

EXPERTISE TECHNIQUE

MAÎTRE D'OUVRAGE :

MINISTERES AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ECOLOGIQUE
DIRECTION DES AFFAIRES FINANCIERES | SECRETARIAT GENERAL
BUREAU DE LA GESTION TECHNIQUE IMMOBILIERE

BUREAU D'ETUDES :

INGETERMIE

OBJET :

DIAGNOSTIC RESEAUX HYDRAULIQUES LOCAUX SCHAPI
42 AVENUE GASPARD CORIOLIS
31057 TOULOUSE
SERVICE CENTRAL VIGICRUES

Version 2 du 09/08/2025

Informations relatives au document

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Auteur(s) Babacar NDIAYE
Fonction Ingénieur CVC
Référence BN
Version A

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

| Version | Date | Vérifié par | Approuvé par | Modification |
|---------|------------|-------------|--------------|----------------------------|
| A | 28/07/2025 | BN | BN | Version initiale |
| B | 09/08/2025 | BN | BN | Commentaires analyse d'eau |

DESTINATAIRES

| Nom | Entité |
|-----------------|--|
| Maxime Jourdain | Chef du Bureau de la Gestion Technique Immobilière |

SOMMAIRE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | CONTEXTE ET OBJECTIFS | 5 |
| 1.1 | Contexte | 5 |
| 1.2 | Objectifs de la mission | 6 |
| 1.3 | Personnes présentes | 6 |
| 2 | DOCUMENTS ANALYSES | 7 |
| 2.1 | Documents Transmis par BGTI | 7 |
| 2.1.1 | DOE | 7 |
| 2.1.2 | Devis TPF ALLIASERV | 7 |
| 2.1.3 | Photos du sinistre du mois de juin | 7 |
| 2.2 | Documents transmis par TPF | 7 |
| 3 | PRESENTATION DES INSTALLATIONS | 8 |
| 3.1 | Production Chaud et Froid | 8 |
| 3.2 | Distribution secondaire | 10 |
| 3.3 | Emission de chaleur et froid | 10 |
| 3.3.1 | Bureaux | 10 |
| 3.3.2 | Salle serveurs | 10 |
| 4 | CONSTATS LORS DE LA VISITE DU 18/07/2025 | 11 |
| 4.1 | Constats au niveau des locaux (bureaux, salle de réunion) | 11 |
| 4.1.1 | Bureau 224 | 11 |
| 4.1.2 | Salle de réunion | 13 |
| 4.1.3 | Bureau 40 | 14 |
| 4.1.4 | Bureau 26 | 14 |
| 4.1.5 | Local serveur Informatique | 15 |
| 4.2 | Constats en sous station | 16 |
| 5 | ORIGINE DU SINISTRE | 17 |
| 5.1 | Fuite sur la tuyauterie | 17 |
| 5.1.1 | Exigence DTU 45 : | 17 |
| 5.2 | Analyse d'eau | 18 |
| 5.2.1 | Analyse du pH | 20 |
| 5.2.2 | Analyse de l'oxyde métallique élevé | 20 |
| 5.2.3 | Analyse du TAC élevé | 21 |
| 5.2.4 | Dureté de l'eau | 21 |
| 5.2.5 | Conclusion sur l'analyse d'eau | 21 |
| 5.3 | Fuite sur la robinetterie | 21 |
| 6 | TRAVAUX REALISES | 23 |
| 6.1 | Objet des travaux | 23 |
| 6.2 | Travaux réalisés | 23 |
| 6.3 | Reportage photos travaux | 24 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 7 | AVIS TECHNIQUES SUR LES TRAVAUX REALISES | 27 |
| 8 | PV DE RECEPTION | 29 |
| 9 | CONSEQUENCES DU SINISTRE | 30 |
| 10 | NIVEAU DE PROPAGATION DU SINISTRE | 31 |
| 11 | PRECONISATIONS DE TRAVAUX | 32 |
| 11.1 | Scénario 1 Remplacement en inox | 32 |
| 11.1.1 | Programme de travaux | 32 |
| 11.1.2 | Avantages | 32 |
| 11.1.3 | Inconvénients | 32 |
| 11.2 | Scénario 2 Remplacement en multicouches | 33 |
| 11.2.1 | Programme de travaux | 33 |
| 11.2.2 | Avantages | 33 |
| 11.2.3 | Inconvénients | 33 |
| 11.3 | Scénario 3 Brossage de la tuyauterie existante | 34 |
| 11.3.1 | Programme de travaux | 34 |
| 11.3.2 | Avantages | 34 |
| 11.3.3 | Inconvénients | 34 |
| 11.4 | Synthèse | 35 |
| 12 | CHIFFRAGE DES TRAVAUX | 36 |
| 12.1 | Scénario 1 Remplacement en inox | 36 |
| 12.2 | Scénario 2 Remplacement en multicouches | 36 |
| 12.3 | Scénario 3 Brossage de la tuyauterie existante | 37 |
| 13 | ORGANISATION DES TRAVAUX | 38 |
| 14 | CONCLUSION | 39 |
| 15 | ANNEXES | 40 |
| 15.1 | PV de réception | 40 |
| 15.2 | PV de mise en épreuve réseau | 41 |
| 15.3 | Analyse d'eau | 42 |
| 15.4 | Documentation Technique | 43 |

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1 CONTEXTE

Le **Secrétariat Général du Ministère de l'Écologie** compte dans son parc immobilier un bâtiment de bureaux situés au 42 Rue Gaspard Coriolis à Toulouse, sur le site Météo France.

Ce bâtiment, a été livré **en 2014**, il accueille le **Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations (SCHAPI)**.

Elle est composée de deux niveaux avec plusieurs locaux et services :

- Une dizaine de bureaux
- 3 salles de repos
- Laboratoire
- Salle de réunion
- Sanitaires
- Local cartothèque
- Cafétaria
- Salle serveur

L'exploitation technique du bâtiment est gérée par le **Bureau de Gestion Technique Immobilière (BGTI)**, la maintenance des équipements de CVC (Chauffage, Ventilation et Climatisation) a été confiée à la société **TPF**.

Depuis deux ans, les occupants signalent plusieurs fuites récurrentes aux niveaux des réseaux hydrauliques (eau glacée et eau chaude) assurant le chauffage et le rafraîchissement des locaux.

Cette situation s'est dégradée, dans le temps, avec comme conséquence, la survenance d'un sinistre (grosse fuite) au niveau de l'alimentation en eau glacée des salles serveurs, pendant la période caniculaire du mois de juin 2025.

Cela a mis en péril le bon fonctionnement des salles serveurs et a impacté fortement l'activité du service SCHAPI, qui assure la surveillance des crues en France (très sensible).

Une réparation urgente a été effectuée, via une commande passée auprès du mainteneur du site.

1.2 OBJECTIFS DE LA MISSION

Dans ce contexte, **BGTI** a missionné **INGETERMIE** pour réaliser un diagnostic et une expertise complet du réseau hydraulique.

L'objectif in fine de l'expertise étant :

Emettre un avis technique sur le sinistre du mois de juin :

- Etablir les causes du sinistre
- Evaluer les conséquences sur l'exploitation du site
- Donner le niveau de propagation du sinistre
- Etablir des préconisations de réparations

Emettre un avis technique sur les travaux engagés

- Evaluer l'adaptation de la solution proposée par l'entreprise **TPF** par rapport au sinistre
- Examen de la documentation associée (fiches techniques, mis à jour des plans et schémas)
- Examen visuel de la qualité des travaux
- Réceptionner les travaux

Dans ce contexte, nous avons réalisé une expertise le 18/07/2025 à Toulouse

1.3 PERSONNES PRESENTES

L'audit a été réalisé avec la présence des personnes ci-dessous :

| Nom | Prénom | Entreprise | Fonctions |
|---------|--------|---|---|
| Babacar | NDIAYE | INGETERMIE | Expert |
| Nadine | COUTIN | DIRECTION GENERALE DE LA PREVENTION DES RISQUES | Cheffe du pôle appui à la prévision des inondations |
| Raphaël | ALBOUY | TPF ALLIASERV | Responsable de secteur |

TPF a mis à disposition aussi sur site un ouvrier de maintenance afin de réaliser les manipulations et essais.

2 DOCUMENTS ANALYSES

Afin de réaliser l'audit technique, **INGETERMIE** a analysé les documents transmis par le mainteneur **TPF** et le gestionnaire **BGTI**.

2.1 DOCUMENTS TRANSMIS PAR BGTI

Nous avons analysé les documents suivants avant la visite.

2.1.1 DOE

Plans CVC : CVC01-DOE-RDC, CVC01-DOE-R+1, CVC01-DOE-R+2, CVC01-DOE-RDC Plancher

Schéma de principe sous station : SCH01-DOE

Certificats et rapports de mise en service

Documentation des équipements

2.1.2 DEVIS TPF ALLIASERV

Devis travaux de réparation N° DTDE2506142

Bon de commande des travaux N° 1513207074

2.1.3 PHOTOS DU SINISTRE DU MOIS DE JUIN

Transmis par mail

2.2 DOCUMENTS TRANSMIS PAR TPF

Nous avons analysé les documents suivants avant la visite.

Avis technique produit inox

Fiche technique produit inox

Attestation de mise en épreuve des réseaux

Analyse d'eau

Fiche technique raccord

3 PRESENTATION DES INSTALLATIONS

3.1 PRODUCTION CHAUD ET FROID

La production de chaleur et de froid est réalisée via une sous station secondaire, avec 1 échangeur chaud et 1 échangeur froid.

La chaleur et le froid sont fournis via la production appartenant à Météo France.

La limite de prestations se trouve en amont des vannes des échangeurs.

La sous station est composée de :

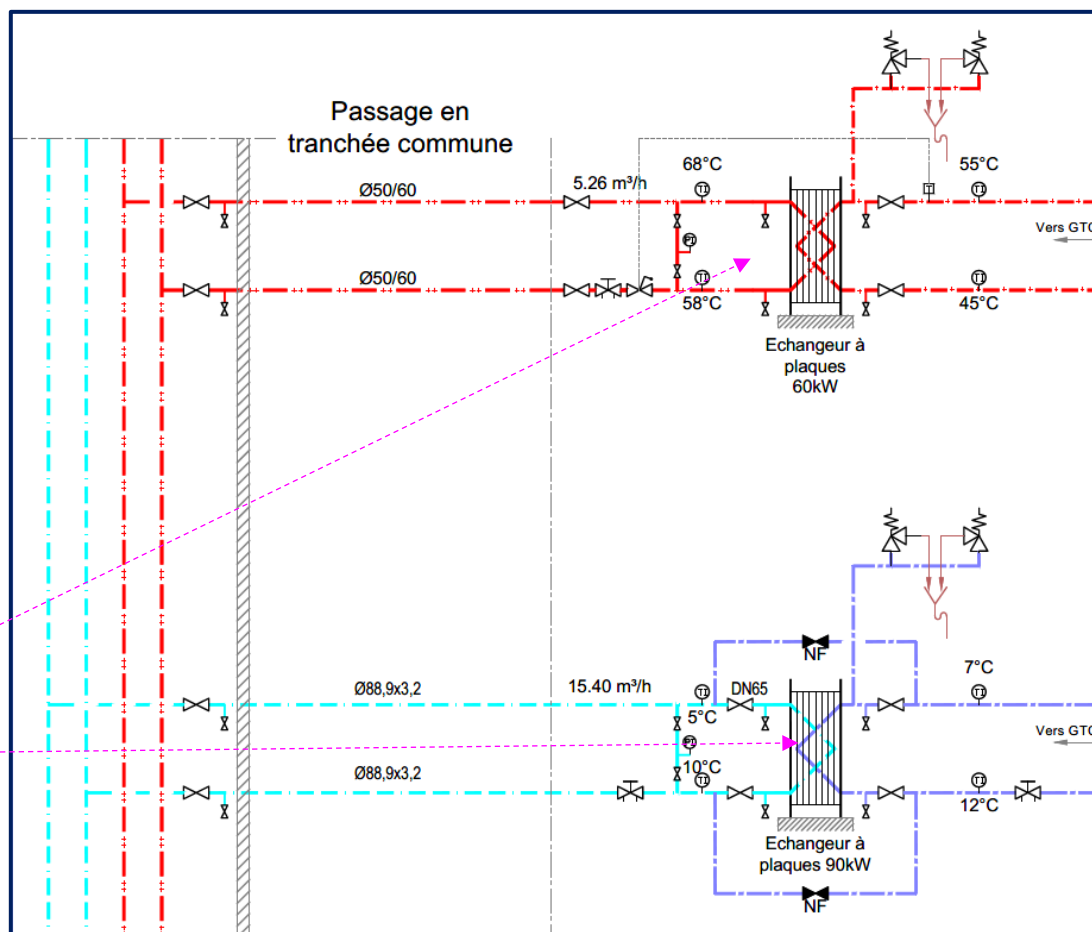
- 1 échangeur à plaques **60 kW de chaleur**
- 1 échangeur à plaques **90 kW de froid**
- 1 vase d'expansion chaud de **200L**
- 1 vase d'expansion froid de **200L**
- 1 départ réseau change over en **DN65** avec pompe double **SIRIUX D80-90** pour le réseau ventilo-convecteurs des bureaux
- 1 départ réseau froid en **DN65** avec 2 pompes simples **SIRIUX D40-80** pour le réseau ventilo-convecteurs process
- 1 départ en **DN32** avec 2 pompes simples **SIRIUX D32-70** pour le plancher chauffant ou rafraichissant
- 1 armoire électrique
- 1 compteur de remplissage réseau eau glacée et 1 autre compteur pour le réseau eau chaude.

Tous les équipements sont fonctionnels lors de la visite, les équipements sont bien dimensionnés par rapport à la taille du site.

Les températures constatées sont conformes avec les éléments précisés sur les schémas de principe

Nous n'avons pas constaté la présence de PV d'essais de fonctionnement dans le DOE, ainsi que les notes de calcul.

Tous les réglages du débit des pompes sont indiqués dans le DOE.



Echangeur de chaleur

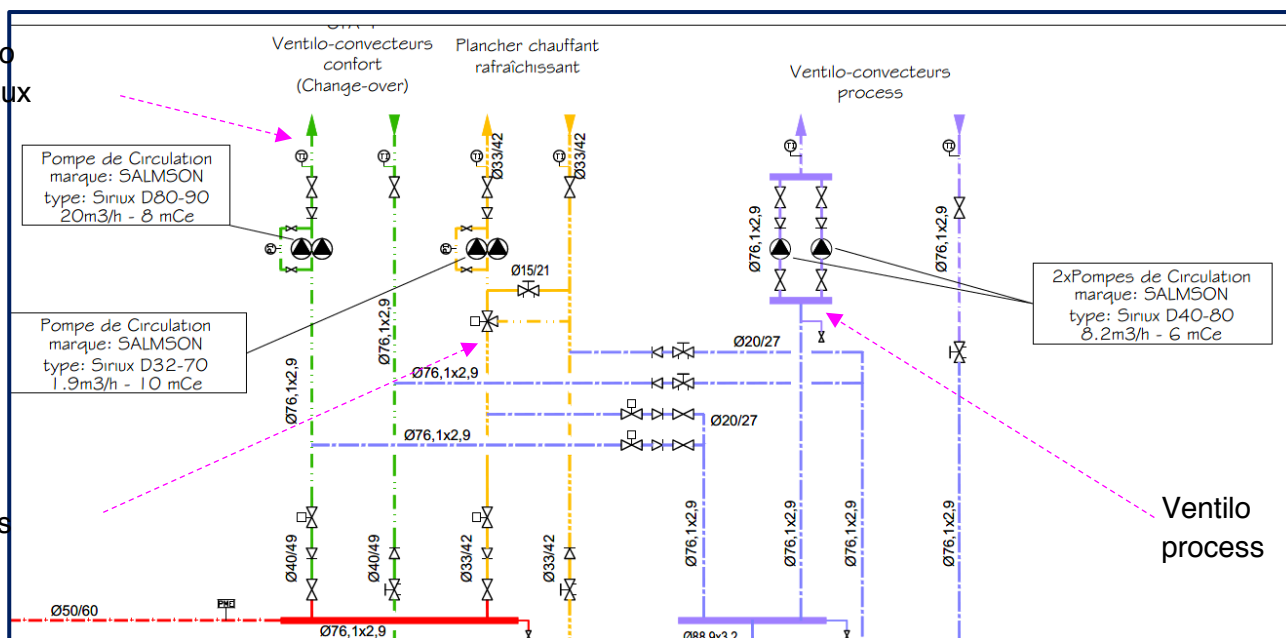
Echangeur froid

Sous station

Ventilo bureaux

Ventilo process

Ventilo process



Panoplies secondaires

3.2 DISTRIBUTION SECONDAIRE

La distribution secondaire est assurée par une tuyauterie :

- en électrozinguée carbone depuis la sous station centrale pour alimenter les ventilo-convecteurs
- en PER, pour le réseau plancher chauffant

Une partie de la distribution existante passe derrière un coffrage dans les locaux informatiques.

Toute la distribution passe en faux plafond.

Nous avons constaté l'absence de vanne d'isolement sur le parcours de la distribution.

Des vannes d'équilibrages sont visibles sur les plans du DOE, mais elles n'ont pas été identifiées lors de la visite.

Nous avons noté la présence de calorifuge en armaflex entre 13mm et 19 mm pour l'ensemble des réseaux hydrauliques.

Ce constat sur le calorifuge a été confirmé après analyse du DOE.

Nous avons constaté un PV COPREC de mise en épreuves des réseaux.

Le DOE indique aussi les débits mesurés mais uniquement pour le réseau change over et le plancher.

Nous n'avons pas de mesures pour le réseau process.

3.3 EMISSION DE CHALEUR ET FROID

3.3.1 BUREAUX

L'émission de la chaleur et du froid est assurée par plusieurs ventilo-convecteurs de type gainables en faux plafonds.

L'apport d'air neuf est assuré par une CTA double flux **ATLANTIC DUOTECH**

Le soufflage est assuré par des grilles linéaires.

Les débits de soufflage relevés sur les plans sont situés entre **125 et 165 m³/h (soit environ 3 personnes maximum par bureau).**

Nous avons noté la présence de mesures de débit d'air dans le DOE (conforme).

3.3.2 SALLE SERVEURS

L'émission de la chaleur et du froid est assurée par plusieurs ventilo-convecteurs en allège

Nous n'avons pas de PV de mise en service dans le DOE.

4 CONSTATS LORS DE LA VISITE DU 18/07/2025

4.1 CONSTATS AU NIVEAU DES LOCAUX (BUREAUX, SALLE DE REUNION)

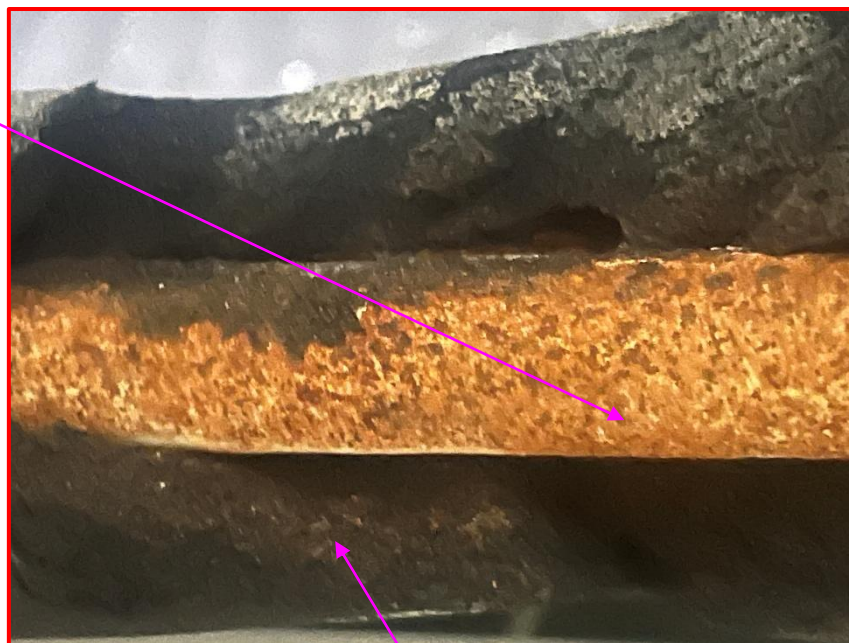
Nous avons constaté lors de la visite :

- Plusieurs traces de fuites réparées au niveau des plafonds.
- Corrosion extérieure des tuyauteries
- Corrosion de la vannerie de raccordement des ventilo-convecteurs

Ci-dessous le constat pour chaque local / bureau visité

4.1.1 BUREAU 224

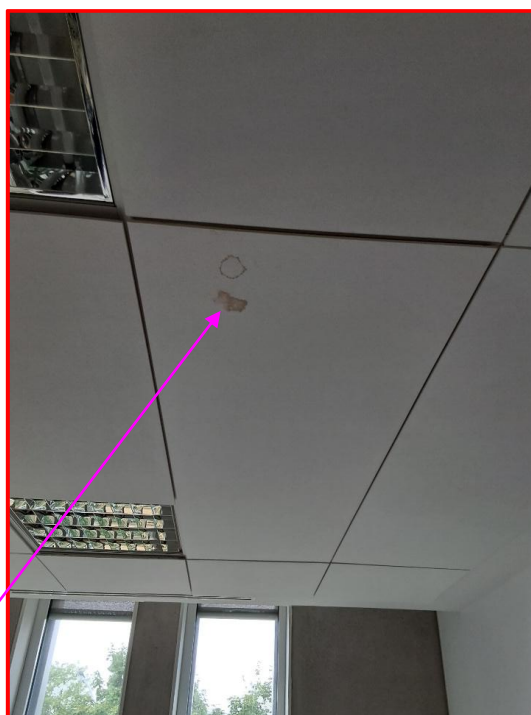
Corrosion externe



Epaisseur de calorifuge de 13 mm



Epaisseur de
calorifuge de 13
mm



Trace de fuites réparées

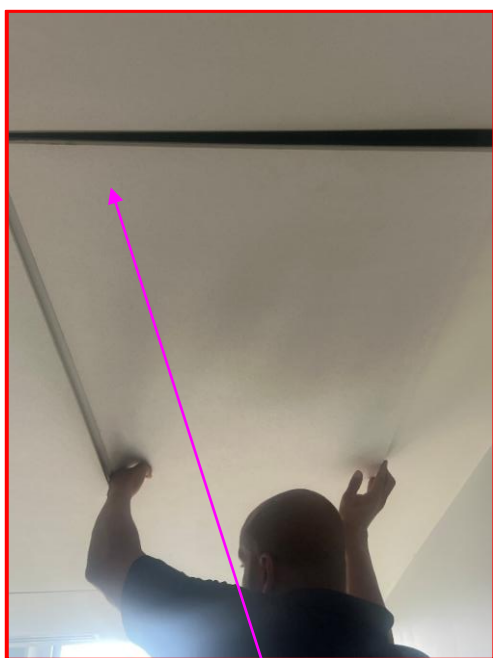
4.1.2 SALLE DE REUNION



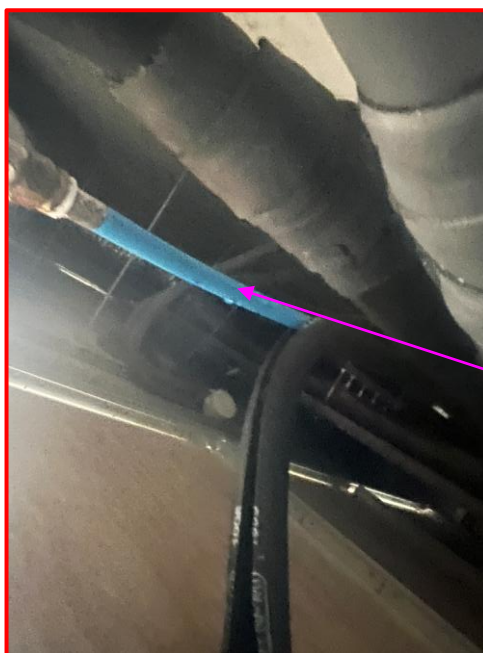
Corrosion externe



Vannes corrodées et fuyardes
Absence de prolongateur de la
vanne pour mettre l'isolant



Dalle non aisée à manipuler



Réparation en
PER suite à la fuite
d'un raccordement
au niveau d'un VC

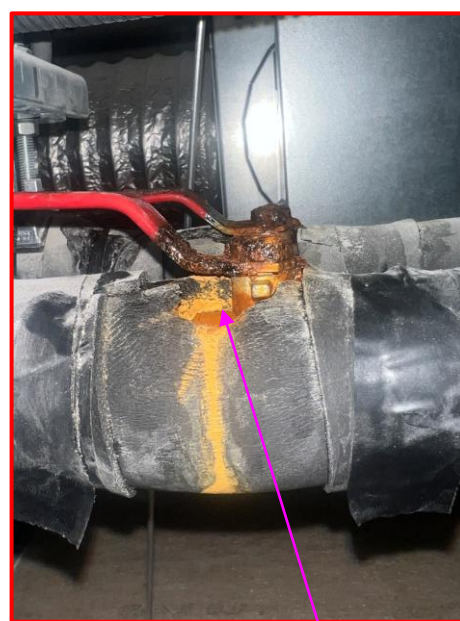
4.1.3 BUREAU 40



Vannes corrodées et fuyardes
Absence de prolongateur de la
vanne pour mettre l'isolant

Corrosion vanne sans
prolongateur

4.1.4 BUREAU 26

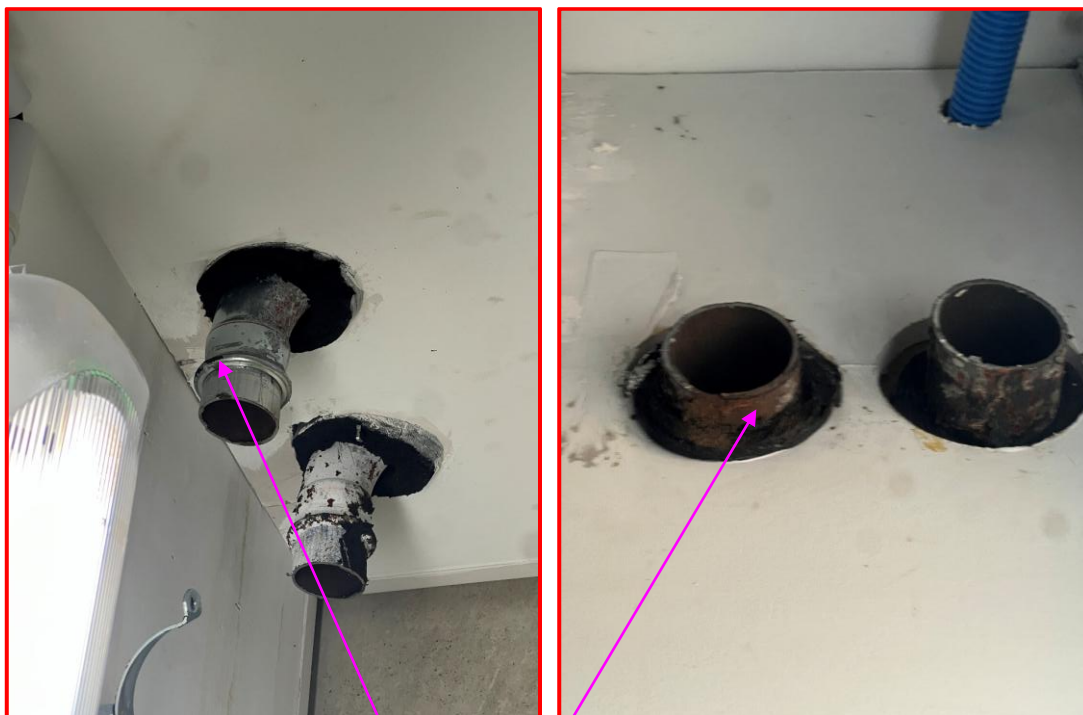


Trace de fuite réparée

Corrosion vanne sans
prolongateur

4.1.5 LOCAL SERVEUR INFORMATIQUE

Ce local a fait l'objet du sinistre du mois de juin, les tuyauteries ont été remplacées en inox.



Réseau électrozingué déposé

Nous constatons :

- 1- Pas de pertes d'épaisseur
- 2- Pas de corrosion intérieure
- 3- Corrosion extérieure sur une partie
- 4- Epaisseur de calorifuge inférieur à 20 mm

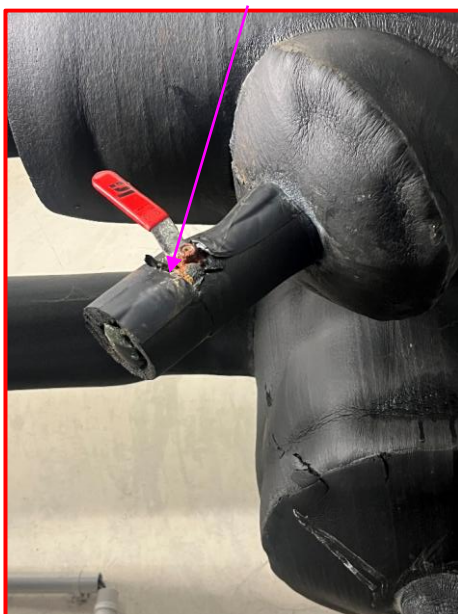
4.2 CONSTATS EN SOUS STATION

Nous avons constaté quelques éléments au niveau de la sous station pouvant impacter l'exploitation du site :

- Ventilation haute et basse faibles (inefficace, du même côté), cela entraîne la condensation dans le local, et accélère le vieillissement des vanneries et équipements électroniques
- Présence de traces de corrosion sur les vannes
- Absence de pots à boues



Plusieurs traces de corrosion
au niveau des vannes et d'un
pressostat manque d'eau



5 ORIGINE DU SINISTRE

5.1 FUI TE SUR LA TUYAUTERIE

Après analyse des documents transmis (DOE) et après visite sur site, nous constatons que la corrosion est externe.

En effet, nous avons constaté :

- Intérieur tuyauterie présentant une épaisseur suffisante (aucune perte d'épaisseur)
- Extérieur tuyauterie corrodée et friable.
- L'origine de la fuite provient de l'épaisseur de calorifuge insuffisante en fonction des diamètres

5.1.1 EXIGENCE DTU 45 :

L'entreprise n'a pas respecté le DTU 45 pour le calorifuge des réseaux EG, **l'épaisseur minimale n'est pas respectée selon l'annexe B du DTU 45.2** (voir tableau ci-dessous).

Épaisseur minimale = 32 mm pour DN40 et 25 mm pour DN20

Nous constatons sur place **13 mm un peu partout – parfois 19 mm, cette information a été confirmé avec les plans du DOE, l'épaisseur est bien indiquée.**

Cet élément aurait dû être contrôlé par le maître d'œuvre en phase chantier et lors des visas.

| | |
|-------|---|
| ----- | Circuit plancher chauffant / rafraîchissant (Aller & Retour) calo: ep +19mm - Armaflex |
| ----- | Eau glacée (Aller & Retour) calo: Ø20>ep +19mm. Ø20< ep +13mm - Armaflex (Tube Acier Carbone Electrozingué) |
| ----- | Change-over (Aller & Retour) calo: Ø20>ep +19mm. Ø20< ep +13mm - Armaflex (Tube Acier Carbone Electrozingué) |

Extrait DOE

| Mousse élastomère flexible | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|
| Épaisseurs d'isolation | | | | |
| Isolation eau froide (revêtement tôle aluminium) | | | | |
| Ø/Classe | Classe 3 | Classe 4 | Classe 5 | Classe 6 |
| DN 15 | 19 | 25 | 40 | 50 |
| DN 20 | 25 | 32 | 40 | 64 |
| DN 25 | 25 | 40 | 50 | 80 |
| DN 40 | 32 | 40 | 64 | 80 |
| DN 50 | 40 | 50 | 64 | 100 |
| DN 65 | 40 | 50 | 80 | 100 |
| DN 80 | 40 | 64 | 80 | 125 |
| DN 100 | 50 | 64 | 80 | 125 |
| DN 125 | 50 | 64 | 100 | 125 |
| DN 150 | 50 | 64 | 100 | 125 |
| DN 200 | 50 | 64 | 100 | 150 |
| DN 250 | 50 | 80 | 100 | 150 |
| DN 300 | 50 | 80 | 100 | 150 |
| Plan | 50 | 80 | 100 | 175 |
| Ta = 32 °C - Tf = 7 °C - v = 5 m/s - Convection : VDI 2055 - émissivité = 0,13 | | | | |
| Diamètre et épaisseur en [mm]. Calculs effectués par CaloXPert®-XL (à titre d'exemple) | | | | |

Tableau annexe DTU 45

Nous avons aussi constaté une réalisation non soignée et ne respectant pas les règles de l'art avec l'absence de bandes adhésives autour du calorifuge réalisé.

5.2 ANALYSE D'EAU

Nous avons étudié l'analyse d'eau transmise par l'exploitant TPF.

L'analyse d'eau présentent des non conformités :

- pH faible
- Oxyde métallique élevé
- TAC élevé

| ECHANTILLONS | METEO France CALCULATEUR CHAUFFAGE - CHAUFFAGE | Unités | Valeurs cibles |
|--------------|---|--------|----------------|
| pH | 7,05 | | 9,5 à 10,5 |
| TH tot | 11,9 | °F | |
| TA | | °F | 15 à 30 |
| TAC | 44,2 | °F | 25 à 30 |
| Chlorures | 25 | mg/l | |
| Fe | <6 | mg/l | + bas possible |
| Conductivité | 633 | µS/cm | |
| Amines | | mg/l | |
| Sulfites | | mg/l | |
| SIO 2 | | mg/l | |
| PO4 | | mg/l | |
| Glycol | | °C | |
| Aspect | JAUNE | | |

BILAN ANALYTIQUE :

La valeur du pH est non conforme au domaine de passivation (protection) du métal ($9.5 < \text{pH} < 10.5$).

Les valeurs élevées en oxydes métalliques témoignent d'une dégradation du réseau qui pourra à terme entraîner des phénomènes d'embouage et/ou de percement. Il conviendra d'abaisser ces valeurs avant conditionnement.

La mesure du TA et TAC met en évidence l'absence de pouvoir tampon qui confère une agressivité au fluide.

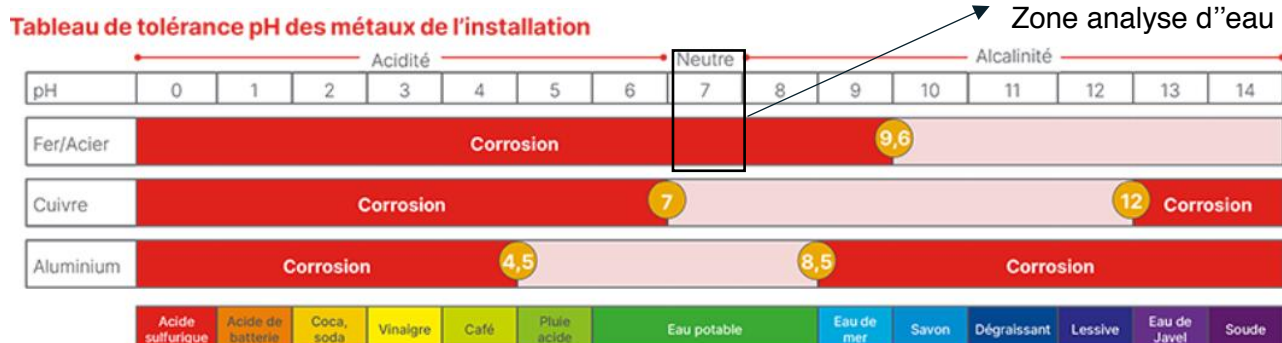
La valeur de pH ainsi que l'absence en produit de protection, indiquent que ce réseau n'a subi aucun traitement récemment.

5.2.1 ANALYSE DU PH

5.2.1.1 Commentaires

La valeur du pH de l'eau dans une installation de chauffage est un facteur important sur la corrosion des métaux, qui selon leur nature seront corrodés de manières différentes.

Dans notre cas le pH mesuré est de 7.05, donc nous sommes dans la zone de corrosion pour le métal acier.



La valeur minimale attendue est de 9,5.

5.2.1.2 Impact sur le sinistre

L'analyse d'eau fait apparaître un risque important de corrosion intérieure des tubes.

Nous avons noté lors de la visite que la corrosion est apparue du côté extérieur des tubes.

Par conséquent, le niveau de pH faible n'est pas à l'origine du sinistre.

Cependant, une action rapide doit être entreprise par l'exploitant TPF afin d'augmenter le pH.

5.2.2 ANALYSE DE L'OXYDE METALLIQUE ELEVE

5.2.2.1 Commentaires

Le taux de matières en suspension doit être généralement inférieur à 0.1 mg/L

Dans notre cas, nous sommes à une valeur située autour de 6 mg/L, très élevée.

Cela traduit un début d'embouage du réseau lié au pH faible.

5.2.2.2 Impact sur le sinistre

L'embouage a un impact sur la corrosion intérieure et non extérieure.

Nous avons noté lors de la visite que la corrosion est apparue du côté extérieur des tubes.

Par conséquent, la présence de boues n'est pas à l'origine du sinistre.

Cependant, une action rapide doit être entreprise par l'exploitant TPF afin de diminuer les boues.

5.2.3 ANALYSE DU TAC ELEVE

5.2.3.1 Commentaires

Le TAC, ou encore Titre Alcalimétrique Complet est une mesure permettant d'indiquer la quantité de sels minéraux présents dans l'eau.

Une eau comportant un bon niveau de TAC aura donc un pH relativement constant.

Dans notre cas le TAC est de 44.2 alors que la valeur maximale est de 30.

5.2.3.2 Impacts sur le sinistre

Un TAC élevé baisse la valeur du pH, par conséquent accélère la corrosion intérieure.

Nous avons noté lors de la visite que la corrosion est apparue du côté extérieur des tubes.

Par conséquent, le TAC élevé n'est pas à l'origine du sinistre.

Cependant, une action rapide doit être entreprise par l'exploitant TPF afin de diminuer les boues.

5.2.4 DURETE DE L'EAU

Le Th sur l'agglomération de Toulouse est faible (eau douce), l'usage d'un adoucisseur n'est pas nécessaire.

5.2.5 CONCLUSION SUR L'ANALYSE D'EAU

L'analyse d'eau transmise fait apparaître plusieurs non conformités à résoudre rapidement, sinon une corrosion intérieure apparaîtra dans quelques années.

Ces non conformités ne sont pas à l'origine du sinistre, vue la nature de la corrosion (extérieure).

L'exploitant du site doit rapidement rincer le circuit, prévoir un conditionnement du réseau puis réaliser une analyse d'eau afin de maintenir des paramètres corrects de la qualité d'eau.

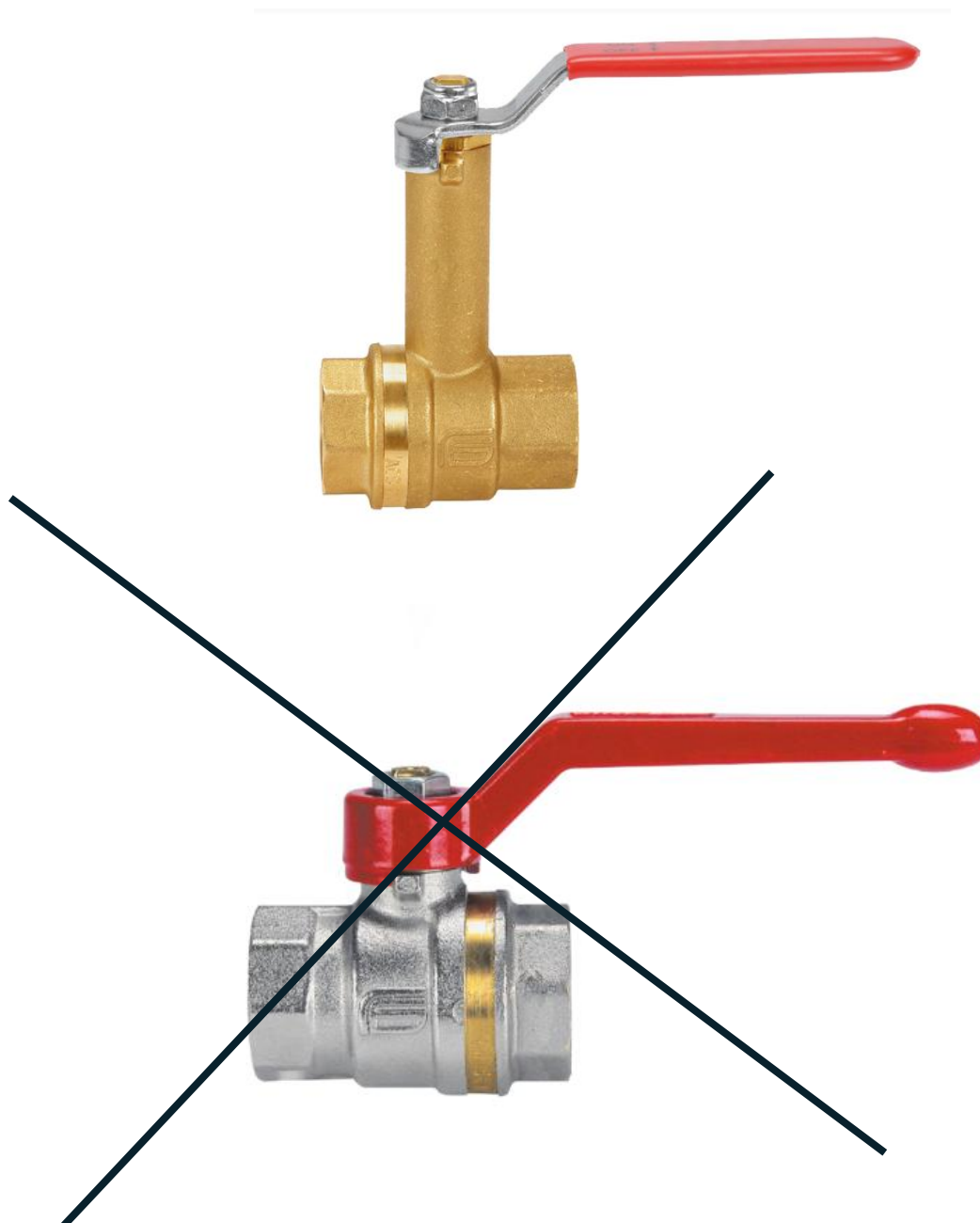
5.3 FUITE SUR LA ROBINETTERIE

Les fuites sur la robinetterie ont pour origine le non-respect des règles de l'art pour la sélection des vannes à mettre en place pour un réseau froid.

La mise en place de vanne avec prolongateur est fortement conseillée.

Sans le prolongateur, la tête de la vanne ne sera pas calorifugée, d'où la condensation.

Cela a pour conséquence la corrosion et les fuites au niveau de la vannerie.



6 TRAVAUX REALISES

6.1 OBJET DES TRAVAUX

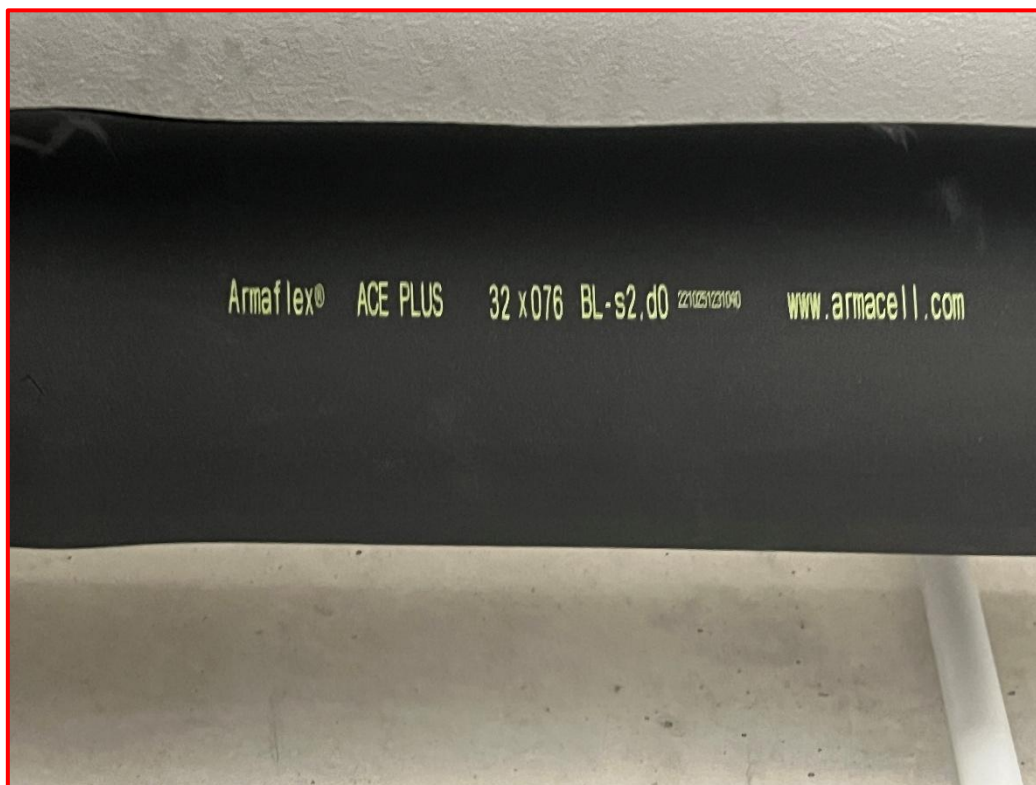
Les travaux ont consisté à remplacer le réseau entre la salle serveur et la salle de pause en inox.

6.2 TRAVAUX REALISES

TPF a réalisé les travaux suivants **conforme à son devis N°DTDE2506142** :

- Dépose du réseau apparent entre la sous station et le local de stockage matériel
- Mise en place d'un réseau inox en DN40 entre sous station et local de stockage matériel. Le réseau existant passait derrière un coffrage.
- Raccordement des ventilo-convecteurs en inox (flexibles conservés)
- **Mise en place de vannes en attente, pour remplacer le réseau entier sans arrêter la fourniture en froid de la salle serveur**
- Vidange et remplissage
- Mise en place calorifuge en DN32
- L'ancien réseau a été laissé dans le coffrage, en effet le dépôt du coffrage coûterait plus cher.

6.3 REPORTAGE PHOTOS TRAVAUX



Réseau calorifugé avec armaflex avec diamètre conforme DN32



Raccordement ventilo-convecteurs salle serveur



Vanne en attente avec piquage



Ancien
coffrage

Réseau neuf en salle informatique +calo



Réseau neuf



Coffrage abandonné avec ancien réseau



Réseau neuf avec calorifuge

7 AVIS TECHNIQUES SUR LES TRAVAUX REALISES

Les travaux sont parfaitement réalisés et sont conformes au devis.

Le réseau en inox 316 L est compatible avec l'électrozinguée existant.

Le couple galvanique est faible.

L'inox offre une durée de vie très élevée et le couple galvanique est faible.

Donc le risque de corrosion est inexistant.

L'entreprise a prévu 2 vannes en attente pour éviter une vidange complète et un arrêt lors du remplacement complet du réseau restant.

| | Cuivre | Laiton | Acier Cuivré | Acier Inox 304 | Acier Inox 316 | Acier | Acier Galvanisé | Aluminium | Zinc |
|-----------------|--------|--------|--------------|----------------|----------------|-------|-----------------|-----------|------|
| Cuivre | 😊 | 😊 | 😊 | 😐 | 😊 | 😞 | 😞 | 😞 | 😞 |
| Laiton | 😊 | 😊 | 😊 | 😐 | 😊 | 😞 | 😞 | 😞 | 😞 |
| Acier Cuivré | 😊 | 😊 | 😊 | 😐 | 😊 | 😞 | 😞 | 😞 | 😞 |
| Acier Inox 304 | 😐 | 😐 | 😐 | 😊 | 😊 | 😐 | 😞 | 😐 | 😞 |
| Acier Inox 316 | 😊 | 😊 | 😊 | 😊 | 😊 | 😊 | 😞 | 😞 | 😞 |
| Acier | 😞 | 😞 | 😞 | 😐 | 😊 | 😊 | 😊 | 😊 | 😊 |
| Acier Galvanisé | 😞 | 😞 | 😞 | 😐 | 😐 | 😊 | 😊 | 😊 | 😊 |
| Aluminium | 😞 | 😞 | 😞 | 😐 | 😞 | 😊 | 😊 | 😊 | 😊 |
| Zinc | 😞 | 😞 | 😞 | 😞 | 😞 | 😊 | 😊 | 😊 | 😊 |

😊 Couple galvanique très faible, utilisation sans risques.

😐 Couple galvanique faible.

😞 Couple galvanique élevé, déconseillé ou protections recommandées.

Risque de corrosion galvanique entre matériau

L'entreprise a transmis un DOE avec la fiche technique du produit et une attestation de mise en épreuve de réseau réalisé neuf.

ATTESTATION DE MISE EN ÉPREUVE DES RÉSEAUX APRÈS TRAVAUX

Je soussigné(e),
Monsieur Julien GUERRE agissant en qualité de directeur d'activités pour l'entreprise
TPF, certifie par la présente que les réseaux concernés par l'opération suivante :

- Objet des travaux : Remplacement des antennes hydrauliques alimentant les V-C
- Référence du devis : DTDE2506142
- Type de réseau : Réseau hydraulique (alimentation en eau des ventilo-convecteurs)
- Localisation du chantier :
MÉTÉOPOLE – SCHAPI – SERVICE CENTRAL VIGICRUES
42 avenue Gaspard Coriolis
31057 TOULOUSE

La mise en épreuve des réseaux après travaux est conforme – aucune fuite ou anomalie constatée.

À la suite des résultats satisfaisants de cette mise en épreuve, le réseau est déclaré apte à la mise en service.

Fait à Toulouse, le 28/07/2025

Julien GUERRE
Directeur d'activités



Attestation de mise en épreuve

8 PV DE RECEPTION

Le PV de réception a été signé avec la présence de Mme COUTIN.

Aucune réserve, TPF doit reboucher les trous laissés pour la nécessité de l'expertise.



Procès verbal de réception

TRAVAUX CONCERNÉS PAR LE PV DE RÉCEPTION

Date des travaux : 01/07/2025

Objets des travaux : Remplacement réseaux hydrauliques en inox 304 L entre salle de pause et sous station EG

Entreprise effectuant les travaux

Maître d'Ouvrage (ou client)

Nom de l'Entreprise : TPF

Nom du contact : Coutin Nadine

Nom du contact : Albouy Raphaël

Le Maître d'Ouvrage (ou client) déclare que :

☒ La réception est prononcée sans réserve avec effet à la date du 18/07/2025

☐ La réception est prononcée avec réserves mentionnées dans l'état des réserves figurant ci-après avec effet à la date du 18/07/2025

☐ La réception est refusée

☐ La réception est différée

Les garanties découlant des articles 1792, 1792-2 et 1792-3 du Code Civil commencent à courir à compter de la signature du présent procès-verbal, avec ou sans réserve.

La signature du procès-verbal et le règlement des travaux autorisent le Maître d'Ouvrage (ou client) soussigné à prendre possession de l'ouvrage.

SIGNATURES

Fait à : TOULOUSE

Le : 18/07/2025

Signature de l'entreprise

Signature du Maître d'Ouvrage (ou client)

Signature de l'AMO

Babacar NDIAYE
INGETERMIE

9 CONSEQUENCES DU SINISTRE

Les nombreux sinistres depuis 2 ans ont fortement impacté les usagers :

- Fuite récurrente au niveau des bureaux et autres locaux à risques (risque d'avarie sur les équipements)
- Bureaux et salles de réunion inexploitable
- Absence de continuité de service, les nombreuses fuites déclenchent le pressostat manque d'eau et l'arrêt des pompes. En effet la sous station n'est pas équipée de groupe de maintien de pression

10 NIVEAU DE PROPAGATION DU SINISTRE

Nous avons démonté plusieurs faux plafonds dans divers locaux.

Nous avons constaté :

- Un état du réseau identique pour les bureaux
- Plusieurs fuites réparées au niveau des bureaux
- Fuites récurrentes chaque année en hiver ou en été
- Réseau acier très fragile.

Conclusion :

Le réseau hydraulique complet du site est dans un état de corrosion extérieure avancée dû :

-à l'absence de calorifuge d'épaisseur suffisante

-à la condensation + une réalisation non soignée (absence de bandes adhésives)

Nous avons noté aussi de nombreuses fuites au niveau des vannes d'isolement (absence de prolongateur)

11 PRECONISATIONS DE TRAVAUX

A l'issue de ce constat, nous préconisons trois scénarios de travaux.

11.1 SCENARIO 1 REMPLACEMENT EN INOX

11.1.1 PROGRAMME DE TRAVAUX

- Etudes d'exécution, équilibrage, mise à jour des plans, DOE
- Vidange du réseau
- Dépose du réseau existant en acier électrozinguée
- Dépose des faux plafonds existants
- Provision de reprise de faux plafonds
- Fourniture et pose de tuyauteries en inox
- Raccordement des ventilo-convecteurs
- Fourniture et pose calorifuge épaisseur adaptée de 19 mm à 32 mm
- Fourniture et pose de vannerie avec prolongateur
- Rebouchage et finitions
- Conditionnement du réseau après remplissage

11.1.2 AVANTAGES

Ce scénario présente peu d'avantages hormis :

- Durée de vie (+30 ans)
- Solution pérenne, aucune intervention ultérieure ne sera prévue

Le remplacement en inox n'est pas pertinent.

11.1.3 INCONVENIENTS

Le principal inconvénient dans l'inox réside dans le cout d'investissement qui est très onéreux.

11.2 SCENARIO 2 REMPLACEMENT EN MULTICOUCHES

11.2.1 PROGRAMME DE TRAVAUX

- Etudes d'exécution, équilibrage, mise à jour des plans, DOE
- Vidange du réseau
- Dépose du réseau existant en acier électrozinguée
- Dépose des faux plafonds existants
- Provision de reprise de faux plafonds
- Fourniture et pose de tuyauteries en multicouches
- Raccordement des ventilo-convecteurs
- Fourniture et pose calorifuge épaisseur adaptée de 19 mm à 32 mm
- Fourniture et pose de vannerie avec prolongateur
- Rebouchage et finitions
- Conditionnement du réseau après remplissage

11.2.2 AVANTAGES

Ce scénario présente de nombreux avantages :

- Durée de vie acceptable (+ de 15 ans)
- Mise en œuvre rapide
- Solution pérenne, aucune intervention ultérieure ne sera prévue
- Investissement maîtrisé par rapport à l'inox

11.2.3 INCONVENIENTS

Ce scénario ne présente pas d'inconvénients

11.3 SCENARIO 3 BROSSAGE DE LA TUYAUTERIE EXISTANTE

Ce scénario consiste à conserver la tuyauterie existante.

Il sera prévu la dépose du calorifuge, mise en peinture anti rouille après brossage et enfin mise en place du calorifuge.

11.3.1 PROGRAMME DE TRAVAUX

- Etudes d'exécution, équilibrage, mise à jour des plans, DOE
- Dépose des faux plafonds existants
- Brossage du réseau existant
- Provision de reprise de faux plafonds
- Reprise peinture anti rouille
- Raccordement des ventilo-convecteurs (10% de provision) en multicouche
- Fourniture et pose calorifuge épaisseur adaptée de 19 mm à 32 mm
- Fourniture et pose de vannerie avec prolongateur
- Rebouchage et finitions

11.3.2 AVANTAGES

- Investissement maîtrisé

11.3.3 INCONVENIENTS

Ce scénario présente de nombreux inconvénients, et n'est pas conseillé :

- Aucune certitude sur la pérennité des réseaux dans le temps
- Risque de fuite avec le brossage de la tuyauterie extérieure.
- Investissement élevé par rapport au résultat attendu, car l'élément prépondérant dans les travaux, reste la main d'œuvre pour déposer les faux plafonds et le calorifuge existant.

11.4 SYNTHESE

Ci-dessous la synthèse pour chaque solution technique

| | Avantages | Inconvénients |
|------------|--|---|
| Scénario 1 | -Durée de vie -Solution pérenne, aucune intervention ultérieure ne sera prévue | Investissement onéreux, l'inox ne se justifie pas |
| Scénario 2 | -Durée de vie acceptable -Solution pérenne, aucune intervention ultérieure ne sera prévue -Investissement maîtrisé | Aucun |
| Scénario 3 | Investissement maîtrisé | -Aucune certitude sur la pérennité des réseaux dans le temps -Risque de fuite avec le brossage -Investissement élevé par rapport au résultat attendu, car le poids prépondérant dans les travaux, c'est la main d'oeuvre pour déposer les faux plafonds et le calorifuge existant |

12 CHIFFRAGE DES TRAVAUX

12.1 SCENARIO 1 REMPLACEMENT EN INOX

Estimation

| Prestations | Qté | Unité | Prix unitaire | Total |
|--|-----|-------|---------------|---------------------|
| -Etudes d'exécution, équilibrage, mise à jour des plans, DOE | 1 | Ens | 2 500,00 € | 2 500,00 € |
| -Vidange du réseau | 1 | Ens | 1 800,00 € | 1 800,00 € |
| -Dépose du réseau existant en acier électrozingué | 425 | ml | 12,00 € | 5 100,00 € |
| -Dépose des faux plafonds existants | 1 | Ens | 5 000,00 € | 5 000,00 € |
| -Provision de reprise de faux plafonds | 40 | U | 120,00 € | 4 800,00 € |
| -Fourniture et pose de tuyauteries en inox | 425 | ml | 350,00 € | 148 750,00 € |
| -Raccordement des ventiloconvecteurs | 40 | U | 370,00 € | 14 800,00 € |
| -Fourniture et pose calorifuge épaisseur adapté de 19 mm à 32 mm | 425 | ml | 30,00 € | 12 750,00 € |
| -Fourniture et pose de vannerie avec prolongateur | 100 | U | 80,00 € | 8 000,00 € |
| -Rebouchage et finitions | 1 | Ens | 5 000,00 € | 5 000,00 € |
| -Conditionnement du réseau après remplissage | 1 | Ens | 1 500,00 € | 1 500,00 € |
| Total | | | | 210 000,00 € |

Etudes MOE

8 500,00 €

Montant total

218 500,00 €

Nota :

Adoucisseur non chiffré, eau très douce sur Toulouse entre 10et 15 °F
Désembouage non chiffré, les analyses d'eau ne montrent pas de l'embouage
Un conditionnement est prévu après les travaux.

12.2 SCENARIO 2 REMPLACEMENT EN MULTICOUCHES

Estimation

| Prestations | Qté | Unité | Prix unitaire | Total |
|--|-----|-------|---------------|---------------------|
| -Etudes d'exécution, équilibrage, mise à jour des plans, DOE | 1 | Ens | 2 500,00 € | 2 500,00 € |
| -Vidange du réseau | 1 | Ens | 1 800,00 € | 1 800,00 € |
| -Dépose du réseau existant en acier électrozingué | 425 | ml | 12,00 € | 5 100,00 € |
| -Dépose des faux plafonds existants | 1 | Ens | 5 000,00 € | 5 000,00 € |
| -Provision de reprise de faux plafonds | 40 | U | 120,00 € | 4 800,00 € |
| -Fourniture et pose de tuyauteries en multicouches | 425 | ml | 120,00 € | 51 000,00 € |
| -Raccordement des ventiloconvecteurs | 40 | U | 350,00 € | 14 000,00 € |
| -Fourniture et pose calorifuge épaisseur adapté de 19 mm à 32 mm | 425 | ml | 30,00 € | 12 750,00 € |
| -Fourniture et pose de vannerie avec prolongateur | 100 | U | 80,00 € | 8 000,00 € |
| -Rebouchage et finitions | 1 | Ens | 5 000,00 € | 5 000,00 € |
| -Conditionnement du réseau après remplissage | 1 | Ens | 1 500,00 € | 1 500,00 € |
| Total | | | | 111 450,00 € |

Etudes MOE

7 500,00 €

Montant total

118 950,00 €

Nota :

Adoucisseur non chiffré, eau très douce sur Toulouse entre 10et 15 °F
Désembouage non chiffré, les analyses d'eau ne montrent pas de l'embouage
Un conditionnement est prévu après les travaux.

12.3 SCENARIO 3 BROSSAGE DE LA TUYAUTERIE EXISTANTE

Estimation

| Prestations | Qté | Unité | Prix unitaire | Total |
|---|-----|-------|---------------|--------------------|
| -Etudes d'exécution, équilibrage, mise à jour des plans, DOE | 1 | Ens | 2 500,00 € | 2 500,00 € |
| -Dépose des faux plafonds existants | 1 | Ens | 5 000,00 € | 5 000,00 € |
| -Brossage du réseau existant | 425 | ml | 15,00 € | 6 375,00 € |
| -Provision de reprise de faux plafonds | 40 | U | 120,00 € | 4 800,00 € |
| -Reprise peinture anti rouille | 425 | ml | 30,00 € | 12 750,00 € |
| -Raccordement des ventiloconvecteurs (10% de provosison) en multicouche | 40 | U | 350,00 € | 14 000,00 € |
| -Fourniture et pose calorifuge épaisseur adapté de 19 mm à 32 mm | 425 | ml | 30,00 € | 12 750,00 € |
| -Fourniture et pose de vannerie avec prolongateur | 100 | U | 80,00 € | 8 000,00 € |
| -Rebouchage et finitions | 1 | Ens | 5 000,00 € | 5 000,00 € |
| Total | | | | 71 175,00 € |

Etudes MOE 7 500,00 €

Montant total 78 675,00 €

Nota :

Adoucisseur non chiffré, eau très douce sur Toulouse entre 10et 15 °F

Désembouage non chiffré, les analyses d'eau ne montrent pas de l'embouage

13 ORGANISATION DES TRAVAUX

Les travaux pourront être réalisés par tranche ou à des périodes de vacances pour éviter les nuisances pour les occupants.

L'intervention en heure de nuit serait trop onéreuse et sera gênante pour les équipes de nuit de Météo France (3 chambres présentes)

Les dalles de faux plafonds sont très fragiles, il sera nécessaire de provisionner un budget pour reprendre quelques dalles à la suite des travaux.

14 CONCLUSION

L'expertise réalisée met en avant un sinistre ayant pour origine :

- Non-respect du DTU calorifuge et de l'épaisseur minimal
- Robinetterie d'isolement non adaptée pour des réseaux en eau glacée.

L'essentiel du réseau est dans un état de corrosion avancée.

Un remplacement complet en multicouche est préconisé

15 ANNEXES

15.1 PV DE RECEPTION

Procès verbal de réception

TRAVAUX CONCERNÉS PAR LE PV DE RÉCEPTION

Date des travaux : 01/07/2025

Objets des travaux : Remplacement réseaux hydrauliques en inox 304 L entre salle de pause et sous station EG

Entreprise effectuant les travaux

Maître d'Ouvrage (ou client)

Nom de l'Entreprise : TPF

Nom du contact : Coutin Nadine

Nom du contact : Albouy Raphaël

Le Maître d'Ouvrage (ou client) déclare que :

- ☒ La réception est prononcée sans réserve avec effet à la date du 18/07/2025
- ☐ La réception est prononcée avec réserves mentionnées dans l'état des réserves figurant ci-après avec effet à la date du 18/07/2025
- ☐ La réception est refusée
- ☐ La réception est différée

Les garanties découlant des articles 1792, 1792-2 et 1792-3 du Code Civil commencent à courir à compter de la signature du présent procès-verbal, avec ou sans réserve.

La signature du procès-verbal et le règlement des travaux autorisent le Maître d'Ouvrage (ou client) soussigné à prendre possession de l'ouvrage.

SIGNATURES

Fait à : TOULOUSE

Le : 18/07/2025

Signature de l'entreprise

Signature du Maître d'Ouvrage (ou client)



Signature de l'AMO



Babacar NDIAYE
INGETERMIE

15.2 PV DE MISE EN EPREUVE RESEAU

SCHAPI

Site de Météo France
42 Avenue Gaspard Coriolis
31057 TOULOUSE CEDEX 1

Toulouse, le 28 juillet 2025

ATTESTATION DE MISE EN ÉPREUVE DES RÉSEAUX APRÈS TRAVAUX

Je soussigné(e),

Monsieur Julien GUERRE agissant en qualité de directeur d'activités pour l'entreprise TPF, certifie par la présente que les réseaux concernés par l'opération suivante :

- Objet des travaux : Remplacement des antennes hydrauliques alimentant les V-C
- Référence du devis : DTDE2506142
- Type de réseau : Réseau hydraulique (alimentation en eau des ventilo-convecteurs)
- Localisation du chantier :
MÉTÉOPOLE – SCHAPI – SERVICE CENTRAL VIGICRUES
42 avenue Gaspard Coriolis
31057 TOULOUSE

La mise en épreuve des réseaux après travaux est conforme – aucune fuite ou anomalie constatée.

À la suite des résultats satisfaisants de cette mise en épreuve, le réseau est déclaré apte à la mise en service.

Fait à Toulouse, le 28/07/2025

Julien GUERRE
Directeur d'activités



15.3 ANALYSE D'EAU

Date de prélèvement : **07/11/2024**

Client : **TPF**

TYPE INSTALLATION : **CHAUFFAGE**

Affaire : **METEO France**

CA : **JULIEN GUERRE**

| ECHANTILLONS | METEO France CALCULATEUR CHAUFFAGE - CHAUFFAGE | Unités | Valeurs cibles |
|--------------|---|--------|----------------|
| pH | 7,05 | | 9,5 à 10,5 |
| TH tot | 11,9 | °F | |
| TA | | °F | 15 à 30 |
| TAC | 44,2 | °F | 25 à 30 |
| Chlorures | 25 | mg/l | |
| Fe | <6 | mg/l | + bas possible |
| Conductivité | 633 | µS/cm | |
| Amines | | mg/l | |
| Sulfites | | mg/l | |
| SIO 2 | | mg/l | |
| PO4 | | mg/l | |
| Glycol | | °C | |
| Aspect | JAUNE | | |

BILAN ANALYTIQUE :

La valeur du pH est non conforme au domaine de passivation (protection) du métal ($9.5 < \text{pH} < 10.5$).

Les valeurs élevées en oxydes métalliques témoignent d'une dégradation du réseau qui pourra à terme entraîner des phénomènes d'embouage et/ou de percement. Il conviendra d'abaisser ces valeurs avant conditionnement.

La mesure du TA et TAC met en évidence l'absence de pouvoir tampon qui confère une agressivité au fluide.

La valeur de pH ainsi que l'absence en produit de protection, indiquent que ce réseau n'a subi aucun traitement récemment.

PRECONISATIONS :

En l'absence de problèmes d'exploitation (problèmes de circulation, boues en point bas, bouchage des diffuseurs) nous vous conseillons de procéder à une vidange suivi d'un rinçage intégral de ce réseau afin d'abaisser les teneurs en fer. Ce rinçage peut également se faire par déconcentration lente.

Ensuite afin de relever les réserves alcalines et également de faire monter le pH dans le domaine de protection du métal, il serait envisageable de conditionner le réseau avec de l'A-TUB CSR. Ce produit protège les installations contre la corrosion par passivation des matériaux et par la formation d'un film qui rend les surfaces hydrophobes.

Le dosage de ce produit protecteur sera de 2 L / m³ pour un circuit fermé.

Ce produit convient pour les réseaux exempts d'aluminium. En cas de doute sur la présence d'aluminium dans le réseau, nous étudierons ensemble la fourniture d'un produit adapté.

Si vous rencontrez des problèmes en cours d'exploitation, nous vous conseillons de procéder à un désembouage chimique lent afin d'éliminer toutes les boues présentes dans l'installation. Nous nous tenons à votre disposition pour toute étude de désembouage.

Stéphane ROUQUET
Responsable S.A.V.



15.4 DOCUMENTATION TECHNIQUE