

STEP de La Chaux-de-Fonds

- Remplacement et modernisation des systèmes de supervision et d'automatisation
- Sécurisation par redondance du TGBT
- Remplacement du groupe de secours

Rapport technique d'appui à la demande de crédit

Version du 4 janvier 2021

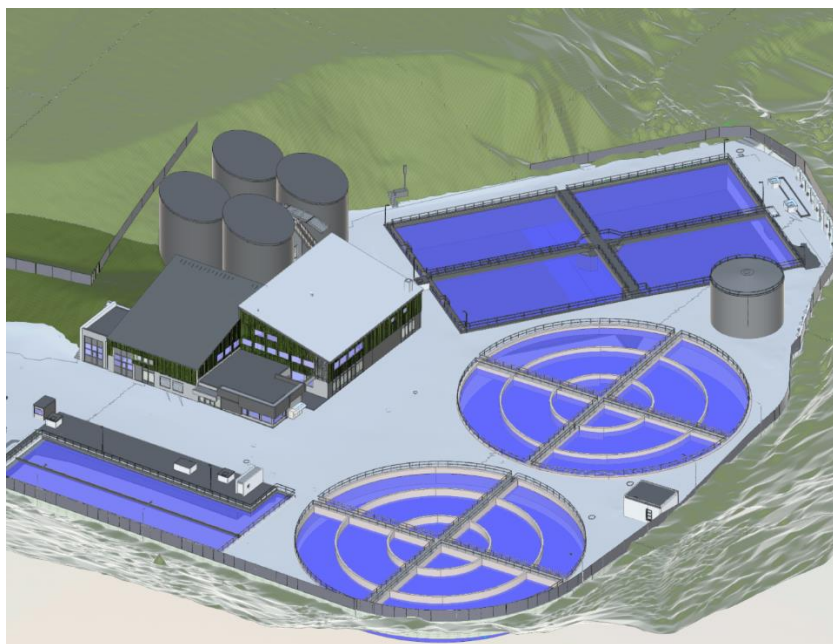




Table des matières

1. Introduction	3
2. Historique	3
3. Objectifs des projets	3
3.1. Remplacement et modernisation des systèmes de supervision et d'automation	3
3.2. Sécurisation par redondance du TGBT	4
3.3. Remplacement du groupe de secours	6
4. Concept technique	7
4.1. Remplacement et modernisation des systèmes de supervision et d'automation	7
4.1.1. Système d'automation	8
4.1.2. Système de supervision	9
4.2. Sécurisation par redondance du TGBT	13
4.3. Remplacement du groupe de secours	16
5. Chiffrages budgétaires	19
5.1. Remplacement et modernisation des systèmes de supervision et automation	19
5.2. Sécurisation par redondance du TGBT	19
5.3. Remplacement du groupe de secours	20
6. Planification	20
6.1. Planification de projet	20
6.2. Planification financière	21

Projet N° 1179C-1	STEP de La Chaux-de-Fonds Rapport technique d'appui à la demande de crédit	Version du 04.01.2021
		

1. Introduction

Ce document présente **3 projets d'assainissement et de modernisation** de la STEP de la Chaux-de-Fonds qui pourraient débuter dans le courant de l'année prochaine pour se terminer entre fin 2021 et début 2023.

Ces projets ont été dénommés comme suit :

- Remplacement et modernisation des systèmes de supervision et d'automatisation
- Sécurisation par redondance du Tableau Général Basse Tension (TGBT)
- Remplacement du groupe de secours

Ces 3 projets **sont étroitement liés** car ils ont le même but commun, celui **d'augmenter la fiabilité** et d'améliorer la gestion automatisée des installations électromécaniques.

2. Historique

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. Elle a subi **en 2003** la rénovation complète de l'ensemble des automates et du système de supervision.

Depuis 2003, il n'y a pas eu de travaux de modernisation, hormis des mises à jour du système d'exploitation des PC de supervision, ce qui signifie que **les équipements d'automatisme et de supervision sont âgés de 18 ans**. Par conséquent, il est temps de remettre à niveau l'ensemble de ces équipements.

Suite à une analyse de risques faite en 2020, il a également été mis en évidence que la STEP n'a actuellement aucune redondance électrique. Une défaillance électrique importante pourrait donc avoir des conséquences désastreuses pour l'environnement ainsi que des impacts financiers non négligeables. De plus, le groupe de secours, **a été mis en service en 1975**.

3. Objectifs des projets

3.1. Remplacement et modernisation des systèmes de supervision et d'automatisation

Comme mentionné en position 2 du présent rapport, les systèmes de supervision et d'automatisation de la STEP sont aujourd'hui obsolètes.

Dans le monde de l'automatisme, on considère que la durée de vie des composants **est de 15 à 20 ans maximum**. En effet, l'évolution rapide de ces technologies et des fonctionnalités qu'elles permettent, impose des mises à niveau périodiques de tels équipements.

Il faut également **considérer l'évolution des logiciels de supervision**, qui offrent aujourd'hui à l'exploitant une gestion intuitive et conviviale, permettant notamment des fonctionnalités telles que la conduite des installations à distance, sur smartphones ou tablettes.

Le projet proposé pour la rénovation des systèmes de supervision et d'automation de la STEP de La Chaux-de-Fonds intègre tous ces aspects-là.

Les objectifs de ce projet sont donc la mise à niveau du cœur du système d'automation et la modernisation des outils de conduite de la STEP, pour permettre à l'exploitant de surveiller et de commander les installations de façon sécurisée sur l'ensemble du site, mais également depuis son domicile.

Ce nouveau système offrira la possibilité également **de valoriser la maquette 3D (BIM)**, puisque celle-ci pourra être animée en temps réel avec les états des principaux équipements électromécaniques de la STEP.

De plus, il permettra de connecter, **sur une seule plateforme**, de manière cohérente et synchronisée, tous les outils d'exploitation tels que la gestion de la maintenance, la gestion centralisée de la documentation et le reporting, notamment.

En résumé, ce projet amènera à la STEP **les dernières technologies de conduite de procédés** et permettra d'affronter les 20 prochaines années en toute sérénité.

3.2. Sécurisation par redondance du TGBT

Ci-dessous, est rapporté le texte extrait de la conclusion de l'analyse de risques du 26.06.2020 :

« 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. »

TGBT 2003



Exemple TGBT 2020



La fragilité électrique constatée de la STEP est en grande partie déterminée par la fiabilité de son **Tableau Général Basse Tension (TGBT)** qui est le cœur de la distribution électrique. L'ensemble de la STEP fonctionne grâce à cet **élément unique** installé dans un local sans protection particulière.

L'installation d'un **nouveau TGBT** diminue les risques 11, 12, 13, 14, 15 et 16, ce qui représente **6 risques majeurs** sur les 15 restants suite aux mesures correctives apportées en 2020. Ci-dessous, extrait de l'analyse de risques.

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	

N°	Equipement / Installation	Sinistre / défaillance	Durée sinistre / défaillance	Conséquences	Mesures fin 2020	Mesures correctives	Fréquence	Note fréquence	Gravité	Note gravité	Note finale
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
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

L'objectif de ce projet est d'installer un nouveau TGBT dans un local séparé de l'ancien. Ce nouveau tableau électrique offrira **une redondance N+1** de la partie centrale de la distribution. La garantie de continuité de l'approvisionnement électrique en sera donc **doublée**.

Ce nouveau TGBT permettra également à l'exploitant de connaître l'ensemble des consommations et productions électriques de la STEP.

3.3. Remplacement du groupe de secours

Comme mentionné en position 2 du présent rapport, le groupe électrogène de secours actuel de 125 kVA de la STEP **date de 1975** et est donc aujourd'hui obsolète.

L'installation d'un nouveau groupe de secours de **500 kVA** diminue les risques 1, 3b, 3c, 8 et 9, ce qui représente **5 risques majeurs** supplémentaires sur les 15 restants, suite aux mesures correctives apportées en 2020, comme mentionné dans le tableau 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	

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
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
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

La pointe de puissance maximum de la STEP atteint aujourd'hui 400 kVA. Le nouveau groupe de secours permettrait de reprendre **l'entier de la STEP en cas de coupure de réseau**. Ceci assurerait à l'exploitant un fonctionnement ininterrompu indépendamment de la fiabilité de la continuité de l'approvisionnement en énergie électrique du réseau.

Le nouveau TGBT et le nouveau groupe de secours diminuent donc **11** des 15 risques majeurs. Le 4 risques restants pourraient être levés par une redondance du groupe de secours ou un doublement des câbles de distribution. Ces mesures correctives n'ont pas été jugées nécessaires pour le moment, au vu des investissements qu'elles représentent.

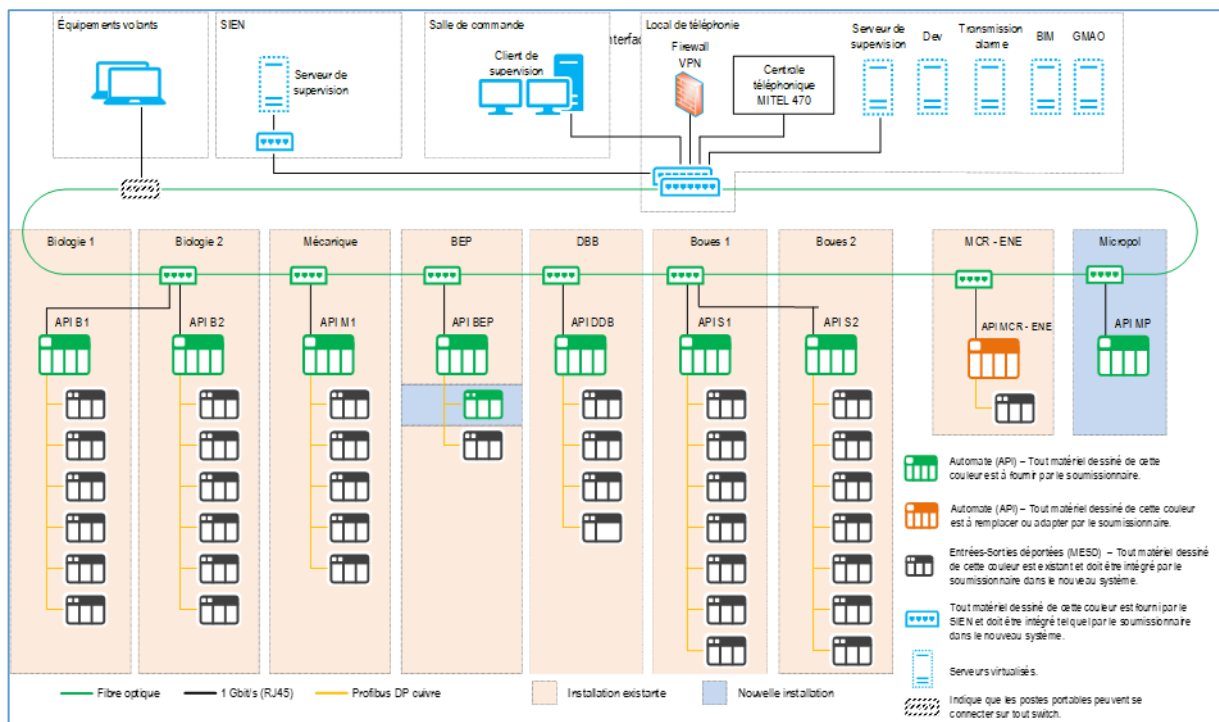
4. Concept technique

4.1. Remplacement et modernisation des systèmes de supervision et d'automatisme

La nouvelle architecture des systèmes de supervision et d'automatisme a été élaborée sur la base **des dernières technologies appliquées** dans la gestion de procédés industriels, mais également sur les expériences récentes faites **dans le domaine spécifique des stations d'épuration**.

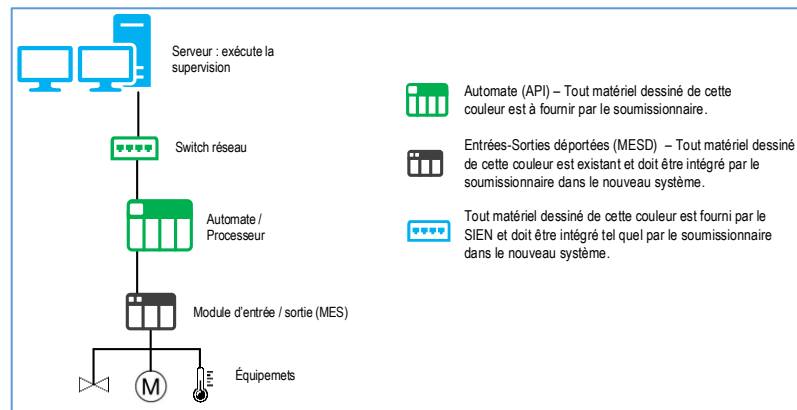
Afin de limiter les coûts de ce projet, les tableaux de commande électriques ne seront pas remplacés. **Seuls les automates centraux du système (en vert ci-dessous)** et la couche supérieure de l'architecture (en bleu ci-dessous), qui représente le système de supervision, seront entièrement changés.

Le schéma ci-dessous présente l'architecture future des systèmes de supervision et d'automatisme.



4.1.1. Système d'automatisation

Afin d'optimiser les coûts, le concept prévoit de remplacer **uniquement les processeurs des automates** actuels sans toucher aux modules d'entrées/sorties qui servent à l'acquisition de données des capteurs et à la commande des actionneurs. Comme le montre l'image ci-dessous, les composants en noir ne seront pas remplacés.



Actuellement la STEP possède un réseau composé de 8 automates, à savoir :

- Biologie 1 (B1)
- Biologie 2 (B2)
- Mécanique (M1)
- Bassin d'eaux pluviales (BEP)
- Déshydratation des boues (DDB)
- Boues 1 (S1)
- Boues 2 (S2)
- Energie (MCR-ENE)

Le projet prévoit de mettre à jour ces automates **en changeant leur processeur et en mettant à niveau leur programmation** tout en garantissant les mêmes fonctionnalités de départ et en ajoutant des améliorations lorsque celles-ci sont possibles.

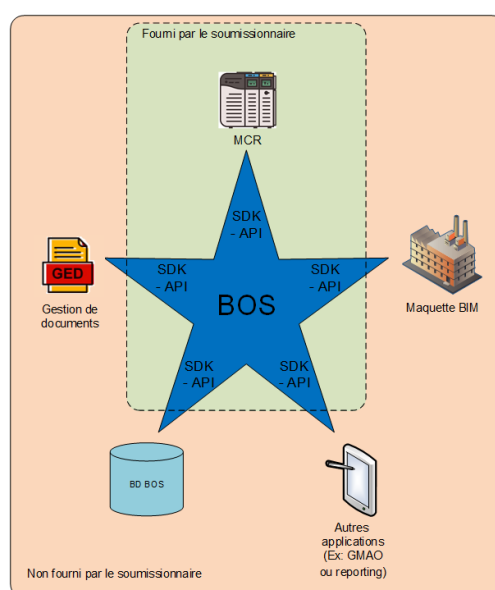
Les nouveaux automates des **micropolluants** et du **nouveau BEP** seront également intégrés au nouveau système d'automatisation.

4.1.2. Système de supervision

Le système de supervision sera basé sur **une architecture redondante** capable de fonctionner en parallèle sur deux serveurs.

L'ensemble du matériel informatique pour la supervision (serveurs, PC, switches) sera fourni par le SIEN et sera conforme aux normes et directives du canton de Neuchâtel.

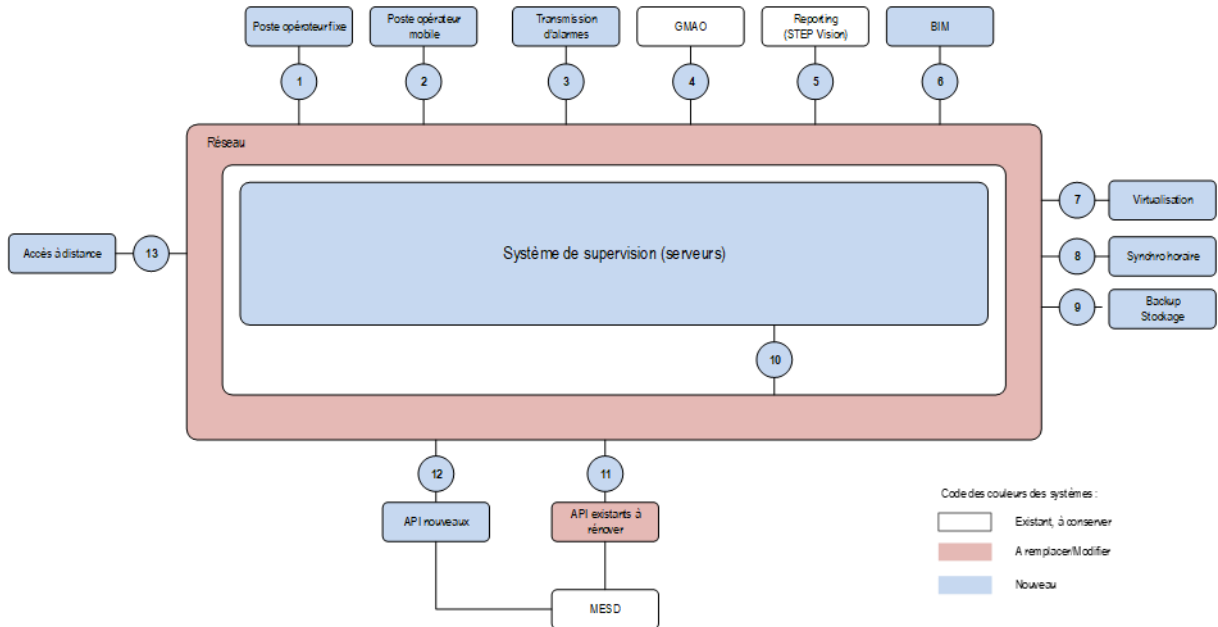
Le système central de l'architecture de la supervision est le **BOS** "Building Operating System". Cette plateforme logicielle permettra de lier entre elles toutes les applications et interfaces de gestion de la STEP et de valoriser la maquette numérique (BIM) réalisée, comme le montre la figure ci-dessous.



Le nouveau système de supervision intégrera les outils demandés par l'exploitant, à savoir :

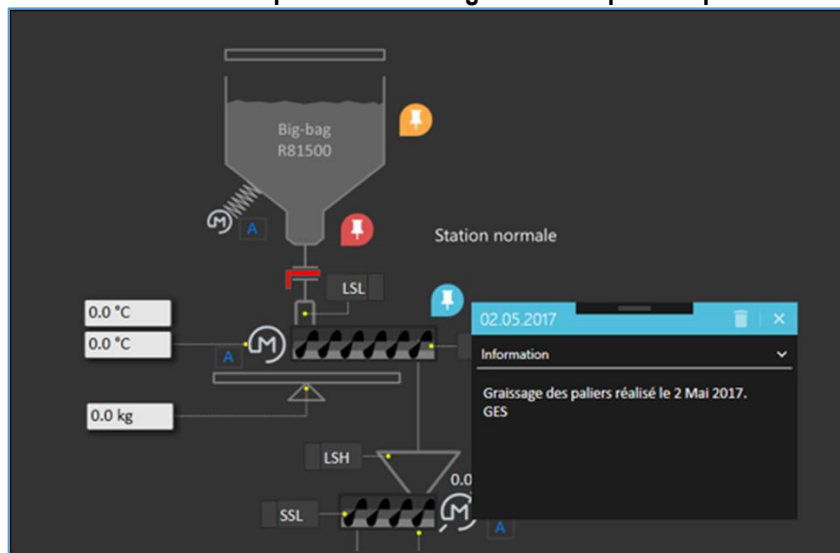
- Synoptiques et images synthétiques de visualisation
- Vues de détail et commande
- Liste d'alarmes centralisées
- Journal des événements
- Courbes de tendance
- Historique des données
- Carnet de bord et tableaux de bord
- Post-it opérateur
- Gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO)
- Reporting
- Maquette numérique (BIM)
- Sauvegarde et stockage des données

Ces outils et interfaces sont représentés sur la figure ci-dessous.

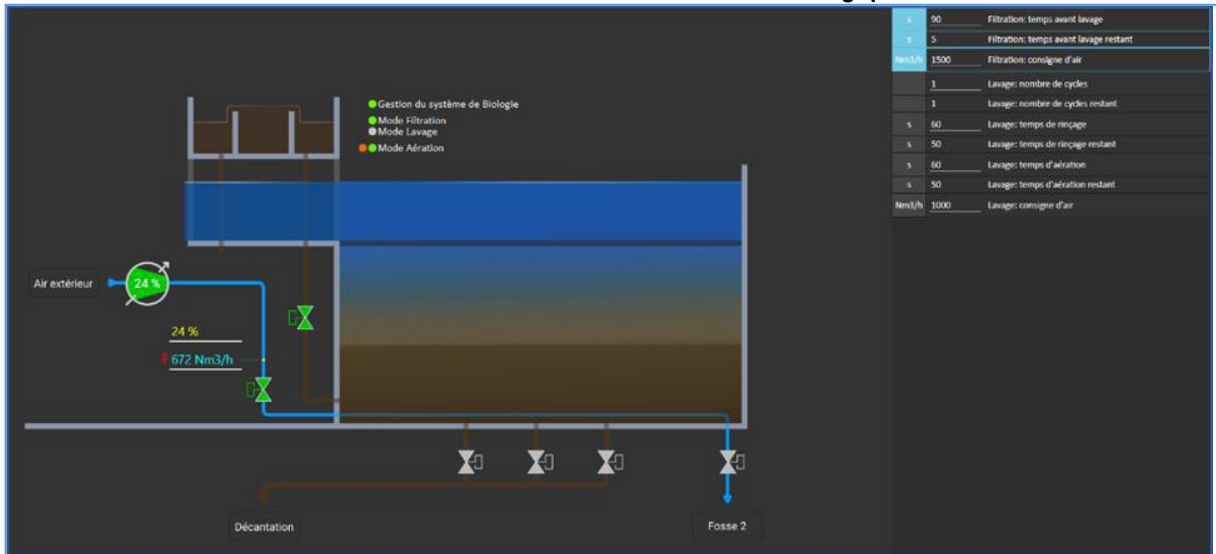


Nous avons sélectionné ci-dessous, des exemples de synoptiques et d'images synthétiques ou autres fenêtres de visualisation.

Visualisation d'un procédé de dosage avec des post-it opérateur



Vue de détail d'une cellule de traitement biologique



Exemple de fenêtre de commande

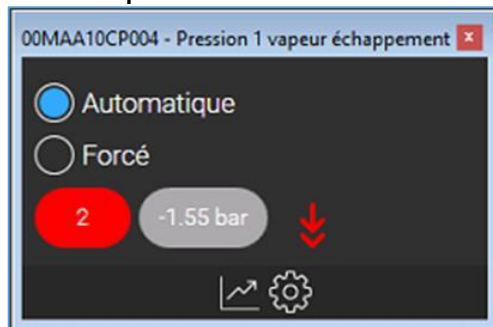


Tableau de bord : Consommation électrique, mois vs mois précédent

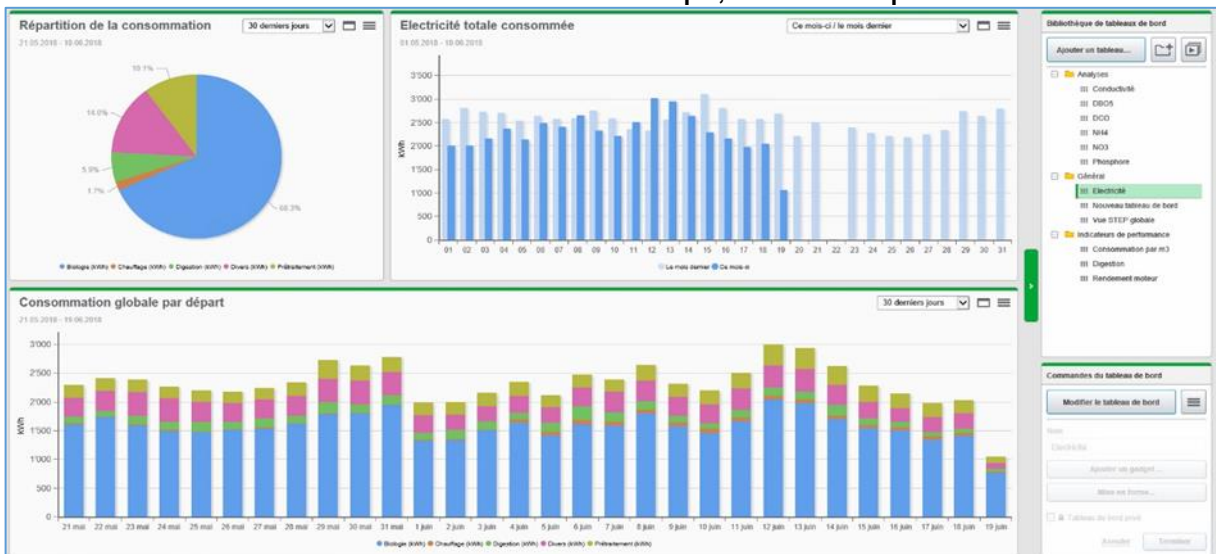


Tableau de bord : Puissance moyenne du mois / m3 eau traitée / énergie consommée

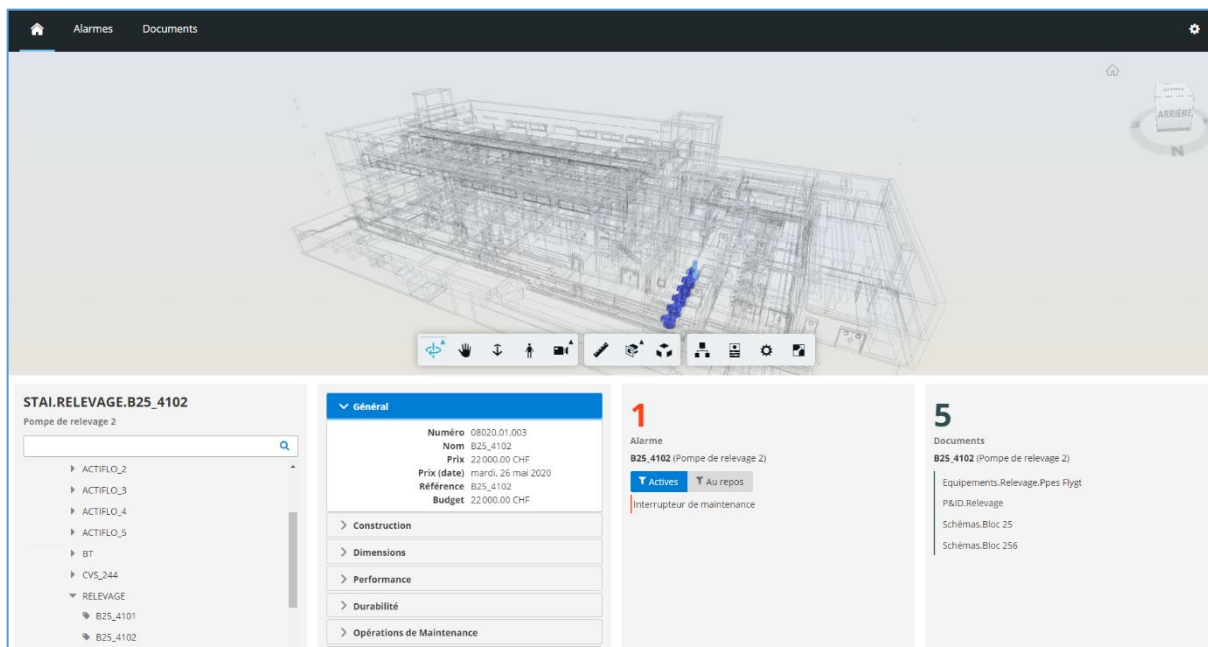


Tableau de bord : NO3 : Abattement / Analyse entrée VS sortie



La plateforme logicielle BOS permettra d'échanger en temps réel les informations servant à animer dynamiquement la **maquette numérique BIM**. Le système proposé devra en garantir la compatibilité, mais ce développement n'est pas compris dans ce projet.

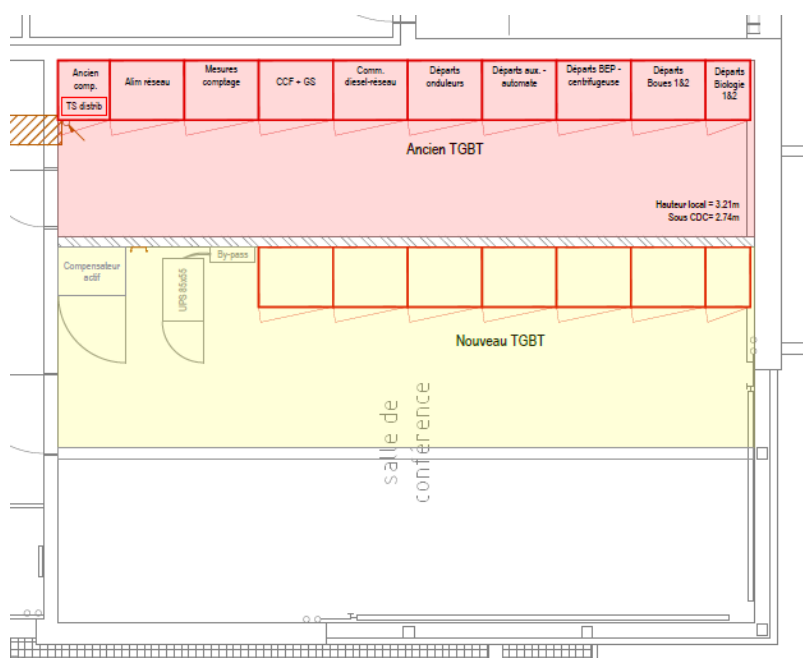
Le capture d'écran ci-dessous montre un exemple de visualisation 3D d'une STEP :



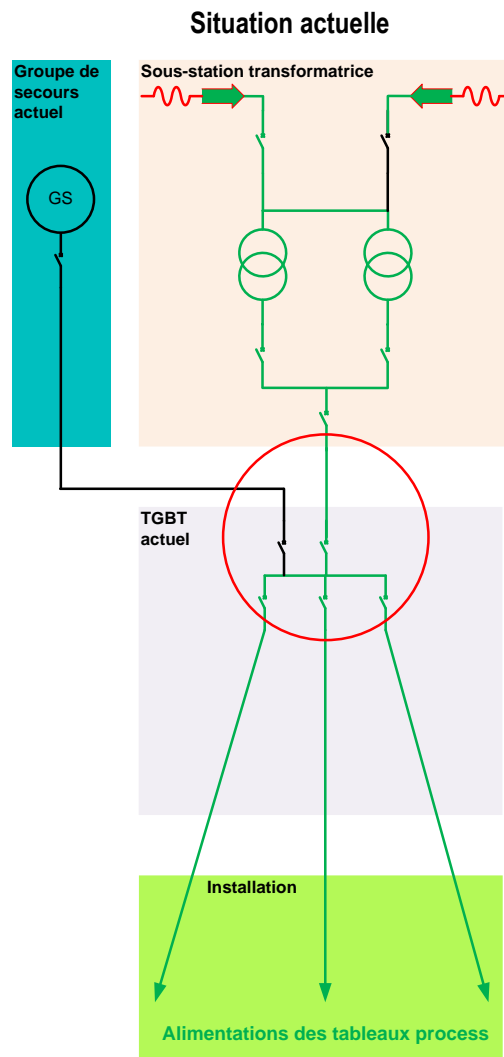
4.2. Sécurisation par redondance du TGBT

Le concept consiste à installer un **nouveau Tableau Général Basse Tension (TGBT)** dans le local adjacent au local actuel, comme représenté sur le plan ci-dessous.

L'emplacement stratégique choisi pour ce nouveau TGBT permet, de manière optimale, de récupérer tous les câbles qui alimentent les différents process.



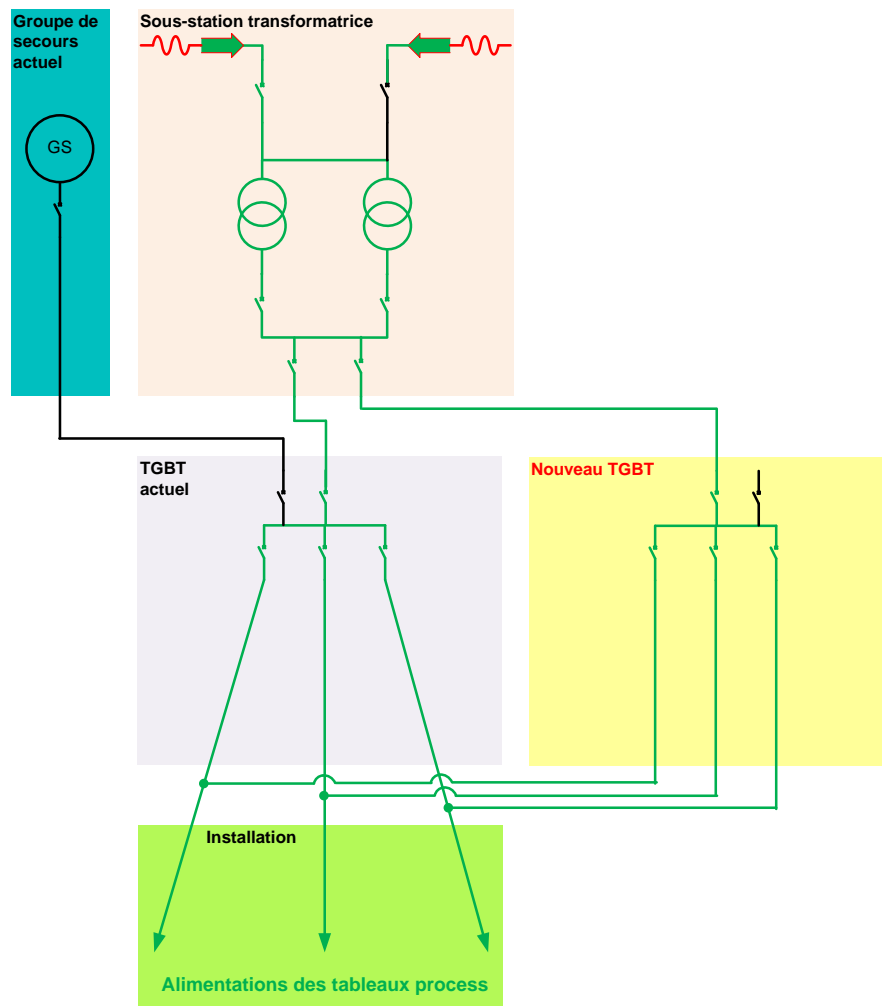
Afin d'atteindre une redondance N+1 de l'ensemble de la distribution électrique, le TGBT actuel qui représente **un passage obligé fragile (cercle rouge ci-dessous)**, doit être doublé, en cohérence avec les deux transformateurs et les doubles alimentations moyenne tension en amont.



Un seul TGBT en fin de vie, dans un local unique, sans protection particulière, n'est pas une situation recommandée pour un outil d'exploitation continu comme la STEP.

Le schéma synoptique ci-après permet de visualiser l'intégration du nouveau TGBT afin de rendre **redondante** la distribution électrique.

Situation avec nouveau TGBT



En temps normal, l'ensemble de l'énergie électrique sera **distribué par le nouveau TGBT**.

L'ancien TGBT deviendra une possibilité **de distribution de secours** lors de la révision du nouveau TGBT ou encore lors d'une défaillance de celui-ci.

L'ancien groupe de secours restera, jusqu'à l'installation du nouveau groupe, un apport, peu fiable, d'énergie en cas de perte du réseau Viteos.

Principales caractéristiques du nouveau TGBT :

Ce nouveau TGBT sera construit avec des composants de **dernière technologie facilitant l'exploitation et les opérations de maintenance**. Chaque disjoncteur sera équipé d'un système **d'acquisition des valeurs électriques** qui seront remontées au niveau du système de supervision. Ces valeurs mesurées permettront à l'exploitant de **connaître en temps réel toutes les consommations et productions électriques** et de pouvoir ainsi **optimiser et rationaliser** les consommations énergies.

Ce tableau de distribution sera fabriqué **selon les normes actuelles (EN 61439)** ce qui apportera **une amélioration de la sécurité de l'exploitation** par rapport à l'ancien tableau.

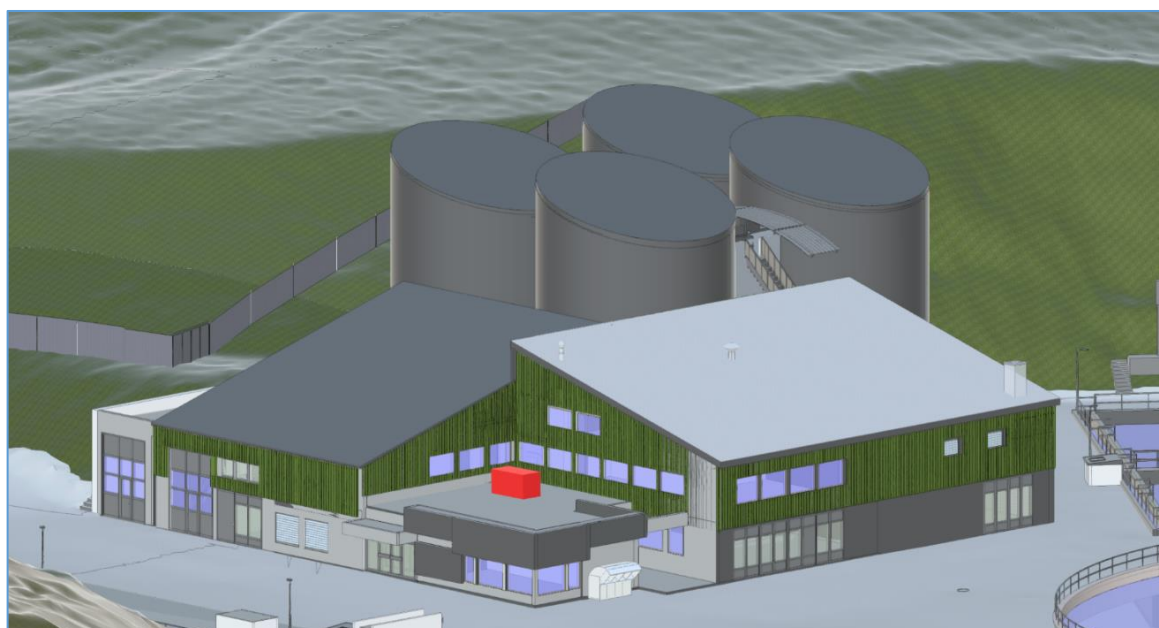
4.3. Remplacement du groupe de secours

L'actuel groupe de secours de 125 kVA ne permet pas de reprendre l'entier de l'alimentation de la STEP. Cette dernière est condamnée à fonctionner **en mode dégradé** lors d'une coupure de courant. Si celle-ci se prolonge, les conséquences **environnementales et financières** peuvent être très importantes.

Le nouveau groupe de secours d'une puissance **de 500 kVA** serait capable de **reprendre l'ensemble** de l'alimentation de la STEP **sans devoir délester** la plupart des équipements. Le dimensionnement du groupe de secours a tenu compte de l'augmentation de puissance dû au nouveau bâtiment **des micropolluants**.

De plus, ce groupe de secours pourrait servir d'appoint en énergie pendant la révision d'un transformateur par exemple, ce qui éviterait une coupure partielle de la STEP.

Comme le montre la maquette numérique ci-dessous, ce nouveau groupe de secours (**en rouge**) serait implanté sur le toit de la sous-station transformatrice et à proximité du local TGBT, ce qui est idéal en terme d'installation électrique.



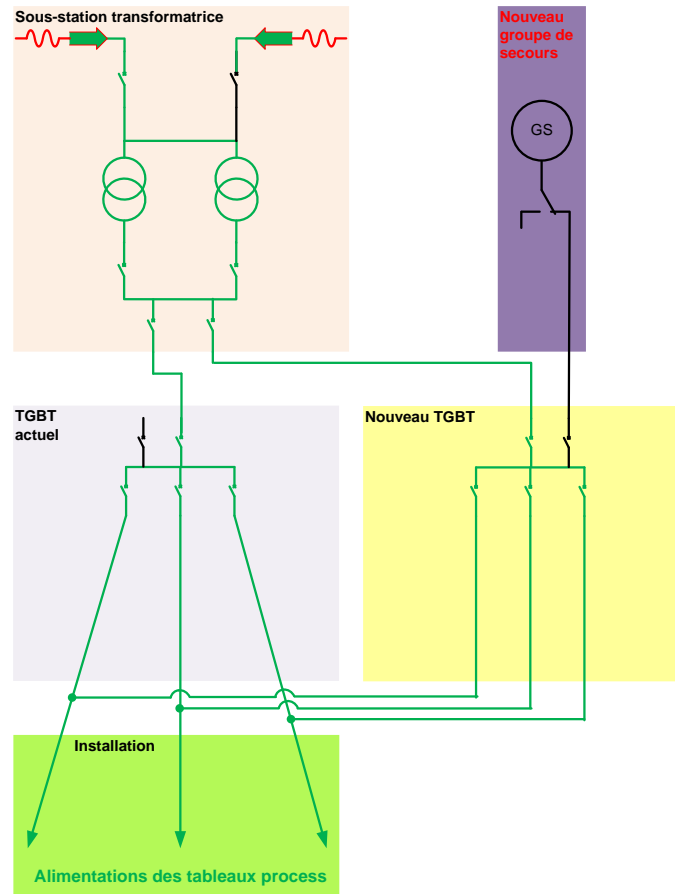
Le nouveau groupe de secours installé comprendra les dernières technologies en matière **de rendement et de protection de l'environnement**. Comme le montre la photo ci-dessous, ce groupe serait de fabrication compacte, capoté, **prévu pour l'extérieur** et contenant un réservoir autonome permettant un fonctionnement pendant 24 heures sans ravitaillement. Le cas échéant, ce groupe pourrait être raccordé à la citerne principale de mazout du système de chauffage pour augmenter son autonomie.

Exemple de groupe de secours capoté de 500 kVA



Le schéma synoptique ci-après permet de visualiser l'intégration du nouveau groupe de secours qui permet **d'assurer un fonctionnement normal** lors de la perte du réseau Viteos.

Situation avec nouveau groupe de secours



Afin d'assurer une redondance de distribution N+1 fiable à 100%, l'ancien TGBT, qui a 18 ans, devrait être rénové.

La rénovation de l'ancien TGBT permettrait également à celui-ci d'être réalimenté par le nouveau groupe de secours.

La rénovation du TGBT peut se faire ultérieurement et ne fait pas partie du présent rapport.

5. Chiffrages budgétaires

5.1. Remplacement et modernisation des systèmes de supervision et automation

N°	Description	Prix CHF TTC arrondi
1	100 - Études et documentation	467'000 CHF
2	200 - Fournitures	187'000 CHF
3	300 - Paramétrage, développement et tests unitaires	443'000 CHF
4	400 - Intégration plateforme globale	25'000 CHF
5	500 - Montage, tests et mise en service sur site	140'000 CHF
6	600 - Tests d'ensemble et réception	20'000 CHF
7	700 - Divers : matériel de rechange	115'000 CHF
8	800 - Formation : matériel et cours de formation	3'000 CHF
	TOTAL TTC	1'400'000 CHF

5.2. Sécurisation par redondance du TGBT

N°	Description	Prix CHF TTC arrondi
1	Fourniture et pose d'un nouveau TGBT	163'000 CHF
2	Installation électrique (câbles CFO et CFA)	120'000 CHF
3	Modification local TGBT	65'000 CHF
4	Ingénierie électrique	80'000 CHF
	TOTAL TTC	428'000 CHF

5.3. Remplacement du groupe de secours

N°	Description	Prix CHF TTC arrondi
1	Fourniture et pose d'un nouveau GS de minimum 500kVA	226'000 CHF
2	Installation électrique (câbles CFO et CFA)	54'000 CHF
3	Travaux de construction	33'000 CHF
4	Ingénierie GC	11'000 CHF
5	Ingénierie électrique	60'000 CHF
TOTAL TTC		384'000 CHF

6. Planification

6.1. Planification de projet

Systèmes de supervision et automation	
Projet, préparation des appels d'offres	Octobre 2020 - janvier 2021
Publication SIMAP	Février 2021
Mise en soumission	Mars - Avril 2021
Contrôle des offres	Avril - Mai 2021
Adjudication	Mai 2021
Réalisation et mise en service	Juillet 2021 – Fin janvier 2023

Dans l'idéal et à des fins d'optimisation des travaux, les projets de sécurisation par redondance du TGBT et de remplacement du groupe de secours devraient être menés en même temps.

TGBT et Groupe de secours	
Projet, préparation des appels d'offres	Janvier - Février 2021
Publication SIMAP	Mars 2021
Mise en soumission	Avril 2021
Contrôle des offres	Mai 2021
Adjudication	Juin 2021
Commande de matériel	Juillet - Août 2021
Réalisation	Septembre 2021
Mise en service	Octobre 2021

6.2. Planification financière

		2021	2022	2023
1	Modernisation supervision	617'000 CHF	645'000 CHF	138'000 CHF
2	Sécurisation TGBT	428'000 CHF		
3	Remplacement GS	384'000 CHF		
	Divers et imprévus environ 8.5%	121'000 CHF	55'000 CHF	12'000 CHF
	Budget annuel TTC	1'550'000 CHF	700'000 CHF	150'000 CHF
	Budget total TTC	2'400'000 CHF		

Monthey, le 4 janvier 2021

Pelco Sàrl



Jean-Christophe Pfefferlé
Directeur

Annexe : Rapport analyse de risques 1179D - version du 26.06.20