

Simulateur de conduit de centrale diesel

Table des matières

I.	Introduction	3
II.	Proposition technique	5
1.	Architecture matérielle	5
2.	Modèle du simulateur générique	6
3.	Adaptation du simulateur générique	8
4.	PosteInstructeur	9
5.	PosteElève	10
6.	Poste Observateur	13
7.	Dossier pédagogique	15
III.	Proposition commerciale	Erreur!Signetnon défini.
1.	Coût initial	Erreur!Signetnon défini.
2.	Coût annuel	Erreur!Signetnon défini.

I. Introduction

Pour des besoins de formation, la société Tracor France SAS a développée et commercialise un simulateur de conduite de centrale diesel générique dans un objectif de formation représentatif d'une centrale EDF du palier DOM, avec un moteur SEMT à 18 cylindres de référence 18PC4-2A.

Ce simulateur générique bénéficie d'adaptations de l'imagerie et/ou du modèle pour prendre en fonction les contraintes spécifiques du client.

Il permet d'assurer le maintien en compétences du personnel, la formation des nouveaux entrants ainsi que l'analyse d'incidents à posteriori.

Trois objectifs principaux sont visés:

- La formation à la conduite en exploitation normale de la centrale connectée au réseau.
- La mise en situation incidentelle durant l'exploitation. Les deux pôles principaux d'incidents sont le moteur et le réseau de façon à représenter les interactions qui existent entre les deux éléments lors d'un fonctionnement anormal.
- La formation à la compréhension des phénomènes physiques et des circuits auxiliaires.

Ces objectifs s'adressent au personnel d'exploitation de la centrale.

Le simulateur pour être utilisé lors des étapes de formation suivantes:

- La formation initiale, qui permet d'acquérir les connaissances de base et de comprendre le fonctionnement du système électrique (contraintes de l'équilibre Offre/Demande), la technologie des équipements, la réglementation (environnementale appliquée aux ICPE), les procédures de conduite, etc.
- La formation spécifique au métier, qui consiste à acquérir les gestes professionnels et à maîtriser les différentes manœuvres (actions de conduite, procédures normales, procédures d'urgence).
- Le recyclage et le perfectionnement notamment la prise en compte de ses aspects économiques, écologiques, de sécurité et de sûreté ainsi que le suivi des indicateurs de production impactant les résultats du Pôle Production.

Héritant du retour d'expérience complet de formateurs, de techniciens et d'exploitants, le simulateur proposé répond aux exigences de qualité suivantes:

Représentativité

- Évolution en temps réel du comportement des différents éléments du processus de production.
- En toutes circonstances, le simulateur procure à l'utilisateur la sensation d'un comportement et d'un temps de réponse analogues à ceux rencontrés sur une installation réelle.
- La simulation n'est continue sur la totalité de la plage de fonctionnement:
- En situation normale, depuis l'arrêt jusqu'à la puissance maximale.

Adresse : 18 Rue Midol, 25000 Besançon (FRANCE)
Tél : (+33) 0665145772_Fix : (+33) 0363011842_Email : tracorfrancesas01@gmail.com

- En situation incidentelle
- Les phénomènes physiques sont finement représentés par une modélisation mathématique ou, si nécessaire, par des simplifications s'appuyant sur des résultats d'études ou d'expériences.

Facilité d'utilisation

- L'ergonomie de l'interface homme-machine permet une prise en main rapide du simulateur, tant par les stagiaires que par les instructeurs, les plaçant dans l'environnement familier de la centrale.
- Le Poste instructeur offre des outils pédagogiques puissants, pour l'accompagnement des sessions de formation: scénario, rejeu, accès aux paramètres du contrôle-commande (seuils, temporisations), déclenchement d'incidents,...
- Le simulateur est accompagné d'une documentation technique détaillée en langue française ou anglaise, qui permet une exploitation rapide et optimale.

Fiabilité et pérennité

- Le simulateur est basé sur du matériel informatique standard, ne faisant l'objet d'aucune adaptation.

L'application logicielle est réalisée au moyen de technologies standard et pérenne

II. Proposition technique

1. Architecture matérielle

L'architecture matérielle peut comprendre:

- Un Poste Elève, compose d'un PC et de 3écrans 20''
- Un Poste Observateur, équipé d'un PC et de 2écrans 20''
- Un Poste Instructeur, équipé d'un PC et d'un écran 20''
- Un vidéo projecteur, permettant le suivi, par plusieurs stagiaires, de l'écran du poste Observateur ou d'un écran du poste Instructeur

Suivant les cas, le logiciel est installé sur chaque PC ou disponible en cloud sur interne à partir d'un simple navigateur afin de faciliter la maintenance de l'application.



Implantation type

Adresse : 18 Rue Midol, 25000 Besançon (FRANCE)
Tél : (+33) 0665145772_Fix : (+33) 0363011842_Email : tracorfrancesas01@gmail.com

2. Modèle du simulateur générique

Généralités

Le modèle permet la simulation des différentes phases de fonctionnement de la centrale:

- Démarrage
- Couplage
- Suivi de la charge: fonctionnement en régulation de fréquence avec ou sans statisme ou en régulation de charge, selon le choix de l'opérateur

Le simulateur générique comprend la modélisation des systèmes suivants:

- Ventilation cellule groupe
- Circuit de lubrification
- Circuits de combustibles
- Moteur
- Excitation, régulation de tension
- Evacuation d'énergie
- Circuit air comprimé
- Circuit eau de refroidissement
- Prégraissage et préchauffage eau
- Protections alternateur
- Alimentation des auxiliaires

Par ailleurs, le domaine de simulation comprend la simulation d'un réseau actif, de manière à sensibiliser les élèves aux phénomènes principaux mis en jeu dans la réalisation de l'équilibre « production-consommation » ; les éléments de ce réseau actif sont :

- Un transformateur élévateur principal 20kV/90kV
- Les disjoncteurs de protection du groupe
- Le jeu de barres 90kV du poste d'évacuation d'énergie
- Un ensemble représentatif des autres groupes de la centrale, avec un disjoncteur de protection
- Un réseau de consommateurs externes, de puissance programmable, toujours connecté au jeu de barres 90 kV

La topologie du réseau actif, bien que simplifiée, permet de mettre en évidence les phénomènes ci-dessous:

- Réglage de la fréquence du réseau en régime permanent: effet du réglage primaire « fréquence-puissance », effet du réglage secondaire « fréquence puissance », effet d'autorégulation, notion de puissance nette disponible et de réserve primaire
- Réglage de la tension du réseau en régime permanent: effet de la régulation primaire de la

tension des alternateurs

- Conséquences d'un défaut sur le réseau ou d'une sur charge détectée dans les relais de courant(I_{max}): perte d'un groupe, délestages successifs, écroulement du réseau, îlotage du groupe principal

Modèle Thermo-hydraulique

Le modèle du moteur représente les phénomènes physiques qui interviennent dans le cycle thermodynamique du moteur et dans les systèmes de suralimentation:

- Compression de l'air dans les turbo compresseurs
- Refroidisseurs intermédiaires
- Compression dans les cylindres
- Combustion du fioul injecté en partie à volume constant, le reste à pression constante, combustion incomplète le cas échéant
- Détente des gaz et calcul de l'énergie fournie aux pistons

Les circuits auxiliaires sont modélisés par la résolution, en temps réel des équations différentielles de la dynamique des fluides incompressibles et de la thermique.

Modèle du contrôle-commande

Toutes les boucles de régulation: température, pression, viscosité ,vitesse ,charge, sont représentées ainsi que les systèmes logiques de sécurité et les séquences de démarrage, de variation de charge et d'arrêt.

Pannes et incidents

Le fonctionnement dégradé est modélisé par l'introduction, depuis le poste instructeur, de pannes et d'incidents programmés, ces derniers étant représentatifs des situations communément observées sur ce type d'installation.

Le tableau suivant donne une liste non-exhaustive des pannes disponibles.

Avarie ailettage turbine	Encrassement réfrigération
Avarie palier	Encrassement silencieux gaz échappement
Avarie TS	Encrassement turbine
Baisse pression SF6 coupleur	Fuite eau
Baisse pression hydraulique	Fuite égouttures
Blocage en position actionneurs	Fuite soufflé gaz échappement
Buchholz transfostade 1&2	Fusion fusibles
Colmatage filtre	Grippage crémaillère
Court-circuit Jeude Barres 90kV	Injecteur fuyard

Crémaillère blo	Manque tension
Cylindre Bn soupape admission ouverte	Masse cuve transfo
Cylindre Bn soupape échappement ch alumée	Masse stator
Défaut capteurs	Maxi Courant 20kV
Décalage crémaillère	Maxi Courant Basse Tension
Défaut alimentation	Maxil busching
Défaut appareil GRAVINER	Maxil contacteur
Défaut cellule BT	Maxil disjoncteur
Défaut centrifugeuse	Maxil homopolaire
Défaut joncteur neutre	Mise HS accu huile moteur
Défaut diodes	Moteur allumé sur une rangée
Défaut interne disjoncteur 90kV	Perte de charge
Défaut isolation cellule potentiel	Perte débit
Défaut isolation	Point dur tringlerie crémaillère
Défaut liaison	Avance injection
Défaut refrigeration transfo	Retard injection
Défaut réseau	Grippage piston
Défaut synchro coupleur	Usure généralisée
Défaut tabce lpotentiel	Présence eau dans cylindres
Détection de particules	Présence gaz transfo
Détection eau dans huile	Surcharge20kV
Eau dans le fuel	Surpression transfo
Elévation lente de temperature palier N	Surtension bornes joncteur de neutre
Elévation rapide de temperature palier N	Température transfostade1&2
Encrassement Chaudière de récupération	TSligne A bloquée
Encrassement collecteur gaz échappement	Usure bagues culbuteurs
Encrassement compresseur	Usure généralisée paliers
Encrassement échangeur	Vitesse allumage pas atteinte
Encrassement filtre	Volet survit enposinterA

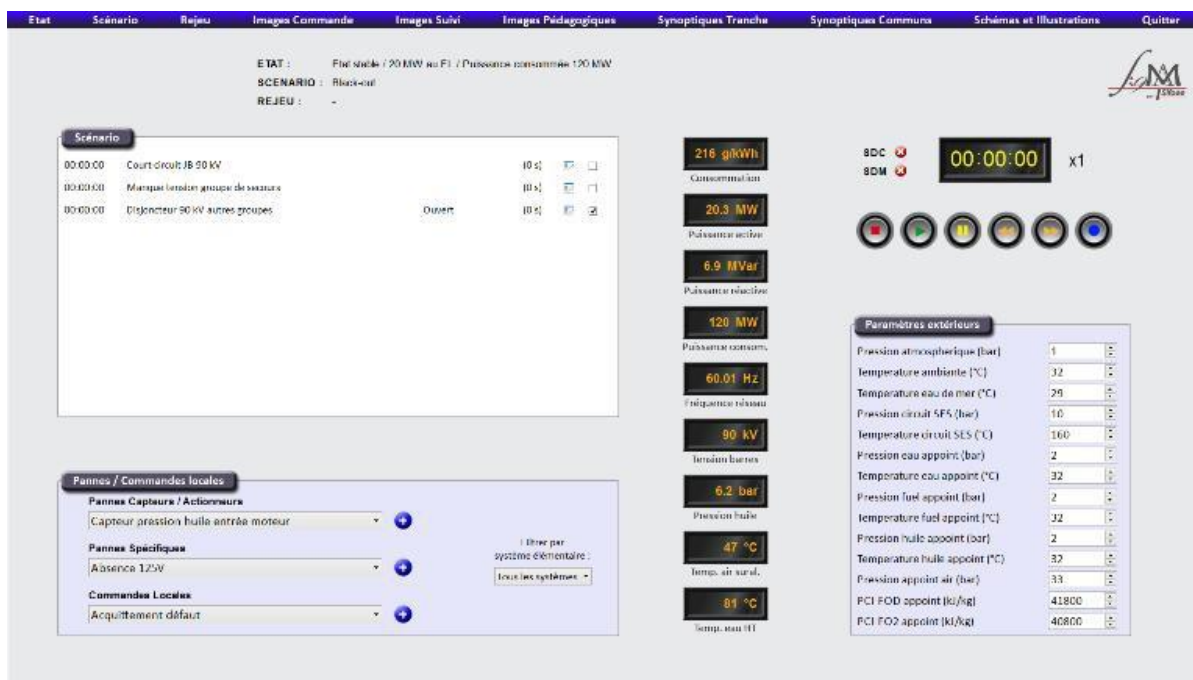
1. Adaptation du simulateur générique

Le simulateur générique peut être adapté aux contraintes spécifiques du client (imagerie de conduite particulière, éléments de process spécifiques,...). En fonction des besoins exprimés, ces adaptations seront étudiées au cas par cas, l'objectif principal restant de ne pas remettre en cause le noyau et les fondamentaux du simulateur générique.

2. Poste Instructeur

Le Poste Instructeur regroupe toutes les fonctions classiques disponibles sur les simulateurs de formation, et en particulier:

- Gel /marche
- Ralenti/accélééré
- Gestion des états initiaux
- Gestion des commandes locales et des paramètres extérieurs
- Gestion des pannes
- Suivi des mesures du modèle
- Gestion des scenarios



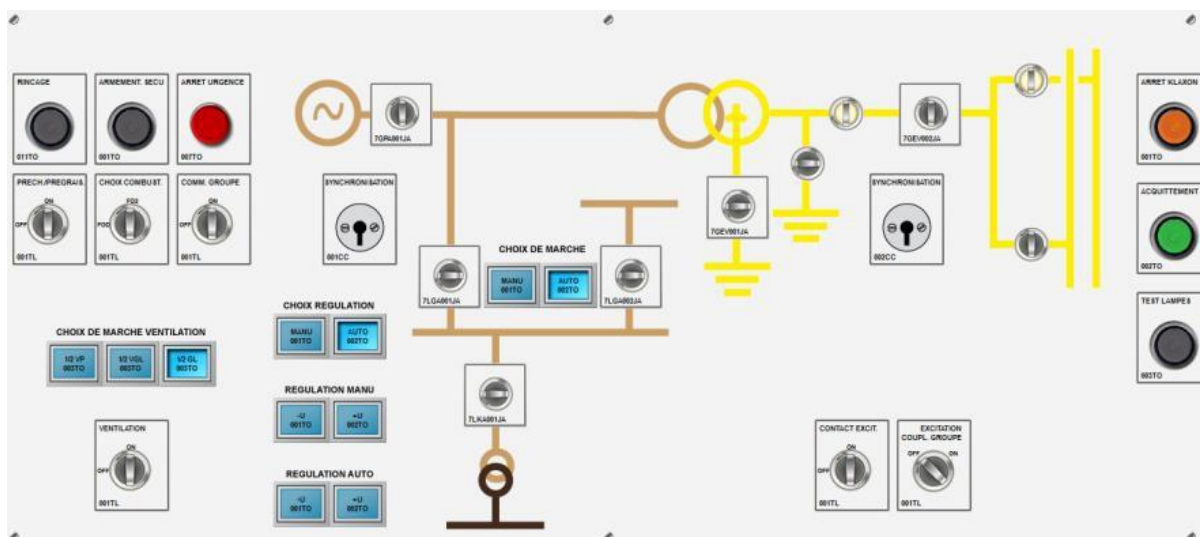
The screenshot displays the TRACOR simulation software interface. At the top, a navigation bar includes tabs for 'Etat', 'Scénario', 'Rejeu', 'Images Commande', 'Images Suivi', 'Images Pédagogiques', 'Synoptiques Tranche', 'Synoptiques Communes', 'Schémas et Illustrations', and 'Quitter'. Below this, the 'Etat' section shows 'ETAT : Filtre stable / 20 MW au F1 / Puissance consommée 120 MW', 'SCENARIO : Black-out', and 'REJEU : -'. The 'Scénario' panel lists events like 'Court circuit JB 50 kV' and 'Manque tension groupe de secours'. The 'Pannes / Commandes locales' panel includes sections for 'Pannes Capteurs / Actionneurs', 'Pannes Spécifiques', and 'Commandes Locales'. The right side features a central display with a digital clock '00:00:00' and several analog gauges. Below these are two columns of data readouts: '216 g/kWh' (Consumption), '20.3 MW' (Power active), '6.9 MVar' (Power reactive), '120 MW' (Power consumed), '60.01 Hz' (Frequency), '90 kV' (Voltage), '6.2 bar' (Pressure), '47 °C' (Temperature), and '81 °C' (Temperature). The 'Paramètres extérieurs' panel on the far right lists various environmental and operational parameters with their current values and setpoints.

Adresse : 18 Rue Midol, 25000 Besançon (FRANCE)
Tél : (+33) 0665145772_Fix : (+33) 0363011842_Email : tracorfrancesas01@gmail.com

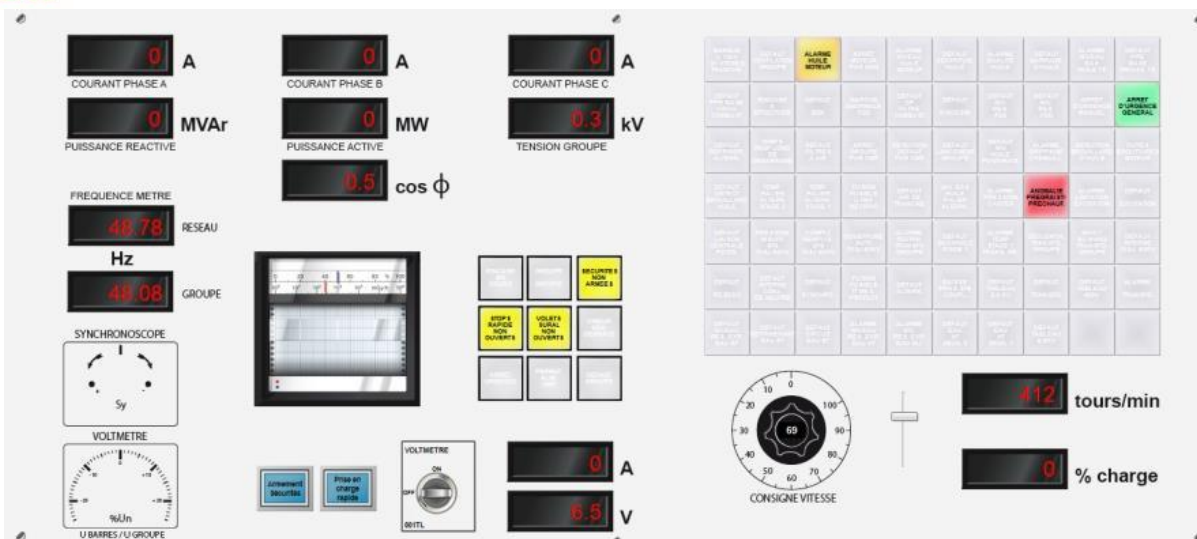
3. Poste Elève

Le Poste Elève du simulateur générique est constitué:

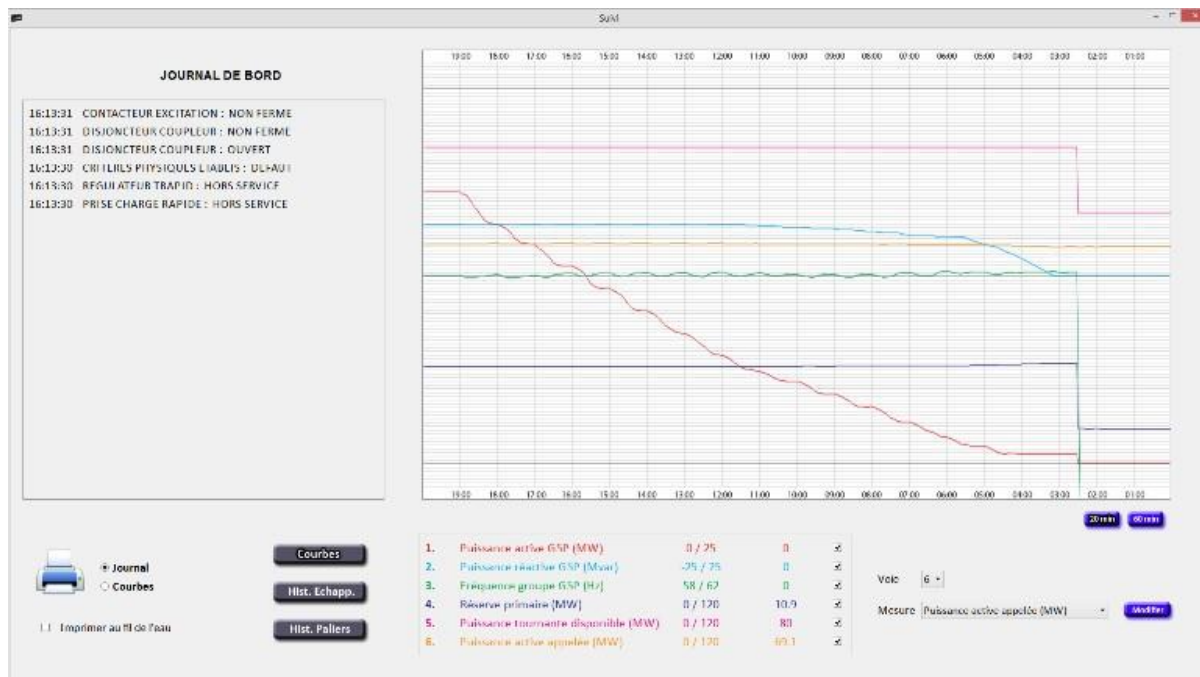
- De pupitres virtuels répliques d'un véritable système de conduite.
- D'une imagerie représentative d'un système de conduite
- D'une imagerie de suivi: journal d'événements et traceur de courbes



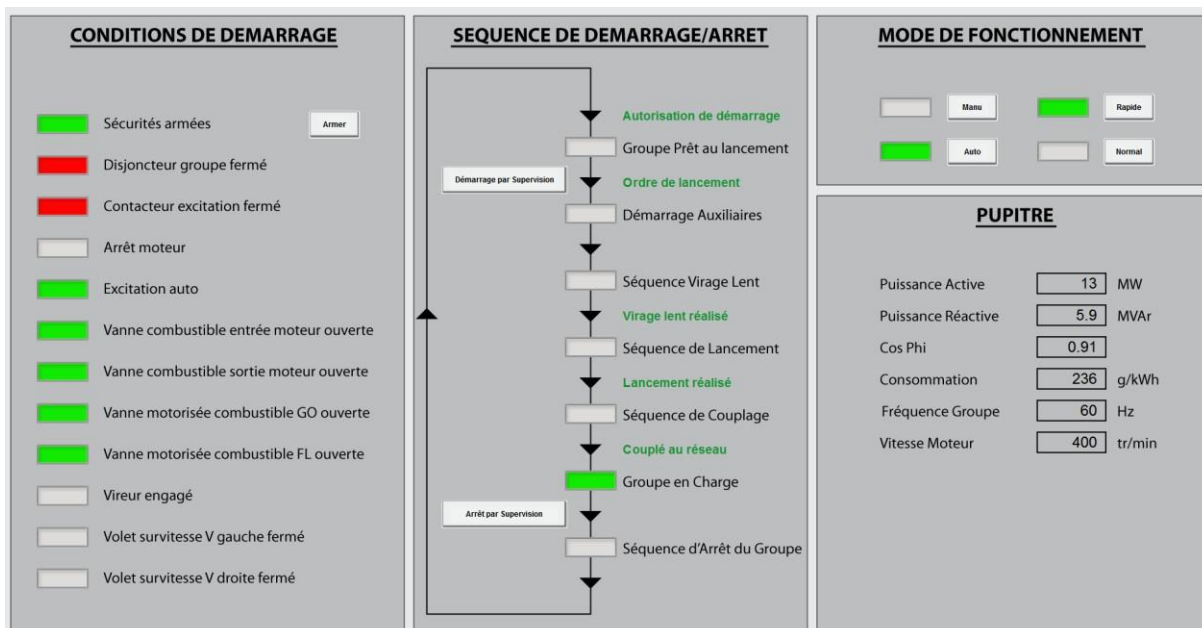
Pupitre virtuel – partie inférieure



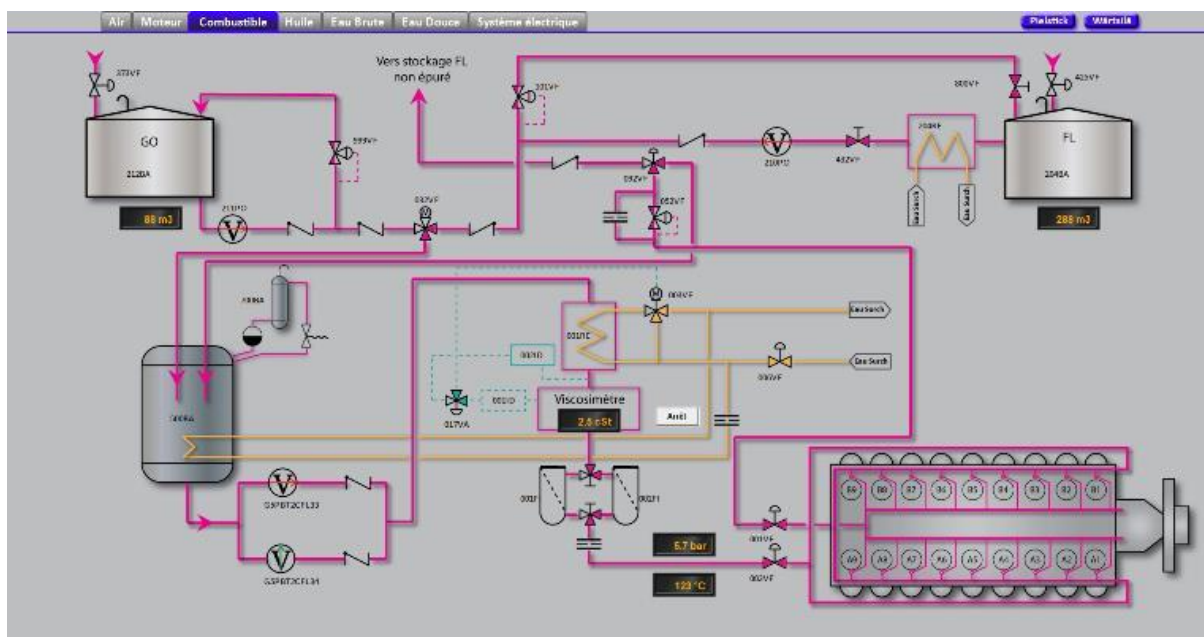
Pupitre virtuel–partie supérieure



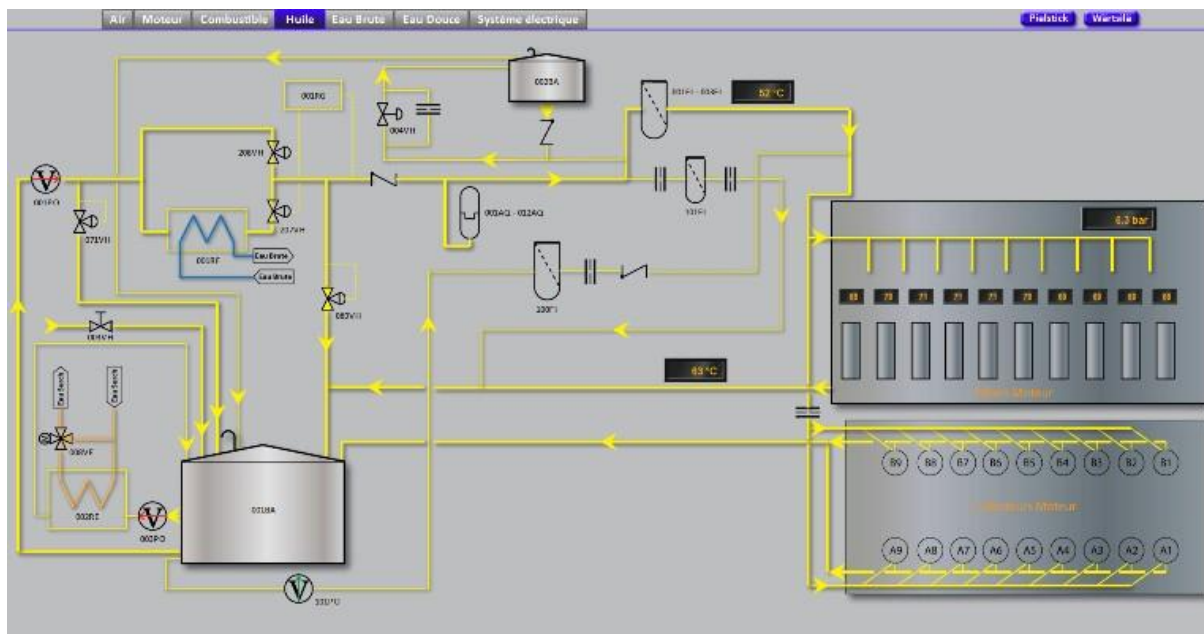
Imagerie de suivi



Exemple d'imagerie de conduite—sequence démarrage



Exemple d'imagerie de conduite- synoptique Combustible



Exemple d'imagerie de conduite- synoptique Huile

4. Poste Observateur

Le Poste Observateur est constitué d'un poste pédagogique et d'un vidéo projecteur. Il regroupe un ensemble de fonctions permettant la visualisation d'informations sous forme de courbes, de synoptiques, ou d'images pédagogiques.

Synoptiques

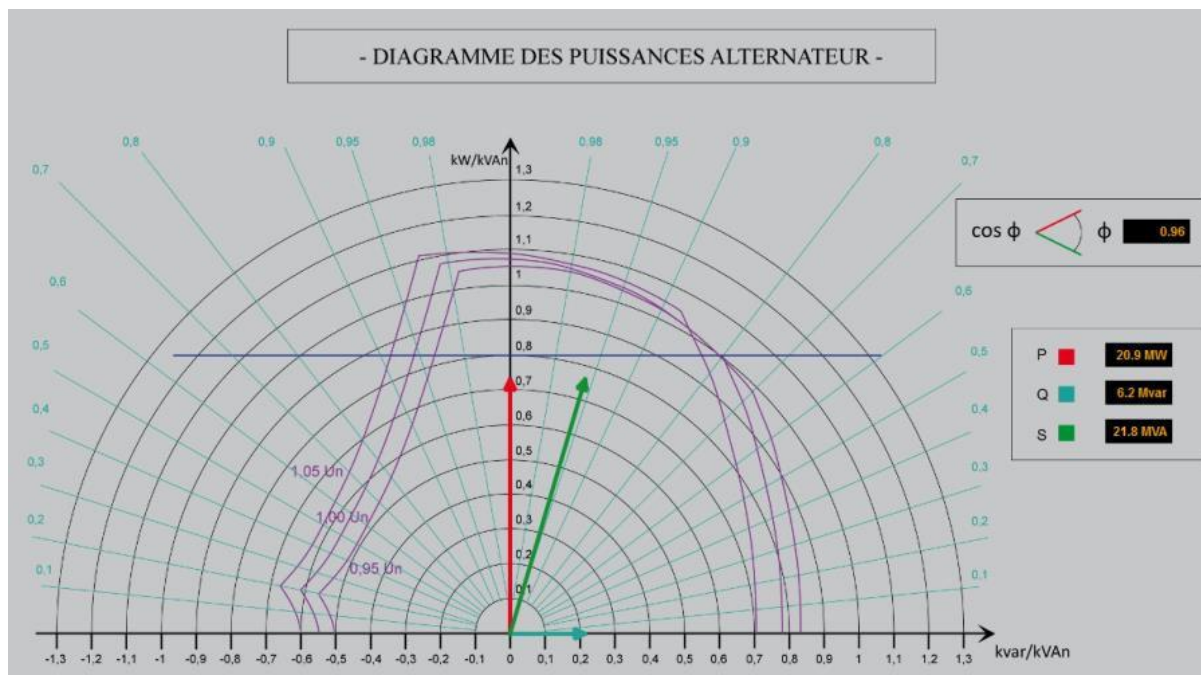
Les synoptiques correspondent aux différents synoptiques de l'imagerie de conduite représentatifs des circuits de la centrale :

- Moteur, aire sur alimentation et gaz d'échappement
- Combustibles
- Air comprimé
- Eau de refroidissement BT
- Eau de Refroidissement HT ete aux injecteurs
- Huile moteur
- Systèmes électriques

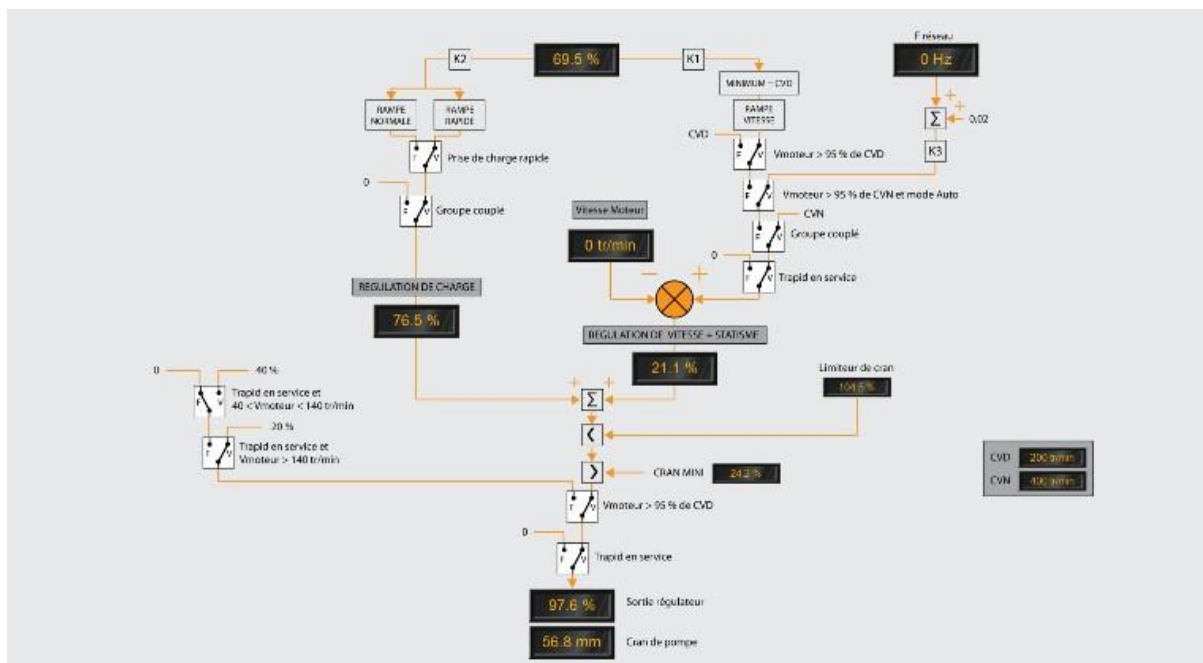
Images pédagogiques

Les images pédagogiques regroupent des informations possédant un intérêt pédagogique pour l'observateur; elles sont au nombre de 14 :

- Diagramme de puissances consommées sur le réseau
- Diagramme de puissance alternateur
- Diagramme des tensions
- Droite de statisme du groupe
- Fonctionnement du moteur sur le réseau
- Bilan thermique
- Diagramme de fonctionnement du turbo compresseur
- Diagramme de Clapeyron
- Diagramme décalé
- Epure du moteur
- Régulation vitesse et charge
- Régulation excitation alternateur
- Régulation température air suralimentation
- Régulation température/viscosité combustible



Exemple d'image pédagogique – Diagramme des puissances alternateur



Exemple d'image pédagogique—Régulation vitesse et charge

5. Dossier pédagogique

Le simulateur est livré avec un dossier pédagogique complet permettant immédiatement d'animer des sessions de formation à travers des séances types (démarrage, arrêt, îlotage, défauts moteur, défauts sur circuits, etc...).

Tracor France SAS peut aussi mettre à disposition de SONABEL des ressources expérimentées pour :

- La préparation ou l'animation de séances de formation sur simulateur.
- La formation d'instructeurs

Adresse : 18 Rue Midol, 25000 Besançon (FRANCE)

Tél : (+33) 0665145772_Fix : (+33) 0363011842_Email : tracorfrancesas01@gmail.com