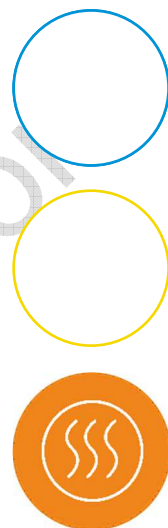


Directive

pour l'exploitation et la maintenance des réseaux thermiques



F8

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

IMPRESSUM

SVGW a confié la préparation de la présente directive à un groupe de travail, composé des membres suivants:

Monika Mörsch, Regionalwerke AG, Baden (présidente)
Nicolas Clerc, SIL, Lausanne
Daniel Cretenoud, SIG, Genève
Steve Hablützel, Groupe E Celsius SA, Granges-Paccot
Mentor Ilazi, Satom SA, Monthey
Gael Perroud, Groupe E Entretec SA, Matran
Umberto Visconti, Viteos SA, Neuchâtel

Représentants de l'Administration SVGW:

Güpfert Stefan, Zürich
Renard Marie, Lausanne
Roquier Laurent, Lausanne
Sonnenberger Rainer, Zürich

Relecture et Layout:

X

Mise en vigueur

La présente Directive SVGW F8 a été approuvée le XX.XX.XXXX par la Commission principale Chauffage à Distance (FW-HK) et entérinée le xx.xx.xxxx par le comité. Elle entre en vigueur le xx.xx.xxxx.

Font foi les conditions générales publiées à l'adresse suivante: www.svgw.ch/fr/CGV

Copyright by SVGW, Zürich

Edition février 2025

Reproduction interdite

SVGW Association pour l'eau, le gaz et la chaleur
Grütlistrasse 44 | case postale | 8027 Zürich
Téléphone 044 288 33 33
www.svgw.ch/fr | support@svgw.ch

TABLE DES MATIERES

1	But et Champ d'application	7
2	Bases légales et normatives	8
2.1	Lois et ordonnances	8
2.2	Réglementation SVGW	8
2.3	Normes	9
2.4	Autres règles techniques	9
3	Terminologie	9
3.1	Glossaire	9
3.2	Abréviations	11
4	Exploitation	12
4.1	Processus administratifs	12
4.1.1	Conduite Opérationnelle	12
4.1.2	Plan de gestion de crise	12
4.1.3	Service de piquet	13
4.1.4	Sécurité et santé au travail	14
4.1.5	Relations avec les parties prenantes	14
4.1.6	Contrats de maintenance	15
4.1.7	Logiciel de gestion de contrats	15
4.1.8	Formation, instruction, information	16
4.1.9	Réalisation d'audits	16
4.2	Processus techniques	17
4.2.1	Manuel d'Exploitation	17
4.2.2	Automation / Régulation	18
4.2.3	Contrôler les chantiers et travaux de tiers sur propre installation	18
4.2.4	Contrôler les chantiers et travaux de tiers à proximité des ouvrages	19
4.2.5	Approvisionnement / Stockage de matériel	20
4.2.6	Documentation	20
4.3	Processus de gestion	21
4.3.1	Indicateurs de performance (Key Performance Indicators, KPI)	21
4.3.2	Energy Data Management	23
4.3.3	Surveillance en fonctionnement	23
4.3.4	Plan de continuité d'activité	25
5	Maintenance	27
5.1	Stratégie de maintenance	27
5.1.1	Stratégie de maintenance réactive	27
5.1.2	Stratégie de maintenance préventive	28

5.1.3	Stratégie de maintenance prédictive	28
5.1.4	Stratégie de maintenance orientée risque	29
5.1.5	Définition de la stratégie de maintenance	30
5.2	Inspection	30
5.2.1	Généralités	30
5.2.2	Détection de fuites	31
5.2.3	Analyses de l'eau	36
5.3	Entretien	36
5.3.1	Généralités	36
5.3.2	Procédure générale pour tout entretien	37
5.3.3	Chambres et puits	37
5.3.4	Vannes	37
5.3.5	Purges et vidanges	38
5.3.6	Pompes	38
5.3.7	Expansions décentralisées	38
5.3.8	Sous-stations	38
5.3.9	Métrologie	39
5.3.10	Systèmes de contrôle et de sécurité	40
5.3.11	Station de transfert	40
5.3.12	Accumulateurs thermiques	40
5.4	Réparation	41
5.4.1	Gérer les dysfonctionnements	41
5.4.2	Mettre hors et en service les tronçons de conduites	43
5.5	Amélioration	49
5.5.1	Améliorations propres à la maintenance / amélioration continue	49
5.5.2	Améliorations structurantes	49

Annexes

1	Rapports, documents et points de vigilance pour le contrôler des chantiers et travaux de tiers sur propre installation	52
2	Fréquences de maintenance préconisées	54
3	Protocole de changement de compteur	56
4	Exemple d'avis de coupure	57
5	Check-list mise hors et en service de tronçons de conduites	58
6	Exemple BDD	59

PRÉFACE

PRÉFACE GÉNÉRALE À LA RÉGLEMENTATION SVGW

- ¹ La Règlementation SVGW décrit en termes concrets et pragmatiques les règles, les techniques et les méthodes permettant d'assurer une distribution sécurisée, fiable et durable de l'eau, du gaz et de la chaleur. Elle spécifie les conditions essentielles à respecter dans l'intérêt des clients, des collectivités et des distributeurs pour garantir un niveau de sécurité optimal et pour prévenir tout danger inhérent à la construction, à l'exploitation et à la maintenance des infrastructures techniques.
- ² La Règlementation SVGW se fonde sur les acquis scientifiques, techniques et pratiques constituant les règles techniques reconnues par les professionnels et les autorités. Elle peut servir de référence au législateur. Elle aide l'utilisateur à respecter les exigences essentielles, notamment satisfaire les objectifs de protection et prévenir les dangers.
- ³ L'application de la Règlementation de la SVGW ne décharge aucunement l'utilisateur de la responsabilité de ses actes. Celui-ci doit s'assurer d'une mise en œuvre conforme aux prescriptions dans les situations concrètes.

AVANT-PROPOS À LA PRÉSENTE DIRECTIVE SVGW F8 SUR L'EXPLOITATION ET LA MAINTENANCE DES RÉSEAUX THERMIQUES

- ⁴ L'exploitation et la maintenance des réseaux thermiques représentent des enjeux majeurs pour assurer la sécurité, la fiabilité, la disponibilité et la durabilité de ces infrastructures énergétiques. Une gestion optimale de ces réseaux est essentielle pour garantir leur performance sur le long terme, maximiser leur efficacité énergétique et minimiser les coûts d'exploitation.
- ⁵ Une maintenance régulière et rigoureuse permet non seulement de prévenir les défaillances et les interruptions de service, mais aussi d'éviter des détériorations prématurées des équipements. La présente Directive est dédiée à ces aspects cruciaux et traite des méthodologies et bonnes pratiques pour l'exploitation et la maintenance des réseaux thermiques.
- ⁶ Cette directive contient des recommandations pratiques sur l'exploitation et la maintenance des réseaux thermiques et s'adresse principalement aux exploitants chargés de l'inspection, de l'entretien, de la réparation et de l'amélioration continue, ainsi qu'aux gestionnaires responsables de la planification des interventions et des budgets de maintenance. Les procédures administratives, techniques et de gestion sont détaillées de manière à offrir une méthodologie complète.
- ⁷ Cette directive vise à fournir un cadre pour l'exploitation et la maintenance des réseaux thermiques, permettant d'assurer leur pérennité et leur efficacité énergétique, tout en contribuant à une gestion économique des ressources.

1 But et Champ d'application

- ⁸ La présente directive s'applique à l'exploitation et à la maintenance des réseaux thermiques. Elle offre aux gestionnaires de réseaux, propriétaires et fournisseurs de service une structure à la planification, à l'organisation et à l'exécution de l'exploitation et de la maintenance. Cette structure devra être adaptée aux spécificités de chaque réseau thermique.
- ⁹ Sur le plan temporel, au sens du cycle de vie des réseaux thermiques, le champ d'application de cette directive débute après la réception du réseau par son propriétaire (voir directive SVGW F1, part. 3, chap. 13), c'est-à-dire au début de l'exploitation. Il prend fin lors de la désaffectation définitive d'un tronçon du réseau.
- ¹⁰ Sur le plan géographique, le champ d'application de cette directive comprend:
- l'ensemble des composants du réseau qui sont ou peuvent être au contact du fluide, notamment
 - des tubes, dérivations et jonctions,
 - des pompes,
 - des systèmes de maintien de pression,
 - des stations de transfert interne,
 - des vannes d'arrêt et de contrôle,
 - des instruments de mesure,
 - des compteurs d'énergie thermique,
 - des accumulateurs thermiques et
 - des systèmes de détection des fuites ainsi que
 - les interfaces de transfert de chaleur et de froid de la production vers le réseau et du réseau vers la consommation.
- ¹¹ D'un point de vue technique, il serait donc judicieux de délimiter le champ d'application en fonction des composants qui transfèrent la chaleur ou le froid. Il s'agirait par exemple des échangeurs de chaleur dans le cas d'un découplage hydraulique et des brides ou raccords de tuyaux dans le cas d'un transfert de chaleur avec communication hydraulique.
- ¹² Étant donné que le gestionnaire de réseau ne peut et ne doit assurer la maintenance, qui fait l'objet de la présente directive, que pour les composants et les installations relevant de sa compétence, une délimitation juridique est toutefois plus judicieuse. Ainsi, les interfaces susmentionnées pour la délimitation du réseau coïncident avec les dispositions convenues contractuellement entre le gestionnaire de réseau, ses producteurs et consommateur de chaleur et de froid.

2 Bases légales et normatives

2.1 Lois et ordonnances

RS 822.11	Loi fédérale sur le travail dans l'industrie, l'artisanat et le commerce (LTr)
RS 832.20	Loi fédérale sur l'assurance-accidents (LAA)
RS 941.20	Loi fédérale sur la métrologie (LMétr)
RS 814.017	Ordonnance sur le registre des rejets de polluants et des transferts de déchets et de polluants dans les eaux usées (OR RTP)
RS 814.318.142.1	Ordonnance sur la protection de l'air (OPair)
RS 832.311.141	Ordonnance sur la sécurité et la protection de la santé des travailleurs dans les travaux de construction (Ordonnance sur les travaux de construction, OTConst)
RS 832.312.12	Ordonnance sur la sécurité et la protection de la santé des travailleurs lors de l'utilisation des équipements sous pression (Ordonnance relative à l'utilisation des équipements sous pression)
RS 930.114	Ordonnance sur la sécurité des équipements sous pression (Ordonnance sur les équipements sous pression, OSEP)
RS 941.210	Ordonnance sur les instruments de mesure (OIMes)
RS 941.231	Ordonnance du DFJP sur les instruments de mesure de l'énergie thermique (OIMTh)

2.2 Réglementation SVGW

SVGW F1	Directive pour réseaux de chaleur à distance
SVGW F2	Directive pour réseaux de froid et réseaux anergétiques
SVGW F5	Directive pour les essais d'étanchéité et de résistance sur les réseaux de chaleur à distance, de froid à distance et anergétiques
SVGW GW15001	Solution de la branche de SVGW Sécurité et protection de la santé chez les distributeurs de gaz et d'eau
SVGW GW2 Partie A - Principes	Directive pour la prévention des accidents et la protection de la santé dans les branches du gaz et de l'eau
SVGW GW2 Partie B – Manuel de la sécurité	Manuel de la sécurité pour la prévention des accidents

2.3 Normes

DIN 31051	Bases de la maintenance
SIA 118	Conditions générales pour l'exécution des travaux de construction
SN EN 13306	Maintenance - Terminologie de la maintenance
SN EN ISO 22301	Sécurité et résilience — Systèmes de management de la continuité d'activité — Exigences

2.4 Autres règles techniques

/	Secrétariat d'État à l'économie, SECO : Aide-mémoire sur le service de piquet
ISBN 3-908705-35-5 18.10.2018	Guide de planification - Chauffage à distance.
SICC BT102-01	Qualité de l'eau dans les installations techniques du bâtiment

3 Terminologie

3.1 Glossaire

¹³ Amélioration

[Synonyme : Maintenance améliorative]

[SN EN 13306:2018, article 7.6]

Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management, destinées à améliorer la fiabilité et/ou la maintenabilité et/ou la sécurité intrinsèques d'un bien, sans changer la fonction d'origine.

Note 1 : Une amélioration peut également être apportée afin d'empêcher une utilisation inappropriée pendant le fonctionnement et d'éviter les pannes.

¹⁴ Centrale d'énergie

Chaudière d'un bâtiment ou d'un ouvrage, doté des installations nécessaires à la production, au stockage et à la distribution et/ou au transfert d'énergie.

Note 1 : Les centrales énergétiques en aval ou décentralisées sont également appelées centrales de quartier.

¹⁵ Entretien

[Synonymes : Entretien courant]

[Selon SN EN 13306:2018, article 8.5]

Activités de maintenance préventive simples régulières ou répétées.

Note 1 : Peut inclure par exemple le nettoyage, le resserrage de connexions, le remplacement des connecteurs, le contrôle des niveaux de liquide, la lubrification, etc.

¹⁶ Exploitation

[SN EN 13306:2018, article 2.9]

Combinaison de toutes les actions techniques, administratives et de management, autres que les actions de maintenance, qui a pour résultat l'utilisation de l'infrastructure.

- 17 **Inspection**
[SN EN 13306:2018, article 8.1]
Examen de conformité réalisé en mesurant, en observant ou en testant les caractéristiques significatives d'un bien.
- 18 **Maintenance**
[Selon SN EN 13306:2018, article 2.1]
Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise.
Note 1: Les actions de maintenance technique incluent l'observation et les analyses de l'état du bien (par exemple, inspection, surveillance, essai, diagnostic, pronostic, etc.) et des tâches de maintenance active (par exemple, réparation, remise en état).
Note 2: La maintenance englobe deux catégories d'actions: la maintenance préventive (entretien et inspections) et la maintenance corrective (remise en état après dérangement).
- 19 **Réparation**
[SN EN 13306:2018, article 8.10]
Action physique exécutée pour rétablir la fonction requise d'un bien en panne.
Note 1: La réparation peut également inclure la localisation de la panne et l'essai de fonctionnement.
Note 2: La correction de panne a la même signification que la réparation.
- 20 **Réseau d'anergie**
Réseau thermique opérant à des températures de moins de 30°C, utilisé en mode direct ou indirect (via une pompe à chaleur) pour le chauffage ou le refroidissement.
- 21 **Réseau de chaleur à distance**
Réseau thermique opérant à des températures de plus de 30°C.
Note 1: La production d'eau chaude sanitaire nécessite une température de réseau de min. 60°C.
- 22 **Réseau de froid à distance**
Réseau thermique opérant à des températures moins de 20°C pour le refroidissement direct.
- 23 **Réseau thermique**
[Synonyme : Système de distribution de chaleur /de froid (obsolète)]
Système comprenant l'ensemble des conduites interconnectées et des organes nécessaires à l'acheminement, à la distribution et au comptage de l'énergie thermique convoyée par un fluide caloporteur.
Note 1 : L'utilisation de l'énergie thermique est soit directe, soit indirecte (au moyen d'une pompe à chaleur).
- 24 **Sous-station**
Installation dédiée au transfert de l'énergie thermique à l'installation du bâtiment selon des paramètres prédéfinis de pression, de température et de débit et au comptage de l'énergie thermique utilisée.
- 25 **Station de transfert**
Station séparant hydrauliquement deux secteurs de réseau dont les caractéristiques d'exploitation sont différentes (pression, température).
Note 1: la station de transfert est en général installé dans une centrale d'énergie.

Surveillance en fonctionnement

[Synonyme : Surveillance]

[SN EN 13306:2018, article 8.2]

Activité, exécutée soit manuellement, soit automatiquement, destinée à mesurer à intervalles prédéterminés les caractéristiques et les paramètres de l'état physique réel d'un bien.

Note 1: La surveillance en fonctionnement se distingue de l'inspection en ce qu'elle est utilisée pour évaluer l'évolution des paramètres du bien avec le temps.

Note 2: La surveillance en fonctionnement peut être continue sur un intervalle de temps ou peut être réalisée après un nombre déterminé d'opérations.

Note 3: La surveillance en fonctionnement est généralement conduite sur un bien en état de fonctionnement.

3.2 Abréviations

27	AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité
28	ASIT	Association Suisse d'Inspection Technique
29	DFJP	Département Fédéral de Justice et Police
30	DIN	Deutsche Industrienorm, Norme de Industrie Allemande
31	EDM	Energy Data Management
32	EN	Norme Européenne
33	EPI	Equipements de protection individuelle
34	GMAO	Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur
35	IoT	Internet of Things, Internet des objets
36	ISBN	International Standard Book Number, Numéro international normalisé du livre
37	ISO	Organisation internationale de normalisation
38	KPI	Key Performance Indicator
39	LoRaWAN	Long Range Wide Area Network
40	METAS	Institut fédéral de métrologie
41	MSST	Appel à des médecins du travail et autres spécialistes de la sécurité au travail
42	OFEN	Office Fédéral de l'Energie
43	OFEV	Office Fédéral de l'Environnement
44	OUEP	Ordonnance relative à l'utilisation des équipements sous pression
45	PCA	Plan de Continuité d'Activité
46	PCCE	Production Combinée de Chaleur et d'Electricité, appelée aussi cogénération
47	PME	Petites et Moyennes Entreprises
48	SECO	Sécrétariat d'Etat à l'économie
49	SGK	Société Suisse de Protection contre la Corrosion
50	SIA	Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes
51	SICC	Société suisse des ingénieurs en technique du bâtiment, Les Planificateurs
52	SN	Norme suisse
53	SNV	Schweizerische Normen Vereinigung, Association Suisse de Normalisation

4 Exploitation

⁵⁴ Les processus d'exploitation ont été répartis en trois catégories, à savoir les processus administratifs, techniques et de gestion. Cette répartition est arbitraire et a été faite dans le but de faciliter la lecture de ce document. Certains processus pourraient couvrir plusieurs catégories.

4.1 Processus administratifs

4.1.1 Conduite Opérationnelle

⁵⁵ La conduite opérationnelle permet d'atteindre l'objectif de l'entreprise, à savoir le transport et la distribution de chaleur ou de froid, dans le respect :

- Des prescriptions légales découlant des lois et ordonnances
- Des obligations contractuelles avec les producteurs et les consommateurs
- Du budget et de la stratégie d'entreprise
- Des directives, normes et standards

⁵⁶ Sur la base de ce cadre découlent notamment les processus suivants :

- Surveillance et pilotage des réseaux thermiques
- Enregistrement quantitatif de la chaleur ou du froid reçus et livrés
- Surveillance de l'état des réseaux thermiques
- Mise à disposition de personnel d'intervention en cas de perturbation
- Collecte des expériences en vue de l'amélioration continue

⁵⁷ Sur la base de la description de ces processus, les exigences relatives à leur mise en œuvre sont déterminées. Il en résulte des descriptions de fonction, comprenant les compétences requises, ou, en cas d'externalisation à des fournisseurs, le contenu des appels d'offres. L'ensemble des fonctions doit être structuré en rôles clairement définis, en tenant compte des relations hiérarchiques, des responsabilités et de la coordination entre les collaborateurs, et doté du personnel nécessaire

⁵⁸ L'organigramme formalise cette structure en précisant la place et la fonction de chacun, garantissant une communication fluide et une répartition claire des responsabilités. Les règles de délégation de compétences, de suppléance ainsi que l'organisation du service de piquet doivent également être définies et décrites.

4.1.2 Plan de gestion de crise

⁵⁹ Un plan de gestion de crise pour un réseau thermique doit inclure plusieurs éléments essentiels pour garantir une réponse rapide et efficace en cas d'urgence. Voici les principaux composants à intégrer :

- Identification des risques
 - Liste des risques potentiels (pannes techniques, cyberattaques, catastrophes naturelles, etc.).
 - Évaluation de l'impact de chaque risque sur le réseau.
 - Évaluation de la probabilité d'occurrence
- Structure de la gestion de crise
 - Constitution d'une cellule de crise avec des rôles et responsabilités clairement définis.
 - Coordonnateurs principaux et contacts d'urgence.

- Procédures de réponse
 - Protocoles détaillés pour chaque risque identifié.
 - Instructions spécifiques pour la gestion des crises et la restauration du service.
- Communication
 - Plan de communication interne et externe.
 - Informations à transmettre aux utilisateurs, aux autorités locales et aux partenaires.
- Ressources et équipements
 - Liste des ressources nécessaires (intervenants qualifiés internes et externes, générateurs de secours, pièces de rechange, etc.).
 - Emplacement et accès à ces ressources.
- Formation et simulations
 - Programmes de formation réguliers pour le personnel.
 - Exercices de simulation pour tester et améliorer le plan.
- Mise à jour et révision
 - Processus de révision régulière du plan.
 - Intégration des retours d'expérience après chaque incident, exercice ou simulation..

4.1.3 Service de piquet

⁶⁰ En dehors des heures de bureau, le service de piquet assume le traitement d'urgence des dommages et des défaillances du réseau thermique. La constitution et la structure du service de piquet sont basées sur la taille de l'entreprise, dans le respect des lois.

⁶¹ Pour organiser un service de piquet efficace pour les réseaux thermiques, voici les points essentiels à considérer :

- Organisation des équipes et planification
 - Établir des rotations équilibrées entre les techniciens
 - Prévoir suffisamment de personnel qualifié pour couvrir 24h/24 et 7j/7
 - Définir clairement les périodes de piquet (début/fin) au moyen d'un planning établi à moyen ou long terme
 - Mettre en place un système de remplacement en cas d'indisponibilité
- Compétences et formation
 - S'assurer que le personnel de piquet a les qualifications nécessaires (habilitations, certifications)
 - Former les équipes sur les procédures d'urgence
- Moyens techniques et logistiques
 - Fournir les outils et équipements nécessaires (téléphone, ordinateur portable, EPI, véhicule d'intervention adapté, ...)
 - Mettre à disposition les pièces de rechange essentielles
 - Tenir à jour une liste des différents intervenants internes et externes
- Procédures et protocoles
 - Établir des procédures claires pour la gestion des différents types d'incident en fonction des obligations contractuelles
 - Définir les niveaux de priorité des interventions
 - Mettre en place un processus de remontée d'information et de transfert de responsabilités aux équipes opérationnelles

- Système de communication
 - Définir une chaîne de communication claire avec les responsables
 - Mettre en place un système fiable de réception et de traitement des alarmes
 - Informer le personnel de piquet des moyens de communication par lesquels il sera alerté en cas d'urgence (téléphone, SMS, application dédiée...)
 - Prévoir des moyens de communication redondants
 - Assurer une communication efficace entre les équipes
- Respect des lois et réglementations relatives au travail
 - Respecter la loi sur le travail concernant les piquets (respect des temps de repos, nombre de jours consécutifs maximum de piquet, règles de sécurité et de santé au travail, devoir d'annonce aux autorités compétentes, ...)
 - Pour plus d'informations sur les exigences légales, il est recommandé de prendre connaissance du document « Aide-mémoire sur le service de piquet » du SECO.
- Aspects administratifs
 - Assurer la traçabilité des interventions
 - Gérer les temps de repos compensatoires
 - Mettre en place un système de rémunération adapté
- Retour d'expérience
 - Analyser régulièrement les interventions
 - Identifier les points d'amélioration
 - Mettre à jour les procédures selon les retours terrain
 - Organiser des réunions de débriefing après les incidents majeurs

4.1.4 Sécurité et santé au travail

- ⁶² La solution sectorielle de la SVGW fournit aux entreprises (notamment aux PME) des outils pour développer un système de sécurité et de santé au travail (MSST), garantit l'implication de spécialistes en sécurité au travail et propose des formations et d'autres services. Pour plus de détails, consultez la solution sectorielle SVGW GW15001 et le guide de prévention des accidents SVGW GW2.

4.1.5 Relations avec les parties prenantes

- ⁶³ Il est recommandé de mettre à disposition un interlocuteur disposant de toutes les informations nécessaires et capable de réagir de façon compétente aux questions.
- ⁶⁴ L'information concernant les interruptions de distribution doit être communiquée rapidement – s'il s'agit d'une interruption planifiée – aux personnes concernées (date, lieu, heure, durée prévue, etc.). Plus particulièrement lorsqu'il s'agit de clients sensibles (p. ex. hôpitaux, sites de production, etc.), l'interruption de la distribution doit faire l'objet d'un accord. Si nécessaire et selon les possibilités et les exigences contractuelles, on mettra à disposition un groupe de production de chaud/de froid à titre temporaire.
- ⁶⁵ Les personnes concernées doivent être informées en cas d'interruption imprévue de la distribution (pour cela, il est utile de disposer des coordonnées des personnes à contacter dès le début de l'exploitation du réseau).
- ⁶⁶ Lors d'un chantier, un panneau d'information peut être installé pour informer le public sur les travaux et les mesures prises.
- ⁶⁷ Les travaux doivent être annoncés aux autorités compétentes selon la législation locale.

- ⁶⁸ La coordination des travaux et la recherche d'un accord avec les autorités permettent de les intégrer dans les processus et d'exploiter diverses synergies.

4.1.6 Contrats de maintenance

- ⁶⁹ Les travaux de maintenance qui ne peuvent pas être effectués par l'exploitant du réseau, sont régis par des contrats de maintenance avec des fournisseurs de services externes. Cela peut aussi concerner des parties d'ouvrages annexes, comme des portes coupe-feu et antifumée, des protections contre les chutes, etc.
- ⁷⁰ L'étendue des contrats de maintenance doit être choisie en fonction des capacités et des compétences du personnel de l'exploitant, mais aussi des besoins (ou choix) du client.
- ⁷¹ Les fournisseurs ont parfois des exigences concernant la maintenance pendant la période de garantie des composants qu'ils ont livrés. Celles-ci doivent être discutées avant la conclusion du contrat, ce qui permet d'en déterminer l'étendue.
- ⁷² La gestion et la mise en œuvre des contrats de maintenance définissent :
- Nom et adresse du client et du fournisseur de services
 - Description du produit ou de l'installation à entretenir
 - Type et étendue des travaux de maintenance à effectuer
 - Intervalles et la durée de maintenance
 - Déclencheurs des interventions
 - Délais pour l'exécution des travaux de maintenance
 - Coûts et conditions de paiement
 - Exclusions de responsabilité et garanties
 - Durée des contrats, renouvellements et conditions de résiliation

4.1.7 Logiciel de gestion de contrats

- ⁷³ Il est recommandé d'utiliser un logiciel de gestion de contrats. Ce sont des outils informatiques conçus pour faciliter et automatiser la gestion des contrats pour les équipements, les installations, les actifs, les fournisseurs et les clients. Ces logiciels offrent plusieurs fonctionnalités et servent à différents niveaux :
- **Centralisation des informations.** Les logiciels de gestion des contrats permettent de centraliser toutes les informations relatives aux contrats, y compris les détails des équipements et prestations couvertes, les termes et conditions des contrats, les calendriers, les coûts associés, etc. Cela facilite l'accès aux données et la gestion des contrats.
 - **Automatisation des processus.** Ces logiciels automatisent de nombreuses tâches liées à la gestion des contrats, telles que la création et la gestion des contrats, la planification des interventions, l'envoi de rappels automatiques pour les échéances, etc. Cela permet d'améliorer l'efficacité opérationnelle et de réduire les erreurs humaines.
 - **Suivi des performances.** Les logiciels de gestion des contrats permettent de suivre les performances des contrats en termes de respect des délais, de qualité des interventions, de coûts, etc. Ces données peuvent être utilisées pour évaluer la

performance des fournisseurs de services et pour prendre des décisions stratégiques.

- **Gestion des coûts.** Ces logiciels aident à suivre les coûts associés aux contrats, y compris les coûts prévus et réels, les coûts des pièces de rechange, les coûts de main-d'œuvre, etc. Cela permet d'optimiser les dépenses liées à la maintenance et de budgéter de manière plus précise.
- **Gestion des stocks.** Certains logiciels de gestion des contrats intègrent également des fonctionnalités de gestion des stocks, ce qui permet de suivre les niveaux de stocks de pièces de rechange et de matériaux nécessaires pour les interventions de maintenance.

4.1.8 Formation, instruction, information

⁷⁴ La formation des collaborateurs est un élément crucial, garantissant non seulement la compétence et l'efficacité des employés, mais aussi leur sécurité et celle des autres.

⁷⁵ Toutes les personnes destinées aux tâches qui leur sont attribuées doivent disposer des compétences professionnelles requises. Elles doivent donc disposer des connaissances professionnelles, de l'expérience pratique et de la formation continue requises pour pouvoir analyser et exécuter correctement les travaux qui leur sont confiés.

⁷⁶ L'entreprise doit faire en sorte que le personnel soit toujours informé de l'état actuel de la technique, des prescriptions légales pertinentes et des prescriptions de prévention des accidents, sans oublier les instructions d'exploitation internes à l'entreprise.

- **Formation à la sécurité et à la santé au travail.** Cela inclut la gestion des accidents et des situations d'urgence, afin d'assurer que les employés sachent comment réagir rapidement et efficacement en cas de problème. Une connaissance approfondie des équipements et des protocoles de sécurité réduit non seulement les risques d'accidents, mais aussi les conséquences en cas d'incident.
- **Formation de base technique.** Elle est essentielle pour les collaborateurs qui interviennent sur des équipements ou des installations spécifiques. Cela peut inclure des domaines tels que l'hydraulique, la pneumatique, les installations sanitaires, l'électricité, la mécanique, ou encore l'automation.
- **Formation spécifique aux risques liés au réseau concerné.** Les collaborateurs doivent être conscients des dangers associés aux infrastructures sur lesquelles ils interviennent et des mesures à prendre pour les prévenir.
- **Formation sur les possibilités de sectionnement du réseau.** Les collaborateurs doivent être familiarisés avec les procédures de coupure d'urgence et les équipements nécessaires pour isoler rapidement les zones à risque, minimisant ainsi les dommages potentiels en cas de fuites ou d'extensions du réseau.
- **Formation sur les plans de gestion de crise.** Les collaborateurs, selon leurs responsabilités spécifiques doivent être formés sur la communication efficace en cas de crise, la coordination des actions sur le terrain et la prise de décisions rapides et éclairées pour atténuer les risques et limiter les pertes.

⁷⁷ Les documents correspondants doivent également rester accessibles à tout moment. Des audits réguliers sont conseillés.

4.1.9 Réalisation d'audits

⁷⁸ Les audits constituent un outil essentiel pour s'assurer de la performance, la conformité réglementaire et la transparence des exploitants de réseaux de chauffage à distance.

79 Ils permettent notamment de :

- Vérifier la conformité des processus aux exigences légales et normatives (réglementation énergétique, sécurité, environnement) ;
- Identifier les opportunités d'amélioration continue ;
- Garantir la fiabilité des données de production, de distribution et de consommation d'énergie ;

80 Il est intéressant de réaliser un audit interne annuel ou après tout changement majeur (organisationnel ou technique), tout incident significatif ou extension de réseau.

- **Audits internes (sécurité)**

81 L'audit interne est réalisé par ou pour le compte de l'entreprise exploitante elle-même.

82 Ses objectifs sont :

- Vérifier la bonne application des procédures internes (sécurité, maintenance, facturation, gestion énergétique) ;
- Contrôler la qualité des données techniques et administratives ;
- Identifier les risques et évaluer les performances (pertes thermiques, fuites, taux de disponibilité, etc.).

- **Audits externes (sécurité, conformité)**

83 L'audit externe est mené par un organisme indépendant et vise à :

- Attester de la conformité du réseau aux exigences légales, environnementales et contractuelles ;
- Évaluer objectivement la performance énergétique globale du réseau ;
- Fournir un rapport officiel pouvant servir de base à la certification, au renouvellement d'autorisation d'exploitation ou à la justification de tarifs auprès des collectivités concédantes.

84 En général, il est préconisé de réaliser un audit externe tous les 3 à 5 ans.

4.2 Processus techniques

4.2.1 Manuel d'Exploitation

85 Le manuel d'exploitation, adapté à l'installation, détaille les procédures spécifiques à suivre pour assurer une exécution efficace et conforme aux exigences. Ce manuel répertorie les tâches à accomplir, leur fréquence et les personnes responsables de leur exécution.

86 Le manuel d'exploitation précise les rapports requis ainsi que leur fréquence, assurant une surveillance continue et une correction rapide des problèmes éventuels.

87 En plus, le manuel d'exploitation contient des informations importantes sur l'organisation de l'entreprise et de ses principaux processus ainsi que sur les responsabilités et les interfaces. Il comprend, entre autres, des instructions de travail et des check-listes qui servent également de base aux instructions régulières des employés. Les check-listes fournissent un guide étape par étape, aidant les équipes à suivre les procédures établies et à identifier tout écart potentiel.

4.2.2 Automation / Régulation

- ⁸⁸ L'automation des réseaux thermiques fait référence à l'utilisation de technologies et de systèmes pour réguler le fonctionnement et le contrôle du réseau et le rendre plus efficace et plus fiable.
- ⁸⁹ L'automation permet de surveiller et de contrôler différents processus dans le réseau thermique, tels que la régulation de la production de chaleur ou de froid, la distribution de l'énergie thermique et la surveillance du réseau. Cela peut contribuer à optimiser la consommation d'énergie, à réduire les coûts et à améliorer la fiabilité du réseau.
- ⁹⁰ Pour cela, on utilise des systèmes de contrôle des processus qui surveillent et contrôlent le fonctionnement du réseau. Ces systèmes enregistrent des données telles que les températures, les pressions et les débits et permettent aux exploitants de surveiller le réseau en temps réel et de procéder à des ajustements si nécessaire. L'enregistrement des données permet d'établir des lignes de tendance qui permettent d'évaluer le fonctionnement à long terme.
- ⁹¹ En outre, les systèmes automatisés peuvent également être utilisés pour prédire la demande de chaleur/froid et optimiser leur production. Pour cela, les données historiques et les prévisions météorologiques sont analysées afin de garantir un approvisionnement efficace et fiable.
- ⁹² Pour une intégration sûre et sans problème dans le réseau existant, il est essentiel que le système de contrôle des processus soit soigneusement planifié, mis en œuvre et entretenu en permanence.
- ⁹³ Des plages théoriques d'états et de valeurs de mesure sont définies, à partir desquelles différents niveaux d'alarme sont déclenchés en cas d'écart par rapport à l'état théorique ou dans des situations de danger. Les alarmes déclenchent des actions de la part de l'exploitant.

4.2.3 Contrôler les chantiers et travaux de tiers sur propre installation

- ⁹⁴ Le but de contrôler les travaux de tiers sur ses propres infrastructures est essentiel pour assurer la sécurité, la qualité, la conformité réglementaire, le respect des termes contractuels tout en économisant de l'argent et en préservant la réputation du distributeur.
- ⁹⁵ Voici quelques points à suivre :
- **Définir les exigences et les normes.** Établir des normes et des exigences claires pour les travaux sur le réseau thermique. Cela peut inclure des spécifications techniques, des normes de sécurité et des exigences en matière de qualification des travailleurs. La norme SIA 118 « Conditions générales pour l'exécution des travaux de construction » énumère des règles pour la conclusion, le contenu et le déroulement de contrats portant sur des travaux de construction. Les parties au contrat sont donc d'une part les entreprises de la branche et de l'autre les maîtres d'ouvrage, ces derniers étant en principe représentés par un bureau d'ingénieurs. La norme complète les dispositions générales du droit des obligations sur le contrat.
 - **Informar les propriétaires et exploitants d'infrastructure à proximité.** Cette démarche doit être effectuée auprès des autorités locales au plus tard au moment de la demande d'ouverture pour les travaux dans l'espace public (p. ex. une rue). Il faut alors clarifier quelles infrastructures d'autres entreprises se trouvent déjà dans le sol à l'endroit concerné. En règle générale, cette information peut être obtenue auprès du cadastre des autorités locales. Dans tous les cas, il faut s'assurer que le

propriétaire/exploitant d'infrastructures se trouvant déjà dans le sol soit informé du projet de construction prévu et que les éventuels dangers et risques soient clarifiés avec lui.

- **Sélectionner des fournisseurs qualifiés.** Choisir des fournisseurs de services qualifiés et expérimentés dans la maintenance et la réparation des réseaux thermiques. Vérifier leurs références, leur expérience et leur conformité aux réglementations en vigueur. Les lois régissant la passation des marchés publics demeurent réservées.
- **Établir un contrat détaillé.** Rédiger un contrat détaillé qui précise les responsabilités de chaque partie, les délais, les coûts, les exigences de qualité et les modalités de paiement. S'assurer que le contrat inclut des clauses de conformité aux normes et de sécurité.
- **Former le personnel interne.** S'assurer que le personnel en interne est formé sur les procédures de contrôle et de supervision des travaux de tiers. Ils doivent être en mesure d'évaluer la qualité du travail effectué et d'identifier les problèmes potentiels.
- **Superviser les travaux.** Assigner un responsable de projet pour superviser les travaux de manière régulière. S'assurer que les travaux sont effectués conformément aux spécifications convenues et aux normes de qualité requises et dans le respect des délais.
- **Effectuer des inspections régulières.** Planifier des visites sporadiques régulières pour vérifier la conformité des travaux aux normes et aux spécifications convenues. Cela peut aider à identifier et à résoudre rapidement tout problème éventuel.
- **Gérer les non-conformités.** En cas de non-conformité ou de problème identifié, prendre les mesures correctives appropriées pour résoudre rapidement la situation. Cela peut impliquer des discussions avec le fournisseur de services, des ajustements aux travaux en cours ou même la résiliation du contrat si nécessaire. Dans tous les cas, il est important de consigner les non-conformités.
- **Documenter les travaux.** Tenir un dossier détaillé de tous les travaux effectués, y compris les rapports d'inspection, les factures, les certificats de conformité et toute correspondance pertinente. Cela peut être utile pour la traçabilité et pour résoudre les problèmes futurs. Un protocole de réception d'ouvrage sera établi et signé par les différents intervenants.
- **Cadastre des conduites.** L'obligation de documenter sa propre infrastructure enterrée dans un cadastre des conduites est réglée différemment selon les cantons et les communes. Il est donc vivement recommandé aux propriétaires/exploitants de conduites enterrées de fournir aux autorités locales les informations correspondantes sous une forme qui leur convient. Cela permet de garantir que les tiers soient correctement informés par les autorités lors du dépôt de leur demande d'ouverture et qu'ils soient informés de l'infrastructure existante.

⁹⁶ Un tableau non exhaustif reprenant les rapports, documents et points de vigilance les plus importants pour contrôler les chantiers et travaux de tiers sur propre installation se trouve à l'annexe 1.

4.2.4 Contrôler les chantiers et travaux de tiers à proximité des ouvrages

⁹⁷ L'exploitant des réseaux doit être informé des travaux de tiers effectués à proximité de ses ouvrages. Les procédures et les réglementations locales doivent être respectées. Le tiers porte la totale responsabilité et le code des obligations s'applique.

- 98 L'exploitant donnera des consignes claires sous forme écrite aux exécutants pour le déroulement du chantier. Il est conseillé que l'exploitant implante son réseau et transmette les plans concernés.
- 99 L'objectif absolu est d'assurer la sécurité des biens et des personnes.
- 100 Si des ouvrages doivent être mis à nu lors du creusage, les responsables du chantier doivent informer l'exploitant des différentes étapes. L'exploitant peut procéder à des passages sporadiques selon les étapes du chantier pour contrôle visuel (creusage, étayage, remblayage, etc....)
- 101 Idéalement, un protocole d'intervention co-signé sera établi.

4.2.5 Approvisionnement / Stockage de matériel

- 102 Un stock optimisé permet de réduire les coûts tout en assurant l'exploitation du réseau. Pour déterminer le stock initial et gérer le stock, il est conseillé que l'exploitant choisisse une méthode d'analyse appropriée en fonction du degré de complexité de l'infrastructure, de la stratégie de maintenance choisie, de la topologie du réseau, et des cycles de fonctionnement (durée de vie, avec ou sans précontrainte mécanique).
- 103 Par exemple mettre en œuvre un plan de continuité d'activité (voir chapitre 4.3.4 Plan de continuité d'activité) permet d'identifier les risques liés à son installation en cas de manque de pièces détachées et d'y palier. Une analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) sur l'ensemble du réseau thermique permet de détecter et d'anticiper les causes d'avaries et de prévoir le stock nécessaire à des réparations dans des délais appropriés.
- 104 Un processus d'amélioration continue et d'optimisation permet également de disposer in situ des matériels critiques pour le maintien de l'alimentation, sans stocks disproportionnés.
- 105 Un logiciel de Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) est un outil qui peut lui aussi aider à optimiser ses stock grâce au suivi des rapports des interventions. Il donne une meilleure vision du cycle de vie des pièces et donc l'opportunité d'optimiser les stocks en fonction de la stratégie de maintenance choisie.
- 106 Le lieu et les conditions de stockage doivent respecter les consignes des fournisseurs. Les conditions d'accès doivent être prises en compte.
- 107 Il est aussi encouragé d'avoir des synergies avec d'autres exploitants pour maintenir un certain niveau de stockage et de répartir les frais. Grâce à une vision globale, l'exploitant est en mesure d'éviter des stocks « morts ou dormants ».

4.2.6 Documentation

- 108 Plusieurs éléments clés doivent être pris en compte pour une documentation efficace, notamment la connaissance du réseau, les données de surveillance et les rapports de maintenance. Une mise à jour de la documentation doit être effectuée rapidement après chaque modification. Il s'agira de déterminer quelles informations seront à disposition de quelles personnes (documentation terrain et/ou documentation pour le bureau technique).
- Un **plan détaillé du réseau** est essentiel pour une exploitation optimale, il doit être à jour, complet et facile d'accès. Il permet de visualiser la structure du réseau et d'identifier les zones critiques qui nécessitent une attention particulière en termes de

maintenance et de gestion des incidents. Les points à détailler comprennent principalement :

- Secteurs de sectionnement
 - Type, dimension et position des chambres et des puits, ainsi que des vannes, purges, vidanges et compensateurs
 - Type, dimension et position des conduites, niveau de température et pression
 - Années de pose, entreprises soudage, manchonnage, fournisseur conduite, entreprise de génie civil...
 - Schémas des boucles / Détection de fuites
 - Schéma des installations électriques
- La **documentation des équipements**, accompagnée de fiches de conformité, fournit des informations essentielles sur les spécifications techniques et les exigences de conformité. Cela permet de garantir que les équipements sont installés et entretenus selon les normes requises.
 - Un **schéma de détection de fuite** détaille les procédures et les équipements utilisés pour identifier et localiser les fuites dans le réseau.
 - Les **protocoles de mise en service** ou de réception définissent les étapes à suivre lors de l'installation ou de la mise en service de nouveaux équipements ou infrastructures. Ils garantissent une intégration en douceur dans le réseau existant tout en minimisant les interruptions de service.
 - Les **accès** et les **emplacements des stations de transfert et des sous-stations** sont documentés pour faciliter les interventions.
 - Les **données de surveillance** et les **rapports de maintenance**, fournissent des informations sur les inspections et les réparations effectuées, les interventions d'urgence et les améliorations apportées au réseau. Ces rapports permettent d'évaluer la performance du réseau, d'identifier les tendances et les problèmes récurrents et d'orienter les décisions futures en matière de planification et de gestion des ressources.

4.3 Processus de gestion

4.3.1 Indicateurs de performance (Key Performance Indicators, KPI)

- ¹⁰⁹ Les indicateurs de performance sont nécessaires et utiles pour mesurer la performance de son activité stratégique. Ils permettent de suivre et de piloter les performances au cours de l'année afin d'atteindre les objectifs fixés à tous les niveaux de l'entreprise.
- ¹¹⁰ L'exploitant a pour premier objectif le maintien d'une stabilité des KPI's.
- ¹¹¹ La performance est maximale et durable, quand, l'exploitant a maintenu un équilibre durable entre les 4 axes stratégiques, à savoir :

Axes stratégiques	Description	KPI's représentatifs
Conformité	L'entreprise se conforme aux exigences légales, contractuelles et réglementaires.	- Maîtrise des effluents gazeux (production) – Ordonnance sur la protection de l'air (OPAir) - Rejets de liquide caloporteur (m³) – Ordonnance sur le registre des rejets de polluants et des transferts de déchets et de polluants dans les eaux usées (ORRTP) et autres lois et règlements locaux - Annonces de non-conformité résolues et non résolues à partir d'un certain niveau de gravité - Nombre de rapports de pannes de la part des clients - Durée jusqu'à ce que l'erreur soit résolue - Qualité de l'eau (conductivité, pH, teneur en oxygène)
Disponibilité	Les installations exploitées sont fiables et disponibles. Elles sont opérationnelles en tout point et à tout moment.	- Nombre d'heure de fonctionnement - Arrêts d'exploitation planifiés et non-planifiés - Nombre d'interventions
Compétitivité/rentabilité	Les activités et prestations sont et restent compétitives.	- Pertes volumiques du liquide caloporteur (m³) - Pertes thermiques du réseau (%) - Densité énergétique du réseau (MWh/m) - Energie thermique injectée dans le réseau - Energie électrique consommée - Température moyenne de retour du réseau (°C) - Heures annuelles de chaque niveaux de température (si température de l'aller glissante)
Collaborateurs	Le collaborateur est la première richesse de l'entreprise, il est toujours respecté.	- Absentéisme du personnel - Turnover - Formations continues internes - Formations continues externes - Vacances à prendre - Heures cumulées et fériés à compenser

- ¹¹² Pour y parvenir, une surveillance permanente des indicateurs qui composent chacun des axes stratégiques est recommandé.
- ¹¹³ Chaque KPI est pondéré pour totaliser un résultat global d'entreprise de 100%. La pondération suivante est recommandée :
- Conformité : 30%
 - Disponibilité : 25%
 - Compétitivité/rentabilité : 25%
 - Collaborateurs : 20%

4.3.2 Energy Data Management

- ¹¹⁴ Un système de gestion énergétique (EDM - Energy Data Management) est une plateforme ou un ensemble d'outils logiciels conçus pour collecter, analyser et optimiser l'utilisation de l'énergie. Un EDM permet non seulement d'optimiser l'efficacité énergétique et de réduire les coûts, mais aussi d'assurer une fourniture de chaleur/froid plus fiable et durable.
- ¹¹⁵ Un EDM est un outil d'optimisation qui peut être coûteux à mettre en place et à exploiter. Il convient de faire une analyse des coûts et bénéfices avant de l'intégrer dans une installation.
- ¹¹⁶ Des capteurs de température, de pression, de débit, et des compteurs de consommation d'énergie sont installés aux centrales d'énergie, à divers points du réseau, aux sous-stations et stations de transfert. Les données collectées sont transmises via des réseaux câblés ou sans fil à un centre de gestion. Les informations sont stockées dans des bases de données sécurisées pour des analyses ultérieures.
- ¹¹⁷ La plausibilité des données doit ensuite être confirmée. Dans un premier temps, un logiciel peut mettre en évidence les valeurs manquantes ou particulièrement en dehors des mesures habituelles. La validation finale demande généralement une intervention humaine.
- ¹¹⁸ Une fois les données validées, des logiciels peuvent fournir de multiples analyses, comme ;
- Détecter les tendances, anomalies et inefficacités dans le réseau.
 - Prévoir la demande énergétique future et optimiser l'approvisionnement en chaleur et en froid.
 - Ajuster automatiquement les paramètres de fonctionnement (température, débit, etc.) en fonction des besoins réels et prévus.
 - Prévoir les besoins de maintenance avant que les pannes ne surviennent, réduisant ainsi les interruptions de service.
 - Fournir des visualisations en temps réel de la performance du réseau, des consommations, et des indicateurs clés de performance (KPI).
 - Informer les opérateurs de toute anomalie ou besoin d'intervention immédiate.
- ¹¹⁹ Un EDM fournit aussi les données nécessaires à la facturation.

4.3.3 Surveillance en fonctionnement

- ¹²⁰ Pour surveiller efficacement le bon fonctionnement d'un réseau thermique, plusieurs données sont généralement nécessaires. Ces données permettent de collecter des

informations sur les performances du système et d'identifier d'éventuels problèmes ou défaillances.

¹²¹ Voici quelques-unes des données couramment surveillées :

- **Température de départ et de retour.** Il est essentiel de mesurer la température du fluide de départ et de retour du réseau. Cela permet de suivre les variations de température et de détecter les anomalies potentielles, comme une baisse, voir hausse, de température anormale qui pourrait indiquer une perte d'énergie ou un problème de circulation.
- **Pression du réseau.** La surveillance de la pression du réseau est importante pour détecter les fuites ou les variations de pression qui pourraient indiquer des problèmes dans le système, tels que des fuites d'eau ou des obstructions.
- **Débit d'eau.** Mesurer le débit du fluide dans le réseau permet de vérifier si le débit est conforme aux spécifications requises. Une baisse du débit peut indiquer des problèmes de circulation ou des obstructions dans les conduites.
- **Consommation d'énergie.** La surveillance de la consommation d'énergie permet d'évaluer l'efficacité énergétique du réseau. Cela peut aider à identifier les fluctuations de consommation et à mettre en évidence les opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique.
- **Qualité de l'eau.** La surveillance de la qualité de l'eau, telle que la dureté de l'eau, la teneur en oxygène dissous et les substances solides, est importante pour prévenir les problèmes de corrosion, d'entartrage ou d'obstructions dans le système.
- **Système de régulation et de contrôle.** Les données provenant des systèmes de régulation et de contrôle, tels que les sondes de température, les vannes de régulation et les automates programmables, sont également nécessaires pour surveiller et ajuster les paramètres de fonctionnement du réseau.
- **Niveau du système d'expansion.** La surveillance et la gestion des niveaux du système d'expansion est souvent gérée par la production, pour des raisons d'alarmes importante pour la production, mais aussi de proximité géographique. Il s'agit de compenser les variations de volume en raison des dilatations, de l'évaporation et des fuites. Ce sont des données aussi importantes pour la gestion du réseau, par exemple pour la détection des fuites.
- **Différence de pression des points faibles hydrauliques.** Des appareils de mesure de pression en continu aux points faibles sont nécessaire afin de gérer les pressions des conduites aller-retour, et donc le fonctionnement des pompes.
- **Surveiller la protection contre les inondations des puits accessibles**
- **Détection de fuites du réseau.** Le sujet des détections de fuites est abordé plus en détail au chapitre 5.2.2 Détection de fuites

¹²² Ces données peuvent être collectées à l'aide de capteurs, de sondes et de systèmes de surveillance automatisés. Les technologies de l'Internet des objets (IoT) et de l'informatique en nuage peuvent également être utilisées pour collecter, analyser et visualiser ces données, permettant ainsi une surveillance en temps réel et une prise de décision proactive pour maintenir un bon fonctionnement du réseau.

¹²³ Une analyse des risques propre à l'installation doit déterminer la plage d'utilisation optimale, la fréquence de mesures et les actions à prendre en cas de déviation.

¹²⁴ Les données de surveillance sont conservées. Une durée de minimum 10 ans est recommandée. Des systèmes type GMAO, gestion de la Maintenance Assistée par ordinateur, peuvent aider à ces suivis.

4.3.4 Plan de continuité d'activité

- 125 La mise en place d'un Plan de Continuité d'Activité (PCA), est fortement recommandé.
- 126 Chaque réseau contient des risques en exploitation liés au choix pris lors de la planification. Le but d'un PCA est d'établir des scénarios et la manière d'y répondre.
- 127 Le PCA, selon la norme SN EN ISO 22301, est définie comme un « processus de management holistique qui identifie les menaces potentielles pour une entreprise, ainsi que leurs impacts ».
- 128 Selon la norme ISO SN EN 22301, le champ d'application de ces exigences dépend de l'environnement et de la complexité de fonctionnement de l'entreprise.
- 129 Il convient d'initier un processus d'un plan de continuité d'activité qui est un ensemble de procédures et de lignes directrices conçues pour garantir la reprise dans des délais acceptables des activités en cas de perturbation majeure. Cela s'applique également aux réseaux thermiques, où l'approvisionnement d'énergie est critique pour de nombreux utilisateurs.
- 130 Un plan de continuité d'activité doit être flexible et adaptable car les circonstances peuvent varier. Il est également crucial de collaborer avec les parties prenantes et les autorités compétentes pour assurer une parfaite coordination en cas d'urgence.
- 131 Une matrice AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) est un outil d'analyse utilisé dans le domaine de l'ingénierie, de la gestion de la qualité et de la gestion des risques. L'objectif de la matrice AMDEC est d'identifier, de prioriser et de prévenir les défaillances potentielles dans un processus, un produit ou un système.
- 132 La matrice AMDEC doit être développée en collaboration avec des personnes connaissant bien les installations aux niveaux opérationnelles.
- **Identification des scénarios.** Dans une première étape, il s'agit d'examiner le processus ou le système en question et identifier tous les scénarios possibles qui pourraient se produire. Il s'agit des événements qui pourraient entraîner un dysfonctionnement ou une défaillance.
 - **Évaluation des effets des défaillances et la gravité.** Pour chaque scénario identifié, les équipes évaluent les effets potentiels sur le produit, le processus ou le système. Cela inclut l'analyse des conséquences possibles, telles que les risques pour la sécurité, les impacts sur la qualité, les arrêts de production, etc. Une cote de gravité est attribuée à chaque mode de défaillance en fonction de l'impact prévu sur les opérations ou sur les utilisateurs finaux. Cette cote est évaluée sur une échelle de 1 à 10, par exemple.
 - **Évaluation de la probabilité.** Pour chaque scénario identifié, les équipes déterminent les causes possibles et les déclencheurs de l'effet du mode de défaillance. Une cote de probabilité est attribuée à chaque scénario en fonction de la fréquence à laquelle le déclencheur ou la cause est susceptible de se produire. Les contrôles qui empêchent et détectent le scénario de se produire influencent positivement la cote de probabilité. Cette cote est évaluée sur une échelle de 1 à 10, par exemple.
 - **Évaluation de la criticité.** Enfin, les équipes évaluent la criticité de chaque mode de défaillance en combinant la gravité de ses effets et la probabilité de survenue. Chaque mode de défaillance est cartographié dans la matrice AMDEC en fonction de ses cotes de gravité et de probabilité.

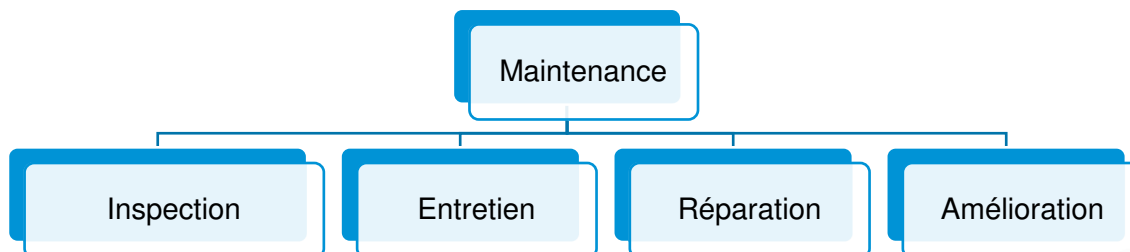
Probabilité	...10	Acceptable	Acceptable	Indésirable	Inacceptable	Inacceptable	Inacceptable
		Acceptable	Acceptable	Indésirable	Indésirable	Inacceptable	Inacceptable
		Négligeable	Acceptable	Acceptable	Indésirable	Indésirable	Inacceptable
		Négligeable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Indésirable	Indésirable
		Négligeable	Négligeable	Négligeable	Acceptable	Acceptable	Acceptable
	1...	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Acceptable	Acceptable
		1...	Gravité				
			...10				

Figure. 1 Exemple de matrice AMDEC

- 133 Cela permet de prioriser les actions correctives en se concentrant sur les scénarios les plus graves et les plus susceptibles de se produire.
- 134 Des actions correctives pour réduire ou éliminer les risques de défaillance et les ramener à un niveau acceptable seront développées. Ces actions peuvent inclure des modifications de conception, des améliorations de processus, des révisions des procédures, de détection, etc.
- 135 Il est conseillé de mettre régulièrement la matrice à jour pour tenir compte des actions correctives ainsi que de l'évolution des scénarios.
- 136 Effectuer des exercices de simulation réguliers pour tester l'efficacité du plan de continuité d'activité et identifier les domaines nécessitant des améliorations.

5 Maintenance

¹³⁷ Selon la norme DIN 31051, la maintenance est divisée en quatre mesures comme suit :



¹³⁸ La présente directive traite chacune de ces mesures dans des chapitres distincts.

5.1 Stratégie de maintenance

¹³⁹ La maintenance doit garantir qu'un état de fonctionnement irréprochable soit maintenu ou rétabli en cas de défaillance. Il s'agit de toutes les mesures d'inspection, de maintenance curative, d'entretien et d'amélioration.

¹⁴⁰ Il existe plusieurs stratégies de maintenance que peuvent adopter les entreprises en fonction de leurs besoins, de leurs ressources et de leurs objectifs. Les 4 principales stratégies de maintenance, avec leurs avantages et inconvénients, sont les suivantes :

5.1.1 Stratégie de maintenance réactive

¹⁴¹ La stratégie de maintenance réactive consiste à intervenir sur un équipement ou un système uniquement lorsque des pannes ou des dysfonctionnements se produisent. Elle peut être appropriée dans certaines situations, notamment lorsque les coûts doivent être minimisés à court terme. Cependant, elle comporte des inconvénients importants en termes de coûts à long terme, de perte de production, de sécurité et de qualité.

- Avantages:
 - **Coûts réduits à court terme.** Cette approche permet d'économiser sur les coûts de maintenance préventive ou prédictive, car une intervention n'est réalisée que lorsque cela est indispensable.
 - **Simplicité.** La maintenance réactive est simple à mettre en œuvre, car elle ne nécessite pas de planification avancée ni d'une équipe de maintenance importantes.
- Inconvénients:
 - **Coûts élevés à long terme.** Bien que la maintenance réactive puisse sembler économique à court terme, elle peut entraîner des coûts plus élevés à long terme en raison de l'usure accélérée de l'équipement, des temps d'arrêt imprévus et des réparations coûteuses.
 - **Perte de production.** Les temps d'arrêt non planifiés dus aux pannes peuvent entraîner une perte de production, ce qui peut avoir un impact négatif sur la rentabilité de l'entreprise.
 - **Risque de sécurité.** Les pannes imprévues peuvent également présenter des risques pour la sécurité des travailleurs et de l'environnement.

- **Perte de qualité.** Les services (fourniture d'énergie) peuvent être de qualité inférieure lorsque l'équipement ne fonctionne pas correctement, ce qui peut affecter la satisfaction des clients.
- **Difficulté de gestion.** La gestion de la maintenance réactive peut être difficile, car elle demande à réagir rapidement lorsque des pannes se produisent.

5.1.2 Stratégie de maintenance préventive

¹⁴² La stratégie de maintenance préventive consiste à effectuer des opérations de maintenance planifiées régulièrement, même en l'absence de signes de défaillance.

- Avantages:
 - **Réduction des pannes.** En effectuant des inspections et des interventions régulières, la maintenance préventive permet de détecter et de corriger les problèmes potentiels avant qu'ils ne provoquent des pannes coûteuses.
 - **Augmentation de la durée de vie de l'équipement.** En prenant soin de l'équipement de manière proactive, sa durée de vie utile sera prolongée, ce qui peut permettre d'amortir davantage l'investissement initial.
 - **Amélioration de la sécurité.** La maintenance préventive contribue à maintenir les équipements en bon état de fonctionnement, réduisant ainsi les risques de blessures ou de dommages matériels dus à des défaillances soudaines.
 - **Planification et gestion efficaces.** Les opérations de maintenance préventive sont définies à des moments qui conviennent à la production, ce qui permet de minimiser les temps d'arrêt non planifiés, et les conséquences négatives sur les ouvrages et consommateurs.
 - **Contrôle des coûts.** Bien que la maintenance préventive entraîne des coûts réguliers, ils sont souvent inférieurs aux coûts imprévus associés à la maintenance réactive.
- Inconvénients:
 - **Coût.** La mise en place d'un programme de maintenance préventive nécessite des investissements en termes de main-d'œuvre, de formation et d'outils, ce qui peut être coûteux.
 - **Risque de surmaintenance.** Il est possible de dépenser trop de ressources sur la maintenance préventive, en effectuant des tâches inutiles ou trop fréquentes, ce qui peut être coûteux et inefficace.
 - **Interruption de la production.** Même si les arrêts sont planifiés, la maintenance préventive peut entraîner des temps d'arrêt, ce qui peut avoir un impact sur la production.
 - **Planification critique.** Une planification inadéquate ou des retards dans la maintenance préventive peuvent entraîner des conséquences négatives.

5.1.3 Stratégie de maintenance prédictive

¹⁴³ La stratégie de maintenance prédictive, également appelée maintenance basée sur la condition, repose sur la collecte et l'analyse de données en temps réel pour anticiper les pannes et les défaillances des équipements.

- Avantages:
 - **Réduction des temps d'arrêt.** En anticipant les pannes potentielles, la maintenance prédictive permet de planifier les interventions de maintenance au moment le plus opportun, réduisant ainsi les temps d'arrêt non planifiés.

- **Prolongation de la durée de vie de l'équipement.** En identifiant et en corrigeant les problèmes à un stade précoce, cette approche permet de prolonger la durée de vie de l'infrastructure et d'optimiser son rendement.
 - **Optimisation des coûts.** La maintenance prédictive permet de cibler spécifiquement les composants ou les systèmes nécessitant une maintenance, réduisant ainsi les coûts globaux par rapport à une maintenance préventive ou réactive.
 - **Amélioration de la sécurité.** En détectant et en corrigeant les problèmes de sécurité potentiels, la maintenance prédictive contribue à réduire les risques pour les travailleurs et l'environnement.
 - **Gestion des ressources efficace.** En se basant sur des données et des analyses, les ressources seront allouées de manière plus efficace pour la maintenance, en évitant la surmaintenance.
- Inconvénients:
 - **Coût.** La mise en place de systèmes de surveillance et de collecte de données, ainsi que la formation du personnel, peuvent être coûteuses.
 - **Complexité.** La maintenance prédictive nécessite des compétences et des connaissances techniques avancées pour collecter, analyser et interpréter correctement les données.
 - **Équipement de surveillance requis.** Des équipements de surveillance, tels que capteurs, logiciels de surveillance et systèmes de communication, sont nécessaires.
 - **Évolution des besoins.** Les besoins en termes de maintenance prédictive peuvent évoluer avec le temps, nécessitant des investissements continus dans les technologies et les compétences.

5.1.4 Stratégie de maintenance orientée risque

¹⁴⁴ Cette stratégie se base sur la probabilité d'une défaillance et l'envergure des conséquences de cette défaillance pour décider de travaux d'entretien et des interventions nécessaires.

- Avantages:
 - **Priorisation des ressources.** La maintenance orientée risque permet d'allouer les ressources de manière plus judicieuse en se concentrant sur les équipements les plus critiques pour l'entreprise, réduisant ainsi les coûts de maintenance inutile sur des équipements moins importants.
 - **Réduction des risques majeurs.** En identifiant et en traitant les équipements à haut risque, cette approche contribue à minimiser les risques liés aux pannes, aux interruptions de production et à la sécurité.
 - **Optimisation des coûts.** En se concentrant sur la gestion des risques, la maintenance orientée risque permet de dépenser de manière plus efficiente en évitant la sur maintenance sur des équipements à faible risque.
 - **Utilisation des données et de l'analyse.** Cette stratégie s'appuie sur l'analyse des données, ce qui permet de prendre des décisions de maintenance basées sur des informations objectives plutôt que sur des suppositions.
 - **Amélioration de la gestion des actifs.** Elle favorise une meilleure compréhension des actifs, de leurs performances et de leur contribution à l'objectif global de l'entreprise.

- Inconvénients:
 - **Complexité.** La mise en place d'une stratégie de maintenance orientée risque peut-être complexe et nécessite des compétences techniques et des outils d'analyse sophistiqués.
 - **Investissement initial.** La collecte de données et l'analyse des risques peuvent nécessiter des investissements initiaux importants en termes de temps et de ressources.
 - **Manque d'objectivité.** L'évaluation des risques peut parfois être subjective, en fonction de la perception individuelle des responsables de la maintenance.
 - **Fiabilité des données.** Une stratégie de maintenance orientée risque repose sur des données fiables pour évaluer correctement les risques, ce qui peut être un défi si les données ne sont pas disponibles ou de mauvaise qualité.
 - **Évolution des risques.** Les niveaux de risque des équipements et des systèmes peuvent évoluer avec le temps, ce qui nécessite une réévaluation continue et une adaptation de la stratégie.

5.1.5 Définition de la stratégie de maintenance

- ¹⁴⁵ De manière générale, il est recommandé de combiner des éléments des différentes stratégies de maintenance (voir chapitres 5.1.1 à 5.1.4) afin d'optimiser la disponibilité, la durabilité et la rentabilité de l'infrastructure en fonction des exigences de l'exploitant de réseau et du réseau thermique.
- ¹⁴⁶ Cette combinaison de stratégies de maintenance dépend notamment de critères tels que l'âge, l'état et l'importance des composants de l'infrastructure, ainsi que des conditions économiques.
- ¹⁴⁷ La stratégie de maintenance est déterminée par la structure organisationnelle et les conditions commerciales de l'exploitant du réseau ainsi que par les caractéristiques techniques du réseau.
- ¹⁴⁸ La base de cette définition repose sur l'évaluation des probabilités d'occurrence et des impacts des défaillances potentielles dans le réseau. Sur cette base, on détermine les dépenses (par exemple, les coûts annuels) et les conséquences d'une stratégie de maintenance purement réactive (voir section 5.1.1).
- ¹⁴⁹ La stratégie de maintenance (ou la combinaison de plusieurs stratégies de maintenance) est choisie en fonction de l'effort et des impacts qui présentent, dans les conditions du réseau et de son exploitant, le meilleur rapport coût-bénéfice.
- ¹⁵⁰ La stratégie de maintenance choisie influence également le niveau des stocks. Une maintenance réactive nécessite généralement des stocks plus importants qu'une maintenance prédictive.

5.2 Inspection

5.2.1 Généralités

- ¹⁵¹ Une inspection comprend tous les travaux qui vérifient et comparent l'état de l'installation et de l'exploitation avec l'état de fonctionnement nominal. Pour ce faire, des mesures, des observations ou des contrôles plus approfondis sont effectués et documentés.

- 152 Une inspection du réseau thermique peut, par exemple, inclure les observations et mesures suivantes :
- Contrôle visuel général de l'installation (vannes, chambres, puits, accès, échelles...)
 - Bruit des pompes du réseau en fonctionnement
 - Vibrations des pompes, des conduites ou d'autres parties du réseau
 - Fonctionnalité des vannes, des arrêts et des capteurs
 - Contrôle visuel des fuites et de présence d'eau dans les caniveaux et galerie
- 153 Les contrôles systématisés qui se font lors de l'exploitation relèvent de la surveillance et sont traités dans le chapitre 4.3.3 Surveillance en fonctionnement.
- 154 Un tableau reprenant les fréquences recommandées d'inspection figure à l'annexe 2.
- 155 Les inspections font l'objet d'une check-liste et/ou d'un rapport et si nécessaire d'une déclaration de non-conformité.

5.2.2 Détection de fuites

- **Généralités**
- 156 Lorsque l'on parle de détection de fuites, il s'agit de détecter la présence d'eau à l'intérieur de l'isolation dans le cas des tuyaux pré-isolés, causée autant par une fuite du réseau que par un apport d'humidité de l'extérieur. Pour les tuyaux non isolés, il s'agit en fait de la perte de fluide caloporteur.
- 157 Un tableau reprenant les fréquences recommandées de recherches figure à l'annexe 2.
- 158 L'origine d'une fuite peut être due à différents facteurs. Qu'il s'agisse par exemple du vieillissement du réseau, de la corrosion, de dégâts lors de travaux, de la qualité du fluide caloporteur ou de défauts de conception, ces dernières doivent être détectées et réparées dans les meilleurs délais.
- 159 Les principales conséquences pouvant résulter d'une fuite sont :
- Perte de fluide caloporteur
 - Augmentation des pertes thermiques mais aussi énergétiques pour le pompage
 - Apparition de corrosion
 - Pollution du sol, de surcroît lorsque des additifs tels que le glycol ou l'éthanol sont présents
 - Détérioration de l'isolant
 - Des conséquences sur la performance globale du réseau
- 160 Selon la situation, les coûts de réparation peuvent être considérables, c'est pourquoi les fuites des systèmes de conduites doivent être identifiées et réparées à un stade précoce. Une fuite mineure, même avec de faibles pertes initiales, peut entraîner des dommages techniques et économiques qui s'aggraveront potentiellement au fil du temps.
- 161 L'isolation se dégrade plus rapidement en présence d'humidité. Les composés résultants de cette dégradation chimique causent une accélération de la vitesse d'oxydation de la conduite.

- **Conduites pré-isolées**

¹⁶² Il est recommandé d'effectuer une surveillance continue des réseaux thermiques pour connaître l'état du réseau et assurer un fonctionnement optimal. Pour les systèmes ne permettant pas une surveillance en continu, la fréquence de contrôle recommandée par mesure de résistance se trouve à l'annexe 2.

¹⁶³ Pour effectuer cette surveillance, les dispositifs les plus fréquemment employés sont :

- Les systèmes par mesure de résistance
- Les systèmes par impulsions
- Les systèmes hiérarchiques

¹⁶⁴ Ces systèmes de surveillance permettent une localisation d'humidité dans l'isolation des conduites.

¹⁶⁵ Système par mesure de résistance (p. ex : Brandes):

¹⁶⁶ Ce système se compose de deux fils intégrés dans l'isolant de la conduite. Le conducteur « aller » dénudé à intervalles réguliers et dont la valeur de résistance est bien définie ainsi que le conducteur « retour » en cuivre, isolé. Ces deux fils sont reliés et forment des boucles. Lorsque l'humidité dans l'isolant varie, la résistance électrique entre le conducteur « aller » et le tube caloporteur est modifiée. La mesure de la résistance permet de détecter la présence de fuites et de les localiser.

¹⁶⁷ Système par impulsion (p. ex : Nordic):

¹⁶⁸ Le système est composé de deux fils cuivre non isolés et non raccordés entre eux, intégrés dans l'isolant de la conduite. En fonction de l'humidité présente dans l'isolant, la résistance d'isolement électrique entre les deux conducteurs varie. La mesure de la résistance permet de détecter la présence de fuites et de les localiser.

¹⁶⁹ Système hiérarchique :

¹⁷⁰ Le système est composé de deux fils de cuivre torsadés ensemble. Des capteurs d'humidité sont montés sur les raccords à manchon. Ces capteurs d'humidité (indicateurs) se composent de deux bandes de tôle en cuivre séparées électriquement l'une de l'autre. Les hiérarchies s'établissent en utilisant des séparations en té. Au maximum 4 hiérarchies peuvent être constituées. La technique de mesure permet de trouver la hiérarchie affectée par l'humidité.

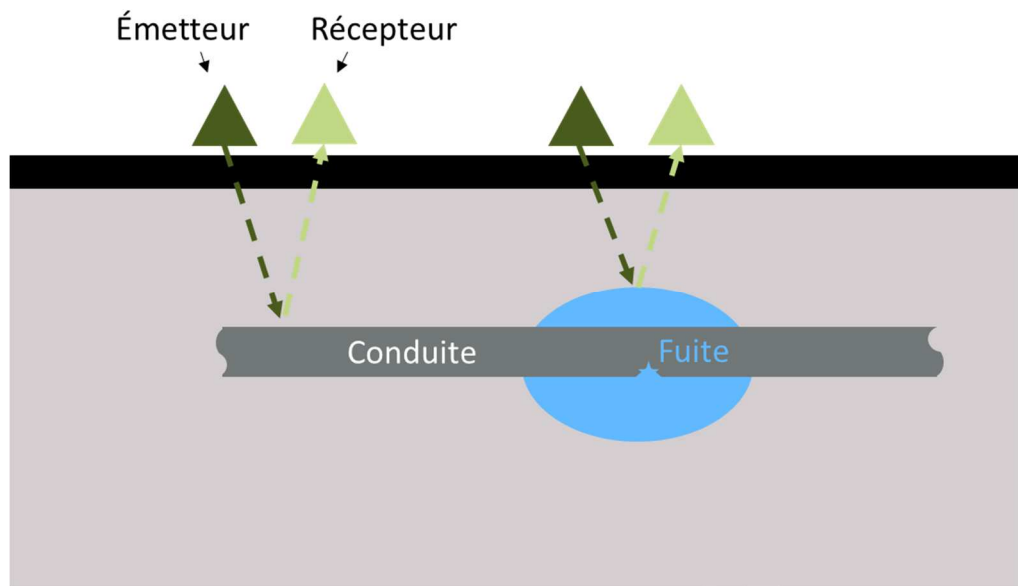
- **Conduites non-isolées**

¹⁷¹ Les méthodes de détection de fuites les plus utilisés dans le cas de conduites non-isolées sont les suivantes :

¹⁷² Géoradar

¹⁷³ Le géoradar utilise des impulsions électromagnétiques pour détecter les variations dans le sous-sol. Il émet des courtes impulsions depuis la surface avec un émetteur, ces impulsions sont réfléchies par des objets ou couches souterraines et captées en retour par un récepteur. L'enregistrement des échos successifs permet de connaître la profondeur des différentes structures rencontrées. Les profondeurs d'analyse varient selon la fréquence de l'antenne : jusqu'à 3 m pour 400 MHz, et environ 30 cm pour 2 000 MHz. Ce procédé offre la possibilité d'effectuer le tracé d'une conduite et pour détecter

d'éventuelles cavités causées par une fuite d'eau sous pression. Il peut afficher les résultats en temps réel, permettant une première interprétation sur le terrain.



174 Satellite

175 La détection de fuites par satellite repose sur l'utilisation de radars à synthèse d'ouverture (RSO) embarqués sur des satellites, qui émettent des microondes à bande L (1,3 GHz). Ces signaux sont sensibles aux propriétés diélectriques de l'eau traitée mélangée à la terre, permettant de détecter les fuites jusqu'à trois mètres de profondeur, indépendamment des conditions météo ou de la lumière. Les données recueillies sont analysées par des algorithmes spécialisés et intégrées à un système d'information géographique (SIG), puis accessibles à distance via un tableau de bord. Bien que cette technologie soit plus coûteuse que les méthodes classiques et nécessite le recours à des entreprises spécialisées, elle offre plusieurs avantages : pas besoin d'équipement sur site, surveillance régulière (toutes les deux semaines possible), détection précoce des fuites, réduction des pertes d'eau et grande efficacité sur de vastes réseaux. Elle permet ainsi de concentrer les recherches sur les zones à risque élevé et de prévenir les dégâts avant qu'ils ne deviennent visibles.

176 Bilans hydrauliques

177 Les bilans hydrauliques ne permettent que des déductions partielles sur l'emplacement des fuites. Ils ne permettent que des déclarations générales sur les pertes en eau dans les réseaux thermiques. Des bilans hydrauliques sont toutefois possibles lorsqu'un réseau dispose d'un sectionnement. Les fuites peuvent ainsi être affectées à des secteurs déterminés.

178 Il est possible d'affiner la localisation après une délimitation en tronçons de réseau plus petits. Si une fuite est localisée sur un tronçon défini, il est possible ensuite, par inspection des chambres situées dans ce tronçon, d'effectuer une nouvelle localisation de la fuite.

179 Cette méthode ne permet toutefois pas de délimiter une fuite de manière précise à un endroit. Il existe un risque de devoir mettre à jour les canalisations à plusieurs endroits avant de pouvoir localiser la fuite avec certitude.

180 Analyse par corrélation

181 L'analyse par corrélation n'est utilisée que lorsque l'emplacement de la fuite est connu de façon approximative. Pour la localisation, la méthode de détection électro-acoustique est utilisée.

182 Elle consiste à placer des instruments de mesure électro-acoustique à deux endroits accessibles (chambre, raccordement domestique) et à mesurer le temps de propagation de l'onde. La mesure du temps de parcours des ondes sonores permet ensuite de localiser la fuite. De petites fuites émettent des bruits dans une plage de fréquences élevée tandis que des fuites importantes occasionnent des bruits dans une plage de fréquences basse.

183 Mesure d'épaisseur de paroi avec gratteur Mettre ce point ailleurs dans la directive

184 Des mesures par ultrasons au moyen de gratteurs ne sont possibles que si le diamètre de la canalisation à examiner est suffisamment important. Cette méthode permet de déterminer les épaisseurs de paroi. Les résultats sont évalués en temps réel. Avant la mesure, un tronçon doit être mis hors service et nettoyé. Des résultats des mesures, il est possible de tirer des conclusions pour planifier des travaux de maintenance.

185 Gaz traçeurs

186 Une autre possibilité de localisation de fuites dans des conduites enterrées est le mélange de matières de marquage (marqueurs). On utilise généralement pour cela de l'hélium. L'hélium est mélangé au médium caloporteur. L'hélium se répand à la surface en cas de fuite. La mesure de la concentration en hélium dans l'air près du sol permet d'obtenir des indications pertinentes sur la fuite. Des précipitations et des surfaces mouillées perturbent la mesure de la concentration d'hélium (la concentration naturelle d'hélium dans l'air est de 5 ppm [vol]). Dans le cas de surfaces imperméabilisées, des trous sont percés afin de permettre la libération du gaz ; ces trous doivent être rebouchés au terme des travaux. Il faut également tenir compte du fait que les purges du réseau de chaleur à distance doivent être hors service pour tirer des conclusions significatives.

187 Les systèmes et méthodes de détections et de recherches de fuites sont expliquées dans les directives SVGW F1 (Partie 2, chapitre 9).

• **Conduites en caniveaux**

188 Procédé visuel et mécanico-technologique

189 En fonction de l'espace disponible pour les conduites dans caniveaux, celles-ci peuvent être inspectées à l'aide d'un robot sur chenilles ou d'une caméra endoscope. L'état du système peut alors être évalué au moyen d'une caméra librement pivotante et orientable. La position d'une fuite peut être localisée avec précision au moyen d'un compteur de distance.

190 L'épaisseur d'une canalisation peut être mesurée par ultrasons, ce qui permet de tirer des conclusions sur l'état et les besoins de maintenance.

191 Si la fuite se limite à une petite partie, le parcours de l'humidité dans l'isolation thermique peut être défini par un testeur d'humidité.

192 Monitoring des puits

193 Ce monitoring consiste au placement de capteurs de température et d'humidité dans les puits. En cas de fuite sur une conduite, ces deux paramètres vont augmenter. Les relevés

des capteurs sont transmis généralement grâce à un système de communication LoRaWAN adapté à des volumes de données faible avec un débit réduit, ce qui permet de limiter la consommation énergétique des objets connectés et de proposer des autonomies de plusieurs années sur piles.

- 194 L'augmentation de la température seule peut être causée par une température extérieure accrue tandis que l'humidité à l'intérieur du puit peut être provoquée par des chutes de pluie. L'élévation des deux paramètres conjointement peut indiquer la présence d'une fuite.

- **Caméra thermique**

- 195 Pour les réseaux de chaleur haute température, une inspection en surface par caméra thermique, de préférence en hiver, permet une observation complémentaire.
- 196 Une caméra thermique montée sur véhicule ou sur drone permet d'obtenir des thermogrammes (images aux couleurs contrastées) du secteur couvert par l'analyse. Le contraste correspond à la répartition de température sur la zone. Une analyse des thermogrammes en corrélation avec le tracé et les spécificités du réseau permet de détecter les portions de réseaux endommagés. Cette technique nécessite une bonne collaboration entre les spécialistes en thermographie et les exploitants du réseau pour l'analyse des thermogrammes.
- 197 Cette méthode n'est applicable que lorsque la différence de température entre l'eau qui s'échappe de la conduite et le sol est assez élevée.
- 198 Il est bénéfique de comparer les relevés anciens et actuels aux mêmes endroits pour éviter des interprétations erronées des images thermiques.

- **Gestion de fuites**

- 199 Quel que soit le système de surveillance utilisé, il est impératif d'avoir une connaissance précise du réseau thermique, qu'il s'agisse de son tracé, de sa longueur, des différents secteurs qui le constituent.
- 200 Pour permettre une détection et une localisation de fuite efficace, les valeurs référentielles nominales des résistances de chaque tronçon doivent être connues en tout temps et jointes à la documentation pour les conduites pré-isolées. Ces valeurs sont à fournir par l'installateur des conduites et à vérifier (par une entreprise tierce ou en interne) avant de refermer la fouille. Un protocole de mesure à l'attention du poseur peut être fourni afin de s'assurer que ces valeurs soient correctement relevées et enregistrées lors de la pose.
- 201 Toute modification du réseau (prolongations, réparations, ...) doit faire l'objet d'une mise à jour des données.
- 202 L'exploitant déterminera, en fonction des spécificités de son réseau, si une intervention est nécessaire en fonction de l'importance de la fuite.
- 203 Lors de la découverte d'une fuite il faut informer les entreprises qui ont participé à la réalisation du tronçon touché si une garantie est toujours courante.
- 204 Un protocole de gestion des dommages doit être réalisé pour établir les responsabilités et spécifier la procédure de recours à la garantie pour les tronçons encore couverts.
- 205 Ce protocole doit également définir les parties en charge de la réparation des dégâts et les procédures d'intervention.

5.2.3 Analyses de l'eau

- ²⁰⁶ Afin d'éviter des dommages dus à la corrosion, à l'érosion ou à une contrainte matérielle excessive dans les installations, l'eau exploitée dans le réseau doit satisfaire à certaines exigences, qui dépendent en outre de la production de chaleur et de froid.
- ²⁰⁷ Les paramètres généraux, établis en fonction de la température du réseau, sont définis dans la directive de la Société Suisse des ingénieurs en technique du bâtiment SICC, SICC BT102-01 «Qualité de l'eau dans les installations techniques du bâtiment». Si le fournisseur de certains composants demande des valeurs limites plus sévères, celles-ci doivent être strictement respectées.
- ²⁰⁸ En raison des basses températures de fonctionnement des réseaux d'énergie, il est possible que le traitement de l'eau ne soit pas nécessaire. En cas de risque de gel, un additif doit être ajouté.
- ²⁰⁹ En revanche, la qualité de l'eau doit être adaptée aux matériaux utilisés selon les directives des fabricants (pour les réseaux fermés). Il est également possible d'adapter les matériaux à utiliser à la composition de l'eau.
- ²¹⁰ Les fréquences recommandées d'analyse de l'eau figure à l'annexe 2. L'objectif est d'obtenir une qualité de l'eau stable répondant aux valeurs prédéfinies. Tant que le réseau est en cours d'extension, de modification ou comporte des fuites significatives, il est recommandé de faire des analyses plus fréquentes en fonction de la rapidité de la détérioration de la qualité de l'eau.

5.3 Entretien

5.3.1 Généralités

- ²¹¹ L'entretien doit être assuré conformément aux recommandations des fabricants.
- ²¹² L'entretien consiste en les activités de maintenance préventive simples régulières ou répétées et est important pour garantir la sécurité et la bonne performance du système.
- ²¹³ Il se fait en relation du choix par l'entreprise de la stratégie de maintenance telle que définie au chapitre 5.1 Stratégie de maintenance.
- ²¹⁴ Cette stratégie débouche sur un plan d'entretien annuel qui définit les opérations d'entretien, leurs fréquences, les responsables et les ressources nécessaires.
- ²¹⁵ Le plan d'entretien peut être optimisé en fonction de l'expérience acquise les années précédentes.
- ²¹⁶ Toute activité d'entretien contient aussi par pragmatisme un certain niveau d'inspection. Les descriptions d'entretien ci-après peuvent parfois contenir des activités proches de l'inspection.
- ²¹⁷ Toute action d'entretien sera documentée.
- ²¹⁸ Un tableau reprenant les fréquences recommandées d'entretien figure à l'annexe 2.

5.3.2 Procédure générale pour tout entretien

²¹⁹ L'entretien de tout élément comporte une partie d'actions communes présentées ci-dessous. Les spécificités pour chaque élément sont détaillés dans les chapitres suivants.

- La sécurisation et le balisage de la zone de travail (voir SVGW GW2)
- La protection du personnel en fonction des normes SUVA en vigueur et avec les équipements de protection individuelle (EPI) adaptés
- Un contrôle visuel (si nécessaire ouvrir les boxes d'isolation) :
 - Vérifier l'état général de l'équipement
 - Rechercher des signes de corrosion, de fuites, ou de dommages mécaniques sur l'ensemble des organes
 - S'assurer que toutes les connexions sont bien serrées et qu'il n'y a pas de fuites.
 - Contrôler les soudures
 - Contrôler l'état de l'isolation
- Le nettoyage des surfaces extérieures pour éviter l'accumulation de poussière et de saleté.

5.3.3 Chambres et puits

²²⁰ L'entretien des chambres et des puits est nécessaire afin de garantir un bon fonctionnement, leur accessibilité ainsi que leur visibilité. En plus de la procédure générale pour tout entretien, les étapes spécifiques suivantes sont conseillées :

- Contrôle de l'accessibilité (parking voiture, parcelle privée, etc.)
- Vérifier l'étanchéité du couvercle de la chambre
- Vérifier l'état de l'accès (échelle / entrée)
- Ouvrir et aérer la chambre ou le puit avant d'y accéder, s'assurer de l'absence de gaz à différentes hauteurs à l'aide d'un détecteur multigaz
- Nettoyer le fond de la chambre ou du puit (si chambre à visiter)
- Nettoyer et graisser le pourtour du couvercle de fermeture

5.3.4 Vannes

²²¹ L'objectif des manœuvres de vanne est d'identifier d'éventuels problèmes liés à la fluidité de fermeture / ouverture de l'organe et de fuites.

²²² En plus de la procédure générale pour tout entretien, les étapes spécifiques suivantes sont conseillées :

- Dans des chambres ou puits à visiter :
 - Ouvrir les boxes d'isolation
 - Manœuvrer l'ouverture de l'organe
 - Graissage de l'axe de la vanne
 - Remettre les boxes d'isolation
- Dans des chambres ou puits enterrés :
 - Manœuvrer l'ouverture de l'organe

5.3.5 Purges et vidanges

²²³ L'objectif des manœuvres de purge et de vidange est d'évacuer l'air et respectivement des dépôts du système ainsi que d'éventuelles fuites. L'idéal est de réaliser cette manœuvre sur un réseau à l'arrêt après un temps de repos.

²²⁴ En plus de la procédure générale pour tout entretien , les étapes spécifiques suivantes sont conseillées :

- Ouvrir le bouchon de purge
- Ouvrir légèrement la purge jusqu'à ce qu'un peu de liquide coule afin d'enlever d'éventuel dépôts
- Remettre le bouchon

²²⁵ Sur les réseaux à haute pression et haute température (à partir de 110°C), il est préférable d'abaisser la pression et la température préalablement ou de ne pas manœuvrer les purges et vidanges.

5.3.6 Pompes

²²⁶ En plus de la procédure générale pour tout entretien , il est conseillé d'écouter les bruits, vibrations et fuites inhabituels et de s'assurer que les pompes fonctionnent sans à-coups.

²²⁷ Les recommandations spécifiques du fabricant sont à suivre également.

5.3.7 Expansions décentralisées

²²⁸ L'entretien des expansions décentralisées exigent des compétences particulières. Il est recommandé d'externaliser ces travaux à des entreprises spécialisées.

5.3.8 Sous-stations

²²⁹ Les contrôles et manœuvres de sous-station sont essentiels pour garantir un bon fonctionnement et distribution chez le client final.

²³⁰ Les étapes peuvent varier selon le choix de limite de propriété entre distributeur et propriétaire. Si la sous-station est la propriété du client final, les critères d'entretien doivent être déterminés dans le contrat de raccordement.

²³¹ En plus de la procédure générale, les étapes spécifiques suivantes sont conseillées :

- S'assurer que l'accès est garanti selon dispositions contractuelles
- Contrôler le débit, les températures et les pressions sur l'échangeur thermique
- Suite à ce contrôle, mener les actions nécessaire qui peuvent être, à titre d'exemple :
 - nettoyer les filtres et pots à boue,
 - détartrer les échangeurs ou effectuer un nettoyage chimique, surtout si de l'eau dure est utilisée, pour éviter les dépôts minéraux qui peuvent obstruer les plaques ou les tubes et réduire l'efficacité.¹

¹ Seulement si plus économique qu'un remplacement de l'échangeur.

- Contrôler la vanne 2 voies afin de vérifier son étanchéité ainsi que l'atteinte du débit contractuel
- Contrôler la fermeture de la vanne 2 voies en cas de :
 - surchauffe du circuit secondaire
 - coupure d'électricité de la sous station
 - mise hors service du compteur
- Il est également recommandé de contrôler les éléments suivants :
 - Vannes d'arrêt
 - Supports des conduites
 - Isolation des conduites et de l'échangeur
 - Étanchéité de l'échangeur
 - Plombage intact
 - Transfert d'énergie de l'échangeur
 - Pression de l'installation après échangeur

5.3.9 Métrologie

232 Un compteur d'énergie thermique est composé des sous-ensembles suivant certifiés individuellement :

- **Calculateur d'énergie** : reprend les indications transmises et affiche l'énergie consommée (delta température x débit x temps)
- **Paire de sondes de température appairées (aller et retour)** : chaque sonde mesure la température de son flux
- **Débitmètre** : envoie une impulsion pour un volume donné

233 Chaque élément doit être compatible avec les autres.

234 L'Institut fédéral de métrologie METAS est le centre de compétences de la Confédération pour toutes les questions relatives à la métrologie, aux instruments de mesure et aux méthodes de mesure.

235 Il applique l'ordonnance du Département Fédéral de Justice et Police (DFJP) sur les instruments de mesures de l'énergie thermique (OIMTh RS 941.231) qui régit le remplacement des compteurs.

236 La mise en service, la procédure de maintien de la stabilité de mesure et les obligations de l'utilisateur sont réglées dans la loi fédérale sur la métrologie (LMétr; RS 941.20), l'ordonnance sur les instruments de mesure (OIMes; RS 941.210) et les dispositions d'exécution correspondantes du Département fédéral de justice et police (DFJP).

237 Les compteurs d'énergie thermique commerciaux doivent répondre aux exigences essentielles fixées dans l'ordonnance sur les instruments de mesures. Ils sont soumis à une procédure de maintien de la stabilité de la mesure aux intervalles donnés dans l'annexe 2.

238 L'institut de métrologie accrédite plusieurs laboratoires pour la vérification ultérieure des compteurs d'énergie.

239 En fonction du prix du compteur (et plus particulièrement concernant les petits diamètres), il peut être plus avantageux de le remplacer par un compteur neuf d'usine plutôt que de l'étalonner. Le compteur dont l'étalonnage n'est plus actuel peut être utilisé pour des mesures non commerciales.

- ²⁴⁰ En cas de litige, une estimation et plausibilité des consommations peuvent être effectuées dans un premier temps. Si le désaccord persiste, les compteurs peuvent être soumis à un contrôle sur demande, contre dédommagement selon les dispositions contractuelles.
- ²⁴¹ Pour les compteurs de chaleur avec lecture à distance, vérifiez si la connexion BUS (ou une autre connexion) fonctionne.
- ²⁴² Un exemple de formulaire à utiliser lors d'un changement de compteur se trouve en annexe 3.

5.3.10 Systèmes de contrôle et de sécurité

- ²⁴³ En plus de la procédure générale, les étapes spécifiques suivantes sont conseillées :
- Tester les capteurs de température et de pression, s'assurer qu'ils fournissent des lectures réglementaires.
 - Vérifier la cohérence des dispositifs de régulation pour s'assurer qu'ils fonctionnent correctement.

5.3.11 Station de transfert

- ²⁴⁴ En plus de la procédure générale, les étapes spécifiques suivantes sont conseillées :
- ²⁴⁵ Appliquer 6.3.4 à 5.3.8 en fonction de leur présence ou non dans la station de transfert.

5.3.12 Accumulateurs thermiques

- ²⁴⁶ En plus de la procédure générale, les étapes spécifiques suivantes sont conseillées :
- ²⁴⁷ Les récipients sous pression contenant des fluides et ne présentant pas un danger de surchauffe, dont :
- La pression de concession est supérieure à 50 bars
 - Le produit de la pression par le volume (bar × litres) est supérieur à 10 000
- ²⁴⁸ sont soumis à l'Ordonnance sur la sécurité et la protection de la santé des travailleurs lors de l'utilisation des équipements sous pression (OUEP) et sont soumis aux contrôles ASIT.
- ²⁴⁹ Outre les exigences légales et les recommandations du fabricant, il est recommandé de procéder à des contrôles visuels suivants :

250 Accumulateurs de froid

- Contrôle visuel extérieur :
 - Présence de condensat (perte d'énergie, risque de corrosion, écoulement...)
- Contrôle visuel intérieur (si possible, hublot) :
 - Qualité d'eau
 - Présence de biofilm à l'intérieur du bac

251 Accumulateur de chaud

- Détartrer si nécessaire, surtout si de l'eau dure est utilisée, pour éviter les dépôts minéraux qui peuvent obstruer les tuyaux et réduire l'efficacité.
- Contrôler la pression dans le système pour éviter les surpressions qui peuvent endommager l'accumulateur ou d'autres composants du système.
- Analyser le fluide caloporteur régulièrement pour s'assurer qu'il reste efficace et qu'il n'est pas contaminé.
- Vérifier les dispositifs de sécurité tels que les soupapes de sécurité et les capteurs de température pour s'assurer qu'ils fonctionnent correctement.

5.4 Réparation

252 La réparation est une action exécutée pour rétablir la fonction requise d'un système défectueux.

253 Les réparations planifiées permettent une meilleure préparation et sont généralement moins onéreuses.

254 Les remises en état non planifiées surviennent en raison de pannes aiguës, de dommages ou d'urgences. Elles nécessitent des réactions rapides afin d'assurer le fonctionnement continu du réseau.

255 Selon l'ampleur de l'intervention sur le réseau, les tiers doivent être informés. Cela concerne notamment les clients concernés par des coupures de réseau et donc par des interruptions d'approvisionnement. De plus, la police et les institutions de sécurité doivent être informées des chantiers et des perturbations.

256 Les réparations font l'objet d'un rapport.

5.4.1 Gérer les dysfonctionnements

257 La gestion des dysfonctionnements d'un réseau thermique peut être complexe, voici quelques étapes générales pour les gérer de manière efficace :

- **Identification du problème.** Tout d'abord, il est important de déterminer la nature du dysfonctionnement. Cela peut inclure des problèmes tels qu'une température ou débit insuffisants, des fuites, des manques de pression, etc.
- **Sécurisation.** Assurer la sécurité des personnes et des équipements, aviser si nécessaires les autorités compétentes. Limiter autant que possible la propagation du dysfonctionnement, par exemple en sectionnant le secteur concerné.
- **Collecte d'informations.** Rassembler autant d'informations que possible sur le problème. Ceci peut inclure les données de température, de pression, de débit, etc. Utilisez les systèmes de surveillance et de contrôle pour obtenir ces informations.
- **Analyse de la cause.** Identifier les causes potentielles du dysfonctionnement. Cela pourrait être dû à une défaillance du système de régulation, des problèmes de distribution, des pannes mécaniques, etc.

- **Communication.** Informer les utilisateurs du réseau sur les problèmes en cours, les étapes prises pour les résoudre et les délais estimés. Une communication transparente peut réduire les inquiétudes et la frustration des utilisateurs.
- **Intervention technique.** Si nécessaire, faire intervenir des techniciens qualifiés pour inspecter, diagnostiquer et réparer les équipements défectueux.
- **Essai d'étanchéité et de résistance.** Les soudures et les nouvelles sections de conduites doivent être testées selon la directive SVGW F5.
- **Rétablissement du système.** Une fois le problème résolu, surveiller attentivement le système pendant un certain temps pour s'assurer que le dysfonctionnement ne se reproduise pas.
- **Documentation.** Les dysfonctionnements doivent être documentés (genre de défauts, heure, lieu, etc.). Il est recommandé d'élaborer des processus d'intervention définis en cas de défauts.
- **Analyse post-dysfonctionnement.** Une fois le problème résolu, prendre le temps d'analyser ce qui s'est passé. Cela peut aider à identifier les causes sous-jacentes et à prendre des mesures pour éviter des problèmes similaires à l'avenir.
- **Maintenance préventive.** Assurez-vous que le réseau thermique bénéficie d'une maintenance régulière. Cela peut aider à prévenir les dysfonctionnements en détectant et en résolvant les problèmes potentiels avant qu'ils ne deviennent critiques.
- **Statistiques des pannes.** La saisie et l'évaluation de pannes et des points faibles sont indispensables à une stratégie efficace de maintenance. Il est recommandé de créer une base de données avec les fichiers des dégâts. Les défaillances et les informations correspondantes peuvent être transmises à un système d'information territorial (SIT). Il est recommandé d'intégrer les données suivantes dans le fichier des dégâts :
 - Emplacement (conduite d'aller ou de retour), date du dégât
 - Composants du réseau (conduite, pièce façonnée, robinetterie), type de conduite (conduite de transport principale, de distribution ou de raccordement)
 - Données spécifiques du réseau (par exemple pression et température d'exploitation, type de pose, type de caniveau)
 - Année de construction
 - Diamètre nominal
 - Matériau(x)
 - Raccord de conduites
 - Type et origine du dégât (corrosion, matériau défectueux, etc.)
 - État et type de l'isolation
 - Emplacement par une esquisse cotée, documentation photographique
 - Type et date de la réparation

Le déroulement de la réparation du dégât, le coût total, les dégâts éventuels à des tiers, etc., peuvent également être documentés.

Une statistique approfondie des dégâts permet d'évaluer l'état des réseaux sur toute leur étendue. Elle peut aussi servir à une prévision de dégâts en vue d'anticiper les travaux de maintenance.

- **Améliorations continues.** Utiliser les informations recueillies pour améliorer la conception et le fonctionnement du réseau. Cela pourrait impliquer des ajustements dans les procédures de maintenance, la mise en place de systèmes de surveillance plus avancés ou des mises à niveau d'équipement.

258 Lors de la découverte d'une fuite, la gestion de l'anomalie implique les actions suivantes :

- Informer les entreprises qui ont participé à la réalisation du tronçon touché si une garantie est toujours courante
- Mandater une entreprise pour effectuer les réparations
- Mandater une entreprise de génie civile
- Informer les autorités si nécessaire

²⁵⁹ Les défauts doivent être réparés dans les meilleurs délais. Si des interruptions prolongées dues à la réparation de dommages ou de défaillances s'avèrent indispensables, il est recommandé de mettre à disposition, selon les conditions contractuelles, une production de secours (par ex. chaufferie mobile).

²⁶⁰ Chaque exploitant de réseau se doit d'avoir un plan d'action avec les équipements clés et la documentation adéquate, ou une check liste en fonction des caractéristiques de son infrastructure.

5.4.2 Mettre hors et en service les tronçons de conduites

²⁶¹ La préparation de l'arrêt de réseau est une étape cruciale pour garantir une intervention efficace et minimiser les impacts sur les clients. Pour cela, il est recommandé d'établir une instruction de travail écrite avec les détails techniques et les responsabilités, surtout si plusieurs départements sont impliqués (service après-vente, production, installations intérieures, exploitation du réseau, etc).

²⁶² Qu'il s'agisse de l'aspect administratif ou technique, voici les étapes essentielles pour une préparation adéquate :

Préparation de l'arrêt du réseau (documentation)	
1. Le dossier de l'arrêt du réseau doit reprendre les points suivants :	– Dates de l'arrêt : Définir clairement les dates et la durée de l'intervention. – Cubage : Estimer le volume d'eau à vidanger. – Clients impactés : Identifier et répertorier les clients qui seront affectés par l'arrêt et les éventuelles dispositions contractuelles. – Réseau impacté : Déterminer la partie du réseau concernée par l'arrêt. – Cause : Spécifier la raison de l'arrêt (maintenance, réparation, amélioration, etc.). – Mise à disposition des plans : Préparer des plans détaillés et à jour de la zone d'intervention.
2. Planifier la période d'intervention en coordination avec :	Il faut anticiper la coordination en fonction de la taille et de l'impact du chantier avec les organisations suivantes : – Les équipes techniques et administratives pour définir une période optimale pour l'intervention, en évitant les périodes de forte consommation si possible. – Les services de la mobilité (cantonal, communal, fédéral ou ferroviaire) pour minimiser l'impact sur le trafic. – Les transports publics pour minimiser les désagréments sur leur exploitation. – Les services d'urgence (police, pompier et ambulance) et de la voirie pour assurer les accès.
3. Avertir les clients	Les dispositions contractuelles prévalent aux dispositions ci-dessous. – Informer les clients sensibles au moins 1 semaine à l'avance. – Les autres clients sont à avertir au moins 48 heures à l'avance
4. Avertir le service de production et la salle de commande	– Si l'intervention impacte la production d'énergie, informer le service de production de chaleur et la salle de contrôle des étapes et du calendrier des travaux à venir.
5. Préparer les réserves d'eau pour la remise en service	– Remplir les réservoirs et bacs de stockage d'eau afin de garantir des réserves d'eau suffisantes pour le prochain redémarrage du réseau.

Préparation de l'arrêt du réseau (documentation)	
6. Avertir la centrale d'appel	– Afin qu'elle soit prête à gérer les appels et réclamations des clients impactés.

Préparation de l'arrêt de réseau (technique)	
1. Sécuriser les zones de travail à l'avance si nécessaire	— Mettre en place des barrières de sécurité et des signalétiques pour protéger les équipes et les passants.
2. Afficher les avis de coupure chez les clients	— Afficher des avis de coupure chez les clients au minimum 48 heures avant l'arrêt. — Un exemple d'avis de coupure se trouve à l'annexe 4.
3. Installer les éléments techniques pour assurer la vidange et le remplissage ultérieur des conduites	— Préparer les dispositifs nécessaires pour vidanger et remplir correctement les conduites.
4. S'assurer du bon fonctionnement des vannes de sectionnement	— Manœuvrer les vannes de sectionnement au minimum 48h à l'avance pour garantir leur bon fonctionnement durant l'intervention.
5. Lister les éléments techniques à remplacer	— Identifier et inventorier les composants à remplacer ou réparer pour optimiser l'intervention.
6. Coordonner les travaux à réaliser	— Organiser une réunion de coordination préalable sur place avec l'exploitant, le génie civil et l'entreprise qui réalise la pose des conduites afin de coordonner les travaux et d'optimiser leur durée.
7. Installer des systèmes de chauffage de secours	— Pour une coupure de longue durée ou pour les clients sensibles, installer des systèmes de chauffage de secours pour alimenter les clients pendant la coupure.

Exécution de l'arrêt du réseau	
1. Mise hors service	– Sécuriser les zones de travail. – Isoler et sécuriser le tronçon du réseau à vidanger. – Vidanger et purger les conduites : – Avant de vider le réseau, il faut abaisser la température au maximum. – La vidange des réseaux doit être effectuée avec soin (sécurité des personnes et prévention des dommages aux installations techniques). – Procéder à la vidange des conduites en respectant les températures maximales (30 °C pour les rejets dans l'environnement) et les législations locales. – Changements et réparations : Effectuer les remplacements, assainissements et raccordements nécessaires. – Si nécessaire, ouvrir les bouclages en fonction de la topologie du réseau.

Exécution de la remise en service	
1. Remise en service	– Sécuriser les zones de travail. – Dans le cas de nouvelles conduites, il est recommandé d'effectuer un essai d'étanchéité et de résistance selon la directive SVGW F5. Dans le cas de modification de conduites, les contrôles adéquats devraient être appliqués selon la directive SVGW F5. – Remplissage des conduites : Remplir les conduites en s'assurant que l'équilibre des pressions soit maintenu, évacuer l'air et mettre en pression pour équilibrer le réseau. Lors du remplissage, les débits volumétriques doivent être choisis de manière à garantir le maintien de la pression à tout moment. – Ouverture des vannes de sectionnement : Remettre en service les tronçons impactés. – Si nécessaire, fermer les bouclages. Remarque : À des températures d'aller supérieures à 80°C, le remplissage de la conduite d'aller s'effectue idéalement via le retour afin de minimiser le stress sur le matériau.

Retour d'expérience	
1. Retour d'expérience	– Analyser le déroulement de l'intervention (ce qui a bien ou mal fonctionné, et ce qui pourrait être amélioré). – Documenter ces retours dans une base de données dédiée.
2. Statistiques et indicateurs	– Compléter les indicateurs statistiques relatifs aux travaux effectués pour évaluer l'efficacité et l'impact de l'intervention.

Ce tableau peut servir de base à l'établissement de formulaires, d'ordres d'interventions, ordre de manœuvre,... propre à chaque entreprise/installation.

- ²⁶³ Un exemple de check-list reprenant les informations importantes à consigner lors de la mise hors et en service d'un tronçon de conduite se trouve à l'annexe 5. Cette liste est non-exhaustive.
- ²⁶⁴ L'établissement d'une fiche de rétrospective participe à l'amélioration continue des mises hors et en service de tronçons de conduite. Un exemple de fiche de rétrospective se trouve à l'annexe 6.

5.5 Amélioration

- ²⁶⁵ On peut distinguer les améliorations propres à la maintenance de celles plus structurantes qui nécessitent un nouveau projet et un ou plusieurs changements fondamentaux du système.

5.5.1 Améliorations propres à la maintenance / amélioration continue

- ²⁶⁶ Voici quelques suggestions pour des améliorations qui sont majoritairement du ressort de l'exploitant :

- **Maintenance.** Mettre en place une stratégie de maintenance optimisée en fonction du système (voir chapitre 5.1 Stratégie de maintenance).
- **Sensibilisation et éducation.** Informer les utilisateurs finaux sur les bonnes pratiques et les inciter à adopter des comportements économes en énergie. Organiser des campagnes de sensibilisation pour promouvoir une utilisation responsable de l'énergie et encourager les économies d'énergie.
- **Main d'œuvre.** S'assurer que le personnel de maintenance et d'exploitation est correctement formé pour gérer le réseau en toute sécurité et efficacité. Etablir des procédures d'urgence claires pour faire face aux pannes et aux situations imprévues, ce qui augmentera l'efficacité d'intervention.
- **Améliorations techniques.** Les améliorations techniques ont pour but de diminuer les sources potentielles de pannes ou/et d'améliorer l'efficacité du réseau, voici quelques exemples d'amélioration technique :
 - Équilibrage hydraulique réseau (débit min aux points les plus défavorables)
 - Pilotage des vannes de régulation (positions des vannes / fonctionnement)
 - Surveillance du taux de fuite (expansion)
 - Gestion des accumulateurs
 - Abaissement des températures
 - Bridage des sous-stations (ne respectant pas les températures de retour imposées via un contrôle retour,...)
 - Déceler les mauvais utilisateurs (débit max,...)

5.5.2 Améliorations structurantes

- ²⁶⁷ D'autres améliorations plus structurantes et qui sortent du cadre de la norme DIN 31051 peuvent nécessiter un projet d'étude :

- **Fiabilité.** Afin d'augmenter la fiabilité du réseau, il est conseillé d'intégrer des éléments de redondance dans le réseau tels que des systèmes de secours (préparation pour chaufferies mobiles), des vannes de sectionnement ou une architecture maillée afin de maintenir la continuité du service en cas de panne.
- **Régulation et contrôle.** Mettre en place un système de régulation et de contrôle pour surveiller et ajuster la température, la pression et le débit du réseau. Utiliser des capteurs pour collecter des données en temps réel et utiliser des algorithmes de

contrôle pour optimiser les paramètres de fonctionnement. Une régulation selon courbe prédictive peut être envisagée.

- **Gestion de la demande.** Implémenter des systèmes de gestion de la demande pour mieux anticiper les besoins en énergie des utilisateurs finaux. Cela peut inclure des outils de prévision météorologique, des programmes de tarification différenciée ou des incitations à la réduction de la demande pendant les périodes de pointe.
- **Intégration des énergies renouvelables.** Explorer les possibilités d'intégrer des sources d'énergie renouvelable dans le réseau. Cela peut inclure l'utilisation de la biomasse, de l'énergie solaire thermique, de la géothermie, etc., pour réduire la dépendance aux combustibles fossiles et diminuer les émissions de gaz à effet de serre.
- **Optimisation de la distribution.** S'assurer, lors de l'étude, que le réseau est conçu de manière efficace afin de minimiser les pertes de chaleur ainsi que de pompage (choix du diamètre, type de conduite et isolation). Un arbitrage entre les frais engendrés par les pertes thermiques et ceux du pompage devra être effectué lors du projet. Les KPI permettent de déterminer et suivre les améliorations.
- **Abaissement des températures pour les réseaux de chaleur.** L'abaissement des températures ainsi que l'augmentation de la différence entre les températures de départ et de retour augmentent l'efficacité énergétique, réduisent les coûts d'exploitation et permettent l'intégration de sources d'énergie renouvelables. Ils contribuent également à prolonger la durée de vie des infrastructures et à mieux exploiter les rejets thermiques. La performance et la durabilité des réseaux thermiques s'en trouvent considérablement améliorées.

1. Abaissement de la température aller

– Augmentation de l'efficacité énergétique:

- **Réduction des pertes thermiques** Des températures de départ plus basses entraînent moins de pertes de chaleur pendant le transport dans le réseau, car la différence de température avec l'environnement est réduite.
- **Amélioration des performances de la production de chaleur.** Par exemple, de nombreuses chaudières et pompes à chaleur modernes fonctionnent plus efficacement à des températures plus basses, ce qui permet de réduire la consommation de combustible.

– Intégration des énergies renouvelables :

- **Utilisation de sources à basse température.** Des températures de départ plus basses permettent d'intégrer des sources d'énergie renouvelables telles que la géothermie, l'eau des lacs, qui ne peuvent souvent pas fournir des températures élevées.

– Durée de vie plus longue de l'infrastructure :

- **Réduction de la charge thermique.** Des températures plus basses réduisent le stress thermique sur la tuyauterie et la robinetterie, ce qui prolonge leur durée de vie et réduit les coûts de maintenance.

2. Abaissement de la température retour

– Augmentation de l'efficacité de l'échange de chaleur :

- **Transfert de chaleur plus efficace.** Des températures de retour plus basses améliorent l'efficacité des échangeurs de chaleur dans la source de

chauffage, cela est dû au fait que l'écart de température entre le départ et le retour est augmenté.

– Meilleure utilisation de la chaleur résiduelle :

- **Utilisation accrue de la chaleur résiduelle.** Les entreprises industrielles et les centrales électriques peuvent mieux valoriser leur chaleur résiduelle lorsque la température de retour est basse, car cela augmente le rendement thermodynamique de la récupération de chaleur.

– Augmentation du taux de condensation, par exemple dans les installations de production de couplage chaleur force (CCF) :

- **Condensation plus efficace.** Des températures de retour plus basses favorisent la condensation de la vapeur, ce qui améliore leur efficacité.

3. Augmentation de la capacité du réseau en augmentant l'écart de température

– Augmentation de la capacité du réseau :

- **Plus de chaleur avec le même débit.** Un écart de température plus important permet de transporter plus d'énergie thermique avec le même débit. Cela augmente la capacité du réseau sans modifier l'infrastructure physique.

– Réduction des coûts de pompage :

- **Débit plus faible.** Étant donné qu'avec un écart de température plus important, il faut moins d'eau pour le même transport de chaleur, les pompes peuvent fonctionner avec un débit plus faible, ce qui réduit la consommation d'énergie des pompes.

Annexes

Annexe 1 Rapports, documents et points de vigilance pour le contrôler des chantiers et travaux de tiers sur propre installation

Phase	Étape	Descriptif
Avant travaux	Documents et autorisations	Vérifier que toutes les autorisations nécessaires ont été obtenues S'assurer que des permis de travail ont été délivrés le cas échéant Plans du réseau existant et des infrastructures voisines
	Vérification des documents	Examiner les certifications, les plans de travail et les devis fournis par les fournisseurs Confirmer les dates de démarrage et de fin des travaux
	Préparation du chantier	Plan de coordination avec les exploitants de réseaux à proximité Liste des intervenants (fournisseurs, sous-traitants)
	Sécurité et prévention des risques	Réaliser une évaluation des risques liés aux travaux (pression, haute température) Formation des intervenants sur les consignes spécifiques Plan d'évacuation et consignes de sécurité
	Communication avec le voisinage	Information des riverains sur les travaux (dates, horaires, impact des travaux) Affichage de la signalisation et déviations
	Communication avec les fournisseurs	Organiser une réunion de lancement avec les fournisseurs et les équipes concernées Désigner un responsable de communication pour les fournisseurs durant la durée du projet
Pendant travaux	Suivi de l'avancement	Vérifier régulièrement l'avancement des travaux par rapport au calendrier Planifier et effectuer des réunions de suivi hebdomadaires
	Contrôle des conditions de sécurité	Contrôler les équipements de protection individuelle (EPI) pour le personnel S'assurer que les mesures de sécurité sont respectées sur le chantier
	Suivi des travaux et contrôles techniques	Contrôles visuel des soudures, raccordements Réalisation de radio sur soudures (10% du chantier min.) Test intermédiaires de pression Contrôle des manchonnages et boucles de surveillance (avant recouvrement des conduites) Suivi des horaires pour limiter les nuisances sonores

Phase	Étape	Descriptif
	Gestion des déchets et propreté	Vérifier que les déchets sont gérés de manière appropriée Maintien de la propreté des zones de travail
	Communication et coordination continue	Réunions de suivi et ajustements nécessaires Information continue des parties prenantes
Après travaux	Contrôles de fin de chantier	Réaliser une inspection finale pour s'assurer que les travaux sont conformes aux normes Vérifier que tous les défauts constatés ont été corrigés
	Restauration et réaménagement du site	Restauration de la voirie, des trottoirs Retrait des équipements temporaires
	Réception et documentation	Rapport de fin de chantier Recueillir tous les documents de fin de chantier (certificats, manuels d'utilisation, garanties, etc.) S'assurer que toutes les modifications apportées sont documentées
	Archivage et retour d'expérience	Archivage des documents et plans mis à jour Organiser une réunion de clôture pour discuter des travaux réalisés Évaluer la satisfaction des parties prenantes et des équipes concernées

Annexe 2 Fréquences de maintenance préconisées

Organes	Fréquence d'inspection	Fréquence d'entretien
Qualité de l'eau	La qualité de l'eau est à contrôler au minimum une fois par année pour les réseaux jusqu'à 110°C et tous les trois mois pour les réseaux de plus de 110°C.	
Chambres	Annuel, lors de l'entretien	Annuel
Vannes	Annuel, lors de l'entretien	Au minimum annuel ou selon fabricant.
Purges et vidanges	Annuel, lors de l'entretien	Annuel
Pompes	Hebdomadaire	Selon fabricant
Expan-sions dé-centrali-sées	Annuel, lors de l'entretien Hebdomadaire si non surveillé	Annuel
Sous-sta-tions	Tous les deux ans, lors de l'entretien	Tous les deux ans
Comp-teurs (procédure de maintien de la stabilité de la mesure)		Pour les compteurs à dispositifs mécanique tous les 6 ans. Pour les autres compteurs tous les 8 ans.
Système de con-trôle et de sécurité	Mensuel	Semestriel
Station de transfert	Hebdomadaire	Annuel
Stations d'accumu-lation de froid	Mensuel	Si soumises à l'OUEP : selon exigences légales Au minimum semestriellement ou selon fabricant.
Stations d'accumu-lation de chaleur	Mensuel	Annuel Si soumises à l'OUEP : selon exigences légales Au minimum semestriellement ou selon fabricant.
Réseau	Détection de fuite annuelle si pas de système de surveillance continue. Pour les réseaux en caniveaux, il est recommandé	

	d'effectuer un contrôle au moins tous les cinq ans en cas de faibles pertes d'eau et une inspection annuelle ou une surveillance continue en cas de pertes importantes. Dans tous les cas il est recommandé de faire un contrôle visuel de toutes les parties visibles et accessibles du réseau.	
--	--	--

Tab. 1 Fréquences de maintenance préconisées

²⁶⁸ Pour certains organes et infrastructures, la fréquence d'inspection doit être adaptée en fonction de la sensibilité, des risques et de la probabilité des incidents.

Annexe 3 Protocole de changement de compteur

<i>Logo société</i>	Remplacement de compteur ou nouvelle installation												
Informations générales													
N° d'intervention:		Intervenants:											
Réseau CAD:													
Sous-station N°:													
Ancien compteur/tête de mesure/calculateur													
Compteur	N° S/N:	Type:											
Relevé:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Index</td> <td style="text-align: center;">Unité</td> <td style="text-align: center;">DN</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	Index	Unité	DN									
Index	Unité	DN											
Tête de Mesure	N° S/N:	N° Module:											
Calculateur	N° S/N:	Type:											
	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Index</td> <td style="text-align: center;">Unité</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	Index	Unité			Adresse BUS:							
Index	Unité												
Relevé:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Energie</td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Eau</td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	Energie					Eau						
Energie													
Eau													
Nouveau compteur/tête de mesure/calculateur													
Compteur	N° S/N:	PN:	Type:										
	DN:		Année de fab.:										
Tête de Mesure	N° S/N:		N° Modul:										
			Année de fab.:										
Calculateur	N° S/N:	Type:	Nbre de litres par pulse:										
Relevé:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Index</td> <td style="text-align: center;">Unité</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	Index	Unité			Nbre chiffres avant virgule Type de certification M ou timbre							
Index	Unité												
Sondes	Type:	Nbre de fils:	Type de certification M ou timbre										
Prise de photos													
☐ Ancien compteur		☐ Nouveau compteur											
Remarques													

Annexe 4 Exemple d’avis de coupure

AVIS DE COUPURE DU RÉSEAU DE CHAUFFAGE À DISTANCE

Aux habitants

Lieu :

Date :

Madame, Monsieur,

Nous vous informons qu’une interruption temporaire de la fourniture en énergie du chauffage à distance est prévue dans votre secteur en raison de travaux de maintenance nécessaires sur notre réseau.

Détails de l’intervention

Date des travaux : Ex. : Mardi 21 janvier 2025

Horaires : Ex. : de 8h00 à 16h00

Secteur concerné : Ex. : Avenue des Roses 1-15, Rue des Lilas 2-8

Nature des travaux : Ex. : Remplacement d’une vanne principale

Impact

Ex. : Interruption temporaire du chauffage et de l’eau chaude sanitaire

Ex. : Interruption de l’eau chaude sanitaire

Ex. : Possibilité de bruits lors des opérations de purge

Recommandations

Ex. : Évitez de programmer des activités nécessitant de l’eau chaude

Ex. : Maintenez les fenêtres fermées pour conserver la chaleur

Ex. : Prévoyez des solutions de chauffage d’appoint si nécessaire

Contact

En cas de question, vous pouvez contacter le xxx/xx.xx.xx ou écrire un mail à : exemple@exemple.ch.

Nous nous excusons pour la gêne occasionnée et vous remercions de votre compréhension.

Cordialement,

Service technique
Nom de l’entreprise

Annexe 5 Check-list mise hors et en service de tronçons de conduites

Fiche d'intervention

Logo société	Mise hors service et rétablissement de tronçons de conduite		
Informations générales			
N° d'intervention:	Nom du réseau:	Date:	
Localisation tronçon:	Intervenants:		
Motif intervention:			
Mise hors service			
Fermeture vanne isolation amont N°:	Heure:		
Fermeture vanne isolation aval N°:	Heure:		
Heure début vidange du réseau:	Quantité:	m ³	
Heure fin vidange du réseau:	T° résiduelle:	°C	
Intervention			
Description travaux: _____			
Début des travaux:		Fin des travaux:	
Matériel utilisé: _____			
" _____			
" _____			
" _____			
Remise en service			
Contrôles avant remplissage:		Remplissage:	
☐ Vérification des raccords		Début remplissage:	
☐ Test de presslon		Fin du remplissage:	
☐ Nettoyage de la zone		Volume d'eau ajoutée: m ³	
Contrôle après remplissage:			
☐ Qualité de l'eau vérifiée			
☐ Purge d'air effectuée			
☐ Pression de service atteinte: _____ bar			
☐ Vérification des fuites			
☐ Température de service atteinte: ____ °C			
Finalisation des travaux			
☐ Contrôle final des paramètre			
☐ Information de fin de chantier aux clients ou service concerné			
☐ Retrait de la signalisation			
Cause panne: _____			

Rapport d'intervention: _____			

Validation			
Signature technicien:		Nom responsable technique:	
		Date:	
		Signature:	

Annexe 6 Exemple BDD

Fiche de rétrospective	
Logo société	Bien - Difficile - Différent
Informations générales	
N° d'intervention:	Intervenants:
Date de l'intervention:	
Détails de l'intervention:	
BIEN - Ce qui a fonctionné	
Points positifs à maintenir et à reproduire (Performance des équipements, Efficacité de l'équipe, Respect des procédures, Qualité de la communication,...)	
DIFFICILE - Ce qui a posé problème	
Obstacles rencontrés et points d'amélioration (Infrastructure, Équipements, Coordination d'équipes, Outillage, Procédures,...)	
DIFFÉRENT - Ce qu'il faudrait modifier	
Actions concrètes à mettre en place pour la prochaine fois (Maintenance, Sécurité, Formation, Équipements, Procédures, Communication,...)	
Plan d'action	
1. Action prioritaire:	Responsable: Échéance:
2. Action secondaire:	Responsable: Échéance:
3. Action secondaire:	Responsable: Échéance:
4. Action secondaire:	Responsable: Échéance:
Date de la prochaine revue planifiée le:	