

**MISSION DE DIAGNOSTIC TECHNIQUE DE LA
CHAUFFERIE
SÈVRES – MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX**

2 Place de la Manufacture
92 310 SÈVRES

SÈVRES
MANUFACTURE ET MUSÉE
NATIONAUX

JLM INGENIERIE

Sarl JEAN-LUC MARTY

11, rue de Dion Bouton - 87280 Limoges - France

Société au capital de 38 000 € - RCS Limoges

SIRET N°: 80104961000026 - N° de TVA : FR 32801049610

Tél : 05.55.02.01.74

Email : contact@jlm-ingenierie.fr

www.jlm-ingenierie.fr

	Affaire suivie par : E.MOREAU	<p>DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE</p> <p>SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX</p>
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

TABLE DES MATIÈRES

1	CONTEXTE DE LA MISSION	4
2	LOCALISATION	4
3	DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE	5
3.1	Généralités.....	5
3.2	Configuration géographique.....	5
3.3	Composants des installations de chauffage	6
3.3.1	Généralités	6
3.3.2	Production	6
3.3.3	Réseau	6
3.3.4	Sous-stations	6
3.3.5	Émissions	6
3.3.6	Synthèse	7
3.4	Production : chaufferie centralisée	7
3.4.1	Généralités	7
3.4.2	Classement et réglementation.....	7
3.4.3	Localisation de la chaufferie.....	7
3.4.4	Enveloppe.....	7
3.4.5	Conception générale	8
3.4.6	Chaudières.....	8
3.4.7	Brûleurs gaz	9
3.4.8	Conduits de fumées.....	9
3.4.9	Circulateurs	10
3.4.10	Électricité.....	12
3.4.11	Régulation	12
3.4.12	Alimentation gaz	16
3.4.13	Remplissage du réseau de chauffage.....	16
3.4.14	Traitement de l'eau de chauffage	17
3.4.15	Sécurité – expansion	17
3.4.16	Tuyauteries.....	18
3.4.17	Isolation	18

	Affaire suivie par : E.MOREAU	<p>DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX</p>
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

3.4.18	Équipements de protection et de sécurité	18
3.5	État des installations (production)	22
3.6	Conformité des installations.....	23
4	PRÉCONISATIONS D'AMÉLIORATIONS PRODUCTION CHAUFFAGE	23
4.1	SOLUTIONS TECHNIQUES	23
4.1.1	Généralités	23
4.1.2	Solution N°1 : Rénovation chaufferie, passage aux chaudières à condensations 24	
4.1.3	Solution N°2 : Remplacement chaufferie passage à la biomasse	24
4.1.4	Solution N°3 : Remplacement chaufferie passage à la géothermie	24
4.1.5	Solution N°4 : Remplacement chaufferie passage au Réseau de Chaleur Urbain 25	
4.2	FAISABILITÉ	25
4.2.1	Généralités	25
4.2.2	Solution N°1 : Rénovation chaufferie, passage aux chaudières à condensations 25	
4.2.3	Solution N°2 : Remplacement chaufferie passage à la biomasse	27
4.2.4	Solution N°3 : Remplacement chaufferie passage à la géothermie	27
4.2.5	Solution N°4 : Remplacement chaufferie passage au Réseau de Chaleur Urbain 29	
4.2.6	Synthèse	30
5	PRÉCONISATIONS TECHNIQUES (autres que sur la production)	30
5.1	Etudes	30
5.2	Réfection des réseaux de chauffages (réseau de chaleur).....	31
5.3	Reprise de l'isolation des réseaux	32
5.4	Régulation.....	35
5.4.1	Généralités	35
5.4.2	Amélioration des installations.....	36
5.5	Réfection partielle des sous-stations	36
6	CONCLUSION	37

1 CONTEXTE DE LA MISSION

Nous intervenons depuis plusieurs années au Musée National Adrien Dubouché à Limoges (87), dépendant de l'établissement de Sèvres Manufacture et Musée Nationaux sur des thématiques énergétiques (audit, remplacement production de chauffage...)

Le site de Sèvres ayant connu des pannes successives dans leur production de chauffage en fin d'année 2023 nous avons été sollicité pour établir un diagnostic de leur production de chauffage

2 LOCALISATION

Le site de Sèvres, Manufacture et Musée Nationaux intègre :

- Le Musée National de la Céramique
- La Manufacture de Sèvres

Il est situé à Sèvres, dans le département des Hauts de Seine, région Ile de France.

Adresse du site : 2, place de la Manufacture 92310 Sèvres

Le site est bordé au Nord par le domaine national de Saint Cloud, à l'Est par la Seine



3 DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE

3.1 Généralités

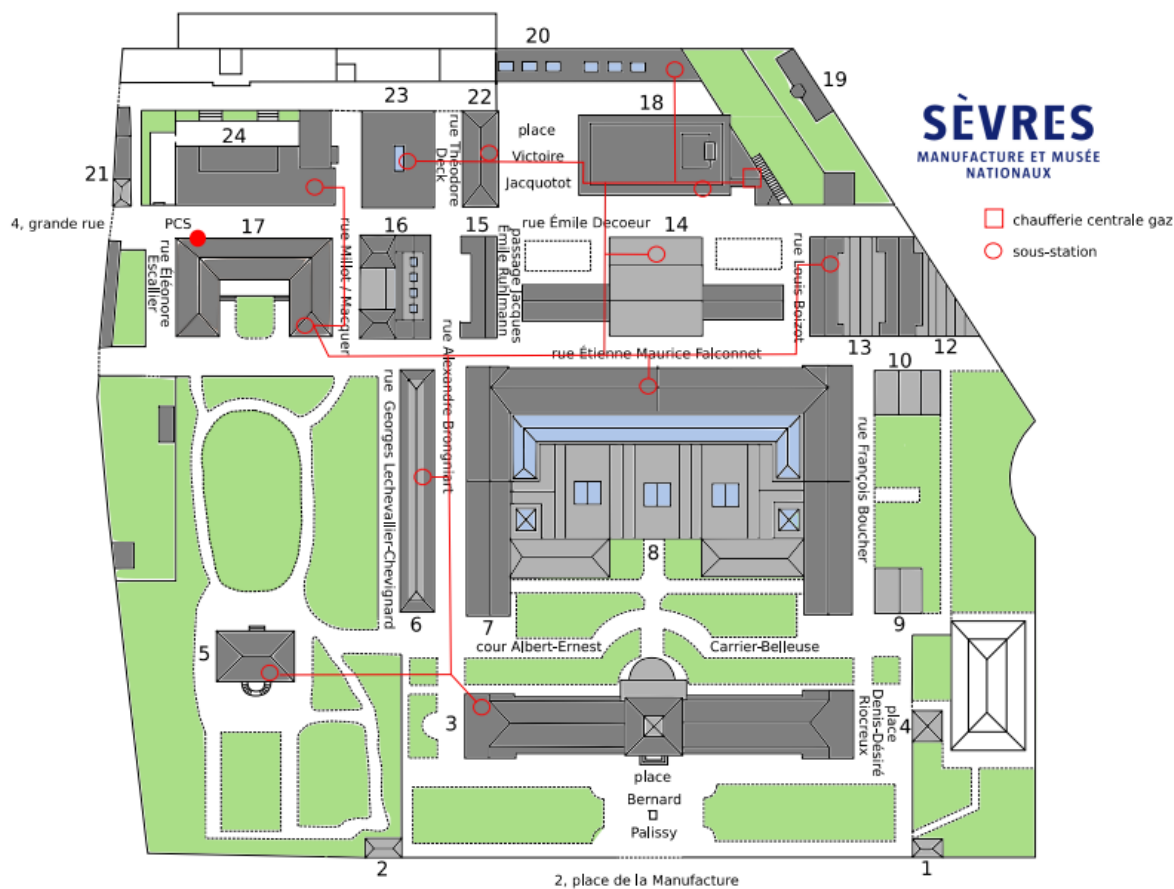
Une visite sur site a été réalisée le mardi 6 Février 2024.

Lors de cette visite réalisée en compagnie de M. Levallois du Pôle Travaux et Maintenance, nous avons pu visiter l'ensemble du site et plus particulièrement la chaufferie et les 22 sous-stations de chauffage.

Nous avons également pu réaliser un point technique avec Mme Lisicki du pôle immobilier et Mme Geremy-Etna du Service des Bâtiments.

3.2 Configuration géographique

Le site de Sèvres comporte de nombreux bâtiments répartis sur un site entièrement clos, comprenant également des espaces verts.



Les bâtiments desservis par la production de chauffage centralisée ont une surface $\approx 24\,270\text{ m}^2$ pour une surface chauffée $\approx 21\,810\text{ m}^2$.

	Affaire suivie par : E.MOREAU	<p>DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX</p>
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

3.3 Composants des installations de chauffage

3.3.1 Généralités

La majorité des bâtiments existants sont équipés de systèmes de chauffage à eau chaude.

Les bâtiments ou groupement de bâtiments sont équipés de sous-stations de chauffage, permettant la distribution du chauffage au bâtiment.

Un réseau de chaleur distribue l'eau de chauffage depuis la chaufferie centrale vers les différentes sous-stations.

3.3.2 Production

Une chaufferie centrale permet la production d'énergie, cette dernière est alimentée au gaz naturel.

Elle est constituée de deux chaudières basse température, équipées de brûleurs gaz.

3.3.3 Réseau

Le réseau de chaleur existant circule partiellement dans les caves et vides-sanitaires des bâtiments, puis enterré ou sous galeries techniques entre les différents bâtiments.

3.3.4 Sous-stations

Les sous-stations permettent la séparation hydraulique des réseaux, et de réaliser des zones de chauffage différentes.

Elles intègrent le système de régulation de chauffage.

3.3.5 Émissions

Les systèmes d'émissions de chauffage sont variables.

On compte les systèmes suivants :

- Radiateurs
- Plancher chauffant
- Aérothermes
- Centrale de traitement d'air (simple et double flux)
- Panneaux rayonnants

L'intégralité de ces systèmes sont hydrauliques puisque raccordés à la chaufferie centrale.

Il subsiste d'autres systèmes d'émissions indépendants répartis aléatoirement sur le site :

- Climatisation réversible
- Radiateurs électriques (plus en fonction d'appoint)

	Affaire suivie par : E.MOREAU	<p>DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX</p>
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

3.3.6 Synthèse

Notre mission se limite à la partie production de chauffage et ne traitera pas du réseau, des sous stations et des émetteurs finaux.

Néanmoins dans une volonté d'accompagnement et de démarche globale vous trouverez des préconisations techniques dans le paragraphe 5.

3.4 Production : chaufferie centralisée

3.4.1 Généralités

La chaufferie actuelle a été rénovée au début des années 2000, lors du basculement d'énergie du fioul ou gaz naturel.

3.4.2 Classement et réglementation

La chaufferie actuelle est classée ICPE. Installation Classée pour la Protection de L'Environnement.

La configuration actuelle, 2 chaudières d'une puissance unitaire de 1650 kW entraînent le classement suivant : 2910 Type A / 2

La chaufferie est également soumise à la directive européenne MCP puissance installée inférieure à 50 MW.

Les installations sont également soumises à l'Arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureaux ou recevant du public (ERP).

3.4.3 Localisation de la chaufferie

La chaufferie centralisée est Intégrée/accolée au bâtiment 18 du site.

La trémie permettant le passage de conduit de fumée est intégrée au bâtiment 18. Une partie de la chaufferie est située au RDC du bâtiment 18.

3.4.4 Enveloppe

Les parois de la chaufferie sont en béton.

Un flocage coupe-feu est présent au plafond et ne présente pas de discontinuité visible.

Le flocage est de 40 mm coupe-feu 2H réalisé en FIBROFEU (DOE chaufferie).

Un traitement acoustique des parois donnant contre le bâtiment 18 a été réalisé par la mise en place d'absorbeurs sonores.

La porte « principale » donnant sur l'extérieur est coupe-feu.

La porte « secondaire » donnant sur l'extérieur (façade opposée) est également coupe feux.

Les sens d'ouverture des portes de la chaufferie sont réglementaires, ouverture vers l'extérieur.

	Affaire suivie par : E.MOREAU	DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

Les portes sont équipées de barre anti panique et de crémone pompier.

La porte principale est étiquetée « Chaufferie » depuis l'extérieur.

On constate quelques fissures au niveau du sol de la chaufferie.

3.4.5 Conception générale

La chaufferie comprend une cascade de deux chaudières gaz à tirage naturel.

D'un point de vue hydraulique, les chaudières sont raccordées sur une boucle de Tichelmann favorisant un équilibrage hydraulique entre chaque chaudière.

Une bouteille de découplage hydraulique permet la séparation des circuits primaires (cascade chaudières) et secondaires (départs réseaux).

3.4.6 Chaudières

La chaufferie actuelle comprend deux chaudières à basse température de marque Atlantic Guillot Type LRR49 – Modèle 04 d'une puissance unitaire de 1650 kW à 80/60°C.

Il s'agit de chaudières en acier à triple parcours et à tubes de fumées.

Elles ont un volume d'eau important de 1570 litres.

Leur rendement utile à 80/60° est de 91.1 %

Leurs dimensions sont les suivantes :

Longueur :	3250 mm
Largeur :	1495 mm
Hauteur :	1805 mm
Poids à vide :	2732 kg



Aperçu de la chaudière N°2 (Hors service)



Aperçu plaque chaudière

	Affaire suivie par : E.MOREAU	DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

États des chaudières existantes :

Les chaudières actuelles sont fatiguées, elles ont connu quelques pannes et réparations.

La chaudière N°1 est fonctionnelle, elle a été réparée récemment car percée sur une zone accessible.

La chaudière N°2 est hors service, elle est percée au milieu du corps de chauffe et ne permet pas de réaliser une réparation fiable.

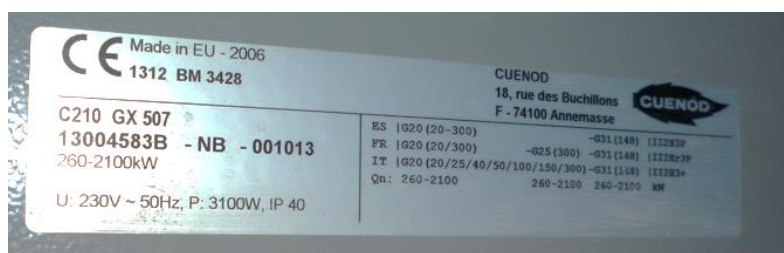
3.4.7 Brûleurs gaz

Chaque chaudière est équipée d'un brûleur de marque CUENOD type C210 GX507 P300 D30/50 T1 fonctionnant au gaz naturel (300 mbars).

Le brûleur comprend la technologie AGP.

CE dernier a une plaque de puissance comprise entre 260 et 2100 kW et est adapté aux chaudières d'une puissance comprise entre 240 et 1940 kW.

Les brûleurs sont équipés de capots de protection acoustique, permettant de limiter les nuisances sonores.



Aperçu plaque brûleur chaudière N°2

3.4.8 Conduits de fumées

Chaque chaudière est équipée de son propre conduit de fumées.

Le conduit (partie verticale) chemine dans une trémie coupe-feu jusqu'en toiture.

Les carnaux (partie horizontale du conduit) sont équipés de modérateurs de tirage.

L'ensemble des conduits de fumées sont réalisés en inox simple peau de diam 450 mm de marque WESTA France type RIGINOX

Le conduit a les caractéristiques suivantes :

Classe de température	T250
Classe de pression	N1 (Tirage Naturel)
Résistance aux condensats	W
Résistance à la corrosion	V2





Conduit chaudière N°1

Conduit chaudière N°2

Modérateur de Tirage

Té de purge



Raccord buse chaudière

Thermomètre

Modérateur de Tirage

3.4.9 Circulateurs

En chaufferie on compte plusieurs circulateurs :

- Circulateurs des chaudières situés sur la partie primaire de la chaufferie (avant bouteille de découplage)

- Circulateurs du réseau général (manufacture) et du circuit bibliothèque tous deux situés sur la partie secondaire de la chaufferie (après bouteille de découplage).
- Circulateurs annexes (circulateur filtre désemboueur par exemple)

➤ Circulateurs chaudières (primaire) :

Chaque chaudière est équipée d'un circulateur de marque SALMSON type SIL 410-14.5/1.1

Il s'agit de pompe en ligne de type simple centrifuge monocellulaire.

Entrainée par un moteur ventilé triphasé 400V d'une puissance de 1.1 kW fonctionnant à 1450 tours/min.

Le circulateur est fixé sur un massif béton.

Un kit manométrique est présent sur chaque pompe.

Son débit nominale est de : 71 m³/h pour une HMT (Hauteur Manométrique Totale) de 3 mCE.



➤ Circulateur départ général (Manufacture) :

Le départ du circuit général est équipé de deux pompes en ligne de marque SALMSON type SIL 210-16/18.5

Il s'agit de pompes en ligne de type simple centrifuge monocellulaire.

Entrainées par un moteur ventilé triphasé 400V d'une puissance de 18.5 kW fonctionnant à 2900 tours/min

Le débit nominale des circulateurs est de 120 m³/h pour une HMT (Hauteur Manométrique Totale) de 29 mCE.

Les circulateurs sont fixés sur un massif en béton.

Un kit manométrique est présent sur chaque pompe.



Les moteurs des circulateurs sont équipés de variateurs de fréquences de marque DANFOSS Type VLT 6000 HVAC.



➤ Circulateur départ bibliothèque :

Le départ du circuit bibliothèque est équipé d'une pompe double marque SALMSON type DCX 50-90

Il s'agit d'une pompe double à rotor noyé, à trois vitesses fixes.

Le débit nominale du circulateur est de 6.8 m³/h pour une HMT (Hauteur Manométrique Totale) de 8 mCE.

Un kit manométrique est présent sur chaque pompe.



	Affaire suivie par : E.MOREAU	<p align="center">DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX</p>
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

3.4.10 Électricité

Une alimentation électrique TÉTRAPOLAIRE est présente en chaufferie : 3 phases + 1 Neutre

L'alimentation électrique de la chaufferie a pour origine le TGBT du bâtiment 18 (disjoncteur + bobine pour coupure d'urgence).

Depuis le TGBT, un câble d'alimentation achemine l'électricité jusqu'au coffret de coupure (voir paragraphe 3.4.18.1.16

Une armoire électrique sur socle (2 portes) intègre l'ensemble des équipements de régulation et d'alimentation électriques de la chaufferie :

- Disjoncteurs
- Disjoncteurs moteurs
- Relais
- Contacteurs
- Régulateurs
- Bornes de connexions

En façade de l'armoire un ensemble de boutons tournants permet le pilotage des appareils.

Un ensemble de voyants permet de contrôler l'état de fonctionnement des appareils.

3.4.11 Régulation

3.4.11.1 Généralités

En chaufferie sur deux départs secondaires sont présents :

- Un départ général mélangé (variation de température de départ)
- Un départ vers la sous station bibliothèque située à proximité également mélangé (variation de température de départ)

3.4.11.2 Régulateurs

En ensemble de régulateurs de marque Siemens type Synco permet le fonctionnement de l'ensemble des équipements de la chaufferie.

L'ensemble de la régulation est composé des ensembles de modules suivants :

1 module RMK770 + 1 module RMZ789 => Gestion de la cascade des chaudières

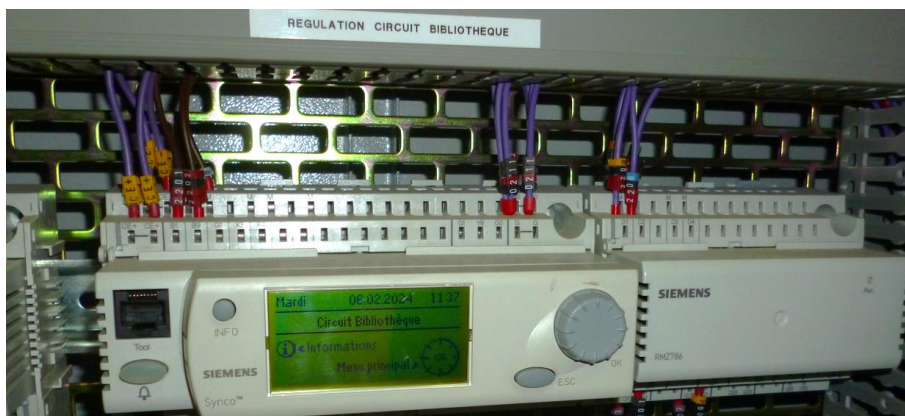


	Affaire suivie par : E.MOREAU	<p>DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX</p>
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

1 module RMH760 + 1 module RMZ786 => Gestion du circuit général (appelé Manufacture)

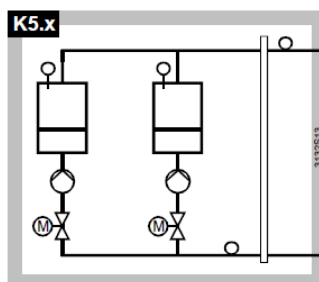


1 module RMH760 + 1 module RMZ786 => Gestion du circuit bibliothèque



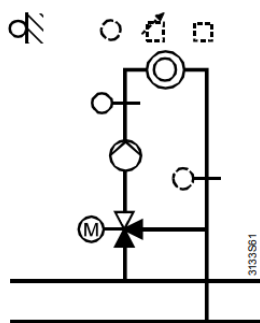
Ainsi la régulation de la cascade de chaudières permet le fonctionnement suivant :

- Fonctionnement alterné des chaudières :
- Reprise d'informations de fonctionnement : nombres d'heures de fonctionnement, nombre de démarrages brûleurs.
- Température de consigne chaudières.
- Pilotage pompes chaudières et vannes deux voies chaudières



La régulation du circuit général (Manufacture) permet le fonctionnement suivant :

- Variation de la température de départ en fonction de la température extérieure, soit un fonctionnement avec loi d'eau par action sur la vanne trois voies
- Pilotage des pompes du circuit
- Programmation horaire : Occupation / Inoccupation



· Circuit de chauffage avec vanne mélangeuse

La régulation du circuit bibliothèque permet le même fonctionnement suivant :

- Variation de la température de départ en fonction de la température extérieure, soit un fonctionnement avec loi d'eau par action sur la vanne trois voies
- Pilotage des pompes du circuit
- Programmation horaire : Occupation / Inoccupation

Ainsi nous avons pu relever les paramètres suivants :

Départ général (Manufacture)								
Loi d'eau	Température Extérieure	Température de départ	Consigne	Température de consigne (ambiance) °C	Programmation	Début	Fin	Fréquence
Point N°1	-5	80	Occupation	20	Occupation	6H	22H	L M M J V S D
Point N°2	15	50	Innocation	17	Innocation	22H01	5H59	L M M J V S D
Départ bibliothèque								
Loi d'eau	Température Extérieure	Température de départ	Consigne	Température de consigne (ambiance) °C	Programmation	Début	Fin	Fréquence
Point N°1	-5	80	Occupation	20	Occupation	6H	22H	L M M J V S D
Point N°2	15	50	Innocation	17	Innocation	22H01	5H59	L M M J V S D

3.4.11.3 Capteurs

On distinguera principalement 3 modèles de capteurs :

- Les sondes de température à doigt de gant
- Les aquastats de sécurité
- La sonde extérieure

Les capteurs sont de marque SIEMENS.

3.4.11.4 Actionneurs

On distinguera deux types d'actionneurs :

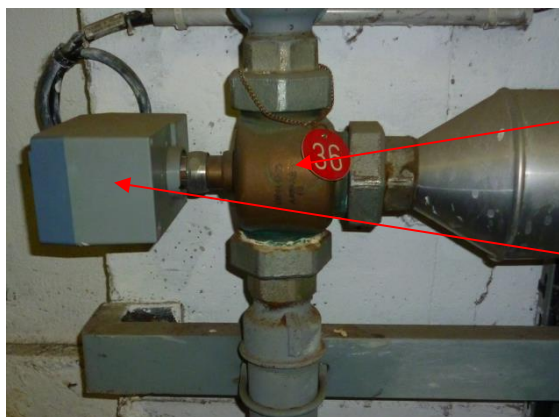
- Les vannes deux voies (cascade chaudières)
- Les vannes trois voies montées en mélange (départs réseaux)

➤ Vannes deux voies motorisées :

Les vannes deux voies permettant la gestion hydraulique de la cascade de chaudières sont de marque SIEMENS type VKF 41.125 , et sont équipées de moteurs de marque SIEMENS type SQL 33.00.

➤ Vannes 3 voies motorisées circuit bibliothèque :

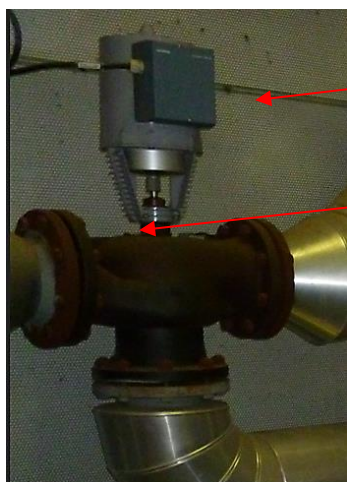
La vanne 3 voies est de marque SIEMENS type VXG44 40-25 on moteur est de type SQS35.00



Vanne 3 voies circuit bibliothèque

Moteur de vanne

➤ Vannes 3 voies motorisées circuit général :



Moteur de vanne

Vanne 3 voies circuit général

3.4.12 Alimentation gaz

L'alimentation en gaz naturel de la chaufferie s'effectue par un réseau réalisé en acier cheminant en pose enterrée.

La pression de distribution de gaz naturel est de 300 mbars.

Une vanne de barrage gaz extérieure permet l'isolement avant pénétration dans la chaufferie.

Deux électrovannes gaz en série permettent la coupure de la distribution de gaz en chaufferie (pilotage depuis la centrale de détection gaz et/ou arrêt coup de poing extérieur chaufferie)

Une bouteille tampon (sur mesure) est située en plafond de la chaufferie.

Chaque brûleur est alimenté depuis la bouteille tampon, par une crosse gaz dédiée. Une vanne de coupure d'appareil gaz est située sur la canne d'alimentation avant un filtre gaz



Électrovannes gaz



Manomètre

Bouteille tampon

Vanne de coupure

Filtre

3.4.13 Remplissage du réseau de chauffage

Un disconnecteur à zone de pression contrôlable (type BA) de diamètre 25 (DN) est présent en chaufferie.

Ce dernier a été contrôlé en 2023, il est conforme au moment de la visite. Un compteur d'eau situé en amont permet de quantifier les appoints réalisés.



3.4.14 Traitement de l'eau de chauffage

3.4.14.1 Filtration

Un filtre monté en dérivation est présent sur l'installation de chauffage. Ce dernier intègre des barreaux magnétiques externes. Il sert de filtre désemboueur.

Le filtre magnétique est de marque SALMSON type KIDSON 5 qui permet un traitement des installations de chauffage au volume d'eau compris entre 20 et 40 m3.

Il comprend un circulateur, ce dernier n'est pas celui d'origine, il a été remplacé par le modèle actuel.



3.4.14.2 Traitement d'eau

Un adoucisseur est présent en chaufferie.

Ce dernier est de marque PENTHAIR Type FLECK 5600 5XT.

Il s'agit d'une vanne doseuse automatique permettant l'injection automatique de sel.

Un bac permet le stockage du sel, et la cuve permet de stocker la résine.



3.4.15 Sécurité – expansion

3.4.15.1 Soupapes de sécurité chauffage

Chaque chaudière est équipée d'un ensemble de deux soupapes de sécurité chauffage. Elles sont de diamètre DN65.

Les soupapes sont reliées au réseau d'évacuation des eaux usées (EU) par le biais d'un collecteur d'échappement permettant de visualiser le passage de l'eau de chauffage.



	Affaire suivie par : E.MOREAU	DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

3.4.15.2 Expansion

L'expansion de chauffage s'effectue par l'utilisation d'un maintien de pression automatique.

Le maintien de pression est de marque SALMSON type EXPANSON-H modèle : H-204-2-T-1500-2D

Il est composé de :

- 2 pompes multicellulaires horizontales de maintien de pression
- 2 déverseurs réglables
- 1 bache hydraulique de 1500 litres
- 2 pressostats de commandes et de sécurité
- 1 coffret de commande et de régulation



3.4.16 Tuyauteries

Les tuyauteries de chauffage sont réalisées en tube acier noir.

Les tuyauteries d'alimentation en eau froide cheminant dans la chaufferie sont réalisées en acier galvanisé et/ou en cuivre.

3.4.17 Isolation

L'isolation des tuyauteries de chauffage est réalisée en coquille de laine minérale d'épaisseur 40 mm (Rockwool 232.065) avec une finition en tôle isoxale (3005 H24).

Les tuyauteries de distribution d'eau Froide sont isolées par des manchons élastomériques d'épaisseur 19 mm

3.4.18 Équipements de protection et de sécurité

3.4.18.1 Éclairage de sécurité

Des blocs autonomes d'éclairage de sécurité sont présents au-dessus des issues de secours.

En bloc autonome portatif d'intervention (BAPI) est présent à l'entrée de la chaufferie, il est branché au réseau électrique.

3.4.18.2 Extincteurs

Des extincteurs sont présents dans la chaufferie.

Deux extincteurs 6 kg à poudre pour feux de catégorie A B et C sont placés à l'entrée de la chaufferie.

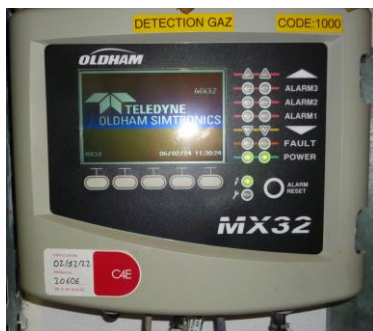
Un extincteur 2kg à CO2 pour les feux de catégorie B et E (risque électrique)

3.4.18.3 Détection gaz

Une centrale de détection gaz est présente dans la chaufferie.

Centrale de marque OLDHAM type MX32 contrôlée en décembre 2022

Deux capteurs de gaz sont situés au-dessus de chaque brûleur (Type CEX300)



Un capteur est situé en partie haute de la chaufferie (non visualisé lors de la visite).

La centrale est donc paramétrée sur 3 voies.

Elle permet en cas de détection gaz la coupure des électrovannes gaz, la mise à l'arrêt de l'électricité (Force + Éclairage).

Un renvoi d'alarme est reporté au poste de sécurité du site.

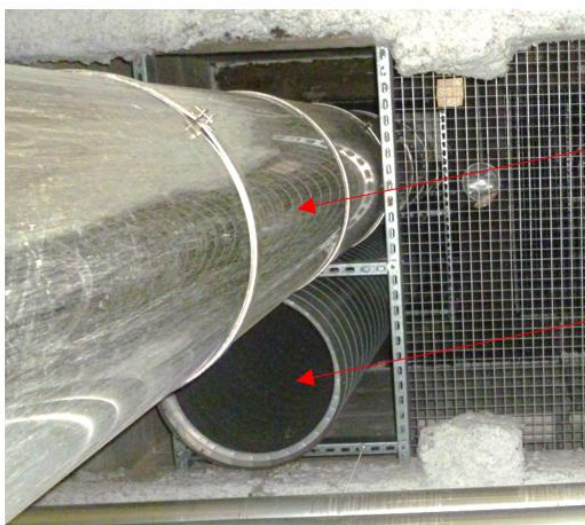
3.4.18.4 Désenfumage

La chaufferie est équipée d'un système de désenfumage.

Un extracteur de désenfumage 400°C 2H est installé en toiture terrasse.

Ce dernier est de marque VIM type THGT 560 5F 400 et à un débit d'extraction de 10 080 m³/h.

Un conduit en acier galvanisé spiralé diam 560 mm sert de conduit d'extraction depuis le plafond haut de la chaufferie. Le conduit a un diam de 560 mm soit une section de passage d'air de 0,98 m².



Conduit de fumées chaudière N°1

Conduit circulaire désenfumage
diam 560 mm

	Affaire suivie par : E.MOREAU	<p>DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX</p>
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

3.4.18.5 Ventilation chaufferie

- Ventilation basse :

La chaufferie est équipée d'une ventilation basse, réalisée dans la paroi verticale donnant sur l'extérieur, à côté de la porte principale de la chaufferie.

Cette dernière a deux fonctions :

- Amenée d'air comburant pour les chaudières
- Ventilation du local
- Amenée d'air désenfumage mécanique



La ventilation basse de section apparente est constituée de deux grilles :

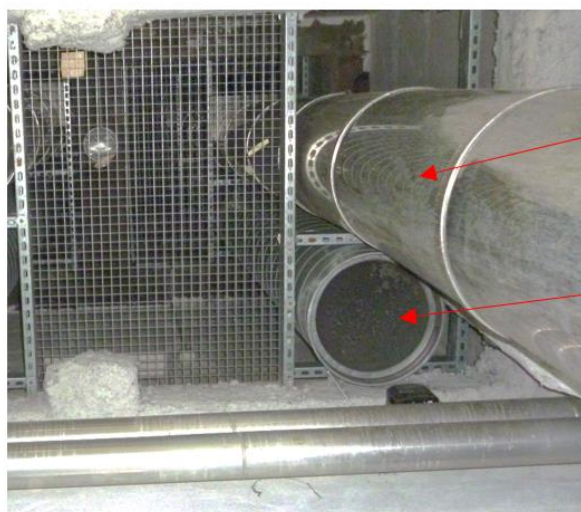
- 1 grille de marque ALDES type SG 639 800x2000(h) mm
- 1 grille de marque ALDES type SG 639 800x600(h) mm

- Ventilation haute :

La ventilation haute de la chaufferie est réalisée par un conduit circulaire (gaine acier galvanisée spiralée débouchant en toiture (à côté des conduits de fumées)).

La ventilation haute participe à la ventilation du local chaufferie.

Le conduit de ventilation haute de diamètre circulaire 450 mm a une section de passage de 0.63 m²



Conduit de fumées chaudière N°2

Conduit circulaire ventilation
haute diam 450 mm

- Ventilation conduit maçonné (trémie) cheminée :

Les conduits de fumées, conduit de ventilation haute et conduit de désenfumage circulaire dans une trémie coupe-feu 2H.

Cette trémie doit être ventilée pour éviter la stagnation de la température et l'éventuelle stagnation de gaz.

Une grille de ventilation en haut de la trémie d'une section de 4 dm² est présente.

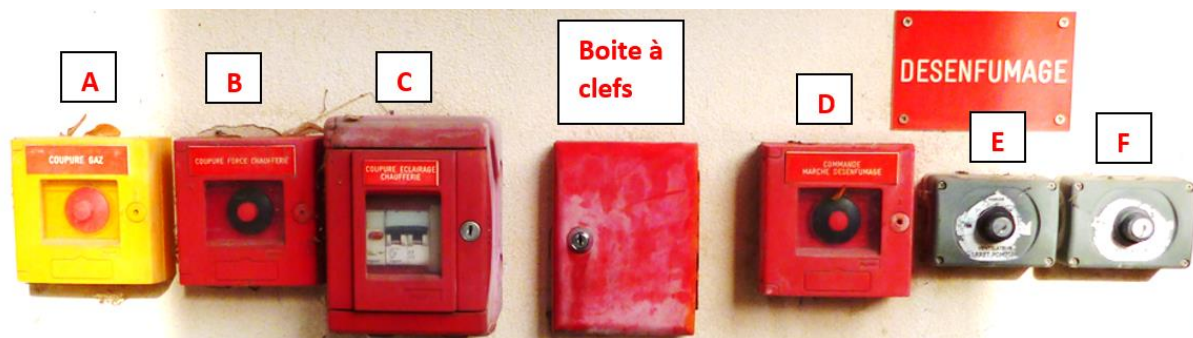
Une gaine de ventilation directe (prise d'air extérieure) en pied de conduit sert de ventilation basse. Cette dernière est floquée CF 2H.



Gaine de ventilation basse conduit (trémie) diam 250 mm avec

3.4.18.6 Coffret de coupures et commande désenfumage

Sont présents à l'extérieur sur le pan de mur de droite attenant à la porte de chaufferie l'ensemble des coffrets de coupures et de commande de sécurité.



A	Une coupure de type coupe de poing boîtier jaune, commande rouge pour la coupure de l'alimentation en gaz (coupure électrovanne gaz intérieure chaufferie)
B	Coupure de type coup de poing, coupure électrique de l'ensemble de la force chaufferie (hors éclairage). Commande agissant sur une bobine du disjoncteur chaufferie située en amont dans le TGBT du bâtiment 18.
C	Coupure (disjoncteur + voyant modulaire) de l'ensemble de l'éclairage chaufferie
D	Commande de marche désenfumage (commande pompier)
E	Commande à clef de l'arrêt ventilation pompier
F	Réarmement

	Affaire suivie par : E.MOREAU	<p>DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX</p>
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

3.4.18.6.1 Vanne de barrage gaz



Un coffret sous verre dormant est présent à l'entrée (extérieur) de la chaufferie, il protège la vanne de barrage gaz (vanne d'arrêt manuel, coupant la distribution de gaz de la chaufferie).

3.5 État des installations (production)

La chaufferie centralisée du site a un niveau de fonctionnement dégradé principalement dû au défaut des corps de chauffe des chaudières. Ces derniers sont percés ou se percent régulièrement.

La conception globale de l'installation actuelle reste conforme et cohérente.

On notera néanmoins l'absence d'un système de protection contre les retours froids au niveau des chaudières. La présence d'une vanne trois voies motorisée en protection de retours froids peut limiter les effets de « points de rosée » au niveau des échangeurs. Cependant l'installation actuelle n'en est pas pourvue.

La température de retour des chaudières n'est donc pas maîtrisée.

Pour rappel la notice d'installation des chaudières demande une température minimum de retour de 57°C.

Le circuit de chauffage au secondaire chaufferie étant à température variable, en demi saison, les retours plus froids peuvent entraîner des dégradations des corps de chauffe.

La bouteille de découplage située entre le primaire et le secondaire a un fonctionnement variable suivant l'enclenchement de la cascade chaudière. Le débit primaire appelé Q_p (côté chaudière) varie entre 71 m³/h (1 seule chaudière) et 142 m³/h (2 chaudières). Le débit secondaire appelé Q_s est lui fixe ($120 + 6.8 = 126.8$ m³/h)

- Elle travaille en découplage quand les deux chaudières sont en fonctionnement ($Q_p > Q_s$)
- Elle travaille en mélange quand une seule chaudière est en fonctionnement. ($Q_p < Q_s$)

L'état général des équipements reste bon malgré leur âge, on ne constate pas de fuite ou de détérioration.

On notera également que la conduite (l'exploitation de la chaufferie) est correcte. Les installations sont bien tenues, les paramètres de régulation cohérents.

La chaufferie est propre. On constate néanmoins qu'elle sert de stockage à certains vieux équipements du site (radiateurs...).

Toutefois vu l'âge de l'installation (18 ans) certains équipements arrivent à leur fin d'exploitation.

Dans le cadre du renouvellement potentiel de la production de chauffage, la mise à jour des installations est nécessaire pour pérenniser son fonctionnement.

	Affaire suivie par : E.MOREAU	<p>DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE</p> <p>SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX</p>
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

Ainsi le remplacement de certains équipements en chaufferie est nécessaire :

- Pompes primaires
- Pompes secondaires
- Vannes trois voies primaires et secondaires
- Maintien de pression (hors bête tampon)
- Régulation (en fonction du souhait de mise en conformité avec le décret bacs)
- Quelques vannes d'arrêt à la demande (suivant leur état)

3.6 Conformité des installations

Nous n'avons pas décelé de non-conformité relative aux installations existantes, vis-à-vis de la réglementation applicable à la chaufferie.

Des travaux de remplacement de production devront néanmoins tenir compte des réglementations actuelles (ICPE – MCP...).

Une modification de la déclaration ICPE sera peut être nécessaire en cas de remplacement des appareils de production.

4 PRÉCONISATIONS D'AMÉLIORATIONS PRODUCTION CHAUFFAGE

4.1 SOLUTIONS TECHNIQUES

4.1.1 Généralités

L'intégralité du site de Sèvres est classé y compris les bâtiments et les jardins.

La commune de Sèvres est soumise au PPA (plan de protection pour l'atmosphère), certaines émissions liées à la combustion seront donc surveillées.

Les bâtiments sont faiblement isolés et utilisent des émetteurs à haute température, la solution 100% PAC air/eau n'est pas possible et ne sera pas étudiée.

Afin de limiter les impacts environnementaux liés à la production de chauffage, nous allons nous orienter vers des solutions plus vertes en termes de ressources (solutions 2 et 3).

Dans le cas de travaux d'amélioration de la production de chauffage, il serait judicieux de prévoir le remplacement des équipements anciens de l'installation :

- Pompes primaires
- Pompes secondaires
- Vannes trois voies primaires et secondaires

Un diagnostic du système de maintien de pression (contrôle) par le fabricant serait également souhaitable.

4.1.2 Solution N°1 : Rénovation chaufferie, passage aux chaudières à condensations

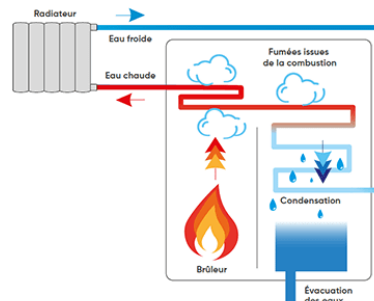
La chaufferie actuelle utilise déjà le gaz naturel comme combustible.

Le passage aux chaudières à condensations permettrait d'améliorer le rendement de production global (sur une saison de chauffe) en bénéficiant de la technologie de condensation.

Le principe est de récupérer une partie de l'énergie perdue dans les fumées et l'eau de condensation pour améliorer le rendement global de la chaudière.

Cette solution permettrait de faire des économies sur la consommation globale de gaz naturel.

De l'ordre de 5 à 15% suivant la conduite des installations.



Fonctionnement d'une chaudière à condensation

4.1.3 Solution N°2 : Remplacement chaufferie passage à la biomasse

Un passage à une chaufferie biomasse pourrait être une solution technique adaptée. Elle permettrait de réduire drastiquement la consommation d'énergie fossile (Gaz Naturel) pour la remplacer en partie par la consommation de bois et résidus de bois (source considérée comme renouvelable).

La consommation de gaz ne serait pas totalement remplacée puisqu'un système d'appoint/secours de l'installation bois serait nécessaire.

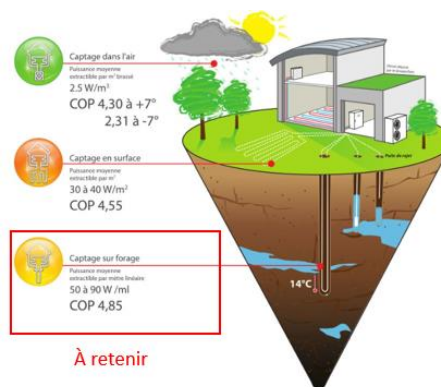
Vu la puissance installée et les besoins, une solution à pellet (granulés de bois) est écartée d'office, puisqu'elle ne sera pas économiquement viable. Le coût de l'énergie étant relativement important à cette échelle de consommation.

La ressource à étudier dans nos cas reste les plaquettes forestières ou les résidus de bois industriels.

4.1.4 Solution N°3 : Remplacement chaufferie passage à la géothermie

Un passage à une solution de géothermie (captage vertical) pourrait être une solution technique adaptée. Elle permettrait de réduire drastiquement la consommation d'énergie fossile (Gaz Naturel) pour la remplacer en partie par la consommation d'électricité.

Le rendement de production serait plus intéressant qu'une pompe à chaleur Air /Eau, et surtout la température de la source serait plus constante. La consommation de gaz ne serait pas totalement remplacée puisqu'un système d'appoint/secours de l'installation serait nécessaire à certaines périodes de l'année.

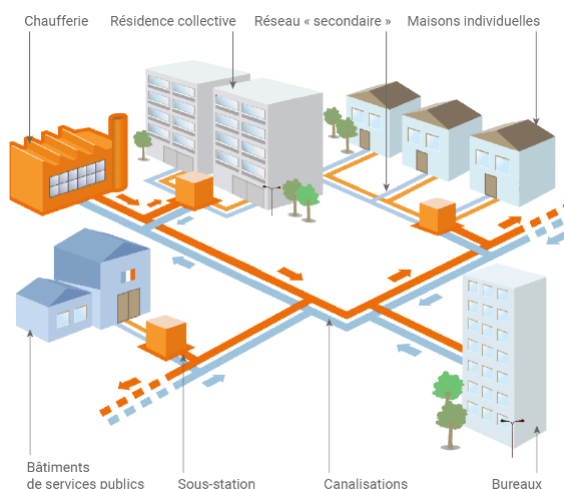


À retenir

4.1.5 Solution N°4 : Remplacement chaufferie passage au Réseau de Chaleur Urbain

Le raccordement à un réseau de chaleur urbain (RCU) reste (le plus souvent) une solution économique de chauffer des bâtiments.

Suivant la source d'énergie et la nature de la production (Géothermie, biomasse, mix énergétique...) la production de chaleur est souvent décarbonée (ou partiellement décarbonée)



4.2 FAISABILITÉ

4.2.1 Généralités

Nous allons rapidement aborder les faisabilités techniques et économiques des différentes solutions proposées.

4.2.2 Solution N°1 : Rénovation chaufferie, passage aux chaudières à condensations

Cette solution intègre les travaux les moins lourds d'un point de vue technique et économique.

Elle nécessite le remplacement des chaudières existantes par des nouvelles chaudières à condensation.

Le remplacement des deux conduits de fumées sera nécessaire, car ils ne sont pas conformes aux caractéristiques de la chaudière à condensation (tirage forcé).

Une adaptation des raccordements est à prévoir (Chauffage : raccordement primaire chaufferie à refaire, gaz naturel : conduite de raccordement terminal)

Mise en place de neutraliseurs de condensats.

Des adaptations technologiques sont nécessaires pour favoriser la condensation des chaudières.

La présence de la bouteille de découplage va nécessiter de pouvoir contrôler et piloter les débits primaires des chaudières pour favoriser les retours froids côté chaudière et améliorer les rendements globaux.

Pas d'adaptation structurelle de la chaufferie à prévoir.

Durée des travaux réduite : 2 mois de travaux (hors saison de chauffe sont à prévoir).

D'un point de vue économique, le montant des travaux s'élèverait à 200 000 euros HT pour le remplacement des chaudières actuelles par des chaudières à condensation (Hors calcul CEE).

La modernisation : le remplacement et la mise à jour des installations de l'ordre de 50 000 euros HT complémentaire suivant estimation ci jointe.

Poste	Unités	Quantité	Prix unitaire	Prix total HT
Dépose chaudières existantes et retraitement	Ens	1	3 000,00 €	3 000,00 €
Pose de deux chaudières à condensation (puissance identique)	U	2	70 000,00 €	140 000,00 €
Raccordement hydraulique sur existant	Ens	2	2 500,00 €	5 000,00 €
Remplacement des pompes primaires (mise en place de pompe à débit variable)	U	2	6 500,00 €	13 000,00 €
Remplacement vanne d'arrêt et vanne d'équilibrage	Ens	2	3 000,00 €	6 000,00 €
Remplacement soupapes	Ens	2	500,00 €	1 000,00 €
Dépose des conduits de fumées et remplacement	Ens	2	15 000,00 €	30 000,00 €
Raccordement gaz	Ens	2	1 000,00 €	2 000,00 €
Raccordement électrique et régulation	Ens	1	3 000,00 €	3 000,00 €
Neutraliseur de condensats	Ens	2	1 000,00 €	2 000,00 €
Remplacement vanne deux voies	Ens	2	2 500,00 €	5 000,00 €
Remplacement pompe départ général	Ens	1	10 000,00 €	10 000,00 €
Remplacement pompe départ bibliothèque	Ens	1	2 500,00 €	2 500,00 €
Remplacement Vanne 3 voies général	Ens	1	4 000,00 €	4 000,00 €
Remplacement Vanne 3 voies bibliothèque	Ens	1	1 750,00 €	1 750,00 €
Remplacement Maintien de pression	Ens	1	25 000,00 €	25 000,00 €
			Prix Total HT	253 250,00 €
Postes liés à la modernisation de la chaufferie	48 250,00 €			

	Affaire suivie par : E.MOREAU	<p>DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX</p>
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

4.2.3 Solution N°2 : Remplacement chaufferie passage à la biomasse

D'un point de vue consommation le site se porterait bien à la mise en place d'une chaufferie biomasse en remplacement de la chaufferie gaz.

Toutefois, vu la puissance installée (2 x1.65 Mw) la livraison de combustibles (plaquettes forestières) nécessaires entrainerait des flux de camion de type fond mouvant très importants.

La solution utilisant des pellets normalisés ne serait pas viable économiquement parlant.

Les accès au site ne sont donc pas adaptés.

D'importants travaux d'adaptation au site seraient nécessaires :

- Modifications structurelles de la chaufferie (agrandissement) 300 m² d'espace chaufferie minimum
- Création d'un silo de stockage de plaquettes (plusieurs centaines de m3 de stockage nécessaires)
- Installations de livraison et de convoyage de plaquettes
- Mise en œuvre de nouveaux conduits de fumées
- Création d'une aire de retournement pour semi-remorques
- Créations de voies d'accès adaptées aux semi-remorques (voierie renforcée, largeur adaptée).

En termes d'espace, l'adaptation du site aux besoins ne semble pas possible.

D'un point de vue économique l'investissement serait très important.

Une estimation rapide des montants de travaux : 5 à 7 millions d'euros HT.

La durée des travaux serait supérieure à 1 an avec des désagréments importants sur le site (nuisances, coupures de production...)

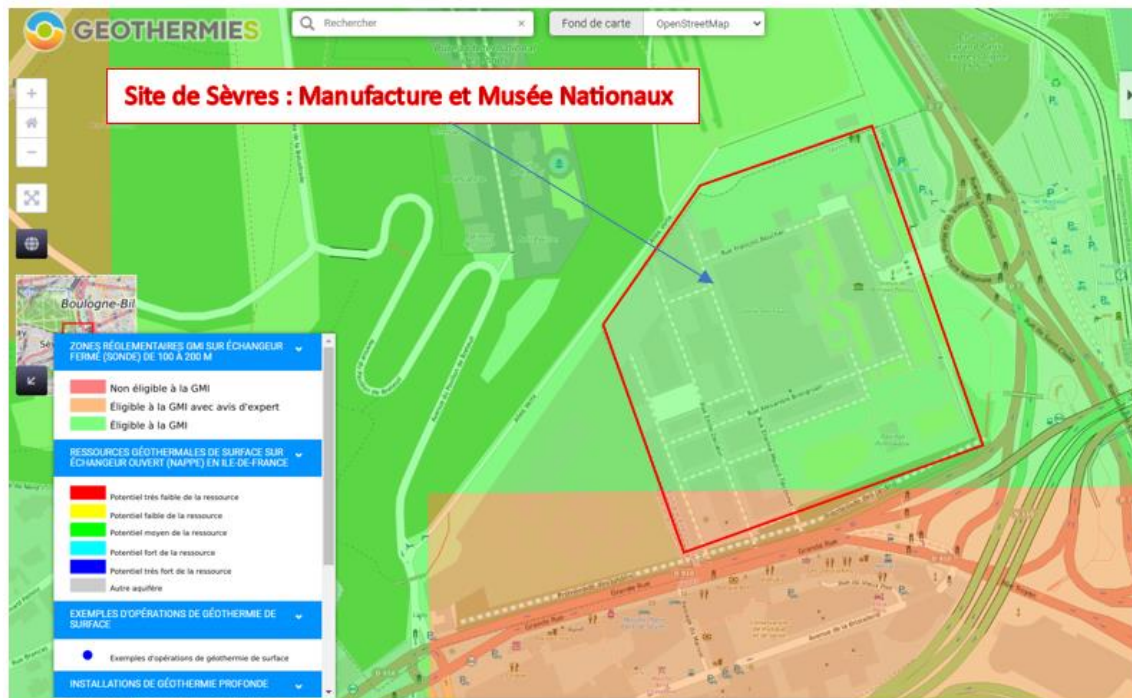
De plus l'exploitation de ce type d'installation nécessiterait la présence de deux à trois salariés dédiés à la chaufferie.

Cette solution n'est pas adaptée au site, à son emplacement et ne nous semble pas viable d'un point de vue économique.

4.2.4 Solution N°3 : Remplacement chaufferie passage à la géothermie

Une installation de géothermie sur le site de Sèvres pourrait être une solution technique adaptée.

Géologiquement le site se prêterait à l'implantation d'une GMI (Géothermie de Minime Importance), en effet suivant la cartographie extraite du site géothermies.fr on constate que la majorité du site de Sèvres est éligible à la GMI.



Toutefois vu la puissance nécessaire, de 3.3 MW, en nombre de forages de 200 m de profondeur, le nombre de forages devient très important.

Une rapide estimation mène au résultat suivant (Couverture basée sur la puissance, à raison de 50 W/m sur des forages de 200 m).

Couverture (Puissance)	Nombre de forages
100,00%	330,00
80,00%	264,00
50,00%	165,00

Le nombre de forage à réaliser est bien trop important et n'est pas du tout adapté au site de Sèvres.

L'espace libre potentiellement utilisable pour le forage de sondes géothermiques est très restreint, de plus même les jardins et les arbres qui s'y trouvent sont classés.

On notera également qu'il faudra toujours une solution d'appoint secours à l'installation de géothermie. Donc une chaufferie gaz en appoint restera nécessaire.

D'un point de vue économique l'investissement est très important sur la solution 50% (puissance installée), une estimation de travaux de l'ordre de 4 à 5 millions d'euros serait nécessaire (compris remplacement chaudière pour appoint secours).

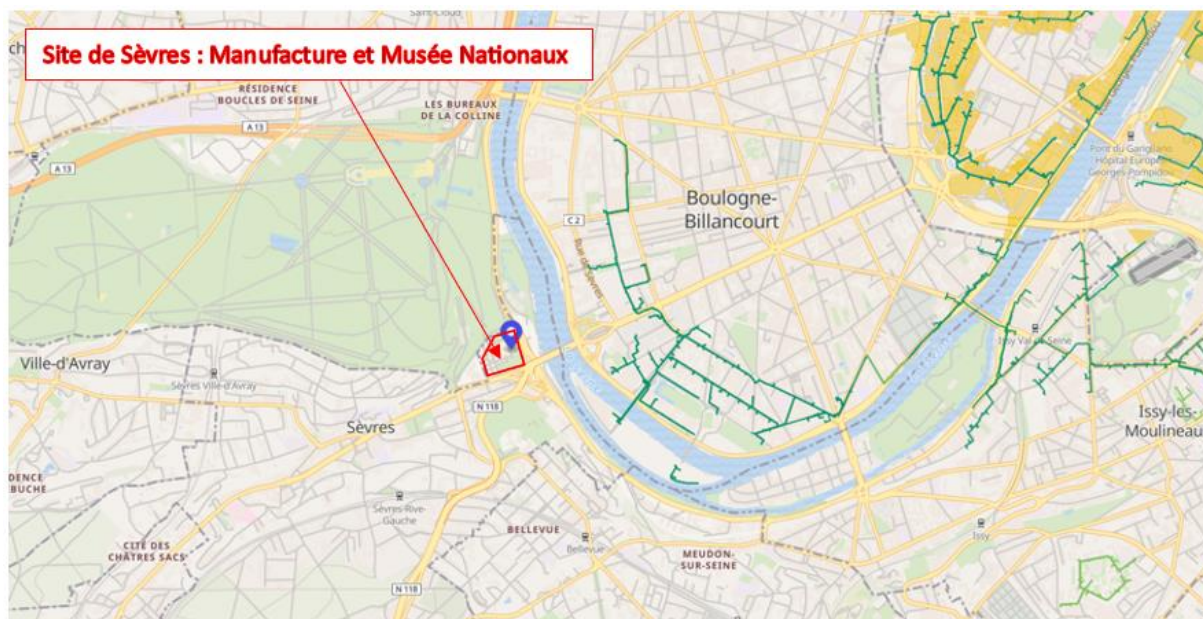
Cette solution n'est pas réalisable d'un point de vue technique.

4.2.5 Solution N°4 : Remplacement chaufferie passage au Réseau de Chaleur Urbain

La commune de Sèvres ne possède pas de réseau de chaleur urbain.

Ci-joint un extrait de la cartographie des réseaux de chaleur :

Source : <https://france-chaleur-urbaine.beta.gouv.fr/>



On constate que sur la commune et sur le département des Hauts de Seine, il n'y a pas de réseau à proximité du site de Sèvres.

Il existe bien un réseau de chaleur urbain (RCU) sur la commune de Boulogne Billancourt située dans le département voisin de l'autre côté de la seine.

Le potentiel de la commune de Sèvres, dans le cadre d'une faisabilité de réseau de chaleur urbain (RCU) n'est toutefois pas négligeable d'après le schéma directeur des réseaux de chaleur du département des Hauts de Seine que nous avons pu consulter.

Schéma directeur consultable au lien suivant : <https://www.hauts-de-seine.fr/mon-departement/les-hauts-de-seine/missions-et-actions/environnement/le-schema-directeur-des-reseaux-de-chaleur>

Dans le cadre de création de réseau départemental, la commune de Sèvres serait classée 12/20, sur la base d'un réseau de chaleur biomasse avec 64 GWh de besoins annuels.

A ce jour après différentes recherches il n'y a pas de projet de RCU prévu ou en cours d'étude à proximité du site de Sèvres.

D'un point de vue économique le coût de raccordement resterait faible.

En effet en général le coût de raccordement est répercuté à l'échelle du projet de RCU, dans les frais d'exploitation du réseau.

Une simple adaptation technique côté chaufferie serait nécessaire, soit le raccordement secondaire de l'échangeur du RCU et ses frais induits.

	Affaire suivie par : E.MOREAU	<p>DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX</p>
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

Poste	Unités	Quantité	Prix unitaire	Prix total HT
Adaptation hydraulique pour raccordement de l'échangeur du RCU	Ens	1	22 000,00 €	22 000,00 €
Raccordement électrique et régulation	Ens	1	3 000,00 €	3 000,00 €
			Prix Total HT	25 000,00 €

Cette solution n'est pour l'instant pas réalisable.

4.2.6 Synthèse

À ce stade, seule la solution N°1, mise place de chaudières à condensations nous semble pertinente d'un point de vue technique et économique.

C'est la solution à privilégier. Toutefois il serait judicieux d'effectuer un calcul des déperditions et des besoins de l'installation pour optimiser la puissance des chaudières et limiter le coût du projet.

5 PRÉCONISATIONS TECHNIQUES (autres que sur la production)

5.1 Etudes

Audit énergétique – Décret tertiaire :

La réalisation d'un audit énergétique de l'ensemble des bâtiments du site serait nécessaire.

Il permettrait d'établir les déperditions de l'ensemble des bâtiments à l'état actuel et de pouvoir retravailler la puissance de la production de chauffage. Il permettrait également d'identifier et de caractériser chaque bâtiment d'un point de vue énergétique.

Sèvres comme de nombreux établissements publics est soumis au « décret tertiaire ». La mise en œuvre du décret implique la réalisation d'audits énergétiques.

Pour rappel le décret tertiaire impose des réductions des consommations d'énergie suivant plusieurs paliers :

Le calendrier prévoit des paliers :		
-40%	-50%	-60%
de consommation d'énergie en 2030	de consommation d'énergie en 2040	de consommation d'énergie en 2050

Analyse d'eau de chauffage :

Une analyse d'eau de chauffage avec si nécessaire proposition d'amélioration de la qualité de l'eau me semble nécessaire. Cette analyse permettra en outre de figer l'état des circuits avant travaux sur la production de chauffage.

5.2 Réfection des réseaux de chauffages (réseau de chaleur)

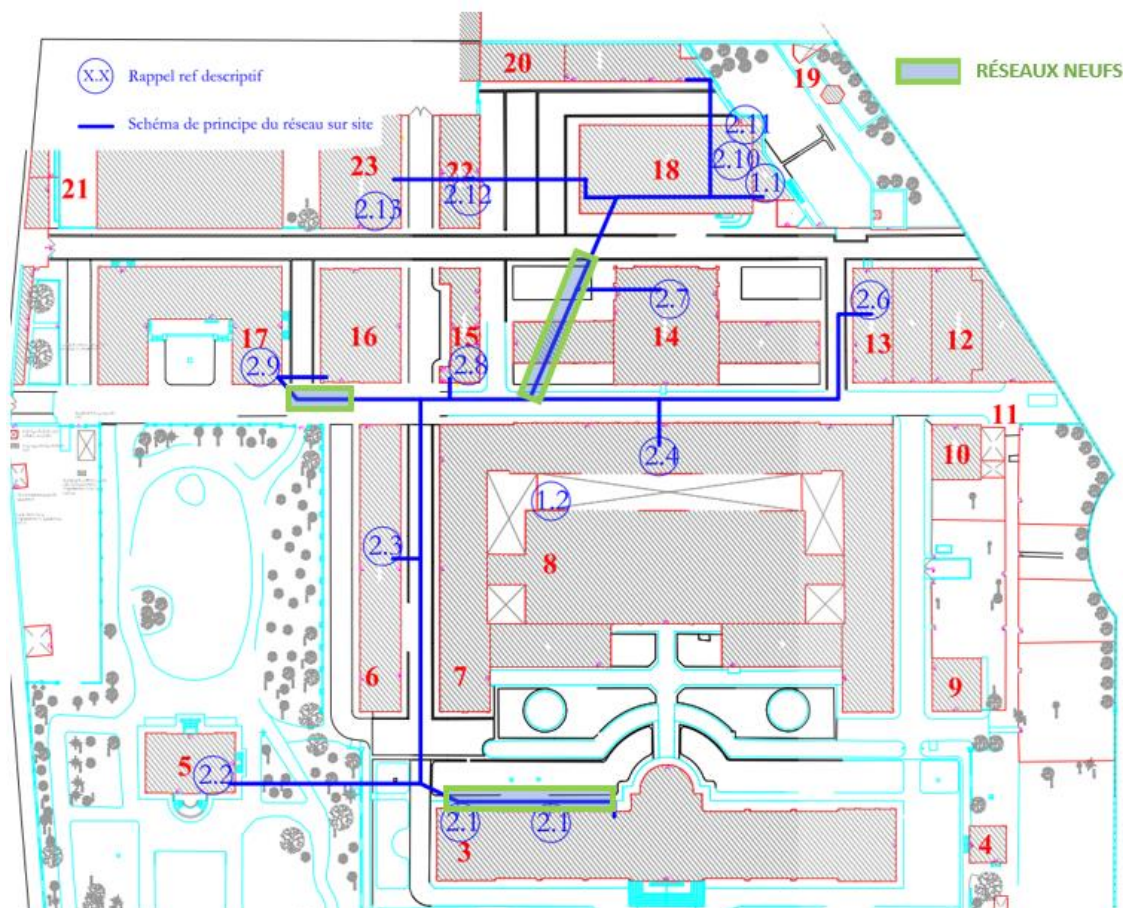
Depuis plusieurs années le réseau de chauffage existant permettant la connexion entre les différentes sous-stations connaît des fuites. On parlera de réfection du réseau de chaleur considéré comme « technique ».

Ce réseau apparent en caves ou sous galeries techniques entre bâtiments est réalisé en acier.

Ce dernier a souffert à l'extérieur (corrosion) et sûrement également à l'intérieur du tube (qualité de l'eau). De plus vu l'âge de l'installation et la nature de l'isolation (visible) on peut émettre des doutes sur la performance du réseau d'un point de vue énergétique. L'absence de vannes sur de nombreuses portions du réseau rend les opérations de réparations complexes et entraînent des coupures importantes de distribution.

On notera que suite à l'arrivée des premières fuites réseaux, une campagne de repérages des réseaux enterrés (ou sous galerie) de chauffage a été réalisée en 2023. Une géolocalisation des réseaux a été réalisée facilitant les interventions futures.

Le plan suivant synthétise brièvement les portions de réseaux neuves.



D'un point de vue énergétique la réfection des réseaux enterrés ou sous galeries techniques, à court terme nous semble inévitable et permettrait de limiter les pertes thermiques du réseau. Il est nécessaire de prévoir la réfection du réseau. Dans cette optique, on pourra également imaginer le basculement sur tube enterré en matériaux de synthèse (plastique) moins sensible à la corrosion (suivant les faisabilités techniques et diamètre de réseaux à mettre en œuvre).

D'après les données en notre possession, on aurait approximativement 980 ml (aller) de réseaux de chauffage enterré (ou sous galerie technique) non rénové à ce jour.

D'un point de vue économique vous trouverez ci-joint une estimation des travaux à réaliser.

Poste	Unités	Quantité	Prix unitaire	Prix total HT
Réseau enterré (aller+ retour)	ml	980	1 000,00 €	980 000,00 €
Regards et vannes d'arrêts	U	27	3 000,00 €	81 000,00 €
Consignation - vidanges	Forfait	1	6 000,00 €	6 000,00 €
Rinçage et traitement préventif	Forfait	1	30 000,00 €	30 000,00 €
Installation de chantier	Forfait	1	20 000,00 €	20 000,00 €
			Prix Total HT	1 117 000,00 €

Soit un budget de l'ordre de 1.1 millions d'euros HT.

5.3 Reprise de l'isolation des réseaux

➤ Généralités :

Les points singuliers ne sont pas tous isolés, une campagne de reprise de l'isolation de points singuliers pourrait permettre de limiter les pertes thermiques. On entend par points singuliers, les zones de pertes de chaleurs des équipements : Corps de vannes, corps de pompe, corps de vanne trois voies, raccords démontables...

Souvent les points singuliers ne sont pas isolés car ils nécessitent une intervention ultérieure. Pour pallier à ce phénomène la mise en œuvre de matelas d'isolation permet d'isoler, tout en rendant démontable facilement l'isolation.



➤ Chaufferie :

En chaufferie les réseaux de chauffage sont isolés.

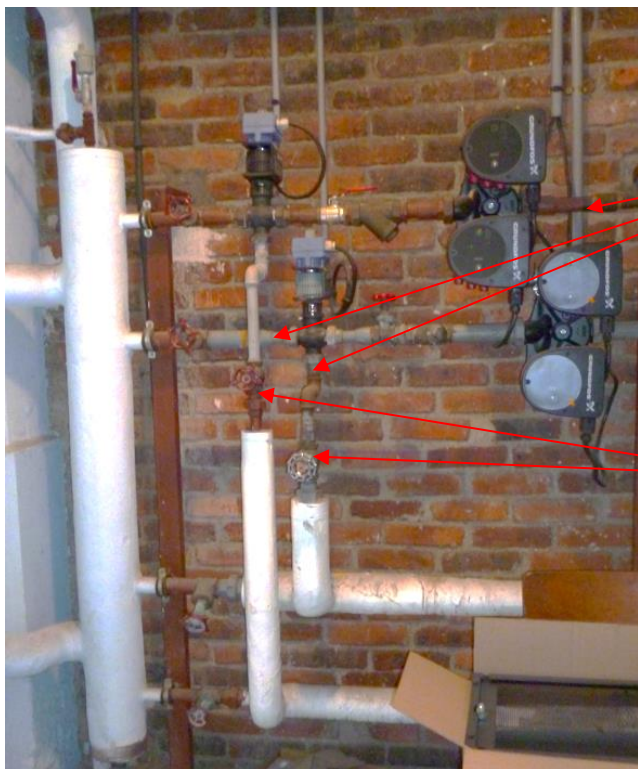
De nombreux points singuliers sont potentiellement traitables.

➤ Sous stations :

Certaines sous-stations n'ont pas de tuyauteries de chauffage isolées.

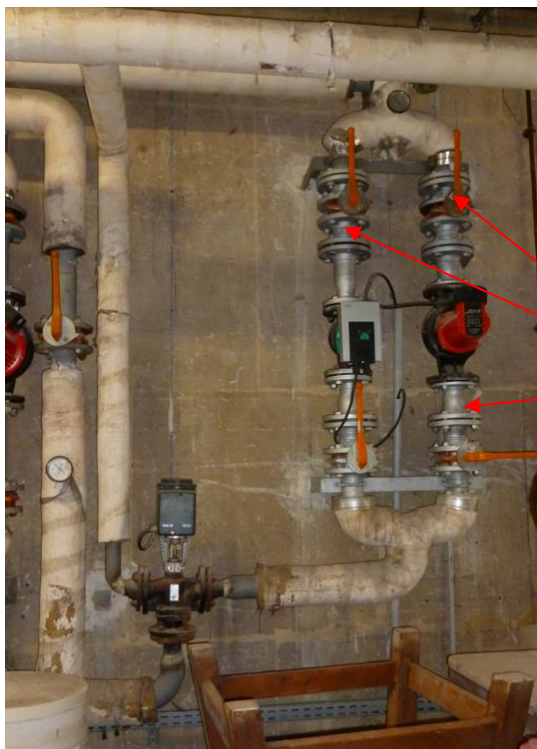
D'autres ont des niveaux de performance d'isolation dégradée.

Comme en chaufferie il subsiste de nombreux points singuliers non isolés.



Tuyauteries à isoler

Points singuliers à traiter



Points singuliers à traiter

➤ Réseaux en caves et en vides sanitaires :

Les réseaux cheminant en apparent dans les caves et les vides sanitaires des différents bâtiments sont partiellement isolés. Certaines portions d'isolation sont en mauvais état et nécessiteraient leur réfection.

➤ Financement des travaux d'isolation :

Isolation des points singuliers :

Le financement partiel des travaux d'isolation de réseaux est possible par le biais des Certificats d'Économies d'Énergies.

La fiche BAT- TH-155 « Isolation de points singuliers d'un réseau » applicable dans votre cas synthétise les recommandations et les calculs d'aides CEE.

Les matelas ou isolants à mettre en œuvre auront à minima les caractéristiques suivantes :

La résistance thermique de l'isolant (rapport entre l'épaisseur et la conductivité thermique déclarées) est supérieure ou égale à :

- 1,5 m².K/W à une température moyenne de 50°C,
- 1,0 m².K/W à une température moyenne de 100°C.

La conductivité thermique et l'épaisseur déclarées de l'âme isolante ainsi que la température maximale de service sont mesurées dans les conditions définies par la norme NF EN 14303.

Ainsi en prenant exemple sur la chaufferie

CEE points singuliers en zone climatique H1							
Exemple de la chaufferie							
Diamètre canalisation	Montant kWh cumac par points singuliers	Nombre de points singuliers	Facteur correctif	kWh cumac	MWh cumac	Coût en euros (valeur février 2024 euros MWh)	Valeur en euros
20 < DN < 65	11700	15	0,2	35100	35,1	8,1	284,31 €
65 < DN < 100	25100		0,2	0	0	8,1	0,00 €
100 < DN	40900	26	0,2	212680	212,68	8,1	1 722,71 €
						Total en euros	2 007,02 €

Isolation des réseaux (hors volume chauffé) :

Le financement partiel des travaux d'isolation de réseaux est possible par le biais des Certificats d'Économies d'Énergies.

La fiche BAT- TH-146 « Isolation d'un réseau hydraulique de chauffage » applicable dans votre cas synthétise les recommandations et les calculs d'aides CEE.

	Affaire suivie par : E.MOREAU	<p>DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX</p>
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

L'isolant devra avoir les caractéristiques techniques suivantes :

L'isolant mis en place est de classe supérieure ou égale à 4 selon la norme NF EN 12 828+A1:2014. Le remplacement d'une canalisation par une canalisation pré-isolée est éligible à la présente fiche si l'isolant mis en place présente les caractéristiques minimales ci-dessus.

Ainsi en prenant un exemple de 100m de réseau :

CEE Isolation d'un réseau hydraulique de chauffage Exemple pour 100 m de réseau (BAT TH 146)					
Longueur de réseau en m	kWh cumac / m de réseau	kWh cumac récupérables	MWh cumac	Coût en euros (valeur février 2024 euros MWh)	Valeur en euros
100	4300	430000	430	8,1	3 483,00 €

5.4 Régulation

5.4.1 Généralités

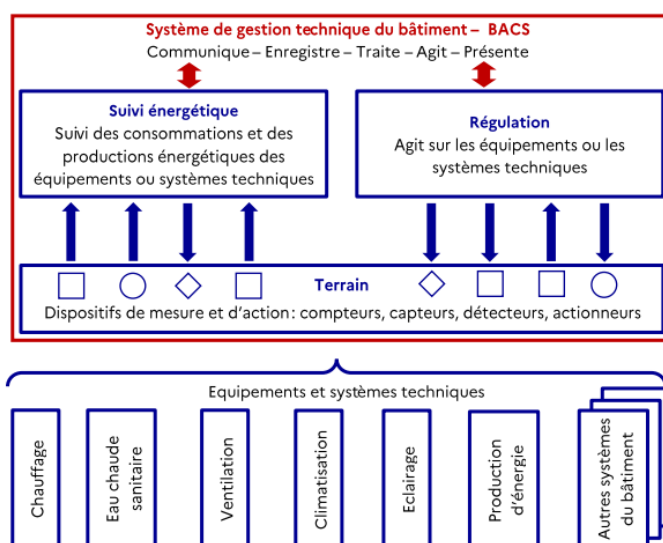
L'installation du site de Sèvres est soumise au décret BACS. « Building Automation and Control System ».

Ce décret est relatif aux systèmes de pilotage et de régulation des bâtiments.

Un guide pour sa mise en application est disponible sur le site suivant :

https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/guide_bacs_16052023.pdf

A ce titre à l'horizon du 1^{er} Janvier 2025 le site de Sèvres sera soumis au décret BACS.



Le système actuel de régulation devra être modifié.

	Affaire suivie par : E.MOREAU	<p>DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX</p>
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

En effet celui-ci ne permet pas que ce soit en chaufferie ou en sous-station de stocker les données de régulation et d'enregistrer les valeurs des sondes d'ambiance.

Toutefois, pour les installations existantes il y aura des dérogations à l'obligation si le temps de retour sur investissement est supérieur à 10 ans suivant la méthode de calcul fournie dans l'annexe N°1 de l' Arrêté du 7 avril 2023 relatif aux systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments tertiaires.

(Disponible au lien suivant : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000047422562>)

5.4.2 Amélioration des installations

A l'heure actuelle chaque sous-station est autonome, il n'y pas de poste de supervision rassemblant toutes les données, consignes et paramètres de régulation des installations de chauffage.

Deux solutions sont possibles :

- Solution N°1 : Évolution de l'installation existante
- Solution N°2 : Remplacement global de l'installation de régulation

Les deux solutions vont nécessiter la création d'une boucle de communication filaire (Solution N°1 : Bus Terrain KNX, solution N°2 : Passage de fibre optique entre chaque sous- station).

Dans tous les cas les vieux régulateurs LANDIS et GYR des sous-stations les plus anciennes devront être remplacés.

L'ajout de sonde d'ambiance sur chaque circuit est à privilégier.

La solution la plus efficace, surtout pour respecter la mise en œuvre du décret BACS, reste la solution N°2. Elle implique :

- La modification de l'ensemble des armoires de régulation existantes (chaufferie et sous-station)
- La création d'une boucle de communication de type fibre optique ou bus terrain
- La création d'un poste de supervision avec stockage de données
- Le rajout de sondes d'ambiance pour chaque circuit régulé
- La possibilité de paramétrer et de réguler d'autres systèmes que le chauffage (Ventilation, Éclairage, relevés de consommations...)

5.5 Réfection partielle des sous-stations

En parallèle des travaux de la production, il serait intéressant de prévoir le remplacement de certains équipements en sous-station, voir de réaliser une campagne de réfection partielle des sous-stations.

Équipements concernés :

- Circulateurs
- Vannes trois voies et servomoteurs
- Vannes d'arrêt
- Armoire électrique et régulation.

	Affaire suivie par : E.MOREAU	<p>DIAGNOSTIC TECHNIQUE CHAUFFERIE SÈVRES MANUFACTURE ET MUSÉE NATIONAUX</p>
	Numéro dossier : DI.24.00244.740	

6 CONCLUSION

Les installations de chauffage du site de Sèvres Manufacture et Musée Nationaux sont vieillissantes et nécessitent des mises à niveau importantes et relativement rapides.

Lors de notre visite une chaufferie mobile au fuel était en place pour pallier aux dysfonctionnements des chaudières gaz.

Sans parler de l'enveloppe des bâtiments (isolation) on distinguera 5 postes prioritaires d'améliorations et de travaux à mener sur l'installation :

- La réfection de la production centralisée
- La réfection des réseaux
- L'amélioration de l'isolation des équipements thermiques (réseaux et points singuliers)
- La mise à niveau de certaines sous-stations
- La mise à jour ou le remplacement de la régulation.

Ces travaux permettront de limiter les pannes et de pérenniser le fonctionnement des installations à court et moyen terme.

Sur la partie production, le classement et la configuration du site sont des contraintes importantes.

Seule la solution de remplacement des « chaudières classiques » par des chaudières à condensation semble être valable techniquement et économiquement.

A moyen terme le développement de réseau de chaleur urbain (RCU) à proximité du site pourrait être une solution viable de substitution au gaz naturel.

Rédacteur : E. MOREAU

Date du rapport : 13/03/2024

Signature :



JLM INGENIERIE
11 rue de Dion Bouton
87280 Limoges
Tel: 05.55.02.01.74
contact@jlm-ingenierie.fr