

## Mission d'audits énergétiques dans le cadre du projet SHERPA en partenariat avec AMORCE pour l'amélioration énergétique des bâtiments publics

Mission d'audit énergétique de la cuisine centrale de la ville de Toulouse

*Rapport d'audit – Août 2019*





# Présentation de la cuisine centrale

- La cuisine

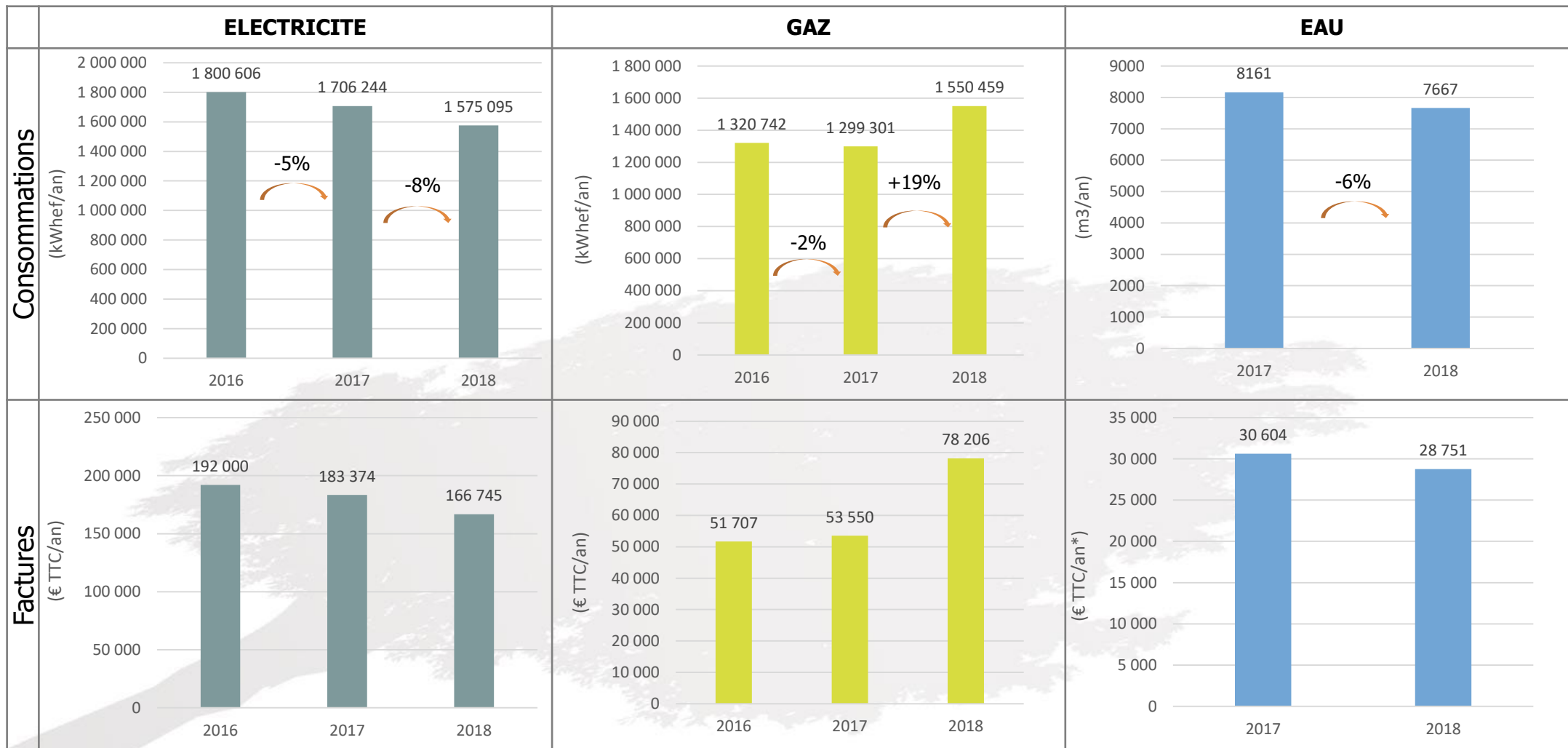
- Production : 5 726 534 repas en 2017 (33 000 repas/jour)
- Effectif à l'année : 90 employés
- Période d'activité : tous les jours de 5h à 20h hors weekend et jours fériés

- Les systèmes

Type	Systèmes	Usages
Production de chaleur	Chaudières gaz	Chauffage, ECS
	Chaudières vapeur	Cuisson
Ventilation	Caisson et tourelles d'extraction	Ventilation des locaux et hall cuisson
	Caisson d'insufflation	Ventilation du hall cuisson
Production de froid	Groupe froids	Chambres froides positives et négatives

# Situation énergétique actuelle

- Consommations et factures énergétiques



# ○ Situation énergétique actuelle

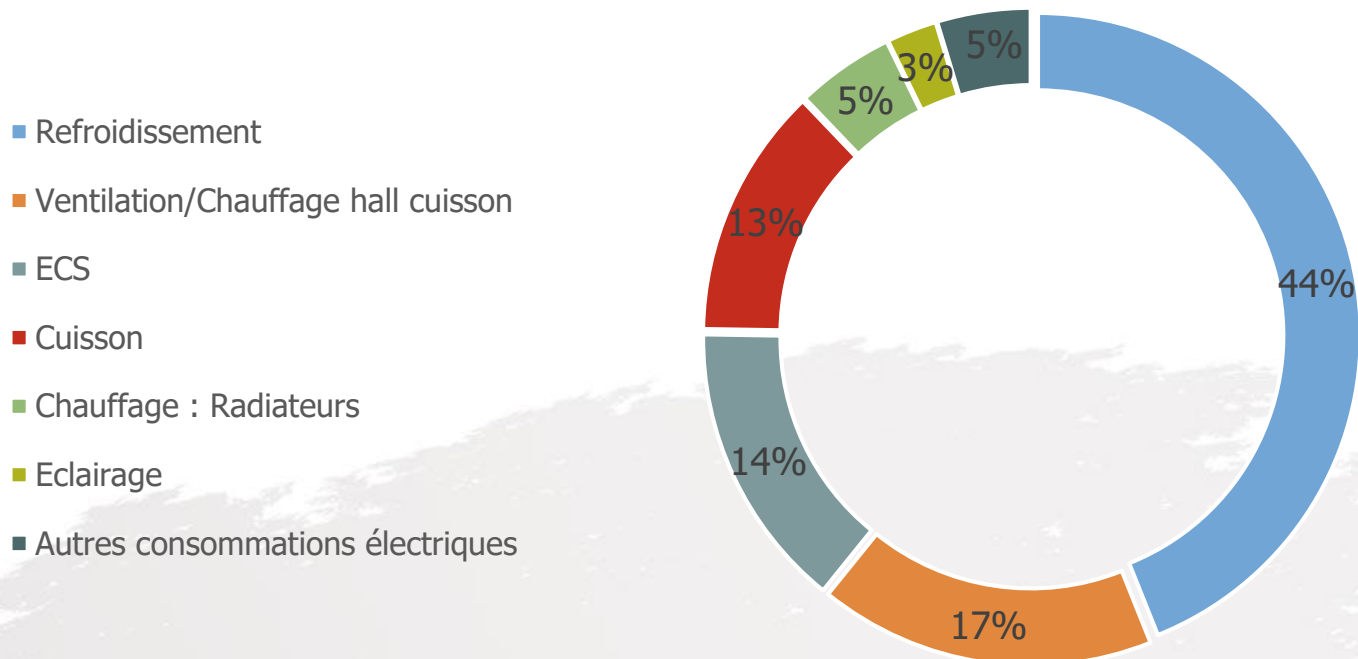
- Ratios de performance

Comparaison des consommations (énergies électrique et thermique confondues)			
	2016	2017	2018
Consommation du site [kWh <sub>ef</sub> ]	3 121 348	3 005 545	3 125 554
Consommation du site par surface [kWh <sub>ef</sub> /m <sup>2</sup> ]	749	721	750
Consommation du site par repas [kWh <sub>ef</sub> /repas]	0,5		
Consommation moyenne des bâtiments du même type par repas [kWh <sub>ef</sub> /repas] <i>(Source : guide de l'AICVF)</i>	1,05		
Consommation d'eau du site par repas [L/repas]	1,4		
Consommation moyenne d'eau des bâtiments du même type par repas [L/repas] <i>(Source : Audits de cuisines collectives)</i>	5		

La cuisine présente une consommation d'eau et d'énergie par repas maîtrisée et inférieure aux bâtiments de mêmes catégories. Ceci est à mettre en perspective avec l'activité du bâtiment qui produit près de 6 millions de repas par an.

# ○ Situation énergétique actuelle

- Distribution de la consommation énergétique (gaz et électricité confondus)



Cette répartition permet de situer les principaux leviers d'économies d'énergie :

- Refroidissement,
- Ventilation/chauffage hall cuisson
- ECS

**Ces trois postes totalisent 75 % des consommations énergétiques du bâtiment.**

# ○ Identification des mesures énergétiques

- Principales mesures

MA2		Récupération de chaleur sur les condenseurs pour production ECS	
Situation actuelle	Les groupes frigorifiques produisent du froid utilisé dans les locaux réfrigérés mais également du chaud qui n'est pas valorisé sur site. L'énergie thermique des circuits réfrigérants est évacuée au niveau des condenseurs.		
Propositions	<p>Nous préconisons l'installation d'un système de récupération de chaleur sur le circuit des groupes froids 2 ou 6 (froid négatif) en vue de produire une partie de l'eau chaude sanitaire.</p> <p>En prenant l'hypothèse d'un besoin d'ECS équivalent à 25m<sup>3</sup>/jour, le système sera composé de 2 modules de récupération de type Boosterm de 70kW ou équivalent, et d'un ballon de stockage d'une capacité de 5000L, capable de satisfaire près de 70% des besoins ECS de la cuisine. <i>(Voir étude spécifique en annexe du rapport)</i></p>		
Périmètre de la mesure	Groupe froid 2 (congélateur 1) et 6 (congélateur 2) - Eau chaude sanitaire		
Analyse			
Coût [€ HT]	45 000		
Économies d'énergie [kWhef/an]	250 000	Économies d'énergie finale [% des consommations totales]	8%
Économies financières [€ HT/an]	9 200	Économies financières [% des coûts énergétiques totaux]	8%
TRI actualisé	<1an		

NB : Il est important de souligner que les totaux ne sont pas exploitables en l'état dans la mesure où certaines actions se superposent.

# Identification des mesures énergétiques

- Principales mesures

MA2

Récupération de chaleur sur les condenseurs pour production ECS

Schéma de principe

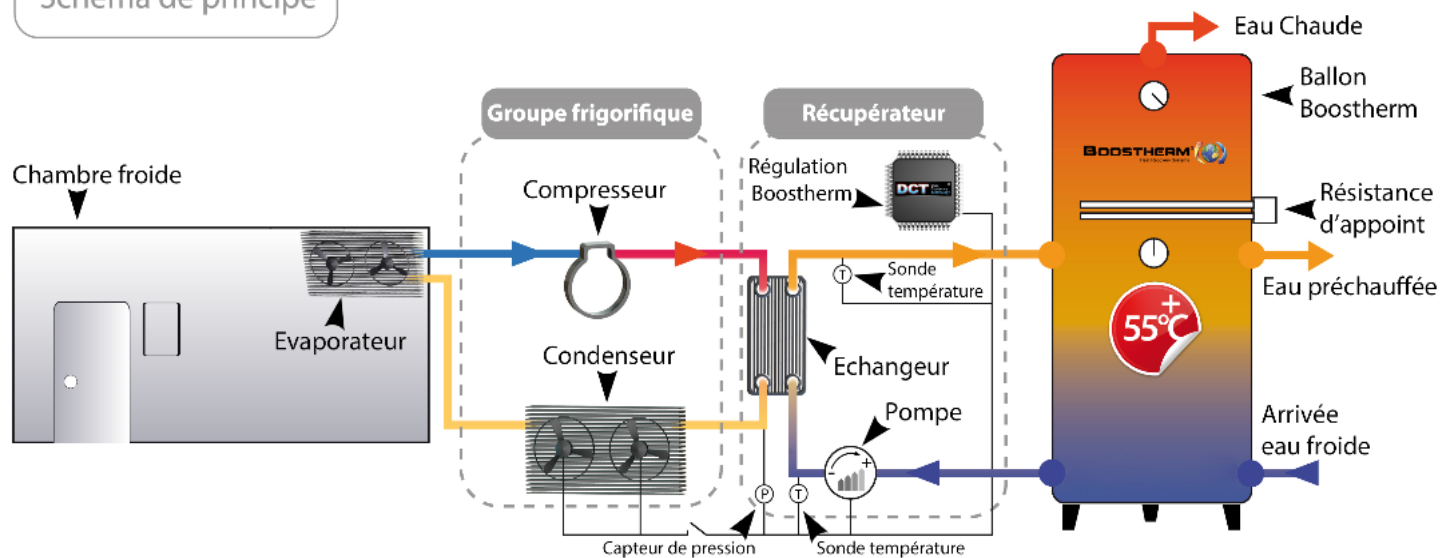


Schéma de principe solution Boostherm



Ex : Modules Boostherm



# Identification des mesures énergétiques

- Principales mesures

MA3		Récupération de chaleur fatale sur les condenseurs pour préchauffer l'air du hall cuisson	
Situation actuelle	<p>Les groupes frigorifiques produisent du froid utilisé dans les locaux réfrigérés mais également du chaud qui n'est pas valorisé sur site. L'énergie thermique des circuits réfrigérants est évacuée au niveau des condenseurs</p> <p>En période d'activité, le débit d'extraction du hall cuisson est de l'ordre de 36 000 m<sup>3</sup>/h (en GV). L'air de compensation est chauffé à 20.5°C dans des centrales d'insufflation.</p>		
Propositions	<p>Nous préconisons l'installation d'un système de récupération de chaleur sur le circuit du groupe froid 1 ( froid positif) en vue de préchauffer l'air des insufflateurs du hall cuisson.</p> <p>Le système sera composé de 2 modules de récupération de type Boosterm de 70kW ou équivalent, et d'un ballon de stockage d'une capacité de 5000L, capable de satisfaire une partie des besoins en chauffage d'air neuf du hall cuisson (installation d'un caisson de préchauffage pour les CTA et fonctionnant sur un régime de température 55/25)</p>		
Périmètre de la mesure	Groupe froid 1 (chambres froides positives) - Système de ventilation du hall cuisson.		
Analyse			
Coût [€ HT]	80 000		
Économies d'énergie [kWh/ef/an]	215 000	Économies d'énergie finale [% des consommations totales]	7%
Économies financières [€ HT/y]	7 900	Économies financières [% des coûts énergétiques totaux]	7%
TRI actualisé	5		

NB : Il est important de souligner que les totaux ne sont pas exploitables en l'état dans la mesure où certaines actions se superposent.

# Identification des mesures énergétiques

- Principales mesures

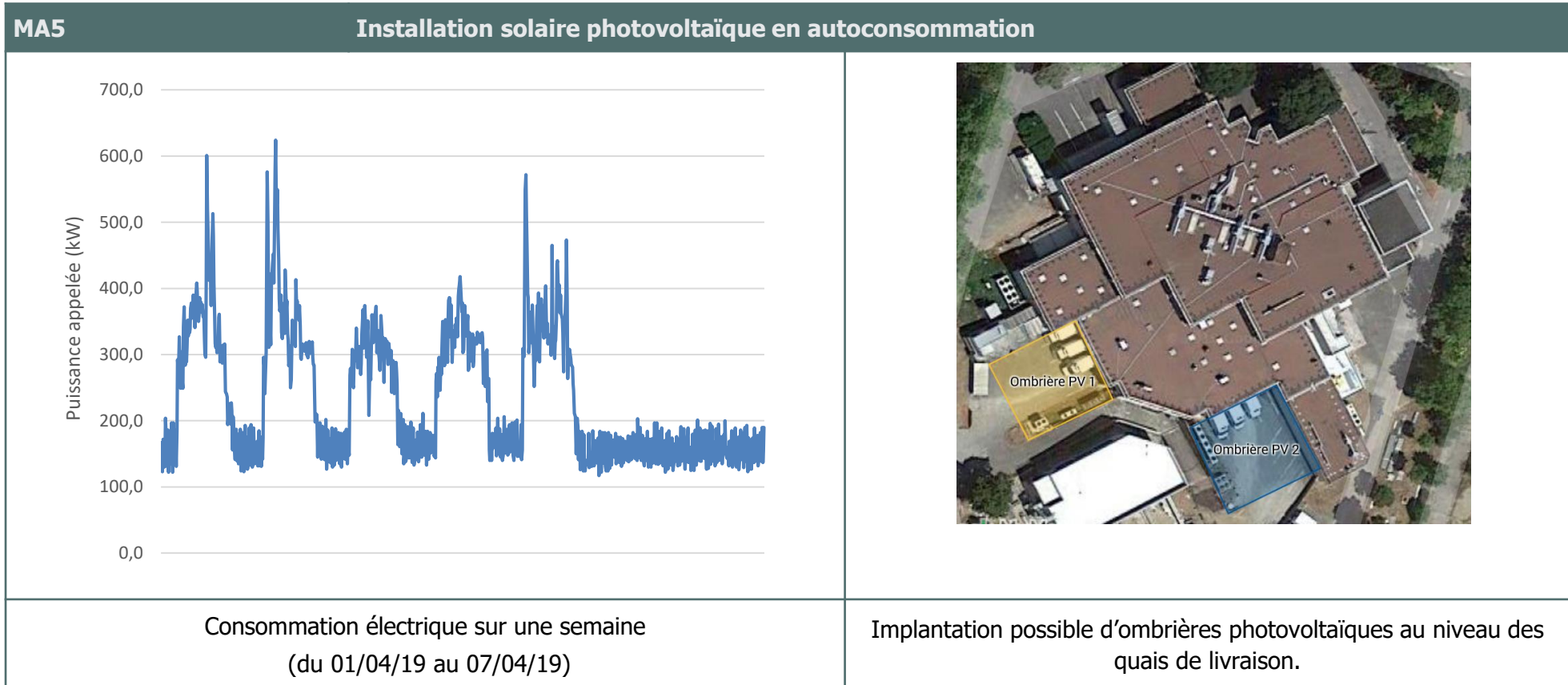
MA5 Installation solaire photovoltaïque en autoconsommation	
Situation actuelle	<p>La consommation électrique du site présente un talon de consommation d'environ 120kW liée aux usages du froid principalement (chambres froides et pompes associées)</p> <p>L'augmentation journalière de la consommation électrique est principalement liée à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>l'augmentation des températures extérieures le jour (moindre efficacité de la production de froid)</li> <li>l'utilisation d'équipements de production de froid spécifiques (tunnel de refroidissement, cellule de réfrigération...) et au process (quais de livraison, ouverture des chambres froides...)</li> <li>aux consommations des camions frigorifiques en attente de livraison</li> </ul>
Propositions	<p>Le profil de consommation électrique est très adapté à l'installation de panneaux photovoltaïques en autoconsommation.</p> <p>Les possibilités d'implantation sont nombreuses :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>en toiture sur le revêtement d'étanchéité</li> <li>en ombrière de parking sur les surfaces disponibles.</li> <li>en ombrière sur les quais de livraison</li> </ul> <p>Une étude de faisabilité est envisagée pour déterminer la meilleure implantation pour des panneaux photovoltaïques.</p> <p>La toiture pouvant poser des difficultés de compatibilité, nous avons approfondi l'installation d'ombrières sur les quais de livraison pour une puissance totale de 100kWc (surface d'environ 700m<sup>2</sup>) Le taux 'autoconsommation serait alors de 100%.</p> <p>Ces ombrières nécessitent la réalisation d'une structure métallique importante mais apporteraient par ailleurs une double fonction de protection solaire des condenseurs et des camions frigorifiques.</p>
Périmètre de la mesure	Electricité tous usages

## Analyse

Coût [€ HT]	210 k€		
Économies d'énergie [kWh/an]	109 000	Économies d'énergie finale [% des consommations totales]	4%
Économies financières [€ HT/y]	9 800	Économies financières [% des coûts énergétiques totaux]	4%
TRI actualisé	20		

# ○ Identification des mesures énergétiques

- Principales mesures



# Synthèse des mesures et bilan global

n°	Les actions	Données financement				Bilan fluides						Maintenance	Utilisation scénario			
		Investissement	CEE		TRI € HT	TRI € HT actualisé	Economie totales d'énergies et revente				Emissions GES évitées		Différence prime P2	40	60	
		€ HT	kWhcumac	estimation	année(s)	kWh/an	%	€ HT	%	kg éq CO2	%	€ HT/an				
1	MP1	Installation de rideaux à lanières sur les chambres froides positives	20 000 €										0 €	X	X	
2	MP2	Calorifugeage des réseaux d'eau chaude	1 500 €			1	1	38 000 €	1%	1 400 €	1%	8000	2%	0 €	X	X
3	MP3	Installation de rideaux à lanières sur les chambres froides positives	4 500 €			#DIV/0!	infini	0	0%					0 €	X	X
4	MA1	Remplacement des pompes du groupe froid 1	12 000 €	27400	82 €	3	2	47000	2%	4 200 €	2%	3900	1%	0 €	X	X
5	MA2	Récupération de chaleur sur les condenseurs pour production ECS	45 000 €	12656000	37 968 €	1	0	250000	8%	9 200 €	8%	52700	12%	-750 €	X	X
6	MA3	Récupération de chaleur fatale sur les condenseurs pour préchauffer l'air du hall cuisson	80 000 €	12656000	37 968 €	6	5	215000	7%	7 900 €	7%	45300	10%	-500 €	X	X
7	MA4	Maintenance et réglage du système de ventilation du hall cuisson	3 500 €	0	- €	1	1	80000	3%	3 000 €	3%	16900	4%	0 €	X	X
8	MA5	Installation solaire photovoltaïque en autoconsommation	210 000 €	0	- €	27	20	109000	4%	9 800 €	4%	9200	2%	-2 100 €	X	X
9	MA6	Mise en place de vanne d'arrêt sur les retours des circuits radiateurs et CTA	1 800 €	0	- €		infini	0	0%		0%				X	X
10	MA7	Mise en place d'éclairage Led dans les chambres froides	13 000 €	269841	810 €	2	2	62000	2%	5 600 €	2%	5200	1%	0 €	X	X

NB : Hypothèses temps de retour actualisés → taux d'inflation de l'énergie = 5% et taux d'actualisation de la monnaie = 2%

Il est important de souligner que les totaux ne sont pas exploitables en l'état dans la mesure où certaines actions s'impactent mutuellement.

# Synthèse des mesures et bilan global

**Demande du cahier des charges : proposition de deux scénarios permettant d'atteindre un gain de 40 et 60% des consommations en énergie finale.**

- Les actions d'amélioration énergétiques identifiées permettent seulement d'atteindre un gain de consommation d'énergie finale de 25%.

Cela peut être expliqué en raison d'une consommation principalement dédiée à un process de fabrication des repas, dont la ratio kWh/repas figure déjà en fourchette basse des bâtiments similaires. Pour certains équipements remplacés récemment tels que les équipements de ventilation en 2018, un remplacement par une solution plus performante n'est pas envisageable.

## **Pistes d'augmentation du gain énergétique :**

- Augmenter la puissance de la production photovoltaïque envisagée (ombrières de parking jusqu'à 300kWc au lieu de 100kWc), mais l'impact sur la parcelle est important. C'est un choix fort en surface au sol, contraignant pour des aménagements futurs.
- Améliorer le fonctionnement des groupes froids Ils fonctionnent actuellement au R404 et devraient bénéficier prochainement d'un remplacement de fluides. Il est possible d'envisager leur remplacement. Cependant, ce type de décision relève avant tout de la stratégie de la cuisine centrale du Mirail en matière de fiabilité de la production de froid et nécessiterait une étude spécifique.

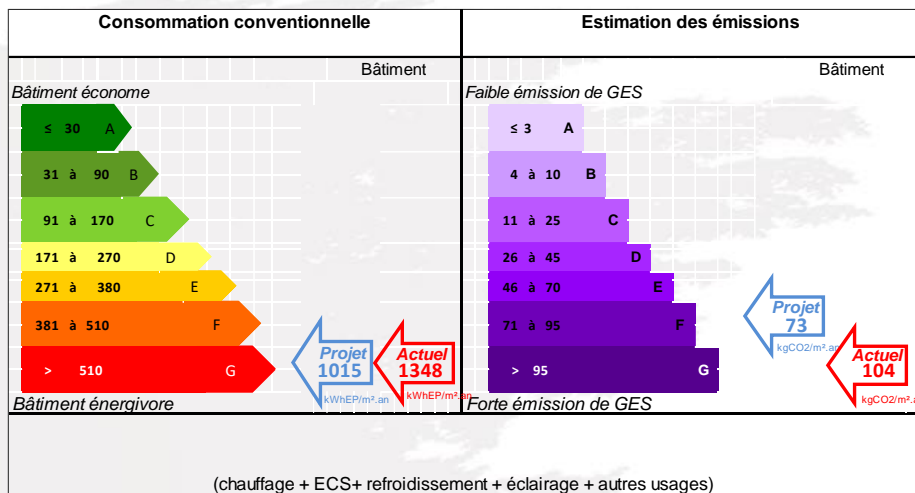
# Synthèse des mesures et bilan global

Actions d'économies d'énergies			
N°	Titre	Investissement € HT	CEE kWh cumac
1	Installation de rideaux à lanières sur les chambres froides positives	20 000 €	0 kWhcumac
2	Calorifugeage des réseaux d'eau chaude	1 500 €	0 kWhcumac
3	Installation de rideaux à lanières sur les chambres froides positives	4 500 €	0 kWhcumac
4	Remplacement des pompes du groupe froid 1	12 000 €	27 400 kWhcumac
5	Récupération de chaleur sur les condenseurs pour production ECS	45 000 €	12 656 000 kWhcumac
6	Récupération de chaleur fatale sur les condenseurs pour préchauffer l'air du hall cuisson	80 000 €	12 656 000 kWhcumac
7	Maintenance et réglage du système de ventilation du hall cuisson	3 500 €	0 kWhcumac
8	Installation solaire photovoltaïque en autoconsommation	210 000 €	0 kWhcumac
9	Mise en place de vanne d'arrêt sur les retours des circuits radiateurs et CTA	1 800 €	0 kWhcumac
10	Mise en place d'éclairage Led dans les chambres froides	13 000 €	269 841 kWhcumac
<b>Sous-total travaux d'efficacité énergétique</b>		<b>391 300 €</b>	<b>25 609 241 kWhcumac</b>

<b>Total travaux</b>	391 300 €	€ HT
<b>Total coût d'opération</b>	470 000 €	€ HT

Aides et financement		
CEE	76 828 €	€ HT
Bonification CEE CPE 18 ans	9 519 €	€ HT
Subventions		€ HT

Estimation des économies			
	Avant travaux	Après travaux	Economies
Consommations d'énergies	2 946 384 kWh EF	2 208 418 kWh EF	737 966 kWh EF
Energie primaire	5 622 874 kWh EP	4 621 036 kWh EP	1 001 838 kWh EP
Emissions de gaz à effet de serre	435 357 kg eq CO2	314 225 kg eq CO2	121 131 kg eq CO2
Coûts énergétiques	202 019 € HT	161 418 € HT	40 601 € HT
Prime P2	0 € HT	3 350 € HT	-3 350 € HT
Prime P3	0 € HT	2 638 € HT	-2 638 € HT
Production électrique sur site		109 000 kWh EF	0 € HT
<b>25% d'économies d'énergies finale soit</b>		<b>21% d'énergies primaires</b>	
<b>5% Taux de couverture par les ENR (EF)</b>		<b>17% d'économies financières</b>	
		<b>30% d'émissions de gaz à effet de serre évitées</b>	





Votre interlocuteur : Romain ALBISSON  
Fonction : Ingénieur – responsable du projet  
Tél. : 05 61 43 24 70 / 06 43 05 20 35  
Mail : [r.albisson@inddigo.com](mailto:r.albisson@inddigo.com)

[www.inddigo.com](http://www.inddigo.com)



DEPUIS  
**1986**

