

STEP de La Chaux-de-Fonds

Analyse de risques de la distribution électrique



Table des matières

1. PREAMBULE	3
2. INTRODUCTION	3
2.1. Rappel	3
2.2. Objectif du mandat	3
2.3. Contraintes du client	3
3. SITUATION 2020	3
4. NIVEAU DE CRITICITE	7
5. ANALYSE DE RISQUES	7
5.1. Liste des équipements	7
5.2. Analyse de risques	9
6. SYNTHESE	11
7. ANALYSE DES MESURES CORRECTIVES	12
7.1. Mesures correctives 2020	12
7.2. Mesures correctives dès 2021	14
8. DEMANDES COMPLEMENTAIRES	16
8.1. Augmentation de puissance des transformateurs	16
8.2. Utilisation du CCF en secours	19
8.3. Analyse de la redondance électrique des alimentations process	19
9. CHIFFRAGE BUDGETAIRE	20
10. CONCLUSION	21

1. PREAMBULE

Mandant : STEP de La Chaux-De-Fonds

Objet : Analyse de risques de la distribution électrique

Mandataire : PELCO – M. Jean-Christophe Pfefferlé

Bases du rapport :

- Séance et visite sur site du 3 octobre 2019
- Documents remis lors de cette séance
- Informations reçues de Viteos
- Visite sur site du 22 octobre 2019
- Devis de Viteos, de Dimag et de Schneider

2. INTRODUCTION

2.1. Rappel

La STEP de La Chaux-de-Fonds, mise en service en 1975, est un élément stratégique puisqu'elle traite 24h/24h les eaux usées de l'équivalent de 50'000 habitants.

Une défaillance électrique importante pourrait donc avoir des conséquences désastreuses pour l'environnement ainsi que des impacts financiers non négligeables.

2.2. Objectif du mandat

L'objectif de ce mandat est d'analyser tous les risques pouvant provoquer une défaillance électrique de la STEP et de proposer des solutions permettant de garantir une alimentation la plus fiable possible.

L'analyse de risques d'une défaillance mécanique ou électrique et des **conséquences sur les procédés d'épuration** ayant déjà été menée par la STEP, notre analyse s'arrêtera aux tableaux électriques secondaires.

2.3. Contraintes du client

Les procédés de la STEP ne pouvant fonctionner sans alimentation électrique, l'idéal serait d'obtenir une **redondance n+1** de tous les équipements et installations électriques indispensables au fonctionnement de la STEP.

L'intégration des solutions proposées devra tenir compte des contraintes élevées en termes d'arrêt de production pendant les travaux.

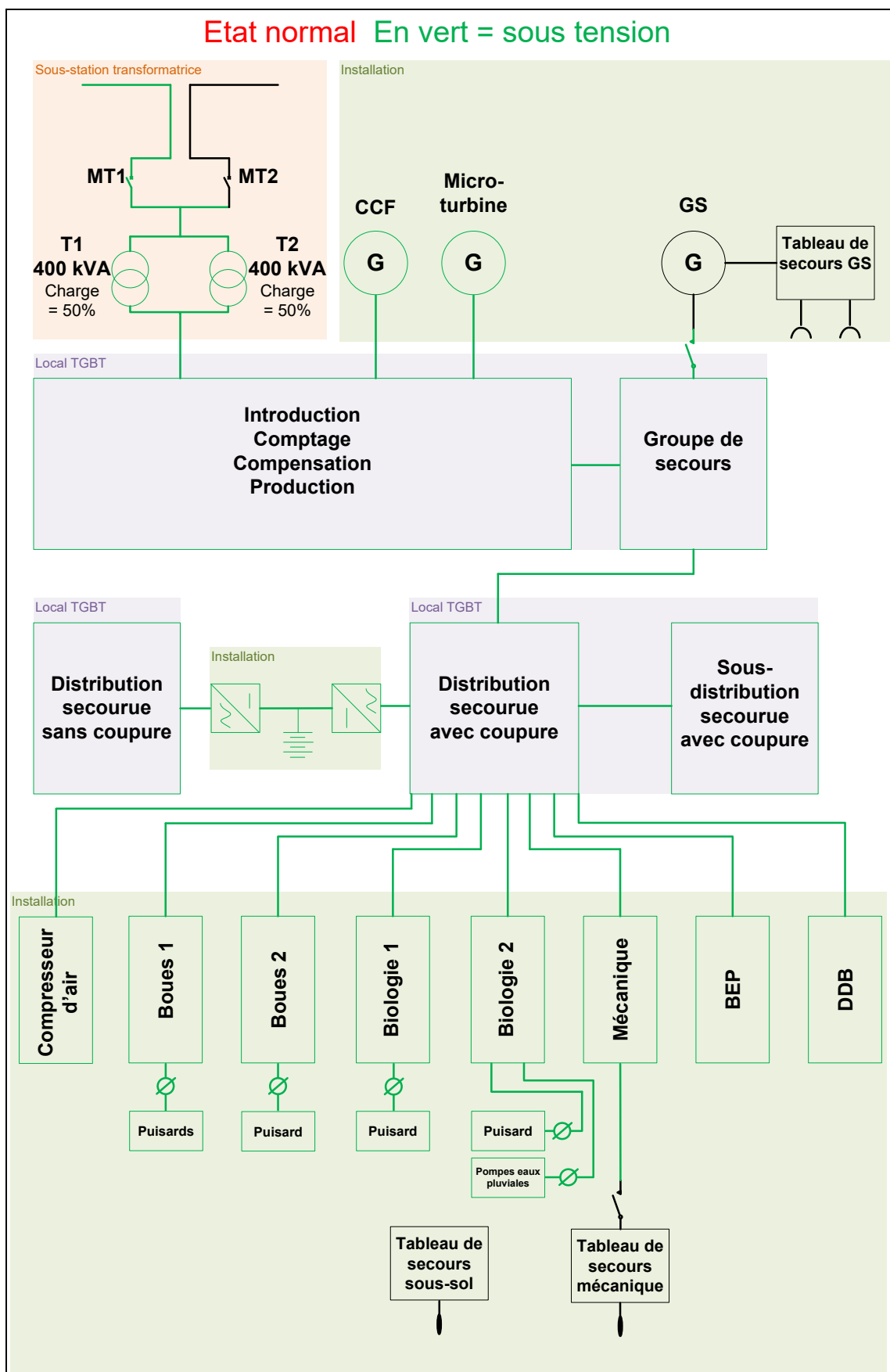
3. SITUATION 2020

La STEP a été mise en service en **1975** et rénovée en **2003**.

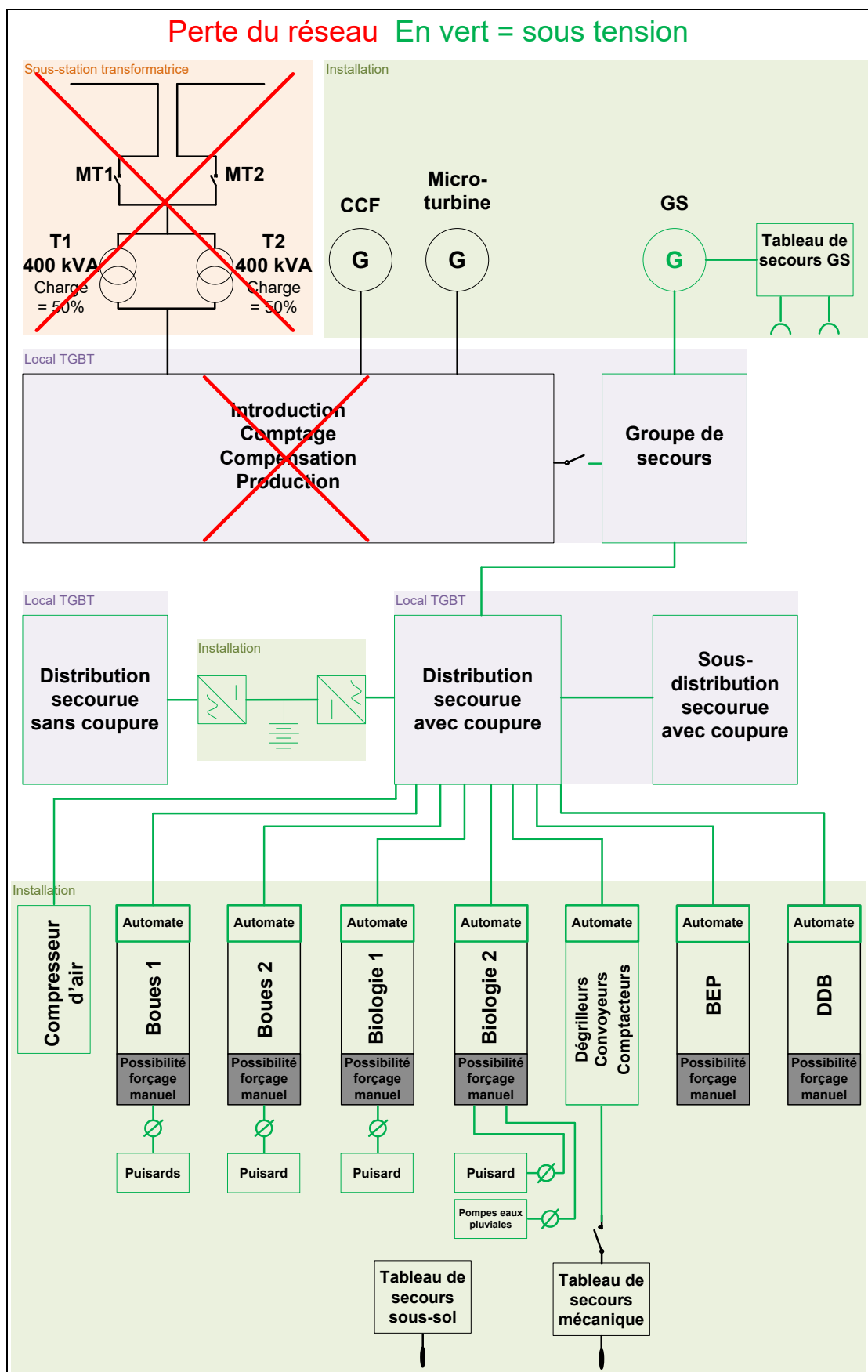
Certains équipements, comme notamment le groupe de secours, ont été mis en service en 1975.

Les schémas de principe ci-dessous représentent l'arborescence de la distribution électrique ainsi que les équipements électriques importants dans les différents états.

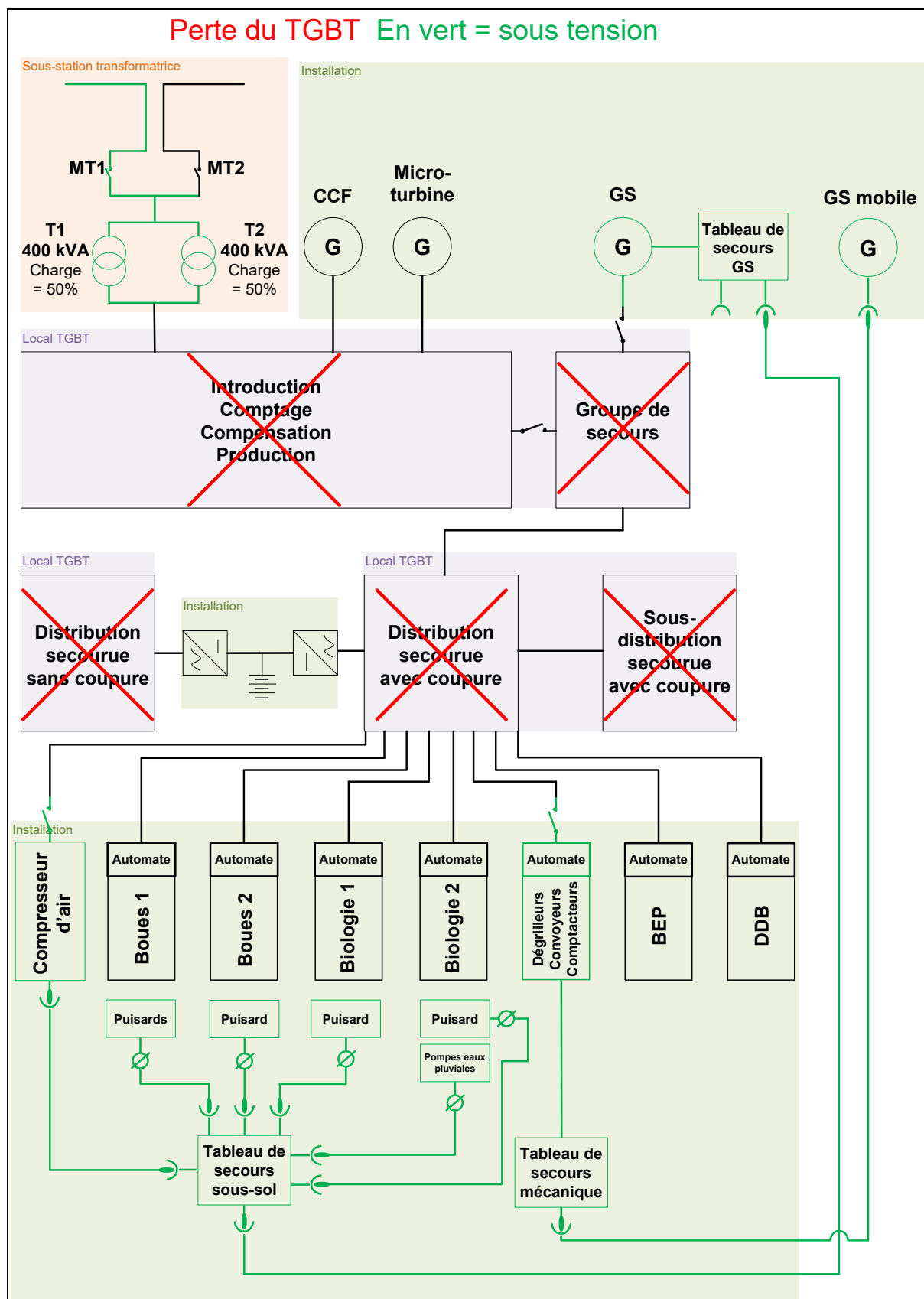
Etat normal



Perte du réseau Viteos



Perte du TGBT



Il est à relever que :

- 2 introductions moyennes tensions redondantes de Viteos alimentent les transformateurs
- Les 2 transformateurs de 400 kVA câblés en parallèle sont propriété de la STEP
- 1 seul TGBT alimente l'ensemble du site
- 1 CCF et une micro-turbine raccordés sur le réseau BT produisent de l'énergie électrique
- 1 groupe de secours de 125 kVA réalimente une partie de la STEP
- 1 UPS de 15 kVA assure l'alimentation sans coupure des équipements informatiques et de l'éclairage de sécurité
- Un dispositif est installé pour recevoir rapidement l'énergie d'un groupe de secours mobile

4. NIVEAU DE CRITICITE

Comme mentionné en position 2.3, les processus de la STEP ne pouvant fonctionner sans alimentation électrique, l'idéal serait d'obtenir **une redondance n+1** de tous les équipements et installations électriques indispensables au fonctionnement de la STEP.

Cette redondance totale est difficile à réaliser lorsque l'installation électrique est déjà construite et peut surtout coûter très cher.

Il s'agit donc de proposer **une redondance partielle** complétée par des mesures organisationnelles ou de sécurité permettant d'augmenter la fiabilité de la distribution électrique.

5. ANALYSE DE RISQUES

5.1. Liste des équipements

Le tableau ci-dessous représente la liste de tous les équipements ou installations contribuant à l'alimentation électrique de l'ensemble du site.

N°	Equipement	Caractéristique	Etat	Remarque
1.	Introduction MT	Alimentation principale par câbles souterrains, alimentation de secours partiellement par ligne aérienne.	Le tronçon de câble le plus vieux date de 1975. La ligne aérienne date de 1996.	Même cheminement sur les 250 derniers mètres.
2.	Equipements MT	Sectionneurs à fusible	Mis en service en 2003.	Pas motorisé, pas de surveillance à distance. Problème avec sectionneur du transformateur 2.
3.	Transformateurs	2 x 400 kVA	Mis en service en 2003.	Charge max mesurée d'avril 2018 à avril 2019 = 578 A ou 400 kVA pour l'ensemble de la STEP. Pas de bac de rétention d'huile sous les transformateurs.
4.	TGBT	In = 1200 A	Mis en service en 2003.	Le schéma du TGBT comporte des erreurs.
5.	Batterie de compensation	175 kVAR	Mise hors service en début d'année 2020.	Perturbée par les harmoniques provoquées par le CCF.
6.	Tableau BEP A11799-1	In = 100 A 2 cellules de 800 mm	Mis en service en 2003.	Etat et autonomie de la batterie de secours de l'automate non connu.
7.	Tableau DDB A11799-2	In = 160 A 4 cellules de 600 mm	Mis en service en 2003.	Etat et autonomie de la batterie de secours de l'automate non connu.
N°	Equipement	Caractéristique	Etat	Remarque

8.	Tableau bâtiment des grilles A11799-3	In = 160 A 6 cellules de 800 mm	Mis en service en 2003.	Etat et autonomie de la batterie de secours de l'automate non connu.
9.	Tableau boues 1 A11799-6	In = 400 A 6 cellules de 800 mm	Mis en service en 2003.	Etat et autonomie de la batterie de secours de l'automate non connu.
10.	Tableau boues 2 A11799-7	In = 250 A 5 cellules de 800 mm	Mis en service en 2003.	Etat et autonomie de la batterie de secours de l'automate non connu.
11.	Tableau biologie 1 A11799-4	In = 630 A 6 cellules de 800 mm	Mis en service en 2003.	Etat et autonomie de la batterie de secours de l'automate non connu.
12.	Tableau biologie 2 A11799-5	In = 630 A 6 cellules de 800 mm	Mis en service en 2003.	Etat et autonomie de la batterie de secours de l'automate non connu.
13.	Groupe de secours	S = 125 kVA	Mis en service en 1975. Tableau de commande en mauvais état.	Pas d'essai en charge chaque mois. Un seul essai annuel sur coupure.
14.	Groupe de secours mobiles	Puissance inconnue	En location	Garantie de disponibilité ? Délai de mise en place ?
15.	Tableau de secours GS	Permet de réalimenter avec des rallonges des consommateurs indispensables.	Installé en 2018, mais non fonctionnel	Non utilisable si le TGBT est hors service.
16.	Tableau de secours mécanique	Permet de réalimenter le traitement mécanique par un GS mobile.	Très bon état - installé en 2019	A garantir la disponibilité rapide du GS mobile
17.	Tableau de secours sous-sol	Permet de réalimenter, depuis le tableau de secours GS, le compresseur d'air, les puisards et la pompe des eaux pluviales en cas de perte du TGBT.	Installé en 2018, mais non fonctionnel	Ne fonctionne pas en cas de perte du TGBT. Les câbles de raccordement doivent être préparés à l'avance, ce qui n'est pas le cas.
18.	UPS (onduleur)	15 kVA tri-mono	Etat des batteries et autonomie non connus.	Alimente l'éclairage de secours + prises bureau + armoire de brassage + tableau infrastructure.
19.	CCF	120 kW	A été mis en service en 2005.	/
20.	Micro-turbine	65 kW	A été mise en service en 2007.	/
21.	Câbles SST - TGBT	120 ou 150 mm ²	Mis en service en 2003.	Sous dimensionnés. A demander RS. A contrôler les protections de lignes.
22.	Câbles TGBT - TS	Pas de blindage anti-rongeurs	Inconnu	Sous dimensionnés. A demander RS. A contrôler les protections de lignes.
23.	Câbles UPS	Standard, pas No Flame	Inconnu	/

5.2. Analyse de risques

Chaque potentiel de défaillance ou de sinistre sera analysé et noté selon le barème ci-dessous.

Barème				
Fréquence	Notation	Gravité	Notation gravité	Codification de la notation finale
Très rare (>20 ans)	1	faible	1	1 à 2
Rare (10-20 ans)	2	moyenne	2	3 à 4
Occasionnelle (1-10 ans)	3	importante	4	5 à 6
Fréquente (<1 an)	4	très importante	16	> 7

Analyse de risques de la distribution électrique mars 2020									
N°	Equipement / Installation	Sinistre / défaillance	Durée sinistre / défaillance	Conséquences	Fréquence	Note fréquence	Gravité	Note gravité	Note finale
1	Sous-station transformatrice	Destruction de la batterie de tubes commune sur 250 m aux câbles MT	1 à 2 semaines	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs semaines. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
2	Sous-station transformatrice	Perte de l'introduction principale	1 à 2 heures	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS pendant 1 à 2 heures. Intervention de Viteos pour commuter sur l'introduction de secours	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
3a	Sous-station transformatrice	Panne générale du réseau MT	1 heure	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS.	Occasionnel (1-10 ans)	3	moyenne	1	3
3b	Sous-station transformatrice	Panne générale du réseau MT	1 jour	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs heures. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	Très rare (>20ans)	1	moyenne	4	4
3c	Sous-station transformatrice	Panne générale du réseau MT	3 jours	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs heures. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
4	Sous-station transformatrice	Défaillance d'une cellule MT d'introduction	1 à 2 heures	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS pendant 1 à 2 heures. Intervention de Viteos pour commuter sur l'introduction de secours.	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
5	Sous-station transformatrice	Défaillance d'une cellule MT de protection transformateur	/	Fonctionnement sur un seul transfo et risque de dépassement de la limite de charge.	Rare (10-20 ans)	2	moyenne	2	4
6	Sous-station transformatrice	Défaillance d'un transformateur	/	Fonctionnement sur un seul transfo et risque de dépassement de la limite de charge.	Très rare (>20ans)	1	faible	2	2
7	Sous-station transformatrice	Augmentation de la charge de la STEP (par exemple en rajoutant la charge des micropolluants)	/	La charge max mesurée étant déjà de 400 kVA, si celle-ci augmente, il n'y a plus de redondance au niveau des transformateurs	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
8	Sous-station transformatrice	Incendie dans la sous-station transformatrice	/	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs semaines. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
9	Sous-station transformatrice	Inondation dans la sous-station transformatrice	/	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs semaines. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16

N°	Equipement / Installation	Sinistre / défaillance	Durée sinistre / défaillance	Conséquences	Fréquence	Note fréquence	Gravité	Note gravité	Note finale
10	Sous-station transformatrice	Tremblement de terre	/	Basculement des cellules MT et des transformateurs	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
11	Sous-station transformatrice	Défaillance de la distribution BT	/	Etant donné que c'est une triple distribution, faible risque de surcharge de la partie restant en fonction.	Rare (10-20 ans)	2	très importante	4	8
12	TGBT	Défaillance d'un disjoncteur d'introduction	/	Etant donné que c'est une triple introduction, faible risque de surcharge de la partie restant en fonction.	Rare (10-20 ans)	2	moyenne	2	4
13	TGBT	Défaillance d'un disjoncteur de distribution	/	Perte de l'installation concernée.	Rare (10-20 ans)	2	très importante	4	8
14	TGBT	Court-circuit dans tableau d'alimentation des tableaux process	/	Risque de disjonction générale car installation non sélective	Rare (10-20 ans)	2	très importante	4	8
15	TGBT	Incendie dans le local TGBT	/	Coupage totale de la STEP sans possibilité d'alimentation du TGBT par le GS. En fonction de la modification de l'armoire jaune de secours, possibilité éventuelle de réalimenter certains consommateurs avec des câbles provisoires directement depuis le GS. Le GS mobile peut fonctionner.	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
16	TGBT	Inondation dans le local TGBT	/	Coupage totale de la STEP sans possibilité d'alimentation du TGBT par le GS. En fonction de la modification de l'armoire jaune de secours, possibilité éventuelle de réalimenter certains consommateurs avec des câbles provisoires directement depuis le GS. Le GS mobile peut fonctionner.	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
17	TGBT	Tremblement de terre	/	Basculement des cellules BT	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
18a	Groupe de secours	Défaillance du GS lors d'une coupure du réseau. Coupure du réseau pendant révision du GS	1 heure	Coupage totale de la STEP. Seul le GS mobile peut fonctionner.	Rare (10-20 ans)	2	moyenne	2	4
18b	Groupe de secours	Coupure du réseau pendant révision du GS	1 jour	Coupage totale de la STEP. Seul le GS mobile peut fonctionner.	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
18c	Groupe de secours	Coupure du réseau pendant révision du GS	3 jours	Coupage totale de la STEP. Seul le GS mobile peut fonctionner.	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
20	UPS (onduleur)	Défaillance de l'UPS	/	Perte de l'alimentation des équipements secourus.	Rare (10-20 ans)	2	très importante	16	32
21	UPS (onduleur)	Défaillance des batteries	/	Perte de l'alimentation des équipements secourus en cas de coupure du réseau pendant le temps de démarrage du GS	Rare (10-20 ans)	2	moyenne	2	4
22	UPS (onduleur)	Court-circuit sur installation secourue	/	Si pas sélectif, perte de l'ensemble du réseau secouru	Rare (10-20 ans)	2	moyenne	2	4
23	UPS (onduleur)	Tremblement de terre	/	Basculement des équipements	Très rare (>20ans)	1	moyenne	4	4
24	Câbles BT	Défaillance d'un câble d'alimentation process	/	Perte d'une partie de l'installation	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
25	Tableaux process	Défaillance d'un tableau process	Voir analyse de risques faite par l'exploitant						

6. SYNTHESE

En fonction de l'analyse ci-dessus, il s'agit de proposer des solutions permettant de réduire les risques dont la criticité est trop importante, à savoir :

N°	Mesures correctives	Améliorations obtenues	Budget	Année de réalisation
1	Installer une surveillance de charge des transformateurs au niveau des sorties BT et installer une alarme	Surveiller le bon fonctionnement et la charge des transformateurs	CHF 10'000.-	2020
2	Fixer les équipements MT	Protection contre les tremblements de terre	CHF 1'000.-	2020
3	Faire un calcul de sélectivité et régler les disjoncteurs	Limite l'ampleur d'une coupure en cas de surintensité	CHF 5'000.-	2020
4	Installer une extinction incendie automatique dans le local TGBT de 2003	Réduction du risque de propagation de l'incendie et de destruction du TGBT	CHF 25'000.-	2020
5	Fixer le TGBT au mur	Protection contre les tremblements de terre	CHF 1'000.-	2020
6	Rajouter un UPS (onduleur) redondant et alimenter les prises SCADA et tous les automates de process. Utiliser l'ancien UPS uniquement pour l'éclairage de sécurité	Garantir un approvisionnement continu en énergie électrique secourue du SCADA et de l'automation	CHF 50'000.-	2020
7	Fixer les UPS au mur	Protection contre les tremblements de terre	CHF 1'000.-	2020
8	Installer un nouveau groupe de secours de minimum 500 kVA	Garantir un approvisionnement continu (coupure max = 15 secondes) en énergie électrique pour l'ensemble de la STEP	CHF 320'000.-	2021
9	Installer un nouveau TGBT redondant dans local séparé	Garantir une redondance de la distribution principale	CHF 220'000.-	2021
10	Doubler tous les câbles d'alimentation stratégiques ou prévoir des points d'injection pour GS mobiles.	Garantir une redondance des alimentations process	CHF 50'000.-	2021

Ces mesures correctives sont à provisionner et à planifier. Cependant, la priorité est à donner aux mesures suivantes :

- Installer une surveillance de charge des transformateurs au niveau des sorties BT et installer une alarme
- Rajouter un UPS (onduleur) redondant et alimenter les prises SCADA et tous les automates de process. Utiliser l'ancien UPS uniquement pour l'éclairage de sécurité
- Installer un nouveau groupe de secours de minimum 500 kVA

7. ANALYSE DES MESURES CORRECTIVES

L'efficacité des mesures correctives mentionnées en position 6 est analysée dans les grilles ci-dessous. Certaines mesures seront apportées encore cette année, d'autres le seront dès 2021.

7.1. Mesures correctives 2020

Analyse de risques après mesures correctives 2020											
N°	Equipement / Installation	Sinistre / défaillance	Durée sinistre / défaillance	Conséquences	Mars 2020	Mesures correctives	Fréquence	Note fréquence	Gravité	Note gravité	Note finale
1	Sous-station transformatrice	Destruction de la batterie de tubes commune sur 250 m aux câbles MT	1 à 2 semaines	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs semaines. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	16	Stand-by	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
2	Sous-station transformatrice	Perte de l'introduction principale	1 à 2 heures	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS pendant 1 à 2 heures. Intervention de Viteos pour commuter sur l'introduction de secours	2	Stand-by	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
3a	Sous-station transformatrice	Panne générale du réseau MT	1 heure	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS.	3	Stand-by	Occasionnel (1-10 ans)	3	moyenne	1	3
3b	Sous-station transformatrice	Panne générale du réseau MT	1 jour	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs heures. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	4	Stand-by	Très rare (>20ans)	1	moyenne	4	4
3c	Sous-station transformatrice	Panne générale du réseau MT	3 jours	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs heures. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	16	Stand-by	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
4	Sous-station transformatrice	Défaillance d'une cellule MT d'introduction	1 à 2 heures	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS pendant 1 à 2 heures. Intervention de Viteos pour commuter sur l'introduction de secours.	2	Stand-by	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
5	Sous-station transformatrice	Défaillance d'une cellule MT de protection transformateur	/	Fonctionnement sur un seul transfo et risque de dépassement de la limite de charge.	4	Surveillance de la charge des transformateurs + alarme	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
6	Sous-station transformatrice	Défaillance d'un transformateur	/	Fonctionnement sur un seul transfo et risque de dépassement de la limite de charge.	2	Surveillance de la charge des transformateurs + alarme	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
7	Sous-station transformatrice	Augmentation de la charge de la STEP (par exemple en rajoutant la charge des micropolluants)	/	La charge max mesurée étant déjà de 400 kVA, si celle-ci augmente, il n'y a plus de redondance au niveau des transformateurs	2	Surveillance de la charge des transformateurs + alarme	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
8	Sous-station transformatrice	Incendie dans la sous-station transformatrice	/	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs semaines. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	16	Stand-by	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
9	Sous-station transformatrice	Inondation dans la sous-station transformatrice	/	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs semaines. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	16	Stand-by	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
10	Sous-station transformatrice	Tremblement de terre	/	Basculement des cellules MT et des transformateurs	16	Fixer ces équipements.	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
11	Sous-station transformatrice	Défaillance de la distribution BT	/	Etant donné que c'est une triple distribution, faible risque de surcharge de la partie restant en fonction.	8	Stand-by	Rare (10-20 ans)	2	très importante	4	8
12	TGBT	Défaillance d'un disjoncteur d'introduction	/	Etant donné que c'est une triple introduction, faible risque de surcharge de la partie restant en fonction.	4	Stand-by	Rare (10-20 ans)	2	moyenne	2	4
13	TGBT	Défaillance d'un disjoncteur de distribution	/	Perte de l'installation concernée.	8	Stand-by	Rare (10-20 ans)	2	très importante	4	8
14	TGBT	Court-circuit dans tableau d'alimentation des tableaux process	/	Risque de disjonction générale car installation non sélective	8	Faire un calcul de sélectivité et régler les disjoncteurs en conséquence.	Rare (10-20 ans)	2	moyenne	2	4

N°	Equipement / Installation	Sinistre / défaillance	Durée sinistre / défaillance	Conséquences	Mars 2020	Mesures correctives	Fréquence	Note fréquence	Gravité	Note gravité	Note finale
15	TGBT	Incendie dans le local TGBT	/	Coupure totale de la STEP sans possibilité d'alimentation du TGBT par le GS. En fonction de la modification de l'armoire jaune de secours, possibilité éventuelle de réalimenter certains consommateurs avec des câbles provisoires directement depuis le GS. Le GS mobile peut fonctionner.	16	Installer un système d'extinction incendie automatique	Très rare (>20ans)	1	moyenne	4	4
16	TGBT	Inondation dans le local TGBT	/	Coupure totale de la STEP sans possibilité d'alimentation du TGBT par le GS. En fonction de la modification de l'armoire jaune de secours, possibilité éventuelle de réalimenter certains consommateurs avec des câbles provisoires directement depuis le GS. Le GS mobile peut fonctionner.	16	Stand-by	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
17	TGBT	Tremblement de terre	/	Basculement des cellules BT	16	Fixer ces cellules au mur.	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
18a	Groupe de secours	Défaillance du GS lors d'une coupure du réseau. Coupure du réseau pendant révision du GS	1 heure	Coupure totale de la STEP. Seul le GS mobile peut fonctionner.	4	Nouvel UPS avec redondance interne pour l'informatique + bypass externe	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
18b	Groupe de secours	Coupure du réseau pendant révision du GS	1 jour	Coupure totale de la STEP. Seul le GS mobile peut fonctionner.	16	Stand-by	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
18c	Groupe de secours	Coupure du réseau pendant révision du GS	3 jours	Coupure totale de la STEP. Seul le GS mobile peut fonctionner.	16	Stand-by	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
20	UPS (onduleur)	Défaillance de l'UPS	/	Perte de l'alimentation des équipements secourus.	32	Nouvel UPS avec redondance interne pour l'informatique + bypass externe	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
21	UPS (onduleur)	Défaillance des batteries	/	Perte de l'alimentation des équipements secourus en cas de coupure du réseau pendant le temps de démarrage du GS	4	Nouvel UPS avec redondance interne pour l'informatique + bypass externe	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
22	UPS (onduleur)	Court-circuit sur installation secourue	/	Si pas sélectif, perte de l'ensemble du réseau secouru	4	Séparation des UPS informatique (nouveau) et éclairage de sécurité (ancien)	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
23	UPS (onduleur)	Tremblement de terre	/	Basculement des équipements	4	Fixer ces équipements au mur.	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
24	Câbles BT	Défaillance d'un câble d'alimentation process	/	Perte d'une partie de l'installation	16	Nouveaux câbles des automates process alimentés par nouvel UPS	Très rare (>20ans)	1	moyenne	4	4
25	Tableaux process	Défaillance d'un tableau process	Voir analyse de risques faite par l'exploitant								

Les améliorations obtenues sont les suivantes :

- L'installation d'un système de surveillance de charges des transformateurs diminue les risques 5 et 6.
- La fixation des équipements MT diminue le risque 10.
- Le calcul de sélectivité et le réglage des disjoncteurs diminuent le risque 14.
- L'installation d'un système d'extinction diminue le risque 15.
- La fixation du TGBT au mur diminue le risque 17.
- L'installation d'un nouvel UPS diminue les risques 18a, 20, 21, et 22.
- La fixation de l'UPS diminue le risque 23.
- L'installation de nouveaux câbles secourus pour les automates process diminue le risque 24.

7.2. Mesures correctives dès 2021

Analyse de risques après mesures correctives dès 2021											
N°	Equipement / Installation	Sinistre / défaillance	Durée sinistre / défaillance	Conséquences	Mesures fin 2020	Mesures correctives	Fréquence	Note fréquence	Gravité	Note gravité	Note finale
1	Sous-station transformatrice	Destruction de la batterie de tubes commune sur 250 m aux câbles MT	1 à 2 semaines	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs semaines. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	16	Nouveau groupe de secours 500 kVA pouvant reprendre l'entier de la charge	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
2	Sous-station transformatrice	Perte de l'introduction principale	1 à 2 heures	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS pendant 1 à 2 heures. Intervention de Viteos pour commuter sur l'introduction de secours	2	Nouveau groupe de secours 500 kVA pouvant reprendre l'entier de la charge	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
3a	Sous-station transformatrice	Panne générale du réseau MT	1 heure	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS.	3	Nouveau groupe de secours 500 kVA pouvant reprendre l'entier de la charge	Occasionnel (1-10 ans)	3	moyenne	1	3
3b	Sous-station transformatrice	Panne générale du réseau MT	1 jour	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs heures. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	4	Nouveau groupe de secours 500 kVA pouvant reprendre l'entier de la charge	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
3c	Sous-station transformatrice	Panne générale du réseau MT	3 jours	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs heures. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	16	Nouveau groupe de secours 500 kVA pouvant reprendre l'entier de la charge	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
4	Sous-station transformatrice	Défaillance d'une cellule MT d'introduction	1 à 2 heures	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS pendant 1 à 2 heures. Intervention de Viteos pour commuter sur l'introduction de secours.	2	Nouveau groupe de secours 500 kVA pouvant reprendre l'entier de la charge	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
5	Sous-station transformatrice	Défaillance d'une cellule MT de protection transformateur	/	Fonctionnement sur un seul transfo et risque de dépassement de la limite de charge.	2	Nouveau groupe de secours 500 kVA pouvant reprendre la charge du transfo défectueux	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
6	Sous-station transformatrice	Défaillance d'un transformateur	/	Fonctionnement sur un seul transfo et risque de dépassement de la limite de charge.	1	Nouveau groupe de secours 500 kVA pouvant reprendre la charge du transfo défectueux	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
7	Sous-station transformatrice	Augmentation de la charge de la STEP (par exemple en rajoutant la charge des micropolluants)	/	La charge max mesurée étant déjà de 400 kVA, si celle-ci augmente, il n'y a plus de redondance au niveau des transformateurs	2	Nouveau groupe de secours 500 kVA pouvant reprendre ponctuellement l'excédent de charge	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
8	Sous-station transformatrice	Incendie dans la sous-station transformatrice	/	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs semaines. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	16	Nouveau groupe de secours 500 kVA pouvant reprendre l'entier de la charge	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
9	Sous-station transformatrice	Inondation dans la sous-station transformatrice	/	Coupure totale de la STEP et fonctionnement dégradé sur GS + éventuellement GS mobile pendant plusieurs semaines. Autonomie en fuel du GS pas garantie.	16	Nouveau groupe de secours 500 kVA pouvant reprendre l'entier de la charge	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
10	Sous-station transformatrice	Tremblement de terre	/	Basculement des cellules MT et des transformateurs	1	Nouveau groupe de secours 500 kVA pouvant reprendre l'entier de la charge	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
11	Sous-station transformatrice	Défaillance de la distribution BT	/	Etant donné que c'est une triple distribution, faible risque de surcharge de la partie restant en fonction.	8	Nouveau TGBT	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
12	TGBT	Défaillance d'un disjoncteur d'introduction	/	Etant donné que c'est une triple introduction, faible risque de surcharge de la partie restant en fonction.	4	Nouveau TGBT	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
13	TGBT	Défaillance d'un disjoncteur de distribution	/	Perte de l'installation concernée.	8	Nouveau TGBT	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
14	TGBT	Court-circuit dans tableau d'alimentation des tableaux process	/	Risque de disjonction générale car installation non sélective	4	Nouveau TGBT	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2

N°	Equipement / Installation	Sinistre / défaillance	Durée sinistre / défaillance	Conséquences	Mesures fin 2020	Mesures correctives	Fréquence	Note fréquence	Gravité	Note gravité	Note finale
15	TGBT	Incendie dans le local TGBT	/	Coupure totale de la STEP sans possibilité d'alimentation du TGBT par le GS. En fonction de la modification de l'armoire jaune de secours, possibilité éventuelle de réalimenter certains consommateurs avec des câbles provisoires directement depuis le GS. Le GS mobile peut fonctionner.	4	Nouveau TGBT	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
16	TGBT	Inondation dans le local TGBT	/	Coupure totale de la STEP sans possibilité d'alimentation du TGBT par le GS. En fonction de la modification de l'armoire jaune de secours, possibilité éventuelle de réalimenter certains consommateurs avec des câbles provisoires directement depuis le GS. Le GS mobile peut fonctionner.	16	Nouveau TGBT	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
17	TGBT	Tremblement de terre	/	Basculement des cellules BT	1	Nouveau TGBT (fixé au mur)	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
18a	Groupe de secours	Défaillance du GS lors d'une coupure du réseau. Coupure du réseau pendant révision du GS	1 heure	Coupure totale de la STEP. Seul le GS mobile peut fonctionner.	2	Stand-by	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
18b	Groupe de secours	Coupure du réseau pendant révision du GS	1 jour	Coupure totale de la STEP. Seul le GS mobile peut fonctionner.	16	Stand-by	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
18c	Groupe de secours	Coupure du réseau pendant révision du GS	3 jours	Coupure totale de la STEP. Seul le GS mobile peut fonctionner.	16	Stand-by	Très rare (>20ans)	1	très importante	16	16
20	UPS (onduleur)	Défaillance de l'UPS	/	Perte de l'alimentation des équipements secours.	2	Stand-by	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
21	UPS (onduleur)	Défaillance des batteries	/	Perte de l'alimentation des équipements secours en cas de coupure du réseau pendant le temps de démarrage du GS	2	Stand-by	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
22	UPS (onduleur)	Court-circuit sur installation secourue	/	Si pas sélectif, perte de l'ensemble du réseau secours	2	Stand-by	Rare (10-20 ans)	2	faible	1	2
23	UPS (onduleur)	Tremblement de terre	/	Basculement des équipements	1	Stand-by	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
24	Câbles BT	Défaillance d'un câble d'alimentation process	/	Perte d'une partie de l'installation	4	Doubler tous les câbles stratégiques ou prévoir des points d'injection pour GS mobiles.	Très rare (>20ans)	1	faible	1	1
25	Tableaux process	Défaillance d'un tableau process	Voir analyse de risques faite par l'exploitant								

Les améliorations obtenues sont les suivantes :

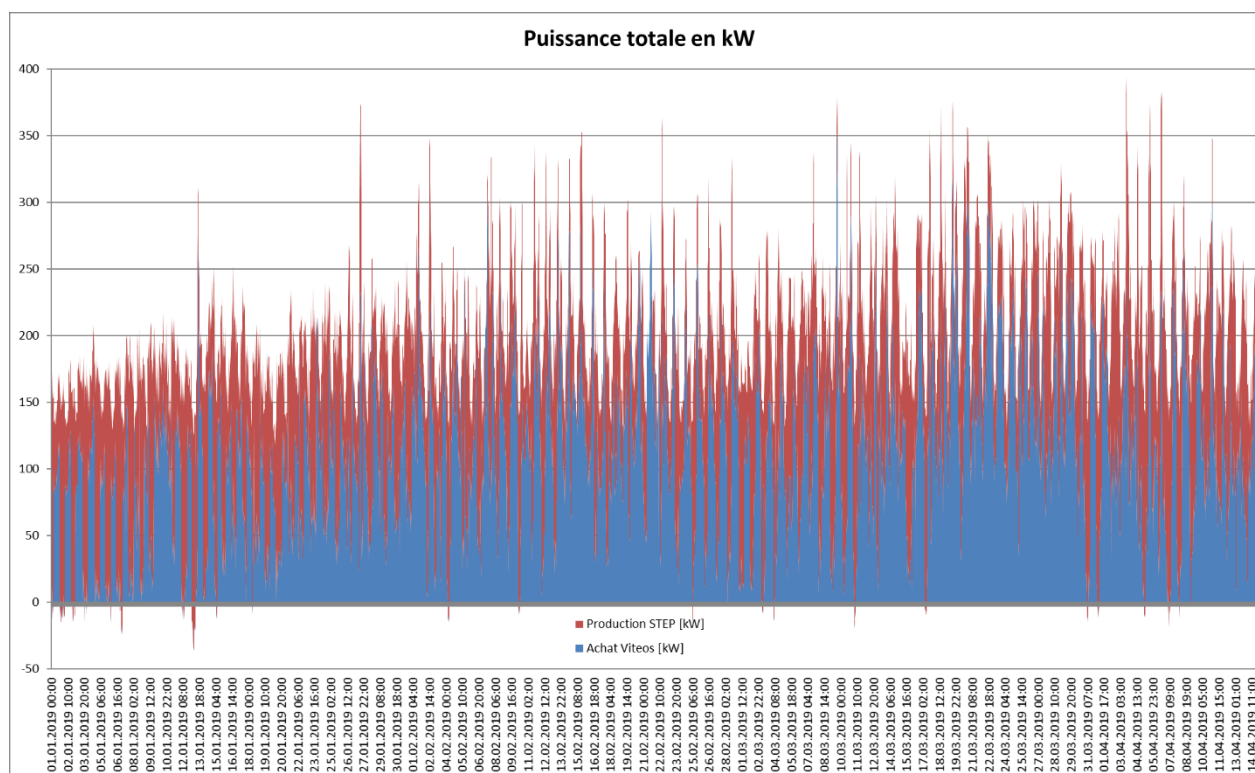
- L'installation d'un nouveau groupe de secours de 500 kVA diminue les risques 1, 3b, 3c, 8 et 9.
- L'installation d'un nouveau TGBT diminue les risques 11, 12, 13, 14, 15 et 16.
- Le doublage des câbles d'alimentation stratégiques diminue le risque 24.

8. DEMANDES COMPLEMENTAIRES

8.1. Augmentation de puissance des transformateurs

Lors de la séance du 13 février, le MO a demandé de considérer le risque à prendre si l'augmentation de puissance des transformateurs n'est pas effectuée.

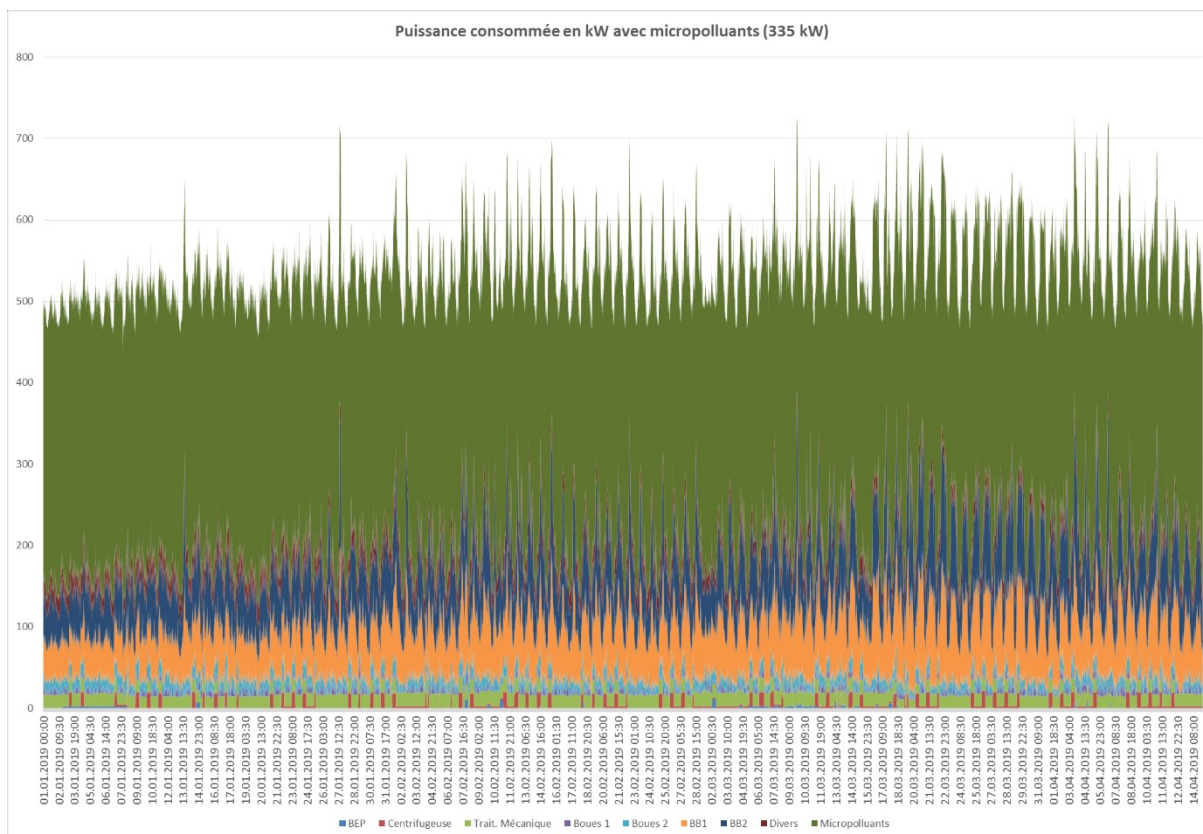
Nous avons donc analysé **les profils de charge de puissance** électrique de la STEP, selon les données reçues du 01.01.2019 au 15.04.2019. Ci-dessous le profil de puissance de la STEP en kW :



Ce profil permet de visualiser des pointes de puissance active de presque **400 kW** (393 kW le 03.04.19 à 16h00). Les puissances max sont le cumul de la puissance soutirée au réseau Viteos et de la production interne.

Le distributeur Viteos demande de compenser l'énergie réactive jusqu'à un cos phi moyen de **0.95**. Lorsque la STEP est compensée, la puissance apparente serait de max **414 kVA**. Ce qui signifie qu'avec la charge actuelle, les transformateurs ne sont plus redondants, mais très ponctuellement (**moins de 0.2% du temps**).

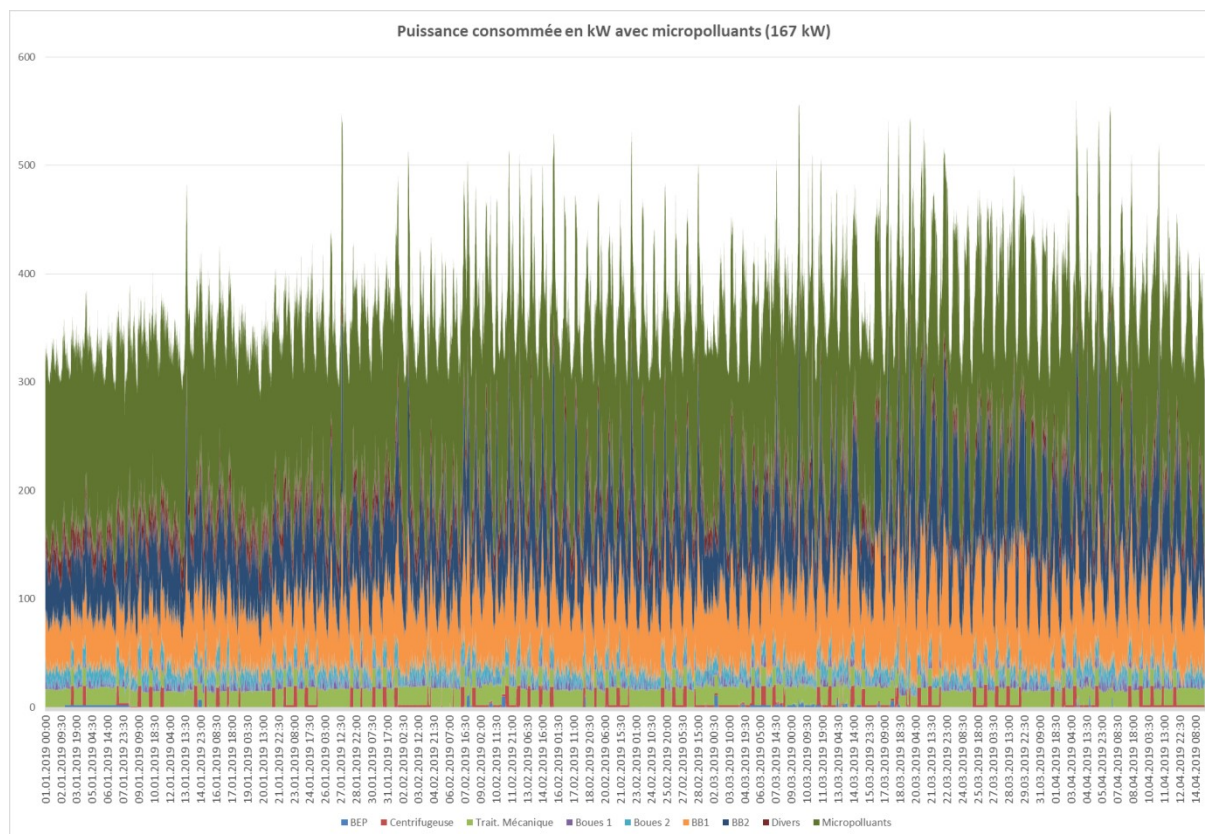
Nous avons rajouté à ce profil de charge la **puissance simultanée prévue de 335 kW** (selon informations de Piller du 04.06.2020) pour les **micropolluants**. N'ayant pas pu obtenir de profils de charge du fonctionnement des équipements des micropolluants, nous avons considéré la puissance simultanée, comme une charge supplémentaire continue.



Un transformateur de 400 kVA, à cos phi de 0.95 représente une puissance active disponible de **380 kW**. On peut remarquer sur le profil ci-dessus que ce seuil est franchi en permanence.

Ces valeurs, extraites des bases de données de la STEP et basées sur l'estimation de la société Piller, sont à considérer avec prudence. Le profil de charge de la nouvelle installation des micropolluants ne sera pas constant contrairement aux 335 kW max inclus dans le profil.

Afin d'avoir un profil de charge plus réaliste, qui ne tiendrait pas compte des pointes de puissance ponctuelles, nous avons rajouté en ruban **la moitié de la puissance max instantanée**, à savoir, **167 kW**.



Le profil de charge corrigé ci-dessus, se rapproche certainement plus du profil futur. Plus précisément, pendant **26% du temps** les 2 transformateurs sont nécessaires et pendant **74% du temps** un seul transformateur suffirait. La redondance des transformateurs est donc assurée **le 74% du temps**.

Le remplaçant des transformateurs de 400 kVA par d'autres de **630 kVA**, assurerait une redondance à 100% de la puissance d'introduction du réseau Viteos. Si ces transformateurs ne sont pas remplacés, le risque à prendre n'est **cependant pas très élevé**, car d'une part, une défaillance des transformateurs est rare et d'autre part, ils seront surveillés grâce à la mise en place du système proposé dans les mesures correctives. Il faudra, par contre prendre certaines mesures, comme planifier les révisions des équipements MT/BT durant le 1/4 du temps pendant lequel un seul transformateur suffit.

Le risque semble donc être raisonnable.

La mise en place du groupe de secours proposé permettrait, en cas de défaillance d'un transformateur, de reprendre, par le GS, la surcharge éventuelle du transformateur encore en fonction.

8.2. Utilisation du CCF en secours

Lors de la séance du 11 mars 2020, le MO a demandé de contrôler la faisabilité de l'utilisation du CCF comme fournisseur d'énergie secourue en appoint au GS.

Suite aux renseignements pris auprès de M. Patrick Weber (responsable BSA de la CNERN) pour connaître son retour d'expérience sur l'utilisation de CCF en groupe de secours, nous résumons, ci-dessous, son analyse :

- Techniquement c'est possible de le faire et ça fonctionne
- Par contre, ces sont de vrais bêtes à chagrin selon les termes de M. Weber. Beaucoup d'alarmes ou de fausses alarmes et des coûts d'entretien conséquents

Renseignements pris auprès d'un fournisseur :

- Les moteurs à gaz ne réagissent pas comme les moteurs diesel et sont de ce fait difficiles à synchroniser et très sensibles aux variations de charges. Les variations de charges provoquent des variations de tensions et provoquent souvent le "décrochage" des variateurs de fréquence
- Techniquement cela peut fonctionner, mais c'est déconseillé

Cette option n'est donc, à priori, pas intéressante.

8.3. Analyse de la redondance électrique des alimentations process

Lors de la séance du 11 mars 2020, le MO a demandé d'étudier les modifications à apporter pour que la redondance des process ne soit pas limitée par l'architecture électrique.

Les redondances des alimentations depuis le TGBT jusqu'aux tableaux process sont traitées dans notre analyse de risques en position 24.

Le seul process, partiellement redondant de la STEP est l'installation de biologie. En effet, chaque biologie (1 et 2) peut fonctionner séparément, excepté certains équipements communs secondaires, alimentés par une ou l'autre biologie. Les tableaux de contrôle/commande des 2 process sont cependant situés dans le même local, ce qui diminue la redondance.

Les autres process ne sont pas redondants.

Etant donné que les biologies 1 et 2 sont alimentées par des câbles différents et ont chacune leur propre automate, **il n'y a pas de limitation de redondance due à l'architecture électrique.**

Les redondances des tableaux process sont traitées dans l'analyse de risque de l'exploitant.

9. CHIFFRAGE BUDGETAIRE

Le chiffrage budgétaire ci-dessous correspond aux mesures correctives à apporter mentionnées au chapitre 7.1.

N°	Mesures correctives 2020	Prix CHF HT	Séance du 25.06.2020
1	Installer une surveillance de charge des transformateurs et installer une alarme	5'000 CHF	en cours de réalisation
2	Fixer au mur les équipements MT, les TGBT et les UPS	3'000 CHF	à faire à l'interne
3	Calculer et régler la sélectivité des disjoncteurs du TGBT	5'000 CHF	non retenu
4	Installer une extinction incendie automatique dans le local TGBT	25'000 CHF	non retenu
5	Remplacer l'UPS (onduleur) existant par des UPS redondants et séparer l'éclairage de sécurité	30'000 CHF	en cours de réalisation
6	Alimenter tous les automates de process par les nouveaux UPS	20'000 CHF	en cours de réalisation
	TOTAL HT à +/- 25% travaux retenus et externalisés	55'000 CHF	
	TOTAL TTC à +/- 25% travaux retenus et externalisés	59'235 CHF	

En orange, montant totalisé

Le chiffrage budgétaire ci-dessous correspond aux mesures correctives à apporter mentionnées au chapitre 7.2.

N°	Mesures correctives dès 2021	Prix CHF HT	Séance du 25.06.2020
1	Fourniture et pose d'un nouveau groupe de secours de minimum 500 kVA	170'000 CHF	A faire en 2021
2	Fourniture et pose du nouveau TGBT	150'000 CHF	A faire en 2021
3	Installation électrique (câbles CFO et CFA du TGBT et du nouveau GS)	120'000 CHF	A faire en 2021
4	Travaux de construction TGBT + GS	30'000 CHF	A faire en 2021
5	Ingénierie électrique TGBT + nouveau GS	85'000 CHF	A faire en 2021
6	Doubler les câbles d'alimentation stratégiques ou installer des points d'injection pour GS mobile	50'000 CHF	non retenu
	TOTAL HT à +/- 25% travaux retenus et externalisés	555'000 CHF	
	TOTAL TTC à +/- 25% travaux retenus et externalisés	597'735 CHF	

En orange, montant totalisé

Ces investissements conséquents peuvent être **provisionnés et planifiés** dans le temps en fonction de l'évaluation, par l'exploitant, de l'urgence de la mesure corrective à réaliser. Le groupe de secours pourrait, par exemple, être installé en priorité et raccordé provisoirement.

Projet N° 1179D	STEP de La Chaux-de-Fonds	Version du 26.06.2020
	Analyse de risques de la distribution électrique	 Page 21

Il serait judicieux de prévoir également un budget pour **la rénovation de l'ancien TGBT** qui est en fin de vie et qui deviendrait le tableau de secours du nouveau TGBT. Son fonctionnement devra donc être coordonné avec la nouvelle distribution électrique comme notamment la possibilité d'alimenter l'ancien TGBT avec le nouveau groupe de secours. **Pelco** se charge d'élaborer un chiffrage budgétaire pour cette rénovation.

10. CONCLUSION

Pour rappel, la STEP est restée plus d'une année alimentée par un seul transformateur chargé par moment à 100% de sa capacité nominale, sans que personne n'en soit informé. Cette situation, qui à elle seule, est déjà très risquée n'a, par chance, jamais coïncidé avec un événement malheureux qui aurait précipité la STEP dans une situation très précaire.

Cette analyse de risques a permis de mettre en évidence **la fragilité de l'alimentation électrique** de la STEP. Il est, à notre avis, primordial d'y attacher **une importance en adéquation** avec les impacts environnementaux et financiers qui peuvent être engendrés par une défaillance électrique.

Monthey, le 26 juin 2020

Pelco Sàrl

Jean-Christophe Pfefferlé

Annexe : Nouveau schéma de principe de la distribution électrique