

PROJET de rénovation du système électrique du site de l'ENSM à Marseille et de sa centrale vapeur pédagogique

INTRODUCTION

L'ENSM souhaite rénover le système de distribution du site de Marseille – ENSM et de commande électrique de la centrale pédagogique.

Situation actuelle :

Cette installation, mise en service en 1967, comprend une chaudière au fioul associée à deux turbo-alternateurs (avec les auxiliaires nécessaires au fonctionnement de l'installation : pompes, condenseur, régulation, ...) et un groupe électrogène. Les trois alternateurs peuvent être couplés sur le réseau EDF ou assurer l'alimentation électrique de l'école. La puissance installée totale est de l'ordre de 600 Kw. L'ENSM dispose de son propre transformateur 20000V/400V. Le régime de neutre est de type IT.

L'essentiel de l'installation est contrôlé depuis le PC machine où sont situés les trois tableaux électriques principaux et le pupitre de commande. La régulation de tension des alternateurs est regroupée à l'extérieur du PC machine, dans une armoire dédiée. Le tableau de commande du diesel alternateur en local est situé dans le local DA.

Le pupitre de commande regroupe les commandes de couplage de chaque alternateur : commande des disjoncteurs de couplage, commande +vite/-vite, commande excitation des alternateurs, ... et les indications de tension, fréquence, puissance, intensité, ... Nous disposons de trois alternateurs : Deux turbo-alternateurs, G2 et G3, et un diesel alternateur, G4.

La dénomination G1 était réservée à l'alimentation EDF.

Le tableau général regroupe les disjoncteurs des alternateurs et des différentes pompes, compresseurs, etc. de l'installation. Il comprend aussi le système d'alimentation des salles de TP électricité (transformateurs + génératrice cc, disjoncteurs) et le système de contrôle de l'isolement (vigilohm). Ce tableau comporte aussi le système de comptage de courant. L'école est alimentée depuis ce tableau à travers le tableau de distribution générale.

Le tableau de distribution générale est alimenté par le tableau général et regroupe les disjoncteurs des différents départs vers les consommateurs principaux de l'école : bâtiments, ...

Le tableau relais regroupe l'alimentation 24 volts de l'ensemble de la régulation et de la commande de l'installation, les alarmes et sécurités du groupe électrogène et les sécurités des turbines. Les sécurités de la chaudière ne sont pas dans ce tableau, elles sont regroupées dans le tableau de commande chaudière

Le tableau diesel alimente le compresseur d'air de lancement du groupe électrogène, la petite pompe de circulation d'eau et certaines sécurités du moteur.

L'armoire de contrôle de la chaudière regroupe les systèmes de régulation de la chauffe.

Le tableau de préparation combustible regroupe les commandes des pompes d'alimentation et de transfert de combustible

Figure 1 ci-dessous : Implantation générale des installations

- 1 : Pupitre de commande
- 2 : Tableau général
- 3 : Tableau distribution générale
- 4 : Armoire de régulation de tension alternateurs
- 5 : Tableau relais
- 6 : Tableau diesel
- 7 : Armoire contrôle chaudière
- 8 : Armoire préparation combustible
- 9 : Armoire Pompes Diesels

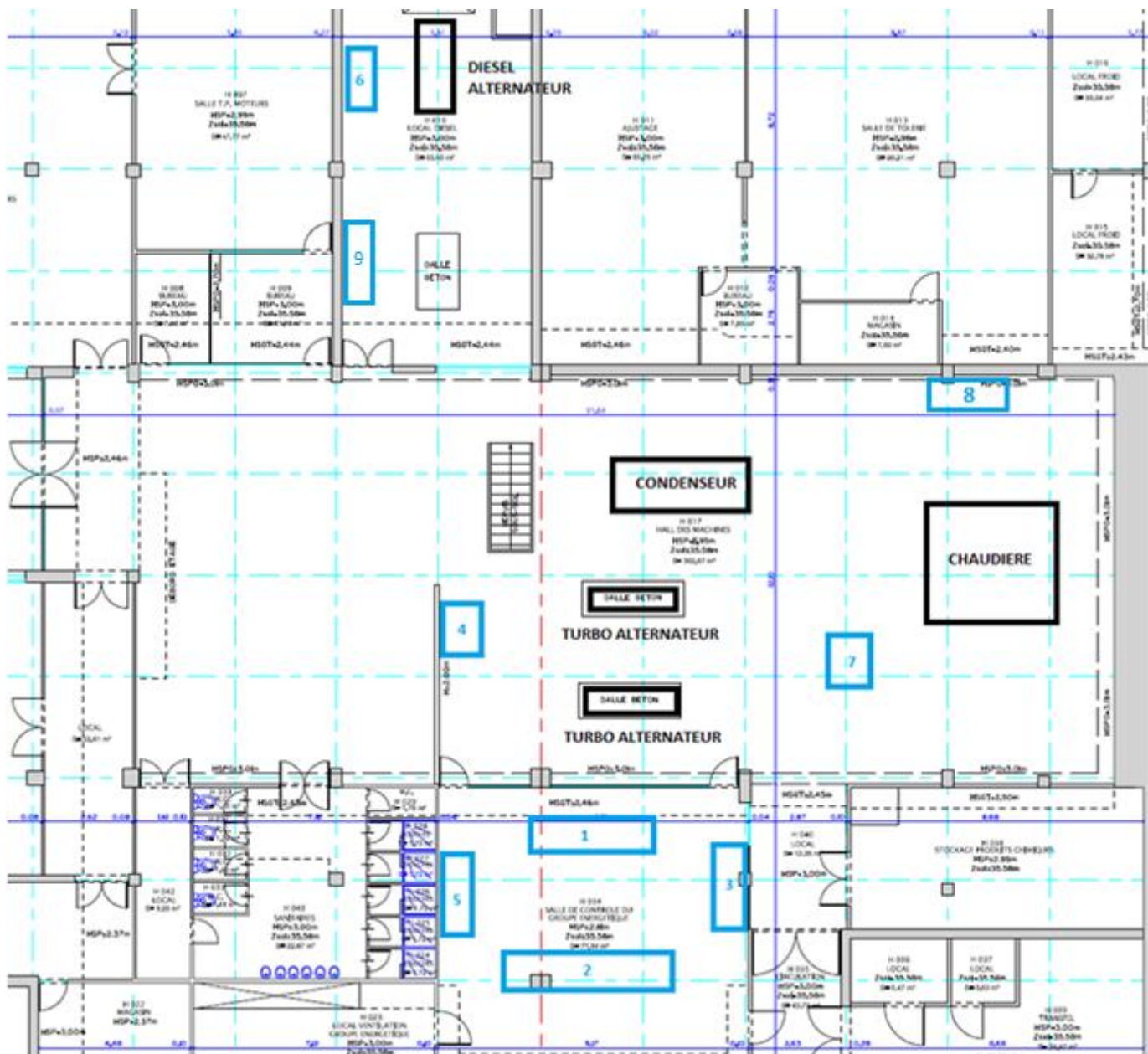
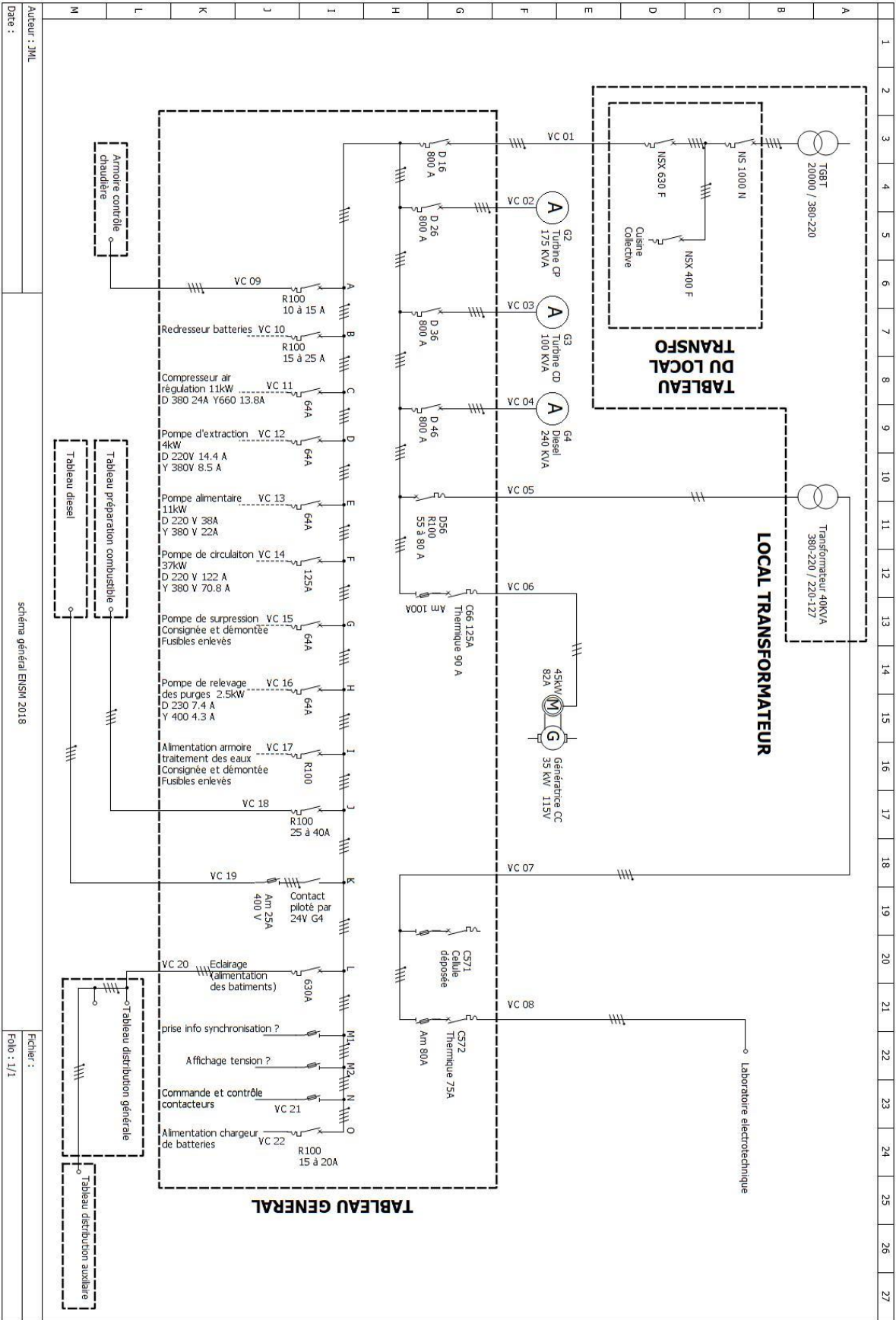


Figure 2 ci-dessus : Schéma synoptique de l'installation électrique



OBJECTIFS GENERAUX

Il s'agit de :

- Renouveler le système de couplage et les disjoncteurs de nos alternateurs.
- Renouveler le système de sécurité des alternateurs, des turbines et du groupe électrogène (anticiper l'intégration du nouveau moteur du groupe électrogène).
- Renouveler le système de régulation de tension de nos alternateurs.
- Renouveler les alimentations, les protections et les commandes de nos auxiliaires électriques (pompes, compresseur).
- Sécuriser l'alimentation de l'armoire de distribution générale, qui assure alimentation électrique du reste de l'école. Cette armoire est actuellement alimentée depuis le tableau général qui alimente les auxiliaires de la centrale.
- Démanteler les installations qui assurent actuellement ces fonctions.
- Ajouter un système de banc de charge permettant de coupler nos alternateurs sur un réseau indépendant d'EDF.
- Améliorer le système de détection de défaut d'isolement du cœur de l'installation électrique de l'école

Les critères de compatibilité et d'intégration entre les nouveaux éléments et ceux qui vont rester en place doivent être pris en compte. Les éléments restant en place doivent rester fonctionnels. **Le contrôle et éventuellement la remise en état de ces éléments revient au titulaire.**

NATURE DES TRAVAUX A REALISER

L'objectif est la rénovation complète de l'installation électrique en gardant une architecture conforme à l'installation actuelle et donc à celle d'un navire : possibilité de couplage sur le réseau EDF, possibilité d'alimenter le réseau de l'école, nécessaire relatif à la conversion du régime de neutre de l'école (de type IT), alimentation des différents auxiliaires en tenant compte des sécurités et automatismes, etc.

Le document S46806-SEN-ELE-3-301 donne une idée de l'architecture générale souhaitée de la nouvelle installation.

LISTE DES FONCTIONNALITES ATTENDUES

La nouvelle installation devra assurer les fonctionnalités suivantes :

1. Couplage manuel des groupes G2, G3 et G4 sur un réseau relié à EDF depuis un pupitre unique situé dans la salle de commande. Ce pupitre centralisera toutes les télécommandes et d'affichage d'informations nécessaires à ces opérations. Il comportera au moins les afficheurs suivants tension réseau, tension alternateur, fréquence réseau et alternateur, puissance active, réactive et cos Phi de chaque groupe et du réseau.
2. Régulation de tension des groupes G2, G3, G4. Reprise possible et aisée en manuel du réglage de la tension. Réglage possible et facile d'accès du statisme en tension.
3. Couplage manuel et automatique des groupes G2, G3, G4 sur un réseau autonome relié à un banc de charge résistif et selfique variable. On devra alors pouvoir découpler EDF du réseau avec G2, G3 et G4 couplés.
4. Possibilité d'utiliser le Diesel alternateur G4 comme groupe de secours (couplage sur barres sans tension) et protection en cas de retour courant EDF inopiné.
5. Protection du turbo-alternateur G2 : Les sécurités suivantes déclencheront l'ouverture de l'électrovanne de sécurité (coupant l'admission vapeur à la turbine) et l'ouverture du disjoncteur de couplage de G2.
 - Pression basse huile (pressostat existant à remplacer).
 - Température haute huile (thermostat existant à remplacer)
 - Retour de puissance
 - Surcharge
 - Bouton arrêt d'urgence sur l'armoireUne alarme visuelle (voyant) et sonore sera prévue.
6. Protection du turbo-alternateur G3 : Les sécurités suivantes déclencheront l'ouverture de l'électrovanne de sécurité (coupant l'admission vapeur à la turbine) et l'ouverture du disjoncteur de couplage.
 - Pression basse huile (pressostat existant à remplacer)
 - Température haute huile (thermostat existant à remplacer)
 - Retour de puissance
 - Surcharge
 - Bouton arrêt d'urgence sur l'armoireUne alarme visuelle (voyant) et sonore sera prévue.
7. Protection du diesel-alternateur G4 : : Les sécurités suivantes déclencheront l'alimentation de la bobine de sécurité et l'ouverture du disjoncteur de G4.
 - Pression basse huile (pressostat existant à remplacer). Un shunt temporaire sera prévu pour permettre le démarrage du moteur.
 - Température haute huile (thermostat existant à remplacer)

Température haute eau

Retour de puissance

Surcharge

Bouton arrêt d'urgence sur l'armoire

Bouton arrêt d'urgence à l'entrée du local diesel (existant).

Une alarme visuelle (voyant) et sonore sera prévue.

Le diesel de ce DG va prochainement être remplacé. Il faudra donc que ce système de sécurités puisse être facilement reconfiguré pour un nouveau moteur.

8. Alimentation du coffret électrique du compresseur d'air lancement du diesel (4.15A en 400V tri) actuellement assurée par l'armoire diesel (N°6 sur plan).
9. Réintégration au sein d'une armoire de la salle de commande de l'afficheur de données « contrôle du moteur Poyaud » et ses coffrets associés démonté au point 2.3.2 (voir plus bas).
10. Alimentation de l'armoire de distribution générale (N° 3). Actuellement assurée par la cellule L de 630 A dans le tableau général. Cette alimentation ne devra plus dépendre comme maintenant du tableau de la centrale. **Attention : ce basculement devra être effectué en moins d'une journée afin d'assurer la bonne alimentation des autres bâtiments.**
11. Contrôle permanent de l'isolement du réseau, avec un système d'alarme visuelle et sonore en salle de commande. En fonction des options retenues, cette disposition peut concerner uniquement la partie alimentation électrique de la centrale ou toute l'école. En option, le titulaire peut proposer un système moderne de détection sélective des défauts sur toute l'installation.
12. Alimentation et démarreur du convertisseur AC/DC, actuellement assurée par la cellule C66 de 125 A du tableau général, depuis un nouveau "tableau salle TP". Cette alimentation ne devra plus dépendre comme maintenant du tableau de la centrale. Le tableau de distribution 110 V CC situé en salle H103 doit être refait (contrôle de tension continue et télécommande du démarrage du convertisseur).
13. Point optionnel : le titulaire proposera une solution de remplacement de ce convertisseur AC/DC par un convertisseur statique.
14. Alimentation du laboratoire d'électrotechnique en triphasé 220-127 via transformateur 40KVA existant, depuis un nouveau "tableau salle TP". Actuellement assurée par les cellules D56 et C572 du tableau général.
15. Alimentation de l'armoire contrôle chaudière (N°7 sur le plan de masse) en triphasé 380v, actuellement assurée par la cellule A du tableau général, depuis le "tableau distribution général" existant. Cette alimentation devra pouvoir être manœuvrée en façade.

16. Alimentation de l'armoire contrôle chaudière (N°7 sur le plan de masse) en 24V AC. Actuellement assurée par le tableau de relais général, depuis le "tableau distribution général" existant. Cette alimentation devra pouvoir être manœuvrée en façade.
17. Alimentation du compresseur ABAC, actuellement assuré par le tableau de distribution auxiliaire (non indiqué sur le plan) par un disjoncteur de 32 A.
18. Réserve pour alimentation d'un second compresseur de puissance identique a celui vu au point précédent.
19. Alimentation et démarreur de la pompe d'extraction Bergeron de 4KW, actuellement assurée par la cellule D du tableau général.
20. Commande marche/Arrêt de la pompe Bergeron situé dans la salle de commande avec voyants"ES HS". Commande marche/arrêt de cette même pompe sur un coffret situé à proximité de la pompe. Ce coffret sera équipé d'un ampèremètre ainsi que d'un sélecteur "local/distance" permettant l'inhibition de la commande située en salle de contrôle. Dépose de l'ancien système de commande. Envoi du signal intensité vers notre automate de supervision situé dans l'armoire contrôle chaudière.
21. Alimentation de la pompe d'extraction Allweiller de 5.5KW.
22. Commande marche/Arrêt de la pompe Allweiller situé dans la salle de commande avec voyants"ES HS". Commande marche/arrêt de cette même pompe sur un coffret situé à proximité de la pompe. Ce coffret sera équipé d'un ampèremètre ainsi que d'un sélecteur "local/distance" permettant l'inhibition de la commande située en salle de contrôle. Dépose de l'ancien système de commande. Envoi du signal intensité vers notre automate de supervision situé dans l'armoire contrôle chaudière.
23. Alimentation et démarreur de la pompe alimentaire SIHI de 15 KW, actuellement assurée par le tableau de distribution auxiliaire (non indiqué sur le plan). Dépose de l'ancienne alimentation.
24. Commande marche/Arrêt de la pompe SIHI situé dans la salle de commande avec voyants"ES HS". Commande marche/arrêt de cette même pompe sur un coffret situé à proximité de la pompe. Ce coffret sera équipé d'un ampèremètre ainsi que d'un sélecteur "local/distance" permettant l'inhibition de la commande située en salle de contrôle. Dépose de l'ancien système de commande. Envoi du signal intensité vers notre automate de supervision situé dans l'armoire contrôle chaudière.
25. Alimentation et démarreur d'une pompe alimentaire type SIHI, non encore posée, a proximité de l'alimentation vue au point 24.

26. Commande marche/Arrêt de la pompe vue au point précédent situé dans la salle de commande avec voyants"ES HS". Commande marche/arrêt de cette même pompe sur un coffret situé à proximité de la pompe. Ce coffret sera équipé d'un ampèremètre ainsi que d'un sélecteur "local/distance" permettant l'inhibition de la commande située en salle de contrôle. Dépose de l'ancien système de commande. Envoi du signal intensité vers notre automate de supervision situé dans l'armoire contrôle chaudière.
27. Alimentation et démarreur de la pompe de circulation de 37kW, Actuellement assurée par la cellule F du tableau général. Sauf surcout rédhibitoire, l'usage d'un variateur est préconisé.
28. Commande marche/Arrêt de la pompe de circulation situé dans la salle de commande avec voyants"ES HS". Commande marche/arrêt de cette même pompe sur un coffret situé à proximité de la pompe. Ce coffret sera équipé d'un ampèremètre ainsi que d'un sélecteur "local/distance" permettant l'inhibition de la commande située en salle de contrôle. Dépose de l'ancien système de commande. Envoi du signal intensité vers notre automate de supervision situé dans l'armoire contrôle chaudière.
29. Option : Emplacement pour une alimentation et démarreur d'une nouvelle pompe de circulation. Sauf surcout rédhibitoire, l'usage d'un variateur est préconisé.
30. Commande marche/Arrêt de la pompe de circulation en réserve situé dans la salle de commande avec voyants"ES HS". Commande marche/arrêt de cette même pompe sur un coffret situé à proximité de la pompe. Ce coffret sera équipé d'un ampèremètre ainsi que d'un sélecteur "local/distance" permettant l'inhibition de la commande située en salle de contrôle. Envoi du signal intensité vers notre automate de supervision situé dans l'armoire contrôle chaudière..
31. Alimentation et démarrage automatique de la pompe de relevage des purges (2.5KW en monophasé), asservi à un flotteur (attention, eau à 95°). Il faudra disposer d'un mode stop, marche automatique, marche forcée). La commande marche/arret sera située sur un coffret à proximité de la pompe avec voyants"ES HS"
32. Alimentation du tableau préparation combustible en triphasé 400V, actuellement alimenté par la cellule J du tableau principal (disjoncteur réglable de 25A à 40A). Cette alimentation devra pouvoir être manœuvrée en façade d'une armoire de la salle de contrôle.
33. Commande de la pompe de transfert gasoil. La télécommande de cette pompe se situe sur l'armoire diesel (N°6 sur plan) qui va être démontée. Elle doit être réimplantée sur l'armoire préparation combustible (N°8 sur le plan) où se trouve le démarreur de la pompe.

34. Emplacements réservés : Des emplacements vides seront prévus dans les armoires pour de futures alimentations. Prévoir quatre logements pour des alimentations/commandes de pompe type SIHI de 15 à 25 kw (télécommande local distance) et quatre pour des systèmes similaires à ceux du point suivant (simples disjoncteurs sans télécommande).
35. Alimentation du module séparateur à huile (Séparateur + réchauffeur). La commande d'alimentation devra être en façade d'une armoire de la salle de contrôle.. Démontage de l'ancienne alimentation depuis le tableau de distribution auxiliaire.
36. Alimentation de l'armoire "pompes diesels" située dans le local diesel. La commande d'alimentation devra être en façade dans la salle de contrôle. Démontage de l'ancienne alimentation depuis le tableau de distribution général.
37. Point optionnel : pose de cables entre les coffrets locaux des pompes des points 20, 22, 24, 26, 28 et 30 et l'automate de supervision situé dans le tableau de contrôle de chauffe, permettant le contrôle ultérieur de ces pompes par l'automate. Il n'est pas nécessaire de connecter ces câbles à l'automate.
38. Fourniture d'un jeu complet de plans finaux de l'installation sous format papier et informatique.
39. Point optionnel : Installation d'un banc de charge selfique et résistif permettant de coupler nos alternateurs indépendamment du réseau EDF. Le but étant de conduire le réseau en système îloté.
40. Prévoir une possibilité de connexion de la salle H111 sur le réseau central.

DEMONTAGE

1. Démontage de l'armoire « tableau général » ; N°2 sur le plan de masse
2. Démontage de l'armoire « Tableau de relais » ; N°5 sur le plan de masse
L'afficheur de données « contrôle du moteur Poyaud » et ses coffrets associés seront déposés de manière à pouvoir être réimplantés dans une des nouvelles armoires. Les câbles qui relient ces coffrets au moteur Poyaud seront préservés.
3. Démontage de l'armoire « Pupitre de commande » ; N°1 sur le plan de masse
4. Démontage de l'armoire « Tableau Diesel » ; N°6 sur le plan de masse
5. Démontage de l'armoire « Régulation de tension alternateur » N°4 sur le plan de masse
6. Démontage éventuel du système de chargeur de batterie 24V ainsi que des batteries, si ce système n'est pas réutilisé.
7. Démontage éventuel de l'armoire de distribution 110V située au premier étage en salle H103, si la structure n'est pas réutilisable.

Le titulaire devra également enlever les liaisons obsolètes entre ces armoires.

Le titulaire devra prendre soin de laisser en place les câbles encore utiles qui auront été identifiés lors de la phase d'étude, particulièrement les câbles Ethernet du système de supervision et les alimentations des armoires « préparation combustible » et « armoire contrôle chaudière ».

L'élimination des déchets sera à la charge du titulaire.

CREATION ET INSTALLATION DES NOUVEAUX EQUIPEMENTS

Le choix de l'implantation des nouvelles armoires est laissé au titulaire mais devra être discuté avec l'équipe pédagogique.

ORGANISATION DU PROJET

Le projet se décompose en deux étapes (le titulaire devant en assurer la maîtrise d'œuvre complète) :

ETAPE 1 : une première étape avec l'étude d'exécution et la réalisation des tableaux sur site du titulaire. Le livrable attendu est la validation des fonctionnalités de ces derniers sur banc de test.

ETAPE 2 : une seconde étape avec le démontage des tableaux existants et l'installation des nouveaux tableaux. Le livrable attendu est la mise en service de l'installation et la validation des fonctionnalités in situ.

CALENDRIER

Le titulaire devra prendre les dispositions techniques permettant de maintenir l'alimentation électrique de l'école pendant toute la durée des travaux.

Planning prévisionnel :

ETAPE 1 : Obligatoirement avant la fin 2025 – HIVER 2025/2026

- Études d'exécution et réalisation des armoires.
- Mise au point, tests sur banc et essais sur site du Titulaire, livraison des armoires sur site ENSM. A l'issue des tests, le démontage et l'installation pour l'été 26 seront validés (go/no go).
- Des travaux préparatoires pourront être réalisés avant l'été dans le cas où ils permettent l'activité du site sans interruption (y compris l'utilisation de la centrale).

ETAPE 2 : ETE 2026

- Démontage installation existante et montage tableaux neufs. Pendant la réalisation le prestataire prévoira un dispositif d'alimentation de l'école si nécessaire.
- Tests in situ et mise en service. Les travaux (réception et levées des réserves) devront obligatoirement être terminés avant la rentrée scolaire 2026.

FORMATIONS

Au moins deux jours ouvrables aux enseignants utilisateurs.
Documentation technique (plans, etc...) et mode d'emploi.

- Le dossier d'étude complet
- Les plans d'implantation
- La liste des équipements montés avec caractéristiques et gisements
- Le dossier technique utilisateur
- Le support de cours de la formation