôts (occupation temporaire)	60 lux	
Stockage (occupation permanente)	120 lux	
Vestiaires, sanitaires	120 lux	
Gymnase	120 lux	300 lux

Ventilation

Ventilation

Le renouvellement d'air de la zone Halle est assuré par 2 centrales de traitement d'air double flux avec récupérateur de chaleur.

La ventilation est régulée par la GTC.



Type	CTA double flux
Zones	Halle
Puissance caisson	2x 6.5 kW
Age	NC
Performance	Moyenne
Vétusté	Etat moyen
Diffusion	
Entrées d'air	Bouches de soufflage
Extraction	Bouches d'extraction
Performance	Moyenne
Régulation	GTC

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : **Bonne** **Correcte** **Moyenne** **Insuffisante** **Faible**
 Vétusté : **Neuf** **Bon état** **Etat moyen** **Etat dégradé** **A remplacer**



Rappel réglementaire pour les ERP : Le décret 2011-1728 du 2 décembre 2011 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur prévoit la mise en place d'un contrôle de la pollution intérieure de certains ERP (présence de COV, taux de CO₂). Les crèche et écoles maternelles sont concernées dès le 01/01/2015, les écoles élémentaires en 2018, les accueils de loisirs et établissements du 2nd degré en 2020 et les autres établissements en 2023.

Usages spécifiques de l'électricité (bureautique, auxiliaires de chauffage, ...)

Cette partie répertorie les équipements spécifiques au fonctionnement du bâtiment (auxiliaires de chauffage, bureautique, petit électroménager).

Poste	Equipements	Energie	Puissance estimée kW	Consommation annuelle estimée kWh _{EF}
Bureautique	Ordinateurs, imprimantes, vidéo projecteurs, photocopieuses	Electricité	11.7	10 268 kWh _{EF}
Electroménager	Petit électroménager	Electricité	14.2	188 kWh _{EF}
Auxiliaires de chauffage	Brûleur, circulateurs	Electricité	7.7	30 626 kWh _{EF}

Rappels réglementaires divers



Rappels réglementaires : Quelques échéances à retenir pour les gestionnaires d'ERP (Etablissements Recevant du Public) : *Accessibilité* : Les travaux de mise en accessibilité des bâtiments de catégorie 1 à 4 devront être réalisés dans un délai de 3, 6 ou 9 ans selon la programmation fixée pour chaque site.

3. Analyse des données

3.1 Consommations et émissions

Gestion et suivi énergétique

▪ Éléments de comptage

N°	Energie	Bâtiments consommateurs	Suivi des consommations
1	Electricité	Compteur Vincent d'Indy	Factures Direct Energie avec relevés mensuels
2	Gaz naturel	Ensemble du site de Croupillac	Factures ENGIE Relevés mensuels

Rappel sur la fin les tarifs réglementés de l'électricité et le gaz naturel

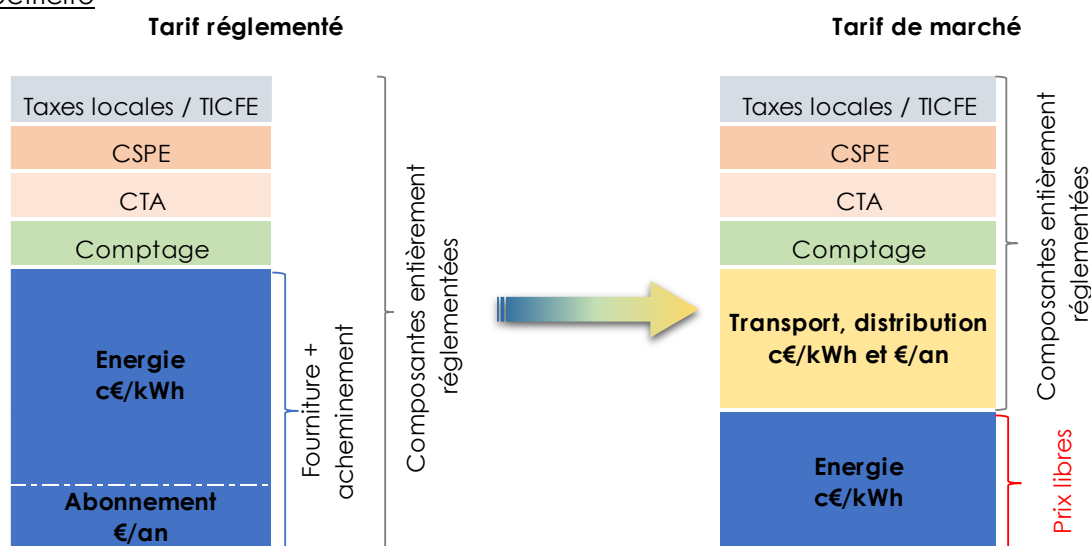
Dans le cadre de la libéralisation des marchés de l'énergie, plusieurs typologies de consommateurs ne peuvent plus bénéficier de contrat de fourniture d'énergie avec des tarifs réglementés (évolution fixée par la CRE).

Sont concernés :

- Gaz naturel : Depuis le 1^{er} janvier 2016, les sites consommant plus de 30 MWh/an et les bâtiments à usage principal d'habitation consommant plus de 150 MWh/an.
- Electricité : Depuis le 1^{er} janvier 2016, les sites dont la puissance souscrite est supérieure à 36 kVA.

Pour ces sites, un contrat dit à tarif de marché doit être souscrit. Il permet de négocier auprès de plusieurs fournisseurs le prix de l'énergie qui est désormais fixé librement. Les prix des composantes liées à l'acheminement de l'énergie (transport, distribution) restent réglementés tout comme les taxes et autres contributions parafiscales.

Décomposition des composantes tarifaires des tarifs réglementés et des tarifs de marché d'électricité



Pour tous les autres sites (par exemple tarifs bleus < 36 kVA) les tarifs réglementés restent en vigueur même s'il est possible de mettre en concurrence les fournisseurs d'énergie.

Consommations d'électricité

Le site de Croupillac de l'IMT Mines d'Alès est équipé de deux compteurs électriques :

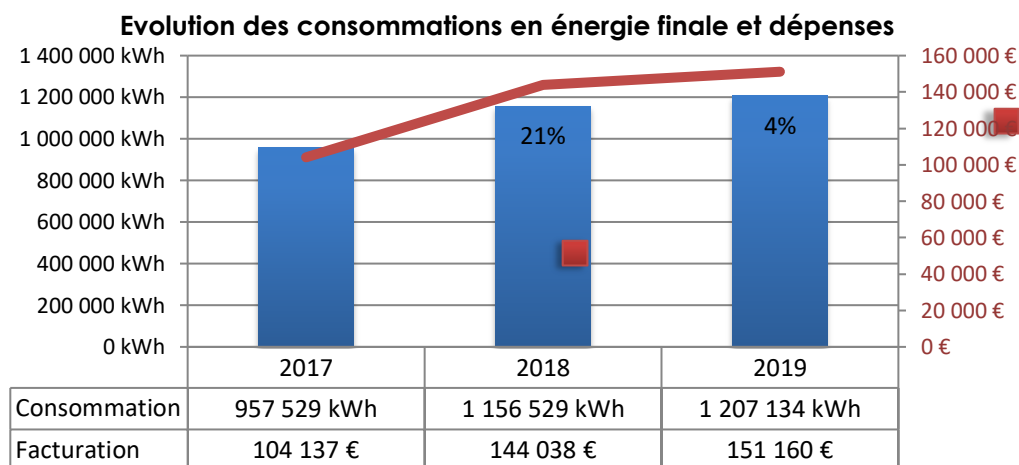
1. Un compteur situé rue Jules Renard
2. Un compteur situé avenue Vincent d'Indy

1. Compteur électrique Rue Jules Renard :

Concernant le compteur situé rue Jules Renard, la consommation d'électricité a augmenté de près de 21% sur la période 2017-2018. Entre 2018 et 2019 la hausse observée était de 4%. Sur 3 ans, l'augmentation globale de consommation est de 26%.

Cette importante hausse entre 2017 et les années suivantes s'expliquent par la construction du bâtiment M apportant des consommations électriques supplémentaires.

Consommations Electricité - Années 2017 - 2018 - 2019 - Compteur Rue Jules Renard	
Type de contrat	HTA 5 postes - 178 kVA
Consommation annuelle moyenne	1 107 064 kWh _{ef} , soit 2 856 225 kWh _{ep}
Facture annuelle moyenne	133 112 € TTC
Coût unitaire moyen	12 c€ TTC / kWh _{ef}
Emissions de GES annuelles moyennes	92 993 kgeqCO ₂ /an



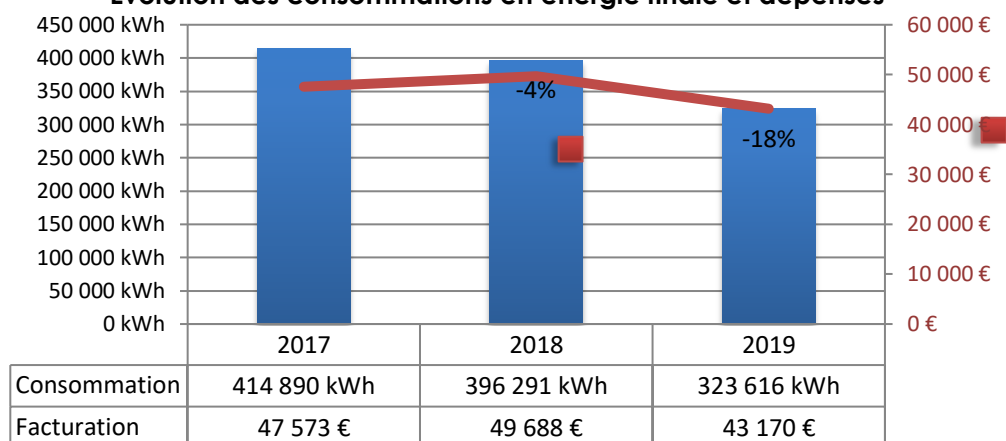
2. Compteur électrique Avenue Vincent d'Indy

Comparé au compteur électrique précédent (Rue Jules Renard), la consommation d'électricité pour ce compteur a diminué de près de 4% sur la période 2017-2018. Entre 2018 et 2019 la baisse observée était de 18%. Sur 3 ans, la diminution globale de consommation est de 22%. Cette baisse peut s'expliquer par une occupation et une demande moins importante entre les années d'études (moins d'expériences dans les laboratoires et les ateliers).

Consommations Electricité - Années 2017 - 2018 - 2019 - Compteur Avenue Vincent d'Indy

Type de contrat	HTA 5 postes - 152 kVA
Consommation annuelle moyenne	378 266 kWh _{ef} , soit 975 925 kWh _{ep}
Facture annuelle moyenne	46 810 € TTC
Coût unitaire moyen	12 c€ TTC / kWh _{ef}
Emissions de GES annuelles moyennes	31 774 kgeqCO ₂ /an

Evolution des consommations en énergie finale et dépenses



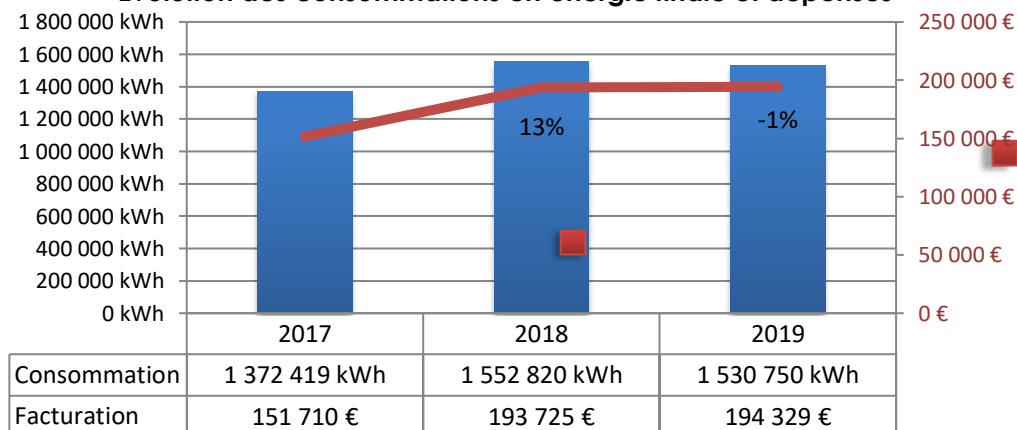
Ensemble des compteurs électriques :

La somme de l'ensemble des consommations électriques du site de Croupillac permet de constater que sur la période 2017-2018, la consommation a augmenté de près de 13 % alors que sur la période 2018-2019 la baisse était de 1 %. Cette hausse s'explique par la construction du bâtiment M en 2017.

Consommations Electricité - Années 2017 - 2018 - 2019 - Ensemble des compteurs électriques

Consommation annuelle moyenne	1 485 330 kWh _{ef} , soit 3 832 151 kWh _{ep}
Facture annuelle moyenne	179 922 € TTC
Coût unitaire moyen	12 c€ TTC / kWh _{ef}
Emissions de GES annuelles moyennes	124 768 kgeqCO ₂ /an

Evolution des consommations en énergie finale et dépenses



Les consommations électriques présentées ci-dessus comprennent l'ensemble du site Croupillac (les 2 compteurs électriques). Une estimation des consommations électriques a été réalisée pour le bâtiment JN selon l'usage du site entre les années d'études ainsi qu'aux relevés réalisés lors de la visite.

Ci-dessous, les résultats découlant de cette estimation :

Estimation de la consommation électrique – Bâtiment JN	
Type de contrat	HTA CU - Tarif vert 330 kVA
Consommation annuelle moyenne	402 823 kWh _{ef} , soit 1 039 284 kWh _{ep}
Facture annuelle moyenne	48 795 € TTC
Coût unitaire moyen	12 c€ TTC / kWh _{ef}
Emissions de GES annuelles moyennes	33 837 kgeqCO ₂ /an

Consommations de gaz naturel

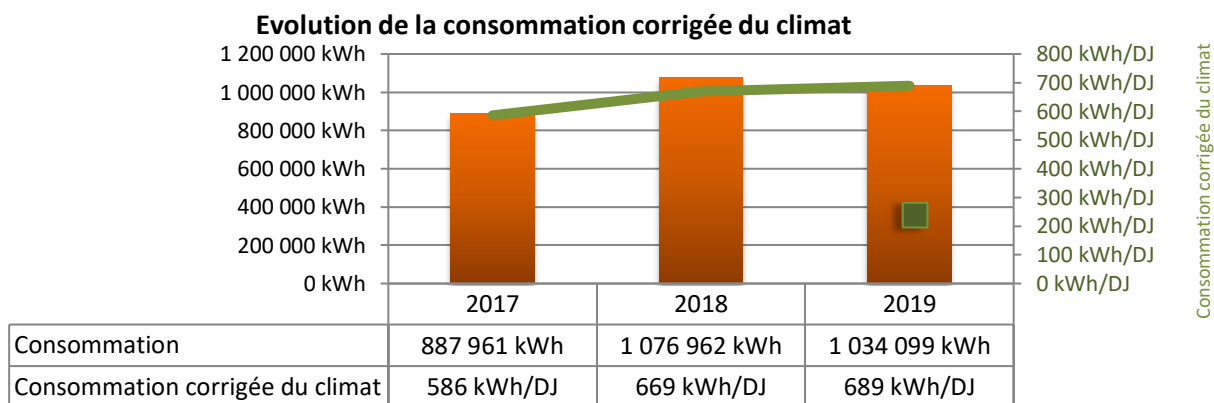
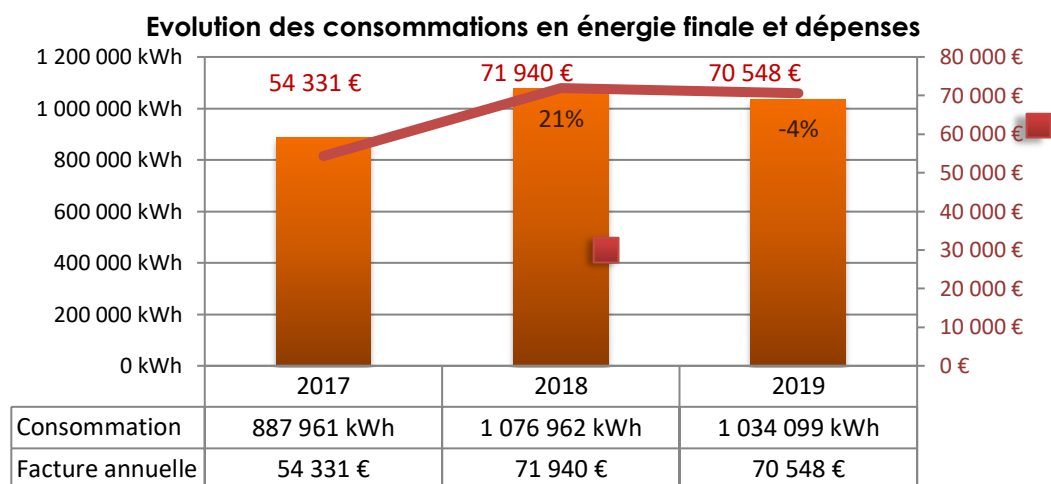
L'école des Mines Télécom d'Alès Croupillac dispose d'un seul compteur de gaz naturel. Il n'existe pas de sous-compteur énergétique permettant de connaître la consommation propre à chaque bâtiment.

Ci-dessous est représenté l'évolution de la consommation de gaz naturel provenant du compteur principal. Sur la période 2017-2018, la consommation a augmenté de près de 21% alors que sur la période 2018-2019 la baisse était de 4%.

En prenant en compte la rigueur climatique, on constate que la consommation corrigée du climat (courbe verte) a augmenté de près de 14% sur la période 2017-2018 et de 3% entre 2018 et 2019. Sur 3 ans, l'augmentation globale de consommation est de 18%.

Cette forte hausse des consommations entre l'année 2017 et les années suivantes s'explique par la construction du bâtiment M qui apporte des consommations de gaz naturel supplémentaires.

Consommations Gaz naturel - Années 2017 - 2018 - 2019 - Ensemble du site Croupillac	
Type de contrat	-
Consommation annuelle moyenne	1 109 638 kWh PCS, soit 999 674 kWh _{ep}
Facture annuelle moyenne	65 607 € TTC
Coût unitaire moyen	7 c€ TTC / kWh _{ep}
Emissions de GES annuelles moyennes	233 924 kgeqCO ₂ /an



Ci-dessus est représenté l'évolution de la consommation de gaz naturel de l'ensemble du site de Croupillac.

Une estimation de la consommation de gaz naturel a donc été réalisée pour le bâtiment P selon l'usage du bâtiment lors des années d'études ainsi que des relevés réalisés lors de la visite.

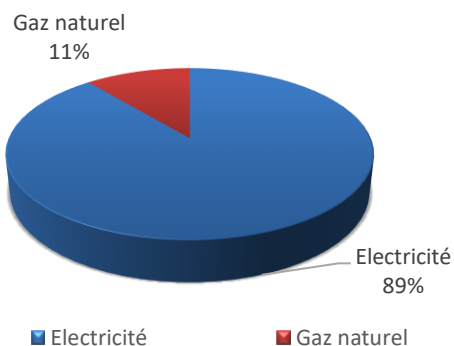
Ci-dessous les résultats découlant de cette estimation :

Consommations Gaz naturel - Années 2017 - 2018 - 2019	
Type de contrat	Offre à prix bloqué
Consommation annuelle moyenne	102 541 kWh PCS , soit 92 379 kWh _{ep}
Facture annuelle moyenne	6 063 € TTC
Coût unitaire moyen	7 c€ TTC / kWh _{ep}
Emissions de GES annuelles moyennes	21 617 kgeqCO ₂ /an

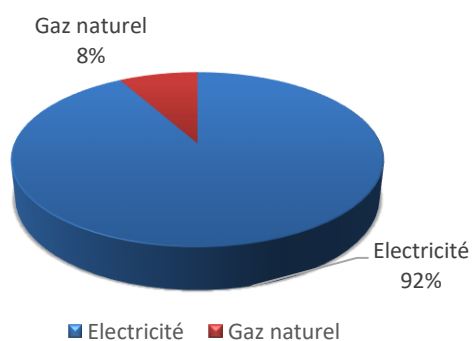
3.2 Répartition énergétique, financière et environnementale

Sur le site on compte deux vecteurs énergétiques : l'électricité et le gaz naturel.

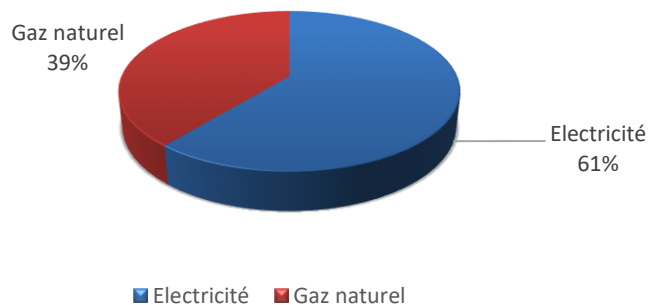
Répartition coûts énergétiques (en € TTC)



Répartition des consommations d'énergie du site (en énergie primaire)



Répartition des émissions de GES (kgéq CO2)

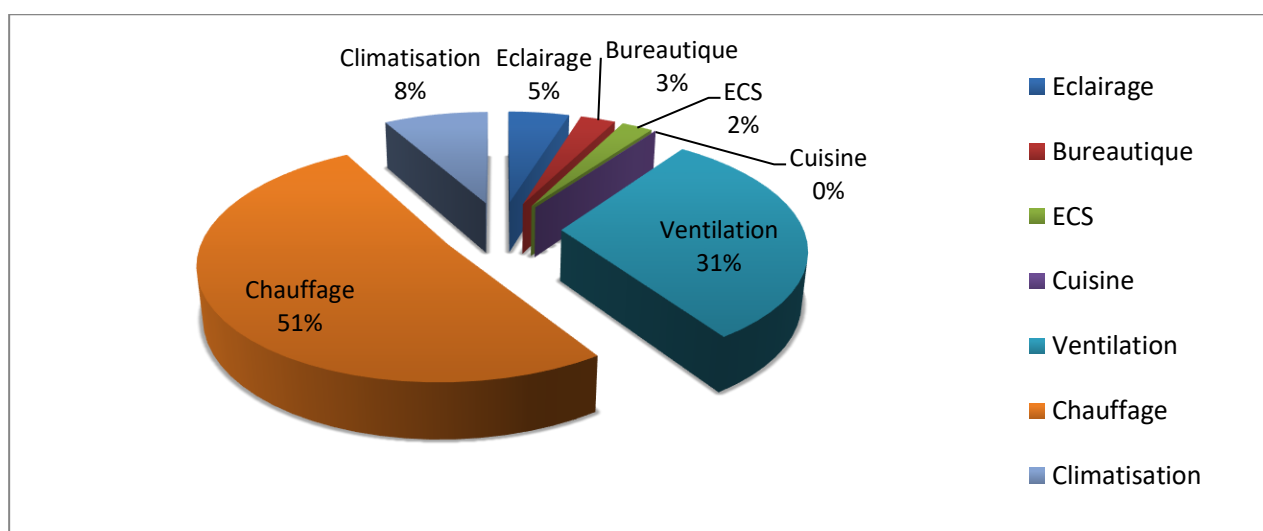


3.3 Répartition des consommations par type d'énergie

Usages électriques :

La répartition des différents usages électriques a été réalisée sur la base de la consommation moyenne de la période d'étude à partir des puissances relevées sur site.

Répartition des consommations - Electricité			
Postes	Puissance estimée	Consommation estimée kWh/an	Coût annuel €/an
Eclairage	21.6 kW	17 816 kWh	2 158 € TTC
Bureautique	11.7 kW	10 268 kWh	1 244 € TTC
ECS	2.4 kW	9 071 kWh	1 099 € TTC
Cuisine	14.2 kW	188 kWh	23 € TTC
Ventilation	13.0 kW	113 880 kWh	13 795 € TTC
Chauffage	158.6 kW	190 520 kWh	23 078 € TTC
Climatisation	7.7 kW	30 453 kWh	3 689 € TTC
TOTAL	229.3 kW	372 197 kWh	45 085 € TTC



La répartition des consommations est déterminée à partir des hypothèses de fonctionnement des équipements et de leurs puissances relevées sur site.

Ratio de consommation Electricité (hors chauffage et ECS)	Ratio moyen national
Electricité : 69 kWh/m ²	17 kWh/m ²

Usages combustibles :

La répartition des différents usages combustibles a été réalisée sur la base de la consommation de la période d'étude à partir de la simulation thermique du bâtiment.

Répartition consommations Gaz naturel		
	Consommation estimée kWh/an	Coût annuel €/an
Chauffage	92 379 kWh _{ef}	6 063 € TTC
TOTAL	92 379 kWh_{ef}	6 063 € TTC

i

La répartition des consommations est déterminée à partir des hypothèses de fonctionnement des équipements, de leur performance et du niveau d'isolation.

Ratio de consommation Chauffage + ECS	Ratio moyen national - corrigé du climat de la période d'étude
Combustible : 99 kWh/m ²	70 kWh/m ²

Ecart de consommations :

Les consommations réelles (cf. factures) sont différentes des consommations théoriques (estimées par le calcul). La consommation "théorique" ne peut pas prendre en compte plusieurs critères aléatoires sur l'établissement :

- Ouverture prolongée des différents ouvrants : portes d'entrée, fenêtres
- Modification de la programmation des régulateurs (chauffage, climatisation) ;
- Dégradation des isolants sur les différentes parois,
- Fonctionnement de certains équipements en dehors des périodes « théoriques ».

3.4 Etiquettes énergétiques et GES

Les étiquettes énergie décrite ci-après correspondent à l'état initial du bâtiment.

▪ Classification énergétique – modèle DPE

Le site présente un ratio de consommation et d'émissions de gaz à effet de serre moyen. Le site est de façon générale moyennement performant d'un point de vue énergétique.

Classification énergétique modèle DPE 6.1 public		
	Ratio de consommation kWhEP / (m².an)	Ratio d'émissions de GES kg éqCO ₂ / (m².an)
Etat initial	<p>Bâtiment économe</p> <p>≤ 50 A</p> <p>51 à 110 B</p> <p>110 à 210 C</p> <p>211 à 350 D</p> <p>351 à 540 E</p> <p>541 à 750 F</p> <p>> 750 G</p> <p>Bâtiment énergivore</p>	<p>Faible émission de GES</p> <p>≤ 5 A</p> <p>6 à 15 B</p> <p>16 à 30 C</p> <p>31 à 60 D</p> <p>61 à 100 E</p> <p>101 à 145 F</p> <p>> 145 G</p> <p>Forte émission de GES</p>
	<p>384</p> <p>kWhEP/m².an</p>	<p>19</p> <p>kgCO₂/m².an</p>



Les ratios de consommation et d'émissions de GES prennent en compte l'ensemble des usages consommateurs du site. Ils sont calculés à partir des consommations d'énergie facturée lors des trois dernières années.

4. Recommandations d'économies d'énergie

4.1 Aides à l'investissement

Certificats d'économie d'énergie (CEE)

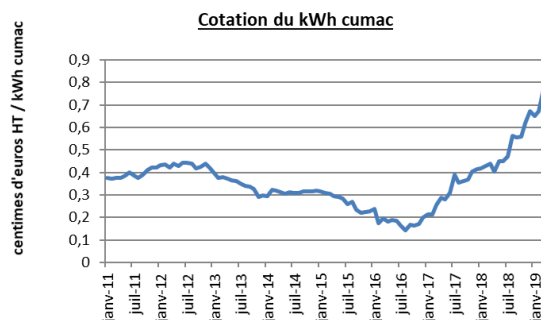
Les certificats d'économie d'énergie est un dispositif national qui oblige les vendeurs d'énergie (vendeurs d'électricité, de gaz, de fioul, de carburants) à réaliser des économies d'énergie. Pour cela ces opérateurs dits « obligés » peuvent réaliser des opérations pour inciter leurs clients à faire 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 kWhcumac (kWh cumulés et actualisés sur la durée de vie conventionnelle de l'équipement).

Exemple : Pose de 100 m² d'isolation par l'intérieur dans une école située en zone climatique H1 : 366 000 kWh cumac soit 2 196 €.

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 0,6 c€/kWhcumac.



Source : Emmy.fr

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) 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.

4.2 Opportunités de mise en place d'énergies renouvelables

En parallèle ou à l'issue d'une démarche de maîtrise des consommations, le recours à des énergies renouvelables doit être encouragé, celles-ci permettant de maîtriser les consommations d'énergie primaire, de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de limiter les coûts de la fourniture énergétique.

Les solutions techniques en matière d'énergies renouvelables (enR) sont multiples, chacune permettant de répondre à des besoins énergétiques spécifiques. La faible maturité technique et économique de la plupart des technologies implique des frais d'investissement conséquents même si le cadre réglementaire volontariste permet d'améliorer la rentabilité des projets. Toute implantation d'enR sur un bâtiment se doit donc de répondre à une démarche cohérente pour optimiser les gains économiques et environnementaux et préserver les capacités d'investissement du maître d'ouvrage.

En amont, la maîtrise et l'optimisation des consommations par un pilotage exemplaire et des travaux de rénovation sont des préalables indispensables à l'investissement vers les enR.



L'identification de la solution technico-économique la plus cohérente vis-à-vis du bâtiment dépend de différents critères :

- Adéquation à un besoin énergétique
- Faisabilité technique
- Productivité et disponibilité de la ressource
- Rentabilité économique

Solution EnR	Opportunité sur le site	Commentaires
Bois	Peu pertinent	Chaudière bois commune à plusieurs bâtiments à privilégier mais il sera difficile de l'implanter sur le site (contrainte sur les rejets, le place, l'approvisionnement en combustible, ...).
Pompes à chaleur	Déjà présent	Système déjà installé pour la production d'eau glacée du site
Solaire thermique	Non adapté	Besoins en eau chaude sanitaire relativement faible (usage tertiaire).
Solaire photovoltaïque	Pertinent	Plusieurs toitures terrasses ont une surface disponible pour l'installation d'une production solaire photovoltaïque
Géothermie	Non adapté	Manque de place pour l'installation d'une solution géothermique
Réseau de chaleur	Non adapté	pas de réseau de chaleur proche du site

4.3 Récapitulatif des préconisations

Propositions d'améliorations									
Actions		Investissement	CEE	Economies	Gain énergétique		Gain GES	Temps de retour	
préconisées		€ TTC	€	€ TTC / an	kWhep / m2.an	%	kgeqCO2 / m2.an	brut	actualisé
1	Isolation des murs extérieurs	200 600	5 777	8 490	56	15%	4.4	24 ans	18 ans
2	Renforcement des isolants murs extérieurs	34 000	979	136	1	0%	0.1	251 ans	65 ans
3	Isolation toiture bac acier	21 060	4 212	10 220	68	18%	5.2	3 ans	3 ans
4	Renforcement des isolants sous faux plafond	30 475	2 070	232	2	0%	0.1	132 ans	50 ans
5	Changements des fenêtres/portes-fenêtres	231 550	2 880	5 471	37	10%	2.5	43 ans	27 ans
6	Eclairage LED	46 470	1 089	-506	-3	-1%	-0.7	50ans	amortissable
7	Equipements hydro-économiques	120	195	733	5	1%	0.2	50ans	Immédiat
8	Mise en place des circulateurs à vitesse variable	9 125	229	735	5	1%	0.2	13 ans	11 ans
9	Logiciels d'optimisation du fonctionnement bureautique	3 720	0	261	2	1%	0.0	15 ans	12 ans
10	Régulation du chauffage CTA	-	0	2 257	16	4%	0.5	-	Immédiat
11	Changements de la chaudière	18 700	2 477	493	3	1%	0.2	38 ans	25 ans
12	Solaire photovoltaïque	160 500	0	13 288	111	29%	3.6	13 ans	11 ans

4.4 Détails des préconisations

Préconisation n°1

BATI : Isolation des murs par l'extérieur (ITE)

Description :

Les murs des bâtiments ne présentent pas d'isolation. Les déperditions à travers les façades représentent près de 33% des pertes de chaleur totales du bâtiment.



Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Renforcer l'isolation de l'enveloppe externe du bâtiment.

Afin de diminuer les consommations de chauffage, il est recommandé de renforcer l'isolation des parois donnant sur l'extérieur. Pour limiter les travaux à l'intérieur des bâtiments, il est conseillé de mettre en œuvre une isolation thermique par l'extérieur (ITE). L'action consiste à mettre en place environ **14 cm d'isolant de type laine minérale** protégé par un bardage ou un enduit.

La mise en place d'un doublage isolant de résistance thermique **$R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$** représenterait un gain énergétique de 28% sur le poste chauffage du site.

Avantages : Cette solution évite d'importants travaux perturbant l'activité des bâtiments et une réduction des surfaces utiles. Placé à l'extérieur, l'isolant permet également de renforcer l'inertie thermique des parois ce qui améliore le confort en hiver comme en été. L'ITE a également l'avantage de traiter les ponts thermiques (raccords mur-plancher par exemple). L'isolation par l'extérieur limite le risque de condensation dans la masse.

Inconvénients : Le coût de mise en œuvre est important. Ce renforcement de l'isolation peut être réalisé lors d'opérations de ravalement de façades.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose d'une isolation extérieure sur les parois existantes en panneaux semi-rigide de laine minérale fixés mécaniquement au mur. Un bardage extérieur sera fixé sur ossature bois.

Remarque : Un isolant de type laine végétale ou laine de bois peut être utilisé. L'impact environnemental de la fabrication de ce type de produit est en règle générale plus faible tout en ayant des caractéristiques thermiques intéressantes (déphasage thermique favorable au confort d'été). Attention, selon les matériaux utilisés l'épaisseur nécessaire pour avoir une résistance thermique équivalente sera supérieure.

Résultats					
Surface à isoler : 1003 m ²			Isolation	40 120 €	
Réduction des besoins en chauffage : 94 kW			Revêtement	160 480 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-EN-102	TRA
166 129 kWh _{ep} 15 %	8 490 € TTC	12 855 kgCO ₂ /an	200 600 € TTC	962880 5777 €	24 ans 18 ans

Préconisation n°2

BATI : Renforcement de l'isolation des murs par l'extérieur (ITE)

Description :

Les murs des bâtiments possèdent un niveau d'isolation faible. La performance des parois donnant sur l'extérieur est inférieure aux exigences réglementaires fixées lors d'une rénovation.



Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Renforcer l'isolation de l'enveloppe externe du bâtiment.

Afin de diminuer les consommations de chauffage, il est recommandé de renforcer l'isolation des parois donnant sur l'extérieur. Pour limiter les travaux à l'intérieur des bâtiments, il est conseillé de mettre en œuvre une isolation thermique par l'extérieur (ITE). L'action consiste à mettre en place environ 14 cm d'isolant de type laine minérale protégé par un bardage ou un enduit.

La mise en place d'un doublage isolant de résistance thermique $R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ représenterait un gain énergétique **de 1% sur le poste chauffage du site.**

Avantages : Cette solution évite d'importants travaux perturbant l'activité des bâtiments et une réduction des surfaces utiles. Placé à l'extérieur, l'isolant permet également de renforcer l'inertie thermique des parois ce qui améliore le confort en hiver comme en été. L'ITE a également l'avantage de traiter les ponts thermiques (raccords mur-plancher par exemple). L'isolation par l'extérieur limite le risque de condensation dans la masse.

Inconvénients : Le coût de mise en œuvre est important. Ce renforcement de l'isolation peut être réalisé lors d'opérations de ravalement de façades.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose d'une isolation extérieure sur les parois existantes en panneaux semi-rigide de laine minérale fixés mécaniquement au mur. Un bardage extérieur sera fixé sur ossature bois.

Remarque : Un isolant de type laine végétale ou laine de bois peut être utilisé. L'impact environnemental de la fabrication de ce type de produit est en règle générale plus faible tout en ayant des caractéristiques thermiques intéressantes (déphasage thermique favorable au confort d'été). Attention, selon les matériaux utilisés l'épaisseur nécessaire pour avoir une résistance thermique équivalente sera supérieure.

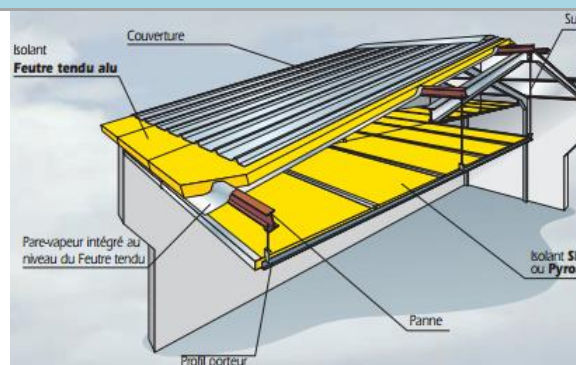
Résultats					
Surface à isoler : 170 m ²			Isolation	6 800 €	
Réduction des besoins en chauffage : 1 kW			Revêtement	27 200 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-EN-102	TRA
2 652 kWhép 0 %	136 € TTC	205 kgCO ₂ /an	34 000 € TTC	163200 979 €	251 ans 65 ans

Préconisation n°3

BATI : Isolation des toitures bac acier par l'intérieur

Description :

La toiture en bac acier ne présente pas d'isolation.
La toiture représente près de 34 % des déperditions de chaleur du bâtiment.



Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Renforcer l'isolation de l'enveloppe externe du bâtiment.

Afin de diminuer les consommations de chauffage, il est recommandé d'isoler la toiture en bac acier. Cette action permettra de limiter les déperditions de chaleur par la toiture et apportera un gain sur le confort en hiver mais également en période estivale.

L'opération consiste à mettre en place par l'intérieur une isolation en panneaux rigides de laine minérale (laine de roche ou laine de verre). Ces panneaux sont posés dans une ossature composée de profils porteurs et d'entretoises accrochées à la structure métallique à l'aide de suspentes.

Cette solution permet avec l'ajout d'un feutre non saturant de se prémunir des problèmes de condensation.

Avantages : La solution ne nécessite pas la rénovation de l'étanchéité extérieure (protection vis-à-vis de l'eau). Ce type d'isolation permet de traiter l'apparition de problèmes de condensation (mise en place d'un feutre tendu mince non saturant). Pose adaptée à tout type d'empannage et réduisant les ponts thermiques.

Inconvénients : Il convient de s'assurer du bon dimensionnement de la structure pour supporter cette charge. Les travaux sont relativement complexes à réaliser avec une location de nacelle à déplacer régulièrement pour traiter l'ensemble de la toiture.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose d'une isolation par panneaux de laine de roche posée dans une structure avec suspentes et entretoise. Compris fixations.

Résultats					
Surface à isoler : 1170 m ²			Isolation		21 060 €
Réduction des besoins en chauffage : 114 kW					
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-EN-101	TRA
199 976 kWh _{ep} 18 %	10 220 € TTC	15 472 kgCO ₂ /an	21 060 € TTC	702000 4212 €	3 ans 3 ans

Préconisation n°4

BATI : Renforcement de l'isolation du faux-plafond

Description : Actuellement, le plancher haut est faiblement isolé en faux-plafond. Les pertes par la toiture représentent près de 34% des déperditions de chaleur à l'échelle du bâtiment. Il est donc recommandé de renforcer l'isolation au niveau du plafond du bâtiment.



Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Renforcer l'isolation de l'enveloppe externe du bâtiment.

L'isolation du plancher haut permettra de limiter les déperditions de chaleur par la toiture. Cette action apportera un gain sur le confort en hiver mais également en période estivale.

Il est recommandé de prévoir une isolation minimale de **résistance thermique $R \geq 7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$** (soit l'équivalent de 30 cm de laine de minérale). L'isolant sera déroulé sur la structure du plafond suspendu. Un renfort des suspentes du faux-plafond peut être nécessaire pour supporter la surcharge liée à l'isolation.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose d'une isolation avec rouleaux de laine de verre, revêtus sur une face d'un kraft pare-vapeur (coté chaud) dans la structure de faux-plafond. Cette structure sera composée d'un plafond suspendu en panneaux avec dalles à bords droits. Compris fixations. Non compris travaux électriques associés.

Le matériau doit faire l'objet d'un document avec les données techniques du produit (dont résistance thermique) issu du fabricant ou d'un organisme accrédité selon la norme NF EN 45011 par le COFRAC ou autre organisme d'accréditation européen.

Remarque : Un isolant de type laine végétale ou laine de bois peut être utilisé. L'impact environnemental de la fabrication de ce type de produit est en règle générale plus faible tout en ayant des caractéristiques thermiques intéressantes (déphasage thermique favorable au confort d'été). Attention, selon les matériaux utilisés l'épaisseur nécessaire pour avoir une résistance thermique équivalente sera supérieure.

Résultats					
Surface à isoler : 575 m ²			Isolation	10 350 €	
Réduction des besoins en chauffage : 3 kW			Dépose existant	2 875 €	
			Pose faux-plafond	17 250 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-EN-101	TRA
4 533 kWhép 0 %	232 € TTC	351 kgCO ₂ /an	30 475 € TTC	345000 2070 €	132 ans 50 ans

Préconisation n°5

BATI : Remplacement des ouvrants par des fenêtres aluminium

Description : Les menuiseries du bâtiment sont vétustes et peu performantes, elles représentent 16% des déperditions de chaleur vers l'extérieur.

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Réduire les besoins de chauffage et améliorer le confort thermique

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. Ces éléments sont également fréquemment responsables de l'effet de parois froides qui dégrade le confort thermique des occupants.

Il est recommandé de remplacer les fenêtres ou portes en simple vitrage par des menuiseries à châssis aluminium à rupteurs de ponts thermiques et double vitrage peu émissif 4/16/4 avec lame d'argon justifiant d'un coefficient $U_w \leq 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $Sw \leq 0,35$.



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.

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 à la française en aluminium 2 vantaux, double vitrage 4/16/4 avec lame d'air argon.

Remarque : Le remplacement des menuiseries assure une meilleure performance thermique du vitrage et améliore le confort thermique intérieur avec la réduction de la sensation de « paroi froide ». En parallèle du remplacement des ouvrants, il est conseillé de prévoir la mise en place de volets pour limiter les pertes de chaleur la nuit et contrôler les apports solaires.

Note : Lors du remplacement de menuiseries présentant des défauts d'étanchéité importants, des déséquilibres hygrothermiques liés à un manque de renouvellement d'air sont susceptibles d'apparaître. Pour s'en prémunir, il peut être envisagé de mettre en place une ventilation mécanique contrôlée (VMC). Prévoir des entrées d'air sur les menuiseries dans le cas de ventilation mécanique simple flux.

Résultats					
Surface d'ouvrants concernés : 421 m ²			Fourniture et pose Menuiserie Alu		223 130 €
Réduction des besoins en chauffage : 54 kW			Dépose existant		8 420 €
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-EN-104	TRA
108 693 kWh _{ep} 10 %	5 471 € TTC	7 503 kgCO ₂ /an	231 550 € TTC	479940 2880 €	43 ans 27 ans

Préconisation n°6

ECLAIRAGE : Relamping LED

Description :

L'éclairage du site représente 4% des consommations électriques du site. L'abaissement des puissances installées grâce aux équipements LED est générateur d'économies.

Objectif et conseils pour la réalisation

Les équipements d'éclairage présent sur le site sont peu performants en comparaison du matériel LED disponible sur le marché.

Il est conseillé de remplacer les luminaires de l'ensemble du site par des équipements LED d'efficacité lumineuse identique.

- Les tubes fluorescents de 4x18W, 2x36W et 2x58W sont remplacés par des pavés LED de 40W et 80W
- Les ampoules halogènes et incandescentes sont remplacées par des ampoules LED de 8W
- Les ampoules à iodures métalliques sont remplacées par des projecteurs LED de 50W.

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 :

- Durée de vie $\geq 50\,000$ heures avec une chute de flux lumineux $\leq 30\%$
- Efficacité lumineuse $\geq 90\text{ lm/W}$

La durée de vie de ces équipements est fortement supérieure aux lampes conventionnelles, leur remplacement représente donc également un gain financier sur le plan de la maintenance.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose des pavés LED. Compris dépose des tubes fluorescents.

Fourniture et pose d'ampoules LED en substitution des ampoules halogène en place.

Fourniture et pose de spot LED à encastrer dans faux plafonds, équipé.

Le remplacement peut être réalisé au rythme de la fin de vie des équipements actuels afin de lisser les frais d'investissement.

Les gains de cette action sont évalués sur la base de la substitution des puissances des luminaires concernée et la disparition des consommations liées aux ballasts.



Résultats					
Equipements concernés :			Luminaires LED complet	36 570 €	
			Ampoules LED	9 900 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-EQ-127	TRA
-8 114 kWh _{ep} -1 %	-506 € TTC	-1 993 kgCO ₂ /an	46 470 € TTC	181440 1089 €	Non amortissable

Préconisation n°7

PRODUCTION D'ECS : Diminuer les consommations d'eau

Description :

Une sensibilisation des usagers et l'investissement dans des équipements hydro-économes peut permettre une diminution des consommations d'eau.

Objectif et conseils pour la réalisation

De façon similaire au suivi énergétique, un suivi régulier des consommations d'eau permet de détecter une possible anomalie (chasse d'eau ou robinet qui fuit, fuite plus générale) et de remédier à ce problème rapidement.

Afin d'économiser l'eau potable, il peut être également recommandé de modifier les installations existantes pour notamment diminuer le débit d'eau et inciter les utilisateurs à être plus économes. Par exemple, il est conseillé de mettre en place :

- des chasses d'eau double commande
- des aérateurs limiteurs de débit sur les robinets,

Ce type d'équipements peut permettre une diminution des consommations de près de 30%.

La diminution des consommations d'eau influe également sur les consommations d'énergie liée à la production d'ECS et est estimée à 10%.

Pour bénéficier des certificats d'économies d'énergie, le matériel doit être conforme aux normes NF de robinetterie sanitaire (norme NFEN246 et NFEN1112).

Le matériel choisi doit être répertorié dans les classes de débit suivantes:
 –Z (7,5 à 9 litres/minute) de la norme EN NF 246 pour les régulateurs de jets;
 –ZZ (7,2 à 12 litres/minute) de la norme EN NF 1112 pour les douches.

NB : Pour certains usages (arrosages des plantes, alimentation des chasses d'eau, lavage des sols), la récupération d'eau de pluie peut être envisagée.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose de mousseurs et douchette économe.



Résultats

Equipements concernés :			Mousseurs pour robinets		120 €
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-EQ-133	TRA
15 603 kWh _{ep} 1 %	733 € TTC	508 kgCO ₂ /an	120 € TTC	32508 195 €	Immédiat Immédiat

Préconisation n°8

CHAUFFAGE : Installation de circulateurs auto-adaptatifs

Description : Le poste « auxiliaires de chauffage » est responsable de 8% des consommations électriques du bâtiment, les circulateurs du réseau de chauffage peuvent être remplacés par des circulateurs économiques.

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Réduire les consommations électriques du poste auxiliaires de chauffage

Les circulateurs permettent la distribution de l'eau chaude à travers l'installation de chauffage, ils sont en fonctionnement permanent sur toute la saison de chauffage et impliquent de fortes consommations électriques.

De récentes exigences européennes ont incitées au développement de circulateurs à rotor noyé de faible consommation. Il existe désormais des circulateurs de puissance électrique réduite et au fonctionnement auto-adaptatif en fonction des pertes de charges du réseau irrigué. Ces équipements sont économes et leur fonctionnement à débit variable permet de les associer à la régulation du chauffage.

La mise en place de circulateurs à débit variable permettra d'optimiser les consommations d'énergie due au fonctionnement du circulateur (consommations d'électricité réduites) et au chauffage des locaux. La pompe adapte son débit et sa hauteur manométrique en fonction du besoin instantané en chauffage. Ces circulateurs peuvent être mis en place que par l'association à des vannes d'équilibrage automatique qui assure une perte de charge constante dans la colonne concernée (variation de la perte de charge supplémentaire apportée).



Il est préconisé de remplacer tous les circulateurs des réseaux de chauffage par des circulateur auto-adaptatifs. Ces équipements peuvent être utilisés comme organe de régulation selon la configuration de l'installation.

Travaux préconisés :

Fourniture et la pose de 4 circulateurs doubles et 1 circulateur simple auto-adaptatifs sur les circuits de chauffage, Les gains de cette action sont estimés sur l'hypothèse d'une puissance de fonctionnement moyenne annuelle divisée par 2 pour chaque circulateur.

L'obtention de certificats d'économie d'énergie (CEE) est conditionnée à la mise en place de circulateurs de classe A.

Maintenance particulière : Il est conseillé de réaliser un désembouage régulier du réseau de chauffage pour assurer la pérennité des équipements neufs ou existants.

Résultats					
Equipements concernés :			Fourniture et pose circulateur	8 875 €	
			Dépose existant	250 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-TH-112	TRA
15 654 kWh _{ep} 1 %	735 € TTC	510 kgCO ₂ /an	9 125 € TTC	38160 229 €	13 ans 11 ans

Préconisation n°9

INFORMATIQUE : Logiciel de réduction des consommations

Description :

Les équipements de bureautique sont un poste important des consommations d'électricité du site. Le comportement des usagers influence grandement les consommations d'énergie sur ce poste.



Objectif : Veiller à réduire les temps de fonctionnement inutiles de la bureautique.

Pour diminuer les consommations liées à la bureautique, il est conseillé d'accorder une attention particulière sur le temps de fonctionnement des postes informatiques. Le fait d'éteindre complètement les appareils (pas de mise en veille) peut permettre d'économiser jusqu'à 5 % sur le poste bureautique.

Conseils : Instaurer une gestion économe du parc informatique pour inciter les usagers à éteindre les équipements en dehors des heures d'occupation et installation d'un logiciel de réduction des consommations sur les ordinateurs permettant d'optimiser l'utilisation de la mémoire vive, de la mise en veille lors d'une inactivité.

Travaux préconisés :

Mise en place de logiciel de gestion du parc informatique et sensibilisation des occupants.

Résultats					
Equipements concernés :			Installation	3 720 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	-	TRA
5 717 kWh _{ep} 1 %	261 € TTC	108 kgCO ₂ /an	3 720 € TTC		15 ans 12 ans

Préconisation n°10

CHAUFFAGE : Optimisation des programmes de chauffage

Description : Le chauffage du site est actuellement régulé depuis un automate situé en chaufferie. Il a été constaté lors de la visite des défauts sur la programmation horaire des différents départs de chauffage

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Améliorer la régulation du chauffage.

Pour diminuer les consommations de chauffage du site tout en assurant le confort des occupants, il est recommandé de reprogrammer la GTC.

Il est conseillé de paramétrer à nouveau le système pour permettre, en période d'inoccupation (nuit et week-end), de passer en température de réduit pour l'ensemble des départs de chauffage. En effet, actuellement, l'eau circulant dans les différents émetteurs du bâtiment P est à la température de confort en permanence.

Cette adaptation permettra de réaliser des gains sur la consommation de gaz naturel tout en respectant le confort des utilisateurs.

Résultats

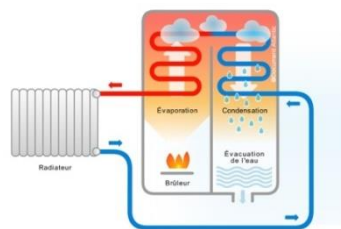
Equipements concernés :			Fourniture et pose automate	-	
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac BAT-TH-108	TRB TRA
Energie	Financière	Emission de GES			
48 114 kWh _{ep} 4 %	2 257 € TTC	1 543 kgCO ₂ /an	-	-	Immédiat

Préconisation n°11

CHAUFFAGE : Chaudière au sol à condensation

Description :

La chaudière actuelle possède un rendement assez moyen et elle ne permet pas de récupération de chaleur par condensation. L'installation de chauffage est compatible avec l'utilisation d'une chaudière à condensation.

**Objectif et conseils pour la réalisation**

Objectif : Améliorer le rendement de l'installation de chauffage et réduire les émissions de GES

Un système de chauffage à condensation permet la récupération de l'énergie contenue dans les fumées. Ce type de chaudière présente un rendement sur PCI allant jusqu'à 110%. Un échangeur de chaleur permet de transférer l'énergie des fumées de combustion à l'eau de retour de l'installation de chauffage. Si la température de l'eau est suffisamment basse, l'échange provoque la condensation de la vapeur d'eau contenue dans les fumées libérant ainsi une quantité de chaleur importante qui permet de préchauffer le retour de chauffage. Plus la température d'eau de retour passant dans le condenseur sera faible, plus la récupération de chaleur sera importante.



Il est conseillé d'opérer le remplacement de la chaudière actuelle par une chaudière modulante à condensation de puissance équivalente au système actuel. Le remplacement doit inclure les travaux hydrauliques de raccordement pour l'adaptation de l'installation au principe de condensation. La réalisation de travaux d'isolation du bâti en préalable du remplacement de la chaudière peut permettre une baisse de la puissance installée.

Travaux préconisés : Fourniture et pose d'une chaudière au sol, gaz, à condensation de 230 kW. Avec pompe de circulation, vase d'expansion incorporé, ventouse d'évacuation des gaz brûlés, flexible d'évacuation des condensats, équipement livré avec le générateur, compris présentation, mise en place, montage, réglage ; non compris raccordement électrique, tuyauteries d'alimentation eau-gaz, évacuation des condensats.

Note : Lors de l'installation d'un système à condensation, le régime d'eau des circuits de chauffage doit être abaissé pour bénéficier d'un rendement optimal. Selon le dimensionnement initial de l'installation, il peut être utile de remplacer les émetteurs par des émetteurs basse température. La mise en œuvre parallèle d'actions d'isolation peut dispenser de ce changement.

Maintenance particulière : L'entretien annuel des chaudières par un professionnel est obligatoire.

Résultats					
Equipements concernés :			Fourniture et pose chaudière	18 400 €	
			Dépose existant	300 €	
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES		BAT-TH-102	TRA
9 758 kWhép 1 %	493 € TTC	690 kgCO ₂ /an	18 700 € TTC	412860 2477 €	38 ans 25 ans

Préconisation n°12

ENERGIES RENOUVELABLES : Solaire photovoltaïque

Description : Un pan de toiture du bâtiment présente une surface disponible pouvant recevoir des panneaux solaires photovoltaïques avec une exposition favorable.

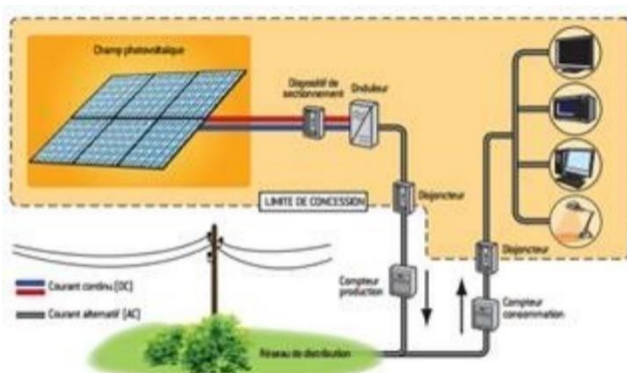
Objectif et conseils pour la réalisation

La production d'électricité peut être injectée sur le réseau. Dans le cadre réglementaire actuel, la mise en place d'une production photovoltaïque pourrait bénéficier d'un tarif de rachat de 10,51 c€/kWh (tarif au 01/01/2020).

Pour les systèmes sur bâtiment et respectant les **critères généraux d'implantation**

Pour bénéficier de ce tarif d'achat, le système devra répondre aux critères généraux d'implantation. Elle répond à une des conditions suivantes :

- **Système installé sur toiture et parallèle au plan**
- Système installé sur toiture plate (pente < 5%)
- Système remplissant les fonctions d'allège, de bardage, de brise-soleil, de garde-corps, d'ombrière, de pergolas ou de mur-rideau.



Principe



Installation

Travaux préconisés : L'installation comprend la fourniture et la pose de **475 m²** de panneaux photovoltaïques soit **87 kWc**, exposés Sud (Azimut de 15° par rapport au SUD et inclinaison de 40°). Compris la fourniture et la pose des onduleurs, de l'armoire électrique de commande et de gestion. Poste de comptage et les raccordements divers intégrés à la préconisation. Le surcoût en maintenance de cette préconisation est de 340 €/an.

L'installation assure une production **de 126 435 kWh/an**.

Cette préconisation nécessite une étude de faisabilité spécifique.

Résultats

Equipements concernés :					
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	-	TRA
326 202 kWh/an 29 %	13 288 € TTC	10 621 kgCO ₂ /an	160 500 € TTC		13 ans 11 ans

4.5 Scénarios d'optimisation

Scénario 1 : Objectif de réduction de 20% de la consommation d'énergie

Le site est moyennement consommateur en énergie (consommation énergétique de 384 kWh_{EP}/m².an).

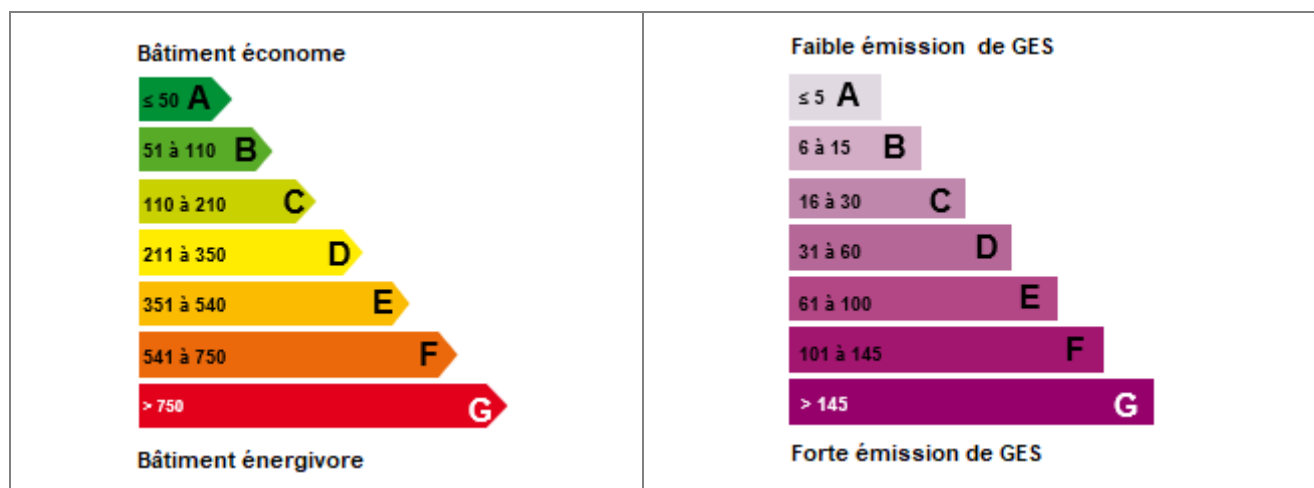
Ce plan d'actions regroupe les actions prioritaires nécessitant une mise en œuvre simple, un investissement initial faible et présentant retour sur investissement rapide.

Les actions présentées ci-dessus permettent une réduction des consommations de près de 22 % et une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 29 %.

N°	Actions préconisées	Investissement prévisionnel		Economie identifiée			Temps de retour (ans)	
		Brut € TTC	CEE €	kWh _{EP} /m ² .an	kgéqCO ₂ /m ² .an	€ TTC/an	brut	actualisé
1	Isolation des murs extérieurs	200 600	5 777	56	4.4	8 490	24	18
2	Renforcement des isolants murs extérieurs	34 000	979	1	0.1	136	251	65
4	Renforcement des isolants sous faux plafond	30 475	2 070	2	0.1	232	132	50
7	Equipements hydro-économiques	120	195	5	0.2	733	Immédiat	Immédiat
8	Mise en place des circulateurs à vitesse variable	9 125	229	5	0.2	735	13	11
9	Logiciels d'optimisation du fonctionnement bureautique	3 720	-	2	0.0	261	15	12
10	Régulation du chauffage CTA	-	-	16	0.5	2 257	-	Immédiat
	TOTAL	278 040	9 250	85	5.4	12 498	23	17

Classification énergétique Méthode DPE - Scénario 1				
	Ratio de consommation d'énergie kWh _{EP} / m ² .an		Ratio d'émissions de GES kgéqCO ₂ / m ² .an	
	Etat initial	Etat potentiel	Etat initial	Etat potentiel
Bâtiment JKN	E 384	D 299	C 19	B 13




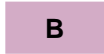
Rappel : Echelles énergétiques



Scénario 2 : Objectif de réduction de 40 % de la consommation d'énergie

Les actions présentées ci-dessous permettent une réduction des consommations de près de 41 % et une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 60 %.

N°	Actions préconisées	Investissement prévisionnel		Economie identifiée			Temps de retour (ans)	
		Brut € TTC	CEE €	kWhep /m².an	kgéqCO2 /m².an	€ TTC/an	brut	actualisé
1	Isolation des murs extérieurs	200 600	5 777	56	4.4	8 490	24	18
2	Renforcement des isolants murs extérieurs	34 000	979	1	0.1	136	251	65
3	Isolation toiture bac acier	21 060	4 212	68	5.2	10 220	3	3
4	Renforcement des isolants sous faux plafond	30 475	2 070	2	0.1	232	132	50
5	Changements des fenêtres/portes-fenêtres	231 550	2 880	37	2.5	5 471	43	27
6	Eclairage LED	46 470	1 089	-3	-0.7	-506	Non	amortissable
11	Changements de la chaudière	18 700	2 477	3	0.2	493	38	25
	TOTAL	582 855	19 484	157	11.3	23 497	25	19

Classification énergétique Méthode DPE - Scénario 2				
	Ratio de consommation d'énergie kWhep / m2.an		Ratio d'émissions de GES kgéqCO2 / m2.an	
	Etat initial	Etat potentiel	Etat initial	Etat potentiel
Bâtiment JKN	E  384	D  226	C  19	B  7

Scénario 3 : Facteur 4

Le plan d'action proposé ci-dessous prévoit la mise en œuvre d'une rénovation importante du bâtiment. Les actions présentées ci-dessous permettent une réduction des consommations de près de 75 % et de 83 % sur les émissions de gaz à effet de serre.

N°	Actions préconisées	Investissement prévisionnel		Economie identifiée			Temps de retour (ans)	
		Brut € TTC	CEE €	kWhep /m².an	kgéqCO2 /m².an	€ TTC/an	brut	actualisé
1	Isolation des murs extérieurs	200 600	5 777	56	4.4	8 490	24	18
2	Renforcement des isolants murs extérieurs	34 000	979	1	0.1	136	251	65
3	Isolation toiture bac acier	21 060	4 212	68	5.2	10 220	3	3
4	Renforcement des isolants sous faux plafond	30 475	2 070	2	0.1	232	132	50
5	Changements des fenêtres/portes-fenêtres	231 550	2 880	37	2.5	5 471	43	27
6	Eclairage LED	46 470	1 089	-3	-0.7	-506	Non	amortissable
7	Equipements hydro-économiques	120	195	5	0.2	733	Immédiat	Immédiat
8	Mise en place des circulateurs à vitesse variable	9 125	229	5	0.2	735	13	11
9	Logiciels d'optimisation du fonctionnement bureautique	3 720	-	2	0.0	261	15	12
10	Régulation du chauffage CTA	-!	-	16	0.5	2 257	-	Immédiat
11	Changements de la chaudière	18 700	2 477	3	0.2	493	38	25
12	Solaire photovoltaïque	160 500	-	111	3.6	13 288	13	11
	TOTAL	756 320	19 908	289	15.6	39 739	20	15

Classification énergétique Méthode DPE - Scénario 3

	Ratio de consommation d'énergie kWhep / m2.an		Ratio d'émissions de GES kgéqCO2 / m2.an	
	Etat initial	Etat potentiel	Etat initial	Etat potentiel
Bâtiment JKN	E 384	B 94	C 19	A 3

Synthèse des solutions globales

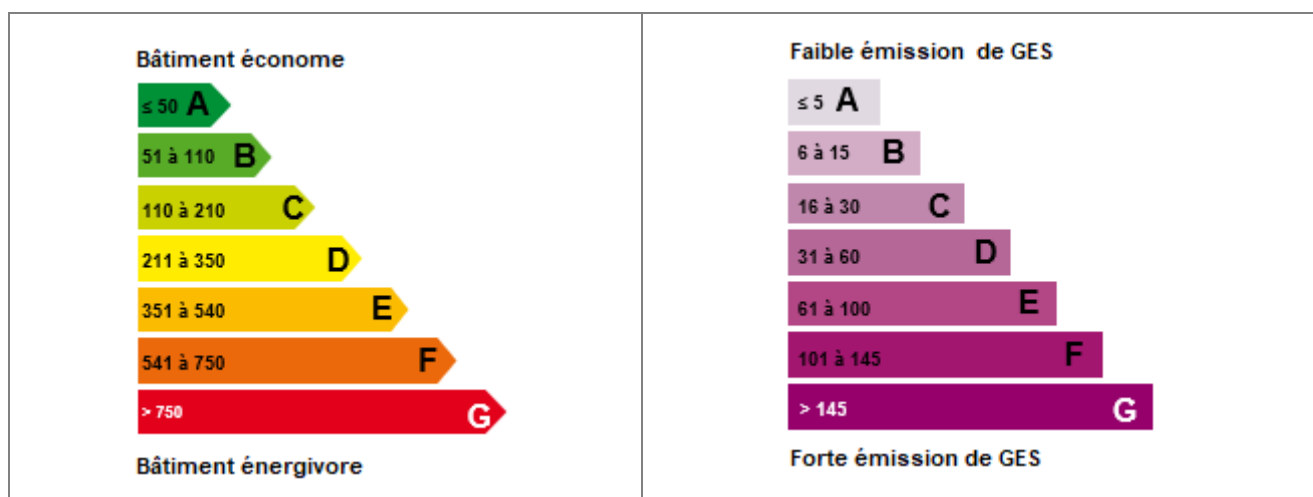
Synthèse des plans d'actions								
	Investissement		Economie identifiée			Temps de retour		P. Therm. kW
	Prix TTC	CEE €	kWh _{EP} /m ² .an	€ TTC/an	kg éq CO ₂ /m ² .an	TRB	TRA	
Scénario 1	278 040	9 250	85 Gain : 22 %	12498	5.4	23	17	278
Scénario 2	582 855	19 484	157 Gain : 41 %	23497	11.3	25	19	110
Scénario 3	756 320	19 908	289 Gain : 75 %	39739	15.6	20	15	110

TRB = Temps de retour Brut – TRA = Temps de retour Actualisé

Etiquettes énergie - projets

	DPE Etiquette Energie	DPE Etiquette GES	Dépenses énergétiques annuelles
Etat initial	E 384	C 19	54858 € TTC
Scénario 1	D 299	B 13	42360 € TTC
Scénario 2	D 226	B 7	31361 € TTC
Scénario 3	B 94	A 3	15119 € TTC

A titre informatif, ci-dessous les échelles DPE utilisées :



5. Conclusion

Le bâtiment JKN du site de Croupillac situé dans la ville d'Alès présente une performance énergétique insuffisante. Le potentiel d'économie d'énergie sur ce site est intéressant.

Dans un premier temps, il est pertinent d'engager une réflexion sur les actions rapidement efficaces et permettant d'atteindre une réduction de 20% des consommations énergétiques (Objectif du scénario 1). L'isolation des murs extérieurs et le renforcement de l'isolation sur la partie faux-plafond. L'installation des équipements hydro-économes, la mise en place des circulateurs à vitesses variables et une régulation de chauffage permettent de faire fonctionner ces systèmes selon les besoins réels du site et donc de réduire les consommations énergétiques du bâtiment.

Dans le but d'atteindre une réduction de 40% des consommations énergétiques, il est nécessaire de prévoir l'amélioration de l'enveloppe thermique du bâti avec l'isolation de la toiture en bac acier et le changement des menuiseries par du double vitrage 4/16/4 avec une lame d'argon. De plus un relamping d'éclairage LED et la mise en place d'une nouvelle chaudière gaz plus performante.

L'atteinte d'un scénario plus ambitieux avec l'objectif Facteur 4 (-75% des émissions de gaz à effet de serre) peut être obtenu à la mise en œuvre d'une production solaire photovoltaïque sur la toiture du bâtiment.

6. Annexes

Méthodologie pour l'évaluation des consommations d'énergie du site

Bilan des consommations d'énergie

Il est réalisé à partir des consommations réelles d'énergie du site. Les factures d'électricité, de combustible, sont analysées sur une période comprenant des variations climatiques représentatives.

Répartition des consommations pour chaque énergie

Elle est établie en fonction des données récoltées lors de l'état des lieux. La présence de comptages divisionnaires permet de comprendre avec plus de précision le fonctionnement des différentes zones du site. Lorsque ces informations ne sont pas disponibles, une estimation théorique (à partir des puissances des équipements, hypothèses de fonctionnement) est réalisée.

Les consommations d'énergie théoriques et réelles sont comparées pour analyser la cohérence des répartitions de consommation.

Les ratios de consommations sont comparés à des moyennes nationales. Ces données sont issues de l'étude *Chiffres Clés Bâtiment 2013* publiée par l'ADEME. Le ratio moyen des usages Chauffage+ECS tient compte de la rigueur climatique du site.

Classifications énergétiques

La classification DPE (diagnostic de performance énergétique) renseigne sur la performance énergétique d'un bâtiment, en évaluant sa consommation d'énergie et son impact en termes d'émission de gaz à effet de serre. La consommation d'énergie primaire retenue pour l'étiquette énergie correspond à la moyenne des consommations réelles sur les trois dernières années. L'étiquette GES est établie sur la même base.

Préconisations d'économies d'énergie

Les préconisations sont basées sur l'étude présentée en amont. Elles proposent :

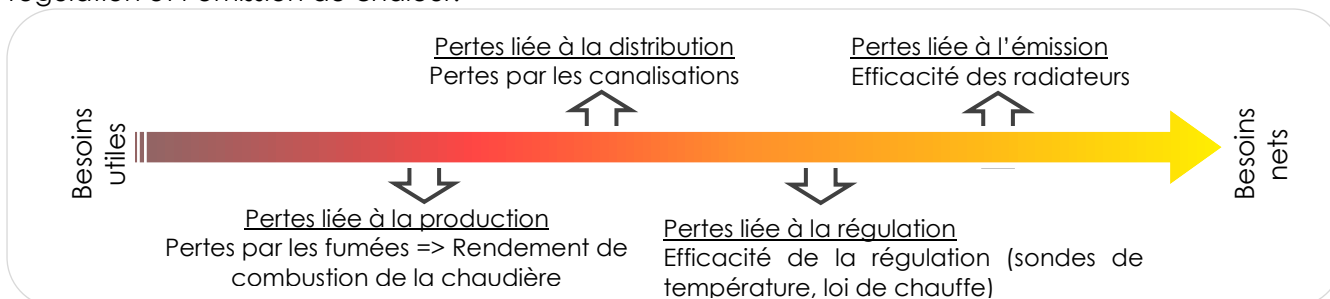
- **l'investissement prévisionnel**, soit le coût d'acquisition et la mise en œuvre.
Les investissements prennent en compte le coût d'acquisition du matériel et de sa mise en œuvre. Les coûts induits spécifiques à la configuration du site ne sont pas intégrés au chiffrage. Les montants indiqués devront être confirmés par des devis.
- **les économies estimées**, soit le gain énergétique et économique annuel issu de la diminution des consommations ainsi que le gain d'émissions de gaz à effet de serre ;
- **le temps de retour**, soit la durée au terme de laquelle votre investissement sera remboursé par les économies d'énergie réalisées. Le temps de retour actualisé prend en compte une augmentation du coût de l'électricité à hauteur de 3% par an pour l'électricité et de 5% pour le gaz et 7% pour le fioul.

Scénario d'optimisation

Les solutions sont définies de manière indépendante sur la base des répartitions calculées précédemment. Les économies ne sont pas cumulatives mais les investissements le sont.

Glossaire

B **Besoins utiles / besoins nets de chauffage** : Les besoins utiles correspondent au bilan des déperditions du bâtiment. Les besoins nets en chauffage prennent en compte en plus les apports gratuits (apports internes liés à l'activité et les apports solaires). Les consommations de chauffage se déduisent ensuite en prenant en compte les pertes liées à la production, la distribution, la régulation et l'émission de chaleur.



BSO : Brise-Soleil Orientable – dispositif de protection des façades et des ouvrants pour réduire les apports solaires.

C **CEE** : Certificat d'Économie d'Énergie – cf. explications au paragraphe 4.1

CTA : Centrale de traitement d'Air

D **DJU** : Degré Jour Unifié – indicateur de la rigueur climatique

DV : Double vitrage

E **ECS** : Eau Chaude Sanitaire

EnR : Energies Renouvelables

Energie Finale - kWh_{ef} : Energie concrètement utilisée (correspond à l'énergie facturée).

Energie Primaire - kWh_{ep} : Energie disponible dans la nature mais qui n'est pas utilisable directement, elle doit être transformée et transportée pour alimenter l'utilisateur final. Par exemple, pour traduire la transformation de l'énergie électrique, on applique un coefficient de 2,58 pour convertir l'énergie primaire en énergie finale.

G **GES** : Gaz à Effet de Serre

H **HP/HC** : Contrat d'électricité avec différenciation temporelle Heures Pleines /Heures Creuses

H1, H2, H3 : Zones climatiques

I **ITE** : Isolation Thermique par l'Extérieur

ITI : isolation Thermique par l'Intérieur

K **kWh cumac** : kilowattheures cumulés et actualisés. Unité utilisée dans le dispositif des CEE qui représentent l'énergie économisée par une action d'amélioration exprimée sur toute la durée de vie de l'équipement)

P **PAC** : Pompe à chaleur

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur - quantité de chaleur dégagée par la combustion. Dans le cas du PCI la vapeur d'eau est supposée non condensée et donc la chaleur non récupérée.

PCS : Pouvoir Calorifique Supérieur - quantité de chaleur dégagée par la combustion. Dans le cas du PCS la vapeur d'eau est supposée condensée et la chaleur est récupérée.

PV : Photovoltaïque

R **R** : Résistance thermique : exprime la résistance d'un matériau au passage d'un flux de chaleur

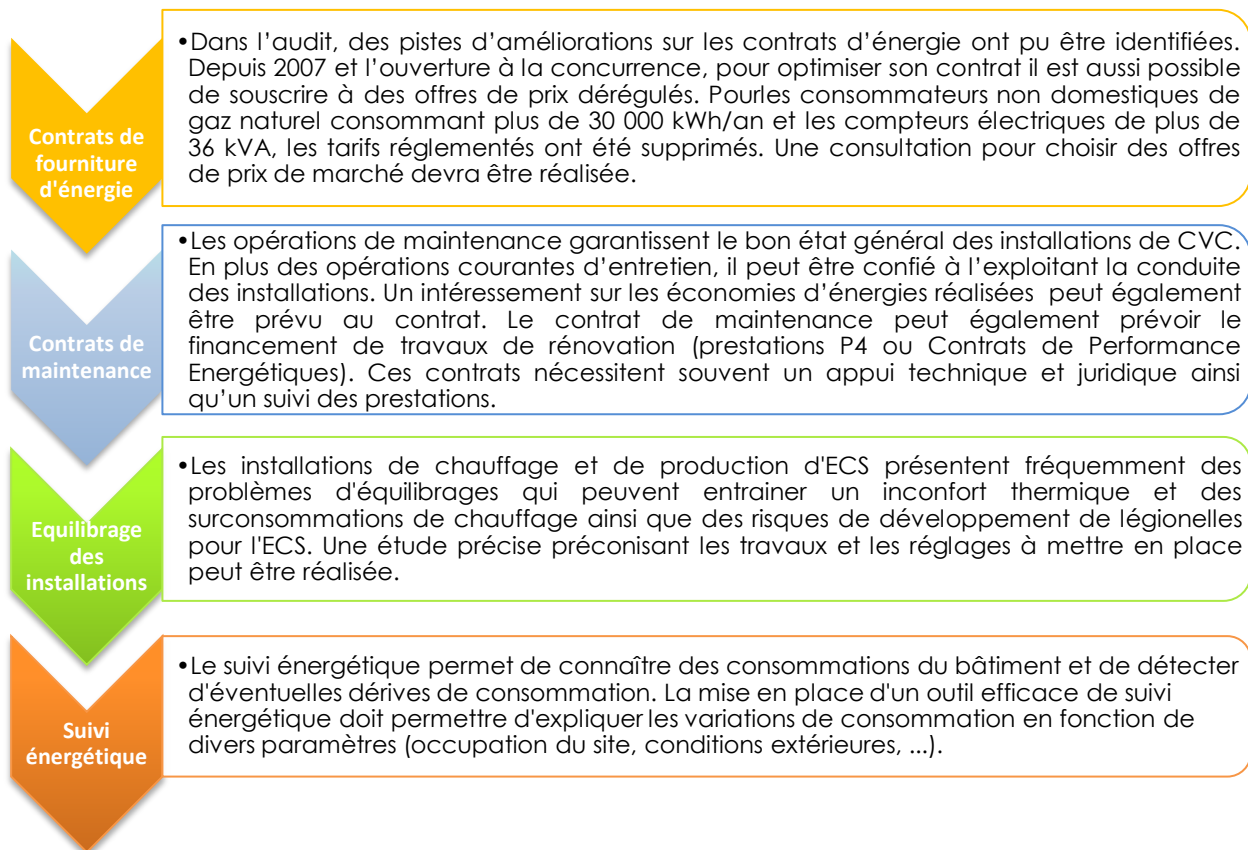
RT : Réglementation Thermique, RT2012 pour les bâtiments neufs et RT existants pour les autres

U **U** : Coefficient de transmission thermique surfacique: exprime la quantité de chaleur traversant cette paroi (plus U est faible, plus l'isolation de la paroi est performante)

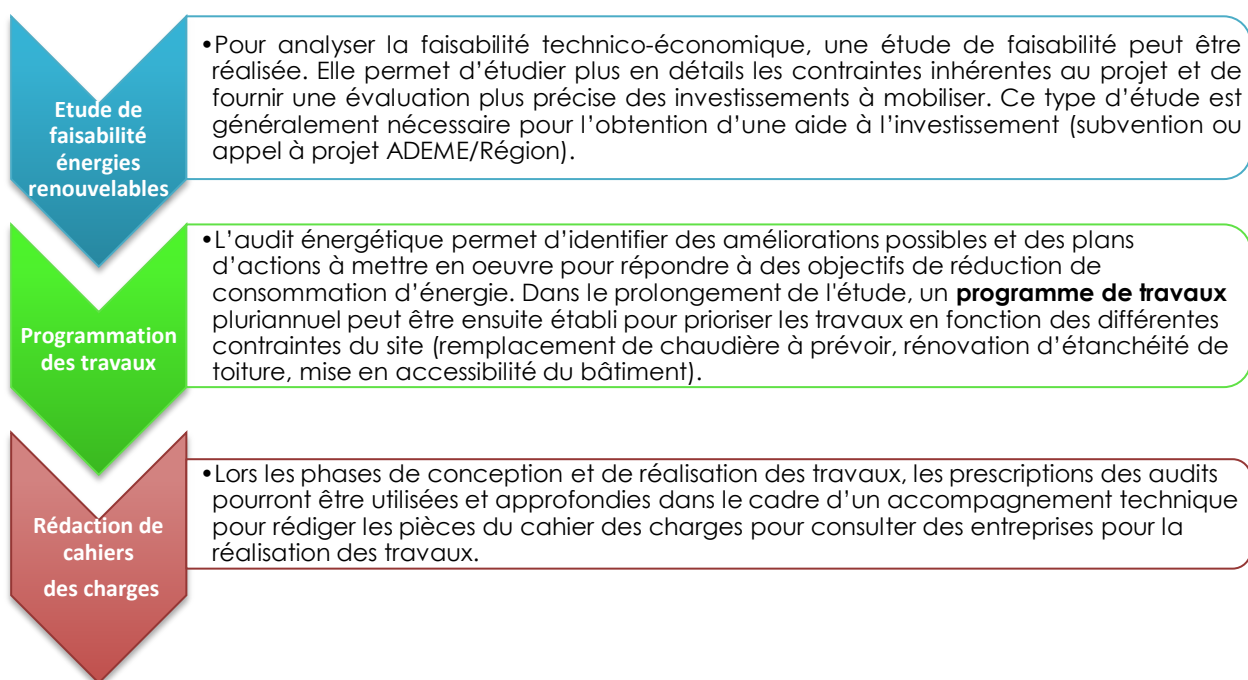
V **VMC** : Ventilation Mécanique Contrôlée

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.