

CNRS  
STATION DE PRIMATOLOGIE  
ROUSSET SUR ARC (13)  
Etude des besoins thermiques  
Version 3



17/12/2024



## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>PRESENTATION.....</b>	<b>2</b>
1.1	LE SITE .....	2
1.2	DOCUMENTS RECUEILLIS .....	3
1.3	OBJET DE L'ETUDE.....	3
1.4	VISITE.....	3
1.5	FONCTIONNEMENT DU SITE .....	3
1.6	DEROULEMENT DE LA MISSION .....	3
<b>2</b>	<b>PROJET DE CONSTRUCTION/RENOVATION .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ETAT DES LIEUX DES BATIMENTS EXISTANTS .....</b>	<b>6</b>
3.1	VUES EXTERIEURES DES BATIMENTS .....	6
3.2	PLANS DES BATIMENTS .....	6
3.3	LE BATI.....	8
3.3.1	<i>Reportage photographique .....</i>	<i>8</i>
3.3.2	<i>Détail des parois .....</i>	<i>9</i>
3.4	CHAUFFAGE / REFROIDISSEMENT .....	10
3.4.1	<i>Reportage photographique .....</i>	<i>10</i>
3.4.2	<i>Production.....</i>	<i>11</i>
3.4.3	<i>Distribution .....</i>	<i>12</i>
3.4.4	<i>Emission .....</i>	<i>13</i>
3.5	EAU CHAUDE SANITAIRE.....	13
3.6	VENTILATION .....	14
3.7	ECLAIRAGE .....	16
<b>4</b>	<b>ANALYSE ENERGETIQUE DE L'ETAT EXISTANT .....</b>	<b>17</b>
4.1	ELECTRICITE .....	17
4.1.1	<i>Consommations électriques annuelles .....</i>	<i>17</i>
4.1.2	<i>Consommations électriques détaillées .....</i>	<i>17</i>
4.2	PROPANE .....	18
4.3	MODELISATION THEORIQUE ET RECOLLEMENT .....	19
<b>5</b>	<b>PROJET DE RENOVATION .....</b>	<b>20</b>
5.1	DESCRIPTION DU PROJET .....	20
5.2	APPELS DE PUISSANCE THERMIQUE DU PROJET .....	21
5.2.1	<i>Hypothèses de calcul des bâtiments neufs .....</i>	<i>21</i>
5.2.2	<i>Hypothèses de calcul des bâtiments existants.....</i>	<i>21</i>
5.2.3	<i>Pertes de distribution du réseau.....</i>	<i>22</i>
5.2.4	<i>Résultats .....</i>	<i>22</i>
<b>6</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>ANNEXES.....</b>	<b>24</b>
7.1	NOTIONS TECHNIQUES .....	24

## GRILLE DE REVISION

Numéro	DATE	OBJET	Rédac.	Vérif
1	10 décembre 2024	Première émission	FBUL	RSAUL
2	17 décembre 2024	Ajout tranche optionnelle Suppression bâtiment Marmousets	FBUL	RSAUL
3	17 décembre 2024	Ajout tableau de surface bâtiments existants	FBUL	RSAUL

## 1 PRESENTATION

## 1.1 LE SITE

Le bâtiment étudié se situe à Rousset sur Arc (13) en zone rurale. Le site du Centre National de Recherche Scientifique (CNRS) de ROUSSET SUR ARC comporte de nombreux bâtiments, mais seulement 3 d'entre eux vont être conservés et les autres bâtiments seront détruits et reconstruits.

L'altitude du site est de 220 mètres.

La rigueur climatique moyenne est de 1873 DJU selon les données Météonorm de 2010 à 2019 (voir glossaire en annexe).

Le logiciel utilisé dans le cadre de cette étude est le logiciel PLEIADES v6.24.8.1 en Simulation Thermique Dynamique.



Photo aérienne du site

## 1.2 DOCUMENTS RECUEILLIS

Les documents suivants ont pu être recueillis auprès du CNRS :

- Plans des bâtiments
- Plans de l'extension du bâtiment ROU140
- Plans des réseaux
- Plan topographique
- Dossier des Ouvrages Exécutés ROU150
- Documents récapitulant les informations demandées au sujet des bâtiments
- Extraits du programme fonctionnel du projet de construction
- Estimation des puissances de déperdition thermique des bâtiments en projet
- Factures énergétiques 2020 à 2024 (propane + électricité)
- Factures d'eau 2020 à 2024

## 1.3 OBJET DE L'ETUDE

Le Maître d'Ouvrage envisage la modernisation et l'extension du site. Une partie des bâtiments sera détruite et reconstruite et certains bâtiments seront conservés.

Dans le cadre de ce projet, il est envisagé l'installation d'une pompe à chaleur géothermique et la création d'un réseau de chaleur/eau glacée à l'échelle du site. La réalisation d'une étude de faisabilité géothermique nécessite une étude des besoins thermiques avec :

- Modélisation des bâtiments existants en Simulation Thermique Dynamique
- Projection de consommation des nouveaux bâtiments et répartition horaire de leurs appels de puissance sur une année de fonctionnement standard

## 1.4 VISITE

La visite sur site a été réalisée le mercredi 24 juillet 2024 par Franck BULCOURT et Rémy SAULNIER de la société ENERSIM.

La température extérieure lors de la visite était de 26°C.

## 1.5 FONCTIONNEMENT DU SITE

Le site est un centre de recherche en primatologie.

Des bâtiments existants seront conservés, mais la majorité des bâtiments étudiés vont être construits.

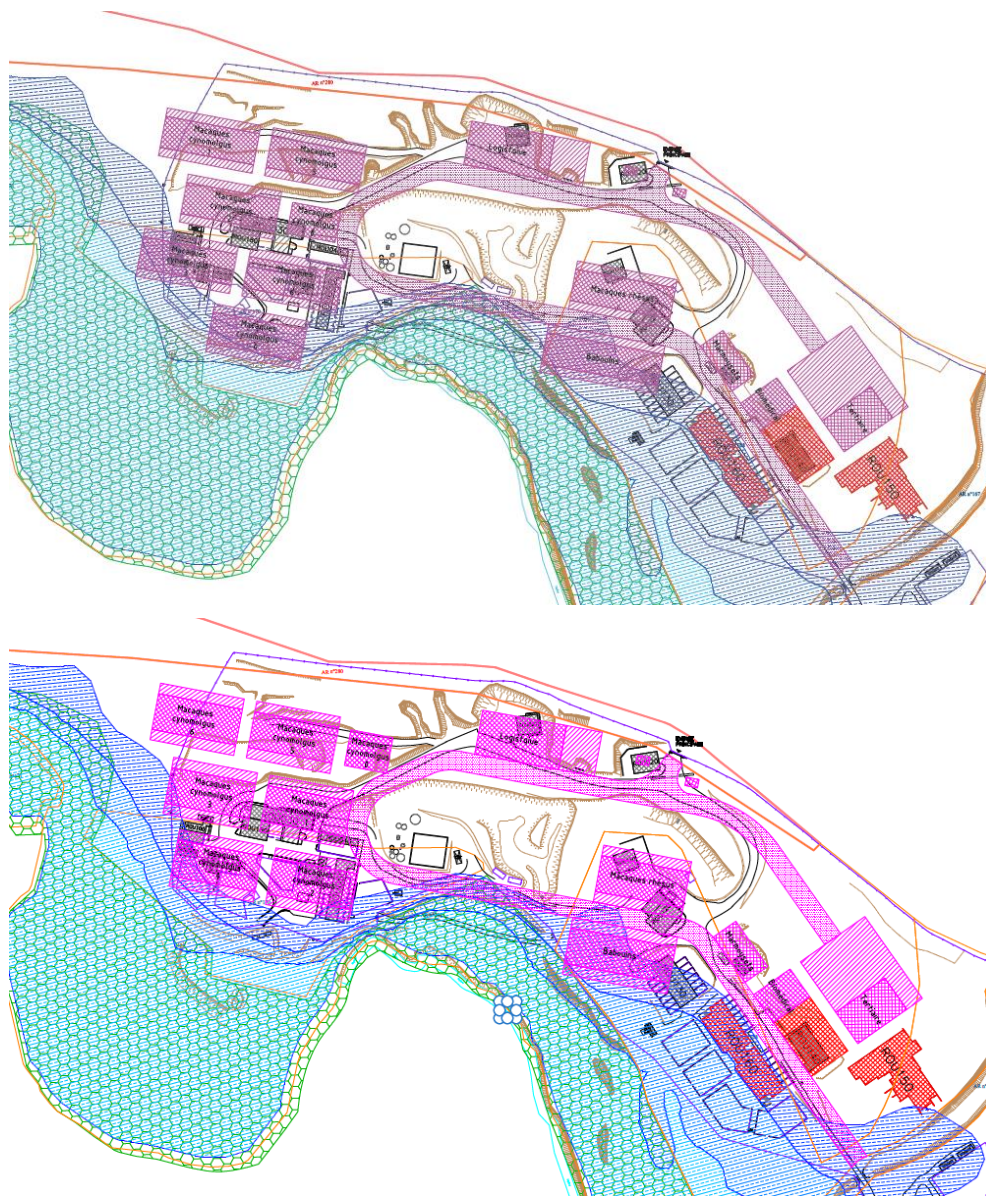
## 1.6 DEROULEMENT DE LA MISSION

- 26 juin 2024 : Lancement de la mission
- 24 juillet 2024 : Visite sur site et relevés sur les bâtiments existants conservés
- 10 décembre 2024 : Restitution du rapport d'étude et fourniture des appels de puissance thermique heure par heure
- 17 décembre 2024 : Mise à jour du rapport suite à une suppression du bâtiment Marmousets et à la prise en compte de la tranche optionnelle.

## 2 PROJET DE CONSTRUCTION/RENOVATION

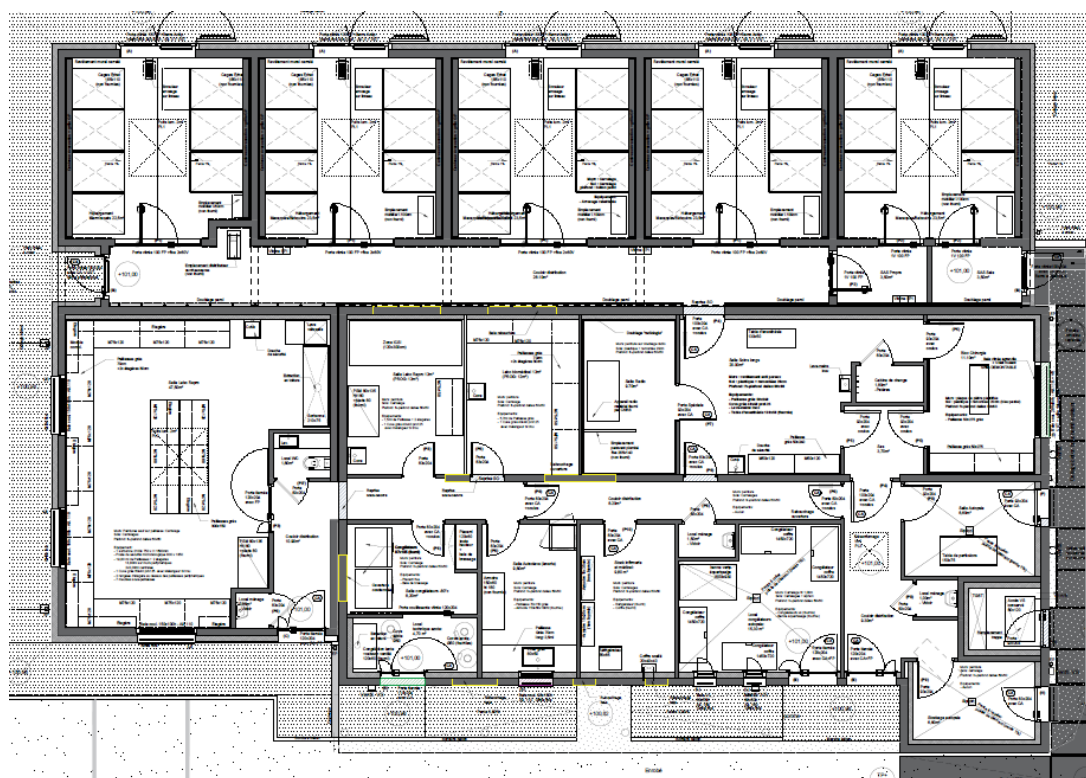
Le projet de réhabilitation du centre de primatologie comprend la destruction/reconstruction d'une grande partie des bâtiments. Un concours de maîtrise d'œuvre est en cours sur la conception du projet. Il n'est donc pas possible de connaître les caractéristiques des bâtiments pour le moment.

Deux scénarios d'implantation des futurs bâtiments ont été envisagés et les plans de la rénovation/extension du bâtiment ROU140 ont été fournis par le CNRS. Les bâtiments existants qui seront conservés sont représentés en rouge sur les plans ci-dessous (ROU140 / ROU150 / ROU160)



Scénarios d'implantation des futurs bâtiments

Les deux scénarios d'implantation sont très similaires en termes d'espacement des bâtiments. Une hypothèse de réseau de chaleur ou d'eau glacée à réaliser pour alimenter les bâtiments pourra donc être réalisée et correspondre aux deux scénarios possibles.



Plan du bâtiment ROU140 après rénovation/extension



A l'heure actuelle il n'est pas possible d'obtenir les plans des bâtiments faisant l'objet du concours de maîtrise d'œuvre. Les besoins de chaleur et climatisation vont donc être évalués à l'échelle de l'année, puis répartis heure par heure sur la base des températures extérieures, de l'occupation (permettant d'évaluer les apports internes) et du rayonnement solaire.

Les bâtiments faisant l'objet du projet de construction sont récapitulés ci-dessous. Tous les bâtiments du projet (tranches ferme et optionnelle) ont été pris en compte dans cette étude.

Bâtiment	Découpage	Surface intérieure (m <sup>2</sup> SdP)	Surface extérieure (m <sup>2</sup> )
Poste de garde	Tranche optionnelle	22	165
Tertiaire (administration)	Tranche ferme	958	1 235
Poste de livraison	Tranche ferme	22	0
Logistique	Tranche ferme	808	355
Biomédical (services)	Tranche optionnelle	315	15
Babouins (reproduction)	Tranche optionnelle	806	328
Marmousets	Tranche ferme	309	0
Macaques rhésus	Tranche ferme	672	264
Macaques cynomolgus 0 (communs)	Tranche ferme	322	0
Macaques cynomolgus 1 (reproduction)	Tranche ferme	640	288
Macaques cynomolgus 2 (reproduction)	Tranche ferme	640	288
Macaques cynomolgus 3 (reproduction)	Tranche optionnelle	640	288
Macaques cynomolgus 4 (reproduction)	Tranche optionnelle	640	288
Macaques cynomolgus 5 (post-sevrage)	Tranche ferme	640	288
Macaques cynomolgus 6 (post-sevrage)	Tranche optionnelle	640	288
<b>Total</b>		<b>8 075</b>	<b>4 090</b>

3 ETAT DES LIEUX DES BATIMENTS EXISTANTS

3.1 VUES EXTERIEURES DES BATIMENTS

CNRS	
Vues des façades	
	
Façade ROU150	Façade ROU160

3.2 PLANS DES BATIMENTS

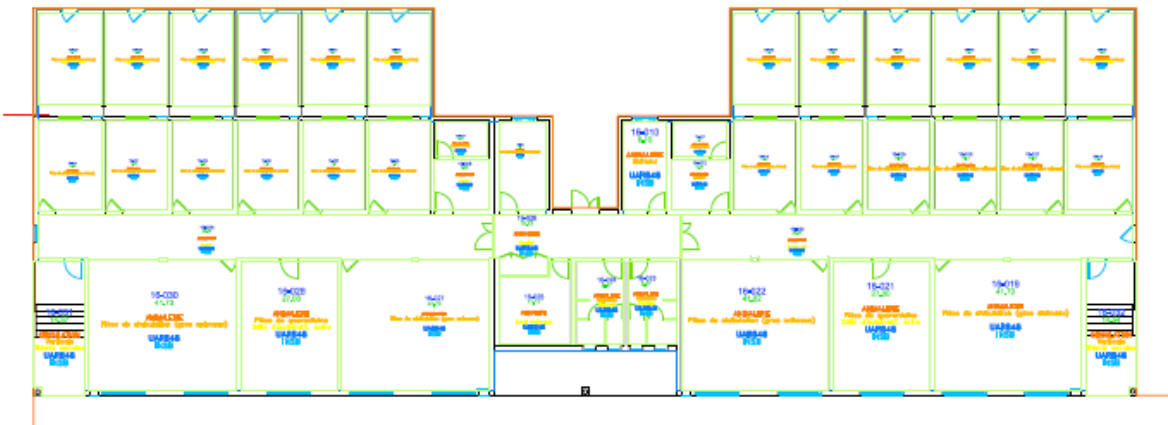


Plan de masse du site



Le bâtiment ROU140 va faire l'objet d'une importante rénovation. Ses caractéristiques actuelles seront donc modifiées et l'étude portera sur l'état projeté uniquement.









Plan du bâtiment ROU160

3.3 LE BATI

3.3.1 Reportage photographique

CNRS ROUSSET	
Composition des bâtiments	
	
Fenêtre en toiture ROU150	Toiture terrasse ROU150
	
Murs ROU160 -8 cm polystyrène Th38	Menuiserie aluminium - ROU160

### 3.3.2 Détail des parois

DESCRIPTIF BATI							
Désignation de la paroi		Nature / composition	Surface thermique (m²)	Déperditions thermiques (W/m².K)	Vétusté	Performance	U maxi CEE (W/m².K)
menuiseries	menuiserie	porte entrée vitrée Aluminium 4/16/4	8	1,80	Satisfaisant	Satisfaisant	1,30
	menuiserie	fenêtre aluminium 4 /16 /4 faible emissivité	17	1,70	Satisfaisant	Satisfaisant	1,30
	menuiserie	fenêtre aluminium 4 /16 /4	24	2,40	Satisfaisant	Peu satisfaisant	1,30
	menuiserie	fenêtre aluminium 4 /18 /6 faible emissivité	21	1,70	Satisfaisant	Satisfaisant	1,30
	menuiserie	fenêtre aluminium 4 /20 /4 faible emissivité	34	1,70	Satisfaisant	Satisfaisant	1,30
	menuiserie	pavé de verre	1	3,00	Satisfaisant	Peu satisfaisant	1,30
murs	mur extérieur	agglomérat béton creux isolé par 10cm de laine de verre GR32	522	0,29	Satisfaisant	Satisfaisant	0,26
pl. haut	toiture terrasse	béton isolé par 10cm d'effigreen duo	648	0,21	Satisfaisant	Satisfaisant	0,21
plancher bas	plancher sur terre plein	dalle béton	648	U = 3,33 Ue = 0,84	Satisfaisant	Peu satisfaisant	0,00
Déperdition thermique totale du bâtiment				U <sub>bat</sub> = (W/m².K)	0,61		
Etat thermique du bâtiment		Satisfaisant					



Commentaires:  
Le bâtiment ROU150 est récent, en bon état et correctement isolé.

3.4 CHAUFFAGE / REFROIDISSEMENT

3.4.1 Reportage photographique

CNRS ROUSSET	
Chauffage / refroidissement	
	
Unités extérieures ROU140	Pompe à chaleur + CTA ROU150
	
Chaufferie ROU160	Unité intérieure ROU140
	
Ventilo-convecteur ROU150	Aérothermes (eau chaude + électrique) ROU160

ETAT DES LIEUX

Une chaufferie gaz propane dessert alimente le bâtiment ROU160. Le schéma de principe est visible ci-dessous.

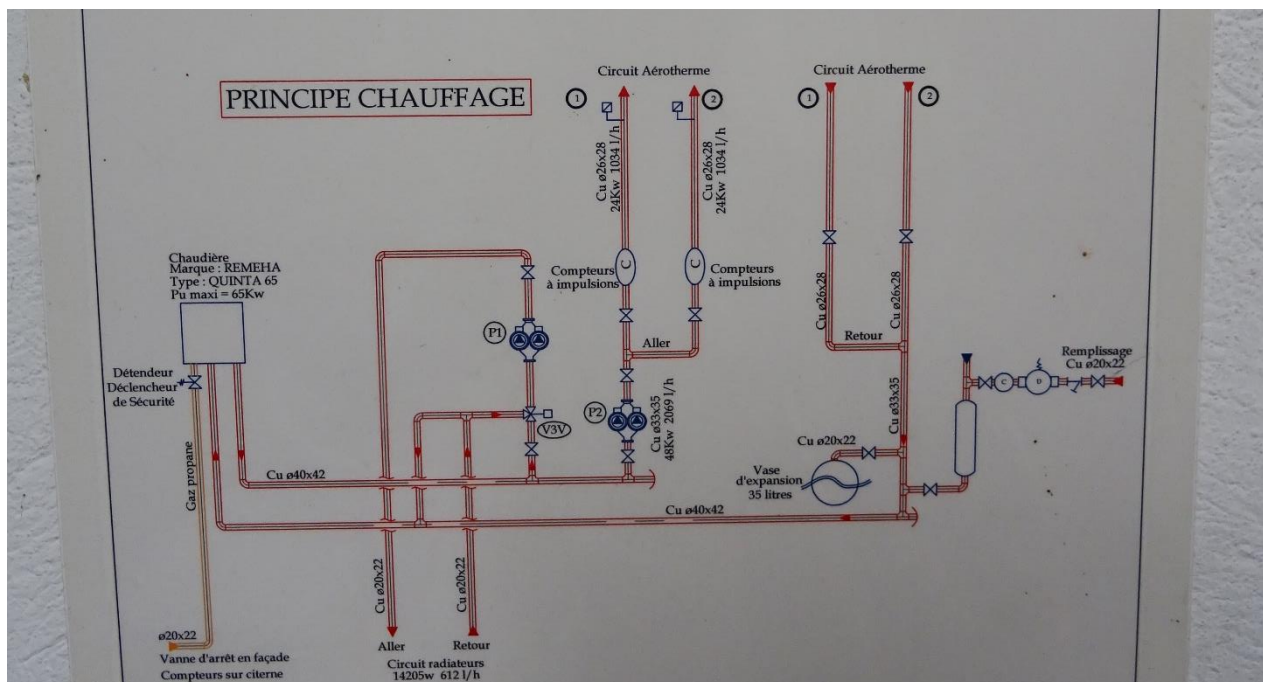




Schéma de principe de la chaufferie ROU160



### 3.4.2 Production

PRODUCTION DE CHALEUR							
chaufferie	Modèle chaudière / bruleur	Année	type	Nbre	Puissance (kW)	Vétusté	Performance
ROU 160	CHAPPEE	NC	condensation	1	60	Satisfaisant	Peu satisfaisant
	INITIA+	NC	modulant				
Puissance totale installée			P (kW)		60		
				<div><u>Commentaires:</u> La chaudière à condensation fonctionne au propane, cependant elle alimente des aérothermes et des radiateurs. La température de retour est donc probablement supérieure à 45°C et ne permet probablement pas de faire condenser la vapeur d'eau des fumées.</div> <div><u>Rendements estimés:</u> - CHAUDIERE : 93%</div>			
Performance Générale des producteurs			Peu satisfaisant				

Le bâtiment ROU160 est uniquement chauffé. Il ne dispose pas de système de refroidissement. Les bâtiments ROU140 et ROU150 sont équipés de systèmes réversibles.


CHAUFFAGE / REFROIDISSEMENT - PRODUCTION							
Zone desservie	Modèle / type	Année	Réfrigérant Type / charge	Nbre	Puissance CH/FR (kW)	Etat	Performance
ROU 150	GROUPE D'EAU GLACEE	2011	R410a	1	30 / 39	Satisfaisant	Satisfaisant
	AQUACIAT2 150V ILDH		10,5 kg				
Local info ROU 150	Split MITSUBISHI	2010	R410a	1	3,2 / 2,5	Peu satisfaisant	Peu satisfaisant
	MUZ-FD25VABH		1,15 kg				
ROU 140	Détente directe (splits)	NC	R410a / R32	7	50 / 35 environ	Peu satisfaisant	Peu satisfaisant
	Nombreuses unités		-				
Puissance totale installée			,			83 kWc	Environ
<div><div></div><div><p><u>Commentaires:</u> La production de chauffage et refroidissement est assurée une pompe à chaleur Air/Eau sur le bâtiment ROU 150 et par des unités à détente directe sur le bâtiment ROU 140.</p><p>Performance moyenne des systèmes SCOP = 4,40 SEER = 3,80</p></div></div>							
Performance générale des producteurs			Satisfaisant				

### 3.4.3 Distribution

CHAUFFAGE - DISTRIBUTION							
Zone desservie		Equipement	Débit/ Régul	Puissance élec (W)	Calorifuge	Etat	Performance
ROU 160	Départ aérothermes	Pompe double SALMSON DCX50-50	Constant	340	Correct	Satisfaisant	Satisfaisant
		Sans objet	T° constante				
	Départ radiateurs	2 Pompes WILO	Variable	75	Correct	Satisfaisant	Satisfaisant
		Vanne 3 voies	T° extérieure				
<div><div></div><div><p><u>Commentaires:</u> La distribution est réalisée en bitube.</p><p>Le réseau radiateurs est régulé en fonction de la température extérieure.</p><p>Les calorifuges sont corrects, mais les points singuliers (vannes, coudes, pompes, etc.) pourraient être calorifugés pour améliorer la performance de l'installation.</p></div></div>							
Performance Générale		Satisfaisant					

### 3.4.4 Emission

EMISSION CHAUFFAGE / REROIDISSEMENT					
Bâtiment	Zone desservie	Emetteur	Régulation	Vétusté	Performance
ROU 140	Ensemble	Unités intérieures à détente directe	Thermostat	Peu satisfaisant	Peu satisfaisant
ROU 150	Bureaux / chambres	Ventilo-convecteurs avec batterie à eau chaude et eau glacée	Thermostat	Satisfaisant	Satisfaisant
	Salles de bain	Sèche-serviettes à eau chaude	Robinet	Satisfaisant	Satisfaisant
	Salle de réunion	Air soufflé par CTA	Température de soufflage	Satisfaisant	Satisfaisant
ROU 160	Ensemble	Bureaux : Radiateurs anciens sans robinet thermostatique	Sans objet	Peu satisfaisant	Peu satisfaisant
		Animaleries : Aérothermes à eau chaude et aérothermes électriques (appoint)	Thermostat	Peu satisfaisant	Peu satisfaisant



Commentaires:

Les émetteurs et la régulation des bâtiments ROU140 et ROU160 sont peu satisfaisants.

Le bâtiment ROU150 étant plus récent, les équipements sont en meilleur état et la régulation est mieux pilotée, ce qui permet d'améliorer la performance énergétique.

Performance générale émission	Peu satisfaisant
-------------------------------	------------------

### 3.5 EAU CHAUDE SANITAIRE

L'Eau Chaude Sanitaire est produite par des cumulus électriques de manière décentralisée sur les bâtiments ROU140 et ROU160. Le bâtiment ROU150 a des besoins plus importants car il comprend des logements pour les chercheurs, mais il est muni d'un système d'ECS solaire thermique qui couvre une grande partie des besoins.


Il semble donc que les besoins d'ECS soient trop faibles et ponctuels pour qu'il y ait un intérêt à raccorder les systèmes de production d'ECS à la géothermie.

L'ECS n'entre donc pas dans le périmètre de cette étude.


3.6 VENTILATION

CNRS ROUSSET	
Ventilation	
	
Extracteur ROU140 (hors service)	CTA ROU150
	
Extracteur ROU150	Extracteur ROU150
	
Extracteur ROU160	Extracteur ROU160 (hors service)


ETAT DES LIEUX

VENTILATION									
Bâtiment	Type de Ventilation	Modèle	Nombre	Durée de fonctionmt	Puissance unitaire (W)	Débit unitaire (m3/h)	Vétusté	Performance	Qualité d'air
ROU140	Extraction	ESPACE CT 16/4	1	Permanent	245	820	Arrêté	Mauvais	Mauvais
ROU150	Extraction	CALADAIR	1	Permanent	260	1 040	Peu satisfaisant	Peu satisfaisant	Satisfaisant
	Extraction	CALADAIR MINIMAX 125 PHONIC	1	Permanent	58	232	Satisfaisant	Peu satisfaisant	Satisfaisant
	Extraction	CALADAIR MINIMAX 200	1	Permanent	260	1 040	Satisfaisant	Peu satisfaisant	Satisfaisant
	Extraction	CALADAIR MINIMAX 200	1	Permanent	245	980	Satisfaisant	Peu satisfaisant	Satisfaisant
ROU160	Extraction	ALDES VEKITA +300	1	Permanent	55	275	Satisfaisant	Peu satisfaisant	Satisfaisant
	Extraction	ESPACE CT 16/4	1	Permanent	52	208	Arrêté	Mauvais	Mauvais
Puissance installée: 1,2 kW									
<div>  <div> <p><u>Commentaires:</u></p> <p>La ventilation se fait majoritairement en simple flux par extraction.</p> <p>Les équipements sont en état correct à l'exception des deux extracteurs de marque ESPACE VENTILATION qui sont dégradés et à l'arrêt.</p> <p>Seul le bâtiment ROU150 dispose d'un système de ventilation double flux pour traiter l'air neuf des bureaux et salles de réunion (décrit ci-après).</p> </div> </div>									
Performance générale des VMC				Peu satisfaisant					
Qualité de l'air des bâtiments				Peu satisfaisant					

NOTA : les valeurs notées en noir sont les valeurs qui ont été relevées sur les équipements, tandis que celles notées en rouge ont été estimées.

CTA									
Zone desservie	Localisation	Equipement	Année	Type	Débit d'air (m3/h)	Type de régulation		Vestusté	Perf
Bureaux ROU150	Toiture	CTA CLIMACIAT Airtech 50	2010	DF récup échangeur à plaques	3 600	Programmation horaire	Sans variation du débit d'air neuf	S	S
<div>  <div> <p><u>Commentaires:</u></p> <p>L'air neuf des bureaux et salles de réunion du bâtiment ROU150 est traité par une CTA double flux avec récupération de chaleur d'efficacité 60%.</p> <p>La CTA est équipée de batteries à eau chaude et à eau glacée pour le prétraitement de l'air. Ces batteries sont alimentées par la pompe à chaleur Air/Eau située en toiture.</p> <p>Bien qu'en fin de vie (15 ans), la CTA est en bon état et semble pouvoir être conservée encore quelques années avant son remplacement par un équipement plus performant, notamment en termes d'efficacité de l'échangeur de chaleur.</p> </div> </div>									
Performance générale des CTA				Satisfaisante					

### 3.7 ECLAIRAGE

ECLAIRAGE						
Locaux concernés	Type de commande	Détection de présence	Program-mation horaire	Eclairage zonal	Type de luminaire	Performance
					Type	
ROU140	Interrupteur	non	non	non	Majoritairement tubes fluos T8	Peu satisfaisant
ROU150	Interrupteur	partielle	oui	non	Majoritairement tubes fluos T5	Peu satisfaisant
ROU160	Interrupteur	non	non	non	Majoritairement tubes fluos T8	Peu satisfaisant
Puissance installée en W / m²Su :						12,0 W/m²
					<u>Commentaires</u> L'éclairage est géré par interrupteur dans la majorité des locaux.	
Performance générale Eclairage				Peu satisfaisant		

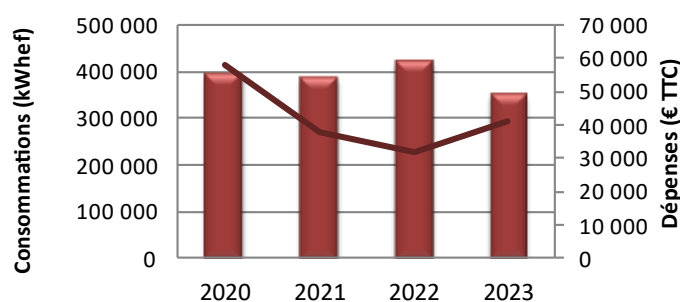
## 4 ANALYSE ENERGETIQUE DE L'ETAT EXISTANT

### 4.1 ELECTRICITE

#### 4.1.1 Consommations électriques annuelles

Le compteur électrique principal dessert l'intégralité du site de Rousset et il n'existe aucun sous-comptage. Il sera impossible d'évaluer précisément les consommations électriques des bâtiments étudiés. Cette étude portant sur les besoins thermiques des bâtiments, l'analyse des consommations électriques a pour but d'évaluer les besoins de chauffage et refroidissement du bâtiment ROU150. Ce bâtiment est chauffé et refroidi par des systèmes électriques et il représente la majeure partie des consommations électriques du site.

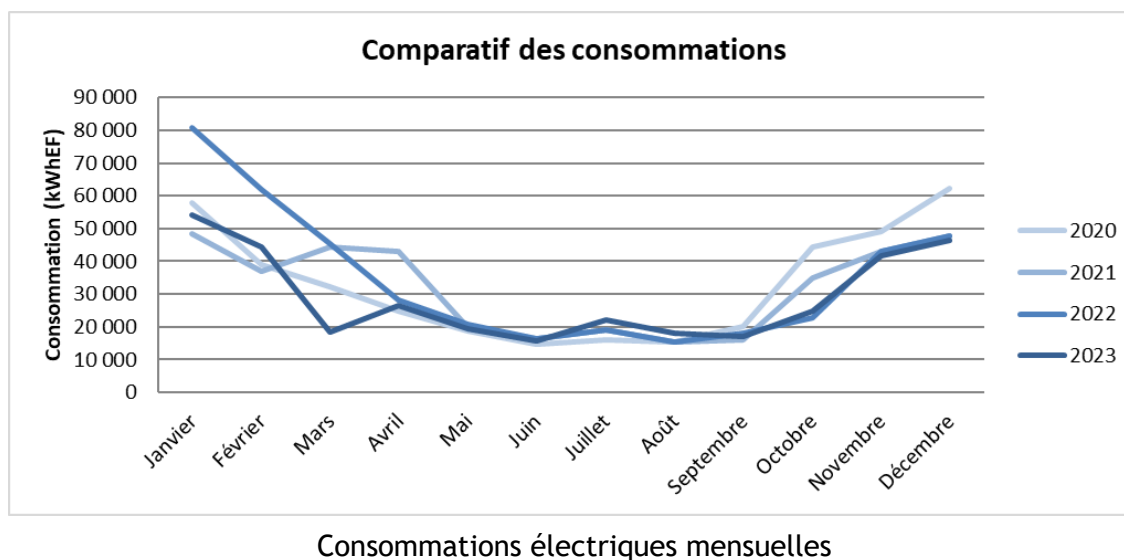
Evolution des consommations totales d'électricité



Compteur principal	2020	2021	2022	2023	Moyenne
Consommation en kWh EF	394 778	384 533	419 176	348 787	342 640
Evolution	-	-3%	+9%	-17%	-
€ TTC / MWhé	146,4	98,3	75,5	118,2	139,1
Evolution	-	-33%	-23%	+57%	-
Indicateur kWh EF / DJU	242	209	261	209	205
Evolution	-	-14%	+25%	-20%	-

Les consommations électriques sont stables entre 2020 et 2023 sur l'ensemble du site.

#### 4.1.2 Consommations électriques détaillées



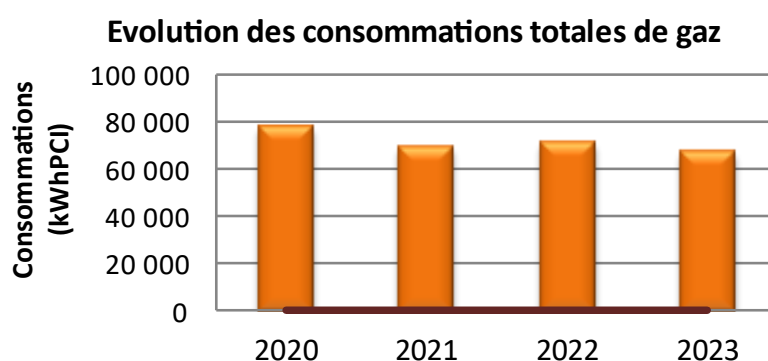
L'analyse des consommations mensuelles permet d'identifier une surconsommation en période chaude d'environ 100 MWh sur l'ensemble du site. Nous estimons à 30% la part de cette surconsommation due au bâtiment ROU150 étant données les caractéristiques des équipements présents sur le site.

La consommation électrique pour le chauffage du bâtiment ROU150 est donc estimée à 30 MWh par an en comprenant les auxiliaires de production, distribution et émission de chauffage. La consommation de production de chaleur est estimée à 19 MWh<sub>u</sub>.

La production de chaleur étant réalisée par une pompe à chaleur de COP moyen 2,50 sur le bâtiment ROU150, les besoins de chaleur du ROU150 sont estimés à 47 MWh<sub>u</sub>.

## 4.2 PROPANE

Le bâtiment ROU160 est chauffé par une chaudière au propane alimentée par une cuve située en face du bâtiment. Les livraisons de propane de cette cuve ont été analysées et permettent de connaître la consommation de ce bâtiment.



PROPANE	2020	2021	2022	2023	Moyenne
Consommation en kWh PCI	77 830	69 268	70 929	67 095	64 770
Evolution	-	-11%	+2%	-5%	-
Indicateur kWh PCI / DJU	45	46	53	48	40
Evolution	-	+4%	+15%	-11%	-

Les consommations de gaz sont stables entre 2020 et 2023. La consommation moyenne est de 65 MWh<sub>PCI</sub> par an sur cette période, soit 59 MWh<sub>u</sub> en considérant un rendement de la chaudière de 90%.

La part de besoins réalisée par appoint électrique (aérothermes électriques en appoint des aérothermes à eau chaude) est estimée à 15%.

Les besoins de chaleur du bâtiment ROU160 sont donc estimés à 67 MWh<sub>u</sub>, soit 112 kWh<sub>u</sub>/m<sup>2</sup>.

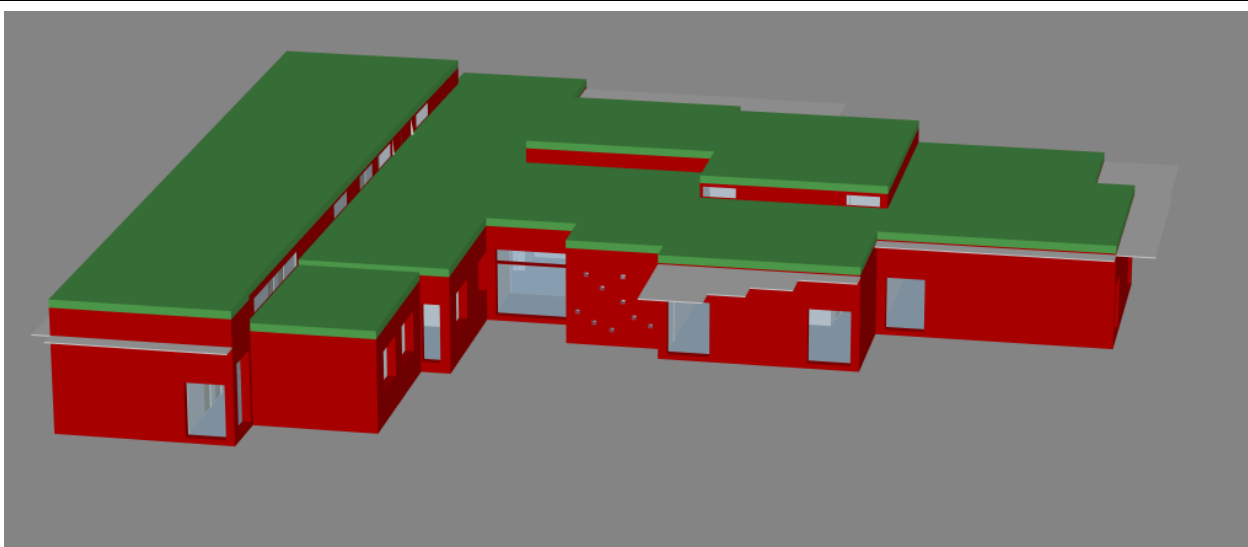
### 4.3 MODELISATION THEORIQUE ET RECOLLEMENT

La modélisation théorique des bâtiments a été réalisée à l'aide du logiciel PLEIADES.

Le logiciel prend en compte les éléments suivants :

- Architecture des bâtiments
- Composition des parois
- Caractéristiques des équipements de production, régulation, distribution et émission de chauffage
- Caractéristiques des équipements de ventilation
- Caractéristiques des équipements d'éclairage
- Apports internes et externes du bâtiment

Modélisation théorique du bâtiment



## 5 PROJET DE RENOVATION

### 5.1 DESCRIPTION DU PROJET

Le projet de rénovation énergétique de l'ensemble de bâtiments comprend plusieurs modifications par rapport à l'état actuel des bâtiments :

- Réhabilitation et extension du bâtiment ROU140
- Construction des bâtiments suivants :

	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m3)
Administration	958	2490,8
Poste de garde	22	66
Hébergement Babouins	806	2418
Hébergement M.Rhesus	672	2016
Hébergement M.Cyno MC0	322	966
Hébergement M.Cyno MC1	640	1920
Hébergement M.Cyno MC2	640	1920
Hébergement M.Cyno MC3	640	1920
Hébergement M.Cyno MC4	640	1920
Hébergement M.Cyno MC5	640	1920
Hébergement M.Cyno MC6	640	1920
Logistique	808	2100,8
Biomédical (soins)	315	2072

Les futurs bâtiments faisant l'objet d'un concours de maîtrise d'œuvre, les plans ne sont pas encore disponibles. Des estimations de déperditions thermiques par bâtiment ont été fournies par le CNRS et permettent d'évaluer les besoins de chaleur.

Une répartition horaire de ces besoins de chaleur a été réalisée par calcul en se basant sur les déperditions thermiques, la température extérieure, la température intérieure et le rayonnement solaire (méthode similaire à celle utilisée pour l'analyse des besoins des réseaux de chaleur dans le cadre des titre V contenu CO<sub>2</sub> d'un réseau de chaleur).

Les données météorologiques utilisées sont les données horaires METEONORM de la station de Salon de Provence (13) ajustées selon l'altitude réelle du site.

Les bâtiments existants ROU 150 et ROU160 seront conservés.

Les surfaces étudiées pour les bâtiments existants sont les suivantes :

Bâtiment	Surface (m <sup>2</sup> )
Babouins ROU160	603
Soins ROU140 (existant)	172
Soins ROU140 (extension)	224
Administration ROU150	593

Une seconde extension du bâtiment Soins sera réalisée dans un second temps. Elle est prise en compte dans le projet de construction des bâtiments neufs.

## 5.2 APPELS DE PUISSANCE THERMIQUE DU PROJET

### 5.2.1 Hypothèses de calcul des bâtiments neufs

Les conditions intérieures des bâtiments ont été fournies par le CNRS dans son programme fonctionnel. Le maintien de température doit être de 22°C en hiver et 24°C en été pour les primates, 21°C en hiver pour le bâtiment biomédical (Soins) et 19°C en hiver pour les bâtiments administration et logistique.

Les déperditions thermiques des bâtiments projetés ont été fournies par le CNRS, elles apparaissent ci-dessous :

	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	G (W/m <sup>3</sup> .°C)	Puissance (W/°C)	Tbase (°C)	Tconsigne (°C)	Puissance chauffage (KW)
Administration	958	2490,8	0,35	871,78	-5	19	20,92
Hébergement Babouins	806	2418	0,45	1088,1	-5	22	29,38
Hebergement M.Rhesus	672	2016	0,45	907,2	-5	22	24,49
Hebergement M.Cyno MC0	322	966	0,45	434,7	-5	22	11,74
Hebergement M.Cyno MC1	640	1920	0,45	864	-5	22	23,33
Hebergement M.Cyno MC2	640	1920	0,45	864	-5	22	23,33
Hebergement M.Cyno MC3	640	1920	0,45	864	-5	22	23,33
Hebergement M.Cyno MC4	640	1920	0,45	864	-5	22	23,33
Hebergement M.Cyno MC5	640	1920	0,45	864	-5	22	23,33
Hebergement M.Cyno MC6	640	1920	0,45	864	-5	22	23,33
Logistique	808	2100,8	0,35	735,28	-5	19	17,65
Biomédical (soins)	315	2072	0,35	725,2	-5	21	18,86

Les appels de puissance thermique ont été calculés sur la base :

- Des déperditions ci-dessous mises en corrélation avec la température extérieure heure par heure
- Des apports internes estimés
- Des apports solaires estimés en fonctionnement du rayonnement solaire horaire
- Des consignes de température intérieure

La méthode d'évaluation utilisée est similaire à celle validée par la commission de Titre V Contenu CO2 des réseaux de chaleur pour la réglementation thermique.

Les tableurs de calculs sont fournis en annexe de ce rapport.

### 5.2.2 Hypothèses de calcul des bâtiments existants

Les caractéristiques des bâtiments existants ont été relevées sur site et ces derniers ont fait l'objet d'une simulation thermique dynamique afin d'évaluer les appels de puissance horaire de chauffage et refroidissement.

### 5.2.3 Pertes de distribution du réseau

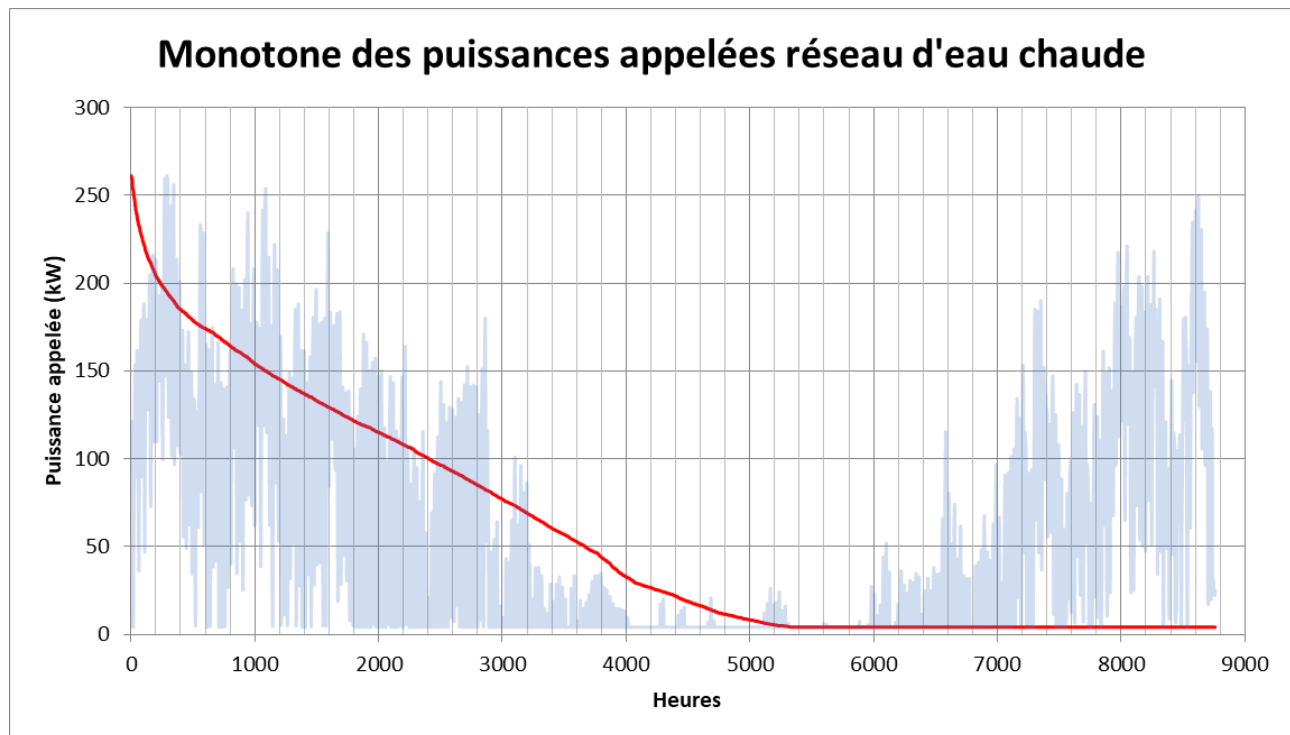
Les 2 scénarios d'implantation étant similaires, des longueurs de réseau d'eau chaude et d'eau glacée ont pu être évaluées avec les sections correspondant aux puissances appelées. Ce calcul permet d'évaluer des pertes de distribution.

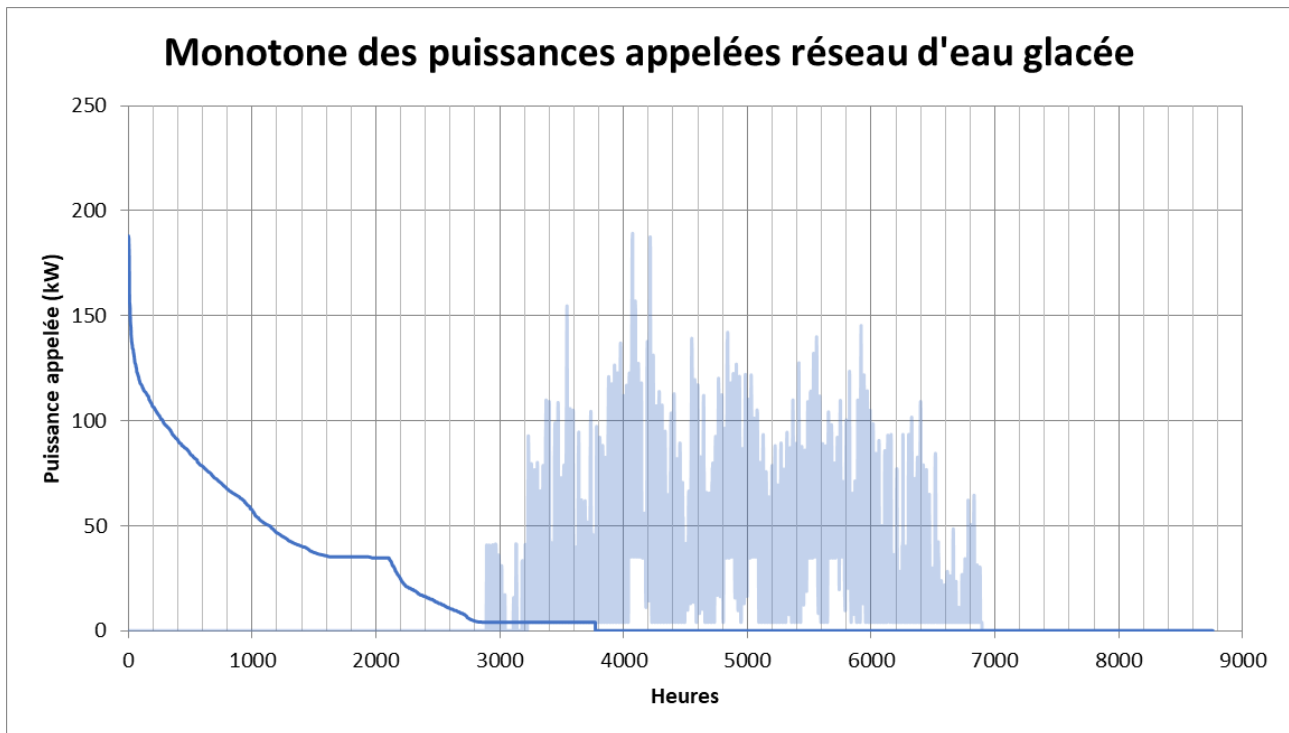
Branche de réseau	Puissance	Type	Diamètre	Débit	PdC	Longueur de tranchée	Perte de charges sur la longueur	Vitesse	Contenance	Débit	Diamètre intérieur	Déperditions
	KW		mm	kg/h	mmCE/ml	ml	mm CE	m/s	m3	m3/h	mm	W
Reseau principal CH	250	BT-BP	88,9 x 3,2	21 503	16,27	280	9 110	1,16	2,99	22,28	82,5	5312
Branches secondaires CH	30	BT-BP	42,4 x 2,6	2 580	16,04	375	12 029	0,68	0,82	2,67	37,2	4347
Reseau principal EG	150	HT-HP	88,9 x 3,2	25 803	24,28	375	18 214	1,39	4,01	26,73	82,5	2371
Branches secondaires EG	25	HT-HP	48,3 x 2,6	4 301	22,84	375	17 130	0,87	1,06	4,46	42,5	1652

### 5.2.4 Résultats

La modélisation de l'état futur des bâtiments nous donne les résultats suivants :

- Besoins de chaleur : 507 MWhu, soit 54 kWhu/m<sup>2</sup><sub>Su</sub>,
- Besoins de refroidissement : 148 MWhu, soit 16 kWhu/m<sup>2</sup><sub>Su</sub>





La puissance maximale appelée en refroidissement est élevée en raison de la méthode de calcul qui ne tient pas compte de l'orientation des bâtiments neufs (les plans n'étant pas encore disponibles). La puissance maximale réelle sera probablement plus faible que celle simulée ci-dessus.

## 6 CONCLUSION

Les besoins des bâtiments en cours de projet sont estimés grossièrement pour le moment car il n'est pas encore possible de connaître leurs caractéristiques précises.

Cependant, les données fournies par le CNRS sont détaillées pour l'avancement du projet et ont permis de réaliser des calculs heure par heure qui permettront de dimensionner le champ de sonde et de réaliser l'étude de faisabilité géothermique. Cette dernière évaluera la pertinence de ce système sur le centre de primatologie de Rousset-Sur-Arc.

## 7 ANNEXES

### 7.1 NOTIONS TECHNIQUES

#### BBC Effinergie Rénovation (ou Effinergie Rénovation)

Label de rénovation dédié aux travaux de rénovation énergétique. Il garantit que le bâtiment rénové présente une qualité, un confort et une performance supérieure à ceux respectant uniquement la réglementation thermique en vigueur

On parle de BBC Effinergie Rénovation lorsque le bâtiment a été construit à partir de 1948

On parle d'Effinergie Rénovation lorsque le bâtiment a été construit avant 1948

Dans les deux cas, le niveau de performance à atteindre est identique

#### CEE

Les Certificats d'Economie d'Energie sont attribués aux particuliers, entreprises, collectivités qui réalisent des travaux d'économie d'énergie. Ils sont « rachetés » par les fournisseurs d'énergie (appelés «les obligés») sous forme d'offre de service ou de primes (souvent appelées éco-primes ou prime eco-énergie)

#### Cef

La Consommation d'Énergie Finale est la quantité d'énergie disponible pour l'utilisateur final. Elle exclut donc les pertes de distribution (exemple : perte en lignes ou pertes dues au rendement des centrales électriques)

#### Cep

La Consommation d'Énergie Primaire est la quantité d'énergie directement disponible dans la nature avant toute transformation : bois, charbon, gaz naturel, pétrole, vent, rayonnement solaire, énergie hydraulique, géothermique, etc. Parler en kWh d'énergie primaire permet de mettre les différentes sources d'énergie sur le même pied d'égalité, en prenant en compte toutes les transformations nécessaires avant livraison au consommateur final

#### Coefficient de transmission thermique (U)

Le coefficient U de transmission thermique d'une paroi est la quantité de chaleur traversant cette paroi par rapport à un certain temps et une certaine surface

Ce coefficient est l'inverse de la résistance thermique

Plus la transmission thermique de la paroi est faible, plus elle est performante

#### Conduction

La conduction thermique est un transfert de chaleur qui se réalise sans déplacement de matière. Ce transfert de chaleur est rencontré le plus souvent dans des matériaux solides, mais il peut aussi être étudié dans des fluides, liquide ou gaz

#### Conductivité thermique

La conductivité thermique (notée  $\lambda$ ) est une grandeur physique caractérisant le comportement des matériaux lors du transfert thermique par conduction

Plus cette valeur est faible, plus le matériau est isolant

#### Convection

La convection thermique est un transfert de chaleur qui se réalise avec déplacement de matière. Ce transfert de chaleur est rencontré dans des fluides, liquides ou gaz

#### COP

Le coefficient de performance, COP est le ratio entre la chaleur produite et la consommation du compresseur

#### CTA

Centrale de Traitement d'Air

#### DJU

Les degrés jour unifiés (DJU), permettent de réaliser des estimations de consommations d'énergie thermique en proportion de la rigueur de l'hiver ou de la chaleur de l'été

#### DTU

Les DTU précisent les conditions techniques et contractuelles pour la bonne exécution des ouvrages. Destinés à être incorporés dans les marchés de travaux de bâtiment, ils sont le fruit d'un consensus entre les diverses parties intéressées : entrepreneurs, maîtres d'ouvrages, fournisseurs, architectes, bureaux de contrôle...

#### EER

Le coefficient d'efficacité frigorifique EER (Energy Efficiency Ratio) est le ratio entre l'énergie utile frigorifique et la consommation du compresseur

#### ECS

Eau Chaude Sanitaire

### GTB

Gestion Technique de Bâtiment : équipements permettant de contrôler le fonctionnement, piloter et relever les compteurs d'énergie des équipements techniques du bâtiment

### MTA

Module Thermique d'Appartement

### OPQIBI

L'OPQIBI est l'Organisme de Qualification de l'Ingénierie. Cette qualification permet à l'audit énergétique d'être éligible aux aides financières

### Pont thermique

Un pont thermique est une zone ponctuelle ou linéaire qui, dans l'enveloppe d'un bâtiment, présente une variation de résistance thermique. Il s'agit d'un point de la construction où la barrière isolante est rompue

### QAI

Qualité de l'Air Intérieur

### Rayonnement

Le transfert de chaleur par rayonnement peut être réalisé sous forme d'ondes ou de particules. Le plus souvent rencontré est le rayonnement électromagnétique, cependant les transferts de chaleur par radioactivité (transfert de particule) sont aussi observés. Le rayonnement électromagnétique le plus connu est le rayonnement solaire.

### Résistance thermique

La résistance thermique, notée  $R$ , permet d'évaluer le pouvoir isolant d'un matériau. Plus la valeur de cette résistance est élevée, plus celui-ci est isolant

Ce coefficient est l'inverse de la transmission thermique

### RGE

La mention RGE «Reconnu Garant de l'Environnement» est une reconnaissance accordée par les pouvoirs publics à des professionnels du secteur du bâtiment et des énergies renouvelables engagés dans une démarche de qualité.

### SHAB

La surface habitable d'un logement est la surface de plancher construite, après déduction des surfaces occupées par les murs, cloisons, marches et cages d'escaliers, gaines, embrasures de portes et de fenêtres

Il n'est pas tenu compte de la superficie des combles non aménagés, caves, sous-sols, remises, garages, terrasses, loggias, balcons, séchoirs extérieurs au logement, vérandas, volumes vitrés prévus à l'article R\*. 111-10 du CCH, locaux

communs et autres dépendances des logements, ni des parties de locaux d'une hauteur inférieure à 1,80 mètre.

### SHOB

La Surface Hors Œuvre Brute est égale à la somme des surfaces de chaque niveau, des surfaces des toitures terrasses, des balcons ou loggias et des surfaces non closes situées au rez-de-chaussée, y compris l'épaisseur des murs et des cloisons

### SHON

La Surface Hors Œuvre Nette est une mesure de superficie des planchers calculée en soustrayant à la SHOB certaines surfaces comme :

- Les combles et des sous-sols dont la hauteur sous plafond est inférieure à 1,80 m
- Les toitures terrasses, balcons et parties non closes situées au rez-de-chaussée
- Les caves en sous-sol dès lors qu'il n'y a pas d'ouverture sur l'extérieur autre que celles destinées à l'aération
- Les parties des bâtiments aménagés en vue du stationnement des véhicules (garage)
- Etc.

### SRT

La Surface thermique au sens de la RT est égale à la somme des surfaces de parois horizontales construites de chaque niveau de ce bâtiment ou de cette partie de bâtiment, mesurées au nu extérieur des murs de pourtour, après déduction :

- Des surfaces de parois horizontales construites des combles et des sous-sols non aménageables ou non aménagés pour l'habitation ou pour des activités à caractère professionnel, artisanal, industriel ou commercial
- Des surfaces de parois horizontales construites des toitures-terrasses, des balcons, des loggias, des vérandas non chauffées ainsi que des surfaces non closes situées au rez-de-chaussée ou à des niveaux supérieurs
- Des surfaces de parois horizontales construites des bâtiments ou des parties de bâtiment aménagés en vue du stationnement des véhicules

### Sw

Le facteur de transmission solaire d'une menuiserie,  $Sw$ , est la capacité du vitrage à transmettre la chaleur du soleil à l'intérieur d'un logement

### Température de base

Les déperditions calorifiques se calculent par rapport aux températures extrêmes dites températures de bases constatées minimum 5 jours dans l'année sur une période de 30 ans

#### Tlw

Le facteur de transmission lumineuse d'une menuiserie, Tlw, est la capacité du vitrage à transmettre la lumière du soleil à l'intérieur d'un logement

#### Ubât

Le Ubât est un coefficient qui permet d'évaluer le niveau d'isolation globale d'un bâtiment ( $W/m^2.K$ ). Plus le Ubât est faible, plus l'enveloppe est performante

#### Uc

Coefficient de transmission thermique des coffres de volets roulants ( $W/m^2.K$ )

#### Uf

Coefficient de transmission thermique du cadre de la menuiserie ( $W/m^2.K$ )

#### Ug

Coefficient de transmission thermique du vitrage seul de la menuiserie ( $W/m^2.K$ )

#### Uw

Coefficient de transmission thermique de la menuiserie complète ( $W/m^2.K$ )

#### Zone climatique

Les données climatiques du calcul réglementaire sont définies de façon conventionnelle. La segmentation géographique en France est répartie en 8 zones climatiques