


 <small>ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME</small>	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE			
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500	
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 1 sur 25	

AVANT PROJET SOMMAIRE

NOTE TECHNIQUE

DESCRIPTION DES INSTALLATIONS PROJETÉES
ET DU NOUVEAU MATÉRIEL PRINCIPAL

0	BPE	20/03/2019	Bon Pour Exécution des Études de Détails	FJA	FPA	JVA
Rev.	Statut	Date	Description	Préparée par	Vérifiée par	Approuvé par

		ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE			
Ref Client :	2019-03	Ref Sofresid :	S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision :	0	Date de révision :	20/03/2019	Statut :	BPE
				Page :	2 sur 25

Historique de Révision

Rev.	Statut	Date	Préparée par	Vérifiée par	Approuvé par
0	BPE	20/03/2019	Florian JAFFUEL	Franck PAULY	Johann VANDERBEKE

Niveau d'impact des modifications apportées dans cette révision :



☐ Faible

☐ Moyen

☐ Fort

Fonction / Départements impactés par cette révision
Objet de la modification

Nota : Les modifications sont signalées par des caractères en bleu-vert.



	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 3 sur 25

Points en attente (HOLD)

Item	Description	Action
1	[séparateur d'huile] : arrêt d'urgence et contrôle/commande à clarifier en études de détails.	



Options

Item	Description
1	Variateur de vitesse sur pompe de circulation (37kW).
2	Remplacement de l'alimentation 110Vcc (moteur + génératrice + coffret de distribution) par un convertisseur statique
3	Mise en place d'un détecteur de défaut d'isolement (fixe et mobile)
4	Mise en place d'un banc de charge 150kW-50kvar
5	Écran d'interface Homme-Machine

 <small>ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME</small>	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 4 sur 25

SOMMAIRE

1. GÉNÉRALITÉS	5
1.1 OBJET DU DOCUMENT	5
1.2 DOCUMENTS APPLICABLES	5
1.2.1 Normes, Règlementations et Documents Client	5
1.2.2 Documents de Référence	7
1.3 DÉFINITIONS, ABBRÉVIATION ET ACRONYMES	7
2. DONNÉES DE BASE, HYPOTHÈSES ET ATTENTES	8
2.1 DONNÉES DE BASE	8
2.2 HYPOTHÈSES	8
3. CONDITIONS D'INSTALLATIONS	8
3.1 CONDITIONS CLIMATIQUES	8
3.2 CONDITIONS PARTICULIÈRES	8
4. DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET ET DES INSTALLATIONS	9
4.1 DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET	9
4.2 DESCRIPTION SOMMAIRE DES INSTALLATIONS	9
5. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS PROJETÉES	10
5.1 DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE PROJETÉE	10
5.1.1 Principe	10
5.1.2 Sécurités	10
5.1.3 Options	11
5.2 CONFIGURATIONS RÉSEAU PRÉVUES	12
5.2.1 Scénario 1	12
5.2.2 Scénario 2	12
5.2.3 Scénario 3	13
5.3 CONTRÔLE/COMMANDE	14
5.3.1 Mode de fonctionnement	14
5.3.2 Synchro-Couplage des groupes	14
5.3.3 Régulations	15
5.3.4 Protections	16
5.3.5 Synthèse	16
6. DESCRIPTION DU NOUVEAU MATÉRIEL PRINCIPAL	17
6.1 Câbles	17
6.2 TABLEAUX ET ARMOIRES	17
6.2.1 Armoire Général Basse Tension	17
6.2.2 Tableau Général Machines	17
6.2.3 Tableau Diesel	19
6.2.4 Tableau Salles TP	19
6.2.5 Armoire de distribution Salles TP	20
6.2.6 Pupitre de Commande	20
6.3 VARIATEUR DE VITESSE (OPTION 1)	22
6.4 REDRESSEUR STATIQUE (OPTION 2)	23
6.5 DÉTECTEUR DE DÉFAUT D'ISOLEMENT (OPTION 3)	23
6.6 BANC DE CHARGE RL (OPTION 4)	23
6.7 ÉCRAN D'INTERFACE HOMME-MACHINE (OPTION 5)	23
7. PLANNING	24
7.1 PLANNING PRÉVISIONNEL (CLIENT)	24
7.2 PLANNING ESTIMÉ SOFRESID	24
ANNEXES	25
ANNEXE 1 : CONFIGURATIONS RÉSEAU PRÉVUES - NOUVELLE INSTALLATION	1
ANNEXE 2 : PRINCIPE SYNOPTIQUE PUPITRE DE COMMANDE	1
ANNEXE 3 : SURVEILLANCE MOTEUR DIESEL À RECONDUIRE	1
ANNEXE 4 : PLANNING PRÉVISIONNEL CLIENT	1
ANNEXE 5 : PLANNING ESTIMÉ SOFRESID	1

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 5 sur 25

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 OBJET DU DOCUMENT

La présente note technique a pour but de décrire la future installation électrique nécessaire au fonctionnement de la centrale vapeur pédagogique de l'ENSM ainsi que les caractéristiques du nouveau matériel principal à prévoir.

L'installation est située sur le site de l'ENSM à Marseille (13) – 8^{ème} arrondissement.

Dans le présent document, le terme suivant désigne :

- « CLIENT » : ENSM ;

1.2 DOCUMENTS APPLICABLES



1.2.1 Normes, Règlementations et Documents Client

Le matériel fourni devra être conforme aux dispositions des textes réglementaires et normatifs en vigueur. Ainsi qu'aux règles de l'art de la profession. Tous les matériels importés devront être homologués et marqués CE.

1.2.1.1 Règlementations

La réglementation française et européenne est applicable dans son intégralité et en particulier dans les décrets et règlements administratifs et légaux listés ci-dessous :

Rév.	Description
	<u>Arrêtés :</u>
0	Arrêté du 14 novembre 1988, pris pour l'exécution des dispositions du livre II du code du travail (titre III : Hygiène, sécurité et conditions du travail) en ce qui concerne la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques
0	Arrêté du 10 octobre 2000, fixant la périodicité, objet et l'étendue des vérifications des installations électriques au titre de la protection des travailleurs ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications.
0	Arrêté du 19/04/2012 relatif aux normes d'installation intéressant les installations électriques des bâtiments destinés à recevoir des travailleurs
	<u>Décrets :</u>
0	Décret n°77-1321 du 29 novembre 1977, fixant les prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure.
0	Décret n°2009-697 du 16 juin 2009 relatif à la normalisation
0	Décret 2010-1016 du 30 août 2010, Relatif aux obligations de l'employeur pour l'utilisation des installations électriques des lieux de travail
0	Décret 2010-1017 du 30 août 2010, Relatif aux obligations des maîtres d'ouvrage entreprenant la construction ou l'aménagement de bâtiments destinés à recevoir des travailleurs en matière de conception et de réalisation des installations électriques
0	Décret 2010-1018 du 30 août 2010, Portant diverses dispositions relatives à la prévention des risques électriques dans les lieux de travail
0	Décret 2010-1118 du 22 septembre 2010, Relatif aux opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage

 <small>ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME</small>	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 6 sur 25



<u>Directives :</u>	
0	Directive Basse Tension 93/68CEE
0	Directive 97/23 CEE concernant les équipements sous pression
0	Directive CEM 2004/108/CE du 15 Décembre 2004, concernant la compatibilité électromagnétique
0	Directive 2006/42/CE relative au machines
0	Directive 2006/95/CE concernant le rapprochement des législations des États membres relatives au matériel électrique destiné à être employé dans certaines limites de tension
0	Directive 2009/104/CE concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour l'utilisation par les travailleurs au travail d'équipements de travail
0	Directive 2009/105/CE relative aux récipients à pression simples

D'une manière générale les installations et le matériel devront être réalisés et conçus en conformité avec les derniers règlements Européens en vigueur et suivant les Règles de l'Art des différents métiers.

1.2.1.2 Normes

Les normes en vigueur applicables sont listées ci-dessous :

Rév.	Numéro	Description
0	NF C 04-200	Repérage des conducteurs
0	NF C 15-100	Installations électriques basse tension
0	NF C 18-540	Prescriptions de sécurité électrique pour les opérations basse tension sur les installations et les ouvrages hors travaux sous tension
0	NF EN 60947	Appareillage à Basse Tension
0	NF EN 61140	Protection contre les chocs électriques - Aspects communs aux installations et aux matériels
0	NF EN 60445	Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification - Identification des bornes de matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs
0	NF EN 60947-1	Appareillage à basse tension - Partie 1 : règles générales
0	NF EN 61000	Compatibilité électromagnétique (CEM)
0	CEI 60529	Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)
0	CEI 61439	Ensemble d'appareillage à basse tension
0	CEI 62262	Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (code IK)
0	UTE C20-450	Comportement au feu des matériaux, des composants et des matériels électroniques (électriques, électromécaniques, électroniques) - Considérations générales

 ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME		ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		 SOFRESID ENGINEERING	
Ref Client : 2019-03		Ref Sofresid : S46806		Référence du document : S46806-SEN-ELE-6-500	
Révision : 0		Date de révision : 20/03/2019		Statut : BPE	
				Page : 7 sur 25	

1.2.1.3 Standards CLIENT

Aucun standards CLIENT applicables.

1.2.2 Documents de Référence

1.2.2.1 Références internes

Les références internes sont les suivantes :



[X]	Rév.	Numéro	Description
[1]	0	S46806-SEN-ELE-2-001	Plan d'aménagement des locaux et cheminements principaux
[2]	1	S46806-SEN-ELE-3-200	Schéma unifilaire - situation actuelle
[3]	1	S46806-SEN-ELE-3-201	Schéma unifilaire - situation Projetée
[4]	0	S46806-SEN-ELE-3-400	Diagramme des liaisons électriques et fonctionnelles - G2 et G3
[5]	0	S46806-SEN-ELE-3-401	Diagramme des liaisons électriques et fonctionnelles – G4
[6]	0	S46806-SEN-ELE-3-402	Schéma d'architecture contrôle/commande
[7]	0	S46806-SEN-ELE-4-001	Liste des équipements et des protections nouvelles
[8]	0	S46806-SEN-ELE-4-400	Carnet de câbles nouveaux principaux et prolongés
[9]	0	S46806-SEN-ELE-4-401	Carnet de câbles existants (annoté)
[10]	0	S46806-SEN-ELE-6-001	Note de calcul préliminaire des câbles et protections

1.2.2.2 Références externes

Non applicable.

1.3 DÉFINITIONS, ABBRÉVIATION ET ACRONYMES

AGBT	:	Armoire Générale Basse Tension
AU	:	Arrêt d'Urgence
BP	:	Bouton Poussoir
CPI	:	Contrôleur Permanent d'Isolement
ENSM	:	École Nationale Supérieure Maritime
GE	:	Groupe Électrogène
PE	:	Presse-Étoupe
PdC	:	Pouvoir de Coupure
TA	:	Turbo-Alternateur
TPL	:	Tourner Pousser Lumineux

 <small>ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME</small>	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 8 sur 25

2. DONNÉES DE BASE, HYPOTHÈSES ET ATTENTES

2.1 DONNÉES DE BASE

Non Applicable.

2.2 HYPOTHÈSES

H1) Étant donné que l'installation existante disposait déjà de sources de production d'énergie électrique qui permettaient la réinjection de puissance sur le réseau public de distribution, il a été considéré que la protection de découplage, telle que demandée par le Distributeur d'énergie électrique (ENEDIS) et imposée par arrêtés (17 mars 2003 et 23 avril 2008), était existante et non impactée par le projet.

H2) Pour la réalimentation de certains consommateurs, le fait que l'installation soit en régime de neutre IT, qu'un réseau de masses équipotentiel n'est pas garanti et que les liaisons d'alimentations sont des câbles sans PE, il a été fait le choix pour l'ensemble des nouvelles protections d'intégrer des différentiels plutôt que de remplacer les câbles afin d'intégrer le PE.

3. CONDITIONS D'INSTALLATIONS



3.1 CONDITIONS CLIMATIQUES

Les conditions climatiques à prendre en compte, sont les suivantes :

- Atmosphère extérieure : salins ;
- Températures extérieures de design : -20°C / +40°C ;
- Altitude : < 1000m.

3.2 CONDITIONS PARTICULIÈRES

Aucune condition particulière.

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 9 sur 25

4. DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET ET DES INSTALLATIONS

4.1 DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

Le CLIENT souhaite rénover le système de distribution et de commande électrique de la centrale vapeur pédagogique. Ce système sert à former les futurs officiers et ingénieurs de la marine marchande. Il souhaite également dissocier l'alimentation électrique de l'école du tableau alimentant les auxiliaires de la centrale vapeur.

4.2 DESCRIPTION SOMMAIRE DES INSTALLATIONS

L'installation actuelle a été mise en service en 1967. Cet ensemble nommé « Groupe Énergétique » est constitué d'une chaudière au fioul associée à deux turbo-alternateurs (G2 et G3) et d'un groupe électrogène (G4). La dénomination G1 était, à l'origine de l'installation, réservée à l'alimentation EDF.

Les trois alternateurs peuvent être couplés sur le réseau EDF et assurer l'alimentation électrique de l'école.

La puissance totale de production installée est de 515kVA.

Distribution

L'alimentation « EDF », par le biais d'un transformateur 20kV/410V de 630kVA, arrive sur l'armoire générale basse tension située dans le local transformateur (H039). [1][2]

Le régime de neutre est IT.

Cette armoire alimente principalement la cuisine collective et le Tableau Général.

Le Tableau Général dispose de 4 sources d'alimentation sur le même jeu de barres : 1 depuis le réseau EDF et 3 depuis les 3 groupes G2, G3 et G4.

Ce tableau alimente l'ensemble des auxiliaires du Groupe Énergétique ainsi que les consommateurs suivants :

- Le tableau de distribution générale qui alimente le reste de l'école et notamment le tableau de distribution auxiliaire.
- Le tableau diesel où est situé le contrôle/commande et alimentation des auxiliaires du groupe électrogène.
- Le tableau de contrôle de chauffe qui gère le contrôle/commande et la régulation de la centrale vapeur.
- L'armoire de préparation combustible où est situé le contrôle/commande et alimentation des pompes fuel et gasoil.
- Un moteur entraînant une génératrice à courant continu pour la distribution de l'alimentation 110Vcc.
- Un transformateur (40kVA) qui sert à générer le 230Vca/132Vca nécessaire aux salles de TP.
- 2 redresseurs sur batteries pour la génération du 24Vcc.

Le CPI contrôlant toute l'installation est situé dans ce tableau.

Contrôle/Commande



Le Groupe Énergétique est principalement contrôlé depuis la salle de contrôle (H034) où sont situés le Tableau Général, le tableau de distribution générale, le tableau de relais et le pupitre de commande.

La commande du diesel-alternateur est située en face avant du tableau diesel situé dans le local diesel (H010). [1]

Le pupitre de commande regroupe les commandes de couplage et de synchronisation de chaque alternateur (disjoncteurs de couplage, +vite/-vite, excitation des alternateurs, etc.) ainsi que des afficheurs analogiques (tension, fréquence, puissances, courants, etc.).

Le tableau de relais regroupe l'alimentation 24Vcc de la régulation et de la commande de l'installation, les alarmes et sécurité, des alternateurs et machines (turbines et moteur diesel).

La régulation de tension des alternateurs est regroupée, dans le tableau d'excitation, dans le hall des machines (H017). [1]

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 10 sur 25

5. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS PROJETÉES

5.1 DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE PROJETÉE

5.1.1 Principe

L'architecture de distribution électrique générale de l'installation n'est que peu impactée. [3]
Le régime de neutre IT est maintenu.

Le Tableau Général existant devient le Tableau Général Machines et garde la même architecture : un jeu de barres principal, où 4 sources d'alimentation sont raccordées (EDF, G2, G3 et G4), d'où sera alimenter les auxiliaires de la centrale vapeur.

Il regroupera l'ensemble des fonctions de l'ancien Tableau Général mais également celles du Tableau d'Excitation et du Tableau Relais.

Il sera installé dans la salle de contrôle du groupe énergétique (H034). [1]

Les modifications de l'installation les plus importantes sont les suivantes :

- Tableau Général Machines (ex-Tableau Général) :
 - Remplacement de l'enveloppe et de l'ensemble du matériel interne ;
 - Intégration des fonctions du Tableau d'Excitation et Tableau Relais ;
 - Modification de l'emplacement physique du tableau ;
- Armoire Générale Basse Tension :
 - Extension d'enveloppe pour l'intégration de 2 nouveaux départs pour alimenter le Tableau de Distribution Général existant et le nouveau Tableau Salles TP.
 - Intégration d'un CPI.
- Tableau de Distribution Général : alimentation détournée sur l'AGBT de manière à la dissocier de la distribution électrique de la centrale vapeur.
- Tableau Salles TP : Création d'un nouveau tableau permettant la distribution de divers niveaux de tension pour les salles de TP.
- Tableau Diesel : remplacement complet du tableau en lieu et place de l'existant. Les fonctionnalités actuelles seront reconduites à l'identique.
- Tableau Contrôle de Chauffe : Détournement de l'alimentation sur le Tableau de Distribution Général. Notamment pour secourir l'alimentation de l'automate (FOXBORO).
- Armoire Distribution Salles TP : remplacement des coffrets de distribution des divers niveaux de tension dans les salles de TP par une seule armoire.

D'autres modifications, moins importantes, sont également prévues et ne sont pas détaillées dans ce document. L'ensemble des modifications sont identifiées sur les documents associés à la présente note technique (voir §1.2.2.1).

Nota : lors de la dépose des tableaux/armoires existants, de la réfection de sol (carrelage, rebouchage trémies, etc.) est à prévoir.



5.1.2 Sécurité

Actuellement, il existe un arrêt d'urgence à l'extérieur du local diesel (H010) pour la coupure du moteur et un à l'extérieur du local transformateur (H039) pour la coupure de l'AGBT. [1]

Ces AU seront reconduits et d'autres seront rajoutés [3] :

- 1 par groupe, installés sur le nouveau pupitre de commande pour couper l'alimentation du groupe concerné ;
- 1 à l'entrée de la salle de contrôle du Groupe Énergétique (H034) pour couper le Tableau Général Machines : ouverture des protections de toutes les sources d'alimentation (EDF, G2, G3 et G4).
- 1 en face avant du nouveau Tableau Diesel pour la coupure du moteur d'entraînement.

L'action sur les AU impactant les groupes engendrera une coupure électrique et une coupure de la (ou des) machine concernée (turbine, moteur diesel).

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 11 sur 25

5.1.3 Options

Le CLIENT a souhaité qu'il soit étudié certaines modifications sous forme d'options. [1][3]

5.1.3.1 Variateur de vitesse – Item 1

Le CLIENT envisage d'alimenter la pompe de circulation existante par un variateur de vitesse. Il n'y en a actuellement pas. Le but étant uniquement pédagogique afin d'élargir son offre de formation. La fourniture, la pose et la mise en œuvre est donc une option du projet.

La consigne de vitesse sera générée depuis le pupitre par un potentiomètre.

5.1.3.2 Alimentation 110Vcc – Item 2

Le CLIENT souhaiterait remplacer l'alimentation actuelle, un moteur entraînant une génératrice CC, par un convertisseur statique de puissance identique. Le but étant de fiabiliser cette distribution. Le remplacement du coffret de distribution est également compris.

La fourniture, la pose et la mise en œuvre est donc une option du projet.

5.1.3.3 Détecteur de défaut d'isolement – Item 3

Le CLIENT a régulièrement des déclenchements intempestifs dus à des défauts d'isolement. Il souhaiterait donc pouvoir identifier l'origine de ces défauts. Actuellement il n'existe pas de détecteur de défaut d'isolement.

Le CLIENT envisage d'en installer un fixe, au niveau de l'AGBT.

La fourniture, la pose et la mise en œuvre est donc une option du projet.

Il envisage également d'avoir un détecteur mobile pour effectuer une recherche de l'origine du défaut d'isolement plus précise.

La fourniture est donc une option du projet.

5.1.3.4 Banc de charge – Item 4

Le CLIENT envisage l'installation d'un banc de charge directement raccordé sur le Tableau Général Machines. Le but étant uniquement pédagogique. Actuellement, il n'existe pas de banc de charge. Il permettra la simulation de charge résistive et réactive sur le réseau. Il sera équipé de plusieurs crans de réglage pilotables depuis le pupitre de commande.

La fourniture, la pose et la mise en œuvre est donc une option du projet.



Un nouveau cheminement sera à prévoir pour l'alimentation du banc de charge.

Nota : l'emplacement envisagé pour ce banc de charge est situé en extérieur. Un nouveau dallage sera très certainement à prévoir. Ce point sera confirmé en Études de Détails par l'entreprise en charge du marché de travaux en accord avec le CLIENT.

5.1.3.5 Écran d'interface Homme-Machine – Item 5

SOFRESID propose la mise en place d'un écran d'interface Homme-Machine sur le pupitre qui permettra de réaliser une supervision et un contrôle/commande de l'ensemble des contrôleurs.

Ce type d'interface est courante dans les installations électriques de type Marine.

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 12 sur 25

5.2 CONFIGURATIONS RÉSEAU PRÉVUES

Les schémas de principe de chaque configurations réseau prévues sont donnés en annexe 1. [3]

5.2.1 Scénario 1

Dans ce scénario, le démarrage de la centrale vapeur est réalisé en alimentant ses auxiliaires grâce au réseau EDF.

Une fois la centrale démarrée, il est prévu le couplage d'un ou plusieurs alternateurs afin de reprendre progressivement l'ensemble de la charge nécessaire au fonctionnement de l'école.

Le but étant de montrer la possibilité de réinjecter de l'énergie sur le réseau EDF.

5.2.1.1 S1 – Situation Initiale

N°	Étape
1	Aucun alternateur n'est couplé et la centrale vapeur est à l'arrêt. L'ensemble de l'école est alimenté par le réseau EDF.
2	Les auxiliaires de la centrale vapeur sont démarrés et alimentés par le réseau EDF.
3	Le banc de charge n'est pas alimenté (option).

5.2.1.2 S1 – Situation 1

N°	Étape
1	La chaudière produit de la vapeur.
2	1, 2 ou 3 alternateurs sont couplés. Ils réalimentent l'ensemble des auxiliaires de la centrale vapeur et une partie du reste de l'école. EDF est toujours fournisseur d'énergie.

5.2.1.3 S1 – Situation 2



N°	Étape
1	1, 2 ou 3 alternateurs sont toujours couplés. Ils alimentent dorénavant la totalité de l'école. L'excédent d'énergie est renvoyé à EDF → L'école devient fournisseur d'énergie.

5.2.2 Scénario 2

Le but de ce scénario est de démarrer la centrale vapeur en alimentant ses auxiliaires grâce au réseau EDF puis de coupler un ou plusieurs alternateurs et se séparer du réseau EDF de manière à fonctionner en îloté.

5.2.2.1 S2 – Situation Initiale

N°	Étape
1	Aucun alternateur n'est couplé et la centrale vapeur est à l'arrêt. L'ensemble de l'école est alimenté par le réseau EDF.
2	Les auxiliaires de la centrale vapeur sont démarrés et alimentés par le réseau EDF.
3	Le banc de charge est alimenté (option).

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 13 sur 25

5.2.2.2 S2 – Situation 1

N°	Étape
1	La chaudière produit de la vapeur.
2	1 ou 2 alternateurs sont couplés. L'ensemble de l'école ainsi que les auxiliaires de la centrale vapeur sont toujours alimentés par le réseau EDF.
3	Le banc de charge est toujours alimenté (option).

5.2.2.3 S2 – Situation 2

N°	Étape
1	La puissance du ou des alternateurs est augmentée de manière à ce qu'ils reprennent la charge des auxiliaires de la centrale vapeur et du banc de charge (option).

5.2.2.4 S2 – Situation 3

N°	Étape
1	Ouverture de la protection du Tableau Général Machines pour le séparer du réseau EDF et fonctionner de manière îloté. La centrale vapeur fonctionne en complète autonomie.
2	Pour revenir à la situation initiale, on passe par un black-out : découplage du ou des alternateurs avant fermeture de la protection du Tableau Général Machines.

5.2.3 Scénario 3



Le but de ce scénario est de réalimenter l'école, par le groupe électrogène, sur perte du réseau EDF. Ce scénario est un cas « accidentel » qui n'arrive que très rarement.

5.2.3.1 S3 – Situation Initiale

N°	Étape
1	Aucun alternateur n'est couplé et la centrale vapeur est à l'arrêt. L'ensemble de l'école est alimenté par le réseau EDF.
2	Perte du réseau EDF (panne de courant).
3	La protection en aval du transformateur de distribution principal est ouverte manuellement.

5.2.3.2 S3 – Situation 1

N°	Étape
1	Démarrage du groupe électrogène. Il réalimente le reste de l'école.
2	Si retour du réseau EDF, on repasse par un black-out : découplage du groupe électrogène avant fermeture manuelle de la protection en aval du transformateur de distribution.

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 14 sur 25

5.3 CONTRÔLE/COMMANDE

Actuellement tout le contrôle/commande est réalisé par relaying. Un des objectifs de ce projet est de moderniser l'installation en remplaçant une partie de ce relaying par du matériel numérique qui réduira l'encombrement de manière importante. [4][5][6]

À l'heure actuelle, il existe sur le marché différents systèmes qui regroupent la majorité des fonctionnalités de l'installation existante : contrôleurs numériques, relais de protections numériques, automates, etc.

Dans cette phase d'avant-projet sommaire, notre choix s'est porté sur une solution de type contrôleur numérique (type AGC4/PPM300 de DEIF ou équivalent) qui est très utilisé sur les installations électriques des domaines Marine et Offshore. Notamment du fait que dans ces domaines, la présence d'alternateurs est inévitable.

Ce choix a été conforté du fait que la centrale vapeur est un outil pédagogique qui sert à former de futurs officiers de la marine marchande afin de les immerger le plus possible dans un fonctionnement « type Bateau ».

Ce principe pourra être revu en Études de Détails par l'entreprise en charge du marché de travaux sous réserve de validation par le CLIENT.

Un automatisme par relaying sera reconduit pour la protection des machines d'entraînement (turbines et moteur diesel).

Le principe global et le choix du système sera revu et confirmé, lors des Études de Détails, par l'entreprise en charge du marché de travaux.

5.3.1 Mode de fonctionnement

Pour le Contrôle/Commande des groupes, 2 modes de fonctionnement devront être prévus : 1 Manuel et 1 Automatique.

Un mode Automatique des groupes (entre eux ou avec le réseau EDF) n'a pas été prévue. Cependant, cette fonction pourra être rajoutée, lors des Études de Détails de l'entreprise travaux, en accord avec le CLIENT.

Si un mode Automatique est envisagée, la priorité sera donnée au mode Manuel.



5.3.2 Synchro-Couplage des groupes

5.3.2.1 Synchronisation

Comme le but est de montrer aux étudiants le principe de synchronisation des groupes, la synchronisation sera manuelle et réalisée directement depuis le pupitre de commande. Elle pourra se faire entre groupes ou entre groupe et réseau EDF.

- Étape préliminaire : choisir le groupe à synchroniser (G2, G3 ou G4), sur le jeu de barres du nouveau Tableau Général Machines, par le biais des commutateurs à clefs situés sur le pupitre de commande. Cette action permettra de transmettre les informations du groupe à synchroniser aux afficheurs analogiques dédiés sur le pupitre de commande.
- Étape 1 : action sur les boutons +vite/-vite et +tension/-tension (si régulation de tension en mode manuel sinon en mode semi-automatique, indication de la consigne de tension de sortie de l'alternateur) situés sur le pupitre de commande.

Une synchronisation automatique des groupes (entre eux ou avec le réseau EDF) n'a pas été prévue. Cependant, cette fonction pourra être rajoutée, lors des Études de Détails de l'entreprise travaux, en accord avec le CLIENT.

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 15 sur 25

5.3.2.2 Couplage/Découplage

Dans le mode manuel, le couplage des groupes sera géré par TPL et contrôleur numérique. Le but étant d'empêcher de mauvaises manipulations. Notamment pour que les étudiants n'endommagent pas les groupes (faux couplage par exemple).

Le principe est donc le suivant :

- Étape préliminaire : la synchronisation a été effectuée.
- Étape 1 : L'action de tourner le TPL, du groupe concerné, préparera le système au couplage. Une information sera envoyée au contrôleur numérique pour qu'il lance une séquence de vérification de certains paramètres (déphasage, tension différentielle, etc.).
Les paramètres à vérifier ainsi que les plages de valeurs acceptables seront précisées en études de détails en accord avec le CLIENT.
- Étape 2 : l'action de pousser le bouton enverra un ordre de couplage du groupe au contrôleur numérique. Cependant, l'ordre ne sera rendu effectif que si la vérification des paramètres de l'étape 1 le valide. Cela engendrera la fermeture de la protection du groupe concerné.

Le découplage se fera par les actions tourner + pousser qui donneront l'ordre d'ouverture de la protection du groupe concerné.

Un couplage automatique des groupes (entre eux ou avec le réseau EDF) n'a pas été prévue. Cependant, cette fonction pourra être rajoutée, lors des Études de Détails de l'entreprise travaux, en accord avec le CLIENT.

5.3.3 Régulations

5.3.3.1 Tension d'excitation d'alternateur

Dans le mode manuel, il sera possible d'effectuer le réglage de la tension de sortie des alternateurs en jouant sur leur tension d'excitation, soit :

- Manuellement par le biais de 2 BP (-tension, +tension) sur le pupitre de commande.
Ces boutons agiront directement sur un régulateur de tension numérique qui fera varier la tension d'excitation de l'alternateur.
- Semi-automatiquement par un régulateur de tension numérique. La consigne de tension de sortie d'alternateur sera donnée via un potentiomètre également placé sur le pupitre. Le régulateur ajustera le courant d'excitation en fonction de la consigne demandée.



NOTA : une particularité du moteur diesel est que les fonctions du mode Manuel seront également prévues en parallèle sur le nouveau Tableau Diesel.

5.3.3.2 Vitesse machines

Dans le mode manuel, la régulation de vitesse se fera par le biais de 2 BP (-vitesse, +vitesse) sur le pupitre de commande. L'action sur ces boutons agira sur un servomoteur monté sur le régulateur hydro-mécanique de la machine (turbine ou moteur diesel). Ces régulateurs agissent directement sur le débit de la source d'énergie de la machine (vapeur ou gasoil).

Dans le mode automatique, ce sera directement le contrôleur du groupe qui agira sur le servomoteur monté sur le régulateur de la machine.

NOTA : une particularité du moteur diesel est que les fonctions du mode Manuel seront également prévues en parallèle sur le nouveau Tableau Diesel.

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 16 sur 25

5.3.4 Protections

5.3.4.1 Alternateurs

Les protections des alternateurs devront être actives quel que soit le mode de fonctionnement choisi.

À minima, les protections suivantes devront être prévues :

- 32P : Retour puissance active ;
- 40 : Perte d'excitation ;
- 46 : Déséquilibre de courant (composante inverse) ;
- 50/51 : Défaut entre phases ;
- 50/51N : Défaut entre phases/neutre ;

Et de l'excitation d'alternateur :

- 64R : Défaut masse rotor ;
- 76 : Maximum de courant continu à deux seuil.

Ces protections pourront être intégrées aussi bien dans les contrôleurs numériques que dans des relais de protection séparés.

5.3.4.2 Machines

Les protections machine devront être fonctionnelles quel que soit le mode de fonctionnement choisi.

Des instruments sur les machines sont existants (thermostats, pressostats) et seront reconduits. Ils feront déclencher la protection du groupe concerné par le biais d'un nouvel automatisme à relayage (ou automate).

Ce dernier assurera une sécurité de la machine d'entraînement en venant couper sa source d'énergie :

- Turbo-alternateurs : action sur l'électrovanne de sécurité qui elle-même agit sur la vanne de sécurité d'admission de vapeur de la turbine.
- Diesel-alternateur : alimentation d'un actionneur électrique qui vient couper l'injection de gasoil du moteur diesel.

Les sécurités machines sont les suivantes :



- Turbine :
 - Pression basse d'huile ;
 - Température haute d'huile.
- Moteur diesel :
 - Pression basse d'huile ;
 - Température haute d'huile ;
 - Température haute d'eau.

Chaque déclenchement de sécurité engendrera une alarme visuelle et sonore.

5.3.5 Synthèse

Une synthèse du principe général de contrôle/commande de la nouvelle installation est donnée dans le tableau suivant :

Mode	Synchro. groupes	Couplage groupes	Régul. tension d'excitat. d'alternateur	Régul. vitesse machine	Protect. d'alternateur	Protect. machine
Manuel : - régl. Semi auto tension d'excitat. alternateur - régl. manuelle tension d'excitat. alternateur	Manuelle -> ajustement via afficheurs analogiques	Ordre manuel. Couplage effectif validé par contrôleur numérique	Semi-auto -> réglage consigne tension d'excitat. par potentiomètre Manuelle -> BP sur pupitre de commande	Manuelle -> BP sur pupitre de commande	Par contrôleur	Par automatisme à relayage (ou automate)

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 17 sur 25

6. DESCRIPTION DU NOUVEAU MATÉRIEL PRINCIPAL

6.1 Câbles

L'ensemble des nouveaux câbles auront les caractéristiques minimales suivantes [8] :

- Type U1000R2V ;
- Catégorie C2 ;
- Âme : cuivre ;
- Conducteur vert/jaune intégré.

6.2 TABLEAUX ET ARMOIRES

6.2.1 Armoire Général Basse Tension

Cette armoire existante est située dans le local Transformateur (H039). [1]

Dans le cadre du projet, des modifications sont à prévoir sur cette armoire [3][7] :

- Extension de l'enveloppe de manière à pouvoir intégrer 2 nouvelles protections : une pour le détournement de l'alimentation du Tableau de distribution Général de l'école et une pour l'alimentation du nouveau Tableau Salles TP.
- Intégration d'un CPI.

Un inter-verrouillage avec le CPI du Tableau Général Machines devra être prévu.

Le CPI devra être insensibles aux perturbations harmoniques.

Dans le dimensionnement de l'extension, l'entreprise devra prévoir la place nécessaire pour intégrer un détecteur de défaut d'isolement si l'option 3 est retenue (voir §6.5).



6.2.2 Tableau Général Machines

Le nouveau Tableau Général Machines disposera des caractéristiques et intégrera les équipements listés ci-après.

6.2.2.1 Caractéristiques principales

Le Tableau Général Machines aura les caractéristiques minimales suivantes :

- Alimentation 400Vca+N, 50Hz ;
- Tension auxiliaire : 48Vca ;
- Liste des protections : voir [7].
- PdC : >30kA ;
- Jeu de barres : 1000A ;
- Enveloppe type Prisma de Schneider ou équivalent (non débrochable) ;
- Montage : posé sur dalle béton avec châssis ;
- Tension d'isolement : 1kV ;
- IP30 mini, IK07 mini ;
- Raccordements :
 - Arrivées : par le bas ;
 - Départs : par le bas.
- Portes : oui – transparente.
- En face avant (arrivées et départs) :
 - Voyants marche, arrêt et défaut ;
 - Boutons poussoirs Marche et arrêt ;
- Protections : manœuvrables en façade (derrière porte vitrée).
- Réserve : emplacement physique à prévoir pour futurs départs (type 4 départs moteurs tri 25kW et 4 disjoncteurs tétra 40A)

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 18 sur 25

NOTA : Il existe actuellement du matériel servant à la surveillance du moteur diesel (POYAUD) qui est installé sur le Tableau Relais : un afficheur en face avant, un coffret de regroupement des informations provenant du moteur diesel et une alimentation statique pour l'afficheur.

Ce matériel est à déposer et à reconduire sur le nouveau Tableau Général Machines. Uniquement l'alimentation statique n'est pas à reconduire. L'afficheur sera directement alimenté par le réseau 24Vcc existant de l'installation.

Voir l'annexe 3 pour plus de compréhension.

6.2.2.2 Contrôleur numérique Alternateur

Pour chaque groupe, il sera prévu un contrôleur numérique. Il servira à la protection et au contrôle des ensembles Machine-Alternateurs.

Modes de fonctionnement

L'ensemble des configurations réseau prévues listés au §5.2 devront être couverts par les contrôleurs.

Contrôle de la Machine

Les contrôleurs devront pouvoir :

- Gérer des séquences de démarrage automatique des machines (turbines et/ou diesel).
- Piloter le régulateur de vitesse de la machine concernée (turbine ou diesel).
- Réaliser une répartition de la charge sur chaque groupe notamment du fait que les alternateurs ont des puissances différentes.

Protections de l'alternateur

Ils devront avoir la capacité de recevoir l'ensemble des circuits de mesure nécessaires à ses fonctions.

Les contrôleurs devront disposer, à minima des protections listées au §5.3.4.1.

Communication

Ces contrôleurs devront pouvoir être communicants pour former un système de contrôle d'installation complet pour les projets de synchronisation. Notamment pour le mode automatique.

6.2.2.3 Automatisme à relaiage

Dans ce tableau, l'automatisme à relaiage (ou automate), décrit au §5.3.4.2, devra être intégré. **[6]**

6.2.2.4 Régulation tension d'excitation

L'ensemble du matériel nécessaire à la régulation de la tension d'excitation des alternateurs, en modes manuel ou automatique, sera intégré dans le Tableau Général Machines.

Le régulateur devra être équipé de toutes les limitations nécessaires au fonctionnement de l'alternateur afin de rester dans son domaine de stabilité et d'échauffement. Tous les paramètres devront être aisément modifiables.

6.2.2.5 Protections Électriques



L'ensemble des protections (arrivées et départs) devront être manœuvrables en face avant et cadanassables. **[7]**

6.2.2.6 Contrôleur Permanent d'Isolation

Un système de contrôle permanent de l'isolement devra être installé dans le Tableau Général Machines.

Comme plusieurs sources, dont le réseau EDF, seront raccordées sur ce tableau, il sera nécessaire de réaliser une logique afin qu'il n'y ait qu'un seul CPI qui injecte sur le réseau (autre CPI dans l'AGBT).

Le CPI devra être insensible aux perturbations harmoniques.

 <small>ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME</small>	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE			
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500	
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 19 sur 25	

6.2.3 Tableau Diesel



Le Tableau Diesel aura les caractéristiques minimales suivantes :

- Alimentation 400Vca+N, 50Hz ;
- Liste des protections : voir [7] ;
- PdC : >30kA ;
- Enveloppe type coffret ;
- Montage : fixé sur mur béton ;
- IP30 mini, IK07 mini ;
- Raccordements :
 - Arrivées : par le bas avec PE ;
 - Départs : par le bas avec PE.
- Portes : oui – pleines ;
- En face avant (arrivées et départs) :
 - Voyants :
 - Manque tension 400V ;
 - Pression basse d'huile ;
 - Température haute d'huile ;
 - Température haute d'eau ;
 - Retour puissance ;
 - Pompe gasoil : marche, arrêt et défaut ;
 - Pompe à eau : marche, arrêt et défaut.
 - Boutons poussoirs :
 - Arrêt klaxon ;
 - Effacement défaut ;
 - Essais lampes ;
 - Arrêt moteur diesel ;
 - Pompe gasoil : marche et arrêt ;
 - Pompe à eau : marche et arrêt ;
 - Régulation vitesse : +vite et –vite ;
 - Régulation excitation : +tension et –tension ;
 - Arrêt d'urgence : coup de poing.
 - Afficheurs analogiques :
 - 1 voltmètre pour la tension de sortie de l'alternateur (0 / 500 V) ;
 - 1 ampèremètre pour le courant en sortie de l'alternateur (0 / 500 A) ;
 - 1 tachymètre pour la vitesse de rotation de l'alternateur (0 / 1800 tr/min) ;

6.2.4 Tableau Salles TP

Le Tableau Salles TP aura les caractéristiques minimales suivantes :

- Alimentation 400Vca+N, 50Hz ;
- Enveloppe type Prisma de Schneider ou équivalent ;
- IP30 mini, IK07 mini ;
- Raccordements :
 - Arrivées : par le bas ;
 - Départs : par le bas.
- Portes : non – plastrons.
- Protections : manœuvrables en façade.
- Liste des protections : voir [7].

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 20 sur 25

6.2.5 Armoire de distribution Salles TP

L'armoire de distribution Salle TP aura les caractéristiques minimales suivantes :

- Alimentation :
 - 400Vca tri+N ;
 - 230Vca tri+N ;
 - 115Vcc.
- Tension d'isolement : 1kV ;
- IP30 mini, IK07 mini ;
- Raccordements :
 - Arrivées : par le bas ;
 - Départs : par le bas.
- Portes : oui – transparente.
- En face avant (arrivées et départs) :
 - Voyants :
 - 400Vca/230Vca : défaut, présence et manque tension ;
 - 230Vca/132Vca : défaut, présence et manque tension ;
 - 115Vcc : défaut, présence et manque tension ;
 - Alimentation génératrice CC.
 - Boutons poussoirs :
 - Alimentation 115Vcc : marche et arrêt ;
 - Alimentation 230Vca/132Vca : marche et arrêt.
- Liste des protections : voir [7].
- Protections : manœuvrables en façade (derrière porte vitrée).

Un système de contrôle permanent de l'isolement devra être installé dans l'armoire de distribution Salles TP.

6.2.6 Pupitre de Commande



6.2.6.1 Afficheurs analogiques

Les afficheurs analogiques disposeront des caractéristiques générales suivantes [6] :

- Dimensions : 70x70mm mini ;

Les afficheurs à prévoir sont les suivants :

- Synchronisation :
 - 2 voltmètres : 1 pour la tension de référence et l'autre pour la tension à synchroniser (0 / 500 V) ;
 - 2 fréquencemètres : 1 pour la fréquence de référence et l'autre pour la fréquence à synchroniser (48 / 52 Hz) ;
 - 1 synchroscope à aiguille ;
 - 1 voltmètre différentiel (-20 / 0 / +20%Un).
- Réseau EDF :
 - 1 varmètre (-500 / 0 / +500 kvar) ;
 - 1 wattmètre (-500 / 0 / +500 kW) ;
 - 1 ampèremètre : 1 pour le courant (0 / 1000 A) ;
 - 1 voltmètre pour la tension de sortie de l'alternateur (0 / 500 V).
- 1 voltmètre pour la tension de sortie de l'alternateur (0 / 500 V). Groupe 2 (175 kVA) :
 - 1 varmètre (-200 / 0 / +200 kvar) ;
 - 1 wattmètre (0 / 200 kW) ;
 - 2 ampèremètres : 1 pour le courant en sortie de l'alternateur (0 / 400 A) et 1 pour le courant d'excitation de l'alternateur (0 / 6 A) ;
 - 1 voltmètre pour la tension de sortie de l'alternateur (0 / 500 V).

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 21 sur 25

- Groupe 3 (100 kVA) :
 - 1 varmètre (-100 / 0 / +100 kvar) ;
 - 1 wattmètre (0 / 100 kW) ;
 - 2 ampèremètres : 1 pour le courant en sortie de l'alternateur (0 / 200 A) et 1 pour le courant d'excitation de l'alternateur (0 / 6 A) ;
 - 1 voltmètre pour la tension de sortie de l'alternateur (0 / 500 V).
- Groupe 4 (240 kVA) :
 - 1 varmètre (-300 / 0 / +300 kvar) ;
 - 1 wattmètre (0 / 300 kW) ;
 - 2 ampèremètres : 1 pour le courant en sortie de l'alternateur (0 / 500 A) et 1 pour le courant d'excitation de l'alternateur (0 / 6 A) ;
 - 1 voltmètre pour la tension de sortie de l'alternateur (0 / 500 V).

6.2.6.2 Commandes

Mise à part les commandes spécifiques pour la régulation de vitesse (voir §6.2.6.3) et la régulation de la tension d'excitation (voir §6.2.6.4), il sera prévu par groupe à synchroniser les commandes suivantes :

- 1 commutateur à clef 2 positions pour la sélection du groupe à synchroniser ;
- 1 TPL pour la préparation et l'ordre de couplage/découplage.
- 1 commutateur de choix du mode de fonctionnement : Automatique (uniquement G2 ou G3) ou Manuel.

Il sera également prévu un TPL pour la fermeture/ouverture du disjoncteur d'arrivée Réseau EDF sur la tableau général machines.

6.2.6.3 Régulation de vitesse

Pour la régulation de vitesse il sera prévu :

- 2 boutons poussoirs : +vite et -vite.

6.2.6.4 Régulation tension d'excitation

Pour chaque alternateur, il sera prévu pour la régulation de tension d'excitation les éléments suivants :

- 1 Commutateur à 2 positions (manuel / semi-automatique) pour le choix du type de régulation souhaité ;
- 2 boutons poussoirs (-tension / +tension) qui viendront directement agir sur un rhéostat motorisé ;
- 1 Potentiomètre d'ajustement de la consigne de tension de sortie d'alternateur entrant directement sur le régulateur de tension numérique.

6.2.6.5 Sécurités



Pour chacune des arrivées du Tableau Général Machines, il sera prévu sur le pupitre de commande :

- 1 arrêt d'urgence.

6.2.6.6 Options

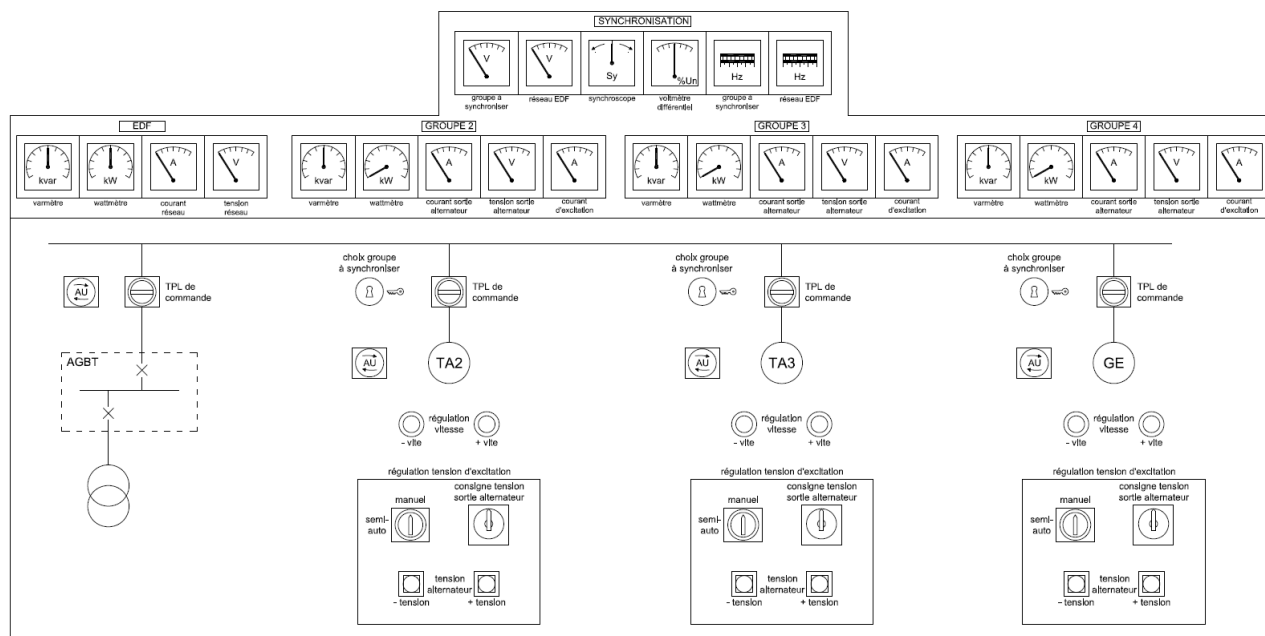
La prise en compte, ou non, de certaines options aura les impacts suivants sur le pupitre de commande :

N°	désignation	impact
1	Variateur de vitesse sur pompe de circulation	Mise en place d'un potentiomètre sur le pupitre pour régler la consigne de vitesse du moteur
2	Nouvelle alimentation 110Vcc	Aucun
3	Détecteur de défaut d'isolement	Aucun
4	Banc de charge	Mise en place de commutateurs pour le choix des crans de réglages (actif et réactif séparés) sur le pupitre.

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document : S46806-SEN-ELE-6-500	
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 22 sur 25

6.2.6.7 *Principe synoptique*

Le principe du synoptique du pupitre de commande, sans les options, est donné ci-dessous :





Pour plus de compréhension, ce schéma est fourni en annexe 2.

Ceci est uniquement un principe, l'organisation finale sera revue, par l'entreprise en charge des études de détails, en accord avec le CLIENT.

6.3 VARIATEUR DE VITESSE (OPTION 1)

Le variateur aura les caractéristiques minimales suivantes :

- Tension d'alimentation : 400 Vca tri ;
- Fréquence du réseau : 50 Hz ;
- Plage de vitesse : à définir avec le CLIENT ;
- Puissance nominale moteur : 37 kW ;
- Tension nominale moteur : 380 Vca ;
- Courant nominal moteur : 70,8 A sous 380 Vca ;
- Vitesse nominale moteur : 1465 tr/min ;
- Facteur de puissance : 0,87 ;
- Sens de rotation : 1 sens.

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 23 sur 25

6.4 REDRESSEUR STATIQUE (OPTION 2)

Ce convertisseur aura les caractéristiques minimales suivantes :

- Alimentation : réseau 400Vca+N, 50Hz ;
- Tension de sortie : 110Vcc ;
- Puissance : 25kW ;
- Régime de neutre : IT ;
- Installation en intérieure ;
- IP30 mini, IK5 mini ;
- En face avant :
 - Voyants marche, arrêt et défaut ;
 - Boutons poussoirs Marche et Arrêt ;
 - 1 Voltmètre et 1 ampèremètre ;
- Les commandes de marche et d'arrêt devront pouvoir être déportées sur le pupitre de commande.
- La charge sera uniquement des machines à courant continu (4 de 3kW et 4 de 1,5kW). Il n'est pas prévu de démarrage simultané de l'ensemble des machines.
- Pas de tolérance de tension de sortie spécifique demandée ;
- Alimentation non secourue : sans batterie ;

6.5 DÉTECTEUR DE DÉFAUT D'ISOLEMENT (OPTION 3)

Les caractéristiques minimales des détecteurs sont les suivantes :

- Détecteur de défaut d'isolement FIXE :
 - Tension d'alimentation : 230 Vca ;
 - Nombre de TC à raccorder : 6 mini ;
 - Avec signalisation locale ;
- Détecteur de défaut d'isolement MOBILE :
 - Avec injecteur de courant de localisation ;
 - Avec pince de mesure ;

Le détecteur de défaut d'isolement devra être insensibles aux perturbations harmoniques.

6.6 BANC DE CHARGE RL (OPTION 4)



Le banc de charge aura les caractéristiques minimales suivantes :

- Alimentation 400Vca+N, 50Hz ;
- 150kW avec les crans suivants : 2x50kW + 2x20kW + 1x10kW ;
- 50kvar avec les crans suivants : 1x20kvar + 1x10kvar + 2x5kvar ;
- Ventilation forcée ou naturelle ;
- Installé en extérieur ;
- IP55 mini, IK8 mini ;
- Pas d'automatisme : commande manuelle sur le banc ;
- Possibilité de déporter les commandes sur le pupitre de commande ;

6.7 ÉCRAN D'INTERFACE HOMME-MACHINE (OPTION 5)

L'écran aura les caractéristiques minimales suivantes :

- Écran tactile capacitif ;
- Dimensions : 10" – 16:9 ;
- Résolution couleur 24 bits mini ;
- Alimentation : 24Vcc ;
- Connectiques :
 - Ports Ethernet : 2 mini ;
 - Ports USB : 1 mini ;
 - Communication série : RS-232, RS-422 et RS-485 ;

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 24 sur 25

7. PLANNING

7.1 PLANNING PRÉVISIONNEL (CLIENT)

Les dates, envisagées par le CLIENT, de passation du Marché de Travaux :

- Publication : 25 mars 2019 ;
- Date limite de réception des offres : 25 avril 2019 ;
- Notification et début du marché : 30 avril 2019.

Les contraintes Planning suivantes sont à prendre en compte :

- Disponibilité de la centrale vapeur : du 10 mai à fin septembre 2019 ;
- Disponibilité Tableau de Distribution Général : du 30 juin à fin août 2019.
Alimentation provisoire à prévoir si coupure de ce tableau nécessaire avant le 30 juin.
- Présence Marine Nationale : du 1er octobre au 1er novembre 2019.

Le planning prévisionnel du CLIENT est donc le suivant :

- Études d'exécution + Travaux : du 30 avril à fin août 2019 ;
- Essais et Mise en service : du 2 au 30 septembre.

L'ensemble de ces dates sont synthétisées sur un planning en annexe 4.



7.2 PLANNING ESTIMÉ SOFRESID

Suivant les mêmes contraintes planning (voir §7.1) nous avons réalisé le planning estimatif suivant :

- Études : du 13 mai au 30 août 2019 ;
- Travaux préparatoires : du 2 septembre au 22 novembre 2019 ;
- Dépose : du 21 octobre au 8 novembre 2019 ;
- Distribution électrique : du 11 novembre au 20 décembre 2019 ;
- Réception/Essais/Mise en service : du 2 décembre au 31 janvier 2020.

L'ensemble de ces dates sont synthétisées sur un planning en annexe 5.

Les durées d'intervention sont données à titre indicatif et devront être confirmées par les entreprises travaux.

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 25 sur 25

ANNEXES



ANNEXE 1 – CONFIGURATIONS RÉSEAU PRÉVUES - NOUVELLE INSTALLATION (9 PAGES)

ANNEXE 2 – PRINCIPE SYNOPTIQUE PUPITRE DE COMMANDE (1 PAGE)

ANNEXE 3 – SURVEILLANCE MOTEUR DIESEL À RECONDUIRE (2 PAGES)

ANNEXE 4 – PLANNING PRÉVISIONNEL CLIENT (1 PAGE)

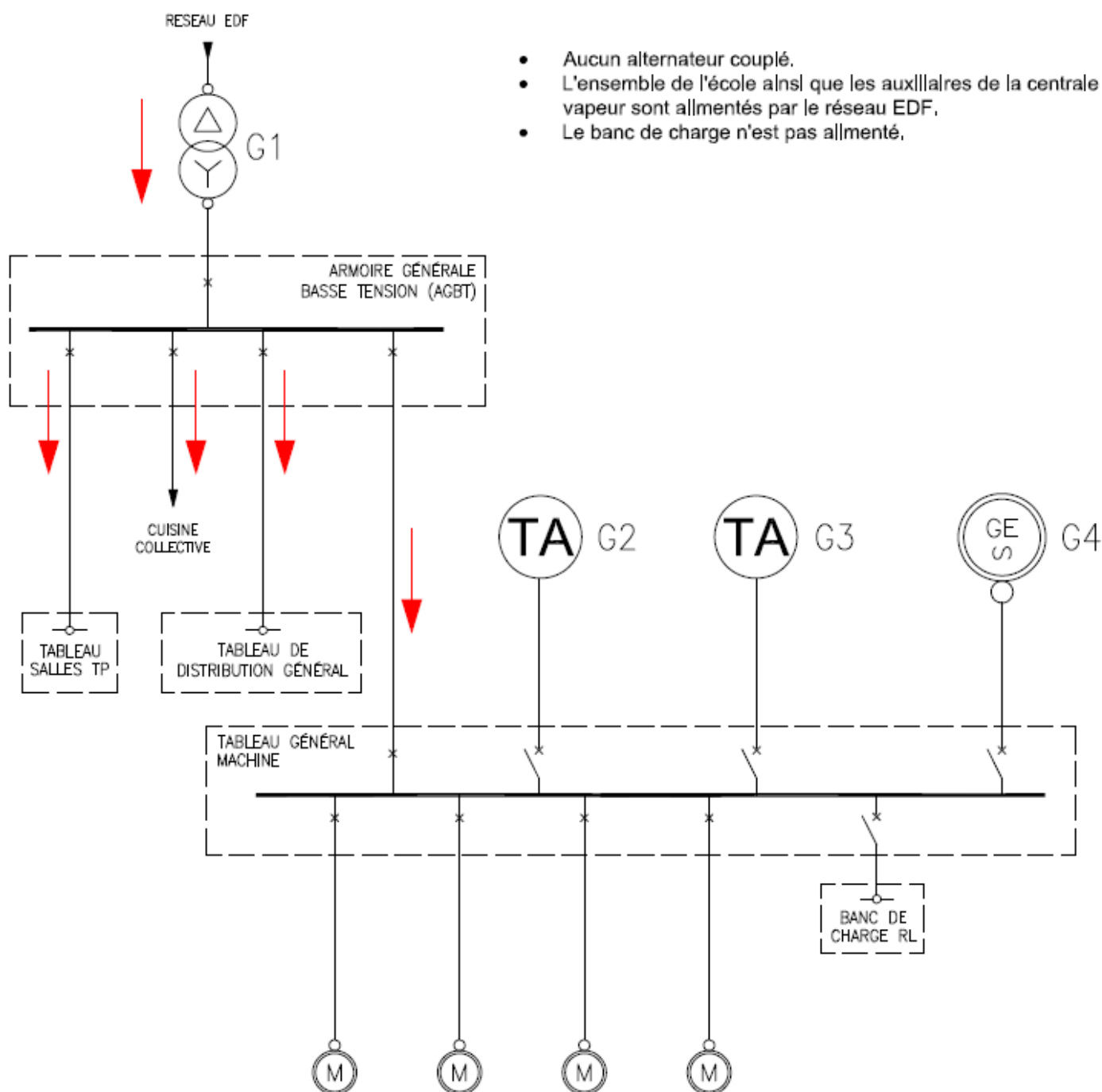
ANNEXE 5 – PLANNING ESTIMÉ SOFRESID (1 PAGE)



 <small>ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME</small>	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 1 sur 9

ANNEXE 1 : CONFIGURATIONS RÉSEAU PRÉVUES - NOUVELLE INSTALLATION

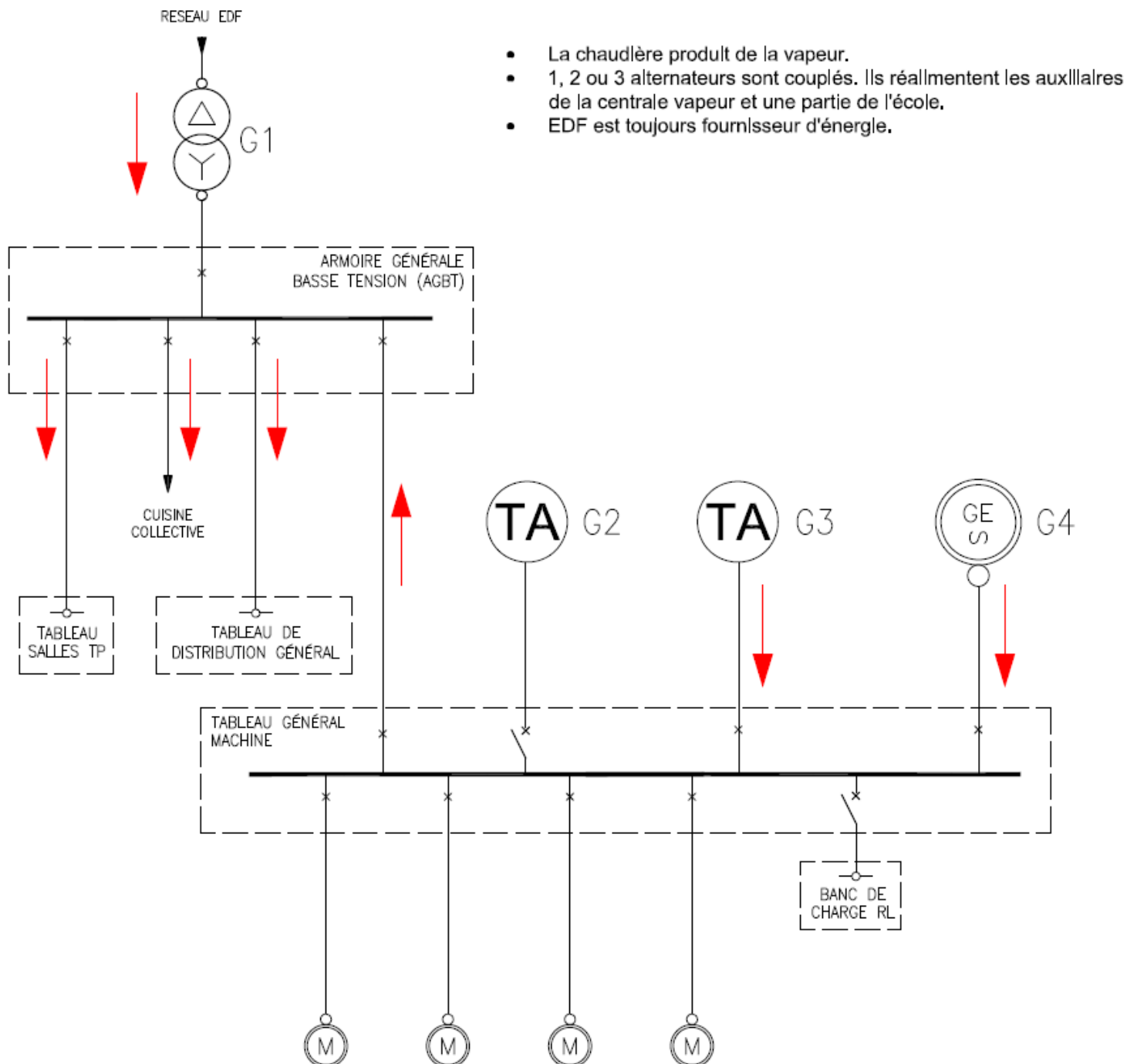
1. SCÉNARIO 1



1.1. S1 - Situation initiale



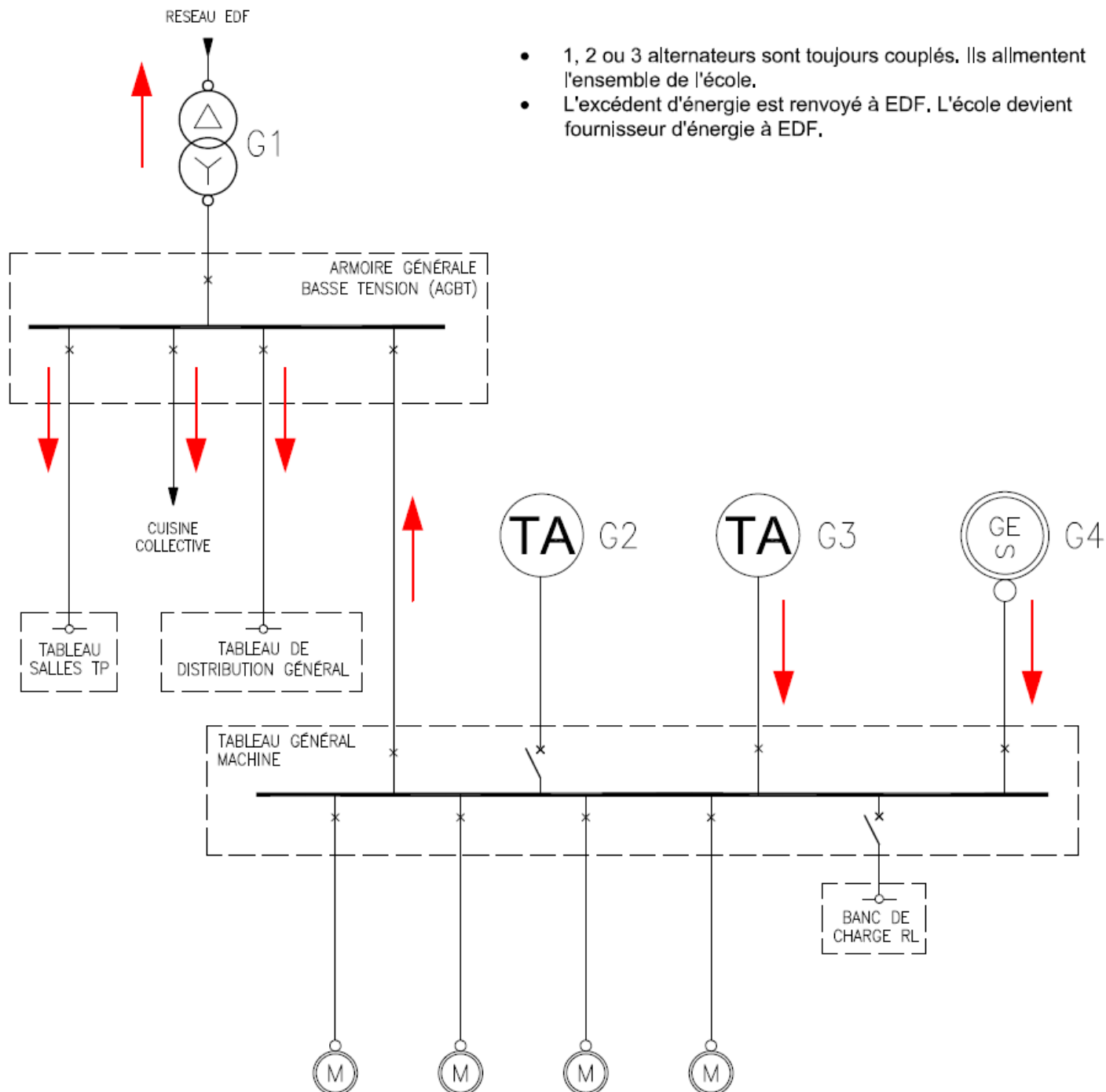
	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 2 sur 9



1.2. S1 - Situation 1



	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 3 sur 9

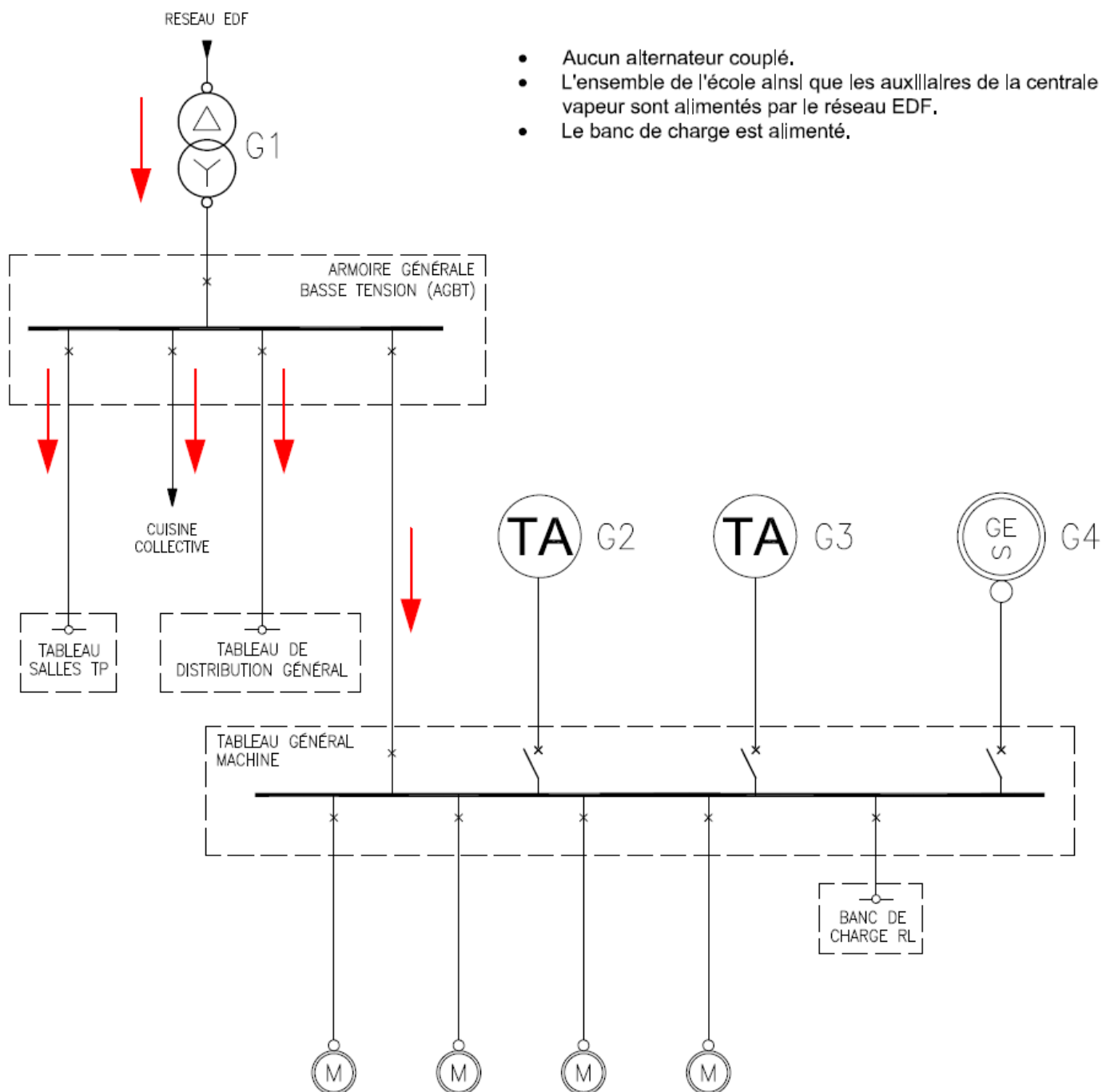
1.3. S1 - Situation 2





	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 4 sur 9

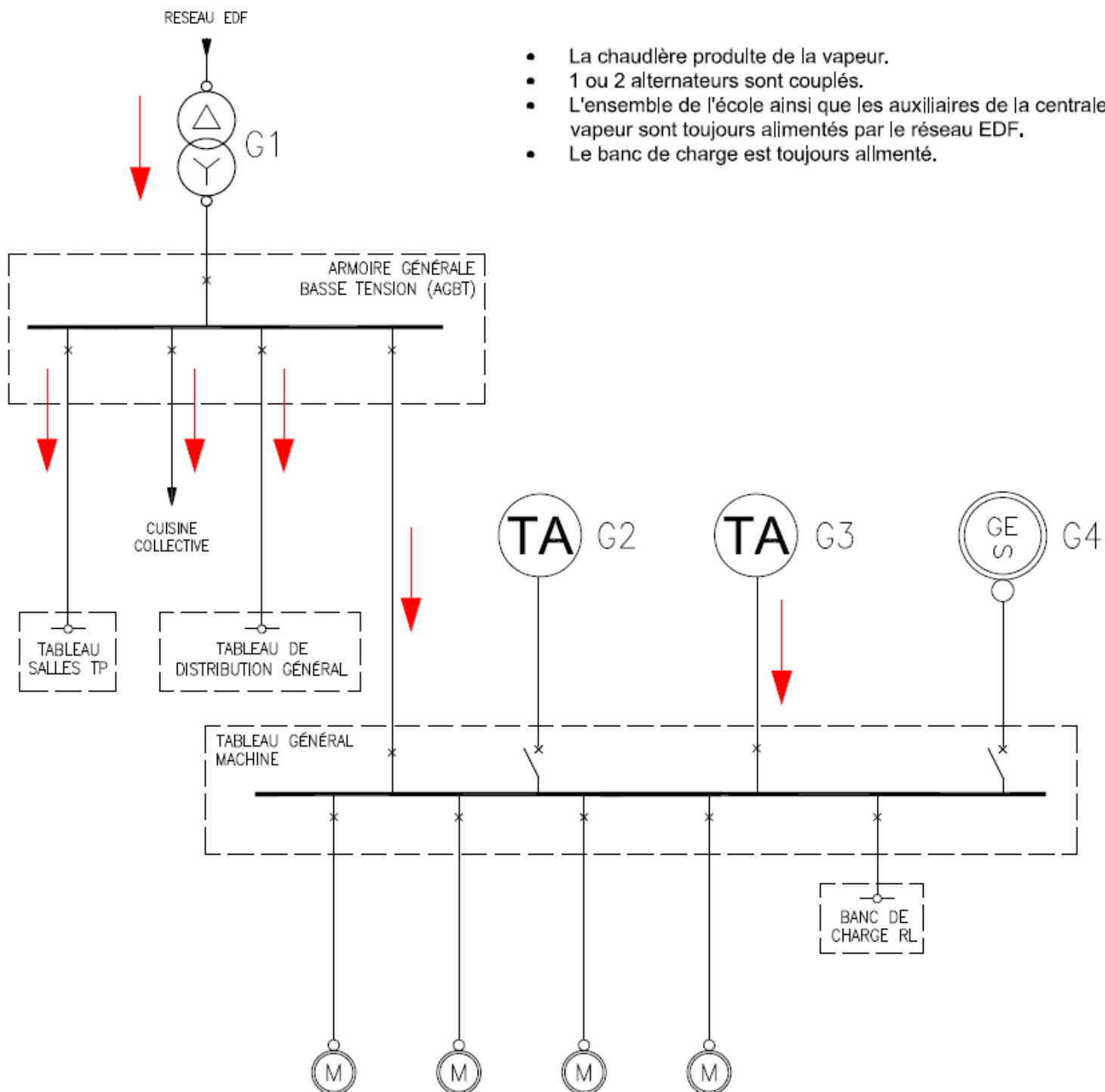
2. SCÉNARIO 2



2.1. S2 - Situation initiale



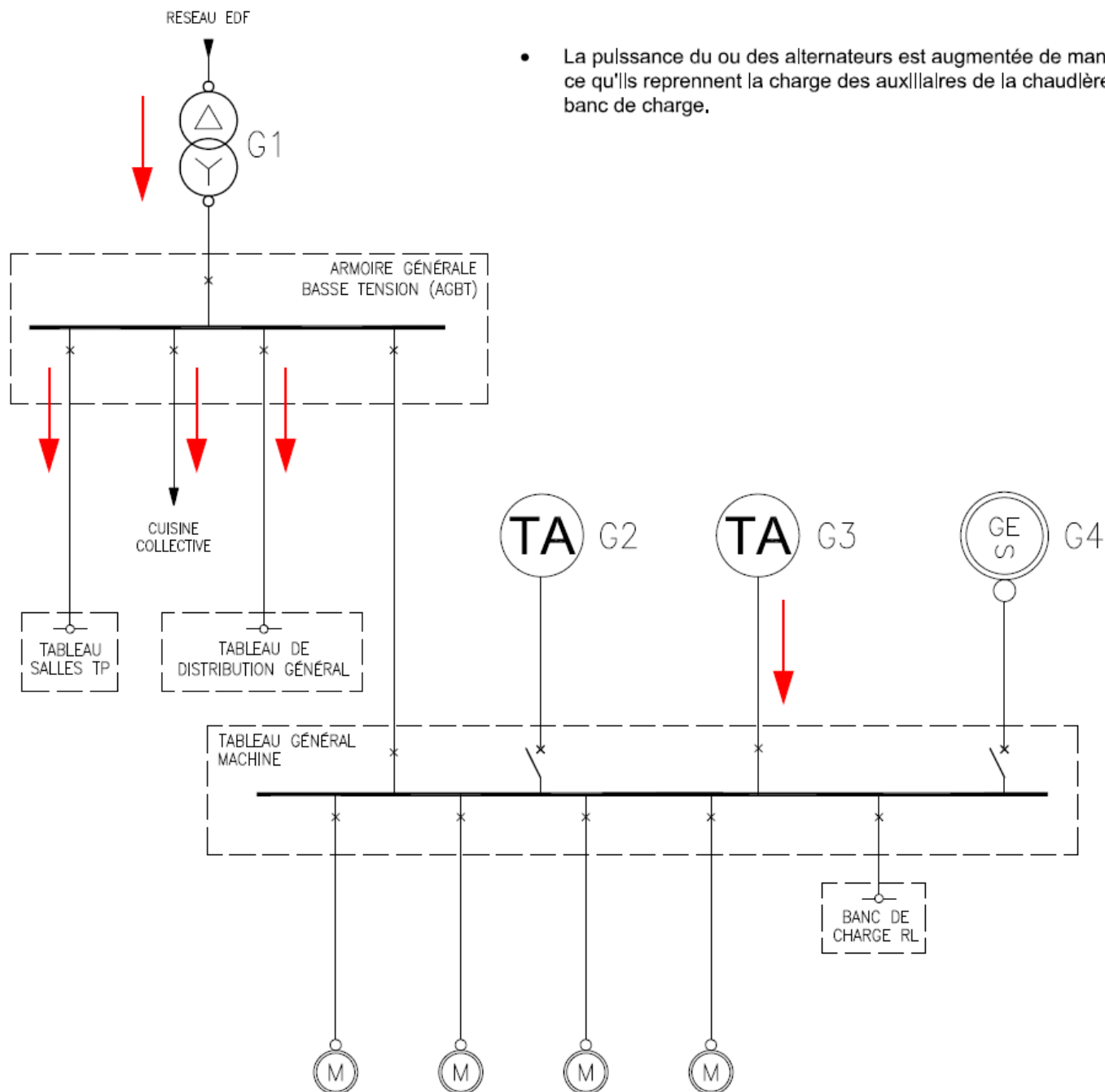
	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 5 sur 9

2.2. S2 - Situation 1





	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 6 sur 9

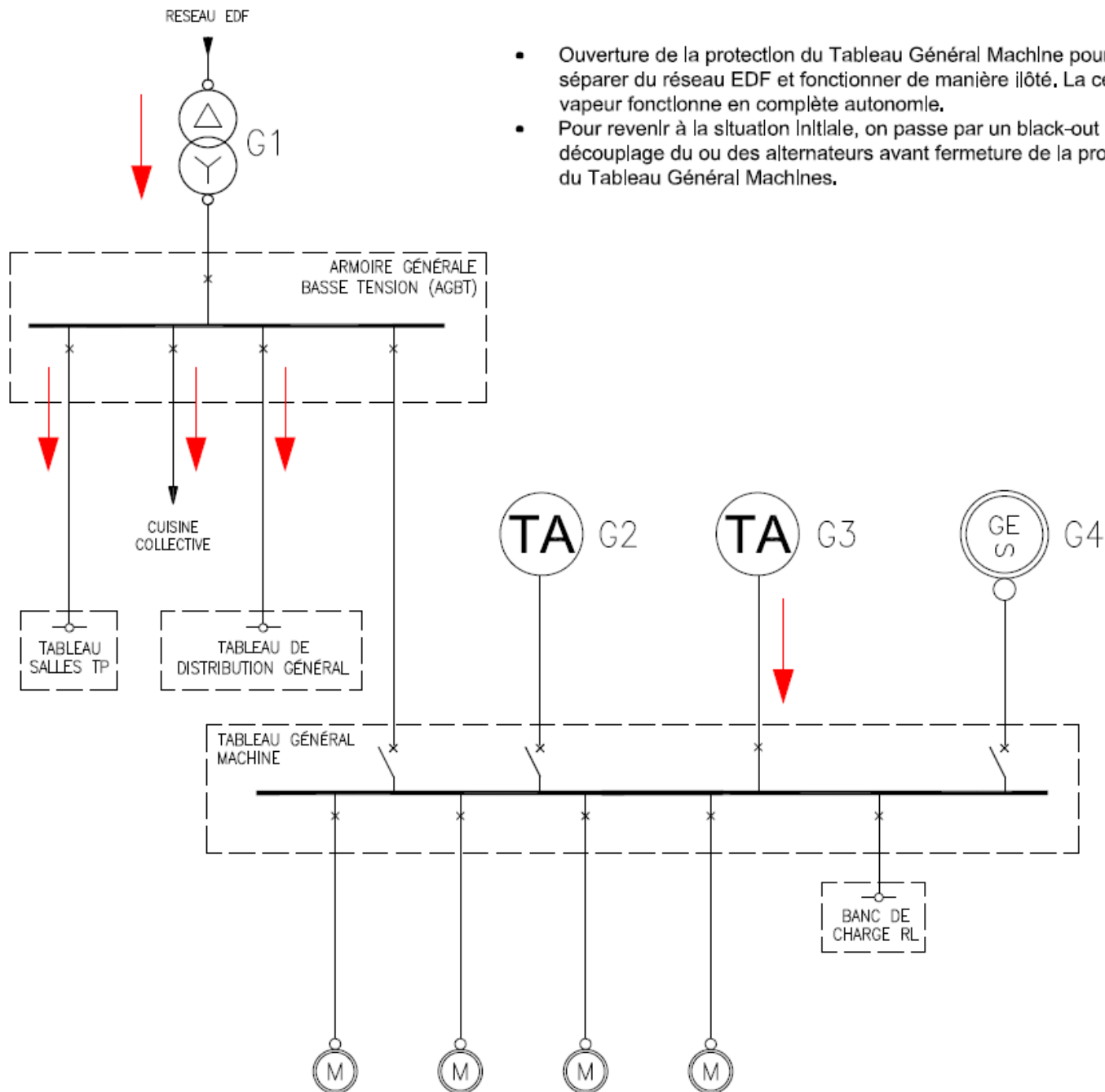
2.3. S2 - Situation 2





- La puissance du ou des alternateurs est augmentée de manière à ce qu'ils reprennent la charge des auxiliaires de la chaudière et du banc de charge.

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 7 sur 9

2.4. S2 - Situation 3

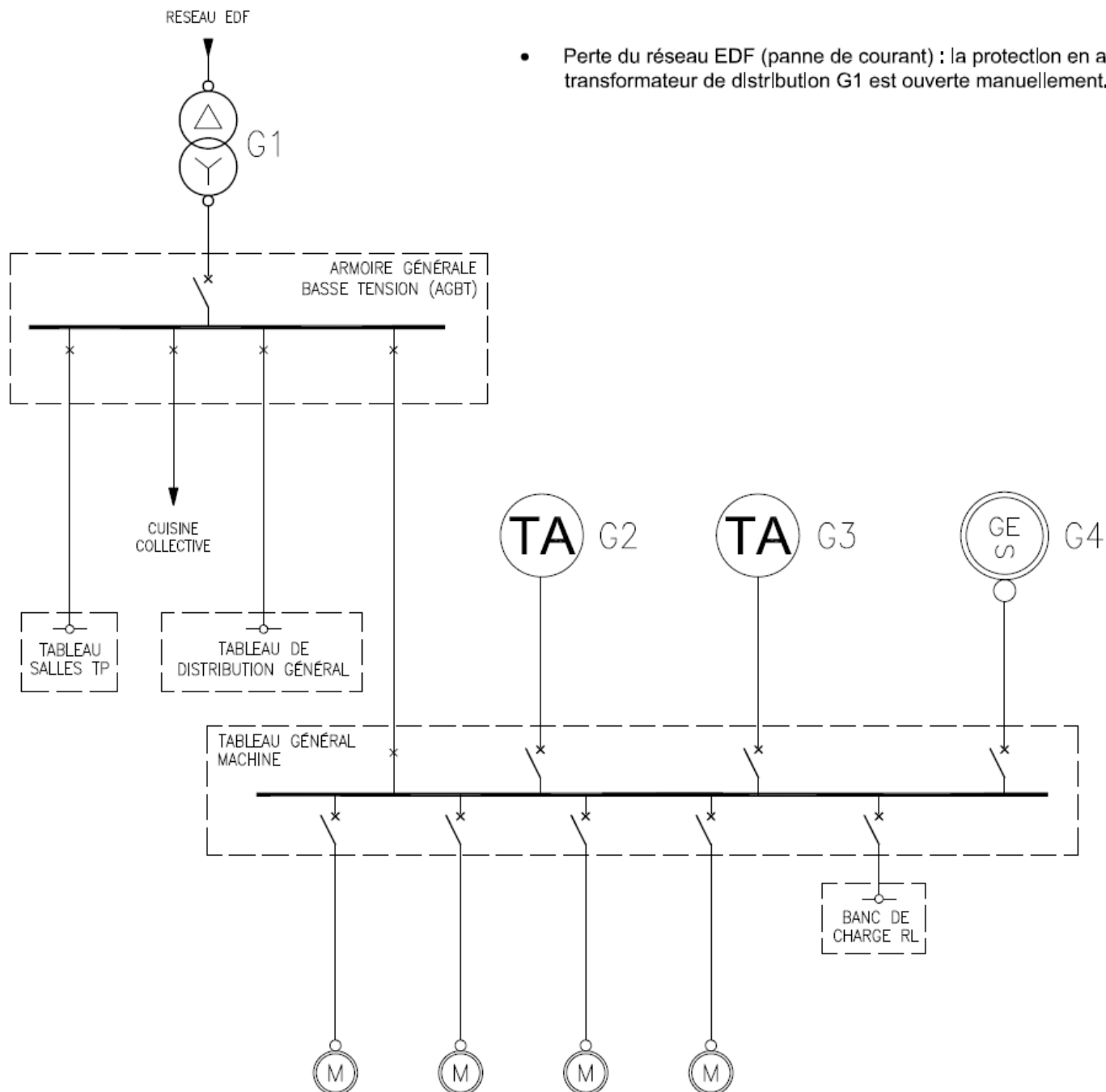


- Ouverture de la protection du Tableau Général Machine pour le séparer du réseau EDF et fonctionner de manière îloté. La centrale vapeur fonctionne en complète autonomie.
- Pour revenir à la situation Initiale, on passe par un black-out : découplage du ou des alternateurs avant fermeture de la protection du Tableau Général Machines.



 <small>ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME</small>	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 8 sur 9

3. SCÉNARIO 3

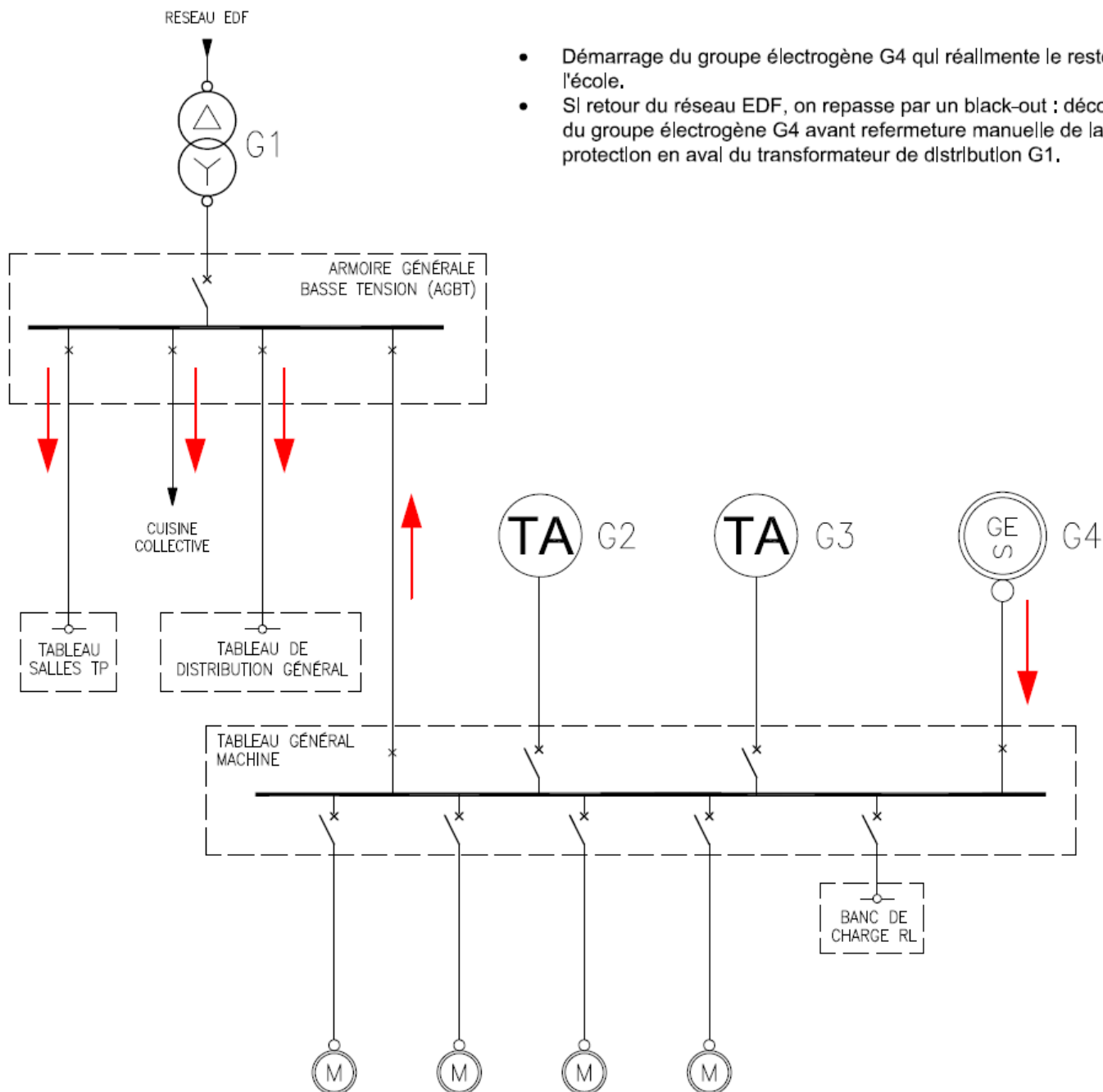
3.1. S3 - Situation initiale



- Perte du réseau EDF (panne de courant) : la protection en aval du transformateur de distribution G1 est ouverte manuellement.

	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 9 sur 9

3.2. S3 - Situation 1



- Démarrage du groupe électrogène G4 qui réalimente le reste de l'école.
- Si retour du réseau EDF, on repasse par un black-out : découplage du groupe électrogène G4 avant refermeture manuelle de la protection en aval du transformateur de distribution G1.

Ref Client : **2019-03**

Ref Sofresid : **S46806**

Référence du document : **S46806-SEN-ELE-6-500**

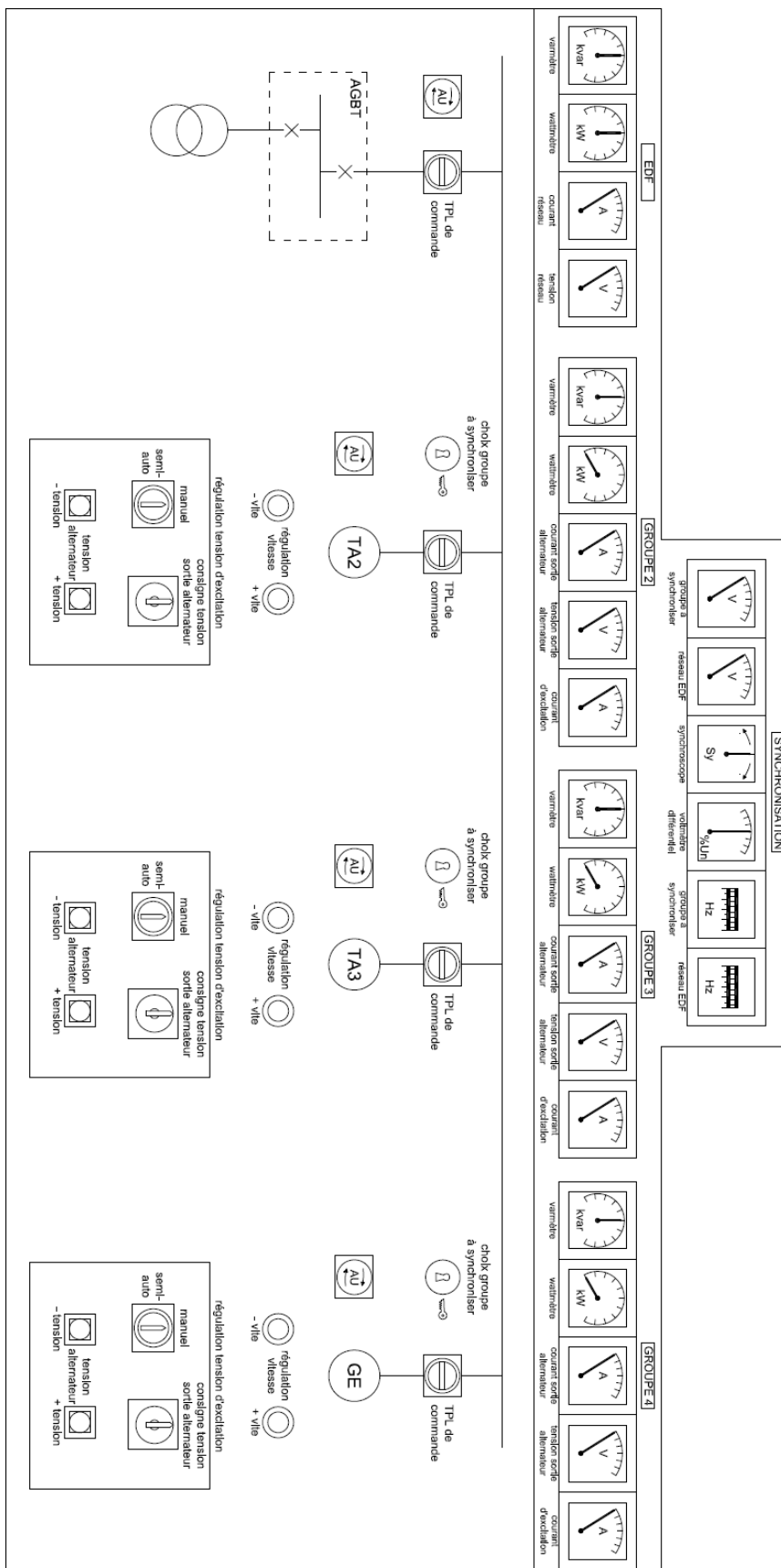
Révision : **0**



Date de révision : **20/03/2019**

Statut : **BPE**

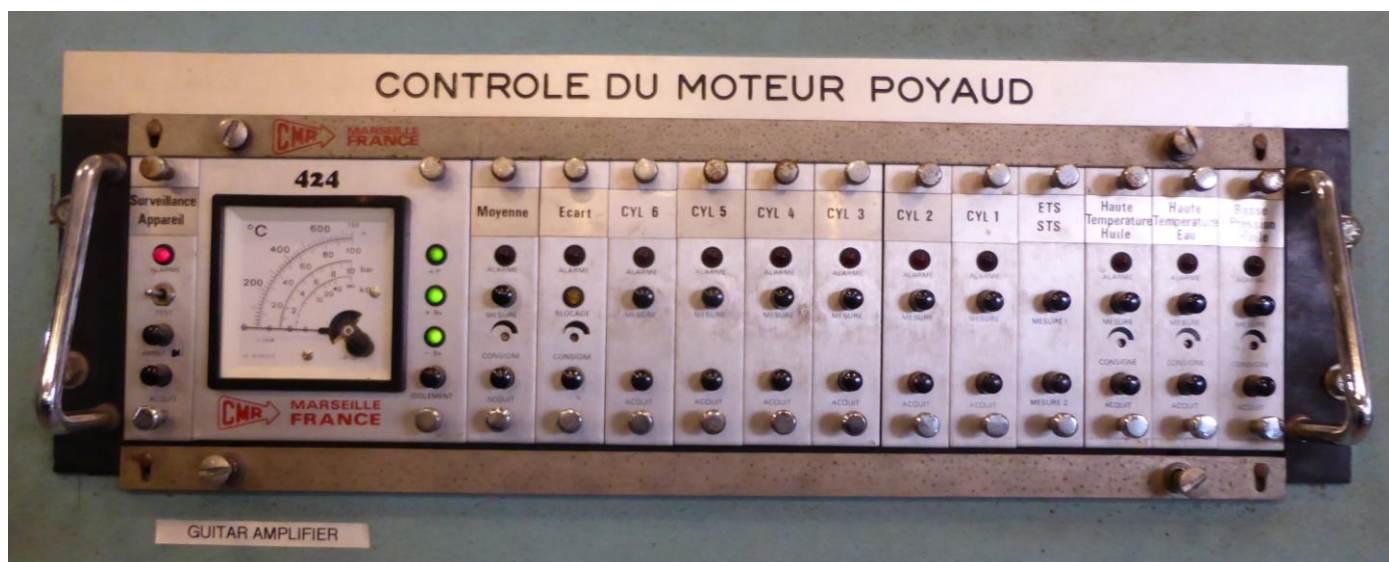
Page : 1 sur 1

ANNEXE 2 : PRINCIPE SYNOPTIQUE PUPITRE DE COMMANDE



	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 1 sur 2



ANNEXE 3 : **SURVEILLANCE MOTEUR DIESEL À RECONDUIRE**



Afficheur en face avant Tableau Relais (vue avant)



Afficheur en face avant Tableau Relais (vue arrière)

 <small>ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME</small>	ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME RÉNOVATION SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA CENTRALE VAPEUR PÉDAGOGIQUE		
Ref Client : 2019-03	Ref Sofresid : S46806	Référence du document :	S46806-SEN-ELE-6-500
Révision : 0	Date de révision : 20/03/2019	Statut : BPE	Page : 2 sur 2



Coffret de regroupement et alimentation statique (vue interne Tableau Relais)

ANNEXE 4 :

[illegible]

ANNEXE 5 :

Pour rappel, les durées d'intervention sont données à titre indicatif et devront être confirmées par les entreprises travaux.

Coupure en fin de journée à prévoir