

Département des Finances
Office des Bâtiments
Direction Ingénierie et Energie
Boulevard Saint-Georges 16
Case postale 22
1211 Genève 8

A l'attention de Monsieur
Jorge Anchante
jorge.anchante@etat.ge.ch

Centre Horticole de Lullier

1254 Jussy

Audit énergétique chaufferie
Production et distribution de chaleur
Etat des lieux de l'installation existante
Etude d'assainissement

~~13 septembre 2018~~
~~15 janvier 2019~~
23 avril 2019

JL Cescutti / JM Enggist



TABLE DES MATIERES

0.	Introduction	page 3
1.	Bases et documents	pages 4-16
	Documents à disposition	page 4
	Plan de situation	page 5
	Vue d'ensemble du bâtiment et de la chaufferie	pages 6-16
2.	Généralités	page 17
	Production de chaleur	page 17
3.	Constats sur l'existant	pages 18-44
	3.1 Chaudières	page 18
	3.2 Brûleurs	page 18
	3.3 Citernes à mazout	page 18
	3.4 Maintien de pression et expansion	page 18
	3.5 Eau chaude sanitaire	page 19
	3.6 Groupes de distribution de chaleur	page 19
	3.7 Données énergétiques existantes	pages 19-20
	3.8 Calcul de déperdition des bâtiments et des serres	pages 21-42
	3.9 Impact sur l'environnement	pages 42-44
4.	Etude de faisabilité	pages 45-46
5.	Ressources énergétiques disponibles	page 47
6.	Proposition d'assainissement de la chaufferie et travaux envisagés	pages 48-53
	6.0 Description et estimation des couts	pages 48-50
	6.1 Planification prévisionnelle des travaux	page 51
	6.2 Détail des coûts estimatifs des travaux	pages 52-53
7.	Autorisation et déclaration	page 54
8.	Conclusion	pages 54-55

0. INTRODUCTION

L'objectif de cette étude consiste en l'élaboration d'un état des lieux des installations de production et de distribution de chaleur du centre horticole. Cet ensemble date de la fin des années 1970 et n'a pas fait l'objet de rénovation importante. Toutefois, la qualité de la construction de l'époque fait que les indices énergétiques de chacun des bâtiments se situent dans des valeurs acceptables.

La production de chaleur centralisée est située dans l'un des bâtiments des ateliers et dépôts. La puissance totale est de 4'500 kW. Un réseau de conduites de chauffage, réparti en plusieurs réseaux, distribue la chaleur dans les différents locaux.

Le mandat qui nous a été confié, comporte deux volets bien distincts :

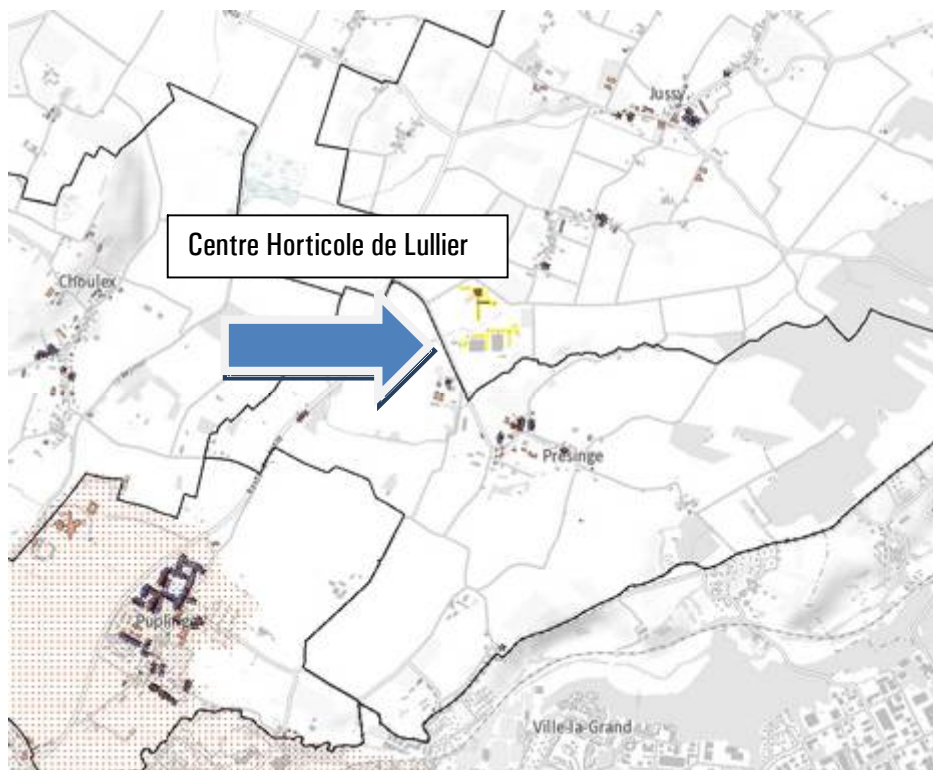
- 1^{ère} partie : Etat des lieux des installations existantes, récolte des informations concernant les appareils, établissement d'un schéma de fonctionnement, schémas de principe, descriptif et relevés des installations, historique et évolution depuis l'origine.
- 2^{ème} partie : Etude de faisabilité et proposition d'assainissement des installations avec les variantes possibles en fonction des ressources énergétiques disponibles sur site. Estimatif des coûts pour la variante proposée, évaluation des systèmes énergétiques.

Notre audit se limitera aux installations de production, de distribution de chaleur et de la production d'eau chaude sanitaire se trouvant dans l'enceinte de la chaufferie.

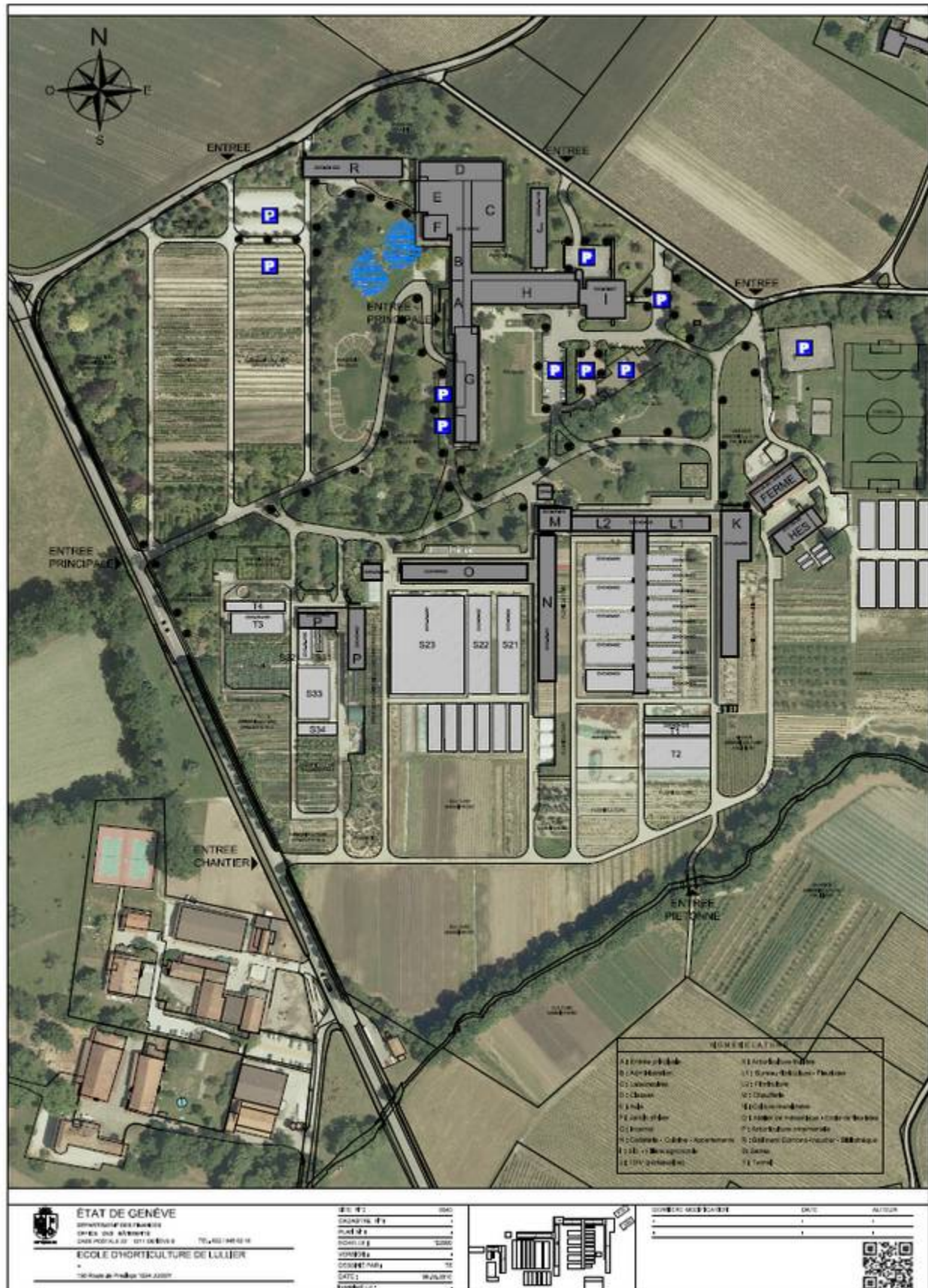
1. BASES ET DOCUMENTS

- Visite sur place de la chaufferie, des installations annexes et des citernes à mazout, courant juillet 2018, en présence de Monsieur Baans responsable technique du site.
- Informations et historique des interventions réalisées sur le site, délivrées par Monsieur Jorge Anchanté
- Consultation des dossiers et plans de révision, topologie ainsi que les instructions de services des installations de production et de distribution de chaleur existantes.
- Relevés des valeurs de consigne des différents secteurs de distribution.
- Mise à disposition des plans d'étage et coupes du bâtiment, sur le site de l'état de Genève.
- Documents remis par Monsieur Anchanté, relatif à la consommation d'énergie établi par le bureau d'ingénieurs Enerplan, qui s'occupe du suivi énergétique de l'ensemble du bâtiment.
- Mise à disposition et relevé de l'Indice de Dépense de Chaleur IDC, pour les années 2015, 2016, 2017
- Surface de Référence Energétique SRE, téléchargée depuis le site "SITG"
-

PLAN DE SITUATION



PLAN DU SITE



PHOTOS DU SITE SELON REPERAGE CI-DESSUS

Bâtiment A: Entrée du bâtiment principal



Bâtiment F: Serre dans le bâtiment principal



Bâtiment R: Pavillon Edmond Vaucher façade sud



Bâtiment R: Pavillon Edmond Vaucher façade nord



Bâtiment D: Salles de classes



Bâtiment C: Laboratoires



Bâtiment J (Portakabin)



Bâtiment J (Portakabin)



Bâtiment I: Filière agronomie façade Est



Bâtiment I: Filière agronomie façade sud



Bâtiment H - I: Liaison entre bâtiments



Bâtiment H: Restaurant



Bâtiment A – H (Angle du restaurant et de l'internat)



Bâtiment G (Internat)



Bâtiment de la Ferme



Bâtiment de la Ferme (vue arrière)



Bâtiment HES



Bâtiment HES (vue arrière)



Bâtiment K: Arboriculture



Bâtiment L: Horticulture



Bât N: Cultures maraichères



Bât O: Ateliers de mécanique



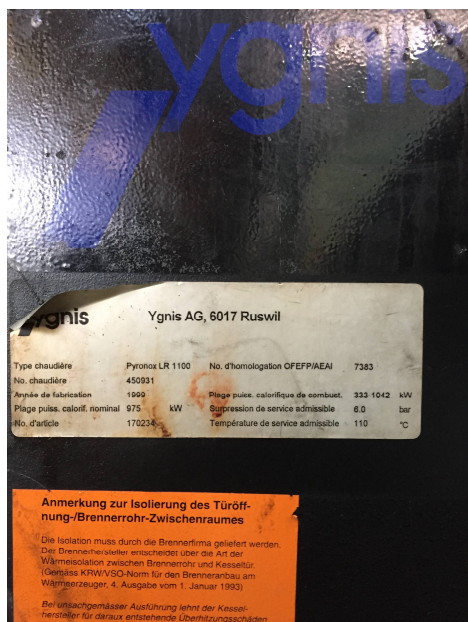
Bât P : Arboriculture



Bât M : Chaufferie



PHOTOS DE LA PRODUCTION DE LA CHALEUR (bâtiment H)**Chaudière N°1 (YGNIS)****Brûleur de la chaudière N°1 (2'500 kW))****Plaquette chaudière N°1****Plaquette bruleur N°1**

Chaudière N°2 (YGNIS)**Brûleur chaudière N°2 (1'000 kW)****Plaquette chaudière N°2****Plaquette brûleur N°2**

Citernes à mazout (1 x 650 m² et 1 x 350 m²)

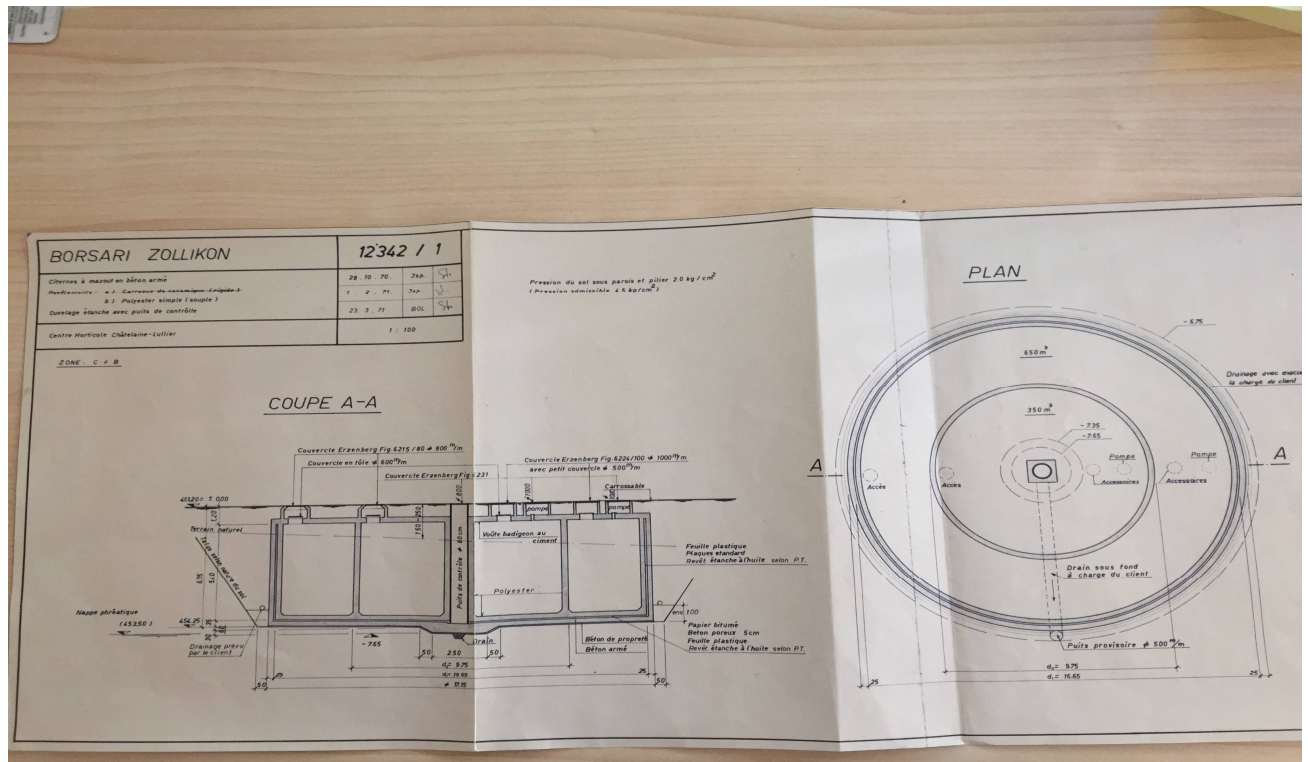


Pompe de transfert de mazout



Dispositif de détection de fuite d'une des cuves



Plan de conception des citernes à mazout

DISTRIBUTION DE LA CHALEUR AUX UTILISATEURS

Chaudière à bois (Müller)



Plaquette chaudière à bois (1'000kW)



Système d'expansion



ECS secteur arrosage



Collecteur de chauffage (primaire)



Secteurs de chauffage (Sous station)



Secteur des cultures maraichères



Secteur des Cultures florales



Tableau du courant fort en chaufferie



Tableau de commande dans la chaufferie



Commande des appareils de chauffage



Tableau électrique de chauffage



2. GENERALITES – PRODUCTION DE CHALEUR

- La chaufferie est située dans le bâtiment repéré par la lettre M sur le plan du site ci-avant. Son accès se fait directement depuis le chemin de desserte du site. La chaleur est distribuée à l'ensemble des bâtiments ainsi qu'aux serres du centre horticole. Un réseau de conduites de chauffage distribue la chaleur à chaque sous-stations des bâtiments.
- La production de chaleur pour l'ensemble des utilisateurs est assurée par trois chaudières dépourvues de récupérateurs de chaleur sur les gaz de fumées, fonctionnant au mazout et au bois pour l'une d'entre elles. Ceci permet une utilisation des énergies en mode complémentaire et en secours en cas d'anomalie sur l'une d'entre elles.
- Les citernes de stockage de mazout enterrées à proximité du terrain de sport sont réalisées en béton avec double paroi. Au nombre de deux, elles ont une capacité de 350'000 litres et 650'000 litres. Un dispositif de détection de fuite de type VACUM permet la surveillance de l'étanchéité des bassins. Chacune des cuves possède une pompe de transfert reliées à la chaufferie par l'intermédiaire d'une conduite en acier.
- Les deux chaudières à mazout sont équipées de brûleurs modulants à air pulsé pour un régime de fonctionnement progressif.
- L'eau chaude sanitaire est produite au moyen de chauffe-eaux placés dans chaque sous stations bâtiments du site et par l'intermédiaire d'un échangeur installé dans la chaufferie. La chaleur est amenée sur les chauffe-eaux par l'intermédiaire des réseaux de chauffage à distance depuis la chaufferie principale. Le chauffe-eau du bâtiment L est installé directement dans la chaufferie.
- Un réseau de conduites primaires en acier noir, reliant les trois chaudières et transitant au plafond de la chaufferie, alimente le collecteur-distributeur principal, où nous trouvons tous les secteurs de distribution des utilisateurs.
L'ensemble des secteurs se compose chacun d'un groupe en mélange avec circulateur de distribution et vannes de régulation à 3 voies, permettant d'ajuster la température de départ.
Seul le secteur qui alimente la production de chaleur pour l'eau d'arrosage est en direct. Deux secteurs sont déportés du collecteur principal.
- Les installations de production de chaleur sont commandées et régulées par deux unités MCR de marque SIEMENS, intégrées dans une des armoires électriques en chaufferie.
Chaque unité de commande et de gestion des installations CVC réparties sur l'ensemble du site sont autonomes et ne dialoguent pas ensemble de manière à optimiser les réglages.

3. CONSTATS SUR L'ETAT EXISTANT

Nous décrivons ci-après les principes de base des installations existantes, ceci dans le but d'évaluer les possibilités d'assainissement futures.

3.1 Chaudières

La production de chaleur est assurée par 2 chaudières fonctionnant au mazout et une unité principale fonctionnant avec des plaquettes de bois.

- La chaudière N°1 fonctionnant au mazout, de marque Ygnis modèle PYRONOX LN 2905, d'une puissance nominale de 2'905 kW pour une température de départ de 90°C, date de 1999.
- La chaudière N°2 fonctionnant au mazout, de marque Ygnis modèle PYRONOX LR 1'100, d'une puissance nominale de 905kW pour une température de départ de 90°C, date de 1999.
- Les chaudières à mazout sont de type Low Nox, équipées d'un dispositif de recirculation des gaz de combustion.
- La chaudière N°3 fonctionnant avec des plaquettes de bois, de marque MÜLLER TMV 17 H, d'une puissance nominale de 1'000 kW pour une température de départ MAX de 110°C, date de 2'000.

Une cheminée en acier inoxydable autoportante est placée à l'arrière de chaque chaudière et se prolonge verticalement jusqu'en toiture du bâtiment M.

L'air de combustion est prélevé à l'extérieur par une grille placée en façade.

3.2 Brûleurs

Les deux brûleurs à mazout sont de type modulants ce qui leur permet de s'adapter à un fonctionnement à charge partielle.

Chaudière N°1 : 1x brûleur à MAZOUT Low Nox ELCO EK6-350L-ROY (progressif) année 1999

Chaudière N°2 : 1x brûleur à MAZOUT Low-Nox ELCO EK5-130L-ROT - (progressif) année 1999

Chaudière N°3 : Système de combustion intégré à la chaudière.

3.3 Citernes à mazout

Les citernes à mazout sont enterrées et réalisées en béton. De forme cylindrique et concentrique, ces dernières datent du début des années 1970. Leurs contenances sont de 650 m³ et 350 m³. Selon les informations que nous avons obtenues sur le site, le revêtement d'étanchéité intérieur a été refait il y a une dizaine d'années. Leur état est jugé satisfaisant et aucune fuite de mazout n'a été constatée, si tel devait être le cas un regard de contrôle est présent.

3.4 Maintien de pression et expansion

Un groupe de maintien de pression motorisé de type Pneumatex Transféro, combiné avec un système d'expansion composé de trois vases EGX 1500 litres, assure la dilatation de l'ensemble des réseaux de chauffage primaire. La protection des éléments est garantie par deux vases tampons placés en aval. L'ensemble du dispositif semble en bon état de marche mais date de la fin des années nonante.

3.5 Eau chaude sanitaire

Dans le local de la chaufferie est installée la production d'eau pour l'arrosage des cultures ainsi qu'un chauffe-eau de 1500 litres dédié au bâtiment repéré par la lettre L sur le plan.

Les autres bâtiments du site sont équipés de chauffe-eaux individuels placés dans chaque sous-stations, alimentés en énergie par le réseau de chauffage à distance.

3.6 Groupes de distribution de chaleur

Le réseau de chauffage primaire partant des chaudières, alimente le "collecteur-distributeur" principal situé en mezzanine qui est constitué en deux parties distinctes avec un secteur départ et un secteur retour placés parallèlement.

Sur le collecteur distributeur principal, nous trouvons six secteurs, ainsi que deux secteurs déportés.

Chaque circuit de chauffage est monté en mélange avec vanne de régulation sur le départ, by-pass et circulateur de distribution. Le secteur ECS est raccordé en direct. Le réglage de la température est fait par la vanne de régulation placée sur l'échangeur de chaleur ECS.

La répartition des secteurs de chauffage est faite de la manière suivante:

Collecteur distributeur principal:

- Secteur du chauffage à distance de la ferme, température de fonctionnement 80 / 60°C
- Secteur de la production ECS : 80 / 60°C
- Secteur du chauffage à distance Nord : 80 / 60°C
- Secteur du chauffage à distance Est : 80 / 60°C
- Secteur du chauffage pour l'arrosage : 80 / 60°C
- Secteur du chauffage à distance Ouest : 80 / 60°C

Secteurs déportés du collecteur principal:

- Secteur Maraîchers 80 / 60°C
- Secteur Floriculture. 80 / 60°C

3.7 Données énergétiques existantes

Nous basant sur le site de l'Etat de Genève SITG et sur les documents qui nous ont été fournis concernant les consommations d'énergie, nous avons obtenu les informations suivantes :

➤ **Les indices de dépense de chaleur (IDC)**

La valeur moyenne globale du site, basée sur les des trois dernières années (2015-2017), qui a été remise au "Service Cantonal de l'Energie" est d'env. 478 MJ/m²an. Ces valeurs sont stables sur l'ensemble des années considérées.

La Surface de Référence Energétique (SRE) totale du site considérée est de 17'094 m².

Pour ce genre de bâtiment, les valeurs obtenues correspondent au type de constructions réalisées dans les années 1970.

Pour rappel, le seuil limite prévu par la nouvelle loi sur l'énergie (REn), entrée en vigueur depuis 2010, est de 600 MJ/m²an.

A noter qu'à notre connaissance, aucun travail majeur de réfection sur l'enveloppe du bâtiment n'a été réalisée jusqu'à présent, à l'exception de la toiture du bâtiment de la cafétéria.

TABLEAU RECAPITULATIF DES IDC DU SITE

Bâtiment	SRE (m ²)	IDC 2017 (MJ/m ² .ans)	IDC 2016 (MJ/m ² .ans)	IDC 2015 (MJ/m ² .ans)	Moyenne (MJ/m ² .ans)
Bâtiment principal	8982	422	493	521	479
Bâtiment annexe 1	539	422	493	521	479
Bâtiment annexe 2	1201	401	491	521	471
Pavillon Edmond Vaucher	1392	424	495	521	480
Ferme 1	473	421	493	521	478
Ferme 2	588	424	494	521	480
Ateliers dépôts 1	840	424	494	521	480
Ateliers dépôts 2	1294	423	493	521	479
Atelier dépôts 3	638	424	495	521	480
Ateliers dépôts 4	593	420	490	521	477
Travaux pratiques 1	215	415	502	521	479
Travaux pratiques 2	339	420	490	521	477
Total (m²)	17094			Global	478

De manière générale il n'y a pas d'écarts significatifs entre les différents bâtiments, les éléments de l'enveloppe sont de qualités identiques.

Les serres sont également chauffées par la production de chaleur centrale mais ne sont pas considérées dans le calcul des IDC (Process).

3.8 Calcul de la déperdition des bâtiments et serres

Afin d'évaluer plus précisément la consommation de chaleur par chacun des bâtiments chauffés, nous avons exécuté une calorimétrie, en nous basant sur les données et relevés réalisés sur place.

Bâtiment repéré sur le plan du site: A à H

Local	N°	661	Designation : Bâtiment principal sous sol					
Temp. int.	Temp.ext.	Longueur	Largeur	Surface	Hauteur	Volume	F. vent. mécanique	
[°C]	[°C]	[m]	[m]	[m²]	[m]	[m³]	% extra. App. En GV	
20	-6	50.75	12.00	609.00	4.15	2'527.35		
Transmission								
Orientation	Type surface	Longueur	Larg. - Haut.	Surface	Coef. U	Delta T	Maj.	Puissance
		[m]	[m]	[m²]	[w/m²K]	[K]	[%]	[w]
N	Fa1	43.20	4.15	179.28	2.50	26	0%	11653
N	Mex1	7.50	4.15	31.13	0.80	26	0%	647
E	Mex2	12.55	4.15	52.08	0.80	26	0%	1083
E	Ment1	17.60	4.15	73.04	0.80	10	0%	584
S	Mex3	5.36	4.15	22.24	0.80	26	0%	463
s	Fa2	2.20	4.15	9.13	2.50	26	0%	593
O	FA3	14.32	4.15	59.43	2.50	26	0%	3863
S	Mex3	5.48	4.15	22.74	0.80	26	0%	473
O	Fa4	5.11	4.15	21.21	2.50	26	0%	1378
N	Mex4	5.48	4.15	22.74	0.80	26	0%	473
N	Fa5	2.20	4.15	9.13	2.50	10	0%	228
Bas	So1	50.00	10.50	525.00	0.80	10	0%	4200
Bas	So2	22.00	7.30	160.60	0.80	10	0%	1285
						Puissance		26925
						Puis.au m³	w/m³	11
Ventilation								
Vent. Méca.	Débit cons.	Surf. app.	Puissance	Puis.au m³				
[m³/h]	[m³/h]	[m²]	[w]	[w/m³]				
	0		0	0				
Volume	Coef.	Delta T	Puissance	Puis.au m³				
[m³/h]		[K]	[w]	[w/m³]				
6'650.00	0.32	26	55328	22				
Débit total	coef.	Delta T	Puissance	Puis.au m³				
[m³/h]		[K]	[w]	[w/m³]				
	0.32	5	0	0				
					Puis. à installer			
					[w]			
					82253			
					Puis. au m³			
					[w/m³]			
					33			

Local	N°	661	Designation : Bâtiment principal rez						
Temp. int.	Temp.ext.		Longueur	Largeur	Surface	Hauteur	Volume	F. vent. mécanique	
[°C]	[°C]		[m]	[m]	[m²]	[m]	[m³]	% extra. App. En GV	
20	-6		175.00	30.52	5'341.00	3.60	19'227.60		
Transmission									
Orientation	Type surface		Longueur	Larg. - Haut.	Surface	Coef. U	Delta T	Maj.	Puissance
			[m]	[m]	[m²]	[W/m²K]	[K]	[%]	[W]
N	Fa1		43.20	3.60	155.52	2.50	26	0%	10109
N	Mex1		7.50	3.60	27.00	0.80	26	0%	562
E	Mex2		12.55	3.60	45.18	0.80	26	0%	940
E	Fa2		38.55	3.60	138.78	2.50	26	0%	9021
S	Fa3		19.26	3.60	69.34	2.50	26	0%	4507
S	Pe1		1.00	2.20	2.20	1.00	26	0%	57
E	Fa4		19.35	3.60	69.66	2.50	26	0%	4528
N	Fa5		63.00	3.60	226.80	2.50	26	0%	14742
N	Pe2		0.90	2.20	1.98	1.00	26	0%	51
E	Fa6		4.50	3.60	16.20	2.60	26	0%	1095
N	Pe3		1.00	2.20	2.20	1.00	26	0%	57
N	Mex3		2.66	3.60	9.58	0.80	26	0%	199
E	Mex4		14.75	3.60	53.10	0.80	26	0%	1104
E	Pe4		1.00	2.20	2.20	1.00	26	0%	57
s	Mex5		10.00	3.60	36.00	0.80	26	0%	749
s	Fa7		56.00	3.60	201.60	2.50	26	0%	13104
E	Pe5		4.00	2.20	8.80	1.00	26	0%	229
E	Fa8		20.00	3.60	72.00	2.50	26	0%	4680
N	Fa9		4.30	3.60	15.48	2.50	26	0%	1006
N	Pe6		1.00	2.20	2.20	1.00	26	0%	57
E	Fa10		67.60	3.60	243.36	2.50	26	0%	15818
E	Pe7		4.80	2.20	10.56	1.00	26	0%	275
S	Mex6		11.50	3.60	41.40	0.80	26	0%	861
S	Pe8		2.20	3.60	7.92	2.50	26	0%	515
S	Mex7		3.25	3.60	11.70	0.80	26	0%	243
O	Fa11		67.31	3.60	242.32	2.50	26	0%	15751
E	Pe9		4.80	2.20	10.56	1.00	26	0%	275
O	Fa12		43.65	3.60	157.14	2.50	26	0%	10214
E	Pe10		8.40	2.20	18.48	1.00	26	0%	480
S	Fa13		2.30	3.60	8.28	2.50	26	0%	538
E	Pe11		2.20	2.20	4.84	1.00	26	0%	126
O	Fa14		9.65	3.60	34.74	2.50	26	0%	2258
S	Fa15		2.30	3.60	8.28	2.50	26	0%	538
E	Pe12		2.20	2.20	4.84	1.00	26	0%	126
O	Fa16		9.80	3.60	35.28	2.50	26	0%	2293
S	Fa17		2.40	3.60	8.64	2.50	26	0%	562
O	Fa18		2.73	3.60	9.83	2.50	26	0%	639
S	Fa19		14.90	3.60	53.64	2.50	26	0%	3487
E	Pe13		2.20	2.20	4.84	1.00	26	0%	126
O	Fa20		14.90	3.60	53.64	2.50	26	0%	3487
N	Fa21		2.70	3.60	9.72	2.50	26	0%	632
O	Fa22		2.70	3.60	9.72	2.50	26	0%	632
S	Mex8		2.65	3.60	9.54	0.80	26	0%	198
O	Mex9		19.82	3.60	71.35	0.80	26	0%	1484
O	Fa23		12.00	3.60	43.20	2.50	26	0%	2808
Haut	TT1		110.00	28.80	3168.00	0.50	26	0%	41184
Bas	SO				4655.40	0.80	10	0%	37243
									0
									0
							Puissance		209647
							Puis. au m³	W/m³	11

Ventilation					Puis. à installer [W]	
Vent. Méca. [m³/h]	Débit cons. [m³/h]	Surf. app. [m²]	Puissance [W]	Puis. au m³ [W/m³]	257636	
	0		0	0		
Volume [m³/h]	Coef.	Delta T [K]	Puissance [W]	Puis. au m³ [W/m³]	Puis. au m³ [W/m³]	
5'768.00	0.32	26	47990	2		
Débit total [m³/h]	coef.	Delta T [K]	Puissance [W]	Puis. au m³ [W/m³]	13	
	0.32	5	0	0		

Local	N°	Designation : Bâtiment principal 1er étage						
Temp. int. [°C]	Temp.ext. [°C]	Longueur [m]	Largeur [m]	Surface [m²]	Hauteur [m]	Volume [m³]	F. vent. mécanique % extra. App. En GV	
20	-6	135.00	14.16	1911.60	3.00	5734.80		
Transmission								
Orientation	Type surface	Longueur [m]	Larg. - Haut. [m]	Surface [m²]	Coef. U [W/m²K]	Delta T [K]	Maj. [%]	Puissance [W]
N	Fa1	2.30	3.00	6.90	2.50	26	0%	449
N	Mex1	7.50	3.00	22.50	0.80	26	0%	468
N	Fa2	2.40	3.00	7.20	2.50	26	0%	468
N	Mex2	4.80	3.00	14.40	0.80	26	0%	300
N	Fa3	14.60	3.00	43.80	2.50	26	0%	2847
N	Mex3	4.80	3.00	14.40	0.80	26	0%	300
N	Fa4	1456.00	3.00	4368.00	2.50	26	0%	283920
N	Mex4	14.70	3.00	44.10	0.80	26	0%	917
E	Mex5	14.80	3.00	44.40	0.80	26	0%	924
S	Fa5	65.35	3.00	196.05	2.50	26	0%	12743
O	Fa6	9.95	3.00	29.85	1.60	26	0%	1242
O	Fa7	4.92	3.00	14.76	2.50	26	0%	959
Haut	TT	68.00	14.20	965.60	0.40	26	0%	10042
N	Mex6	7.15	3.00	21.45	0.80	26	0%	446
N	Fa8	1.94	3.00	5.82	2.50	26	0%	378
N	Mex7	7.15	3.00	21.45	0.80	26	0%	446
E	Fa9	72.70	3.00	218.10	2.50	26	0%	14177
S	Mex8	7.15	3.00	21.45	0.80	26	0%	446
S	Fa10	2.20	3.00	6.60	2.50	26	0%	429
S	Mex9	7.15	3.00	21.45	0.80	26	0%	446
O	Fa11	72.70	3.00	218.10	2.50	26	0%	14177
N	Fa12	15.90	3.00	47.70	2.50	26	0%	3101
E	Fa13	15.70	3.00	47.10	2.50	26	0%	3062
S	Fa14	15.90	3.00	47.70	2.50	26	0%	3101
O	Fa15	15.70	3.00	47.10	2.50	26	0%	3062
								0
								0
								0
								0
Puissance								358847
Puis. au m³						W/m³		63

Ventilation					Puis. à installer [W]	
Vent. Méca. [m³/h]	Débit cons. [m³/h]	Surf. app. [m²]	Puissance [W]	Puis. au m³ [W/m³]	373161	
	0		0	0		
Volume [m³/h]	Coef.	Delta T [K]	Puissance [W]	Puis. au m³ [W/m³]	Puis. au m³ [W/m³]	
1'720.44	0.32	26	14314	2		
Débit total [m³/h]	coef.	Delta T [K]	Puissance [W]	Puis. au m³ [W/m³]	65	
	0.32	5	0	0		

Local	N°	661	Designation : Bâtiment principal 2 ème étage					
Temp. int.	Temp.ext.	Longueur	Largeur	Surface	Hauteur	Volume	F. vent. mécanique	
[°C]	[°C]	[m]	[m]	[m²]	[m]	[m³]	% extra. App. En GV	
20	-6	66.45	14.16	940.93	3.00	2'822.80		
Transmission								
Orientation	Type surface	Longueur	Larg. - Haut.	Surface	Coef. U	Delta T	Maj.	Puissance
		[m]	[m]	[m²]	[W/m²K]	[K]	[%]	[W]
N	Mex6	7.15	3.00	21.45	0.80	26	0%	446
N	Fa8	1.94	3.00	5.82	2.50	26	0%	378
N	Mex7	7.15	3.00	21.45	0.80	26	0%	446
E	Fa9	72.70	3.00	218.10	2.50	26	0%	14177
S	Mex8	7.15	3.00	21.45	0.80	26	0%	446
S	Fa10	2.20	3.00	6.60	2.50	26	0%	429
S	Mex9	7.15	3.00	21.45	0.80	26	0%	446
O	Fa11	72.70	3.00	218.10	2.50	26	0%	14177
Haut	TT	66.45	14.60	970.17	0.40	26	0%	10090
						Puissance		41035
						Puis.au m³	W/m³	15
Ventilation								
Vent. Méca.	Débit cons.	Surf. app.	Puissance	Puis.au m³	Puis. à installer			
[m³/h]	[m³/h]	[m²]	[W]	[W/m³]	[W]			
	0		0	0	48080			
Volume	Coef.	Delta T	Puissance	Puis.au m³	Puis. au m³			
[m³/h]		[K]	[W]	[W/m³]	[W/m³]			
846.84	0.32	26	7046	2	17			
Débit total	coef.	Delta T	Puissance	Puis.au m³				
[m³/h]		[K]	[W]	[W/m³]				
	0.32	5	0	0				
					Puis. à installer			
					[W]			
					48080			
					Puis. au m³			
					[W/m³]			
					17			

Bâtiment repéré sur le plan du site: R Centre Edmond Vaucher

Local	N°	1230	Designation : Pavillon Edmond Vaucher Rez de chaussée					
Temp. int. [°C]	Temp.ext. [°C]	Longueur [m]	Largeur [m]	Surface [m²]	Hauteur [m]	Volume [m³]	F. vent. mécanique % extra. App. En GV	
20	-6	60.20	11.50	692.30	5.00	3'461.50		
Transmission								
Orientation	Type surface	Longueur [m]	Larg. - Haut. [m]	Surface [m²]	Coef. U [W/m²K]	Delta T [K]	Maj. [%]	Puissance [W]
Rez-N	Mex	60.22	2.50	150.55	1.50	26	0%	5871
N	Fe	47.30	0.40	18.92	2.80	26	0%	1377
E	Mex	11.56	2.50	28.90	1.50	26	0%	1127
E	Pe	1.00	2.20	2.20	3.00	26	0%	172
S	Mex	60.22	2.50	150.55	1.50	26	0%	5871
S	Fe	45.30	1.30	58.89	2.80	26	0%	4287
S	Pe	2.00	2.20	4.40	3.00	26	0%	343
O	Mex	11.56	2.50	28.90	1.50	26	0%	1127
E	Pe	1.00	2.20	2.20	3.00	26	0%	172
Bas	So	60.22	11.50	692.53	1.50	10	0%	10388
N	Fe	47.30	1.30	61.49	2.80	26	0%	4476
E	Mex	11.56	2.50	28.90	1.50	26	0%	1127
E	Pe	1.00	2.20	2.20	3.00	26	0%	172
S	Mex	60.22	2.50	150.55	1.50	26	0%	5871
S	Fe	47.30	1.30	61.49	2.80	26	0%	4476
O	Mex	11.56	2.50	28.90	1.50	26	0%	1127
E	Pe	1.00	2.20	2.20	3.00	26	0%	172
Haut	So	60.22	11.50	692.53	1.50	10	0%	10388
				0.00				
				0.00				
				0.00				
						Puissance		58546
						Puis.au m³	W/m²	17
Ventilation								
Vent. Méca. [m³/h]	Débit cons. [m³/h]	Surf. app. [m²]	Puissance [W]	Puis.au m³ [W/m²]	Puis. à installer [W]			
	0		0	0	67182			
Volume [m³/h]	Coef.	Delta T [K]	Puissance [W]	Puis.au m³ [W/m²]				
1'038.00	0.32	26	8636	2				
Débit total [m³/h]	coef.	Delta T [K]	Puissance [W]	Puis.au m³ [W/m²]	Puis. au m³ [W/m²]			
	0.32	5	0	0	19			

Bâtiment repéré sur le plan du site: J Salles de cours Portakabin

[illegible]

Bâtiment repéré sur le plan du site: I 907

Local	N°	907	Designation :					Filière agronomie	
Temp. int. [°C]	Temp.ext. [°C]	Longueur [m]	Largeur [m]	Surface [m²]	Hauteur [m]	Volume [m³]	F. vent. mécanique % extra. App. En GV		
20	-6	23.50	23.50	552.25	8.20	4'528.45			
Transmission									
Orientation	Type surface	Longueur [m]	Larg. - Haut. [m]	Surface [m²]	Coef. U [W/m²K]	Delta T [K]	Maj. [%]	Puissance [W]	
Rez_N	Mex	15.50	1.30	20.15	0.80	26	0%	419	
Rez_N	Fe	15.50	1.70	26.35	2.50	26	0%	1713	
Rez_N	Pe	3.20	2.20	7.04	1.00	26	0%	183	
RezE	Pe	1.50	3.80	5.70	2.80	26	0%	415	
Rez_O	Pe	1.50	3.80	5.70	2.80	26	0%	415	
Rez_S	Mex	15.50	1.30	20.15	0.80	26	0%	419	
Rez_N	Fe	15.50	1.70	26.35	2.50	26	0%	1713	
Etage N	Mex	22.80	2.00	45.60	0.80	26	0%	948	
Etage N	Fe	22.80	1.80	41.04	2.50	26	0%	2668	
Etage E	Mex	22.80	2.00	45.60	0.80	26	0%	948	
Etage E	Fe	22.80	1.80	41.04	2.50	26	0%	2668	
Rez_S	Mex	15.50	1.30	20.15	0.80	26	0%	419	
Rez_S	Fe	15.50	1.70	26.35	2.50	26	0%	1713	
Etage S	Mex	22.80	2.00	45.60	0.80	26	0%	948	
Etage S	Fe	22.80	1.80	41.04	2.50	26	0%	2668	
Rez O	Mex	7.20	1.30	9.36	0.80	26	0%	195	
Rez O	Mex	8.80	4.00	35.20	0.80	10	0%	282	
Rez O	Pe	1.20	2.20	2.64	1.00	10	0%	26	
Rez O	Mex	7.00	1.30	9.10	0.80	26	0%	189	
Rez O	Fe	7.00	1.70	11.90	2.50	26	0%	774	
TT N	Mex	7.90	1.00	7.90	0.80	26	0%	164	
TT N	Fe	7.90	1.00	7.90	2.50	26	0%	514	
TT E	Mex	7.90	1.00	7.90	0.80	26	0%	164	
TT E	Fe	7.90	1.00	7.90	2.50	26	0%	514	
TT S	Mex	7.90	1.00	7.90	0.80	26	0%	164	
TT S	Fe	7.90	1.00	7.90	2.50	26	0%	514	
TT O	Mex	7.90	1.00	7.90	0.80	26	0%	164	
TT O	Fe	7.90	1.00	7.90	2.50	26	0%	514	
Haut	TT	23.50	23.50	552.25	0.80	26	0%	11487	
Bas	So	23.50	23.50	552.25	0.80	10	0%	4418	
						Puissance		38338	
						Puis.au m³	W/m²	8	
Ventilation									
Vent. Méca. [m³/h]	Débit cons. [m³/h]	Surf. app. [m²]	Puissance [W]	Puis.au m³ [W/m²]	Puis. à installer [W]				
	0		0	0	49641				
Volume [m³/h]	Coef.	Delta T [K]	Puissance [W]	Puis.au m³ [W/m²]					
1'358.54	0.32	26	11303	2					
Débit total [m³/h]	coef.	Delta T [K]	Puissance [W]	Puis.au m³ [W/m²]	Puis. au m³ [W/m²]				
	0.32	5	0	0	11				

Bâtiment repéré sur le plan du site: I 250 Ferme

Local	N°	250	Designation :		Ferme			
Temp. int. [°C]	Temp.ext. [°C]	Longueur [m]	Largeur [m]	Surface [m²]	Hauteur [m]	Volume [m³]	F. vent. mécanique % extra. App. En GV	
20	-6	13.50	20.00	270.00	8.20	2'214.00		
Transmission								
Orientation	Type surface	Longueur [m]	Larg. - Haut. [m]	Surface [m²]	Coef. U [W/m²K]	Delta T [K]	Maj. [%]	Puissance [W]
No	Mex	6.25	8.50	53.13	0.80	26	0%	1105
No	Pe	1.20	2.20	2.64	1.80	26	0%	124
No	Fe	0.30	0.60	0.18	1.80	26	0%	8
No	Mex	13.70	4.00	54.80	0.80	26	0%	1140
No	Pe	3.25	4.00	13.00	2.00	16	0%	416
No	Pe	2.00	2.20	4.40	2.00	16	0%	141
No	Fe	1.84	1.00	1.84	2.00	16	0%	59
No	Fe	3.50	1.00	3.50	2.00	16	0%	112
SE	Mex	13.70	4.00	54.80	0.80	16	0%	701
SE	Pe	3.25	4.00	13.00	2.00	16	0%	416
SE	Pe	2.00	2.20	4.40	2.00	16	0%	141
SE	Fe	1.84	1.00	1.84	2.00	16	0%	59
SE	Fe	3.50	1.00	3.50	2.00	16	0%	112
Ne	Mex	13.00	4.00	52.00	0.8	16	0%	666
Ne	MM	13.00	4.00	52.00	0.80	5	0%	208
Se	Mex	6.10	8.50	51.85	0.80	26	0%	1078
Se	Pe	1.20	2.20	2.64	2.00	26	0%	137
So	Mex	13.50	8.50	114.75	0.80	26	0%	2387
So	Fe	8.00	1.50	12.00	2.00	26	0%	624
So	Fe	4.00	1.05	4.20	2.00	26	0%	218
haut	TT	13.50	13.40	180.90	2.00	10	0%	3618
haut	tt	13.50	5.50	74.25	2.00	26	0%	3861
bas	So	13.50	13.40	180.90	0.80	5	0%	724
bas	So	13.50	6.00	81.00	0.80	10	0%	648
						Puissance		18703
						Puis.au m³	W/m³	8
Ventilation								
Vent. Méca. [m³/h]	Débit cons. [m³/h]	Surf. app. [m²]	Puissance [W]	Puis.au m³ [W/m²]	Puis. à installer [W]			
	0		0	0	24229			
Volume [m³/h]	Coef.	Delta T [K]	Puissance [W]	Puis.au m³ [W/m²]				
664.20	0.32	26	5526	2				
Débit total [m³/h]	coef.	Delta T [K]	Puissance [W]	Puis.au m³ [W/m²]	Puis. au m³ [W/m²]			
	0.32	5	0	0	11			

Bâtiment repéré sur le plan du site: I 251 Laboratoires

[illegible]

Bâtiment repéré sur le plan du site: K 639 Ateliers

Local	N°	Bat K	Designation :	Ateliers				
Temp. int. [°C]	Temp.ext. [°C]	Longueur [m]	Largeur [m]	Surface [m²]	Hauteur [m]	Volume [m³]	F. vent. mécanique % extra. App. En GV	
20	-6	100.00	8.30	830.00	5.00	4'150.00		
Transmission								
Orientation	Type surface	Longueur [m]	Larg. - Haut. [m]	Surface [m²]	Coef. U [W/m²K]	Delta T [K]	Maj. [%]	Puissance [W]
N	Me	9.20	5.00	46.00	0.80	26	0%	957
N	Pe	1.80	2.20	3.96	2.00	26	0%	206
O	Me	2.75	5.00	13.75	0.80	6	0%	66
O	Pe	1.60	2.20	3.52	2.00	14	0%	99
N	Me	7.90	5.00	39.50	0.80	14	0%	442
E	Me	23.20	5.00	116.00	0.80	14	0%	1299
N	Mi	7.90	5.00	39.50	1.20	14	0%	664
E	Me	9.80	5.00	49.00	0.80	14	0%	549
E	Me	7.50	5.00	37.50	0.80	26	0%	780
E	Me	20.50	5.00	102.50	0.80	14	0%	1148
S	Me	10.00	5.00	50.00	0.80	14	0%	560
O	Fa	20.50	5.00	102.50	2.50	14	0%	3588
O	Fa	7.50	5.00	37.50	2.50	26	0%	2438
O	Fa	9.80	5.00	49.00	2.50	14	0%	1715
O	Fa	63.50	5.00	317.50	2.50	14	0%	11113
O	Fa	3.00	5.00	15.00	2.5	26	0%	975
bas	So	10.00	10.00	100.00	0.80	10	0%	800
Bas	So	73.00	10.00	730.00	0.80	4	0%	2336
Haut	TT	10.00	10.00	100.00	0.80	26	0%	2080
haut	TT	73.00	10.00	730.00	0.80	14	0%	8176

Bâtiment repéré sur le plan du site: L1 639 Ateliers

Local	N°	Bat L1	Designation :	Ateliers				
Temp. int. [°C]	Temp.ext. [°C]	Longueur [m]	Largeur [m]	Surface [m²]	Hauteur [m]	Volume [m³]	F. vent. mécanique % extra. App. En GV	
20	-6	10.00	28.00	280.00	5.00	1'400.00		
Transmission								
Orientation	Type surface	Longueur [m]	Larg. - Haut. [m]	Surface [m²]	Coef. U [W/m²K]	Delta T [K]	Maj. [%]	Puissance [W]
N	Fa	2.60	5.00	13.00	0.80	26	0%	270
N	Fa	5.00	5.00	25.00	2.50	14	0%	875
E	Me	9.50	5.00	47.50	0.80	14	0%	532
S	Fa	15.15	5.00	75.75	2.50	14	0%	2651
S	Fa	5.00	5.00	25.00	2.50	26	0%	1625
S	Fa	10.20	5.00	51.00	2.50	14	0%	1785
O	Me	9.30	5.00	46.50	0.80	14	0%	521
N	Fa	12.60	5.00	63.00	2.50	14	0%	2205
N	Me	2.65	5.00	13.25	2.50	26	0%	861
N	Fa	7.55	5.00	37.75	2.50	14	0%	1321
Bas	So	10.00	4.48	44.80	0.80	14	0%	502
Bas	So	10.00	23.50	235.00	0.80	4	0%	752
Haut	TT	10.00	4.48	44.80	0.80	26	0%	932
Haut	TT	10.00	23.50	235.00	0.80	14	0%	2632
						</		

Bâtiment repéré sur le plan du site: L2 639 Ateliers

[illegible]

Bâtiment repéré sur le plan du site: N 639 Ateliers

Local	N°	Bat N	Designation :	Ateliers				
Temp. int. [°C]	Temp.ext. [°C]	Longueur [m]	Largeur [m]	Surface [m²]	Hauteur [m]	Volume [m³]	F. vent. mécanique % extra. App. En GV	
20	-6	10.00	71.90	719.00	5.00	3'595.00		
Transmission								
Orientation	Type surface	Longueur [m]	Larg. - Haut. [m]	Surface [m²]	Coef. U [W/m²K]	Delta T [K]	Maj. [%]	Puissance [W]
N	Me	4.20	5.00	21.00	0.80	26	0%	437
E	Me	2.67	5.00	13.35	0.80	26	0%	278
N	Me	5.36	5.00	26.80	0.80	14	0%	300
E	Me	12.70	5.00	63.50	0.80	14	0%	711
S	Me	9.51	5.00	47.55	0.80	14	0%	533
O	Fa	12.71	5.00	63.55	2.50	14	0%	2224
O	Fa	2.67	5.00	13.35	2.50	26	0%	868
N	Me	9.51	5.00	47.55	0.80	14	0%	533
E	Me	22.91	5.00	114.55	0.80	14	0%	1283
S	Me	9.51	5.00	47.55	0.80	14	0%	533
O	Fa	22.91	5.00	114.55	2.50	14	0%	4009
N	Me	9.51	5.00	47.55	0.80	26	0%	989
E	Me	10.24	5.00	51.20	0.80	26	0%	1065
E	Me	28.00	5.00	140.00	0.80	14	0%	1568
S	Me	9.51	5.00	47.55	0.80	14	0%	533
O	Fa	28.00	5.00	140.00	2.5	14	0%	4900
O	Me	10.24	5.00	51.20	2.20	26	0%	2929
Bas	So	10.00	10.90	109.00	0.80	10	0%	872
Bas	So	10.00	61.00	610.00	0.80	4	0%	1952
Haut	TT	10.00	10.90	109.00	0.80	26	0%	2267
Haut	TT	10.00	61.00	610.00	0.80	14	0%	6832

Bâtiment repéré sur le plan du site: 0 Ateliers

Local	N°	Bat O	Designation : Ateliers					
Temp. int. [°C]	Temp.ext. [°C]	Longueur [m]	Largeur [m]	Surface [m²]	Hauteur [m]	Volume [m³]	F. vent. mécanique % extra. App. En GV	
20	-6	10.00	64.20	642.00	5.00	3'210.00		
Transmission								
Orientation	Type surface	Longueur [m]	Larg. - Haut. [m]	Surface [m²]	Coef. U [W/m²K]	Delta T [K]	Maj. [%]	Puissance [W]
N	Fa	10.00	5.00	50.00	2.50	14	0%	1750
E	Me	2.00	5.00	10.00	0.80	14	0%	112
N	Me	6.50	5.00	32.50	0.80	14	0%	364
N	Fa	11.20	5.00	56.00	2.50	26	0%	3640
N	Fa	17.80	5.00	89.00	2.50	14	0%	3115
N	Me	5.00	5.00	25.00	0.80	14	0%	280
N	Me	5.20	5.00	26.00	0.80	26	0%	541
N	Fa	2.40	5.00	12.00	2.50	14	0%	420
N	Me	104.00	5.00	520.00	0.80	14	0%	5824
N	Me	4.84	5.00	24.20	0.80	26	0%	503
E	Mi	6.23	5.00	31.15	0.80	26	0%	648
E	Mi	2.90	5.00	14.50	0.80	14	0%	162
S	Me	4.80	5.00	24.00	0.80	14	0%	269
S	Me	10.40	5.00	52.00	0.80	26	0%	1082
S	Fa	2.40	5.00	12.00	2.50	14	0%	420
S	Me	3.24	5.00	16.20	0.8	26	0%	337
S	Me	7.16	5.00	35.80	0.80	14	0%	401
S	Fa	2.50	5.00	12.50	2.50	14	0%	438
S	Fa	2.40	5.00	12.00	2.50	26	0%	780
S	Fa	25.25	5.00	126.25	2.50	4	0%	1263
O	Me	9.60	5.00	48.00	0.80	14	0%	538
Bas	So	9.80	48.00	470.40	0.80	4	0%	1505
Bas	So	9.80	17.50	171.50	0.80	10	0%	1372
Haut	TT	9.80	48.00	470.40	0.80	14	0%	5268
Haut	TT	9.80	17.50	171.50	0.80	26	0%	3567
						Puissance		34598
						Puis.au m³	W/m²	11
Ventilation								
Vent. Méca. [m³/h]	Débit cons. [m³/h]	Surf. app. [m²]	Puissance [W]	Puis.au m³ [W/m²]	Puis. à installer [W]			
	0		0	0	42611			
Volume [m³/h]	Coef.	Delta T [K]	Puissance [W]	Puis.au m³ [W/m²]				
963.00	0.32	26	8012	2				
Débit total [m³/h]	coef.	Delta T [K]	Puissance [W]	Puis.au m³ [W/m²]	Puis. au m³ [W/m²]			
	0.32	5	0	0	13			

Bâtiment repéré sur le plan du site: P1 Ateliers

[illegible]

Bâtiment repéré sur le plan du site: P2 Ateliers

[illegible]

Serre située aux emplacements S1 à S9

Local	N°	1	Designation : SERRE						
Temp. int.	Temp.ext.	Longueur	Largeur	Surface	Hauteur	Volume	F. vent. mécanique		
[°C]	[°C]	[m]	[m]	[m²]	[m]	[m³]	% extra. App. En GV		
17	-6	85.00	27.00	2'295.00	6.30	14'458.50			
Transmission									
Orientation	Type surface	Longueur	Larg. - Haut.	Surface	Coef. U	Delta T	Maj.	Puissance	
		[m]	[m]	[m²]	[W/m²K]	[K]	[%]	[W]	
Nord	Verre	27.00	5.75	155.25	2.50	23	10%	9820	
Est	Verre	85.00	5.75	488.75	2.50	23	10%	30913	
Est	Verre	85.00	0.50	42.50	2.50	23	10%	2688	
Sud	Verre	27.00	5.75	155.25	2.50	23	10%	9820	
Ouest	Verre	85.00	0.50	42.50	2.50	23	10%	2688	
Haut	Verre	27.00	78.00	2106.00	2.50	23	10%	133205	
Haut	Verre	27.00	11.00	297.00	2.50	23	10%	18785	
Bas	Sol	85.00	27.00	2295.00	1.20	10	10%	30294	
						Puissance		238213	
						Puis.au m³	W/m³	16	
Ventilation									
Vent. Méca.	Débit cons.	Surf. app.	Puissance	Puis.au m³	Puis. à installer				
[m³/h]	[m³/h]	[m²]	[W]	[W/m²]	[W]				
	0		0	0	270137				
Volume	Coef.	Delta T	Puissance	Puis.au m³					
[m³/h]		[K]	[W]	[W/m²]					
4'337.55	0.32	23	31924	2					
Débit total	coef.	Delta T	Puissance	Puis.au m³	Puis. au m³				
[m³/h]		[K]	[W]	[W/m²]	[W/m³]				
	0.32	5	0	0	19				

Serre située aux emplacements S11 à S15

Local	N°	11	Designation : SERRE						
Temp. int.	Temp.ext.	Longueur	Largeur	Surface	Hauteur	Volume	F. vent. mécanique		
[°C]	[°C]	[m]	[m]	[m²]	[m]	[m³]	% extra. App. En GV		
17	-6	29.00	14.00	406.00	4.50	1'827.00			
Transmission									
Orientation	Type surface	Longueur	Larg. - Haut.	Surface	Coef. U	Delta T	Maj.	Puissance	
		[m]	[m]	[m²]	[W/m²K]	[K]	[%]	[W]	
N	Verre	29.00	3.00	87.00	2.80	23	10%	6163	
S	Verre	29.00	3.00	87.00	2.80	23	10%	6163	
O	Verre	14.00	4.50	63.00	2.80	23	10%	4463	
Haut	Verre	29.00	15.20	440.80	2.80	23	10%	31226	
Bas	sol	29.00	14.00	406.00	1.20	10	10%	5359	
								0	
								0	
								0	
						Puissance		53375	
						Puis.au m³	W/m³	29	
Ventilation									
Vent. Méca.	Débit cons.	Surf. app.	Puissance	Puis.au m³	Puis. à installer				
[m³/h]	[m³/h]	[m²]	[W]	[W/m²]	[W]				
	0		0	0	60098				
Volume	Coef.	Delta T	Puissance	Puis.au m³					
[m³/h]		[K]	[W]	[W/m²]					
913.50	0.32	23	6723	4					
Débit total	coef.	Delta T	Puissance	Puis.au m³	Puis. au m³				
[m³/h]		[K]	[W]	[W/m²]	[W/m³]				
	0.32	5	0	0	33				

Serre située aux emplacements S21 – S22

Local	N°	21	Designation : SERRE						
Temp. int.	Temp.ext.	Longueur	Largeur	Surface	Hauteur	Volume	F. vent. mécanique		
[°C]	[°C]	[m]	[m]	[m²]	[m]	[m³]	% extra. App. En GV		
17	-6	62.00	14.00	868.00	4.50	3'906.00			
Transmission									
Orientation	Type surface	Longueur	Larg. - Haut.	Surface	Coef. U	Delta T	Maj.	Puissance	
		[m]	[m]	[m²]	[W/m²K]	[K]	[%]	[W]	
N	Verre	36.00	3.00	108.00	2.80	23	10%	7651	
S	Verre	36.00	3.00	108.00	2.80	23	10%	7651	
O	Verre	14.00	4.50	63.00	2.80	23	10%	4463	
Haut	Verre	36.00	15.20	547.20	2.80	23	10%	38764	
Bas	sol	36.00	14.00	504.00	1.20	10	10%	6653	
								0	
								0	
								0	
						Puissance		65181	
						Puis.au m³	W/m³	17	
Ventilation									
Vent. Méca.	Débit cons.	Surf. app.	Puissance	Puis.au m³	Puis. à installer				
[m³/h]	[m³/h]	[m²]	[W]	[W/m²]	[W]				
	0		0	0	79555				
Volume	Coef.	Delta T	Puissance	Puis.au m³					
[m³/h]		[K]	[W]	[W/m²]					
1'953.00	0.32	23	14374	4					
Débit total	coef.	Delta T	Puissance	Puis.au m³	Puis. au m³				
[m³/h]		[K]	[W]	[W/m²]	[W/m³]				
	0.32	5	0	0	20				

Serre située aux emplacements S23

Local	N°	23	Designation : SERRE					
Temp. int.	Temp.ext.	Longueur	Largeur	Surface	Hauteur	Volume	F. vent. mécanique	
[°C]	[°C]	[m]	[m]	[m²]	[m]	[m³]	% extra. App. En GV	
17	-6	62.00	44.00	2'728.00	4.40	12'003.20		
Transmission								
Orientation	Type surface	Longueur	Larg. - Haut.	Surface	Coef. U	Delta T	Maj.	Puissance
		[m]	[m]	[m²]	[W/m²K]	[K]	[%]	[W]
N	Verre	44.00	4.40	193.60	2.80	23	10%	13715
O	Verre	62.00	4.00	248.00	2.80	23	10%	17568
S	Verre	44.00	4.40	193.60	2.80	23	10%	13715
E	Verre	62.00	4.00	248.00	2.80	23	10%	17568
Haut	Verre	62.00	47.30	2932.60	2.80	23	10%	207745
Bas	Sol	62.00	44.00	2728.00	1.20	10	10%	36010
				0.00				0
				0.00				0
						Puissance		306321
						Puis.au m³	W/m³	26
Ventilation								
	Vent. Méca.	Débit cons.	Surf. app.	Puissance	Puis.au m³	Puis. à installer		
	[m³/h]	[m³/h]	[m²]	[W]	[W/m²]	[W]		
		0		0	0	350493		
	Volume	Coef.	Delta T	Puissance	Puis.au m³			
	[m³/h]		[K]	[W]	[W/m²]			
	6'001.60	0.32	23	44172	4			
	Débit total	coef.	Delta T	Puissance	Puis.au m³	Puis. au m³		
	[m³/h]		[K]	[W]	[W/m²]	[W/m²]		
		0.32	5	0	0	29		

RECAPITULATION DES DEPERDITIONS DES BÂTIMENTS							D. Hirt ingénieur conseil
Concerne	Centre Horticole de Lullier						
Date	06.08.2018						Exécution
N°	Bâtiment	Volumes [m³]	Puis. au m² [W/m²]	Puis. au m³ [W/m³]	Transmisssion [W]	Ventilation [W]	Q tot [W]
A-H-661	Bâtiment principal	30312.55	84.74	25.11	636'453	124'678	761'130
R-1230	Centre Edmond Vaucher	3461.50	48.50	19.41	58'546	8'636	67'182
J	Salles de cours Portakabin	1730.75	60.21	24.09	33'062	8'636	41'698
I-907	Filière agronomie	4528.45	44.94	10.96	38'338	11'303	49'641
I 250	Ferme	2214.00	92.51	10.94	18'703	5'526	24'229
251	Laboratoires	4150.00	84.66	6.83	23'316	5'045	28'361
K-639	Ateliers	4150.00	49.68	9.94	39'989	1'248	41'237
L1-639	Ateliers	1400.00	74.91	14.97	17'465	3'494	20'959
L2 - 639	Ateliers	1750.00	89.20	16.55	24'899	4'056	28'955
N-639	Ateliers	3595.00	62.01	12.40	35'614	8'973	44'587
O	Ateliers	3210.00	66.38	13.27	34'598	8'012	42'611
P1	Ateliers	1058.00	81.90	16.49	14'803	2'641	17'444
P2	Ateliers	1691.00	55.70	11.20	14'719	4'221	18'940
		[m³]	[W/m²]	[W/m³]	[W]	[W]	[W]
Total		63251	55.96	12.01	990'505	196'469	1'186'975

RECAPITULATION DEPERDITIONS DES SERRES						D. Hirt ingénieur conseil		
Concerne	Centre Horticole de Lullier							
Date	20.12.2018							Exécution
N°	Bâtiment	Surface [m²]	Volumes [m³]	Puis. au m² [W/m²]	Puis. au m³ [W/m³]	Transmisssion [W]	Infiltration [W]	Q tot [W]
1	Serre en Verre	2295.00	14458.50	117.71	18.68	238'213	31'924	270'137
11	Serre en Verre	406.00	1827.00	148.02	32.89	53'375	6'723	60'098
12	Serre en Verre	406.00	1827.00	148.02	32.89	53'375	6'723	60'098
13	Serre en Verre	406.00	1827.00	148.02	32.89	53'375	6'723	60'098
14	Serre en Verre	406.00	1827.00	148.02	32.89	53'375	6'723	60'098
15	Serre en Verre	406.00	1827.00	148.02	32.89	53'375	6'723	60'098
21	Serre en Verre	868.00	3906.00	91.65	20.37	65'181	14'374	79'555
22	Serre en Verre	406.00	1827.00	136.33	30.30	47'750	7'600	55'350
23	Serre en Verre	2728.00	12003.20	128.48	29.20	306'321	44'172	350'493

La puissance totale théorique calculée pour les pertes thermiques est de 2,24 MW

Ce calcul permet de déterminer la puissance nécessaire pour chauffer les locaux entrant dans la SRE. Il faut ajouter à cette puissance l'énergie nécessaire absorbée par la production d'eau chaude l'arrosage des serres, et l'eau chaude sanitaire.

Le réseau de chauffage OUEST, dessert les bâtiments O et P et également des serres. Aucun compteur de chaleur ne permet de quantifier l'énergie réellement utilisée par chacun d'eux.

De même, le secteur EST alimente le bâtiment K, ainsi que des serres.

La puissance réellement nécessaire pour les besoins du site peut être définie de la façon suivante :

Energie totale relevée par l'installation 5'278'000 kWh (source Enerplan)

Total de la durée moyenne d'une saison de chauffe : 2'200 h

Puissance nécessaire : 5'278'000 kWh / 2'200 h = 2'400 kW.

NB: (Réserve si construction futur bâtiment et serre, non considéré)

3.9 Impact sur l'environnement

➤ Consommations énergétiques du site

Selon les relevés des consommations du bureau "Enerplan" qui s'occupe de la gestion énergétique des bâtiments du centre de Lullier, la consommation moyenne de mazout et de bois basée sur les 7 dernières années (2010 à 2016), convertie en énergie est d'environ 5'280 MWh/an.

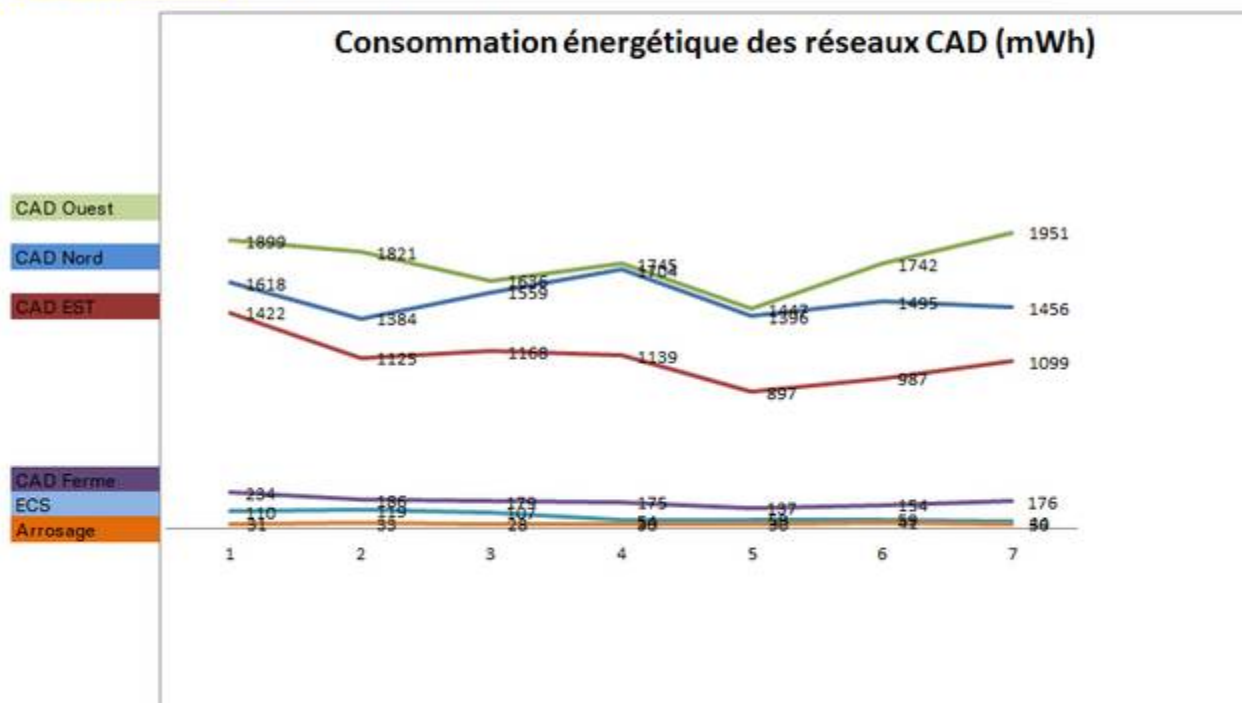
En faisant une approche des coûts énergétiques sur la moyenne des sept dernières années, en incluant la taxe CO₂ en vigueur, le total brut TTC est d'env. CHF : 368'000.-/an pour l'année en cours.

La part moyenne sur sept ans des énergies consommées se répartit de la manière suivante:

Mazout	1'671 MWh	32%
Bois	3'607 MWh	68%
Total	5'278 MWh	

➤ Répartition des consommations énergétiques du site

Secteur	Années							Moyenne [mW/h]	Moyenne %
	2010 [mW/h]	2011 [mW/h]	2012 [mW/h]	2013 [mW/h]	2014 [mW/h]	2015 [mW/h]	2016 [mW/h]		
Ouest	1899	1821	1636	1745	1447	1742	1951	1749	33%
Nord	1618	1384	1559	1704	1396	1495	1456	1516	29%
Est	1422	1125	1168	1139	897	987	1099	1120	21%
Ferme	234	186	179	175	137	154	176	177	3%
ECS	110	119	107	54	59	59	44	79	1%
Arrosage	31	33	28	30	30	41	30	32	1%
Total annuel	5314	4668	4677	4847	3966	4478	4756		



Le graphique ci-dessus laisse apparaître que les secteurs EST et OUEST qui alimentent entre autres les serres, sont les plus gros consommateurs de chaleur du site.

Ce graphique ne fait pas apparaître les secteurs Maraîchage et Floriculture qui sont dépourvus de comptage de chaleur, et directement raccordés sur le départ général des chaudières en chaufferie.

Impact financier des taxes environnementales

Le mazout étant une énergie de type fossile, ce dernier est soumis à une taxe sur le dégagement de CO₂.

➤ *Montant de la taxe CO₂ :*

- à partir du 1er janvier 2018 : de CHF 96.-- par tonne de CO₂

Nous pouvons estimer l'impact environnemental (CO_2) résultant de la consommation actuelle de mazout pour l'installation productrice de chaleur:

- ⇒ Consommation moyenne de mazout 1'671 MWh / année. Quantité de CO_2 rejetée env : 440 tonnes
- ⇒ Consommation moyenne de bois 3'607 MWh/ année. Quantité de CO_2 rejetée env : 170 tonnes
(pas de taxe sur le bois)

Seules les émissions de CO_2 produites par la combustion du mazout sont soumises à la taxe. Le montant de cette taxe annuelle à l'heure actuelle, sur la base de la consommation moyenne de mazout des sept dernières années peut être calculé de la manière suivante:

$440 \text{ tonnes de } CO_2 \times CHF 96 = CHF 44'240$ (sous réserve de l'évolution du tarif dans les années à venir)

4. ETUDE DE FAISABILITE ET D'ASSAINISSEMENT

Notre étude de faisabilité de la chaufferie sera axée sur les différentes possibilités d'assainissement réalisables sur les installations actuelles et comprendra un volet sur les ressources énergétiques disponibles in situ.

Priorité d'assainissement

- Comme mentionné précédemment, la production de chaleur est assurée par trois chaudières, datant de 1999 à 2002. Aucune des chaudières n'est équipée d'un échangeur pour la récupération de la chaleur latente des gaz de fumées. Cette technologie permet une augmentation du rendement de l'installation proche de 95%.
- Aucun délai d'assainissement n'apparaît sur les chaudières. Celles-ci sont conformes avec la loi sur les valeurs des émissions de gaz à polluants en vigueur sur le canton.
L'entretien régulier des installations a permis de conserver ces dernières dans un bon état général et de respecter les normes anti-pollution OPair en vigueur.

La chaudière à bois qui est actuellement le principal producteur de chaleur a fait l'objet de réparations importantes ces dernières années. Le foyer de celle-ci subit des dommages importants suite à des problèmes de decendrage.

Nous joignons dans notre rapport, le coût estimatif du remplacement de celle-ci.

Toutefois, il serait intéressant de remplacer une des chaudières à mazout par une deuxième chaudière à bois, afin de diminuer au maximum l'utilisation du mazout ce qui permettrait de diminuer le coût de la taxe environnementale sur le CO₂. L'économie réalisée pourrait ainsi être investie dans les travaux d'assainissement des chaudières.

La deuxième chaudière à mazout peut être maintenue en secours et éventuellement en appoint dans le cas de conditions extrêmes de températures.

Ainsi, il ne serait plus nécessaire de conserver les deux cuves à mazout actuelles, qui ont une contenance totale de 1 million de litres. Celles-ci sont vulnérables du fait de leur conception en béton.

La conduite de mazout reliant les cuves aux chaudières pourrait être mise hors service car elle est dépourvue de dispositif anti fuite. Un nouveau stock de mazout pourrait être créé plus proche de la chaufferie.

- Le choix de la future chaudière sera en adéquation avec les besoins réels de puissance des utilisateurs.
- Il serait judicieux de procéder également au remplacement de l'ensemble de l'unité de maintien de pression et des organes de sécurité lors de la mise en œuvre des travaux de rénovation de la production. Ces éléments datant de la fin des années nonantes, ils ont atteint leur durée de vie théorique.
- Concernant la distribution de chaleur, plusieurs secteurs ont subi des interventions au cours de ces dernières années, avec principalement le remplacement des circulateurs d'origine, avec la mise en place de divers appareils de marques et types différents.

Il serait judicieux de procéder à l'uniformisation de ces derniers et systématiquement installer des éléments de dernière génération équipés d'une régulation automatique de la vitesse, permettant une réduction de la consommation électrique. A noter que plusieurs circuits en sont déjà équipés.

En effet, en raison de leur période de fonctionnement importante annuellement, les pompes de chauffage font partie des gros consommateurs d'énergie dans le domaine du bâtiment.

Production et distribution de chaleur - Chaufferie

- Au vu du nombre d'interventions survenues tout au long des dernières années d'exploitation, un équilibrage des réseaux avec relevés des débits de chaque secteur devrait être réalisé. Vérifier également le bon entretien et l'état de fonctionnement des appareils terminaux ainsi que leur régulation.
- Concernant la production d'eau chaude sanitaire, les deux principaux consommateurs sont le restaurant et les logements de l'internat.
Il serait intéressant d'exploiter essentiellement l'énergie solaire afin de diminuer l'utilisation de la chaleur produite par les chaudières. L'avantage serait de pouvoir interrompre le fonctionnement de la conduite à distance durant la période estivale et ainsi, mettre à l'arrêt les chaudières.

Les appareils de mesures et de contrôle de la régulation (MCR) installés en chaufferie sont de marque SIEMENS. Ces régulateurs doivent être remplacés par des appareils de nouvelle génération avec la mise en place d'une supervision qui permettrait la visualisation de l'ensemble des bâtiments du site. Ce système permettra de réaliser des relevés de consommation et d'optimiser la puissance absorbée par les différents consommateurs du site.

- En effet, chaque bâtiment a ses spécificités, concernant la demande de chaleur en particulier pour les serres, qui nécessitent des puissances élevées de jour comme de nuit.

L'absence de comptage d'énergie sur les serres ne permet pas de différencier la puissance absorbée par les bâtiments avec celle utilisée par les cultures. La mise en place de compteurs sur chaque réseau permettrait une meilleure gestion de la demande.

- Une mise à jour des dossiers de révision et des schémas électriques sont nécessaires au vu des diverses interventions qui se sont succédées au cours de ces dernières années.
- Dans le cadre de la rénovation de la production de chaleur, un remplacement complet du tableau électrique devra également être réalisé en parallèle.
- Des appareils de ventilation dédiés à certains locaux comme, les locaux sanitaires, le restaurant, les appartements et l'aula sont présents. Ces installations sont de type simple flux, sans récupération de chaleur sur l'air extrait. Afin de les rendre conformes au standard actuel, il faudra prévoir leur remplacement par des monoblocs à double flux équipés de récupérateurs de chaleur à haut rendement.
A ce jour, seul l'appareil qui traite l'internat a été rénové.

Remarques :

Au vu de l'époque de fabrication des installations de production et de distribution de chaleur, qui datent des années soixante, un rapport sur la présence de substances dangereuses et d'amiante, qui pourraient être contenues dans les isolations, les joints des chaudières, joints des armatures, etc, devra être demandé, ceci avant toute mise en œuvre de travaux de rénovation.

Cette investigation obligatoire doit être réalisée par un expert qualifié qui procèdera à un prélèvement qui sera analysé en laboratoire (diagnostic : www.ge.ch/toxicologie).

Si la présence d'amiante est avérée, celle-ci devra être enlevée préalablement aux travaux par une entreprise spécialisée, avec certaines précautions (conformément aux prescriptions de la SUVA).

5. RESOURCES ENERGETIQUES DISPONIBLES

Notre étude s'est basée sur les relevés de consommation énergétique réalisés par la société ENERPLAN daté du 1er juin 2017. Ces données nous ont permis d'effectuer une répartition des consommations énergétiques pour les différents locaux du site.

Production de la chaleur

Plusieurs pistes sont explorées pour la production d'énergie thermique telles que le solaire; bois-énergie; Groupe Chaleur-Force; cogénération, mazout, gaz. La contrainte pour cette installation est de produire un niveau de température supérieur à 80°C pour les différents secteurs en service qui alimentent les diverses sous-stations, avec les échangeurs de chaleur qui sont dimensionnés en conséquence.

Energie solaire:

La production de chaleur sur le site est constante tout au long de l'année. L'installation de surfaces de captage de chaleur sur la chaufferie et les bâtiments environnants permettrait l'arrêt total des chaudières en été.

Pompes à chaleur:

L'installation d'une pompe à chaleur raccordée sur des sondes géothermiques n'est pas envisageable dans la mesure où le réseau de chauffage fonctionne avec une température élevée (serres).

Chaudières à gaz:

Aucun réseau de gaz n'est disponible à proximité du site. Cette solution n'est pas envisageable. De plus, les énergies fossiles sont soumises à la taxe environnementale sur les émissions de CO₂

Chaudière à mazout:

Le mazout est soumis également à la taxe environnementale sur les émissions de CO₂. Cette solution n'est pas envisageable.

Cogénération:

Cette solution se justifie dans la mesure où l'on a une consommation de courant en continu tout au long de l'année. Cette solution n'est pas retenue car difficilement amortissable.

Chaudière à bois:

Cette énergie est actuellement la principale source de chaleur utilisée sur le site. L'extension de cette source de chaleur paraît tout à fait adaptée aux besoins de cette installation.

6. PROPOSITION D'ASSAINISSEMENT DE LA CHAUFFERIE ET TRAVAUX ENVISAGES

6.0 DESCRIPTIONS ET ESTIMATIONS DES COUTS

- La rénovation de cette chaufferie est à planifier dans un délai proche. En effet, après plus de 18 ans de fonctionnement, les chaudières s'approchent de leur fin de vie. La durée de vie technique théorique est estimée à 20 ans. L'entretien a permis de conserver ces installations en bon état de fonctionnement jusqu'à présent.
- Actuellement, le chauffage est assuré par les agents énergétiques BOIS et MAZOUT EL (Huile de chauffage extra-légère), disponibles sur site, avec une prédominance pour l'emploi du bois qui permet de réduire les coûts de la taxe CO₂ sur les énergies fossiles.
- Nous préconisons de conserver dans l'état actuel de la technique, les deux agents disponibles et de remplacer la plus petite des chaudières à mazout par une chaudière à bois de nouvelle génération, en complément de celle actuellement en place. Cette nouvelle unité sera équipée d'un filtre à particules sur les fumées évacuées.
- Comme expliqué précédemment, il faudra privilégier le fonctionnement au bois au détriment du mazout. En effet, les avantages sont doubles, d'une part cela permet d'utiliser une énergie renouvelable et d'autre part de s'affranchir de la taxe environnementale.

La plus puissante des deux chaudières à mazout sera conservée pour permettre une redondance en cas de panne de l'une des 2 chaudières à bois. Elle aura également la possibilité d'être utilisée en appoint dans le cas d'une forte demande de chaleur de l'installation.

Le stockage de mazout actuellement répartie en 2 cuves de 350'000 litres et 650'000 litres pourrait être mis hors service car ce volume n'est plus nécessaire. Une nouvelle citerne enterrée sera mise en place.

La conduite de mazout actuelle placée dans un caniveau, dépourvue de dispositif antifuite, sera mise hors service et évacuée.

- La mise en place des nouveaux producteurs de chaleur devrait s'accompagner du changement complet du groupe "expansion et maintien de pression", ainsi que le remplacement de l'ensemble des soupapes de sécurité et des cannes de surpression.

Le stockage de bois devra être adapté pour permettre l'approvisionnement en combustible des deux chaudières, en parallèle.

- Le canal de fumée pour la nouvelle chaudière à bois sera équipé d'un filtre à particules.
- Remplacement complet des pompes et des circulateurs par des appareils de nouvelle génération à vitesse variable avec moteur à faible consommation électrique.
- Mise en adéquation du tableau électrique et de l'alimentation en courant fort de la chaufferie en fonction des nouvelles caractéristiques techniques.

Production et distribution de chaleur - Chaufferie

- Matériel périphérique et nouvelle régulation de type numérique, adaptation des unités existantes, prestations de services, paramétrages, mise à jour des schémas électriques, topologie, imageries sur poste de contrôle et mise en service.
- Mise en service et réglage de l'installation, ainsi que de l'ensemble des secteurs de distribution avec protocole de réception et garantie du fabricant.
- Travaux de démontage et d'évacuation de l'ancienne chaudière à mazout de sa cheminée et des réseaux hydrauliques, accessoires, matériel de montage et de fixation, ainsi que l'isolation et des revêtements de protection.
Transport, déchargement et manutention à pied d'œuvre de l'ensemble des fournitures et matériel de montage, y compris tous les moyens de levage et de manutention nécessaires pour la mise en place des chaudières et y compris leur assemblage en chaufferie.
- Transport, traitement et élimination des éléments évacués en décharge.
- Location d'une chaufferie mobile placée à l'extérieur, le temps des travaux pour la production ECS, y compris travaux préparatoires provisoires et liaisons jusqu'aux chauffe-eaux existants.
- Travaux électriques annexes, tels que déconnexion des anciennes installations, tableau de chantier provisoire, raccordements des nouvelles installations, mise en service, modification et adaptation des tableaux de commandes existants, éclairage, canaux, essais et contrôle des installations selon OIBT.
- Travaux divers, annexes, tels que maçonnerie, sanitaire, ferblanterie, et étanchéité, peinture appareils, protections des sols et murs, nettoyage de chantier, uniquement en chaufferie.
- Pompage du mazout restant dans les citernes et évacuation. Dégazage et mise hors service des anciennes citernes.

RENOVATION DE LA PRODUCTION DE CHALEUR ET TRAVAUX ANNEXES	HT	CHF : 1'900'000.-
(estimatif à +/- 20%)		

Complément à la rénovation:

La chaudière à bois actuelle de marque MÜLLER est le principal producteur de chaleur. Le fabricant de ces chaudières a cessé ses activités, dont une partie a été reprise par la société SCHMID.

Au cours de ces dernières années, ce générateur de chaleur a connu des dysfonctionnements qui ont engendrés une dégradation du foyer.

Des travaux de remise en état ont été nécessaires au cours de l'année 2014 et ont permis le redémarrage de cette chaudière. Toutefois, celle-ci datant de 2001, arrive en fin de vie. De plus le fonctionnement dans de mauvaises conditions a probablement fragilisé cet appareil.

Le dispositif de régulation ne peut plus être dépanné car les pièces ne sont plus disponibles sur le marché. Dans le cas d'une panne non réparable, l'ensemble du dispositif devra être remplacé.

REMPLACEMENT DE LA CHAUDIERE A BOIS ACTUELLE ET TRAVAUX ANNEXES HT CHF : 750'000.- (estimatif à +/- 20%)
--

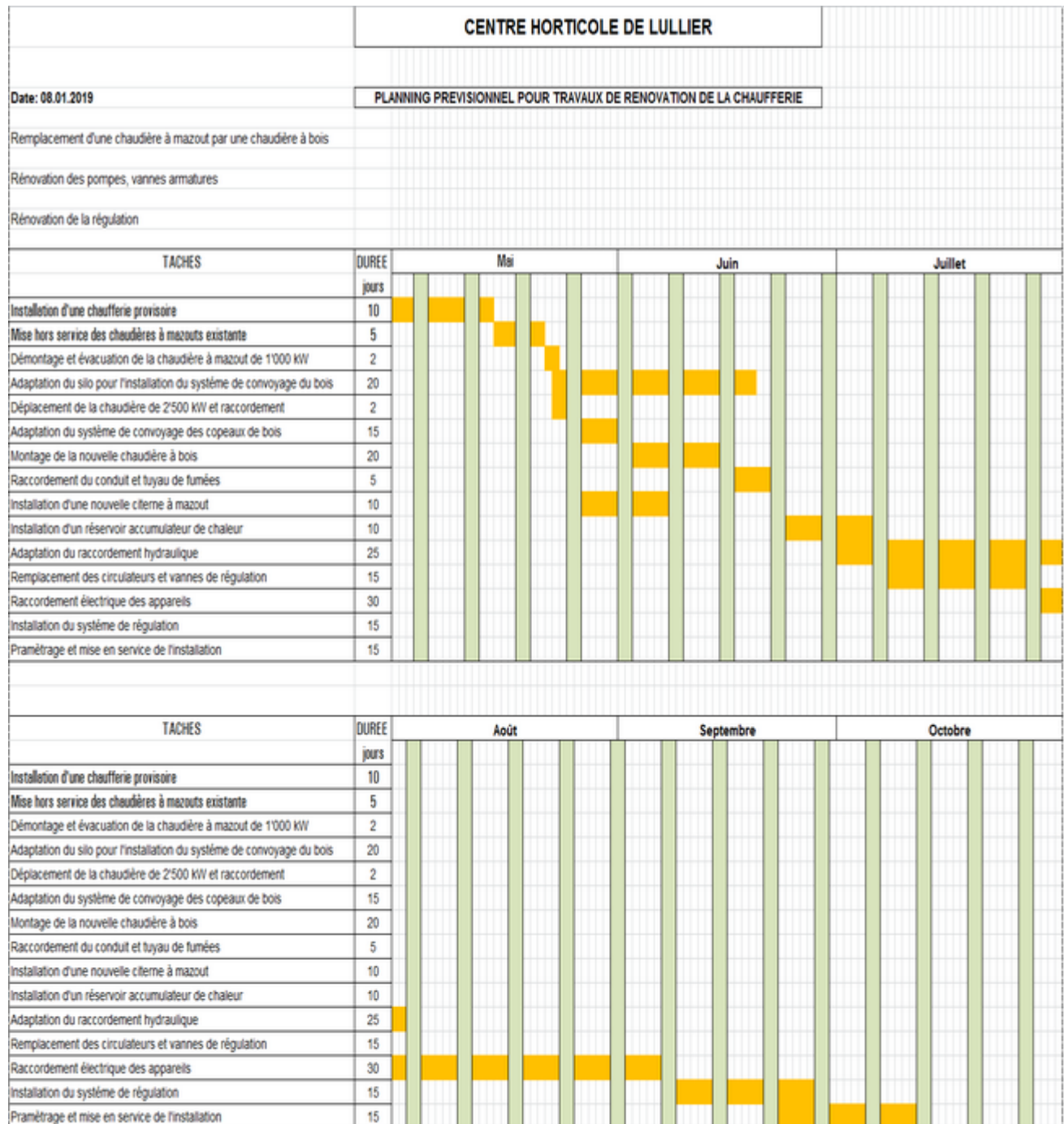
MONTANT TOTAL DES TRAVAUX ET ANNEXES HT CHF : 2'650'000.- (estimatif à +/- 20%)

Non compris:

- Obturation coupe-feu des gaines techniques dalles et murs, compartimentage RI 60, selon les prescriptions du service du feu et de sécurité en vigueur à Genève.
- Tous travaux de peinture et retouches des sols et murs à l'extérieur de la chaufferie.
- Autres travaux de démontage que ceux décrits précédemment, notamment désamiantage, si nécessaire.
- Les demandes d'autorisations et taxes y relatives.
- L'établissement du cahier des charges et le suivi des travaux
- Tous travaux supplémentaires exigés par les services officiels compétents.
- Aménagement d'une zone de déchargement de matériel, pour l'évacuation, la livraison et l'introduction des nouveaux équipements en chaufferie.
- Remplissage avec du sable ou remblais, des locaux citernes.
- Travaux en horaires décalés (soir, nuit, le samedi et dimanche).
- Toutes demandes et autorisations complémentaires exigées par le département de l'urbanisme.
- Travaux de démolition si souhaité des anciennes citernes enterrées en maçonnerie.
- Fouilles dans le terrain pour conduites de transfert de mazout et nouvelle citerne.

Production et distribution de chaleur - Chaufferie**6.1 PLANIFICATION PREVISIONNELLE DES TRAVAUX**

La production de chaleur devra être maintenue toute la durée des travaux, afin de garantir la fourniture de l'eau chaude sanitaire et pour les différents bâtiments du site ainsi que le chauffage de l'eau d'arrosage. Afin de diminuer la puissance à fournir, il est préférable de débiter les travaux en fin de saison de chauffe.



Production et distribution de chaleur - Chaufferie**6.2 DETAIL DES COÛTS ESTIMATIFS DES TRAVAUX.****6.2.1 Assainissement de la chaufferie****CENTRE HORTICOLE DE LULLIER****Rénovation de la production de la chaleur**

Travaux préparatoires						
Installation d'une chaufferie provisoire	1000kW	1 ens	95000	95000	1	95000
Raccordement de la chaufferie provisoire sur le réseau de chauffage	1000kW	1 ens	25000	25000	1	25000
					CHF - (ht)	120'000
Travaux de démontage						
Démontage de la chaudière à mazout	1000 kW	1 ens	35000	35000	1	35000
Déplacement de la chaudière de 2500kW	2500 kW	1 ens	10000	10000	1	10000
Démontage expansion	transferomat	1 ens	5000	5000	1	5000
Démontage du système de convoyage du bois		1 ens	15000	15000	1	15000
Vidange et dégazage des citernes à mazout actuelles	capacité de 1'000'000 de litre	1 ens	20000	20000	1	20000
					CHF - (ht)	85'000
Travaux de maçonnerie et de génie civil						
Adaptation du sol de la chaufferie pour intégrer le décendrage de la nouvelle chaudière		1 ens	35000	35000	1	35000
Modification du local des silo pour intégrer le système d'approvisionnement du bois		1 ens	50000	50000	1	50000
Installation de la nouvelle citerne à mazout enterrée y compris raccordement		1 ens	45000	45000	1	45000
Adaptation des passerelles dans la chaufferie et le local du silo		1 ens	15000	15000	1	15000
					CHF - (ht)	145'000
Nouvelles installations						
Installation de la nouvelle Chaudière à bois	1'600 kW	1 p	730000	730000	1	730000
Remplacement du système d'expansion	Transferomat	1 p	25000	25000	1	25000
Installation d'un réservoir accumulateur	60000 litres	1 p	80000	80000	1	80000
Raccordement de la nouvelle chaudière		1 p	30000	30000	1	30000
Fourniture et remplacement des circulateurs et vannes de réglage et d'arrêt		13 p	8462	110000	1	110000
Remplacement des vannes de régulation		12 ens	2500	30000	1	30000
Montage remplissage et purge et mise en service		1 p	100000	100000	1	100000
Traitement de l'eau de chauffage selon prescriptions SICC		1 ens	35000	35000	1	35000
					CHF - (ht)	1'140'000
Raccordement électrique des appareils						
Tableau électrique force		1 p	25000	25000	1	25000
Raccordement des appareils		1 p	82000	82000	1	82000
compteur de chaleur de la nouvelle chaudière		1 p	3000	3000	1	3000
					CHF - (ht)	110'000
Régulation et supervision						
Tableau de régulation		1 p	30000	30000	1	30000
compteur de la nouvelle chaleur chaudière		2 p	5000	10000	1	10000
Fournitures de vannes de régulation		11 p	5000	55000	1	55000
Programmation mise en service		1 p	100000	100000	1	100000
					CHF - (ht)	195'000
isolation						
Isolation des conduites et des vannes		1 ens	85000	85000	1	85000
Isolation du réservoir accumulateur		1 ens	35000	35000	1	35000
Divers accessoires et repose de l'isolation existante		1 ens	10000	10000	1	10000
					CHF - (ht)	130'000
Divers imprévus						
Sanitaire, ferblanterie		1 ens	55000	55000	1	55000
					CHF - (ht)	55'000
Chiffrage estimatif +/- 20%					CHF - (ht)	1'980'000

6.2.2 Remplacement de l'actuelle chaudière à bois

CENTRE HORTICOLE DE LULLIER

Remplacement de la chaudière à bois de 1'000 kW

Travaux de démontage							
Démontage de la chaudière à bois actuelle	1000 kW	1 ens	35000	35000	1	35000	
Démontage du système de convoyage du bois actuel		1 ens	15000	15000	1	15000	
						CHF - (ht)	50'000
Travaux de maçonnerie et de génie civil							
Adaptation du sol de la chaufferie pour intégrer le descendrage de la nouvelle chaudière		1 ens	35000	35000	1	35000	
						CHF - (ht)	35'000
Nouvelles installations							
Installation de la nouvelle Chaudière à bois	900 kW	1 p	350000	350000	1	350000	
Raccordement du conduit et de la cheminée la nouvelle chaudière		1 p	30000	30000	1	30000	
Montage remplissage et purge et mise en service		1 p	100000	100000	1	100000	
Traitement de l'eau de chauffage selon prescriptions SICC		1 ens	35000	35000	1	35000	
						CHF - (ht)	515'000
Raccordement électrique des appareils							
Raccordement des appareils		1 p	45000	45000	1	45000	
compteur de chaleur de la nouvelle chaudière		1 p	5000	5000	1	5000	
						CHF - (ht)	50'000
Régulation et supervision							
Tableau de régulation		1 p	30000	30000	1	30000	
Fournitures d'une vannes de régulation		1 p	5000	5000	1	5000	
						CHF - (ht)	35'000
isolation							
Isolation des conduites et des vannes		1 ens	30000	30000	1	30000	
Divers accessoires et repose de l'isolation existante		1 ens	10000	10000	1	10000	
						CHF - (ht)	40'000
Divers imprévus							
Sanitaire, ferblanterie		1 ens	25000	25000	1	25000	
						CHF - (ht)	25'000
Chiffrage estimatif +/- 20%						CHF - (ht)	750'000

Travaux en options:

Installation d'un filtre sur le conduit de fumée de la chaudière à bois existante

Montant estimatif: 150'000 CHF - (HT) (Dans le cas du remplacement de la chaudière à bois actuelle, ce montant est déjà inclus).

Installation de compteurs de chaleur sur le chauffage des serres

Montant estimatif: 45'000 CHF - (HT)

7. AUTORISATION ET DECLARATION

Les prescriptions applicables de la loi sur l'énergie (REn), L 2 30.01, en vigueur depuis 2010, nous imposent dans le cas d'un remplacement ou transformation d'une installation productrice de chaleur alimentée en combustibles fossiles (mazout), une dépose d'autorisation lorsque la puissance de l'installation est égale ou supérieure à 1 MW. Les documents suivants doivent être fournis avant le début des travaux:

- Une demande d'autorisation énergétique pour producteur de chaleur alimenté en combustible, d'une puissance supérieure à 1 MW qui devra être soumise à l'Office Cantonal de l'Energie (OCEN).
- Une déclaration attestant la conformité de l'installation productrice de chaleur aux prescriptions applicables en matière de chauffage (art. 12I REn) devra également être jointe à la demande.

8. CONCLUSION

Selon notre étude ci-dessus et l'évaluation des variantes possibles, nous sommes arrivés à la conclusion que les installations de production de chaleur actuelles ont atteint leur durée de vie théorique et qu'une solution pour leur rénovation doit être envisagée à brève échéance.

Comme évoqué précédemment, l'emploi du bois comme combustible permet de maintenir des coûts d'exploitation avantageux tout en ayant un impact limité sur l'environnement, surtout en prévision d'une hausse probable de la taxe CO₂, dans les années à venir.

Les chaudières à bois permettent un fonctionnement des brûleurs avec une plage modulante, ce qui garantira une plus grande souplesse d'utilisation en fonction de la demande avec comme avantage supplémentaire une réduction des émissions polluantes. De plus, la mise en place d'un filtre à particules réduira le nombre de particules présentes dans les fumées évacuées.

La régulation des cascades de chaudières devra être affinée et adaptée au nouveau matériel installé.

Un équilibrage de l'ensemble des secteurs primaires distribuant les sous-stations devra être réalisé et les valeurs réglées reportés sur les schémas de fonctionnement, permettant un meilleur suivi des installations.

Mise en conformité du local de la chaufferie selon les dernières normes en vigueur du canton de Genève devra être envisagée en profitant de la phase des travaux.

Un planning des travaux avec l'ensemble des intervenants devra être mis en œuvre à brève échéance et organiser l'intervention en période de fermeture du centre pour permettre le remplacement et la mise en service de la nouvelle chaudière.

La durée de réalisation des travaux en chaufferie est estimée entre 22-24 semaines ouvrables (ceci sans la phase d'étude, autorisation, soumission et établissement des plans exécution).

Avantages:

- Pas de changement sur le concept existant
- Réseaux hydrauliques, appareils et accessoires compatible aux nouvelles installations de production de chaleur.
- Réduction des émissions de polluants en favorisant l'emploi du bois.
- Fonctionnement des installations identique à l'actuel avec conditions de températures compatible, avec les différents secteurs et appareils terminaux.
- Disponibilité d'un secours au mazout en cas de dysfonctionnement du bois.
- Durée de vie des nouvelles chaudières minimum 20 à 25 ans.
- Frais de maintenance et de service contenus.
- Installations en adéquation en cas de rénovation de l'enveloppe du bâtiment, moyennant une adaptation du point de consigne sur le primaire.

Inconvénients:

- Prix du combustible bois fluctuant.
- Stockage de bois et de mazout à adapter.
- Energie d'appoint non renouvelable et polluante.
- Interruption du fonctionnement de la production de chaleur durant les travaux.
- Remplissage plus fréquent du stock de bois.

Nous profitons de remercier toutes les personnes ayant fourni les indications nécessaires à l'élaboration de cette étude comparative et en particulier Monsieur Baans pour sa disponibilité.

- Annexes :**
- Schémas de principe des installations existantes en chaufferie mis à jour
 - Vue aérienne du centre horticole
 - Liste des installations de production et de distribution de chaleur

Etabli le 23.04.2019
J.L. Cescutti / J.M. Enggist