

ASCO-ENERGIE

L'accompagnement technique en solutions énergétiques



*Liberté • Égalité • Fraternité*

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Direction Départementale  
des Territoires et de la Mer

# Etude comparative Technico-Economique systèmes CVC

## BATIMENT ANNEXE DDTM DU GARD

Affaire n°160902

Indice A version 2.0

Réalisé par **Christophe MATHEVET**



ASCO Energie, Société en portage salarial hébergée par ITG,  
N°SIRET 504 106 956 000 15  
77, rue Jean Gremillon - 34 070 Montpellier –  
Tel : 06 03 59 49 47

14 novembre 2016

## Sommaire

<b>Objet .....</b>	<b>2</b>
<b>Localisation/Périmètre .....</b>	<b>2</b>
<b>Approvisionnement énergétique du périmètre .....</b>	<b>3</b>
<b>Indications sur les bâtiments et les équipements concernés .....</b>	<b>3</b>
<b>Type de besoins.....</b>	<b>4</b>
<b>Contraintes particulières .....</b>	<b>4</b>
<b>Documents de travail .....</b>	<b>4</b>
<b>Evaluation des besoins thermique du projet.....</b>	<b>5</b>
EXTRAIT - Tableau de calcul de la puissance et des besoins thermique du projet – .....	5
<b>Les solutions techniques envisageables et discussion .....</b>	<b>6</b>
<b>Descriptif sommaire et Chiffrage des solutions.....</b>	<b>7</b>
<b>Evaluation des consommations et des dépenses prévisionnelles énergétiques.....</b>	<b>11</b>
<b>SYNTHESE - Coût global cumulé et actualisé - .....</b>	<b>13</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>14</b>
<b>Optimisation énergétique.....</b>	<b>15</b>
<b>Lexique .....</b>	<b>16</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>16</b>

## Objet

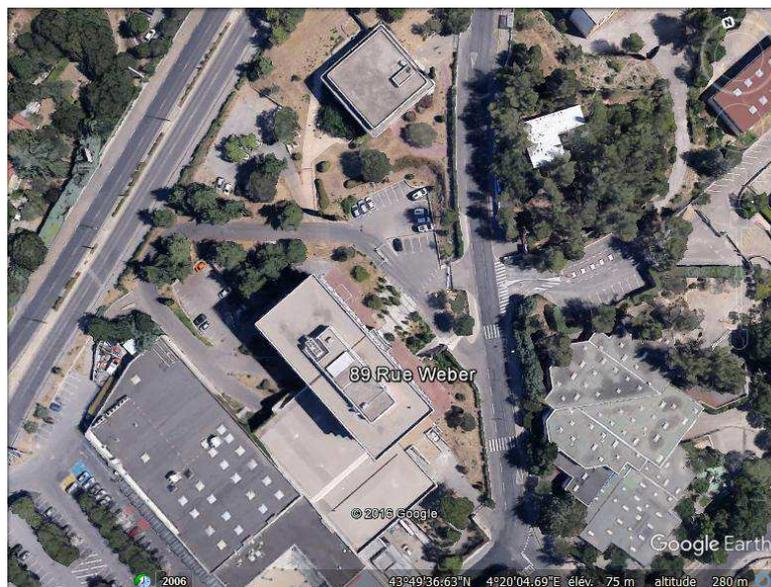
**Cette présente étude a pour objet de comparer plusieurs solutions énergétiques (CVC) basé sur le principe de coût globalisé cumulé et actualisé sur une période de 20 ans couplé à un scénario d'évolution différencié des coûts des énergies sur la période étudiée. Cette étude a pour finalité d'identifier, avec des données objectives et projetées dans le temps, la solution la plus pertinente d'un point de vue technique et économique pour remplir les fonctions de chauffage et climatisation.**

Suite aux observations du rapport « gros entretien » et de l'audit énergétique mené en 2011 sur le bâtiment annexe, la DDTM du Gard souhaite étudier le changement du système CVC de cet équipement. En effet, le système CVC est vétuste et obsolète avec des problèmes récurrents de maintenance. A cet effet, nous étudierons les différentes solutions de rénovation ou de remplacement des systèmes de CVC pour l'ensemble du bâtiment.

Pour ce faire, nous proposerons plusieurs solutions énergétiques envisageables d'un point de vue technique, puis, nous étudierons pour chacune d'entre elles leurs volets investissement et exploitation.

## Localisation/Périmètre

Siège de la DDTM Bâtiment annexe  
89, rue WEBER 30907 NIMES



## Approvisionnement énergétique du périmètre

- Gaz naturel = poste de détente comptage gaz en limite de propriété (côté rue weber) arrivé canalisation gaz type C2 diam 60/50 à proximité de la chaufferie
- Réseau de chaleur urbain de la ville de Nîmes
- Electricité = Le local TGBT se situe au RDC du bâtiment à proximité du local sous station. Il alimente les tableaux divisionnaires des différents niveaux.

## Indications sur les bâtiments et les équipements concernés

**Cf relevé détaillé réalisé sur site en annexe**

### Généralités

Classement du Bâtiment : ERP 3<sup>ème</sup> catégorie (selon rapport « diag gros entretien »)

Date de construction : 1981

Surface chauffée : 874

Le bâtiment étudié comporte 3 niveaux

Le rez de jardin abrite des salles de réunions. Ce niveau est enterré sur les 3 faces, la façade ouest et plein pied.

Le rez de chaussée abrite des bureaux et des locaux techniques (sous station notamment).

Le 1<sup>er</sup> étage abrite un restaurant et sa cuisine associée.

La couverture du bâtiment est assurée par une toiture terrasse étanchée.

### Enveloppe

Bâtiment de 879 m<sup>2</sup> sur 3 niveaux

Une bonne compacité (facteur de forme 0.44) qui permet de limiter les déperditions.

En revanche un surface importante de parois vitré génère d'importantes déperditions thermique dégrade les performances thermique de l'enveloppe

La toiture terrasse est isolée par 50 mm d'isolant

L'essentiel des protections solaires sont des stores vénitiens intérieurs. Le rez de chaussée des façades sud et nord sont protégés de l'ensoleillement par un terre plein en déclivité Est-ouest.

**(Cf calcul des déperditions ci-après)**

### Production thermique

Le bâtiment est alimenté en chaleur par le réseau de chaleur de la ville de Nîmes via une sous station de desserte localisé en rez de chaussée et alimenté en froid par une PAC air/eau localisé en toiture terrasse. Le RC présente des signes de corrosion très avancés sur les parties visibles. De plus des problèmes fuites antécédents sont évoqués par la Maîtrise d'ouvrage. La relève fait état notamment :

- Absence d'échangeur primaire découplage
- La panoplie présente 1 départ par niveau une séparation hydraulique qui est un pré requis idéal pour une bonne régulation
- Absence de pot à boue en sous station
- Régulation landis et staefa action sur V3V
- La production thermique est diffusée par des ventilo convecteurs 4 tubes et 2 tubes et des radiateurs panneaux acier simple ou double rangées.
- La sous station présente un état général vétuste, la régulation est HS et le réseau de chaleur présente un état de corrosion avancé des problèmes de fuites antécédents sont évoqués
- La production d'eau glacée et assurée par un groupe localisé en toiture terrasse. Ce groupe aliment un réseau de ventilo convecteur 4 tubes au Rez de jardin 2 tubes au RdC.
- Le groupe de production d'eau « glacée » est vétuste, en fin de vie, il n'y a pas d'interface pour régler les paramètres de fonctionnement

## Type de besoins

- Chauffage et climatisation
- Pas de « process » particulier

## Contraintes particulières

- RAS

## Documents de travail

- Relevés sur site du 05/10 et 20/10 (fiche relevé disponible en annexe)
- AUDIT ENERGETIQUE 2011
- DIAGNOSTIC GROS ENTRETIEN 2010
- DTA
- PLANS informatique
- Plans d'archives divers tenus à disposition sur place

## Evaluation des besoins thermique du projet

### EXTRAIT - Tableau de calcul de la puissance et des besoins thermique du projet -

Zone chauffée	MODULE DEPERDITIONS					Gglobal	MODULE BESOINS THERMIQUE		MODULE CONTRÔLE DES RESULTATS (7)			MODULE REPARTITION DES PUISSANCES PAR ZONE OU PAR PIECE		
	déperditions statiques	déperditions dynamiques	apports gratuits (S)	DEPERDITIONS TOTALES théorique (W)	intermittence/régulation		Bth théorique (kWh)	conso réelle chauffage (kwh)	besoins bâtiment (kWh)	P moyenne (kW)	volume NON chauffée (m3)	ratios (W/m3)		
												chaud	froid	
<b>Batiment annexe</b>	0	0	0	0	#DIV/0!	0								
Rez de jardin	11941	13852	4000	21793	1,48	0,65	23301				81	45	40	
Rez de chaussée	17817	10131	1200	26747	1,22	0,65	28598				132	37	40	
1er étage	21556	21985	6000	37541	1,46	0,65	40139				114	43	40	
				86082			92039	118864	89148	89				

NOTE.

Cf. Tableau intégral fourni en annexe

## Les solutions techniques envisageables et discussion

Au regard des éléments relevés sur site (cf relevés) et fournis par le Maître d'ouvrage

Nous proposons les solutions suivantes :

### SOLUTIONS A FLUIDE CALOPORTEUR (eau)

#### **SOLUTION 1 RC + PAC air/eau couplés réseau d'unités intérieures (type Ventilo convecteur + cassettes + radiateurs panneaux acier)**

##### **Principe/Avantages/Inconvénients**

solution dont le principe est proche de l'existant nécessitant une réfection de la sous station et la mise en oeuvre d'un échangeur découplage primaire.

Par ailleurs, le réseau de chaleur de desserte est vieillissant montre des signes de fatigue inquiétant avec un état de corrosion très avancé sur les parties visibles en sous station avec des antécédents de fuites.

Cette solution laisse présager des difficultés d'exploitation des risques à probabilités élevés de pannes et de sécurité d'approvisionnement en chaleur du bâtiment.

##### **Production thermique**

La production de chaleur et eau "glacée" sont dissociées.

La production de chaleur est assurée par le RC urbain via la sous station. La sous station devra être rénovée notamment réfection de la panoplie départ secondaire

et le remplacement de la bouteille de mélange par un échangeur à plaque assurant le découplage physique entre le RC et le secondaire du bâtiment en cas de problème sur l'un des 2 équipements.

La production eau "glacée" est produite par une machine thermodynamique localisée en toiture terrasse

##### **Emetteurs**

Remplacement du réseau de VC existants par des VC 4 tubes + déploiement de 3 nouveaux VC 4 tubes

dans 3 bureaux (aujourd'hui équipés par des mono split +Radiateurs, cf relevé sur plan en annexe) + Déploiement de cassettes plafonniers en réfectoire + Remplacement des radiateurs existants sur les zones en chauffage seul

##### **Distribution hydraulique**

Réutilisation du réseau de distribution eau chauffage et eau glacée existant + Reploiement de la distribution eau glacée sur les zones non irriguées à savoir le restaurant + 3 bureaux en RdC (cf relevé sur plan en annexe)

Réutilisation de la sous station pour le transfert de la chaleur => réfection de la panoplie 3 départs + échangeur découplage

Utilisation de la gaine technique verticale entre le groupe en toiture terrasse et la sous station pour le transfert de la production thermique.

#### **SOLUTION 2 chaudière GN condens + PAC air/eau couplées réseau d'unités intérieures (type Ventilo convecteur + cassettes + radiateurs)**

idem solution 1 sauf remplacement du RC par une chaudière gaz condensation => ce qui permet de s'affranchir du RC

Evacuation des fumées par tube concentrique verticale via la gaine technique

Mise en conformité du local technique en chaufferie et déploiement d'une alimentation gaz depuis l'arrivée à proximité du local technique.

#### **SOLUTION 3 PAC air/eau réversible couplé réseau d'unités intérieures (type Ventilo convecteur + cassettes)**

##### **Principe/Avantages/Inconvénients**

Cette solution consiste à centraliser la production chaleur et "eau glacée", la production thermique sera assurée par une machine thermodynamique réversible air/eau .

Elle sera positionnée en toiture terrasse.

Conservation du fluide caloporteur actuel (eau)

Abandon de la sous station et du secondaire "chaud"

Réutilisation des ramifications "eau glacée"

##### **Emetteurs**

Déploiement de cassettes plafonniers 2 tubes intégrées en faux plafond en réfectoire + Rez de Jardin, le reste du bâtiment sera traité en ventilo convecteur 2 tubes

##### **Distribution hydraulique**

Déploiement depuis le groupe en toiture jusqu'en sous station d'une ligne en AC verticale via la gaine technique + Réutilisation

du réseau de distribution "eau glacée" existant + Déploiement de la distribution eau glacée sur les zones non irriguée c-à-d le niveau restaurant + 3 bureaux en RdC (cf relevé sur plan en annexe)

### SOLUTIONS A DETENTE DIRECTE

#### **SOLUTION 4 PAC air/air couplé réseau d'unités intérieures à détente directe (type cassettes plafonniers + unités murales)**

Mise en œuvre d'une machine thermodynamique à débit fluide réfrigérant variable (type DRV, VRF, ...) localisé en toiture terrasse, présente l'avantage d'une mise en œuvre facilitée par le déploiement de lignes de fluides frigorigènes plus facile à déployer que le réseau d'eau de diamètre plus important.

Possibilité de fractionner les puissances (par exemple un groupe par niveau) pour une régulation optimum et faciliter la mise en œuvre des lignes de fluides frigorigènes sans surcoût financier.

Emetteurs détente directe (type cassettes plafonniers + unités murales)

Pour des raisons de confort, une meilleure répartition de la charge thermique et d'esthétique nous préférons la cassette plafonniers.

Lorsque cette dernière ne peut être mise en œuvre nous indiquerons une unité murale

Distribution des lignes de fluides frigorigènes

Déploiement des lignes de fluides frigorigènes entre le groupe extérieur localisé en toiture terrasse et les récepteurs détente directe

via la gaine technique verticale principale pour les changements sur l'axe verticale et utilisation des faux plafonds pour les passages horizontales

Pour le RdC absence de faux plafond => à discuter avec entreprise retenue pour trouver le meilleur cheminement des lignes frigo

Evacuation des condensats

Utilisation des points d'évacuation des eaux usées indiqués (cf plans ci-joints en annexe)

### SOLUTIONS A FLUIDE CALOPORTEUR (air)

SANS OBJET

### SOLUTIONS MIXTES

#### **SOLUTION 5 idem solution 4 + gainable en restaurant**

Le plénum de soufflage existant présente une section de 0,14 m<sup>2</sup> contre 0,17 m<sup>2</sup> théorique selon les règles de l'art et pour assurer un taux de brassage de 4 => risque de bruit et d'inconfort pour les usagers avec probabilité élevée.

Après interrogation des fournisseurs, cette solution leur semble peu pertinente et risquée.

Prévoir reprise 2500 m<sup>3</sup>/h en opposition du plénum de soufflage => mise en œuvre compliquée

## Descriptif sommaire et Chiffrage des solutions

Chiffrage investissement, maintenance, renouvellement matériel (P4,P3,P2)							
Solution 1	Qté	PU		P4	P3	P2	P'1
<b>0- Travaux préliminaires</b>							
TACHE 1 = dépose production thermique	2	300	0	600			
TACHE 2 = dépose Unités intérieures	20	50	0	1000			
<b>1- Production thermique</b>							
<b>1-1- Equipements (générateur, panoplie hydro, ...)</b>							
<b>PRODUCTION CHALEUR</b>							
réfection primaire (cht des vannes d'isolement, pompe ...)	1	1800	0	1800	90	0	
échangeur primaire découplage 90kW	1	2000	0	2000	100		
alimentation gaz	0		0	0			
fumées (carrotage, passage tube concentrique, étanchéité, ...)	0		0	0			
panoplie hydraulique (collecteurs, pompes, vannes 3 voies montées en mélange, vanne équil, ...)	3	1500	0	4500	150	150	
ensemble alimentation eau, vidange, purges, condensats, ...	1	250	0	250			
expansion, désemboueur, ...	1	650	0	650	65		
DIVERS (métrologie, soupape, bouteille dégazage, ...)	1	500	0	500			
<b>PRODUCTION FROID</b>							
Équipement de refroidissement, air-eau, puissance frigorifique nominale de 86,9 kW (température d'entrée de l'air: 35°C; température de sortie de l'eau: 7°C, écart de température: 5°C), avec groupe hydraulique (vase d'expansion de 35 l, pression nominale disponible de 168,7 kPa) et ballon tampon de 275 l, avec réfrigérant R-410A, pour installation en extérieur.	1	24674	0	24674	1234	640	
<b>1-2- Enveloppe (conformité incendie, éclairage, ventilation ...)</b>							
1 ensemble porte CF 2 H avec barre anti-panique	0		0	0			
coupe feu paroi (flocage, ...)	0		0	0			
coupure extérieur de sécurité (commande d'arrêt d'urgence lumière et force, gaz sous dormant, ...)	0		0	0			
VH et VB	0		0	0			
Etiquettes signalétiques réglementaires	0		0	0			
1 ensemble éclairage (Eclairage par bloc fluo double avec interrupteur, BAES)	0		0	0			
DIVERS	0	500	0	0			
<b>2- Emetteurs (équipements par zone, ...)</b>							
cassettes plafonniers 4 tubes	9	1500	2700	16200	810	270	
ventilo convecteurs 4 tubes	10	1000	2000	12000	600	300	
radiateurs	9	300	540	3240	162		
gainable	0		0	0	0		
ACCESSOIRES	0	50	0	0			
<b>3- Distribution (RdC, réseau hydro cablé, liaisons frigorigène...)</b>							
eau chauffage secondaire (raccordement sur réseau existant)	1	450	0	450			
eau "glacée" (réutilisation réseau existant + déploiement réseau "eau glacée" réfectoire)							
ramification par niveau DN40	80	60	0	4800			
ligne principale AC noir DN80	20	90	0	1800			
déploiement d'une ligne frigorigène UE/UI	0	0	0	0			
ACCESSOIRES	0	500	0	0			
<b>4- Electricite - régulation</b>							
Armoire production thermique (raccordement depuis tarif vert, armoire et protections comprises , ...)	2	250	0	500		0	
Armoire périphérique (câblage UI/tableau subdivisionnaire)	3	250	0	750			
Régulation, Télégestion, ...	3	200	0	600			
<b>5- Divers</b>							
	1	4000		4000			
<b>Total Solution 1</b>				<b>80314</b>	<b>3211</b>	<b>1360</b>	<b>0</b>

<b>Solution 2</b>	<b>Qté</b>	<b>PU</b>		<b>P4</b>	<b>P3</b>	<b>P2</b>	<b>P'1</b>
<b>0- Travaux préliminaires</b>							
TACHE 1 = dépose production thermique	2	300		600			
TACHE 2 = dépose Unités intérieures	20	50		1000			
<b>1- Production thermique</b>							
<b>1-1- Equipements (générateur, panoplie hydro, ...)</b>							
<b>PRODUCTION CHALEUR</b>							
chaudière gaz condensation GN 85 kW	1	7200	0	7200	360	250	
alimentation gaz	10	65	0	650			
fumées (carrotage, passage tube concentrique, étanchéité, ...)	1	1500	0	1500			
bouteille découplage 90kW	1	300	0	300			
panoplie hydraulique (collecteurs, pompes, vannes 3 voies montées en mélange, vanne équil, ...)	3	1500	0	4500	150	150	
ensemble alimentation eau, vidange, purges, condensats, ...	1	250	0	250			
expansion, désemboueur, ...	1	650	0	650	65		
DIVERS (métrologie, soupape, bouteille dégazage, ...)	1	350	0	350			
<b>PRODUCTION FROID</b>							
Équipement de refroidissement, air-eau, puissance frigorifique nominale de 86,9 kW (température d'entrée de l'air: 35°C; température de sortie de l'eau: 7°C, écart de température: 5°C), avec groupe hydraulique (vase d'expansion de 35 l, pression nominale disponible de 168,7 kPa) et ballon tampon de 275 l, avec réfrigérant R-410A, pour installation en extérieur.	1	24674	0	24674	1234	640	
<b>1-2- Enveloppe (conformité incendie, éclairage, ventilation ...)</b>							
1 ensemble porte CF 2 H avec barre anti-panique	1	1600	0	1600			
coupe feu paroi (flocage, ...)	0		0	0			
coupure extérieur de sécurité (commande d'arrêt d'urgence lumière et force, gaz sous dormant, ...)	1	450	0	450			
VH et VB	0		0	0			
Étiquettes signalétiques réglementaires	0		0	0			
1 ensemble éclairage (Éclairage par bloc fluo double avec interrupteur, BAES)	1	150	0	150			
DIVERS	1	450	0	450			
<b>2- Emetteurs (équipements par zone, ...)</b>							
cassettes plafonniers 4 tubes	9	1500	2700	16200	810	270	
ventilo convecteurs 4 tubes	10	1000	2000	12000	600	300	
radiateurs	9	300	540	3240	162		
gainable	0		0	0	0		
ACCESSOIRES	0	500	0	0			
<b>3- Distribution (RdC, réseau hydro cablé, liaisons frigorigène...)</b>							
eau chauffage secondaire (raccordement sur réseau existant)	1	450	0	450			
eau "glacée" (réutilisation réseau existant + déploiement réseau "eau glacée" refectoire)							
ramification par niveau DN40	80	60	0	4800			
ligne principale AC noir DN80	20	90	0	1800			
déploiement d'une ligne frigorigène UE/UI	0	0	0	0			
ACCESSOIRES	0	500	0	0			
<b>4- Electricite - régulation</b>							
Armoire production thermique (raccordement depuis tarif vert, armoire et protections comprises , ...)	2	250	0	500		0	
Armoire périphérique (câblage UI/tableau subdivisionnaire)	3	250	0	750			
Régulation, Télégestion, ...	3	200	0	600			
<b>5- Divers</b>							
	1	4000		4000			
<b>Total Solution 2</b>				<b>88664</b>	<b>3381</b>	<b>1610</b>	<b>0</b>

<b>Solution 3</b>	<b>Qté</b>	<b>PU</b>		<b>P4</b>	<b>P3</b>	<b>P2</b>	<b>P'1</b>
<b>0- Travaux préliminaires</b>							
TACHE 1 = dépose production thermique	2	300		600			
TACHE 2 = dépose Unités intérieures	20	50		1000			
<b>1- Production thermique</b>							
<b>1-1- Equipements (générateur, panoplie hydro, ...)</b>							
<b>PRODUCTION CHALEUR</b>							
PAC air/eau réversible 85 kWc, air -5°C, W 50°C (compris bouteille anti court cycle + pompe hydraulique)	1	36000	0	36000	1800	750	
alimentation gaz	0	65	0	0			
fumées (carrotage, passage tube concentrique, étanchéité, ...)	0	1500	0	0			
bouteille découplage 90kW	0	300	0	0			
panoplie hydraulique (collecteurs, pompes, vannes 3 voies montées en mélange, vanne équil, ...)	0	1500	0	0	0	0	
ensemble alimentation eau, vidange, purges, condensats, ...	0	250	0	0			
expansion, désemboueur, ...	1	650	0	650	65		
DIVERS (métrologie, soupape, bouteille dégazage, ...)	1	500	0	500			
<b>PRODUCTION FROID</b>							
Production "eau glacée" air/eau 80 kW en toiture terrasse (compris bouteille anti court cycle + pompe hydraulique)	0	22200	0	0			
<b>1-2- Enveloppe (conformité incendie, éclairage, ventilation ...)</b>							
1 ensemble porte CF 2 H avec barre anti-panique	0	1600	0	0			
coupe feu paroi (flocage, ...)	0		0	0			
coupure extérieur de sécurité (commande d'arrêt d'urgence lumière et force, gaz sous dormant, ...)	0	450	0	0			
VH et VB	0		0	0			
Etiquettes signalétiques réglementaires	0		0	0			
1 ensemble éclairage (Eclairage par bloc fluo double avec interrupteur, BAES)	0	150	0	0			
DIVERS	1	500	0	500			
<b>2- Emetteurs (équipements par zone, ...)</b>							
cassettes plafonniers 2 tubes	9	1500	2700	16200	810	270	
ventilo convecteurs 2 tubes	19	1000	3800	22800	1140	570	
Radiateurs	0	350	0	0	0	0	
gainable	0		0	0	0		
ACCESSOIRES	0	500	0	0			
<b>3- Distribution (RdC, réseau hydro cablé, liaisons frigorigène...)</b>							
eau chauffage secondaire (raccordement sur réseau existant)	0	450	0	0			
eau "glacée" (réutilisation réseau existant + déploiement réseau "eau glacée" refectoire et RdC)							
ramification par niveau DN40	160	60	0	9600			
ligne principale AC noir DN80	20	90	0	1800			
déploiement d'une ligne frigorigène UE/UI	0		0				
ACCESSOIRES	0	500	0	0			
<b>4- Electricite - régulation</b>							
Armoire production thermique (raccordement depuis tarif vert, armoire et protections comprises, ...)	1	500	0	500			
Armoire périphérique (câblage UI/tableau subdivisionnaire)	3	250	0	750			
Régulation, Télégestion, ...	0	200	0	0			
<b>5- Divers</b>							
	1	4000		4000			
<b>Total Solution 3</b>				<b>94900</b>	<b>3815</b>	<b>1590</b>	<b>0</b>

<b>Solution 4</b>	<b>Qté</b>	<b>PU</b>		<b>P4</b>	<b>P3</b>	<b>P2</b>	<b>P'1</b>
<b>0- Travaux préliminaires</b>							
TACHE 1 = dépose production thermique	2	300		600			
TACHE 2 = dépose Unités intérieures	20	50		1000			
<b>1- Production thermique</b>							
<b>1-1- Equipements (générateur, panoplie hydro, ...)</b>							
<b>PRODUCTION CHALEUR</b>							
PAC air/air réversible 85 kWc, air -5°C	1	15000	12000	27000	1350	650	
alimentation gaz	0	65	0	0			
fumées (carrotage, passage tube concentrique, étanchéité, ...)	0	1500	0	0			
bouteille découplage 90kW	0	300	0	0			
panoplie hydraulique (collecteurs, pompes, vannes 3 voies montées en mélange, vanne équil, ...)	0	1500	0	0	0	0	
ensemble alimentation eau, vidange, purges, condensats, ...	0	250	0	0			
expansion, désemboueur, ...	0	650	0	0	0		
DIVERS (métrologie, soupape, bouteille dégazage, ...)	0	350	0	0			
<b>PRODUCTION FROID</b>							
Production "eau glacée" air/eau 80 kW en toiture terrasse (compris bouteille anti court cycle + pompe hydraulique)	0	22200	0	0	0		
<b>1-2- Enveloppe (conformité incendie, éclairage, ventilation ...)</b>							
1 ensemble porte CF 2 H avec barre anti-panique	0	1600	0	0			
coupe feu paroi (flocage, ...)	0		0	0			
coupure extérieur de sécurité (commande d'arrêt d'urgence lumière et force, gaz sous dormant, ...)	0	450	0	0			
VH et VB	0		0	0			
Etiquettes signalétiques réglementaires	0		0	0			
1 ensemble éclairage (Eclairage par bloc fluo double avec interrupteur, BAES)	0	150	0	0			
DIVERS	1	500	0	500			
<b>2- Emetteurs (équipements par zone, ...)</b>							
cassettes plafonniers 2 tubes	9	800	5760	12960	648	270	
ventilo convecteurs 2 tubes	19	1000	15200	34200	1710	570	
Radiateurs	0	350	0	0	0	0	
gainable	0		0	0	0		
ACCESSOIRES	0	500	0	0			
<b>3- Distribution (RdC, réseau hydro cablé, liaisons frigorigène...)</b>							
eau chauffage secondaire (raccordement sur réseau existant)	0	450	0	0			
eau "glacée" (réutilisation réseau existant + déploiement réseau "eau glacée" refectoire et RdC)							
ramification par niveau DN40	0	60	0	0			
ligne principale AC noir DN80	0	90	0	0			
déploiement d'une ligne frigorigène UE/UI	1	compris	#VALEUR!				
ACCESSOIRES	0	500	0	0			
<b>4- Electricite - régulation</b>							
Armoire production thermique (raccordement depuis tarif vert, armoire et protections comprises, ...)	1	600	0	600			
Armoire périphérique (câblage UI/tableau subdivisionnaire)	0		0	0			
Régulation, Télégestion, ...	0	200	0	0			
<b>5- Divers</b>							
	1	4000		4000			
<b>Total Solution 4</b>				<b>80860</b>	<b>3708</b>	<b>1490</b>	<b>0</b>

## Evaluation des consommations et des dépenses prévisionnelles énergétiques

Les tableaux suivants présentent les consommations et les dépenses prévisionnelles énergétiques incluant les rendements de chaque système ainsi qu’un scénario d’évolution des prix de l’énergie dans le temps.

CALCUL DES CONSOMMATIONS ET DEPENSES ENERGETIQUES PREVISIONNELLES PAR USAGE															
Solutions étudiées	Besoins kWh (chauffage)		Besoins kWh (froid)		chauffage					froid					Coût annuel P1 (global) en €
	Conso énergie kWh		Conso énergie kWh		Conso énergie kWh		Coût annuel P1 en €			Conso énergie kWh		Coût annuel P1 en €			
	besoins couverts par énergie 1	besoins couverts par énergie 2	besoins couverts par énergie 1	besoins couverts par énergie 2	énergie 1	énergie 2	énergie 1	énergie 2	global	énergie 1	énergie 2	énergie 1	énergie 2	global	
<b>solution 1</b>	89148	0	61248	0	104880		7342		7342	21120		3168		3168	<b>10510</b>
<b>solution 2</b>	89148	0	61248	0	86551		6405		6405	21120		3168		3168	<b>9573</b>
<b>solution 3</b>	89148	0	61248	0	29716		4457		4457	21120		3168		3168	<b>7625</b>
<b>solution4</b>	89148	0	61248	0	25471		3821		3821	18014		2702		2702	<b>6523</b>

Table des Variables								
	rendement (1)				prix énergie €/kWh (2)			
	chaud		froid		chaud		froid	
	chaud 1	chaud 2	froid 1	froid 2	chaud 1	chaud 2	froid 1	froid 2
solution 1	0,85		2,9		0,07		0,15	
solution 2	1,03		2,9		0,074		0,15	
solution 3	3		2,9		0,15		0,15	
solution 4	3,5		3,4		0,15		0,15	

(1) cf table des rendements par équipements  
 (2) issus des grilles tarifaires réglementés (fourniture + abonnement compris)

CONDITIONS TARIFAIRES  
 ELECTRICITE  
 tarif base 36 kVA  
 GN  
 tarif B1 et B2l

scénario d'évolution des prix de l'énergie												
	solution 1		solution 2		solution 3		solution 4					
	energie "chaud"	energie "froid"										
Evo° prix /an (*)	RC	ELECTRICITE	GAZ NATUREL	ELECTRICITE	ELECTRICITE	ELECTRICITE	ELECTRICITE	ELECTRICITE				
	1,20%	3,20%	1,50%	3,20%	3,20%	3,20%	3,20%	3,20%				
(*) scénario selon la CRE + observations de l'évolution sur les 10 dernières années Source, <a href="http://www.fournisseurs-electricite.com/evolution-des-prix-de-lelectricite">http://www.fournisseurs-electricite.com/evolution-des-prix-de-lelectricite</a>												
DEPENSES ENERGETIQUES ACTUALISEES												
Solution technique	solution 1			solution 2			solution 3			solution 4		
Année	P1 "chaud"	P1 "froid"	P1 "global"	P1 "chaud"	P1 "froid"	P1 "global"	P1 "chaud"	P1 "froid"	P1 "global"	P1 "chaud"	P1 "froid"	P1 "global"
2016	7342	3168	10510	6405	3168	9573	4457	3168	7625	3821	2702	6523
2017	7430	3269	10699	6501	3269	9770	4600	3269	7869	3943	2789	6731
2018	7519	3374	10893	6598	3374	9972	4747	3374	8121	4069	2878	6947
2019	7609	3482	11091	6697	3482	10179	4899	3482	8381	4199	2970	7169
2020	7700	3593	11294	6798	3593	10391	5056	3593	8649	4334	3065	7399
2021	7793	3708	11501	6900	3708	10608	5218	3708	8926	4472	3163	7635
2022	7886	3827	11713	7003	3827	10830	5385	3827	9212	4615	3264	7880
2023	7981	3950	11930	7108	3950	11058	5557	3950	9506	4763	3369	8132
2024	8077	4076	12153	7215	4076	11291	5735	4076	9811	4916	3476	8392
2025	8174	4206	12380	7323	4206	11530	5918	4206	10125	5073	3588	8661
2026	8272	4341	12613	7433	4341	11774	6108	4341	10449	5235	3703	8938
2027	8371	4480	12851	7545	4480	12024	6303	4480	10783	5403	3821	9224
2028	8471	4623	13095	7658	4623	12281	6505	4623	11128	5576	3943	9519
2029	8573	4771	13344	7773	4771	12544	6713	4771	11484	5754	4069	9824
2030	8676	4924	13600	7889	4924	12813	6928	4924	11852	5938	4200	10138
2031	8780	5081	13861	8007	5081	13089	7150	5081	12231	6128	4334	10462
2032	8885	5244	14129	8128	5244	13372	7378	5244	12622	6324	4473	10797
2033	8992	5412	14404	8250	5412	13661	7614	5412	13026	6527	4616	11143
2034	9100	5585	14685	8373	5585	13958	7858	5585	13443	6735	4764	11499
2035	9209	5764	14973	8499	5764	14263	8110	5764	13873	6951	4916	11867
2036	9320	5948	15268	8626	5948	14574	8369	5948	14317	7173	5073	12247

## SYNTHESE - Coût global cumulé et actualisé -

Solution technique	COUT GLOBAL CUMULE et ACTUALISE															
	SOLUTION 1				SOLUTION 2				SOLUTION 3				SOLUTION 4			
Investissement (HT)	80 314,00 €				88 664,00 €				94 900,00 €				80 860,00 €			
Année	Charges d'exploitation annuelles			Coût global cumulé	Charges d'exploitation annuelles			Coût global cumulé	Charges d'exploitation annuelles			Coût global cumulé	Charges d'exploitation annuelles			Coût global cumulé
	P1	P2	P3		P1	P2	P3		P1	P2	P3		P1	P2	P3	
2016	10510	1360	3211	95394	9573	1610	3381	103228	7625	1590	3815	107930	6523	1490	3708	92581
2017	10699	1374	3211	110678	9770	1626	3381	118005	7869	1606	3815	121221	6731	1505	3708	104525
2018	10893	1387	3211	126169	9972	1642	3381	133000	8121	1622	3815	134779	6947	1520	3708	116700
2019	11091	1401	3211	141872	10179	1659	3381	148219	8381	1638	3815	148613	7169	1535	3708	129112
2020	11294	1415	3211	157791	10391	1675	3381	163666	8649	1655	3815	162732	7399	1550	3708	141769
2021	11501	1429	3211	173932	10608	1692	3381	179347	8926	1671	3815	177144	7635	1566	3708	154679
2022	11713	1444	3211	190300	10830	1709	3381	195267	9212	1688	3815	191859	7880	1582	3708	167848
2023	11930	1458	3211	206899	11058	1726	3381	211432	9506	1705	3815	206885	8132	1597	3708	181285
2024	12153	1473	3211	223735	11291	1743	3381	227847	9811	1722	3815	222232	8392	1613	3708	194999
2025	12380	1487	3211	240814	11530	1761	3381	244518	10125	1739	3815	237911	8661	1630	3708	208997
2026	12613	1502	3211	258139	11774	1778	3381	261451	10449	1756	3815	253931	8938	1646	3708	223289
2027	12851	1517	3211	275718	12024	1796	3381	278652	10783	1774	3815	270303	9224	1662	3708	237883
2028	13095	1532	3211	293556	12281	1814	3381	296128	11128	1792	3815	287038	9519	1679	3708	252789
2029	13344	1548	3211	311658	12544	1832	3381	313885	11484	1810	3815	304146	9824	1696	3708	268016
2030	13600	1563	3211	330032	12813	1851	3381	331929	11852	1828	3815	321641	10138	1713	3708	283575
2031	13861	1579	3211	348683	13089	1869	3381	350268	12231	1846	3815	339532	10462	1730	3708	299475
2032	14129	1595	3211	367618	13372	1888	3381	368908	12622	1864	3815	357834	10797	1747	3708	315727
2033	14404	1611	3211	386843	13661	1907	3381	387857	13026	1883	3815	376558	11143	1765	3708	332342
2034	14685	1627	3211	406366	13958	1926	3381	407121	13443	1902	3815	395718	11499	1782	3708	349331
2035	14973	1643	3211	426192	14263	1945	3381	426710	13873	1921	3815	415327	11867	1800	3708	366707
2036	15268	1659	3211	446330	14574	1965	3381	446629	14317	1940	3815	435400	12247	1818	3708	384480

## Conclusion

**En conclusion, d'un point de vue technique et économique l'étude démontre que la solution 4, est sans équivoque, la solution la plus avantageuse.**

Les estimatifs d'investissements, présentés dans cette étude, sont des coûts prévisionnels fourniture et pose comprise sans remises commerciales fournisseurs, c'est-à-dire prix catalogue, et un cout moyen de pose sans effet levier marchés publics. La consultation des entreprises régit par le code des marché publics devrait permettre d'accéder à un coût en deçà de celui annoncé dans cette étude. Cela dépendra du contexte de l'offre et de la demande (bien entendu, plus le nombre d'offres sera élevé plus la probabilité d'obtenir des offres économiquement avantageuse sera élevée)

Autre point, les quantités exprimées, ici, notamment des émetteurs, seront définis avec précision lors de la réalisation des pièces techniques en phase DCE.

### Présentation des avantages et des inconvénients majeurs

	Avantages	Inconvénients
<b>Solution 1</b>	réutilisation du réseau hydraulique, conservation du fluide caloporteur existant (eau)	risque de coupure fourniture chaleur, RdC obsolète
<b>Solution 2</b>	réutilisation du réseau hydraulique, conservation du fluide caloporteur existant (eau)	mise en conformité enveloppe sous station
<b>Solution 3</b>	centralisation de la production thermique	
<b>Solution 4</b>	centralisation de la production thermique, déploiement de ligne frigorigène de section plus petite que pour l'eau => plus facile à déployer	respect de la concentration fluide par m2 traversée

## Optimisation énergétique

### Télégestion

Un système de télégestion est un automate qui permet de programmer depuis un poste informatique relié à internet les occupations et les niveaux de températures souhaités. Il permet également de recevoir des alertes en cas de défauts de fonctionnement du système de chauffage et d'enregistrer les températures des locaux.

Ce système peut également piloter le fonctionnement à distance de la ventilation et de l'éclairage.

Le gain d'énergie grâce à ce type de système par rapport à une gestion en chaufferie permet des gains de l'ordre de 10 à 15% sur les consommations de chauffage.

## Lexique

P1, correspond au coût de l'énergie primaire, autrement dit, combustible

P2, correspond à la maintenance préventive des installations. C'est la prestation minimale, afin de préserver les installations techniques, d'assurer le confort et de respecter la réglementation. Les prestations sont définies de manière exacte dans le CCTG qui évolue régulièrement, notamment, au travers de gammes opératoires.

P3, correspond à une prestation de garantie totale complémentaire au P2 c'est à dire au renouvellement du gros matériels par le biais de provisionnement. Le prestataire s'engage à remplacer à l'identique tout matériel défaillant pendant la durée du contrat. Le montant du P3 dépend du périmètre concerné, de l'âge des équipements, et de la durée du contrat.

P4, correspond à l'investissement (hors coût prêt bancaire)

## Annexes

- Plans des puissances réparties
- Tableau de calcul des besoins énergétiques CVC