



DIR Est – Tunnels de la Voie des Mercureaux

Renouvellement de la Gestion Technique Centralisée Programme Fonctionnel et Performances

CCTP – Livret 2

Juillet 2025

LOMBARDI Ingénierie
70 rue de la Villette
69425 LYON CEDEX 03
+33 (0)4 26 84 26 10
info@LOMBARDI-ing.fr



SUIVI DES MODIFICATIONS

C	31/07/2025	Reprise suite retour service admin DIR	P. Peyret	C. Lemée	C. Lemée
B	20/06/2025	Reprises relectures CETU et DIR Est	P. Peyret Y. Gayet	C. Lemée	C. Lemée
A	25/04/2025	Version initiale	P. Peyret Y. Gayet	C. Lemée	C. Lemée
Version	Date	Modifications	Rédaction	Vérification	Approbation

SOMMAIRE

SUIVI DES MODIFICATIONS	2
SOMMAIRE	3
GLOSSAIRE ET TABLE DES ILLUSTRATIONS	4
GLOSSAIRE	4
TABLE DES ILLUSTRATIONS	5
I. OBJET DU DOCUMENT	6
II. INTRODUCTION	7
II.1. AVANT-PROPOS	7
II.2. GENERALITES.....	7
II.3. SYNTHÈSE DES ATTENTES FONCTIONNELLES.....	8
II.4. CONCEPTION D’IHM HOMOGENES ET PERTINENTES	9
III. PROGRAMME FONCTIONNEL	11
III.1. FONCTIONNALITES D’ADMINISTRATION	11
III.2. FONCTIONNALITES D’EXPLOITATION	12
III.3. FONCTIONNALITES TEMPS DIFFERE	46
III.4. FONCTIONNALITES D’INTERFACE	51
III.5. FONCTIONNALITES SPECIFIQUES AUX OUVRAGES ET AUX « METIERS »	59
III.6. FONCTIONNALITES DE FORMATION ET VALIDATION	63
IV. PERFORMANCES	70
IV.1. TEMPS DE REPONSE DU SYSTEME	70
IV.2. TEMPS DE BASCULES ET REDEMARRAGE	71

GLOSSAIRE ET TABLE DES ILLUSTRATIONS

Glossaire

ABREVIATION	DEFINITION
AMO	Assistance à Maitrise d’Ouvrage
API	Automate Programmable Industriel
BdP	Bois de Peu
BT	Basse Tension
CAES	Coffret d’Alimentation des Equipements Secourus
CISGT	Centre d’Ingénierie, de Sécurité et de Gestion du Trafic
CME	Conditions Minimales d’Exploitation
CPU	Central Processing Unit
CCTP	Cahier des Charges Techniques Particulières
DAI	Détection Automatique d’Incidents
DCE	Dossier de Consultation des Entreprises
DIR	Direction Interdépartementale des Routes
E/S	Entrées/Sorties
EXE	Phase des études d’EXEcution
FO	Fibre Optique
GC	Galerie de Communication
GTC	Gestion Technique Centralisée
GTI	Garantie de Temps d’Intervention
GTR	Garantie de Temps de Rétablissement
IHM	Interface Homme-Machine
LT	Local Technique
MESD	Module d’Entrées-Sorties Déportées
OPC	Open Platform Communications
PASR	Pôle Administration Systèmes et Réseaux
PAU	Poste d’Appel d’Urgence
PMV	Panneau à Message Variable
RADT	Réseau d’Acquisition de Données et Télétransmission
RAU	Réseau d’Appel d’Urgence
SAGT	Système d’Aide à la Gestion du Trafic
SAV	Signal d’Affectation des Voies
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SeSyR	Service Systèmes et Réseaux
SNMP	Simple Network Management Protocol
TA	TéléAlarme
TC	TéléCommande
TGBT	Tableau Général Basse Tension
TM	TéléMesure
TMA	Tierce Maintenance Applicative
TD	Temps Différé
TR	Temps Réel
TS	TéléSignal
VM	Virtual Machine

Table des illustrations

Figure 1 - Matrice des droits par profils principaux – hors PF formation (résumé)	2
Figure 2 : frontal Mivisu.....	6
Figure 3 : SAGT	6
Figure 4 - Niveaux de criticité et modes dégradés.....	8
Figure 5 : Les différentes situations d'exploitation	9
Figure 6 - Contraintes d'exploitation associées aux différents modes de pilotage.....	25
Figure 7 : scénarios coup de poing	29
Figure 8 - Scénario à reconduire sur le nouveau système.....	30
Figure 9 : Qualification des alarmes	38
Figure 10 : Cycle de vie (simplifiée) d'une alarme	40
Figure 11 - Échange des données entre GTC et SAGT.....	55
Figure 12 - Variables échangées.....	55

I. OBJET DU DOCUMENT

Le présent document constitue le 2^{ème} livret du Cahier des Clauses Techniques et Particulières (CCTP) du marché relatif à l'opération de rénovation de la GTC de la DIR Est.

Le CCTP est constitué de cinq livrets :

- Livret 1 : Généralités
- **Livret 2 (présent livret) : Programme fonctionnel et Performances**
 - Programme fonctionnel :
 - Dispositions communes
 - Fonctionnalités d' « Administration »
 - Fonctionnalités d' « Exploitation »
 - Fonctionnalités « Temps différé »
 - Fonctionnalités d' « Interface »
 - Fonctionnalités spécifiques aux ouvrages et aux « Métiers »
 - Fonctionnalités de « Formation et Validation »
 - Performances
- Livret 3 : Spécifications matérielles et Architectures
- Livret 4 : Planning et Migrations
- Livret 5 : Documentation technique

II. INTRODUCTION

II.1. Avant-propos

Le « système de supervision » ou « supervision » ou « système » désigne la ou les applicatifs, composé(s) d'un ou plusieurs logiciels.

La définition de cette « supervision » est effectuée en termes de besoins fonctionnels, de performances à atteindre et de contraintes d'exécution à respecter.

Est prévu la fourniture d'un tel système, dont la composition technologique est laissée libre, permettant l'atteinte de ces exigences. Il s'agit d'un engagement de résultats de sa part, et non de moyens. Elle peut ainsi reposer :

- Sur le déploiement et adaptation d'un progiciel de supervision (type AVEVA, Panorama, Ignition, ...) ;
- Et/ou sur le développement et déploiement d'applicatifs métier, basés sur des technologies, langages et Framework récents (JEE, node.js...)

II.2. Généralités

La supervision a pour rôle de :

- Fournir les moyens nécessaires à l'opérateur pour :
 - Effectuer la surveillance permanente des ouvrages,
 - Maintenir la sécurité des usagers dans les ouvrages,
 - Piloter les équipements
 - Être informé des données et des événements « terrain »
- Permettre la localisation rapide et une visualisation des situations après-coup suite à l'apparition d'incident ou d'accident dans les ouvrages.

Chacun des postes opérateurs du nouveau système possède :

- Des droits d'accès selon les profils utilisateurs paramétrés,
- Un bandeau de visualisation des alarmes ou alertes en fonction du profil de l'utilisateur,
- Des vues représentant les équipements et permettant leurs pilotages ainsi que les états des ouvrages,
- Des vues de courbes et tendances permettant visualiser les données de l'ensemble des ouvrages.



L'ensemble des fonctionnalités actuelles doivent être maintenues. Certaines fonctionnalités pourront être améliorées ou même rajoutées au système améliorant ainsi le traitement des informations et les actions possibles des opérateurs.

II.3. Synthèse des attentes fonctionnelles

Afin de répondre aux exigences opérationnelles de la DIR Est, les fonctionnalités décrites ci-dessous devront être fournies dans le cadre de ce marché de rénovation de la GTC des ouvrages de la Voie des Mercureaux.

Le système « supervision » a pour rôles principaux de :

- Garantir l'unicité de commande
- Traiter l'information
- Exploiter l'information en temps réel
- Alerter l'opérateur
- Gérer et traiter les alarmes techniques ou les alertes d'exploitation
- Calculer en temps réel les Conditions Minimum d'Exploitation et les soumettre à l'opérateur
 - Assister l'opérateur dans sa prise de décision
- Fournir les moyens nécessaires à l'opérateur pour :
 - Effectuer la surveillance permanente des ouvrages
 - Maintenir la sécurité des usagers lors d'apparition d'incident ou d'accident dans les ouvrages
 - Diffuser l'information (élaboration de documents, diffusion)
- Recueillir les données terrain et des systèmes connexes
- Extraire les données historisées
- Historiser et archiver les données
- Assister les opérateurs avec des interfaces ergonomiques lors de l'affichage des informations
- Permettre le pilotage des équipements « terrain »
 - Unitairement ou par scénarios
 - En mode maintenance, ou en mode local
- Proposer des interfaces de paramétrage, permettant :
 - Le paramétrage et l'administration du système
 - La gestion et le paramétrage des alertes et des alarmes
 - Suivi, traçabilité (Acquittement, CME, Purge, ...)
 - Paramétrage (Inhibition, Désactivation, Buzzer...)
 - Le mode de pilotage des ouvrages
- Surveiller le système et les liaisons aux systèmes connexes
- Proposer des fonctionnalités propres à des domaines techniques
- La mise en œuvre des interfaces avec les systèmes connexes (SAGT, DAI, RAU...).

Parmi les fonctionnalités essentielles attendues de la future supervision, les points suivants doivent être considérés comme structurants :

- La création, modification et duplication de scénarios par les exploitants habilités, via une interface graphique ergonomique, sans nécessité de compétences en programmation ;
- La gestion automatique des alarmes de type "bagotement", incluant la détection, le filtrage et le regroupement logique, afin d'éviter la surcharge cognitive de l'opérateur en cas d'instabilité ou de conditions perturbées.

Ces fonctionnalités influencent directement :

- la conception des interfaces,
- l'architecture logicielle,

- le modèle de données,
- et les logiques de priorisation et d'alerte.

Elles doivent être prises en compte dès les phases initiales de définition de l'architecture fonctionnelle.

Le système « supervision » s'appuie également sur une plateforme de simulation/rejeu/validation pour les besoins de formation, grâce aux modes rejeu et simulation, ainsi qu'à des tests de fonctionnalités/évolutions type plateforme de préproduction. Les grandes fonctionnalités sont :

- Permettre une visualisation et le rejeu de situations d'incident ou d'accident dans les ouvrages à posteriori, ou d'éléments techniques (recueil de données pour le poste dédié à la formation et au rejeu),
- Permettre la formation des opérateurs et chefs de salle, via un mode simulation,
- Tester de nouvelles fonctionnalités évolutives de la GTC

II.4. Conception d'IHM homogènes et pertinentes

Les IHM de supervision des tunnels doivent être conçues pour être ergonomiques, intuitives et accessibles à tous les utilisateurs (opérateurs, techniciens, chefs de salle). Elles doivent fournir des vues complètes et en temps réel des informations nécessaires à l'exploitation des ouvrages. La conception des IHM doit également tenir compte des besoins spécifiques de chaque métier.

Une charte graphique garantissant l'homogénéité des écrans, l'ergonomie et l'affichage sur tous les postes devra être proposé et validée par la DIR Est. L'accompagnement d'un ergonome dans la création de cette charte graphique est attendu. Les attentes en termes d'ergonomie et d'accès aux différentes IHM et fonctionnalités peuvent s'inspirer du RGAA 4.0 (Référentiel Général d'Amélioration de l'Accessibilité). Cela signifie notamment que :

- La navigation doit être claire et simple, avec des repères visuels et textuels cohérents.
- Les contrastes de couleurs doivent être suffisants pour une bonne lisibilité.
- Le langage doit être simple et clair, en évitant le jargon et les termes techniques.
- Les fonctionnalités doivent être accessibles à la souris et au clavier.
- Les formulaires doivent être accessibles et les erreurs doivent être clairement indiquées.

Au-delà du respect de ce référentiel, les actions concrètes suivantes sont attendues :

- Les IHM devront utiliser des palettes de couleurs adaptées au daltonisme (tests de simulation à l'appui). Un niveau de contraste conforme au RGAA devra être respecté pour tous les éléments critiques (alertes, statuts, zones d'intervention) ;
- Tous les symboles utilisés devront être compréhensibles par leur forme seule (pas uniquement par la couleur), et accompagnés si nécessaire de labels textuels ;
- L'utilisation sans souris devra être possible pour les fonctions critiques. Les parcours clavier devront être logiques et testés ;
- Le Titulaire proposera au minimum deux maquettes graphiques en phase de conception. Ces maquettes permettront de valider les partis pris ergonomiques, y compris la lisibilité en salle d'exploitation à distance ;
- Au moins 6 ateliers IHM seront organisés avec la DIR Est, intégrant les utilisateurs finaux (opérateurs, techniciens, responsable de salle). Un ergonome devra être convié à ces séances pour formuler un avis structuré ;
- Des tests rapides avec des cas concrets (lecture d'alarme, commande d'équipement, scénario critique) seront utilisés pour ajuster les choix graphiques, la disposition des éléments et les niveaux de hiérarchie visuelle.

Cette validation au travers de maquettes (vues et ouvrages différents, états des équipements, modes de pilotage, etc.) permettra notamment de vérifier les points suivants :

- Représentation simple et efficace des équipements (positions et états),
- Homogénéité des vues selon les métiers,
- Homogénéité du bandeau d'alarme,
- Homogénéité des bibliothèques de symbole, icônes et représentations graphiques ;
- Homogénéité des repérages, libellés ;
- Homogénéité des navigations, actions métier ;
- ...

Une attention particulière sera portée aux modes d'identification des ouvrages et des locaux techniques (sur les vues rapprochées) pour une différenciation simple et efficace.

Enfin, les boutons d'actions rapides (fermeture d'ouvrage, principalement) seront accessibles par la mise en place de boutons « coup de poing ».

III. PROGRAMME FONCTIONNEL

III.1. Fonctionnalités d'administration

III.1.1. FCT_ADM_01 – Gestion des profils, des utilisateurs, des droits

III.1.1.1. FCT_ADM_01.01 – Administration des accès utilisateurs

L'exploitation, la sécurité et la maintenance des tunnels impliquent diverses responsabilités selon les fonctions et attributions du personnel. Le système de Gestion Technique Centralisée (GTC) doit ainsi implémenter une stratégie d'administration des accès différenciée, reconnaissant la disparité des rôles, besoins et responsabilités des intervenants.

Est considéré comme utilisateur toute entité référencée dans le système de supervision disposant d'un profil prédéfini et de droits associés. La configuration et l'attribution des profils aux utilisateurs s'effectuera exclusivement via une interface dédiée et sécurisée au sein de l'environnement de supervision.

La supervision devra disposer d'interfaces spécifiques d'administration comprenant impérativement les fonctionnalités suivantes :

- Gestion exhaustive des utilisateurs (consultation, création, modification, suppression)
- Administration avancée des profils (consultation, création, modification, duplication, suppression)
- Traçabilité intégrale des opérations effectuées sur la configuration des utilisateurs et profils

III.1.1.2. FCT_ADM_01.02 – Structuration des profils

Les profils constitueront un référentiel structuré de droits organisés selon les catégories suivantes :

- **Droits fonctionnels** : accès aux interfaces, visualisation des vues, acquittement des alarmes techniques ou d'exploitation, activation de procédures automatisées, consultation des données historisées, etc.
- **Droits opérationnels** : commande des équipements, paramétrage des installations, modification des valeurs de consigne, etc.
- **Droits d'administration** : création/modification des utilisateurs, configuration des profils, etc.

Un utilisateur pourra être associé à plusieurs profils simultanément, bénéficiant alors de l'agrégation des droits définis dans chacun d'eux, selon un principe cumulatif. Les comptes utilisateurs devront être strictement individualisés et associés à une personne physique dûment identifiée.

La configuration initiale des profils incombera au titulaire et devra être opérationnelle au plus tard lors de la mise en ordre de marche du premier ouvrage. Les paramétrages ultérieurs du contenu des profils seront exclusivement sous la responsabilité de la DIR Est, selon les modalités explicitées dans le Manuel Utilisateur.

La structuration des profils devra refléter les pratiques d'exploitation de la DIR Est. Le système devra permettre :

- Une gestion fine des profils utilisateurs par domaine métier (exploitation, signalisation, ventilation, éclairage, etc.),
- L'attribution de droits localisés, notamment pour accéder à certaines consoles ou équipements locaux, sans intervention systématique du CISGT,

- La création de profils temporaires ou limités, par exemple un profil « intervenant extérieur ponctuel », attribué aux entreprises tierces lors d'interventions de maintenance ou de test.

La solution implémentera initialement les profils suivants :

- Visiteur ou Invité ;
- intervenant extérieur ponctuel ;
- Opérateur ;
- Technicien de maintenance ;
- Responsable CISGT ;
- Administrateur système ;
- Formé (option) ;
- Formateur (option).

L'outil de supervision déployé devra permettre l'interfaçage avec un Active Directory pour les tâches d'authentification et gestion des identités numériques. Le Titulaire devra fournir les informations nécessaires pour l'intégration de cet annuaire.

Les interfaces sont différenciées selon les profils utilisateurs afin d'optimiser l'accessibilité aux fonctionnalités pertinentes et garantir une exploitation sécurisée :

Visiteur ou Invité

Le profil « visiteur ou invité » est limité à la visualisation passive des interfaces sans aucune possibilité d'action sur le système.

- Visualisation temps réel des données des IHM
- Visualisation temps réel des alarmes, alertes et CME présentent dans bandeau
- Aucune autorisation de commande

Intervenant extérieur ponctuel

Ce profil est destiné aux intervenants de sociétés extérieures (prestataires ou entreprises de maintenance) intervenant ponctuellement sur site dans le cadre de travaux, de vérifications techniques ou de tests sous supervision. Il doit permettre une utilisation temporaire, sécurisée et restreinte du système de supervision, sans compromettre l'intégrité de la supervision ou l'unicité de la commande.

Il dispose des droits suivants :

- accès limité dans le temps et géographiquement restreint (par équipement, domaine ou ouvrage),
- accès en lecture seule aux états d'équipements et alarmes du périmètre concerné,
- possibilité, si habilité explicitement par un responsable, de réaliser des opérations unitaires sur les équipements associés à son domaine (ex. : tests de ventilation, vérification d'éclairage),
- accès aux journaux d'événements et d'alarmes sur la période d'intervention,
- visualisation des scénarios actifs sans capacité de les modifier, ni de les déclencher.

En revanche, il ne dispose pas des accès pour :

- modification de seuils, de scénarios ou de paramètres systèmes,
- prise de commande globale sur un ouvrage ou un domaine,

Le profil est désactivé automatiquement à l'expiration de la période d'intervention.

Toutes les actions réalisées par un intervenant extérieur ponctuel doivent être :

- Journalisées, avec l'identifiant personnel, la date, l'heure et le poste utilisé,
- Consultables a posteriori par l'administrateur et les responsables d'exploitation.

Opérateur d'exploitation

Le profil « opérateur d'exploitation » dispose des droits nécessaires à la gestion quotidienne des ouvrages, lui permettant de superviser en temps réel l'ensemble des équipements et systèmes, d'acquitter les alarmes, de mettre en œuvre les procédures d'exploitation courantes et dégradées, de piloter les équipements dans le cadre des scénarios prédéfinis, et d'interagir avec les dispositifs de sécurité pour assurer la continuité de service et la sécurité des usagers transitant par les tunnels.

- Surveillance synchrone de l'état des équipements
- Pilotage opérationnel des dispositifs
- Consultation des bandeaux d'alarmes
- Acquiesement des alarmes d'exploitation
- Accès aux données historisées (commandes, événements)

Technicien de maintenance

Le profil « technicien de maintenance » permet d'accéder aux vues détaillées des équipements, aux journaux d'alarmes techniques et aux fonctions de diagnostic avancés avec des droits limités de pilotage pour les interventions correctives

- Surveillance synchrone de l'état des équipements
- Diagnostic système
- Acquiesement des alarmes techniques
- Paramétrage technique des équipements
- Visualisation des entrées/sorties (E/S)
- Consultation des données énergétiques (centrales de mesure, onduleurs)
- Gestion des alarmes techniques
- Mise hors service des équipements
- Passage en mode Maintenance ou Manuel des équipements
- Forçage de mise marche de certains équipements (associé au mode manuel)
- Fermeture applicative
- Analyse des courbes de mesures (énergie, ventilation, pollution)
- Suivi des compteurs d'exploitation (temps de fonctionnement des circuits d'éclairage, accélérateurs)
- -Extraction des données statistiques et historisées
- -Paramétrage des seuils de fonctionnement
- Modification des scénarios
- Modification des plans d'actions

Responsable de salle (responsable exploitation)

Le profil « Responsable de salle » dispose d'un accès étendu aux fonctionnalités de supervision par rapport à un opérateur, au pilotage des équipements critiques, à la gestion des événements et aux tableaux de bord analytiques, lui permettant d'assurer la coordination opérationnelle du système.

- Surveillance synchrone de l'état des équipements
- Pilotage opérationnel des dispositifs
- Consultation des bandeaux d'alarmes

- Acquittement des alarmes d'exploitation
- Accès aux données historisées (commandes, événements)
- Définition et conception des calculs de CME
- Extraction des données statistiques
- Élaboration de tableaux de bord
- Définition des scénarios
- Définition des plans d'actions

Responsable de CISGT

Le profil « Responsable de CISGT » dispose d'un accès étendu aux fonctionnalités de supervision, à la gestion des événements et aux tableaux de bord analytiques, lui permettant d'assurer la coordination opérationnelle du système.

- Surveillance synchrone de l'état des équipements
- Consultation des bandeaux d'alarmes
- Acquittement des alarmes d'exploitation
- Accès aux données historisées (commandes, événements)
- Paramétrage et conception des calculs de CME
- Extraction des données statistiques
- Élaboration de tableaux de bord
- Définition des scénarios
- Définition des plans d'actions

Administrateur système

Ce profil représente le plus haut niveau d'habilitation au sein du système de supervision. Il dispose des prérogatives suivantes :

- Accès intégral aux fonctionnalités des autres profils utilisateurs
- Paramétrage avancé des équipements techniques et de leurs seuils de fonctionnement
- Gestion complète des droits utilisateurs et des profils système (création, modification, suppression)
- Administration globale de l'infrastructure technique et applicative
- Pilotage complet de tous les équipements connectés au système
- Gestion des mises hors service temporaires ou permanentes des équipements
- Élaboration, modification et validation des scénarios d'exploitation
- Création et ajustement des plans d'actions automatisés ou semi-automatisés
- Contrôle de la fermeture sécurisée des applications
- Accès direct aux variables système et possibilité de forçage de bits
- Modification des objets GTC (création, suppression, paramétrage)
- Ajout et configuration de nouveaux points de supervision
- Modification des logiques automates et des algorithmes de traitement
- Ajustement des bases de données temps réel et historiques
- Définition et modification des règles de communication entre équipements
- Création et modification des IHM
- Gestion des protocoles de communication et des drivers d'équipements
- Configuration des routines de sauvegarde et de restauration du système
- Implémentation des mises à jour logicielles et micrologicielles

Formé

Le profil « Formé » dispose des mêmes droits nécessaires à l'« opérateur d'exploitation » pour la gestion quotidienne des ouvrages, lui permettant de superviser en temps réel l'ensemble des équipements et systèmes, d'acquitter les alarmes, de mettre en œuvre les procédures d'exploitation courantes et dégradées, de piloter les équipements dans le cadre des scénarios prédéfinis, et d'interagir avec les dispositifs de sécurité pour assurer la continuité de service et la sécurité des usagers transitant par les tunnels.

Néanmoins, ces droits sont valables pour accéder à ces fonctionnalités disponibles sur l'environnement simulé, qui ne permet pas le véritable pilotage des ouvrages ou la consultation des états réel des équipements et systèmes de la voie des Mercureaux.

Ce profil permet de disposer dans l'environnement simulé des accès suivants :

- Surveillance synchrone de l'état des équipements
- Pilotage opérationnel des dispositifs
- Consultation des bandeaux d'alarmes
- Acquiesement des alarmes d'exploitation
- Accès aux données historisées (commandes, événements)

Formateur

Le profil « Formateur » dispose des accès pour :

- Visualiser la bibliothèque des séquences existantes pouvant être simulées pour la formation ;
- Visualiser la bibliothèque des séquences existantes pouvant être rejouées pour la formation ;
- Configurer des séquences simulées ;
- Visualiser en temps réel et en temps différé les actions des formés lors des séquences rejouées ou simulées en ayant la main sur la lecture de la séquence (retour arrière, pause, accélérer la lecture, ...)
- Superviser les résultats des formés sur une période donnée ;
- Visualiser une cartographie des indicateurs de compétences des équipes ;
- Créer et modifier les rapports personnalisés des opérateurs suivant leurs actions lors des séquences simulées ;
- Diffuser les rapports ;
- Visualiser les synthèses d'utilisation de la plateforme pour suivre la formation globale des équipes.

Matrice des droits








	 Visiteur	 Intervenant ext. ponctuel	 Opérateur	 Responsable de salle	 Responsable de CISGT	 Technicien de Maintenance	 Administrateur Système
Visualisation	✓ Données temps réel IHM Alarmes	✓ périmètre restreint	✓ Données temps réel, historiques, alarmes	✓ Données temps réel, historiques, alarmes	✓ Surveillance équipements, extraction stats, tableaux de bord	✓ Surveillance équipements, alarmes techniques, E/S, énergie, courbes, compteurs	✓ Accès intégral
Commandes	✗	✓ sur autorisation, périmètre local	✓ Pilotage des équipements et des Scénarios	✓ Pilotage des équipements et des Scénarios	✗	✓ Mise hors service, mode manuel, forçage, fermeture application	✓ Accès total, Pilotage total, fermeture application
Acquittement	✗	✗	✓ Alarmes exploitation	✓ Alarmes exploitation	✓ Alarmes exploitation	✓ Alarmes techniques	✓ Tous types d'acquittement
Paramétrage	✗	✗	✗	✓ Définition des fonctionnalités d'exploitation (CME, scénarios, plans d'actions)	✓ Définition des fonctionnalités d'exploitation (CME, scénarios, plans d'actions)	✓ Paramétrage technique	✓ Tous paramétrages, gestion droits, administration, IHM, sauvegardes, MAJ système

Figure 1 - Matrice des droits par profils principaux – hors PF formation (résumé)

III.1.1.3. FCT_ADM_01.03 – Authentification et sécurisation des accès

La solution de supervision devra intégrer la possibilité d'interfaçage avec un Active Directory pour les processus d'authentification et de gestion des identités numériques.

L'administration des droits et des profils devra être totalement indépendante de l'Active Directory, garantissant ainsi l'autonomie fonctionnelle du système de supervision.

Quelle que soit la méthode d'authentification implémentée (AD ou modules natifs), celle-ci devra se conformer rigoureusement aux exigences de cybersécurité détaillées dans le Livret 3, incluant notamment :

- Mécanismes de contrôle d'accès robustes
- Politique de mots de passe conforme aux standards en vigueur
- Protection contre les attaques par force brute
- Journalisation exhaustive des tentatives d'accès
- Verrouillage temporaire des comptes après échecs d'authentification multiples

III.1.1.4. FCT_ADM_01.04 – Gestion des sessions utilisateurs

Le système implémentera une gestion avancée des sessions utilisateurs, comprenant :

- Déconnexion automatique après une durée d'inactivité paramétrable par typologie d'utilisateur,
- Prévention des sessions concurrentes pour un même utilisateur
- Mécanisme de verrouillage manuel de session

Au démarrage d'un poste opérateur ou en l'absence d'utilisateur authentifié, le profil activé par défaut sera « Invité », restreint aux fonctionnalités de visualisation sans autorisation d'action.

III.1.1.5. FCT_ADM_01.05 – Traçabilité et audit

Le système maintiendra un registre d'audit exhaustif documentant l'ensemble des opérations d'administration effectuées sur les utilisateurs et les profils, consignnant :

- L'identité de l'administrateur ayant exécuté l'opération
- La nature précise de la modification
- L'horodatage de l'intervention
- Les valeurs avant et après modification

Le système offrira également aux administrateurs une fonctionnalité de révocation d'urgence permettant la désactivation immédiate d'un compte utilisateur en cas de suspicion de compromission.

L'implémentation rigoureuse de ces principes garantira l'adéquation du système de supervision aux exigences opérationnelles de la DIR Est et aux impératifs de sécurité informatique inhérents à la gestion d'infrastructures critiques.

III.1.2. FCT_ADM_02 – Gestion des accès aux IHM, Ouvrages, Alarmes

III.1.2.1. FCT_ADM_02.01 – Différenciation et Personnalisation des Interfaces Utilisateur

La diversification des besoins informationnels et interactionnels des utilisateurs de la GTC nécessite une personnalisation des interfaces. À titre d'exemple, les exigences fonctionnelles et opérationnelles

du profil « Responsable du CISGT » diffèrent substantiellement de celles d'un profil « Technicien de maintenance » affecté à la maintenance des tunnels de Bois de Peu et Fontain.

L'implémentation d'une matrice paramétrable d'affectation constitue un dispositif primordial pour garantir conjointement la sécurité opérationnelle, l'efficacité fonctionnelle et l'ergonomie optimale du système GTC. La matrice paramétrable permettra une configuration précise des droits d'accès selon les profils utilisateurs pour les fonctionnalités suivantes :

- Accès aux Interfaces Homme-Machine (IHM)
 - Vues d'exploitation
 - Vues techniques
 - Vues de paramétrage
- Accès aux alarmes
- Accès aux alertes
- Accès aux ouvrages

III.1.2.2. FCT_ADM_02.02 – Conception ergonomique des interfaces

Les IHM destinées à la supervision doivent offrir une représentation exhaustive et synchrone des données essentielles à l'exploitation des ouvrages.

Le Titulaire devra proposer une charte graphique cohérente, développée avec le concours d'un expert en ergonomie. La conception des interfaces homme-machine (IHM) devra répondre aux principes d'ergonomie reconnus, notamment :

- La norme ISO 9241-210 (conception centrée utilisateur),
- Le guide ISA-101 (Standard for Human Machine Interface en environnement industriel),
- Le RGAA 4.0 (Référentiel Général d'Amélioration de l'Accessibilité).

Le Titulaire devra proposer un support structuré d'analyse ergonomique, destiné à évaluer la conformité des IHM aux attentes métier. Ce support pourra prendre la forme d'une grille ou d'un tableau d'évaluation ergonomique, incluant au minimum :

- Lisibilité et hiérarchisation des informations,
- Clarté des alertes et alarmes,
- Cohérence des pictogrammes et des couleurs,
- Réduction de la charge cognitive de l'opérateur,
- Navigabilité (clavier, souris, écran tactile),
- Accessibilité en conditions dégradées (brouillard visuel, stress, etc.).

Cette évaluation devra être réalisée en lien avec les utilisateurs finaux (opérateurs trafic, techniciens de maintenance, chef de salle), sur la base de cas d'usage concrets, en contexte normal et dégradé (incident, crise, surcharge d'alarme).

Les résultats de cette analyse seront discutés avec la DIR Est et pourront conduire à des ajustements fonctionnels ou graphiques avant validation finale des IHM.

La validation des spécifications ergonomiques s'effectuera via des maquettes interactives reproduisant divers états des équipements et modes opératoires. Ces prototypes devront intégrer :

- Une représentation explicite des équipements (positionnement, états fonctionnels)
- Une homogénéité graphique entre les différentes vues métier
- Une standardisation des bibliothèques iconographiques, bandeaux d'alerte et nomenclatures
- Une architecture de navigation intuitive pour un accès rapide aux fonctionnalités critiques

Les dispositifs de commande d'urgence feront l'objet d'une attention particulière : les actions critiques, telle la fermeture immédiate des tunnels, devront être accessibles via des contrôles dédiés minimisant les interactions requises, selon un principe similaire au « bouton coup de poing ».

III.1.2.3. FCT_ADM_02.03 – Vue spécifique par Domaine Métier

Les fonctionnalités de pilotage existantes doivent être maintenues, tout en bénéficiant d'améliorations substantielles.

Le contenu de certaines interfaces nécessitera une refonte pour garantir une adéquation optimale avec les exigences métier. L'ensemble des équipements devront être représentés sur les différentes IHM. Pour des raisons de besoins opérationnels et fonctionnels les interfaces existantes pourront être enrichies, notamment pour les domaines suivants :

- Domaine sécurité avec une représentation des Niches de Sécurité et des Galeries de Communication
- Réseaux hydrauliques (pour les bassins de rétention, et vanne)
- Locaux techniques
- Galeries de communication
- Interfaces avec d'autres systèmes connexes
- Réseau de communication (switch),
- Réseau automatisme,
- Serveurs vidéo et serveurs GTC.

III.1.2.4. FCT_ADM_02.04 – Vue d'ensemble d'un ouvrage

Le titulaire devra proposer, à minima des vues distinctes correspondantes aux deux tunnels de la Voie des Mercureaux. Chacune de ces vues doit permettre la visualisation du tunnel, des têtes d'entrée et de sortie, des galeries de secours ainsi que des niches de sécurité. Cette vue macro permettra aux opérateurs d'appréhender instantanément la topologie complète de l'infrastructure et l'état fonctionnel de ses composants critiques.

Cette vue (ou synoptique) doit afficher :

- Une vue en coupe longitudinale de l'ouvrage,
- Avec représentation proportionnelle des différentes sections et dispositifs,
- Les têtes de tunnel avec les équipements spécifiques de fermeture :
 - Barrières d'accès,
 - Signalisation dynamique (PMV de fermeture, R24, sonnerie)
- Les galeries de communication transversales, ainsi que la visualisation des équipements et de leur état,
- Les niches de sécurité avec indication de leurs fonctionnalités et état des équipements (poste d'appel d'urgence, extincteur, présence, etc.).

L'état opérationnel de chaque élément sera signalé par une symbologie chromatique standardisée, permettant d'identifier immédiatement les dysfonctionnements ou situations anormales.

Cette vue d'ensemble constituera le point d'entrée principal du système de supervision, depuis lequel l'opérateur pourra accéder, par sélection directe des éléments affichés, aux vues détaillées de chaque composant ou sous-système de l'ouvrage.

L'interface doit garantir une navigation intuitive entre les différentes vues des ouvrages spécifiques (tunnels de Fontain et de Bois de Peu) et la section courante de la Voie des Mercureaux, tout en offrant la possibilité d'étendre l'affichage à un périmètre géographique plus large.

III.1.2.5. FCT_ADM_02.05 – synoptique de la Voie des Mercureaux

Cette extension comprendra la visualisation de l'ensemble des panneaux à messages variables (PMV) de la zone « Mercureaux », les potences de pré-signalisation situées en amont de chaque tunnel.

Cet affichage étendu est indispensable pour les opérateurs dans leur gestion des Plans de Gestion du Trafic (PGT) locaux tels que les interventions programmées, bouchons quotidiens, ou tout type d'incidents dans les tunnels. Cette fonctionnalité est actuellement assurée par le frontal Mivisu en place, système avec lequel la supervision doit être interfacée, et devra être développée et intégrée dans la nouvelle supervision.

Cet affichage étendu doit permettre de visualiser tous les PMV sur l'ensemble de la Voie des Mercureaux, mais également tous ceux par extension, en approche de la Voie : ceux de la RD 104 et Beure.

Ci-dessous, un exemple de vue attendue :

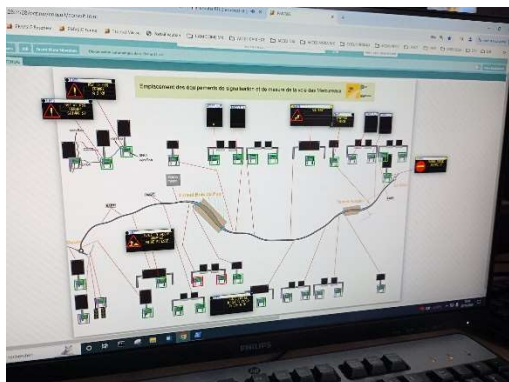


Figure 2 : frontal Mivisu

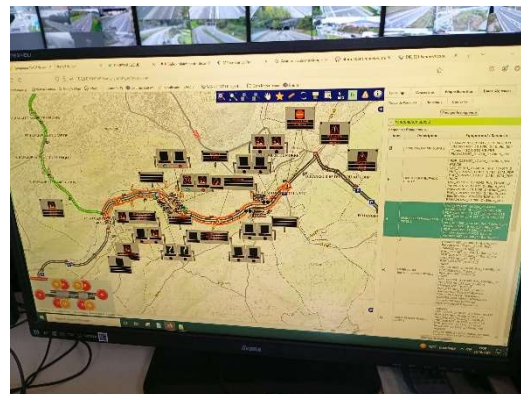


Figure 3 : SAGT

III.1.3. FCT_ADM_03 – Paramétrage du système

Les fonctions et valeurs employées dans le système devront être intégralement paramétrables via des interfaces homme-machine (IHM) dédiées au sein de l'application de supervision. Par défaut, l'ensemble des fonctionnalités sera paramétrable.

Est considérée comme « fonction paramétrable » toute fonction dont les paramètres peuvent être modifiés en exploitation, sans nécessiter le redémarrage de l'application ou d'un sous-système quelconque de la supervision.

Paramètres techniques et seuils :

- Coefficients et constantes intervenant dans les traitements analytiques des valeurs analogiques
- Temporisations de discordances associées aux équipements techniques
- Temporisations « procédé » relatives aux processus d'exploitation, notamment les temporisations de fonctionnement des différents régimes d'éclairage (fonctionnement selon programmation horaire et non selon les seuils des luminancemètres)
- Seuils d'éclairage différenciés par zones et sections d'exploitation
- Seuils de détection des surconsommations énergétiques à partir des données recueillies par les centrales de mesures, déclenchant l'émission d'alertes
- Paramètres de calibration des capteurs et des équipements métrologiques

Gestion des données et affichages :

- Création, suppression et modification des groupes de courbes analogiques
- Configuration des fonctions d'archivage (périodicité, durée de conservation, résolution)
- Paramétrage des formats d'exportation des données
- Personnalisation des options d'affichage des tableaux de bord et synoptiques
- Configuration des échelles temporelles des graphiques de tendance

Planification et automatismes :

- Paramètres des programmeurs de tranches horaires
- Configuration des scénarios d'exploitation prédéfinis
- Paramétrage des plans de signalisation
- Élaboration et modification des plans d'actions automatisés
- Définition des séquences de fonctionnement des équipements techniques

Alarmes et supervision :

- Configuration des alertes et alarmes (seuils, priorités, libellés)
- Paramétrage des alertes d'exploitation générées sur Conditions Minimales d'Exploitation (CME)
- Définition des Conditions Minimales d'Exploitation
- Hiérarchisation et routage des notifications selon leur criticité
- Configuration des délais d'acquittement avant procédure d'escalade

Administration du système :

- Gestion des profils utilisateurs
- Attribution des droits d'accès aux fonctionnalités selon les profils
- Configuration des journaux d'événements système
- Paramétrage des procédures de sauvegarde automatique
- Configuration des mécanismes de redondance et de basculement

III.1.3.1. FCT_ADM_03.01 – Paramétrage des attributs d'équipements

En sélectionnant un équipement dans les différentes vues de la supervision, il doit être possible pour l'utilisateur d'accéder à plusieurs informations. Il doit pouvoir, pour chaque équipement ou famille d'équipement :

- Paramétrer les types d'alarmes (métier, groupe d'équipements)
- Paramétrer les criticités, les possibilités d'inhibitions, ...
- Créer, modifier, supprimer des alarmes (libellés, descriptions, informations, ...)
- De fournir d'autres informations (consignes, docs techniques)
 - Synoptique fonctionnel, informations des équipements amont (connectivité réseau ou énergie)
 - Notice d'utilisation, manuel explicative,
 - ...

III.1.3.2. FCT_ADM_03.02 – Paramétrage des alarmes et des alertes

Les fonctions d'administrations sur les alarmes techniques et les alertes d'exploitation s'appuient sur une interface spécifique de paramétrage, afin de permettre à l'administrateur de paramétrer la création et l'affichage des alarmes au sein du module « Paramétrage/Alarmes ».

Elle doit permettre, en plus d'être consultée, de :

- Paramétrer le code couleur employé par niveau d'alarmes et alertes
- Paramétrer le niveau de visualisation des alarmes et des alertes
- Paramétrer le déclenchement et le niveau sonore des alarmes et alertes
- Paramétrer le niveau d'information des alarmes remontées par le système
 - Horodate (format),
 - Type (Métier, Sous-Système, ...),
 - Etat (Présente, Absente),
 - Délai de rétablissement attendus, ou niveau d'urgence
 - Ouvrage, Localisation
- Gérer les avalanches d'alarmes,
- Gérer l'inhibition des alarmes,
- Gérer le mode Maintenance,

- Gérer les anti-bagottements
- Traiter les alarmes par lots

Il doit également être possible d'attribuer une sonnerie, un buzzer, pour chaque type de remontée d'information (alarme, alerte), selon leur criticité. Cet avertissement sonore peut être activé ou non, selon les souhaits des différents personnels de la DIR Est. Par défaut, un avertissement sonore est diffusé uniquement pour les profils « opérateur ».

Les alarmes techniques et alertes d'exploitation présentées sur les IHM, sont paramétrables et seront donc affectées, attribuées selon les périmètres de compétence, de surveillance.

III.1.3.3. FCT_ADM_03.03 – Paramétrage des modes dégradés

Les modes dégradés, allant jusqu'aux conditions Minimales d'Exploitation (CME), sont établis à partir des conditions nominales, et indiquent les seuils en deçà desquels la sécurité des usagers ou de l'infrastructure n'est plus garantie, suite à la défaillance des systèmes électriques, de ventilation, désenfumage, ou du réseau incendie, ... par exemple.

Au même titre que les événements routiers, le dysfonctionnement des équipements de la voie des Mercureaux est de nature à compromettre la sécurité des usagers et doit nécessiter des actions correctives ou compensatoires dont l'échelle est la suivante :

Niveau	Définition
Défaut	La défaillance des équipements ne remet pas en cause la sécurité des usagers. Cette situation ne nécessite pas d'intervention urgente ;
Dégradé 1	La défaillance affecte les fonctions de sécurité du tunnel. Cette situation nécessite une intervention à moyen terme et/ou une surveillance renforcée
Dégradé 2	Les fonctions de sécurité du tunnel sont significativement affectées, mais ces défaillances peuvent être compensées par des mesures de surveillance ou d'exploitation alternatives. Cette situation nécessite une intervention à court terme et/ou une action conforme au PIS.
CME	Les Conditions Minimales d'Exploitation correspondent à une disponibilité des équipements qui n'est envisageable que pour une durée limitée (48 heures) au-delà de laquelle la décision de poursuivre l'exploitation de la voie des Mercureaux doit être évaluée au regard des enjeux avec les intervenants extérieurs (FO, SDIS, Préfecture, ...). Cette situation nécessite une intervention à très court terme (48 heures) et/ou une action conforme au PIS.
Condition de fermeture	Ce niveau correspond à une situation pour laquelle la disponibilité des équipements ne permet plus de garantir la sécurité des usagers et donc ne permet plus de maintenir l'exploitation de la voie des Mercureaux. Cette situation nécessite la fermeture immédiate d'un ou des sens de circulation de la voie des Mercureaux.

Figure 4 - Niveaux de criticité et modes dégradés



Ces défauts sont traités par l'équipe de maintenance alertée par l'intermédiaire d'une alarme technique sur les frontaux de commande et/ou par l'opérateur du CISGT.

En effet, à partir du Niveau de gravité Dégradé 1, les alarmes techniques font l'objet d'un **message d'alerte sur la Main Courante Informatisée (MCI) du SAGT accompagnées d'une sonnerie.**

L'ensemble des informations techniques et alertes d'exploitation doivent être transmises au SAGT – cf §III.4.1 - FCT_INT_01 – Mise en œuvre d'une interface avec le SAGT

Des alarmes techniques informent l'opérateur des écarts par rapport à des défaillances techniques, une indisponibilité d'équipement (manque présence tension, discordance de position, seuil de vibration atteint, etc.).

Ces alarmes techniques sont analysées en temps réel et des alertes d'exploitation relatives à l'atteinte des CME peuvent être générées par la résolution d'équations (ou algorithme) définie dans le système, en fonction des alertes et alarmes présentes. Lorsqu'une alarme technique disparaît, l'état de l'ouvrage est de nouveau calculé afin de maintenir ou non le niveau de CME associé.

Les administrateurs doivent pouvoir gérer ces CME, de leur création, à la modification ou suppression.

Il doit être possible de créer, modifier et paramétrer :

- les logiques combinatoires indispensables à la création au calcul des CME,
- les niveaux de criticités
- les délais d'intervention (GTI) et de rétablissement associés (GTR)
- les données spécifiques selon :
 - les ouvrages
 - les équipements
- les éléments complémentaires permettant une meilleure compréhension et une meilleure réactivité dans la décision des opérateurs.
 - Consignes
 - Procédures
 - Extrait du PIS
 - Etc...

Le tout se basant sur les données des PIS et des procédures applicables à la DIR Est.

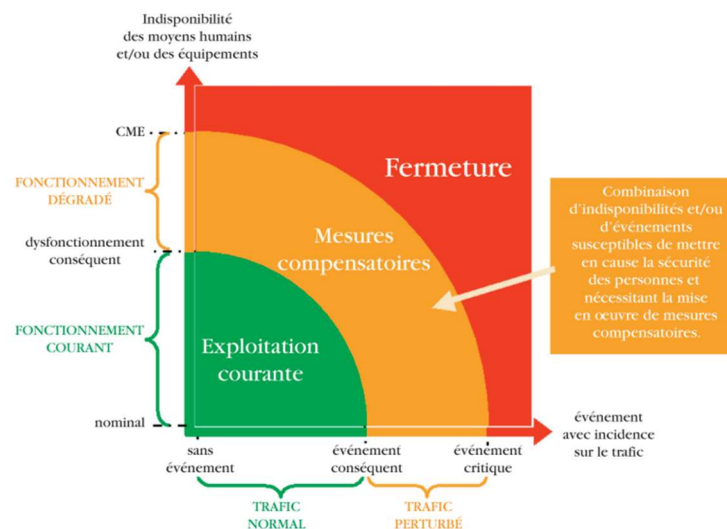


Figure 5 : Les différentes situations d'exploitation

Une CME doit être à minima caractérisée par :

- des horodates d'apparition (si indiqué par le frontal) et d'arrivée sur la supervision,
- la famille « métier »
- le nom de l'équipement associée - libellé compréhensible par un opérateur (point d'attention demandé sur cet item),
- un état et une horodate de qualification (suite à une action de qualification par un opérateur),

- un type d'alerte : rattachement du métier ou du domaine technique (remontées d'informations via la mise en place d'interfaces avec les systèmes RAU, ou Vidéo, ...),
- une localisation ou une zone géographique (ouvrage, axe/sens/PR, Local Technique, coordonnées GPS),
- la ou les alarmes à l'origine de l'alerte,
- la criticité de l'alerte, et le niveau associé (couleur, sonnerie, ...) :
- selon les niveaux de : pré-alerte, dégradé, fermeture

Ci-dessous un exemple de CME et de seuils associés :

- perte de l'alimentation de l'armoire extérieure (AE187) du Vallon > CME jaune - Dégradé 2
- perte images d'une caméra en tunnel (Bois de Peu ou Fontain) > CME verte - Dégradé 1
- perte totale des plots de jalonnement dans un tube > CME jaune - Dégradé 2
- perte de l'éclairage y compris éclairage de secours Fontain > CME rouge
- perte système de fermeture (barrière) d'un tube du tunnel de Bois de Peu > CME noire - Condition de fermeture

III.1.3.4. FCT_ADM_03.04 – Paramétrage des fonctions d'historisation

Dans ce module de paramétrage système, l'administrateur système doit pouvoir paramétrer :

- la profondeur d'historisation :
 - base Temps Réel (B_TR)
 - base Temps Différés (B_TD)
- les données à sauvegarder (TA, TS, TM, TC...)
- le détail des fréquences d'imports ou de récupération des données
- les volumes de stockage prêts à accueillir les données

III.1.3.5. FCT_ADM_03.05 – Paramétrage et programmation des tranches horaires

La supervision doit intégrer un module de gestion horaire de certains équipements, permettant de définir pour :

- Le métier éclairage :
 - les horodates de déclenchements et de mise à l'arrêt des circuits d'éclairage
 - les régimes d'éclairage et les circuits de commande associés
 - les seuils de luminosité d'enclenchement des régimes
 - le seuil « crépusculaire »

Les tranches horaires pourront être :

- Utilisées en substitution automatique en cas de défaillance des luminancemètres ou de perte de signal (mode dégradé),
- Ou activées de manière permanente ou partielle, selon une logique métier définie par la DIR Est (ex. : plages fixes pour la période hivernale, plan d'éclairage spécifique).

Cette flexibilité doit permettre à l'exploitant de choisir dynamiquement entre une régulation automatique par capteur ou un fonctionnement programmé.

L'utilisation des tranches horaires permettra d'optimiser les temps de fonctionnement des installations d'éclairage, entraînant ainsi des économies d'énergie significatives et une prolongation de la durée de vie des équipements.

- Le métier ventilation :

- Le système devra être capable de déclencher automatiquement les surpresseurs pour garantir un quota minimal d'heures de fonctionnement (à paramétrer par type d'équipement). Cette logique permettra de respecter les préconisations des constructeurs en matière de durée d'usage régulière, afin d'éviter l'encrassement, les déséquilibres mécaniques ou l'arrêt prolongé susceptible de nuire à la durabilité des équipements.
- Ce quota sera paramétrable (ex. nombre d'heures par mois) et prendra en compte le fonctionnement déjà effectué en mode nominal ou incident. Le déclenchement complémentaire se fera dans des plages horaires définies, sans impact sur l'exploitation.

De plus, le système doit intégrer un compteur d'heures de fonctionnement pour certains équipements (tels que les éclairages des tunnels, la ventilation (surpression) des galeries de communication), permettant de suivre avec précision leur vieillissement et de planifier efficacement les opérations de maintenance préventive.

Cette fonctionnalité est essentielle pour anticiper les remplacements nécessaires avant qu'une défaillance ne survienne, optimisant ainsi la disponibilité des équipements et réduisant les coûts de maintenance corrective. Ce compteur sera visible sur la même interface de gestion des seuils et des horodates de déclenchements.

III.1.4. FCT_ADM_04 – Surveillance technique de l'infrastructure

La solution logicielle déployée devra intégrer un module dédié à la surveillance complète et autonome de l'ensemble du système GTC dans sa globalité. Ce dispositif de supervision technique devra être conforme aux standards industriels actuels et permettre l'inspection permanente des infrastructures.

Le titulaire mettra en œuvre un système de surveillance complet et autonome de l'infrastructure GTC, couvrant les aspects suivants :

- performances réseau et système (CPU, bande passante),
- état technique des composants (VM, clusters, redondance, stockage, onduleurs),
- diagnostic des défaillances avec détection des changements de statut (Maître/Esclave),
- gestion des alertes et déclenchement des modes dégradés.

Un système de surveillance est déjà employé et géré par le service du PASR de la DIR Est. Certains équipements de la zone tunnel devront être intégrés à cette solution déjà en place. Un atelier spécifique devra être réalisés afin de définir les contours de la cible du périmètre technique de la solution de surveillance.

Le Titulaire fournira les modèles et toute information nécessaire pour permettre au PASR l'intégration des nouvelles machines dans la supervision technique Zabbix mise en place à la DIR Est.

Le système surveillera également les équipements spécifiques, notamment les caméras et dispositifs associés au système DAI, switches locaux, etc.

Une interface de supervision dédiée permettra la visualisation et le contrôle du système. La solution devra être compatible avec plusieurs protocoles recommandés par l'ANSSI (SNMP, OPC UA, MQTT, etc.).

Les spécifications détaillées sont fournies dans le Livret 3 « Administration et Supervision d'infrastructure ».

Un dysfonctionnement constaté génère une alarme et engage si nécessaire les modes de fonctionnement dégradés correspondants.

Toutes ces informations sont également représentées sur les IHM supervision du domaine « système ».

III.1.5. FCT_ADM_05 – Redondance applicative

Le système est redondé « à chaud » et en temps réel, par le déploiement d'architecture composée d'au moins deux serveurs (virtuels) applicatifs accueillant le logiciel de supervision.

- En cas de perte du serveur Maître, le serveur Secours intervient en redondance, et devient à son tour le serveur Maître.
- Lorsque le serveur dysfonctionnel ou défaillant est à nouveau disponible, une alarme technique indique à l'utilisateur qu'il est possible d'effectuer la bascule de retour à la normale.

Une fonctionnalité (débrayable par paramétrage) permet d'automatiser cette bascule retour.

Les alarmes techniques associées aux mouvements de bascule restent visibles pour l'utilisateur.

La supervision permet, aux personnes autorisées, de provoquer un basculement manuel entre 2 équipements redondants compris dans la nouvelle architecture.

Cette architecture devra assurer :

- La synchronisation automatique et en temps réel des bases de données,
- Le basculement automatique ou manuel vers le serveur de secours,
- Et la supervision active de l'état de chacun des nœuds.

En complément, le système devra détecter toute perte de redondance, notamment la défaillance du serveur de secours (perte de communication, panne matérielle, désynchronisation logique...).

Cette perte de redondance devra :

- Déclencher une alerte immédiate dans le bandeau d'alarmes de la supervision,
- Être journalisée avec date, heure, et source,
- Être retransmise (si besoin) aux systèmes de supervision technique.

L'exploitant devra être informé de cet état dégradé pour engager les mesures correctives nécessaires dans les meilleurs délais.

III.2. Fonctionnalités d'exploitation

III.2.1. FCT_EXP_01 – Gérer l'unicité de la commande

Le principe d'unicité de commande constitue une exigence fondamentale dans les architectures de supervision. Ce principe garantit qu'à tout moment, un équipement ou un ouvrage ne peut être piloté que par un seul et unique utilisateur, évitant ainsi toute situation de conflit de commande pouvant compromettre la sécurité des installations et des personnes.

Seul l'opérateur ayant obtenu l'affectation d'un ouvrage (ou les droits de pilotage) peut exécuter des commandes sur celui-ci, dans la limite des autorisations définies par son profil utilisateur.

Le système interdit techniquement toute prise de contrôle simultanée d'une même zone, du même périmètre opérationnel par deux postes opérateurs distincts, ou deux sessions utilisateurs différentes.

Le système de supervision devra garantir l'unicité de commande à tout instant, quel que soit le profil utilisateur ou le mode d'exploitation. L'activation d'un mode (par exemple « maintenance ») pour un équipement donné doit automatiquement désactiver tout autre mode actif, y compris l'affectation opérateur ou la prise en charge par un scénario automatisé. Cette exclusivité de pilotage devra être traçable (utilisateur, horodatage, type d'action). En cas de conflit potentiel (ex. : activation d'un

scénario alors qu'un équipement est en maintenance), le scénario sera empêché ou désactivé, et une alerte spécifique sera générée.

Pour garantir cette unicité de commande, le principe à implémenter est le suivant :

- **Jetons d'autorisation** : Un mécanisme de « jeton » numérique est attribué dynamiquement à l'opérateur détenant les droits de pilotage.
- **Signalisation visuelle** : Les interfaces utilisateur affichent clairement l'état d'affectation des ouvrages, indiquant pour chacun l'identité de l'opérateur détenteur du contrôle.
- **Journalisation renforcée** : Toutes les prises et libérations de contrôle sont horodatées et enregistrées dans les journaux d'événements pour assurer une traçabilité complète.

Pour assurer la sécurité des opérations et maintenir le principe d'unicité de commande, un protocole spécifique de transfert de commande est implémenté.

Par exemple, lorsqu'un technicien de maintenance doit intervenir sur un équipement, l'opérateur d'exploitation en charge de la gestion des ouvrages, doit explicitement « basculer » l'équipement en mode maintenance via une action dédiée dans l'interface de supervision.

Ce transfert de pilotage est exclusif : une fois l'équipement en mode maintenance, l'opérateur d'exploitation perd automatiquement ses droits de pilotage sur cet équipement spécifique, tandis que le technicien de maintenance acquiert l'autorité exclusive pour le commander.

Par ailleurs, toute tentative d'envoi de commande ou d'activation de scénario sur un équipement en mode maintenance est interdite par le système.

Cette interdiction s'applique à :

- tous les scénarios automatisés ou manuels (y compris "coup de poing"),
- toute commande issue d'un poste opérateur.

Le système doit alors :

- bloquer l'action,
- générer une alerte contextualisée, par exemple : « *Équipement en mode maintenance – commande annulée* »,
- consigner cette tentative dans le journal d'événements.

L'équipement en mode maintenance reste bloqué jusqu'à sa libération manuelle par le technicien ou un responsable habilité (ex. chef de salle). Aucune réintégration dans les scénarios n'est automatique.

Pour garantir la visibilité de l'état de pilotage, tout équipement basculé dans un mode autre que le mode « automatique » doit arborer un symbole distinctif sur l'ensemble des interfaces de supervision. Ce marquage visuel (généralement une icône d'outil ou un code couleur spécifique) permet à tous les utilisateurs du système d'identifier immédiatement le statut particulier de l'équipement et l'autorité actuellement responsable de son pilotage. Cette identification claire évite toute confusion opérationnelle et renforce la traçabilité des interventions.

Ce marquage est obligatoire dans toutes les vues de supervision pertinentes (vue métier, géographique, tableau de bord état équipements).

Il doit permettre à tout utilisateur :

- d'identifier immédiatement le mode actif,
- de connaître le profil ou l'utilisateur responsable du verrouillage,
- et de comprendre l'effet sur les droits de pilotage associés.

Les modes de pilotage sont détaillés aux § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et III.2.3.2.

III.2.1.1. FCT_EXP_01.01 – Prendre son poste

Au démarrage d'un poste opérateur ou lorsqu'aucun utilisateur n'est identifié, le profil utilisé par défaut devra être « Invité ». Ce profil ne disposera que de droits de visualisation, sans possibilité d'action sur le système.

L'utilisateur devra obligatoirement saisir son identifiant et son mot de passe pour accéder à des fonctionnalités étendues, qui sont propres aux droits concédés sur son type de profil.

III.2.1.2. FCT_EXP_01.02 – Quitter son poste

Lors de la déconnexion d'un opérateur de son poste, l'affectation qu'il pouvait avoir est libérée et une information (type fenêtre modale, notification ou alerte d'exploitation par exemple) est remontée aux autres utilisateurs connectés en visualisation afin de notifier cette déconnexion.

Un popup du type « ouvrages non surveillés » doit apparaître d'une manière différente dans le système, alertant ainsi les autres utilisateurs connectés, et le poste en cours de déconnexion. Un ouvrage ne peut rester sans surveillance. Le temps entre la déconnexion d'un opérateur et la connexion du suivant doit être suffisamment long pour ne pas engendrer de gênes à chaque prise de poste.

Afin d'assurer un certain niveau de disponibilité des opérateurs, une alerte doit être envoyée sur l'ensemble des postes connectés aux serveurs, si aucune connexion ou prise de poste n'est effective sur les ouvrages. Cette alerte apparaît au bout d'un certain temps, paramétrable. Par défaut, ce temps doit être paramétré à 3 min (180 secondes).

Dans le cas où l'opérateur ferme la fenêtre de l'application, sa session est alors automatiquement déconnectée. L'ouvrage sous sa surveillance devient alors « sans surveillance », les messages d'informations et compteurs se déclenchent à nouveau.

En cas de déconnexion d'un opérateur, si aucun autre utilisateur habilité (profil opérateur ou supérieur) n'est connecté pour prendre le relais sur les ouvrages sous surveillance, le système devra :

- Déclencher une alerte système critique, de type « Aucune supervision active sur l'ouvrage XX »,
- Générer une notification sonore et visuelle sur tous les postes encore connectés (y compris en lecture seule),
- Consigner l'évènement dans le journal d'exploitation avec mention explicite, par exemple : « *Abandon de poste sans reprise de surveillance – affectation libérée sans successeur* »,

Si possible, avertir automatiquement un profil « chef de salle » ou un utilisateur référent, par notification système ou message d'urgence (paramétrable).

Une temporisation peut être configurée pour différer l'alerte (ex. 1 à 2 minutes), afin de laisser le temps à un autre opérateur de reprendre la main. Cette durée est paramétrable, avec une valeur par défaut de 3 minutes.

III.2.1.3. FCT_EXP_01.03 – Connaître l'affectation

À chaque instant, l'utilisateur est capable, via une animation spécifique et une notification lors d'un changement d'affectation, de savoir si l'ouvrage lui est affecté ou non.

La supervision devra afficher de manière claire et systématique, l'un des trois états suivants :

- « *L'ouvrage m'est affecté* » : l'utilisateur connecté est responsable de la surveillance et du pilotage. Les fonctions de commande sont actives.

- « *L'ouvrage est affecté à un autre utilisateur* » : l'ouvrage est sous le contrôle d'un autre opérateur. L'utilisateur courant ne peut interagir avec les équipements, sauf s'il dispose d'un droit de reprise (cf. § 15III.2.1.4 - FCT_EXP_01.04 – Prendre la main / Déconnexion forcée).
- « *L'ouvrage n'est affecté à personne* » : aucun opérateur actif ne supervise actuellement cet ouvrage. Cet état doit :
 - Être signalé visuellement (ex. : couleur grise ou contour clignotant),
 - Donner lieu à une alerte contextuelle s'il perdure au-delà d'un seuil défini (paramétrable),
 - Être consigné dans le journal d'exploitation.

Ces trois états doivent être accessibles depuis les vues géographiques, métiers, et depuis une vue synthétique dédiée, permettant à un chef de salle ou tout opérateur de prendre la main rapidement si nécessaire.

Plus globalement, chaque utilisateur du système peut identifier l'utilisateur qui est affecté à l'ouvrage et a donc la charge de son pilotage et exploitation.

La supervision doit indiquer non seulement qui détient la commande, mais également le mode actif pour chaque équipement.

En cas de mode prioritaire actif (ex. maintenance), les autres opérateurs ou scénarios ne peuvent intervenir, sauf si la main est explicitement relâchée ou transférée.

III.2.1.4. FCT_EXP_01.04 – Prendre la main / Déconnexion forcée

En cas de force majeure ou de problème technique avéré (perte de la commande depuis le CISGT...), un autre poste opérateur doit pouvoir « prendre la main » sur un ouvrage sous surveillance.

Cela doit passer par une fenêtre d'authentification standard, avec un popup de validation confirmant le souhait de forcer la déconnexion du poste précédemment actif. Le nouveau poste de surveillance deviendra le seul poste actif pour la surveillance de l'ouvrage.

Afin de renforcer la traçabilité et la sécurité des opérations, le système devra intégrer une fonctionnalité de déconnexion automatique après une durée maximale de session continue. Cette durée sera paramétrable, avec une valeur recommandée comprise entre 9 et 12 heures, correspondant à une amplitude de service standard.

Au terme de cette durée :

- La session de l'utilisateur est automatiquement fermée,
- Les ouvrages précédemment affectés sont libérés et signalés comme non surveillés,
- Une alerte visuelle avertit tous les postes connectés de cette perte de supervision,
- L'utilisateur devra se reconnecter avec ses identifiants pour reprendre la main.

Cette fonction vise à éviter toute confusion lors des changements de poste et garantit que chaque action est bien attribuée au bon utilisateur.

III.2.1.5. FCT_UNI_01.05 – Passage de jeton de commande entre clients

Afin de garantir l'unicité de commande, le pilotage des équipements et ouvrages de la Voie des Mercureaux doit être associé à un jeton unique, détenu à un instant donné par un seul utilisateur connecté (client GTC).

La séquence de passage de jeton entre deux clients suit les étapes suivantes :

- Demande de prise de main : Un utilisateur A (nouveau) demande la prise de contrôle sur un ouvrage ou un équipement déjà détenu par l'utilisateur B (actuel) ;
- Notification à l'utilisateur actuel : l'utilisateur B est informé de la demande par une alerte visuelle et sonore avec un compte à rebours configuré (ex. 30 secondes) ;
- Réponse de l'utilisateur B :
 - S'il accepte, le jeton est transféré à A ;
 - S'il refuse, A est informé et le transfert est annulé ;
 - Si aucune réponse dans le délai imparti, la prise de main peut être forcée par A (si autorisé par son profil) ;
- Validation du transfert : le transfert de jeton est effectué avec :
 - Traçabilité complète (ancien et nouveau détenteur, heure, justification éventuelle),
 - Blocage temporaire des commandes pendant la transition,
 - Notification à l'ensemble des utilisateurs connectés (bandeau ou message contextuel) ;
- Mise à jour de l'IHM : l'interface met à jour en temps réel le détenteur du jeton, et adapte les droits d'interaction en fonction du profil utilisateur ;
- Effets liés aux modes actifs : si un mode prioritaire est actif (ex. Maintenance, Local), le passage de jeton n'est pas autorisé, sauf si le détenteur actuel libère manuellement la commande ou si un profil d'urgence (chef de salle) force la reprise.

III.2.1.6. FCT_EXP_01.06 – Fermeture d'urgence

Dans le cas d'incident ou d'accident important, l'opérateur doit pouvoir agir rapidement et sécuriser la zone impactée. Pour ce faire, des fermetures d'urgences sont réalisées depuis le CISGT par l'intermédiaire de 10 séquences déclenchées par des boutons « coups de poing ».

Selon la gravité de l'évènement, l'activation de ces scénarios permettent la fermeture immédiate (abaissement des barrières et mise aux rouges des feux sans délai) :

- d'un tunnel,
- de la voie des Mercureaux (tronçon complet),
- du sens concerné ou des deux sens d'un seul tunnel

Cette gestion des ouvrages et d'exploitation au sens large, est effectuée par l'activation des coups de poing « incendie » ou « incident ».

Des scénarios correspondants à tous les besoins du PC Vauban seront intégrés à la supervision.

III.2.2. FCT_EXP_02 – Adapter la visualisation de l'ouvrage au contexte opérationnel

Selon ses activités, un utilisateur doit pouvoir adapter la visualisation de l'ouvrage offerte par la supervision à son besoin. Aussi, la supervision offre un système de navigation ordonné permettant l'affichage des informations selon deux « thèmes » :

- Par géographie : vue de synthèse, vue sur l'ensemble de la Voie des Mercureaux, vue des têtes de tunnels et des sections courantes
- Par domaine technique : vue Sécurité, vue Eclairage, vue Systèmes, ...

III.2.2.1. FCT_EXP_02.01 – Design général

Quelle que soit la vue affichée, celle-ci respecte une disposition générale commune à l'ensemble des vues de l'outil.

Cette disposition fait apparaître les éléments suivants :

- une zone d'information comportant notamment la date et heure, l'identification de l'utilisateur connecté ;
- une zone de navigation « géographique » qui permet d'évoluer entre les vues d'ensembles et de détails par zones d'implantation des équipements ;
- une zone de navigation « domaine technique » ou « métier » qui permet d'évoluer entre les vues spécifiques par domaine technique équipement ;
- une zone d'affichage de la vue en tant que telle, synoptique adapté à la zone géographique et au domaine technique choisi et permettant de visualiser toutes les informations d'état pertinentes et de commander les équipements ;
- une zone d'alarme comprenant le fil d'alarme en cours ou présentes ;
- une vue de recherche « temps différé » permettant d'accéder à l'historique d'alarmes plus profondément que le bandeau d'alarmes disponibles de manière permanente, et à l'ensemble des données « terrain » disponibles (historiques des télécommandes, des télémessures, etc.) ;
- enfin, une action de fermeture de fermeture d'urgence, type boutons « coup de poing », sont présents sur toutes les vues, ou dans un bandeau supérieur (cf § III.2.3.5 FCT_EXP_03.04 – *Pilotage par scénario*). Ces boutons doivent permettre la fermeture un sens, des deux sens, d'un ouvrage ou de l'ensemble de la Voie des Mercureaux.

III.2.2.2. FCT_EXP_02.02 – Vues « Géographiques »

A priori, et de manière non exhaustive, les vues à développer sont les suivantes :

- Vue d'ensemble d'un ouvrage, incluant :
 - Les deux têtes du tunnel, représentées simultanément sur une même interface (barrières, feux, PMV, ventilateurs...) ;
 - Les panneaux à messages variables (PMV) de la zone "Mercureaux", y compris ceux positionnés hors tunnel (sur RN83, RD683...) ;
 - Les potences de pré-signalisation en amont de chaque tunnel ;
 - Les données de trafic disponibles (boucles, capteurs, VAG...) ;
- Vue longitudinale intérieure de chaque tube : vue schématique ou en coupe représentant les équipements implantés à l'intérieur du tunnel (éclairage, ventilation, caméras, capteurs, postes d'appel d'urgence, etc.) selon leur position réelle ou logique.
- Vue de chaque galerie de communication ;
- Vue de chaque local technique.
- Vue spécifique "PMV Mercureaux" : représentant sur une interface unique l'ensemble des PMV de la zone Voie des Mercureaux, pour garantir la cohérence d'affichage et la supervision des messages en situation de scénario.

Une vue reproduisant strictement la géographie contextuelle n'est pas strictement nécessaire. Il est simplement demandé de proposer une vue schématique des ouvrages, des implantations terrains et des équipements principaux, facilitant :

- La lisibilité en exploitation normale ou dégradée,
- Le repérage rapide des zones critiques,
- L'interaction intuitive par domaine métier.

III.2.2.3. FCT_EXP_02.03 – Vues « Métiers »

A priori, et de manière non exhaustive, les vues à reprendre ou à développer sont les suivantes :

- Signalisation
 - Panneaux dynamiques (SAV, panneaux police, PMV...)
 - Systèmes de fermetures tunnel (feux R24, barrières, PMV de fermeture)
 - Vue spécifique « Voie des Mercureaux »
 - Vue Large (Voie des Mercureaux + abords + secteurs extérieurs)
- Eclairage, avec prise en compte et affichage des :
 - Eclairages de base, de renforcement, de sécurité
 - Luminancemètres (états, mesures, défauts)
- Ventilation
 - Capteurs de pollution
 - Suppression des galeries de communication
- Energie
 - HT
 - BT, normal, secours,
 - Vue et remontées des données issues des compteurs d'énergie
- Exploitation / Sécurité
 - Niches, (détection personne, décroché extincteurs...)
 - Galerie de Communication (éclairage, ouverture porte...)
- Vidéosurveillance
 - Avec les emplacements des caméras
 - L'état des équipements terrain et systèmes (remontée d'alarmes)
 - Positionnement sur l'interface au plus réel de leur implantation terrain (point d'attention par rapport aux niches de sécurité et aux galeries de communication)
 - Information sur l'inhibition de certaines voies
- Locaux Techniques
 - Centrale incendie
 - Climatisation, chauffage
 - Ouverture des portes
 - Représentation et positionnement réaliste des armoires et des portes *in situ*
- Réseau hydraulique et assainissement : Gestion de la vanne
- Sonorisation
- Système
- RAU
- Réseau de communication :
 - Supervision des switches, baies réseau, fibre optique
 - Remontée d'état
 - Visualisation des pertes de connectivité critiques
- Réseau d'automates :
 - Visualisation des automates, modules E/S, bornes terrain
 - États de communication, alarmes matérielles, disponibilité

- Identification des baies et des lignes supervisées

Certains domaines techniques peuvent être intégrés ou rassemblés sur d'autres vues

Une interface dédiée sera mise à disposition pour présenter l'ensemble des conventions graphiques et des codes visuels utilisés sur l'ensemble des IHM du système de supervision. Cette documentation intégrée offrira aux utilisateurs des explications détaillées concernant les différents éléments d'interface, notamment :

- les codes couleur associés aux modes d'exploitation,
- les niveaux de criticité des alarmes et des CME,
- les différents modes de pilotage disponibles.
- etc.

Le titulaire est invité à proposer une organisation optimale de cette aide contextuelle afin d'assurer une prise en main intuitive et une utilisation efficace du système par l'ensemble des opérateurs.

Des vues rassemblant plusieurs domaines métiers seront également possibles. Lors de la création des maquettes (et des ateliers d'échange sur ce sujet), ce point sera étudié.

III.2.2.4. FCT_EXP_02.04 – Vue « Synthèse »

Sur cette vue, orientée « exploitation », doivent être affichées les informations essentielles et utiles pour permettre à un opérateur de visualiser et d'identifier le plus rapidement possible :

- Le nom de l'ouvrage
- Le mode d'exploitation de l'ouvrage (nominal, dégradé (restriction de voie par exemple), accident, incendie)
- Les incidents et alarmes en cours (les plus critiques en tête de liste)
- L'état et la position des dispositifs de retenue ou de fermeture (amont aux ouvrages)
- Présence d'une diffusion en cours d'un message d'urgence (IMU)
- Etc.

III.2.2.5. FCT_EXP_02.05 – Bandeau d'alarmes

Les alarmes techniques et/ou alertes d'exploitation, sont présentées dans un bandeau dédié. Les alarmes/alertes doivent toujours être visibles, depuis n'importe quelle vue de la supervision.

Les alarmes techniques et les alertes d'exploitation devront, a minima, contenir :

- Les informations temporelles la concernant (information remontée et mise à jour en temps réel) : horodate d'apparition, horodate de prise en compte, ...
- Contenir une description textuelle claire et sans ambiguïté pour les opérateurs
 - Le nom de l'ouvrage
 - Le métier concerné
 - Le nom de l'opérateur qui l'a acquittée
- Contenir une indication de la gravité, de criticité (niveau d'urgence, couleurs, etc.)

Plus précisément, le libellé doit contenir tous les éléments permettant de comprendre, de localiser et d'agir en fonction de la gravité de l'incident ou de l'évènement.

L'opérateur doit pouvoir traiter ces alarmes, directement dans le bandeau. C'est-à-dire qu'il doit pouvoir avoir accès directement aux informations détaillées de l'alarme (équipement concerné, historique de ces alarmes, acquittement, etc.).

Des boutons de filtres rapides doivent être positionnés autour du bandeau d'alarmes/alertes, permettant de ne voir que :

- Les alarmes techniques
- Les alertes d'exploitation
- Les alarmes inhibées
- Les CME en cours

Les CME calculées devront également apparaître dans ce bandeau d'alarmes, et répondre aux mêmes exigences d'affichage et de gestion des alarmes.

III.2.2.6. FCT_EXP_02.06 – Vue « Alarmes »

La vue d'alarmes constitue un élément central du système de supervision, offrant une interface complète pour la gestion, l'analyse et le traitement des événements techniques, aussi bien pour les opérateurs que pour les techniciens de maintenance

Cette vue doit permettre une analyse approfondie des événements et faciliter le diagnostic des problèmes techniques tout en garantissant une ergonomie optimale pour les différents profils utilisateurs.

III.2.2.6.1. FCT_EXP_02.06.01 – Ergonomie et alertes visuelles

Les alarmes non acquittées feront l'objet d'une mise en **évidence visuelle dynamique** :

- Animation par clignotement dont la fréquence sera proportionnelle à la criticité
- Variation de l'intensité lumineuse pour attirer l'attention
- Transformation progressive (augmentation de taille ou saturation) pour les alarmes persistantes

Des compteurs visuels présenteront en permanence :

- Le nombre total d'alarmes actives par niveau de criticité
- Le nombre d'alarmes non acquittées

L'utilisateur pourra **configurer certains aspects de l'interface** :

- Taille du bandeau d'alarmes, des colonnes affichées
- Choix des colonnes affichées dans le journal
- Filtres préférentiels sauvegardés (vues personnalisées)

III.2.2.6.2. FCT_EXP_02.06.02 – Fonctionnalités de filtrage et tri

L'interface permettra un filtrage avancé des alarmes selon les critères suivants :

- **Nature de l'événement :**
 - Par type (techniques, exploitation)
 - Par catégorie (alarmes, alertes)
 - Par niveau de gravité/criticité
- **Paramètres temporels :**
 - Par date précise
 - Sur une plage temporelle définie par l'utilisateur
 - Par intervalle de temps prédéfini (dernière heure, jour, semaine)
- **Statut opérationnel :**
 - En cours (active)

- Acquittée mais non résolue
- Terminée (résolue)
- Inhibée
- En bagottement (fluctuante)
- **Localisation et périmètre géographique :**
 - Par ouvrage concerné
 - Par zone géographique
 - Par équipement spécifique
- **Domaine fonctionnel :**
 - Par domaine technique (ou métier)
 - Par sous-système fonctionnel
 - Par CME impactée
- **Typologie avancée :**
 - Par statut d'alarme synthèse (issues d'un filtre cascade)
 - Par origine de détection (capteur, calcul, algorithme)

III.2.2.6.3. FCT_EXP_02.06.03 – Adaptation automatique par profil

Le système adaptera automatiquement l'affichage des alarmes selon le profil de l'utilisateur connecté :

- **Profil d'exploitation (opérateur ou responsable CISGT) :**
 - Affichage prioritaire des alertes d'exploitation
 - Exclusion des alarmes techniques de détail non critiques
 - Masquage des alarmes associées à un filtrage « cascade »
- **Profil technicien :**
 - Affichage détaillé des alarmes techniques
 - Accès aux événements sous-jacents et données techniques
 - Possibilité de masquer les alertes d'exploitation non pertinentes

III.2.2.6.4. FCT_EXP_02.06.04 – Fonction d'analyse avancées

L'interface permettra de « dépiler » une alarme synthétique pour consulter l'ensemble des alarmes sous-jacentes qui la composent, facilitant ainsi l'analyse de cause initiale.

Un double-clic sur une alarme dans le journal permettra d'accéder instantanément à la vue synoptique correspondant à l'équipement concerné.

Un clic droit sur une alarme dans le journal permettra d'accéder à une liste déroulante ou un menu pour choisir l'affichage de :

- La documentation technique associée
- Fiches réflexes ou procédures d'intervention applicables

Toutes les alarmes seront horodatées de manière centralisée par les serveurs de supervision, garantissant une cohérence temporelle parfaite et facilitant l'analyse séquentielle des incidents.

L'interface offrira un accès direct et contextuel à des documents d'aide à la décision :

- Consignes d'exploitation spécifiques
- Fiches réflexes par type d'alarme
- Procédures d'intervention recommandées

III.2.2.7. FCT_EXP_02.07 – Vue « Historiques »

Une vue spécifique doit être disponible pour la consultation des données historisées. Les données historisées peuvent être de plusieurs nature (commandes, mesures, alarmes...).

Il doit être possible pour l'utilisateur de :

- Visualiser des courbes de données de mesures,
- Filtrer.

Il doit être possible pour l'utilisateur de réaliser des :

- Exports des données historisées : vers différents formats (CSV, tableur...).
- Visualisation de graphiques : Pour visualiser les tendances et identifier les anomalies. Ces graphiques devront être exportables.

III.2.3. FCT_EXP_03 – Piloter les équipements

III.2.3.1. Principes

Les modes de pilotage suivants sont définis :

- Mode automatique : fonctionnement sans intervention de l'opérateur ;
- Mode maintenance : fonctionnement adapté aux opérations de maintenance ;
- Mode manuel : fonctionnement depuis le superviseur (quel que soit l'emplacement géographique du PO utilisé) nécessitant le passage de commandes par l'opérateur ;
- Mode local : fonctionnement par le biais de coffrets locaux ou directement depuis l'équipement concerné.

Ces modes s'entendent (lorsque cela a un sens) pour :

- Un ouvrage ;
- Un tube / sens ;
- Une section / partie d'ouvrage / local technique ;
- Une galerie de communication ;
- Une famille d'équipements ;
- Un équipement ;
- Un sous-ensemble d'équipement.

Les éventuels autres modes, spécifiques à un ouvrage seront maintenus et viendront s'ajouter et s'adapter à ceux indiqués ci-dessus.

La logique de fonctionnement des équipements est pilotée selon différents modes, dont l'usage est conditionné par le contexte opérationnel. La hiérarchisation des modes décrite en §FCT_EXP_03.01.05 – Hiérarchisation des droits de commande s'applique strictement, en particulier en situation dégradée.

III.2.3.2. FCT_EXP_03.01 - Modes de pilotage

III.2.3.2.1. FCT_EXP_03.01.01 - Mode automatique

A partir des informations et des mesures issues du terrain, le système élabore les commandes afin de maintenir opérationnelle l'exploitation de l'ouvrage. C'est le mode par défaut, à la mise sous tension ou à l'initialisation des automates.

III.2.3.2.2. FCT_EXP_03.01.02 - Mode manuel

Dans ce mode de fonctionnement, l'utilisateur peut forcer, par des « commandes spécifiques », des configurations et des états particuliers, des différentes fonctionnalités des installations :

- Un équipement unitaire ;
- Un ensemble d'équipements.

Un message d'alerte (alerte d'exploitation, notification) prévient l'opérateur et le technicien de maintenance, qu'un ou plusieurs équipements sont restés en « Mode Manuel », depuis un certain temps. Ce temps est paramétrable dans la supervision.

III.2.3.2.3. FCT_EXP_03.01.03 - Mode local

Lors d'un passage en mode « local », la supervision signale à l'utilisateur, par une représentation visuelle adaptée, quel(s) équipement(s) est(sont) indisponible(s) à distance, et pilotés en mode local.

La logique de priorité impose que le mode local neutralise immédiatement :

- les commandes manuelles depuis la supervision,
- les scénarios automatiques,
- les actions en cours ou différées,
- quel que soit le profil utilisateur (opérateur, technicien, chef de salle).

En mode local actif, aucun ordre distant (même en mode manuel ou d'urgence) ne doit être exécuté. Le seul moyen de reprendre la main est de repasser manuellement l'équipement en mode « distant ».

Un équipement en mode local ne peut être ni « activé », ni « mis en fonctionnement » (même par mode manuel) par l'opérateur. Les équipements terrain ne possèdent pas tous de commande « local ».

Le retour en mode d'exploitation « distant » entraîne automatiquement la remise à disposition de l'équipement pour la supervision. Cette transition doit être :

- Horodatée,
- Traçable avec identité de l'opérateur local,
- Accompagnée d'une mise à jour graphique sur l'IHM.

Les équipements terrain ne disposent pas tous d'un mode local. Lorsqu'il existe, il repose sur des dispositifs physiques : boutons poussoirs, commutateurs, voyants de fonctionnement, câblés par le fournisseur des tableaux, armoires et coffrets concernés. Le passage en mode local doit transmettre un retour d'information immédiat à la GTC, qui :

- déclenche une animation graphique sur les vues concernées,
- génère une alerte spécifique après un temps paramétrable (ex. : 30 min),
- alimente une synthèse des équipements en mode local actif.

Le pilotage en local reste autonome :

- via automate programmable,
- ou via relais et contacteurs câblés.

Enfin, pour prévenir toute ambiguïté en situation dégradée, la supervision devra afficher un statut clair et exclusif de chaque équipement, par exemple : « *Contrôle local actif – toute commande distante désactivée* ».

Le principe d'unicité de commande reste valable en toutes circonstances, et le mode local est prioritaire sur tous les autres.

En fonction des personnes habilitées à effectuer ce type de commandes, une gestion de sécurité ou de séquences via la GTC peut être développée. Une fois en mode local, toutes les sollicitations distantes (automatiques ou manuelles) sont ignorées, afin d'éviter tout conflit ou discordance dans le

comportement de l'équipement. Le système doit cependant permettre d'enregistrer et d'afficher, à des fins de supervision, les commandes reçues pendant cette période, sans les exécuter. Des informations synthétiques permettent aux opérateurs en salle de visualiser tous les équipements encore en mode local.

Des informations regroupées (de synthèse) préviennent les opérateurs en poste que des équipements d'exploitation sont restés en mode manuel local. Sur la supervision, l'opérateur peut contrôler l'état « local » ou « distant » de chaque équipement.

Chaque commande locale engendre :

- Un évènement horodaté, avec le libellé précis de l'information,
- Une animation graphique sur la vue correspondante.
- Une alerte envoyée à l'opérateur après un laps de temps paramétré.

III.2.3.2.4. FCT_EXP_03.01.04 – Mode « Maintenance » d'un ouvrage

Dans le cadre des essais locaux (en tunnel ou en local technique), les remontées d'alarmes ou valeurs des capteurs peuvent ne pas être pertinentes et utiles pour l'exploitation de l'ouvrage. Aussi, la DIR Est souhaite disposer d'un mode « maintenance ».

Pour donner un exemple, lors des contrôles mensuels, il est intéressant de filtrer les alarmes présentées à l'opérateur en cas d'ouverture de portes des niches de sécurité, de décrochés d'extincteurs, ...

Ce mode maintenance doit pouvoir être activé sur les périmètres opérationnels suivants :

- Tunnel de Bois de Peu :
 - Contrôles mensuels Équipements du sens 1 ;
 - Contrôles mensuels Équipements du sens 2 ;
 - Contrôles trimestriels Équipements du sens 1 ;
 - Contrôles trimestriels Équipements du sens 2 ;
- Tunnel de Fontain :
 - Contrôles mensuels Équipements du sens 1 ;
 - Contrôles mensuels Équipements du sens 2 ;
 - Contrôles trimestriels Équipements du sens 1 ;
 - Contrôles trimestriels Équipements du sens 2 ;

Une vigilance particulière sera portée, durant les ateliers de spécification de ce mode aux conditions d'entrée et sortie du mode maintenance pour chacun (ou l'ensemble) des ouvrages.

Pendant l'activation du mode « Maintenance », les équipements sont indisponibles à toute commande distante (automatique ou manuelle). Seule une reprise explicite du mode normal permet leur recontrôle depuis la supervision.

Les objectifs du mode « maintenance » sont donc de :

- Définir l'ensemble des équipements et/ou alarmes sur lesquels l'équipe de maintenance souhaite intervenir. Bien que ces alarmes soient inhibées à la vue de l'opérateur, elles devront être présentes dans l'historique des alarmes (avec un icône ou une identification simple),
- De neutraliser toutes les commandes automatiques et les scénarios impliquant les équipements concernés,
- D'inhiber localement les alarmes déclenchées par des manipulations prévues (ex. : ouverture de niche, extinction test, coupure volontaire),
- De maintenir une traçabilité complète des actions et événements générés pendant l'intervention,

- De préserver la sécurité des opérateurs terrain en évitant toute commande concurrente ou automatisée.
- Récupérer le fonctionnement des équipements dans leur état normal d'exploitation à la désactivation de ce mode (retour au mode automatique).
- Extraire le fil d'alarmes généré lors de l'utilisation de ce mode, filtré sur les équipements concernés.

Pour cela, il doit permettre :

- De sélectionner les équipements concernés (liste ou zone),
- D'inhiber visuellement les alarmes associées sur l'IHM (tout en les conservant dans l'historique, avec un marquage clair),
- D'extraire a posteriori le fil d'alarmes générées pendant l'activation du mode, limité au périmètre sélectionné,
- D'assurer un retour automatique à l'état de fonctionnement nominal à la désactivation du mode (remise en automatique).

L'activation du mode « Maintenance » sur un périmètre ou un équipement entraîne automatiquement :

- Sa sortie du mode automatique et du mode manuel distant,
- La désactivation immédiate de tous les scénarios actifs qui le concernent,
- Le verrouillage de toute nouvelle commande issue de la supervision ou du SAGT,
- L'affichage d'un état bloquant et identifiable sur l'IHM (icône, couleur, bannière).

Ce fonctionnement doit être strict, rigide, et prioritaire sur tout autre mode pour éviter tout conflit de commande.

Une hiérarchie claire des modes devra être implémentée, priorisant par défaut :

- Maintenance
- Local
- Manuel opérateur
- Automatique / scénario

La logique de priorité doit être rigide et documentée dans l'IHM. Les effets de bascule de mode doivent être visibles et compris de l'utilisateur (ex. : bannière colorée, verrouillage graphique).

III.2.3.2.5. Synthèse des modes de pilotages des équipements

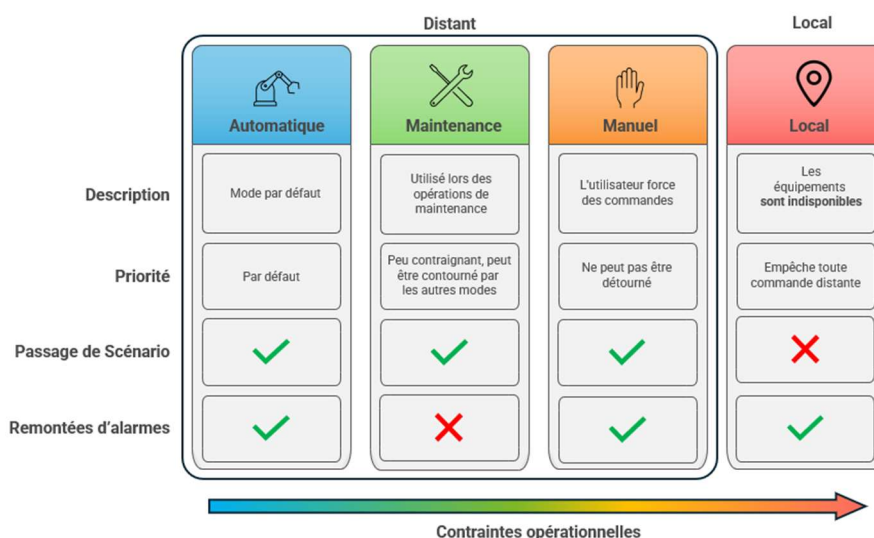


Figure 6 - Contraintes d'exploitation associées aux différents modes de pilotage

Une hiérarchie stricte des modes de pilotage sera définie afin de garantir la sécurité opérationnelle, notamment en cas de coactivité. Le mode « Maintenance » neutralise l'automatisme et empêche toute intervention du poste opérateur, y compris via des scénarios prédéfinis. Cette neutralisation est prioritaire sur les autres modes (manuel, automatique). L'activation d'un mode par un profil doit clairement désactiver les autres modes incompatibles pour un même équipement.

Chaque bascule de mode est tracée avec : identité de l'utilisateur, horodatage, justification (si applicable).

III.2.3.2.6. FCT_EXP_03.01.05 – Hiérarchisation des droits de commande

Afin d'assurer la cohérence du pilotage et la sécurité des opérations, notamment en situation dégradée (défaut de communication, intervention terrain, événement critique), les modes de fonctionnement doivent être strictement hiérarchisés.

La hiérarchie fonctionnelle des modes (du plus prioritaire au moins prioritaire) :

- Mode Incendie / Urgence (scénario de sécurité activé automatiquement ou manuellement) : commande immédiate, force l'arrêt de tous les autres modes, priorité absolue.
- Mode Local : contrôle physique sur site ; neutralise tout pilotage distant ; aucune commande opérateur ou automatisme ne peut s'exécuter.
- Mode Maintenance : contrôle exclusif attribué à un technicien via l'IHM ; bloque les scénarios et désactive les commandes opérateur pour l'équipement concerné.
- Mode Manuel / Opérateur : commandes ponctuelles effectuées par un opérateur autorisé ; subordonnées aux priorités ci-dessus.
- Mode Automatique / Scénario : mode par défaut ; activé hors intervention ; se désactive en cas de bascule vers un mode prioritaire.

Quelques règles complètent cette hiérarchisation :

- Un équipement ne peut être dans qu'un seul mode actif à la fois ;
- Toute tentative de bascule vers un mode de priorité inférieure est refusée avec message d'alerte ;
- Les changements de mode sont journalisés (utilisateur, poste, heure, justification) ;
- En cas de conflit non prévu, le système adopte par défaut le mode de plus haute priorité détecté.

Une matrice de hiérarchisation des profils et des modes devra être définie et appliquée à tous les équipements.

Cette matrice détermine, pour chaque profil (ex. opérateur, technicien, invité) et chaque mode (automatique, manuel, maintenance, local), les priorités, les conflits bloquants, et les droits de forçage.

Exemple : un technicien en mode maintenance dispose de la priorité absolue sur un équipement, même si un scénario est actif.

III.2.3.2.7. FCT_EXT_03.01.06 – Alerte temporisée

Pour les modes locaux et maintenance, le système surveille leur temps d'emploi.

Lorsque qu'une temporisation (paramétrable, réglée initialement à 6h) est échue, sans que le mode local ou maintenance n'ait été clôt (retour aux modes auto ou manu), le système émet une alerte opérationnelle relative à l'usage prolongé d'un mode.

Ceci afin de permettre à l'utilisateur de détecter une éventuelle mauvaise manipulation (oubli de retour à la normale) par un autre utilisateur.

Cette fonctionnalité est débrayable (paramétrage).

III.2.3.3. FCT_EXP_03.02 – Changements de mode

Lors d'un passage du mode automatique au mode manuel, l'état des installations reste inchangé, et ce, jusqu'à la réception contradictoire d'une nouvelle télécommande envoyée par l'utilisateur depuis la supervision.

Le mode automatique continue d'être calculé. Lors d'un passage de mode manuel au mode automatique, le système élabore, s'il y a lieu, les commandes en fonction de l'état du terrain, annulant parfois des actions qui avaient été forcées pour des opérations de maintenance ou des tests d'exploitation.

Lors d'un passage en mode local, l'automatisme signale à l'utilisateur quel équipement est indisponible (par exemple via une animation). Le retour en mode distant entraîne automatiquement la remise à disposition de l'équipement pour la supervision.

A chaque changement de mode de pilotage, les représentations graphiques des équipements doivent être actualisées. Elles doivent bien évidemment être différentes pour chacun des modes.

Le changement de mode (automatique / manuel) peut s'effectuer pour les périmètres suivants :

- Pour une zone géographique (ouvrage complet, tube complet, galerie de communication, etc...) ;
- Pour une famille d'équipement ;
- Pour un équipement particulier.

III.2.3.4. FCT_EXP_03.03 – Pilotage unitaire

Les équipements des ouvrages sont pilotables de manière individuelle au travers des vues de détails des domaines techniques concernés.

III.2.3.5. FCT_EXP_03.04 – Pilotage par scénario

Tous les équipements des ouvrages sont pilotables de manière groupée depuis les scénarios propres à chaque ouvrage ou scénarios globaux pour la Voie des Mercureaux. On distingue :

- Les scénarios de sécurité : ces scénarios sont programmés dans les automates ;
- Les scénarios d'exploitation : ces scénarios sont programmés dans les automates ou la supervision ;

Avant envoi, l'opérateur peut visualiser l'état projeté du scénario sélectionné sur chaque vue domaine concernée par ledit scénario.

Les activations de scénarios sont des commandes qui sont historisées en tant que telles, indépendamment des commandes unitaires qui les composent (et qui sont également historisées).

Tout scénario « lancé » par l'opérateur doit être précédé d'une fenêtre modale de confirmation.

Les scénarios seront étudiés avec la contribution de l'exploitant. Les scénarios à fournir pour la mise en service, devront être validés au préalable par la DIR Est.

Chaque scénario est aisément identifiable par son nom. Chaque scénario doit être nommé de manière explicite, univoque et standardisée, afin de garantir sa compréhension immédiate par les opérateurs, en particulier en situation d'urgence.

Le nom du scénario devra comprendre obligatoirement :

- Le type de scénario : Coup de Poing (CP), Fermeture, Retour à la normale...

- Le code couleur (rouge, orange),
- La nature de l'événement (incendie, accident, pollution, panne),
- Le nom de l'ouvrage concerné (ex. : Tunnel Bois de Peu),
- Le sens de circulation concerné (sens montant, sens descendant, ou les deux),
- Un numéro de scénario unique (si applicable).

Cette structure permet :

- Une recherche rapide dans l'outil via le champ de recherche dynamique,
- Une limitation des erreurs de déclenchement en situation dégradée,
- Une traçabilité renforcée dans l'historique.



En plus des scénarios à prévoir pour répondre aux exigences fonctionnelles détaillées dans ce document et les exigences qui pourront être identifiées lors des ateliers en phase d'études d'exécution, il conviendra de disposer des scénarios actuellement disponibles dans le SAGT existant.

Cette liste de scénarios est composée de :

- *Scénarios des feux R22 de Beure* : Il s'agit de scénarios pour le pilotage des deux signaux de contrôle de flot (feux R22) du giratoire de Beure avec la gestion des stratégies des scénarios des plans de feux (en tenant compte de la remontée de file entre le giratoire de Beure et le tunnel du Bois de Peu),
- *Scénarios des tunnels (sur incident)* : Le système peut déterminer automatiquement les scénarios de pilotage (fermeture d'une voie, fermeture d'un tunnel, ...) des tunnels en fonction de la nature et de la localisation de l'événement si les règles des plans d'actions sont renseignées.
- *Scénarios signalisation* : il s'agit de scénarios issus du frontal Signalisation
- *Scénario « coup de poing »* : Les scénarios *coup de poing* peuvent être considérés comme une combinaison de scénarios classiques s'exécutant en même temps. Par conséquent, les scénarios Coup de Poing sont définis dans le référentiel du SAGT en tant que séquence de pilotage composée de :
 - Un scénario de pilotage « Coup de Poing » de la GTC des tunnels configurés dans les automates GTC,
 - Un scénario d'affichage « Coup de Poing » des PMV, PMVA, PIA et PDP configuré dans le Frontal Signalisation,
- *Scénarios de fermeture d'ouvrages* :
 - Le système doit donner la possibilité à l'opérateur de fermer manuellement tout ou partie d'ouvrages sans fermeture de la Voie des Mercureaux. Cela signifie que l'opérateur peut fermer :
 - Un ou deux tubes de tunnel **sans fermeture de l'accès à la voie des Mercureaux** (au niveau du giratoires de Beure ou de Vèze selon le sens concerné)

Un champ de recherche dynamique (saisie d'un terme de recherche et obtention des résultats pertinents au fur et à mesure de la saisie) doit être mis en place permettant à l'opérateur de rechercher, choisir et sélectionner le plus rapidement possible le scénario adapté.

Pour chacun des ouvrages, les commandes d'urgence de fermetures des tunnels doivent être rapidement accessibles pour l'opérateur. Pour cela elles seront positionnées judicieusement pour

réduire le temps d'accès à la commande (sur les parties communes des synoptiques de chaque ouvrage par exemple).

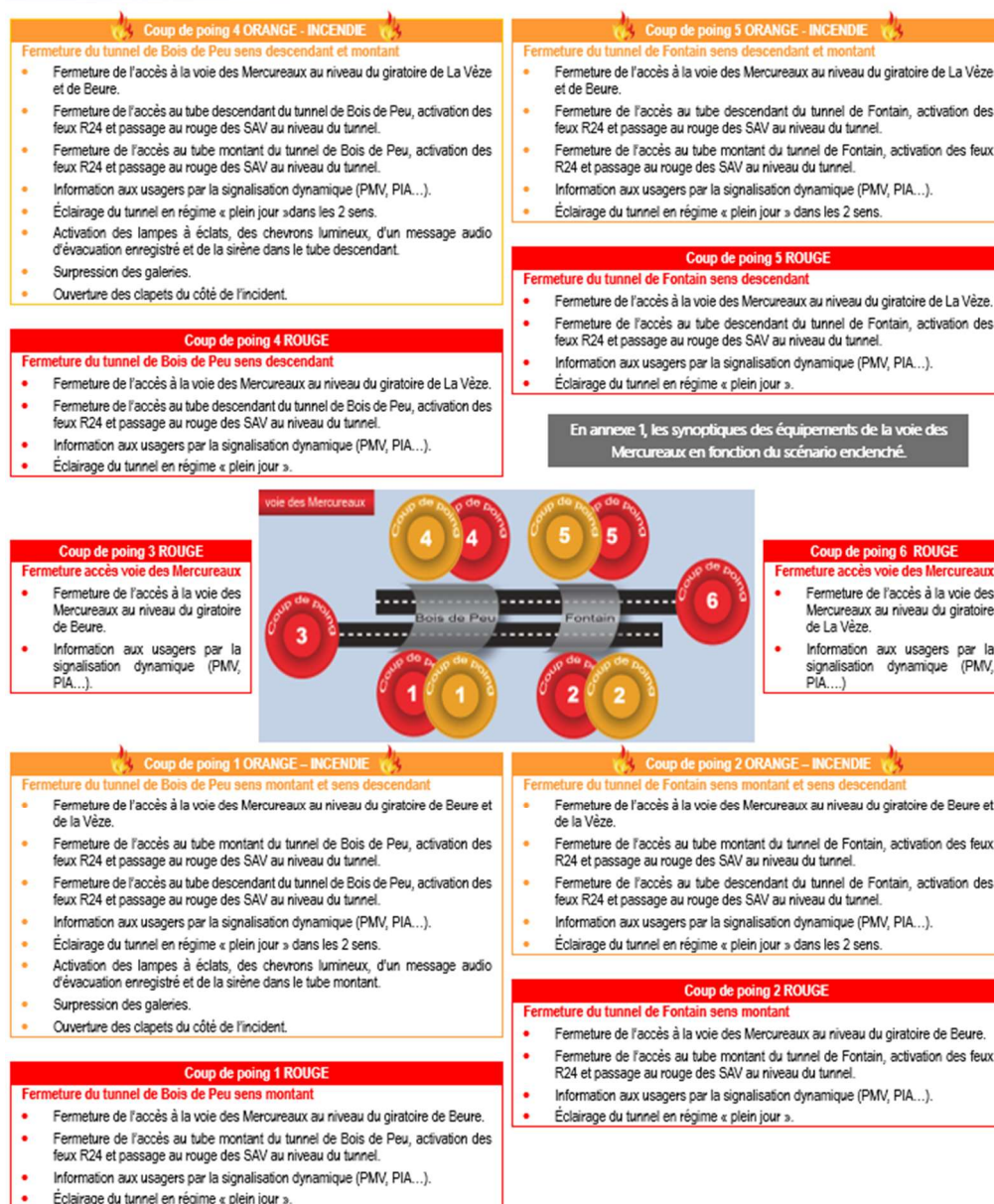


Figure 7 : scénarios coup de poing

Scénario	Actions à Réaliser
[CP1] Incendie – BDP – ORANGE – MONT & DESC	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture accès voie des Mercureaux (giratoire Beure et Véze). Fermeture accès tube montant Bois de Peu (activation feux R24 et SAV). Fermeture accès tube descendant Bois de Peu (activation feux R24 et SAV). Information usagers (PMV, PIA...). Éclairage en régime « plein jour ». Activation lampes à éclats, chevrons lumineux, message audio d'évacuation et sirène (tube montant). Suppression des galeries. Ouverture des clapets (côté incident).
[CP2] Incendie – FON – ORANGE – MONT & DESC	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture accès voie des Mercureaux (giratoire Beure et Véze). Fermeture accès tube montant Fontain (activation feux R24 et SAV). Fermeture accès tube descendant Fontain (activation feux R24 et SAV). Information usagers (PMV, PIA...). Éclairage en régime « plein jour ».
[CP4] Incendie – BDP – ORANGE – MONT & DESC	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture accès voie des Mercureaux (giratoire Véze et Beure). Fermeture accès tube descendant Bois de Peu (activation feux R24 et SAV). Fermeture accès tube montant Bois de Peu (activation feux R24 et SAV). Information usagers (PMV, PIA...). Éclairage en régime « plein jour ». Activation lampes à éclats, chevrons lumineux, message audio d'évacuation et sirène (tube descendant). Suppression des galeries. Ouverture des clapets (côté incident).
[CP5] Incendie – FON – ORANGE – MONT & DESC	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture accès voie des Mercureaux (giratoire Véze et Beure). Fermeture accès tube descendant Fontain (activation feux R24 et SAV). Fermeture accès tube montant Fontain (activation feux R24 et SAV). Information usagers (PMV, PIA...). Éclairage en régime « plein jour ».
[CP6] Incident – BDP – ROUGE – MONT	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture accès voie des Mercureaux (giratoire Beure). Fermeture accès tube montant Bois de Peu (activation feux R24 et SAV). Information usagers (PMV, PIA...). Éclairage en régime « plein jour ».
[CP7] Incident – FON – ROUGE – MONT	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture accès voie des Mercureaux (giratoire Beure). Fermeture accès tube montant Fontain (activation feux R24 et SAV). Information usagers (PMV, PIA...). Éclairage en régime « plein jour ».
[CP8] Fermeture – VDM – ROUGE – Générique	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture accès voie des Mercureaux (giratoire Beure). Information usagers (PMV, PIA...).
[CP9] Incident – BDP – ROUGE – DESC	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture accès voie des Mercureaux (giratoire Véze). Fermeture accès tube descendant Bois de Peu (activation feux R24 et SAV). Information usagers (PMV, PIA...). Éclairage en régime « plein jour ».
[CP10] Incident – FON – ROUGE – DESC	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture accès voie des Mercureaux (giratoire Véze). Fermeture accès tube descendant Fontain (activation feux R24 et SAV). Information usagers (PMV, PIA...). Éclairage en régime « plein jour ».
[CP11] Fermeture – VDM – ROUGE – Générique	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture accès voie des Mercureaux (giratoire Véze). Information usagers (PMV, PIA...).

Figure 8 - Scénario à reconduire sur le nouveau système

Elles déclenchent un scénario de fermeture d'urgence, comportant à minima :

- Les barrières de fermeture en tête d'ouvrage (inverses et amont si disponibles) ;
- Les feux R24 ;

- Les sonneries associées ;
- Le déclenchement d'un plan de signalisation adapté ;
- L'échange d'information avec les logiciels en interface pour propagation d'action (SAGT...)
- ...

A l'inverse, il doit être possible pour l'opérateur de remettre rapidement son ouvrage dans des conditions normales une fois l'incident terminé.

L'opérateur doit pouvoir réexploiter un tunnel « normalement » en activant un scénario « retour à la normale », avec une série d'actions automatiques et en cascade sur toutes les familles d'équipements qui le nécessitent.

Des fiches reflexes seront également proposées à l'opérateur lors des commandes de « retour à la normale ». Dans certains cas, les opérateurs doivent réaliser des contrôles spécifiques lors de certains événements (présence de polluants dans les ouvrages ou dans les bassins par exemple).

III.2.3.6. FCT_EXP_03.05 – Création de scénario

La création de scénarios additionnels, la modification des scénarios existants ou leur suppression pourra être réalisée :

- soit par les équipes habilitées de la DIR Est (exemple : chef de salle ou chef de CISGT) via l'interface utilisateur dédiée,
- soit par une action de maintenance constructeur pour laquelle la DIR Est fera appel au Titulaire pour la durée de l'accord-cadre et au futur titulaire TMA au-delà.

Le Titulaire doit, à la demande de la DIR Est, faire évoluer les configurations des scénarios jusqu'au terme de la période de VSR, ceci afin d'intégrer le retour d'expérience terrain de l'exploitant.

Le système dispose d'un module visuel de configuration et paramétrage des scénarios par ouvrage accessible à certains profils d'utilisateurs (profil administrateur, chef de CISGT). Cette interface doit :

- être ergonomique et intuitive,
- permettre une prise en main rapide sans connaissance en développement logiciel,
- proposer une aide intégrée ou des assistants pas-à-pas,
- et offrir une traçabilité des modifications (identité, date, commentaire).

À travers ce module, les utilisateurs autorisés peuvent :

- Créer un nouveau scénario à travers une interface graphique guidée ;
- Créer un nouveau scénario depuis un scénario existant ;
- Modifier ou enrichir un scénario ;
- Supprimer un scénario (avec confirmation et traçabilité).

Les interfaces de saisie (création / modification) d'un scénario permettent de :

- programmer les commandes unitaires d'équipements ;
- faire appel à d'autres scénarios, dans l'esprit d'une macro-commande ;
- définir des actions conditionnelles.

III.2.4. FCT_EXP_04 – Gérer des équipements

Pour chaque équipement, la supervision met à disposition une « fiche équipement » sous la forme d'une fenêtre modale ou d'un volet latéral.

Les informations suivantes sont accessibles dans la fiche équipement :

- État (libellé et représentation graphique adaptée) ;
- Principales caractéristiques ;
- Remontées d'états / défauts en temps réel ;

Les actions suivantes sont accessibles depuis la fiche équipement :

- Commandes spécifiques à l'équipement ;
- Inhibition ;
- Indisponibilité ;
- Changements de mode de pilotage (manuel / maintenance / automatique) ;
- Récupération de documentation associée ;
- Commutation d'un moniteur ;
- Accès aux données temps différé (séries temporelles et changements d'état horodatés).

III.2.4.1. FCT_EXP_04.01 – Inhibition des équipements

Il doit être possible d'inhiber un équipement directement depuis l'IHM porteur de l'équipement en question, ou directement depuis le bandeau d'alarmes.

L'inhibition d'un équipement entraîne la désactivation de la remontée d'alarmes et alertes associées à cet équipement dans l'IHM et les tableaux de bord.

Toutefois, l'équipement reste actif dans les logiques de sécurité (ex. automates, déclenchements de sécurité), notamment dans les calculs de Conditions Minimales d'Exploitation (CME), sauf disposition contraire explicitement validée avec le Maître d'Ouvrage.

Par défaut :

- Ne déclenche plus d'alarme visuelle ou sonore dans la supervision,
- Reste pris en compte dans les règles de sécurité et de calcul CME,
- Peut toujours être sollicité par des scénarios prioritaires (ex. : coup de poing incendie),
- N'est pas pilotable manuellement (sauf profil habilité – cf. profil maintenance),
- Reste visible et identifiable dans les synoptiques avec un marquage distinct (couleur, icône, halo...),
- Est historisé intégralement (inhibition, durée, identité de l'opérateur, justification).

Ainsi, l'inhibition n'augmente pas artificiellement la disponibilité perçue du système, en d'autres termes si une CME dépend d'un équipement inhibé, l'inhibition ne le rend pas invisible.

Exemple : si une caméra est inhibée en zone 1, et qu'une deuxième tombe en panne, le système devra déclencher la CME correspondante, malgré l'inhibition.

Le système doit afficher une alerte de type :

- « Zone critique : présence d'un équipement inhibé susceptible de compromettre la couverture minimale. »

De plus :

- Il doit être possible de consulter la liste des équipements inhibés en temps réel

Le système devra enregistrer l'historique de chaque inhibition : qui, quand, pourquoi, durée, avec commentaire obligatoire. Seuls les opérateurs habilités (administrateur, technicien de maintenance, chef de salle) peuvent piloter ou désinhiber manuellement un équipement. L'activation de scénarios incendie ou de sécurité (bouton coup de poing) doit pouvoir forcer temporairement la commande d'un équipement inhibé si cela est nécessaire à la sécurité des usagers.

Lors de l'inhibition d'un équipement :

- Il n'est plus pilotable unitairement par l'opérateur,
- Il n'est plus disponible pour le système (modes automatique et scénario),
- Les alarmes techniques et alertes d'exploitation associées ne sont plus remontées aux opérateurs,
- Les calculs des CME ne sont pas affectés lorsque les équipements sont inhibés.
- L'équipement reste visible sur le synoptique avec une identification signalant son inhibition.

Les données relatives à un équipement inhibé continuent d'être historisées pendant toute la durée de l'inhibition. L'action d'inhibition est historisée et est disponible dans les logs « temps différé » (nom opérateur, nom du poste, heure de modification de l'état, ...).

Le Titulaire devra présenter, lors des ateliers de maquettage, une proposition exhaustive des mécanismes d'inhibition d'alarmes envisageables sur le système. Cette présentation devra être élaborée avec la contribution d'un ergonome qualifié afin de garantir que les interfaces et workflows proposés répondent aux exigences d'utilisabilité et d'efficacité opérationnelle.

Les propositions devront couvrir, sans s'y limiter, les aspects suivants :

- Inhibition par catégorie d'alarmes
- Inhibition temporaire avec durée paramétrable
- Inhibition conditionnelle basée sur des états du système
- Mécanismes de visualisation des inhibitions actives
- Procédures de levée d'inhibition manuelle et automatique
- Traçabilité complète des opérations d'inhibition

Le Maître d'Ouvrage se réserve le droit de valider, modifier ou compléter ces propositions en fonction des besoins spécifiques d'exploitation.

Toute inhibition susceptible de modifier les règles de calcul CME devra faire l'objet d'une validation explicite et être signalée par une alerte de niveau critique.

III.2.4.2. FCT_EXP_04.02 – Disponibilité d'un équipement

En fonctionnement nominal, un équipement est disponible.

Lorsque cet équipement subit un désordre technique « critique », il devient de ce fait indisponible pour le pilotage standard. Par exemple, un équipement de signalisation non alimenté (disjoncté).

Ces équipements ne peuvent plus être commandés via les interfaces normales de la supervision. Ils doivent être signalés comme indisponibles par un marquage graphique dédié dans les synoptiques (icône, couleur, pastille). Les Conditions Minimales d'Exploitation (CME) doivent continuer à être calculées en prenant en compte ces indisponibilités.

Un équipement de sécurité marqué comme indisponible peut néanmoins devoir être piloté dans le cadre d'un scénario incendie. Dans ce cas, le scénario incendie prime, et l'équipement doit pouvoir être sollicité malgré son état d'indisponibilité nominale, sous réserve que cette logique soit explicitement définie et validée dans les spécifications fonctionnelles. Ces cas d'usage particuliers doivent être préalablement identifiés et paramétrés dans un menu d'administration dédié, avec la possibilité de :

- définir des exceptions à la logique de blocage automatique,
- commenter et tracer les paramètres de sécurité associés.

Ces commandes spécifiques doivent être paramétrées, et les informations complémentaires renseignées préalablement dans un menu d'administration spécifique.

L'utilisateur doit pouvoir :

- Récupérer des documents associés :
 - Notice d'utilisateur
 - Schémas, plans...
 - de format « standard » : pdf, jpg, png, Suite Libre Office...

III.2.5. FCT_EXP_05 – Gérer des alarmes

III.2.5.1. FCT_EXP_05.01 – Origines et établissement des alarmes

Le nouveau système devra collecter et traiter des alarmes et alertes provenant de différentes sources :

- Architecture du système GTC :
 - Etats et disponibilités des serveurs (serveurs d'exploitation, d'historisation, etc.)
 - Des automatismes (API et Modules d'Entrées/Sorties Décentralisés (MESD))
 - Entre les équipements du réseau, les frontaux et interfaces associées
- Équipements terrain (états fonctionnels et disponibilités opérationnelles)
- Sous-systèmes externes et liaisons de communication :
- Issues des frontaux :
 - Frontal « Signalisation »
 - Frontal DAI (Détection Automatique d'Incidents)
 - Frontal RAU (Réseau d'Appel d'Urgence)

III.2.5.2. FCT_EXP_05.02 – Impacts fonctionnels et opérationnels

L'apparition d'une alarme technique engendre une série d'actions automatisées visant à signaler, documenter et faciliter la résolution du dysfonctionnement détecté.

Ces actions incluent notamment :

- **Modification de l'état graphique** : L'équipement en défaut est représenté par un changement d'état sur le ou les synoptiques concernés, permettant une identification immédiate par l'opérateur.
- **Mise à jour de la synthèse d'alarme** : Le domaine correspondant à l'alarme pour l'ouvrage concerné reflète ce changement d'état, facilitant une vue globale des anomalies.
- **Enregistrement dans le journal des alarmes techniques** : Chaque alarme est ajoutée au journal (registre chronologique) des événements détectés, classées des plus récentes (en haut) aux plus anciennes (en bas), pour assurer une traçabilité complète et structurée.
- **Possible génération d'une alerte d'exploitation** : Certaines alarmes techniques peuvent induire une indisponibilité critique d'équipement, entraînant la création ou la mise à jour des Conditions Minimales d'Exploitation (CME).

Les alarmes techniques sont également signalées graphiquement sur le synoptique par un symbole distinctif permettant de différencier leur état (active, acquittée ou résolue). Par exemple, une alarme non acquittée ou dont la cause persiste peut-être représentée par un clignotement jusqu'à son traitement par l'opérateur, et d'un ton plus visible.

Les alertes d'exploitation fournissent à l'opérateur des informations stratégiques pour garantir la sécurité et la continuité opérationnelle des ouvrages surveillés. Elles permettent une meilleure appréhension des enjeux sécuritaires et facilitent une réponse rapide aux incidents critiques.

Les alertes peuvent provenir de :

- **Remontées terrain** : Événements tels que l'ouverture d'une porte de niche de sécurité, dépassement de seuils de pollution en tunnel, ou détection de fumée via le système DAI (Détection Automatique d'Incidents).
- **Défaillances techniques** : Pannes ou indisponibilités majeures générant une CME (cf. §III.1.3.3 - pour le paramétrage et les principes de fonctionnement et d'élaboration des CME).

Lorsqu'une alerte est générée, les actions suivantes sont déclenchées :

- **Modification graphique** : L'état en défaut est représenté sur les synoptiques concernés pour une identification immédiate.
- **Mise à jour de la synthèse d'alerte** : Le domaine correspondant à l'alerte pour l'ouvrage concerné reflète ce changement, offrant une vue consolidée des anomalies critiques.
- **Enregistrement dans le journal des alertes** : Les alertes sont enregistrées dans un registre chronologique dédié, classées des plus récentes aux plus anciennes, au même titre que les alarmes techniques. Les alertes d'exploitation seront positionnées toujours en amont des alarmes techniques. Leur visibilité est prioritaire pour l'opérateur.
- **Signal sonore dédié** : Un avertissement sonore (buzzer) est généré exclusivement pour les profils « Exploitation », afin de renforcer la réactivité face aux alertes prioritaires.
- **Calcul et affichage des CME** : Les CME associées sont mises en évidence dans le bandeau des alarmes sous forme d'alerte critique. Leur visibilité sera travaillée pour une mise en évidence adaptée.

Depuis une alerte active, l'opérateur doit pouvoir accéder aux informations suivantes :

- **Analyse causale** : Liste des alarmes techniques sous-jacentes ayant conduit à l'apparition de l'alerte ou dont elle constitue une synthèse consolidée.
- **Équipements déclencheurs** : Liste détaillée des équipements impliqués, avec indication particulière si certains sont inhibés, indisponibles ou en mode maintenance.

Par exemple, si une alerte « Caméra 12 indisponible ou hors service » apparaît, l'opérateur doit pouvoir visualiser les alarmes techniques associées telles que « Disjoncteur Q17 – Défaut SD » ou « Perte du signal ».

Cette fonctionnalité permet aux opérateurs et techniciens de maintenir un niveau opérationnel optimal tout en garantissant la conformité aux CME.

III.2.5.3. FCT_EXP_05.03 – Caractéristiques d'une alarme ou d'une alerte

Une alarme technique ou une alerte d'exploitation, qu'importe sa provenance, doit être à minima caractérisée par :

- type : Indiquant sa nature : alarme technique ou alerte d'exploitation
- criticité : Définissant le niveau de criticité de l'événement (voir section hiérarchisation).
- description : Fournissant des informations claires et concises sur l'équipement concerné
 - libellé exact
 - localisation (Ouvrage, Sens, LT, TBGT, AE, etc.)
- les différents horodatages clés :
 - apparition,
 - acquittement (avec identité et poste de l'opérateur),
 - résolution (si distincte),
 - inhibition/désinhibition

- l'état : Indiquant si l'événement est actif, acquitté, ou résolu.
- cause probable : Proposant une explication possible de l'événement.
- conséquences potentielles : Décrivant les impacts possibles sur l'exploitation.
- actions recommandées : Proposant des mesures à prendre pour résoudre l'événement.
- Niveau d'urgence d'intervention ;
- Les informations ci-dessous, rattachées aux alarmes peuvent également être disponibles dans les différents menus de gestion des alarmes/alertes :
 - Horodate d'inhibition / de désinhibition
 - Commentaire associé à l'inhibition (traçabilité)
 - Information d'anti-bagottement
 - Information alarmes en cascade
 - ...



Les libellés d'alarmes et informations associées à ces remontées d'informations (systèmes ou terrain) **devront être clairs et explicites**. Un travail sur la formulation et sur la construction des libellés des alarmes devra être réalisé et soumis à validation à la DIR Est.

Le système doit également permettre l'export du journal d'alarme pour analyse a posteriori et l'affichage d'un historique détaillé par alarme, incluant toutes les actions effectuées (acquittement, inhibitions, levées...).

Les bandeaux d'alerte, fenêtres de synthèse et surbrillances visuelles devront être conçus conformément aux standards reconnus :

- Normes ISO 9241-210 et ISO 9241-112 pour l'interaction homme-machine ;
- ISA-101 (Human-Machine Interface Design for Process Automation Systems) ;
- RGAA 4.0, pour l'accessibilité, y compris les contrastes adaptés au daltonisme, pictogrammes explicites et navigation clavier.

Le Titulaire proposera un protocole de test ergonomique et accessibilité au moment des maquettes d'IHM, avec validation DIR Est.

III.2.5.4. FCT_EXP_05.04 – Qualification des alarmes techniques et alertes d'exploitation

Le système devra permettre la qualification des alarmes techniques via la supervision, cette configuration devant être impérativement réalisée au moyen d'une interface spécifique accessible exclusivement avec un profil administrateur.

La qualification distinguera deux catégories :

Les alarmes techniques

Les alarmes techniques, destinées principalement aux techniciens de maintenance, devront également être accessibles aux opérateurs via le bandeau des alarmes, qui leur permettront d'appréhender de la meilleure manière la criticité des alarmes apparues.

Les alarmes, selon leurs gravités (criticité), sont associées à des couleurs (donnés à titre d'exemple), et sont au nombre de 3. Les alarmes techniques peuvent être :

- Soit mineures
- Soit majeures
- Soit critiques

Ces alarmes (défaut capteur, perte de communication, disjoncteur en position ouverte, etc.) devront présenter les caractéristiques suivantes :

- Terminologie spécifiquement adaptée à la maintenance (termes techniques, repères conformes aux plans). Les libellés devront être le plus clairs et compréhensibles pour tous les utilisateurs de la supervision.
- Localisation précise (identification de l'armoire concernée, etc.)

Les alertes d'exploitation

Les alertes d'exploitation, destinées prioritairement aux opérateurs (ouverture de porte, détection DAI, seuil de pollution atteint, etc.), devront répondre aux exigences suivantes :

- Terminologie spécifiquement adaptée aux opérateurs
- Libellés impérativement formulés en français non technique
- Indication explicite des Conditions Minimales d'Exploitation (CME) potentiellement compromises pour chaque ouvrage concerné
- Formulation permettant à l'opérateur de comprendre immédiatement :
 - La nature précise du dysfonctionnement ou de l'incident en cours
 - Son origine technique ou contextuelle
 - Les conséquences opérationnelles de la panne
 - Les actions correctives à entreprendre en relation avec les CME

Les alertes d'exploitation, intégrées au calcul et à la gestion des Conditions Minimales d'Exploitation (CME), s'inscrivent dans une classification chromatique hiérarchisée. Cette codification visuelle permet de signaler instantanément à l'opérateur le niveau de criticité de l'incident technique et l'impact sur la disponibilité opérationnelle de l'ouvrage.

Le système de supervision implémentera une classification à cinq niveaux d'alertes, structurée comme suit :

- **Couleur blanche** – Niveau 0 : Niveau d'information pure ; Exploitation nominale ;
- **Couleur jaune** – Niveau 1 : Niveau d'information nécessitant une action de l'opérateur ;
- **Couleur orange** – Niveau 2 : Niveau mobilisant du personnel sur le terrain ;
- **Couleur rouge** – Niveau 3 : Niveau imposant des mesures compensatoires ;
- **Couleur noire** – Niveau 4 : Niveau imposant la fermeture d'ouvrages.

La présentation visuelle des alertes devra garantir une perception immédiate de leur niveau de criticité.

Suite à l'atelier d'expression des besoins portant notamment sur les libellés d'alarmes, la mise en forme des bandeaux d'alerte et les mécanismes de surbrillance, le titulaire élaborera des maquettes complètes de l'interface de gestion des alertes.

Ces propositions ergonomiques seront soumises à la validation de la DIR Est avant toute implémentation définitive. Le processus itératif de validation pourra comprendre plusieurs cycles de modifications jusqu'à l'obtention d'une interface optimale répondant pleinement aux exigences opérationnelles.

Le Titulaire devra mettre en œuvre :

- Une différenciation visuelle (chromatique) respectant strictement le code de couleurs établi
- Une hiérarchisation visuelle dans les bandeaux d'alertes
- Un système de surbrillance pour les alertes non acquittées
- Des libellés d'alarmes explicites et normalisés
- Des animations visuelles proportionnelles à la criticité de l'alerte

Le détail des mesures compensatoires applicables, listées dans le Dossier de Sécurité de l'ouvrage, sont fournies en annexes.

À noter qu'une panne matérielle, peut générer à la fois une alarme technique et une alerte d'exploitation.

L'alerte d'exploitation est associée et fondamentalement liée à l'alarme technique, ayant chacune son propre cycle de vie tel que décrit dans le schéma de principe ci-après.

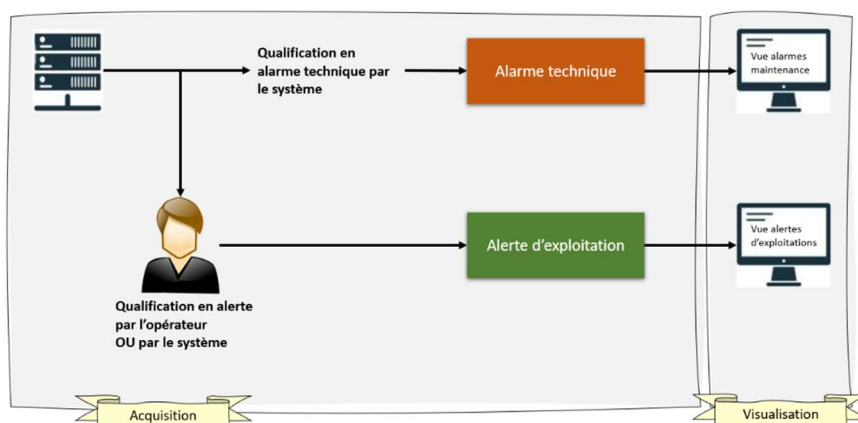


Figure 9 : Qualification des alarmes

Remarque : dans la suite de ce chapitre, le terme alarme « seul » englobe à la fois les alarmes techniques et les alertes d'exploitation.

Ces 2 remontées sur la supervision, doivent être traitées, indépendamment l'une de l'autre : une alarme peut être acquittée par les services techniques ou par l'opérateur, l'alerte quant à elle n'est acquittable que par un personnel appartenant au métier de l'exploitation (opérateur, responsable CISGT, ...)

III.2.5.5. FCT_EXP_05.05 – Conséquences d'une alarme technique

L'apparition d'une alarme technique entraîne les actions suivantes :

- Changement d'état de la représentation de l'équipement en défaut sur le ou les synoptiques concernés ;
- Changement d'état de la représentation de la synthèse d'alarme pour le domaine correspondant à l'alarme pour l'ouvrage concerné ;
- Ajout de l'alarme dans le journal des alarmes techniques : ce journal contient la liste des alarmes détectées par le système. Les alarmes seront présentées par ordre chronologique, des plus récentes aux plus anciennes ;
- Possible montée d'une alerte d'exploitation (indisponibilité d'équipement par exemple ou suite calcul de CME)

Toute alarme technique est signalée sur le synoptique graphique par un symbole qui permet de distinguer si elle a été traitée ou pas (par exemple elle clignote tant qu'elle n'est pas acquittée par l'opérateur ou si la cause ayant générée cette alarme a disparue : le clignotement peut être inhibé par l'opérateur).

III.2.5.6. FCT_EXP_05.06 – Conséquences d'une alerte d'exploitation

Grâce aux alertes d'exploitation, l'opérateur dispose d'informations cruciales pour la conduite des ouvrages surveillés. Ces alertes peuvent être issues :

- D'une remontée d'information d'exploitation du « terrain » (ouverture d'une porte d'une niche de sécurité, niveau de pollution supérieur au seuil recommandé en tunnel par exemple, incendie en tunnel (détection de fumée via la DAI, etc...)
- D'une défaillance technique (panne ou indisponibilité) d'un équipement, qui a généré la création d'une CME (ex : pour le paramétrage et le fonctionnement des CME).

Depuis l'alerte, l'opérateur doit pouvoir accéder aux alarmes et alertes sous-jacentes qui ont conduit à son apparition ou dont elle est la synthèse ; avoir la liste des équipements déclencheurs de l'alerte, avec une mention particulière si certains équipements sont inhibés, indisponibles, ou en mode maintenance.

Par exemple, si une alerte « Caméra 12 indisponible ou hors service » apparaît, l'opérateur doit pouvoir visualiser les alarmes techniques associées telles que « Disjoncteur Q17 – Défaut SD » ou « Perte du signal ».

L'apparition d'une alerte exploitation entraîne les actions suivantes (prioritaires sur les actions découlant d'une alarme technique) :

- Changement d'état de la représentation en défaut sur le ou les synoptiques concernés
- Changement d'état de la représentation de la synthèse d'alerte pour le domaine correspondant à l'alerte pour l'ouvrage concerné
- Ajout de l'alerte dans le journal des alertes d'exploitation : ce journal contient la liste des alertes détectées par le système. Les alertes seront représentées par ordre chronologique, des plus récentes au plus anciennes
- Génération d'un son (buzzer) pour les profils « Exploitation » uniquement
- Calcul et possible apparition de CME dans le bandeau des alarmes en tant qu'alerte d'exploitation

Toute alerte d'exploitation est signalée sur le synoptique graphique par un symbole qui permet de distinguer si elle a été traitée ou pas (par exemple elle clignote tant qu'elle n'est pas acquittée par l'opérateur ou si la cause ayant générée cette alerte a disparue).

Une alerte reste visuellement active (ex. : clignotement) même si la cause initiale a disparu, tant qu'elle n'a pas été acquittée manuellement par un opérateur. Cela permet de :

- Conserver une traçabilité complète des incidents passés ;
- Garantir qu'un opérateur a pris connaissance de l'événement, même temporaire ;
- Éviter les levées de doute automatiques non validées ;
- Responsabiliser l'acquittement (avec traçabilité du profil, heure, justification éventuelle).

Cette règle est particulièrement utile en cas :

- d'alertes fugitives (pics de pollution, microcoupures) ;
- ou d'interventions terrain ayant levé un défaut sans en informer le poste de supervision.

Il est possible que certaines alertes d'exploitation nécessitent une action particulière de l'opérateur en poste. Le système alors, en plus du calcul des CME, doit afficher les éléments d'une fiche de consignes ou une fiche réflexe.

Une fois la CME calculée, et remontée dans le fil des alarmes/alertes, une fiche réflexe peut être soumise à l'opérateur. Cette fiche est rattachée à une alarme, une alerte ou la CME.

III.2.5.7. FCT_EXP_05.07 – Corrélation et Cycle de vie

Le système devra gérer la corrélation entre alarmes techniques et alertes d'exploitation selon les principes suivants :

- Une panne matérielle pourra générer simultanément une alarme technique et une alerte d'exploitation associée
- Souvent, l'alerte d'exploitation sera fondamentalement liée à l'alarme technique correspondante
- Chaque type de remontée (alarme et alerte) disposera de son propre cycle de vie, conformément au schéma de principe référencé ci-après
- Le traitement de ces deux éléments devra être strictement indépendant :
 - Les alarmes techniques pourront être acquittées par les services techniques ou par l'opérateur
 - Les alertes d'exploitation ne pourront être acquittées que par un personnel habilité appartenant au métier de l'exploitation (opérateur, responsable CISGT)

III.2.5.7.1. Cycles de vie d'une alarme technique et d'une alerte d'exploitation

Le système devra gérer quatre états distincts dans le cycle de vie des alarmes :

- alarme active non acquittée (apparition)
- alarme inactive non acquittée
- alarme active acquittée
- alarme inactive acquittée

Une alarme inactive et acquittée devra automatiquement disparaître de la liste d'affichage. Toutes les alarmes remontées au système de supervision devront obligatoirement être historisées dans le serveur temps différé.

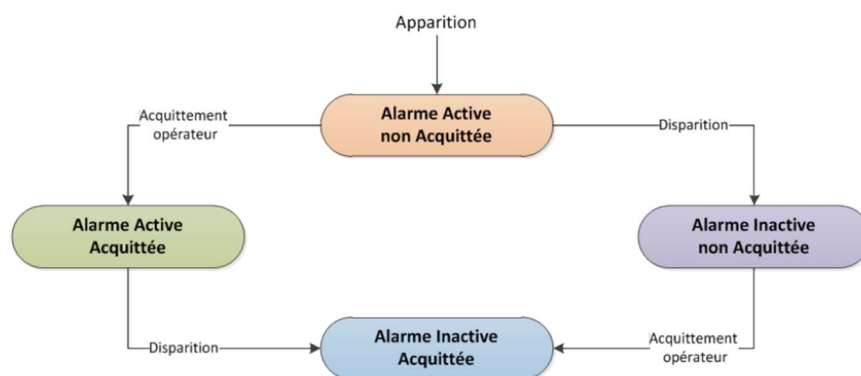


Figure 10 : Cycle de vie (simplifiée) d'une alarme

III.2.5.7.2. Processus séquentiel de traitement

Le système devra implémenter un cycle de traitement comprenant les phases suivantes :

1. **Détection** : Identification de l'événement par un capteur, un automate ou un système de supervision
2. **Signalisation** : Notification de l'alarme ou l'alerte via l'interface homme-machine avec signalisation visuelle et sonore appropriée
3. **Acquittement** : Prise en compte par l'opérateur habilité selon la nature de l'alarme
4. **Diagnostic** : Identification de la cause de l'événement

5. **Résolution** : Mise en œuvre des actions correctives

6. **Clôture** : Finalisation de l'incident après retour à l'état normal du système

III.2.5.7.3. Acquittance par les opérateurs

Les alertes d'exploitation devront être exclusivement acquittées par les opérateurs d'exploitation. Le système devra historiser ces actions (horodatage et identification de l'utilisateur).

L'interface devra permettre à l'opérateur d'acquitter :

- Les alertes d'exploitation, soit :
 - Unitairement par sélection de la ligne correspondante
 - Collectivement via un bouton dédié pour l'ensemble des alarmes visibles
- Les alarmes techniques mineures uniquement, selon les droits définis

III.2.5.7.4. Alarmes mineures

Certaines alarmes de type mineur peuvent, si validé avec le Maître d'Ouvrage, faire l'objet d'un acquittement automatique par le système, lorsqu'elles sont de courte durée, récurrentes sans impact critique, ou déjà traitées par des automates de terrain.

Toutefois, toute alarme mineure acquittée automatiquement doit être systématiquement conservée dans l'historique.

Cela inclut les informations suivantes :

- Identifiant de l'alarme et description,
- Horodatage d'apparition et de disparition,
- Horodatage d'acquittance automatique,
- Statut d'alerte (mineure auto-acquittée),
- Cause probable (si disponible),
- Indication qu'il s'agit d'un acquittement automatisé.

Ces événements sont accessibles dans :

- Le journal d'alarmes complet,
- Les rapports périodiques (journaliers/hebdomadaires),
- Et les exports analytiques (CSV, PDF...).

Cette conservation garantit la traçabilité, permet d'identifier des incidents récurrents, et contribue à l'amélioration continue du diagnostic et de la maintenance.

III.2.5.7.5. Inhibition

Le système devra offrir aux utilisateurs habilités la possibilité, depuis le journal d'alarmes, de :

- Inhiber un équipement ou ses sous-ensembles pertinents
- Inhiber une alarme spécifique et/ou un type d'alarme (par type, zone, famille d'équipements)
- Inhiber une alarme présentant un phénomène de bagottement
- Inhiber un équipement individuel et/ou un ensemble d'équipements (par type, zone, famille d'équipements)

Toutes ces opérations d'inhibition devront être traçables et réversibles par les utilisateurs disposant des droits appropriés.

III.2.5.8. FCT_EXP_05.08 – Bandeau et journal d'alarmes

III.2.5.8.1. FCT_EXP_05.08.01 – Bandeau d'alarmes

Le bandeau d’alarmes doit être visible et disponible sur l’ensemble des vues de la supervision. Le bandeau d’alarmes doit rester visible en permanence à l’écran. Il ne doit en aucun cas pouvoir être masqué ou réduit à la manière d’un bandeau de commentaire. Il offre une vue synthétique et en temps réel des alarmes et alertes pertinentes pour l'utilisateur connecté. Cela facilitant sa prise de décision, sans être noyé sous une quantité importante d’information. Il est mis à jour en temps réel en fonction des nouveaux événements techniques ou d’exploitation. Son affichage est rafraîchi en temps réel, les derniers éléments apparaissant en haut de la pile.

La présentation, constitution et fonctionnalités attendues du bandeau des alarmes et des alertes dérivent de celles du journal d’alarme, dont il est une vue limitée à quelques dizaines de lignes et accessibles via un ascenseur pour accéder aux informations le plus anciennes. Pour plus de visibilité, l'utilisateur aura la possibilité via un bouton d’accès rapide, d’afficher la vue dédiée alarmes/alertes lui permettant de voir plus d’informations sur une seule page (affichage pleine page).

Les alarmes et alertes d’exploitation associées seront présentées par ordre d’apparition, les plus récentes étant positionnées le plus haut dans la liste.

III.2.5.8.2. FCT_EXP_05.08.02 – Journal d’alarmes

Le journal des alarmes est accessible via une vue dédiée, orientée uniquement affichage des alarmes. Cette vue doit permettre de trier les alarmes selon plusieurs critères et doit être conçue et « orientée » dans un but d’analyse fine d’évènement et/ou de problème technique.

Chaque ligne correspondant à une alarme ou une alerte devra être assortie d’un fond coloré spécifique, selon un code couleur défini en conformité avec les prescriptions du paragraphe FCT_EXP_05.04 – Qualification des alarmes techniques et alertes d’exploitation.

Le système doit également permettre l’export du journal d’alarme pour analyse a posteriori et l’affichage d’un historique détaillé par alarme, incluant toutes les actions effectuées (acquiescement, inhibitions, levées...).

Les bandeaux d’alerte, fenêtres de synthèse et surbrillances visuelles devront être conçus conformément aux standards reconnus :

- Normes ISO 9241-210 et ISO 9241-112 pour l’interaction homme-machine ;
- ISA-101 (Human-Machine Interface Design for Process Automation Systems) ;
- RGAA 4.0, pour l’accessibilité, y compris les contrastes adaptés au daltonisme, pictogrammes explicites et navigation clavier.

Le Titulaire proposera un protocole de test ergonomique et accessibilité au moment des maquettes d’IHM, avec validation DIR Est.

Par ailleurs, l’interface devra permettre l’affichage simultané des alarmes techniques et des alertes d’exploitation, sans hiérarchisation visuelle ou fonctionnelle qui limiterait leur accessibilité.

Le journal des alarmes devra offrir des capacités de visualisation avancées, notamment la possibilité d’afficher les alarmes synthétiques ou agrégats, ainsi que les alarmes sous-jacentes qui les composent. Pour faciliter le diagnostic, il devra être possible de « dépiler » (ou afficher une fenêtre contextuelle) une alarme synthétique afin d’accéder et de consulter individuellement chaque ligne d’alarme qui la constitue.

Il devra intégrer des fonctionnalités de filtrage et de tri selon les critères suivants :

- Par nature (alarme, alerte)
- Par période temporelle (par intervalle de temps défini)
- Par ouvrage
- Par domaine technique (ou métier)
- Par types d’alarmes

- Par CME impactées
- Par statut d'alarme synthèse (issues d'un filtre cascade, bagottement)
- Par profils utilisateur (exploitation, maintenance) de façon automatique lors de la connexion de l'utilisateur.
 - Un profil opérateur n'a pas de besoin d'accéder à l'ensemble des alarmes associées à un filtrage « cascade ».
 - Un profil technicien n'a pas de besoin de visualiser les alertes d'exploitation

III.2.5.8.3. FCT_EXP_05.08.03 – Navigations depuis le journal des alarmes

Chaque alarme du système a la possibilité de se voir associer par paramétrage, comme action rapide :

- Une vue de navigation vers IHM dédiée ;
- Accès rapide à de la documentation (fiches de consignes, fiches réflexes...).

La vue de navigation correspond par exemple à l'une des vues représentant l'équipement en défaut (par exemple : vue énergie du LT concerné pour un disjoncteur en défaut, ...) ou une vue de synthèse pour une alarme combinée.

Un double clic sur la ligne de l'alarme dans le journal provoquera la navigation d'un des écrans dédiés à la supervision vers cette vue, permettant ainsi à l'opérateur de gagner en réactivité en accédant directement à la vue sans passer par toute l'arborescence de navigation.

III.2.5.8.4. FCT_EXP_05.08.04 – Les principes d'horodatage et de synchronisation

L'intégrité temporelle des informations est primordiale pour l'analyse des événements et la prise de décision. À ce titre, l'horodatage de toutes les alarmes, qu'elles soient unitaires ou synthétiques (alertes d'exploitation), doit être effectué par les serveurs de supervision.

Cette exigence garantit une référence temporelle fiable et centralisée pour l'ensemble du système, facilitant ainsi la corrélation des événements et la reconstruction des séquences d'incidents.

Afin de garantir la cohérence temporelle des alarmes sur l'ensemble du système, une synchronisation rigoureuse est requise.

Toutes les données historisées doivent être impérativement synchronisés sur le même serveur de temps de référence. De plus, il est essentiel que les alarmes provenant des sous-systèmes externes soient correctement horodatées, en respectant le format et la précision temporelle définis pour le système global. Cette synchronisation permettra une analyse précise des événements et une identification rapide des causes et des conséquences des incidents.

III.2.5.8.5. FCT_EXP_05.08.05 – Fiches réflexes

Pour faciliter la prise de décision et garantir une réponse appropriée aux situations d'urgence, le système devra offrir un accès direct et contextualisé à la documentation pertinente du Maître d'Ouvrage.

Ainsi, pour chaque alerte d'exploitation (ou alarme technique), et notamment celles liées aux Conditions Minimales d'Exploitation (CME), le système devra permettre à l'utilisateur de consulter rapidement les documents annexes appropriés, tels que les fiches de consignes ou les fiches réflexes. Ces documents, propriétés du CISGT, devront être stockés sur un répertoire spécifique du serveur.

Le Responsable du CISGT devra pouvoir alimenter ce dossier « sources » et ajouter des liens de visualisation sur les équipements et/ou sur les alarmes/alertes.

Ces documents, au format PDF, devront être adaptés à la nature et au contexte spécifique de l'alerte en cours, offrant ainsi un support décisionnel précis et efficace.

III.2.5.9. FCT_EXP_05.09 – Gestion de l'avertissement sonore

Le signal sonore est activé en local sur les postes opérateurs en fonction :

- Du profil de l'opérateur ;
- De l'affectation des ouvrages ;
- Du niveau et du type de l'alarme apparue (alarme, alerte, criticité)

Il est activé pour un profil connecté :

- Sur les postes d'exploitation sur présence d'au moins une alerte d'exploitation non acquittée dans la liste des alertes d'exploitation.

Le choix du signal sonore est paramétrable en fonction de l'ouvrage d'origine de l'alarme, du niveau de criticité et du type de l'alarme.

Le signal sonore est :

- Désactivable par l'opérateur pour une durée prédéfinie (sa désactivation est enregistrée), ne pouvant pas dépasser un délai maximal paramétrable (240 min par exemple). Sa réactivation est automatique à l'échéance de la temporisation si l'alarme n'est toujours pas acquittée.
- Désactivable par profil spécifique (exemple : chef de salle ou CISGT).

Le signal sonore s'arrête lorsque toutes les alarmes de la liste sont acquittées, et qu'aucune nouvelle alarme (ou alerte) n'est apparue.

L'application d'un filtre, ou la navigation sur la vue « Alarmes », n'impacte pas la gestion du signal sonore. Les alarmes masquées par un filtre continuent d'être prises en compte dans l'élaboration du signal sonore.

III.2.5.10. FCT_EXP_05.10 – Fiabilisation des remontées d'alarmes

III.2.5.10.1. FCT_EXP_05.10.01 - Anti-bagottement

Le système devra obligatoirement implémenter une fonction de détection des bagottements d'alarmes et qualifier automatiquement ces alarmes en état dit « bagottant ». Cette qualification devra s'appliquer à toutes les alarmes :

- Remontées par les automates au système de supervision
- Reçues depuis les systèmes externes (Détection Automatique d'Incidents, Vidéo, Réseau d'Appel d'Urgence, etc.)

L'état bagottant de chaque alarme devra être clairement visible sur tous les éléments d'interface permettant de visualiser les états des alarmes, incluant notamment :

- Le bandeau d'alarmes
- Les vues d'alarmes spécifiques
- Tout autre objet graphique affichant des états d'alarmes

Chaque alarme devra porter un attribut spécifique « état de bagottement » pouvant prendre les valeurs « actif » ou « non actif », et cette information devra être immédiatement perceptible par l'opérateur via une signalisation visuelle distinctive.

Suite à la qualification en alerte d'exploitation d'une alarme en état bagottant, le système devra offrir à l'utilisateur habilité la possibilité de :

- Inhiber cette alarme afin qu'elle n'apparaisse plus sur les vues d'exploitation
- Désinhiber cette alarme pour la réintégrer dans le circuit normal de traitement

Lors de l'inhibition, l'alarme bagottante devra rester visible uniquement sur :

- Les vues dédiées à la maintenance
- La liste spécifique des alertes d'exploitation inhibées

Le prestataire devra paramétrer les seuils de détection de bagottement (nombre d'occurrences dans un intervalle de temps) selon les spécifications détaillées qui seront fournies pour chaque type d'équipement. Ce paramètre devra accessible sur le système avec un profil administrateur.

III.2.5.10.2. FCT_EXP_05.10.02 - Avalanche d'alarme

Le système devra impérativement intégrer des mécanismes de filtrage en cascade au niveau des automates pour éviter les phénomènes d'avalanche (remontées massives d'alarmes simultanées).

Dans ces situations, Seule l'alarme d'origine devra être affichée en temps réel dans l'interface, tandis que les alarmes subséquentes pourront être masquées visuellement mais historisées dans les journaux techniques, afin de permettre un diagnostic a posteriori. Cela pourra être notamment le cas pour :

- Manques de tension d'une armoire ou d'un jeu de barre
- Défaillances d'alimentation d'un rack automate
- Défaillances de modules d'entrées/sorties, ou de leur interface de communication

Les règles suivantes devront alors être appliquées :

- Une perte d'alimentation EDF ou un manque tension sur un Tableau Général Basse Tension (TGBT), sur un jeu de barre, en tête d'une armoire électrique devra automatiquement masquer toutes les alarmes subséquentes de présence tension normale.
- Le défaut d'un module de liaison optique sur le réseau de terrain des entrées/sorties déportées ne devra pas générer les alarmes liées à ces mêmes entrées/sorties

Lorsque l'avalanche d'alarmes conduit à la détection ou au déclenchement d'une Condition Minimale d'Exploitation (CME), le nom ou l'identifiant de la CME déclenchée est affiché dans le bandeau d'alarme sous forme de lien cliquable. Le bandeau n'affiche pas le détail des calculs de CME (équipements défaillants, seuils atteints, règles d'impact, etc.), afin de ne pas surcharger l'interface dédiée à l'alerte rapide.

L'utilisateur peut cliquer sur le nom de la CME pour ouvrir :

- soit une vue contextuelle dédiée (popup, fenêtre modale, volet latéral) ;
- soit une page métier listant les détails :
 - équipements impliqués,
 - règles ayant conduit au déclenchement,
 - périmètre affecté,
 - conséquences sur les fonctions de sécurité ou de disponibilité.

Cette approche garantit un équilibre entre accessibilité rapide à l'information et lisibilité, conformément aux principes ergonomiques de supervision (cf. ISA-101 et ISO 9241).

Un marquage spécifique (ex. : icône CME ou pastille orange/rouge) permettra de distinguer ces événements dans le bandeau.

Tous les déclenchements de CME doivent être journalisés avec :

- l'heure,
- la nature de la CME,
- les équipements défaillants ou inhibés associés,
- l'identité du poste en service (à des fins de traçabilité et de levée de doute).

III.2.5.10.3. FCT_EXP_05.10.03 - Combinatoires d'alarmes

Les combinatoires d'alarmes permettent à partir des alarmes unitaires de créer des alarmes combinées. Ces alarmes combinées de données analogiques et/ou de données TOR, sont élaborées au niveau des serveurs supervision et paramétrables par le configurateur ou toute personne autorisée (paramétrable par profil « administrateur »).

Elles sont sujettes aux mêmes règles que les alarmes standards (cycle de vie, qualification alarme technique/alerte d'exploitation, ...). Elles permettent notamment d'élaborer des CME, dans une vue dédiée de la GTC (paramétrage système, gestion des CME).

III.2.5.10.4. FCT_EXP_05.10.04 – Temporisation de discordances liées aux équipements

Le système devra intégrer des mécanismes de détection des discordances permettant d'identifier les dysfonctionnements entre le comportement réel d'un équipement et sa référence attendue. Ces discordances devront être traitées comme des alarmes à part entière et suivre le même cycle de vie que celles-ci.

Discordance de commande équipement : Le système devra détecter la non-exécution d'une commande (activation/désactivation) lorsqu'aucun retour d'état conforme n'est constaté après un laps de temps paramétrable suite à l'envoi de ladite commande.

Surveillance de la cohérence des mesures : Le système devra implémenter un mécanisme de comparaison entre les mesures issues de capteurs redondants ou complémentaires afin de déterminer toute déviation anormale d'un capteur par rapport à la moyenne des autres mesures sur un même paramètre physique.

Surveillance des positions exhaustives : Le système devra détecter les situations incohérentes où deux positions qui s'excluent mutuellement (ouvert/fermé, haut/bas, etc.) sont signalées comme étant activées simultanément.

Le prestataire devra configurer et paramétrer les seuils et délais de détection de ces discordances en fonction des caractéristiques techniques des équipements et des exigences opérationnelles de l'exploitation.

III.3. Fonctionnalités temps différé

Les fonctionnalités temps différé retenues, et décrites ci-dessous, sont :

- Gestion des historiques et archivage des données
- Consultation des historiques
- En vue tabulaire
- En vue graphique
- Outil d'analyse de données temps différé
- Outil de reporting
- Générer automatiquement des rapports, des synthèses de données

La gestion avancée des historiques et de l'archivage des données est essentielle dans la rénovation de cette GTC. Elle permet une consultation efficace des événements passés sous différentes formes :

- vue tabulaire pour une analyse détaillée ;
- vue graphique pour une représentation plus intuitive des tendances.

Un outil d'analyse en temps différé doit être mis à disposition pour identifier des anomalies ou optimisations possibles à partir des données archivées.

De plus, un module de reporting doit permettre la définition de modèles de rapports adaptés aux besoins opérationnels, avec la possibilité de générer ponctuellement des rapports ou de les automatiser selon une fréquence définie. Ces fonctionnalités assurent une traçabilité fiable des événements, facilitent le suivi des performances du système et contribuent à l'amélioration continue de l'exploitation.

Principe d'historisation des données

La mise en place d'un système d'historisation des données est un élément essentiel pour améliorer la traçabilité des événements et les démarches d'audit.

Pour un traitement post-événement, les données historisées sont très utiles, car elles peuvent permettre lors des formations, ou lors de l'utilisation de la plateforme de rejeu, l'amélioration et le perfectionnement des opérateurs.

Et ce, pour les personnels de maintenance (résolution et compréhension des problèmes techniques) et pour les personnels d'exploitation (entraînement à jouer d'événements complexes), où la prise de décision des opérateurs n'est pas toujours aisée.

Il est important de choisir une solution adaptée aux besoins des utilisateurs et des systèmes et de prendre en compte les aspects liés au volume de données, à la sécurité et à la qualité des données.

Données historisées

Les données d'exploitation à historiser sont les suivantes :

- Actions de validation ou de confirmation sur les IHM
- Commandes et scénarios envoyées aux équipements
- Saisies de données
- Données remontées des ouvrages
 - Modes et changement des mode de pilotage actifs selon les périmètres
 - Affectations / Prises de poste
- Données remontées des équipements
 - Mesures des capteurs...
 - Données des centrales de mesures électriques, onduleurs...
 - Les consignes automates, éclairages, ventilation...
 - Régimes d'éclairage
 - Régimes de ventilation
 - ...
- Alarmes techniques (apparition, disparition, actions utilisateurs) ;
- Alertes d'exploitation (apparition, disparition, actions utilisateurs) ;
- Journaux d'événements ;
- ...

Les données systèmes à historiser, sont les suivantes :

- Valeurs et modifications des paramètres ;
- Traces de performance ;
- ...

III.3.1. FCT_TD_01 – Gestion des historiques et archivage des données

Le système de supervision propose une gestion complète des historiques des données, permettant une exploitation optimale des informations en temps différé pour diverses fonctions.

Une période tampon de sauvegarde des données est présente en permanence sur le serveur temps réel. Elle permet, la mise à jour du serveur temps différé :

- En fonctionnement nominal (si la solution retenue est une mise à jour ponctuelle du serveur temps différé, par exemple toute les nuits) ;
- Après une perte de liaison entre le serveur temps réel et le serveur temps différé (si la solution retenue est une mise à jour permanente et instantanée du serveur temps différé).

Tout problème rencontré dans le mécanisme d'historisation génère automatiquement une alarme technique à l'intention des techniciens de maintenance.

Le serveur temps différé est dimensionné pour le stockage des données du système « supervision » et pour une profondeur d'historisation de deux (2) ans.

Ces données pourront être intégrées dans des bilans, rapports, et permettre de définir des journées type de fonctionnement en fonction du trafic.

L'historique doit permettre :

- Un accès rapide aux données de pilotages, acquittements, états, alarmes, etc.
- De rechercher dans l'historique tous types de données, sur une plage temporelle renseignée,
- L'accès aux courbes.
- D'archiver l'ensemble des commandes passées, les états et mesures des équipements, les alarmes et alertes, les dates de connexion/déconnexion des utilisateurs.
- D'explorer les données pour le rejeu et l'établissement de scénarios de formation.

III.3.2. FCT_TD_02 – Consultation des historiques

Les données historisées sont largement utilisées par les différents acteurs du système (chef de salle, opérateurs, techniciens de maintenance, etc.).

La supervision doit intégrer un module de consultation des données historisées. Ce module doit être ergonomique et permettre aux utilisateurs de consulter facilement les données historisées. Il peut reposer sur l'intégration de vues et fonctionnalités issues de l'outil de reporting, sans que ce soit obligatoire. Une réalisation employant les modules natifs d'un progiciel de supervision convient également.

Le module doit permettre :

- L'application de tri et filtres avancés afin de sélectionner les données selon plusieurs critères (ouvrage, sens, domaine technique, horodate, nature des données (Alarmes, Mesures, Commandes, Retours de Commande, etc.), type d'équipement, sous-localisation, criticité, etc.).
- L'extraction simple des données pour exploitation sous tableur.
- La navigation dans une arborescence « naturelle », ou un lien avec les vues synoptiques, pour permettre le choix des valeurs/mesures à étudier sans qu'il faille à l'utilisateur connaître les mnémoniques des valeurs recherchées.
- Pour des extractions trop volumineuses, un message d'avertissement doit être affiché informant que la demande de traitement :
 - Est trop volumineuse,

- Peut durer un certain temps (plusieurs minutes)

Une limite de taille doit être proposée (taille maximale des données d'export) pour ne pas avoir des extractions trop conséquentes qui pourraient perturber le serveur temps réel ou le poste utilisé.

III.3.2.1. FCT_TD_02.01 – En vue tabulaire

Le système de supervision offre des vues dédiées à l'exploitation des valeurs sous forme tabulaire. L'application offre la capacité de tri et filtres par colonne afin de sélectionner les données selon plusieurs critères (ouvrage, sens, domaine technique, horodate, nature des données (TA, TR, TS, TM, ...), type d'équipement, sous-localisation, criticité, etc....).

III.3.2.2. FCT_TD_02.02 – En vue graphique

Le système de supervision offre des vues dédiées à l'exploitation des valeurs analogiques sous forme de courbes et de tendances. Ces visualisations doivent être claires, précises, doivent permettre une analyse aisée des données (comparaison, identification, diagnostic).

Elles doivent permettre les fonctionnalités principales suivantes :

- Création et utilisation de groupes de valeurs analogiques :
 - Constitution de groupes de 8 variables maximum.
 - Libellé personnalisé pour chaque groupe.
- Acquisition et enregistrement des valeurs :
 - Période d'échantillonnage définissable par l'utilisateur.
- Données associées à chaque valeur :
 - Échelle minimale et maximale.
 - Seuils associés.
 - Valeur de remplacement en cas d'inhibition du capteur.
- Module d'affichage des courbes :
 - Consultation facile des courbes de mesures des capteurs.
 - Consultation par capteur ou par ensemble de capteurs.
- Enregistrement de configurations de courbes prédéfinies :
 - Grandeurs physiques souhaitées.
 - Capteurs sélectionnés.
 - Fenêtre temporelle.
- Superposition de données Tout Ou Rien et analogiques :
 - Diagnostic après-coup lors d'anomalies (commandes, mesures terrains).

III.3.3. FCT_TD_03 – Outil d'analyse de données temps différé

III.3.3.1. FCT_TD_03.01 – Outil d'analyse et de reporting (simple)

Un outil d'analyse en temps différé doit être mis à disposition pour identifier des anomalies ou optimisations possibles à partir des données archivées. Cet outil doit permettre de générer ponctuellement des rapports, des synthèses de données sous forme de tableaux (export type csv. ou

Excel), selon une fréquence définie. Ces fonctionnalités assurent une traçabilité fiable des événements, facilitent le suivi des performances du système et contribuent à l'amélioration continue de l'exploitation.

L'accompagnement et la formation des personnels utilisateurs de cette fonctionnalité sont attendus, ainsi que la fourniture d'un manuel de conception de rapport.

III.3.3.2. FCT_TD_03.02 – Définition de modèles de rapports

Les rapports seront simplifiés et sous format csv. ou .xls.

La personne en charge de l'établissement des rapports simplifiés (opérateur, chef de salle, technicien) devra pouvoir :

- Réaliser un rapport
 - RETEX suite incident important dans l'ouvrage (contenant toutes les informations utiles pour une diffusion aux entités externes (services de l'Etat, base incidents du CETU, forces de l'Ordre, secours, etc...))
 - Nature de la panne technique ou de l'incident
 - Type d'incident (Test, exercice, exploitation, ...)
 - Les diffusions et communications réalisés, ...
 - Etc ...
 - Traitement des réclamations usager
 - Bilan des activités (fiches de fermetures, fiches évènements...)
 - Rapports et Synthèse des contrôles mensuels, trimestriels, semestriels (maintenance)
 - Fiches de fermetures, Fiches évènements (horaires et présences du personnel DIR Est)
 - ...
- Définir la liste des destinataires et de la fréquence d'envoi.

III.3.3.3. FCT_TD_03.03 – Générer ponctuellement un rapport

L'utilisateur doit pouvoir :

- Choisir le modèle de rapport qu'il souhaite générer,
- L'utiliser en choisissant les données à inclure (valeurs analogiques, alarmes, événements, etc.).
Les données peuvent provenir :
 - Du système de supervision
 - Des systèmes externes (SAGT, TIPI, DAI, ...)
- Définir la liste des destinataires
- Générer le rapport.

III.3.3.4. FCT_TD_03.04 – Générer automatiquement des rapports

Certains rapports, pourront être également générés et/ou envoyés automatiquement.

Ces modèles de rapports seront disponibles sur le serveur servant à la gestion et aux traitements des données.

Il devra être possible de paramétrer :

- Son format d'exportation : csv ou xls.
- Les destinataires prévus par défaut
- Les fréquences de génération, d'envois
- Sa destination de stockage (modèle, fichiers générés)

Les modèles de rapports pourront, permettre par exemple d'exposer des bilans :

- De type « Exploitation »
 - Bilans quotidiens, hebdomadaires et mensuels.
 - Trafic,
 - Incidents traités
 - Incidents ou faits marquants en ouvrages (fermetures d'ouvrage, panne de véhicule)
 - Alertes d'exploitation
 - ...
- De type « Techniques »
 - Rapports de performance énergétique
 - Rapports d'anomalies ou d'alarmes techniques
 - Rapports sur les temps de fonctionnement des accélérateurs ou des éclairages, ...
 - ...

III.4. Fonctionnalités d'interface

Afin de permettre à la supervision d'exploiter et de recueillir des données d'autres systèmes externes, et d'évoluer dans un environnement de systèmes d'information interopérables, le nouveau système doit être capable de communiquer avec eux. Pour ce faire la supervision devra pouvoir s'interfacer avec des systèmes externes.

Chaque interface vers un système externe doit être « débrayable » par paramétrage, de manière indépendante les unes des autres.

Les systèmes de supervision locaux devront être capables de s'échanger mutuellement les données qui leur sont utiles, le protocole de communication préconisé est l'OPC UA, MQTT, Web Services ou API REST.

Un certain nombre de fonctionnalités est actuellement uniquement disponible depuis le SAGT, tels que l'exécution de scénario et commandes de séquences de plan d'affichage.

Des ateliers spécifiques devront être organisés par le titulaire du marché afin de :

- Recenser et comprendre exhaustivement les besoins des exploitants
- Prévoir les adaptations techniques à prévoir
- Rédiger un les spécifications fonctionnelles soumises

Pour chacun des ateliers de spécifications, un compte rendu devra être diffusé par le titulaire faisant état des axes sus cités.

Les documentations et spécifications techniques disponibles vous sont fournis en annexes.

III.4.1. FCT_INT_01 – Mise en œuvre d'une interface avec le SAGT

Le CISGT Vauban dispose d'un Système d'Aide à la Gestion du Trafic (SAGT) dédié, dénommé « SAGT Vauban ». Dans une perspective d'optimisation et d'utilisation de la gestion technique centralisée, l'architecture fonctionnelle nécessite l'établissement d'une interface entre la Gestion Technique Centralisée (GTC) et le SAGT existant, permettant une délégation partielle des fonctionnalités du SAGT vers la GTC, et faciliter les saisies des opérateurs lors d'évènement sur la Voie des Mercureaux.

III.4.1.1. Responsabilités contractuelles

La prestation d'adaptation du système SAGT est portée par le Titulaire du marché TMA du SAGT Vauban et ne fait pas partie du présent marché.

Le présent marché comprend uniquement :

- La mise à disposition de flux structurés côté GTC, selon les spécifications à définir en atelier (nature, fréquence, protocole, sécurité),
- La fourniture des documents techniques nécessaires à l'intégration (modèle de trame, fréquence d'actualisation, sens des flux),
- La mise en place des mécanismes de supervision des flux transmis à destination du SAGT.

Toute évolution ou adaptation logicielle du SAGT relève d'un autre marché piloté par la DIR Est.

III.4.1.2. Modalités techniques de l'interface

Un atelier technique dédié sera organisé avec les parties prenantes (Titulaire de l'opération de rénovation de la GTC – présent marché, MOE, Titulaire du marché TMA SAGT, CISGT) pour établir :

- Les données à transmettre (ex. : état tunnel, fermeture, ventilation, PMV, alarmes critiques) ;
- Le mode de transmission (Web Services REST, API, OPC UA, etc.) ;
- La fréquence des échanges (temps réel, périodique, événementiel) ;
- Les responsabilités en cas d'anomalie de synchronisation ou de rupture de flux ;
- Les garanties de sécurité (authentification, chiffrement, filtrage réseau, auditabilité) ;
- Les cas d'usage précis (consignation, basculement, alerte de scénario, etc.).

Ces spécifications devront garantir que la GTC reste une entité de supervision indépendante, pilotant les équipements locaux. Elle ne peut pas être interprétée comme une « version allégée » du SAGT.

III.4.1.3. Délégation fonctionnelle à la GTC

La GTC devra assumer certaines fonctionnalités précédemment dévolues au SAGT Vauban, notamment :

- L'initiation et le déploiement de scénarios prédéfinis
- La déclaration et la qualification d'événements sur l'interface GTC
- La pré-saisie d'informations structurées nécessaires à l'élaboration d'une fiche événement sur la Main Courante informatique (MCI) du SAGT

Cette délégation vise à permettre à l'opérateur de transmettre l'ensemble des données pertinentes au SAGT suite à la détection d'un incident technique ou d'un événement trafic, facilitant ainsi l'implémentation des mesures de gestion du trafic appropriées sous la supervision du PC Vauban.

III.4.1.4. Typologie des échanges informationnels

L'interface devra prendre en charge la transmission depuis la supervision vers le SAGT des informations suivantes :

- Alertes d'exploitation avec leurs métadonnées associées (horodates, état, nature, etc.)
- Alarmes techniques avec leurs métadonnées associées (horodates, état, criticité, etc.)
- Identification des éventuels déclenchements de scénarios d'exploitation prédéfinis
- Données de localisation précises (géographique, synoptique)
- États et synthèses des équipements avec leurs métadonnées associées
- Données d'authentification (gestion centralisée des identifiants et mots de passe, informations de connexion, prise de poste, ouvrage exploité)

III.4.1.5. Modélisation et représentation standardisée

Les alarmes et alertes adoptent une modélisation et une représentation identiques, incorporant les champs suivants :

- Identifiant contextuel : « DIR Est / CISGT / *Alarme ou Événement* » où « *Alarme ou Événement* » seront à préciser lors de l'envoi de la trame de données.
- Horodatage précis d'apparition
- Localisation géographique :
 - Ponctuelle
 - Linéaire
 - Zonale (tunnel, bretelle, etc.)
- Département administratif
- Commune
- Direction de circulation (1, 2 ou 3 pour bidirectionnelle)
- Voies concernées :
 - Terre-Plein Central (TPC)
 - Voie Gauche (VG)
 - Voie Droite (VD)
 - Voie Supplémentaire pour Véhicules Lents (VSVL)
 - Bande d'Arrêt d'Urgence (BAU)
 - Accotement (ACC)
- Équipement générateur
- Typologie événementielle (selon nomenclature GTC)
- Indice de gravité (pour les alarmes techniques)
- Libellé descriptif

III.4.1.6. Bénéfices opérationnels de l'interface

L'implémentation de cette interface GTC/SAGT génère des avantages opérationnels notamment :

- Amélioration de la réactivité opérationnelle sur les ouvrages en situation d'urgence
- Optimisation et amélioration des principes de saisies de Fiche Evènement
- Optimisation de la surveillance d'ouvrages spécifiques
- Adaptation dynamique de la situation d'exploitation aux événements survenant sur le tracé

- Coordination optimisée de la signalisation des équipements avec les situations d'exploitation des ouvrages (signallement d'une fermeture urgente d'ouvrage au-delà du périmètre strict de fermeture)

Certains événements programmés dans le SAGT (ex. : opérations planifiées de fermeture, maintenance de la voie, événements spéciaux) peuvent donner lieu à la transmission d'informations contextuelles à la GTC. La GTC ne doit pas automatiquement exécuter d'actions sur la base de ces événements. Ces informations doivent :

- être reçues comme suggestions ou notifications ;
- apparaître dans une fenêtre de validation à l'attention de l'opérateur GTC ;
- et ne prendre effet qu'après action explicite de l'utilisateur GTC.

Cette logique garantit que la GTC conserve la maîtrise complète de son périmètre fonctionnel, conformément aux principes énoncés précédemment.

L'opérateur dispose de la capacité de transmettre l'ensemble des informations nécessaires à l'initialisation ou à la création complète d'une Fiche Événement (FE) dans le SAGT, facilitant ainsi la continuité opérationnelle entre les deux systèmes.

III.4.1.7. Classification des événements

Le système s'articule autour d'une classification hiérarchisée des événements selon la typologie suivante :

- Accident
- Accident impliquant des matières dangereuses
- Accident de transport public
- Congestion
- Véhicule à vitesse réduite
- Véhicule circulant à contresens
- Véhicule en feu
- Ralentissement
- Obstacle sur chaussée
- Incident non catégorisé

III.4.1.8. Modélisation des échanges informationnels entre systèmes SAGT et GTC

À titre d'exemple et à caractère indicatif, les tables de correspondance présentées ci-après englobent les principales catégories de variables susceptibles d'être échangées entre le SAGT et la GTC dans le cadre d'une architecture d'interface bidirectionnelle. Cette modélisation intègre les dimensions de localisation, de qualification événementielle, de commandement opérationnel, de gestion de la signalisation dynamique, de pilotage des équipements, de contrôle de la vidéosurveillance, d'exploitation routière et d'administration système.

Ces éléments constitueront une base de travail qui devra impérativement être affinée et enrichie en fonction des exigences fonctionnelles et opérationnelles identifiées lors des ateliers d'expression de besoins préalables au déploiement effectif de cette interface.

Catégorie	Variable	Format	Description	Priorité
Identification				
	IDENTIFIANT_CONTEXTUEL	Texte	Identifiant du poste "émetteur"	Obligatoire
Localisation				
	AXE_ROUTIER	Texte	Identifiant de l'axe concerné	Critique
	PR_DEBUT	Numérique	Point de repère début d'événement	Critique
	PR_FIN	Numérique	Point de repère fin d'événement	Secondaire
	SENS_CIRCULATION	Numérique (1, 2 ou 3)	Direction du trafic impacté	Critique
	DEPARTEMENT	Alphanumérique	Code département	Obligatoire
	COMMUNE	Texte	Nom de la commune	Obligatoire
	COORDONNEES_GPS	Décimal	Latitude/longitude de l'événement	Optionnel
	ZONE_TUNNEL	Booléen	Indique si dans un tunnel	Obligatoire
	LOC_EVENEMENT	Texte	Ponctuelle, Linéaire, Zonale (tunnel, bretelle, etc.)	Obligatoire
Événement / Incident				
	TYPE_EVENEMENT/INCIDENT	Énumération	Nature de l'événement (Accident, Bouchon, etc.)	Critique
	SOUS_TYPE	Énumération	Précision sur le type (selon nomenclature)	Obligatoire
	CRITICITE	Entier (1-5)	Niveau de gravité	Critique
	CME_ASSOCIEE	Alphanumérique	Consigne de Maintenance et d'Exploitation liée	Secondaire
	HORODATAGE_APPARITION	DateTime	Moment de l'apparition	Critique
	DUREE_ESTIMEE	Minutes	Estimation de la durée de l'événement	Optionnel
	VOIES_IMPACTEES	Liste	TPC/VG/VD/VSVL/BAU/ACC	Obligatoire
	DESCRIPTION_LIBELLE	Texte	Description détaillée de l'événement	Secondaire
Équipement				
	ID_EQUIPEMENT	Alphanumérique	Identifiant de l'équipement source	Obligatoire
	TYPE_EQUIPEMENT	Énumération	Catégorie d'équipement (DAI, RAU, ENERGIE, etc.)	Obligatoire
	ETAT_EQUIPEMENT	Entier	Code d'état de l'équipement	Obligatoire
Alarme				
	TYPE_ALARME	Énumération	Nature ou Domaine de l'alarme (Energie, Video, etc.)	Obligatoire
	SOUS_TYPE	Énumération	Précision sur le type (selon nomenclature)	Obligatoire
	CRITICITE	Entier (1-5)	Niveau de gravité	Critique
	CME_ASSOCIEE	Alphanumérique	Consigne de Maintenance et d'Exploitation liée	Secondaire
	HORODATAGE_APPARITION	DateTime	Moment de l'apparition	Critique
	DESCRIPTION_LIBELLE	Texte	Description détaillée de l'alarme	Secondaire
Gestion				
	ID_OPERATEUR	Alphanumérique	Identifiant de l'opérateur déclarant	Obligatoire
	NIVEAU_URGENCE	Entier (1-3)	Priorité d'intervention	Critique
	PROCEDURES_APPLIQUEES	Liste	Identifiants des procédures déjà lancées	Secondaire
	MOYENS_MOBILISES	Liste	Ressources déjà engagées	Secondaire

Figure 11 - Échange des données entre GTC et SAGT

Catégorie	Variable	Format	Description	Priorité
Authentification				
	SESSION_ID	UUID	Identifiant de session	Critique
	UTILISATEUR	Texte	Identifiant utilisateur	Critique
	ROLE_UTILISATEUR	Énumération	Niveau d'habilitation	Critique
	POSTE_TRAVAIL	Alphanumérique	Identifiant du poste de travail	Obligatoire
Journal				
	LOG_OPERATION	Structure	Enregistrement d'action opérateur	Obligatoire
	LOG_SYSTEME	Structure	Enregistrement d'événement système	Obligatoire
	ACQUITTEMENT	Booléen	Confirmation de réception	Critique
	HORODATAGE_TRAITEMENT	DateTime	Moment de traitement effectif	Obligatoire
Configuration				
	REFERENCE_EQUIPEMENT	Structure	Données de référence équipement	Obligatoire
	SEUILS_ALERTES	Structure	Configuration des seuils d'alerte	Obligatoire
	PARAMETRES_COMMUNICATION	JSON	Configuration des protocoles d'échange	Critique
	VERSION_INTERFACE	Sémantique	Version du protocole utilisé	Critique
État système				
	ETAT_CONNEXION	Énumération	État de la connectivité inter-systèmes	Critique
	CHARGE_SYSTEME	Pourcentage	Niveau d'utilisation ressources	Secondaire
	ETAT_SERVICES	Structure	État des services critiques	Critique
	DISPONIBILITE	Pourcentage	Taux de disponibilité du système	Obligatoire

Figure 12 - Variables échangées

III.4.2. FCT_INT_02 – Mise en œuvre d'une interface avec le système DAI

Le PC Vauban de la DIR Est s'appuie principalement sur le logiciel GENETEC pour la surveillance de son réseau, assurant la gestion des flux de vidéosurveillance ainsi que le pilotage du mur d'images. Par ailleurs, la solution d'analyse de Détection Automatisée d'Incidents (DAI) actuellement en place, qui fera l'objet d'une rénovation programmée entre fin 2025 et début 2026, est déployée pour surveiller les caméras implantées en tunnels.

Dans le cadre de cette évolution technologique imminente, il convient de préciser que la présente documentation établit les prescriptions fonctionnelles attendues de l'interfaçage, bien que certains éléments techniques spécifiques ne soient pas encore totalement définis à ce stade du projet.

L'architecture système cible doit reposer sur une interface bidirectionnelle entre la supervision GTC et le système DAI.

Il n'est pas prévu le déploiement d'interface entre le système de vidéosurveillance GENETEC et la supervision.

Cette interconnexion permet la récupération des données techniques et des informations d'exploitation en cas :

- de dysfonctionnements de équipements terrain et/ou de l'infrastructure système
- de détection d'incidents issues des capteurs vidéo et du système DAI.

III.4.2.1. Flux d'informations descendants et ascendants

L'interfaçage entre le système DAI et la supervision GTC permet la transmission d'un ensemble de données utiles aux opérateurs incluant, sans s'y limiter :

- Les états d'inhibition des capteurs DAI
- Les notifications d'alarmes DAI segmentées en plusieurs catégories :
 - Analyses d'états de trafic
 - Détections de congestion
 - Identifications d'incidents
 - Signalements de véhicules en contre-sens
 - Détections de fumée
- Les alarmes techniques relatives aux caméras et systèmes DAI, notamment :
 - Pertes de signal
 - Ruptures de communication
 - Dysfonctionnements matériels (caméras, serveurs, analyseurs, etc.)
- Les confirmations d'acquittement des alarmes DAI (faites directement sur le poste DAI dédié ou sur le serveur)
- Les états opérationnels des équipements constituant l'infrastructure DAI (retour à la normale par exemple).

III.4.2.2. Périmètre fonctionnel et limitations techniques

La remontée des informations techniques vers la GTC concerne spécifiquement l'ensemble des équipements constituant la chaîne de vidéosurveillance :

- Caméras de surveillance
- Serveurs d'analyse ou analyseurs de flux
- Systèmes d'enregistrement

- Serveurs d'administration
- Encodeurs et décodeurs vidéo
- Équipements réseau dédiés



Le système DAI est configuré uniquement pour la remontée des informations vers la GTC, tandis que l'utilisation opérationnelle (inhibition, commutation des flux vidéo sur moniteurs, pilotage des caméras) et l'acquittement des alarmes s'effectuent exclusivement sur les postes frontaux dédiés.

L'acquittement des alarmes issues du système DAI devra obligatoirement s'effectuer depuis l'interface du frontal DAI. La GTC ne permettra aucun acquittement direct des alarmes DAI depuis ses interfaces opérateurs. Toutefois, pour assurer une vision d'ensemble cohérente, la GTC devra afficher :

- l'état d'acquittement actuel (acquittée / non acquittée),
- l'heure d'acquittement,
- et l'origine (poste, utilisateur, frontal DAI).

Une synchronisation descendante de l'état des alarmes sera assurée du frontal DAI vers la GTC, afin de garantir une cohérence d'affichage.

Ce principe garantit l'intégrité fonctionnelle du système DAI et la traçabilité des événements critiques liés aux incidents en tunnel.

III.4.2.3. Exploitation des données et calculs des CME

Les données transitant par cette interface constituent un élément essentiel pour :

- **l'évaluation des CME,**
- la détermination des modes dégradés applicables selon les circonstances,
- l'élaboration des mesures compensatoires appropriées.

Ces calculs CME, rendus possibles grâce à l'intégration des informations techniques provenant des systèmes DAI, représentent un élément critique pour l'optimisation de la gestion du trafic et la sécurisation des infrastructures routières.

III.4.2.4. Architecture de commutation vidéo

La commutation des flux vidéo, qu'elle soit déclenchée par des remontées d'alertes DAI ou par des requêtes opérateur, s'exécute indépendamment du système de supervision, via une communication directe avec l'infrastructure DAI.

Cette séparation architecturale, conforme aux préconisations de sécurité des systèmes d'information critiques, garantit l'intégrité fonctionnelle du dispositif tout en optimisant la réactivité dans la visualisation des incidents détectés.

III.4.3. FCT_INT_03 – Mise en œuvre d'une interface avec le système RAU

La mise en œuvre d'une interface entre la supervision et le système RAU doit permettre les échanges entre le superviseur et les systèmes RAU suivants :

- Défauts technique (alimentation HS, communication HS, etc.)
- Défaut phonie,
- PAU HS ou indisponible,
- Et d'une manière générale, l'ensemble des informations techniques nécessaires à la surveillance et à la gestion du réseau routier et à la création des CME associées.

III.4.4. FCT_INT_04 – Mise en œuvre d'une interface avec le système Mivisu

III.4.4.1. Modalité d'interaction sur les panneaux

La gestion opérationnelle des panneaux de signalisation repose sur une interface utilisateur intuitive et performante. Les opérateurs procèdent à la sélection des dispositifs à piloter et des messages à afficher selon une méthodologie structurée. La sélection du panneau cible s'effectue par interaction directe sur l'interface homme-machine (IHM), permettant une identification visuelle immédiate du dispositif concerné.

L'ensemble des équipements de signalisation dynamique est administré via les serveurs Mivisu dédiés :

- Mivisu Tunnel : dédié à la gestion des dispositifs situés sur la Voie des Mercureaux et abords
- Mivisu Extérieur : dédié au pilotage des équipements installés hors Voie des Mercureaux

L'activation d'un panneau s'opère selon le protocole suivant :

- L'opérateur sélectionne une action de type « panneau de signalisation » par action directe sur la nouvelle interface de signalisation
- Le système déclenche l'ouverture automatique de la fenêtre dédiée au pilotage du dispositif sélectionné
- L'interface contextuelle présente l'intégralité des messages applicables au panneau concerné (accès à la bibliothèque disponible depuis l'interface et donc chargée au préalable et mise-à-jour)
- L'opérateur procède à la validation du message approprié, déclenchant :
 - La transition de l'action associée vers l'état « Acceptée »
 - Le basculement automatique des actions concurrentes pour ce même panneau vers l'état « En attente »

Cette interface offre également des fonctionnalités avancées permettant :

- La modification manuelle du contenu textuel du message proposé
- La sélection d'un message préconfiguré dans la bibliothèque de référence

Les opérateurs sont habilités à émettre des commandes directes vers l'ensemble des dispositifs de signalisation déployés sur cet axe stratégique, garantissant ainsi une réactivité optimale face aux événements survenant sur cette section, aussi bien sur les panneaux de la Voie des Mercureaux que sur les Panneaux et équipements de signalisation extérieure.

Le pilotage des équipements de signalisation s'effectue via une interface intuitive permettant la sélection directe du panneau concerné sur l'IHM. L'ensemble de ces dispositifs est géré par les modules « Mivisu Tunnel » et « Mivisu Extérieur », assurant une cohérence fonctionnelle de l'infrastructure.

III.4.4.2. Hiérarchisation et priorisation des messages

Les serveurs Mivisu intègrent un mécanisme de gestion des priorités, garantissant la pertinence (et l'urgence) des informations diffusées aux usagers.

Chaque message transmis vers un dispositif de signalisation est obligatoirement associé à un paramètre ou attribut de priorité. Cette métadonnée détermine la capacité du nouveau message à supplanter une information déjà affichée sur le panneau cible. Ce mécanisme de hiérarchisation garantit que les informations les plus critiques pour la sécurité des usagers bénéficient systématiquement d'une **visibilité prioritaire**, optimisant ainsi l'efficacité opérationnelle du système de signalisation dynamique.

III.4.4.3. Typologie et pilotage des panneaux de signalisation dynamique

L'infrastructure de signalisation dynamique se décline en cinq catégories distinctes, chacune présentant des caractéristiques techniques et fonctionnelles spécifiques. L'ensemble de ces typologies et spécifications techniques sont présentes et décrites dans les documents suivants annexés au CCTP :

- GT 601.C_DSG_SAGT.DOC
- GT_606.D_DSD_SAGT_EVENEMENTS.DOC
- GT 608.C_DSD_SAGT_GESTION.DOC

III.4.4.4. Procédure opérationnelle d'affichage

L'activation d'un panneau de signalisation s'opère selon la séquence suivante :

1. Sélection du panneau cible par action directe sur l'interface graphique
2. Ouverture automatique de la fenêtre de pilotage dédiée au dispositif sélectionné
3. Visualisation de l'ensemble des messages applicables au panneau concerné
4. Validation du message approprié, entraînant :
 - Le passage de l'action associée à l'état « Acceptée »
 - La mise en attente des actions concurrentes pour ce même panneau définies dans d'autres plans d'action

Cette interface offre également la possibilité de :

- Modifier manuellement le contenu du message proposé
- Sélectionner un message préconfiguré dans la bibliothèque de référence

III.5. Fonctionnalités spécifiques aux ouvrages et aux « métiers »

Certains ouvrages possèdent des fonctions et spécificités qui leurs sont propres. Ainsi, les programmes associés à la gestion de la ventilation des ouvrages sont le plus souvent spécifique à ces ouvrages. Il en est de même pour les programmes de gestion de l'éclairage, et des régimes associés, etc...

Dans le cadre du présent projet de rénovation de la GTC des tunnels de la Voie des Mercureaux, le déploiement d'un applicatif reprenant les dispositions fonctionnelles et structurelles existantes est prévu, adaptées selon les règles de constitution et d'utilisation du nouveau système de supervision.

Dans ce qui suit, les spécificités par domaine technique sont définies.

La documentation existante des ouvrages a été collectée et rassemblée pour permettre de s'approprier l'état et le niveau de complexité des installations à rénover. Cette documentation est placée en annexe technique non contractuelle, au sens où cette documentation doit permettre au Titulaire d'appréhender la difficulté des prestations objet du marché, sans que la DIR Est garantisse l'exhaustivité ou l'exact correspondance terrain / documentation.

III.5.1. FCT_ MET_01 – Hydraulique et Assainissement

Le titulaire devra intégrer un nouvel ensemble d'équipements liés à la gestion des vannes et du bassin de rétention dans la nouvelle supervision. Un principe de gestion de vanne a été mis en œuvre en amont du tunnel de Bois de Peu (côté Nord – Beure), afin d'assurer la maîtrise des flux de polluants (hydrocarbures, matières dangereuses, etc.) et la protection de l'environnement en cas d'incident.

L'intégration de ces équipements dans la supervision doit permettre :

- la visualisation en temps réel de l'état et de la position de la vanne de rétention des polluants ;
- le pilotage à distance de la vanne via l'IHM dédiée ;
- l'archivage des états et des commandes pour assurer la traçabilité des actions et des événements.

La nouvelle vue, ou domaine technique, dédiée à ces équipements pourra être intégrée à une vue existante de la nouvelle supervision ou faire l'objet d'une vue spécifique, selon l'architecture retenue et les besoins d'exploitation.

Cette intégration devra respecter les principes de la GTC, en assurant une ergonomie optimale pour l'opérateur, une remontée fiable des informations et un accès sécurisé aux fonctions de commande. Selon les besoins de la DIR Est, cette commande pourra être intégrée dans un scénario spécifique lors d'incident incluant des véhicules transportant des matières dangereuses

Le titulaire devra veiller à la compatibilité des nouveaux équipements avec l'architecture de supervision en place, en s'appuyant sur les réseaux de communication existants et en garantissant l'interopérabilité avec le système de contrôle-commande du tunnel.

Toute évolution ou adaptation nécessaire devra être explicitement détaillée dans la proposition technique.

III.5.2. FCT_ MET_02 – Domaine technique « Sécurité »

Le domaine technique « Sécurité » doit permettre l'affichage et le contrôle des équipements généraux qui ne sont pas rattachés aux autres domaines techniques.

Cette interface regroupe notamment :

- Les capteurs de pollution atmosphérique des tunnels (CO, NO, opacimètres)
- Les capteurs anémomètres mesurant la vitesse et le sens de circulation d'air
- Les équipements spécifiques implantés dans :
 - Les galeries de sécurité (issues de secours, portes coupe-feu)
 - Les niches de sécurité (extincteurs, postes d'appel d'urgence, bornes incendie)

Un module dédié au pilotage du système de surpression doit être intégré à cette vue. Cette fonctionnalité permettra à l'opérateur de contrôler manuellement les systèmes de surpression des galeries de communication avec une sélection directionnelle optimisée.

L'interface devra notamment offrir la possibilité de sélectionner précisément le sens de surpression souhaité, permettant ainsi à l'opérateur de choisir spécifiquement l'accélérateur à tester.

Le système devra alors automatiquement asservir les registres de surpression et clapets coupe-feu conformément à la réglementation en vigueur. Cette fonctionnalité, qui actuellement ne permet pas de sélectionner le sens de surpression, devra être entièrement revue et améliorée afin de simplifier les opérations pour les utilisateurs, notamment grâce à l'implémentation de macro-commandes optimisées et intuitives réduisant les séquences d'actions nécessaires.

III.5.3. FCT_MET_03 – Domaine technique « Éclairage »

Le domaine technique « Éclairage » doit disposer d'un indicateur visuel pour les seuils de luminosité franchis et sur les régimes appliqués dans les tunnels.

Si des actions sont à mener par l'opérateur, l'interface les explicite. Cela peut être dans le cas d'un « incendie » (déclenchement d'un scénario de fermeture d'ouvrage), ce qui correspond à un passage au régime 100%.

L'opérateur doit en être informé, dans le bandeau d'alarmes par exemple, que le régime 100% est appliqué alors que les conditions nominales d'exploitation ne l'imposent pas.

L'opérateur doit pouvoir, à partir de l'interface dédiée au métier « Éclairage » :

- Pour le mode automatique :
 - Paramétrer les seuils de déclenchement des différents régimes, et cela pour :
 - Luminancemètre
 - Capteur crépusculaires
 - Paramétrer les plages horaires pour les différents régimes. L'interface de paramétrage doit être soignée et très ergonomique. L'exploitant (opérateur ou profil dédié) doit pouvoir très facilement ajuster ces plages horaires pour un ou plusieurs jours.
- Pour le mode Manuel
 - Changer de régime d'éclairage (en mode Manuel)
 - Plein soleil
 - Jour
 - Jour couvert
 - Nuit
 - Nuit réduit

En mode manuel, chaque canton d'éclairage doit pouvoir être piloté de manière indépendante.

III.5.4. FCT_MET_04 – Domaine technique « Signalisation »

La supervision constitue l'interface principale de pilotage des équipements de signalisation dynamique (PMV, feux R22, panneaux police, etc.) de la Voie des Mercureaux. Une vue dédiée dans la GTC devra permettre :

- La visualisation temps réel de l'ensemble des messages affichés sur les PMV (y compris ceux transmis par les frontaux existants MiVisu),
- Le pilotage unitaire de chaque équipement de signalisation,
- Le déclenchement des scénarios de régulation d'accès ou de fermeture de tunnel,
- L'accès à la bibliothèque des scénarios de signalisation.

Cette vue couvrira :

- Toute la Voie des Mercureaux,
- Le réseau d'approche (ex. RD104, RN83), dans un périmètre équivalent à celui géré historiquement MiVisu,
- Et une vue élargie des PMV extérieurs, cohérente avec les besoins du CISGT Vauban.

Les frontaux de signalisation existants MiVisu, resteront en service pour assurer la gestion des plans de signalisation et la transmission vers les équipements. Toutefois, la GTC devient l'IHM de référence

pour l'opérateur, qui réalisera ses actions de régulation et de supervision exclusivement depuis cette interface.

Lorsqu'un opérateur sélectionne une action sur un tunnel (ex. fermeture), une fenêtre de pilotage contextuelle s'ouvre, listant les scénarios disponibles pour l'ouvrage. Sur validation, le scénario choisi passe en état Accepté ; les autres scénarios associés au même tunnel, issus d'événements concurrents, passent en état En attente.

L'IHM doit permettre un accès fluide à :

- La bibliothèque de scénarios,
- La visualisation consolidée des messages actifs sur les PMV,
- Et un affichage clair des priorités entre scénarios en cas de conflit.

Les plans de signalisation actuellement en vigueur devront être intégrés à cette interface, incluant les équipements en bordure de la Voie des Mercureaux, ou sur les axes connexes, sous la responsabilité du CISGT Vauban.

III.5.5. FCT_MET_05 – Domaine technique « Énergies »

De nouvelles fonctions doivent être implémentées dans la gestion de l'énergie.

Ces fonctions optionnelles permettent de détecter les consommations anormales, révélant ainsi d'éventuels dysfonctionnements techniques. Une interface spécifique offre une visualisation détaillée des consommations par Tableau Général Basse Tension (TGBT).

Le système est équipé d'un mécanisme de seuils paramétrables qui déclenche une alarme technique mineure lors de la détection d'une surconsommation. Cette fonctionnalité s'appuie sur des mesures énergétiques calculées sur une période mensuelle, intégrées dans le système de supervision.

Pour garantir un monitoring précis, chaque TGBT dispose de sa propre alarme configurée, permettant un suivi individualisé et une localisation rapide des anomalies.

La supervision inclut également une surveillance complète des onduleurs avec monitoring du niveau de charge et de l'état des batteries, génération d'alarmes techniques et de maintenance préventive, contrôle de l'activation du shunt, vérification de l'état des connexions et suivi de la synchronisation horaire.

III.5.6. FCT_MET_06 – Domaine technique « Réseau » et « Automatismes »

Ce domaine regroupe les composants critiques assurant les communications numériques entre les différents systèmes de la GTC (supervision, automatismes, vidéosurveillance, DAI, RAU, équipements de terrain...) ainsi que les automates assurant les fonctions de pilotage local. Les vues « Réseau » et « Automatismes » doivent permettre aux opérateurs de disposer d'un diagnostic synthétique et rapide de l'état de fonctionnement des équipements suivants :

- réseau de communication : switches, liaisons critiques (FO, cuivre), baies et commutateurs par armoire, par ouvrage, par local technique ;
- réseau automatisme : automates GTC, automates, modules MESD, liaisons entre automates.

Les objectifs de ces vues sont de :

- permettre l'identification rapide d'un défaut de communication réseau ou de rupture de liaison entre équipements,

- repérer les périmètres d'automates affectés en cas de défaut ou d'indisponibilité (cf. calculs CME),
- faciliter le diagnostic local par les techniciens d'intervention (profil maintenance),
- garantir une traçabilité complète en cas de perte de connectivité ou de coupure matérielle.

Pour cela, les fonctionnalités suivantes sont attendues :

- Visualisation temps réel de l'état des switches, des ports critiques, et des liens redondés,
- Affichage des topologies réseau (schématique simplifiée), avec codes couleur pour :
 - OK / opérationnel,
 - En défaut / communication interrompue,
 - Injoignable / état inconnu.
- Affichage de la disponibilité et du statut de chaque automate (RUN, STOP, défaut matériel, perte de communication),
- Alimentation des alarmes issues du domaine réseau et du domaine automatisme,
- Inhibition possible des équipements pour maintenance, avec impact CME clairement signalé si applicable,
- Accès rapide à :
 - la liste des MESD rattachés à chaque automate,
 - la localisation physique (LT, TBGT, AE) de chaque automate et switch,
 - les numéros de version firmware et adresses IP affectées.

Une vue dédiée combinant réseau et automatisme peut être proposée, en fonction du nombre d'équipements et des choix retenus lors des ateliers d'ergonomie (sinon deux vues distinctes). L'opérateur doit disposer d'une aide contextuelle (légende, survol, infobulles) expliquant les icônes, statuts et niveaux de criticité.

L'historique des déconnexions / reconnexions et des incidents de communication doit être consultable sur une période paramétrable (1, 7, 30 jours...). Il est également possible de filtrer par domaine, par équipement ou par localisation (ouvrage, armoire...).

Selon les profils, les accès diffèrent. Le technicien de maintenance dispose d'accès complet aux modules et à l'état des liaisons. L'opérateur visualiser les statuts généraux, a la capacité à inhiber ou relancer un équipement si nécessaire. L'administrateur, lui, peut consulter en détails et extraire les logs.

III.6. Fonctionnalités de formation et validation

III.6.1. FCT_SIM_01 – Mise en place d'une plateforme de formation et de validation

Le module de formation à l'utilisation de la GTC, que ce soit pour une formation initiale des opérateurs, ou pour le maintien et l'approfondissement de leurs compétences, doit impérativement être identique à celui utilisé en exploitation. Ce module vise également à couvrir le besoin de tester des modifications des systèmes avant mise en production.

Cela inclut une synchronisation rigoureuse des versions applicatives, avec un déploiement initial sur l'environnement de simulation avant production.

- L'applicatif du simulateur doit impérativement être strictement (dans sa représentation, et dans son modèle de gestion des ouvrages) identique à l'applicatif de supervision d'exploitation (production) :

- Les mises à jour devront être faites sur les deux systèmes (exploitation et simulateur).
- Les mises à jour seront d'abord déployées sur ce poste spécifique pour validation avant un déploiement sur les serveurs en production.
- Un fichier de configuration définit si l'appliquatif emploie les interfaces réelles ou les interfaces simulées.
- L'utilisateur doit pouvoir sur ce poste :
 - Choisir le(les) ouvrage(s) sur le(s)quel(s) il souhaite suivre la formation, ou jouer un jeu, ou rejouer un scénario.
 - Activer des scénarios en réaction à ce qu'il souhaite rejouer avec l'ensemble des éléments de la situation passée intégrant les données d'état des équipements, et les remontées d'alarmes simulées.
 - Créer ou modifier des scénarios.
- Le poste de formation doit permettre de simuler la supervision de l'un des tunnels ou de l'ensemble de la voie des Mercureaux.

La notion de scénario de formation (= script événementiel visant à former l'utilisateur) est distincte de celle des scénarios de pilotage (= séquences préenregistrées d'actions pour assister la réaction de l'utilisateur à un événement réel). Ainsi, les réactions attendues de l'utilisateur suivant un scénario de formation peuvent notamment être de déclencher des scénarios de pilotage.

La fonction jeu permet de reproduire des situations particulières d'exploitation afin de mettre en condition proche de la réalité les utilisateurs du superviseur, et ce dans le but :

- D'analyser a posteriori une situation donnée avec les actions d'exploitations engagées ;
- D'apporter un complément à la formation des opérateurs via cet usage de jeu.

Le simulateur permet de tester la réaction des utilisateurs aux situations suivantes (liste non exhaustive) :

- Apparition d'une panne technique ;
- Occurrence d'un incident d'exploitation (bouchon estival, véhicule en feu...) ;
- Etc.

La solution doit permettre une simulation simplifiée des réactions du système automate, suffisante pour répondre aux besoins de formation définis par la DIR, notamment le maintien des compétences des opérateurs sur des actions réflexes et les tests de fonctionnalités. L'intégration d'un orchestrateur ou d'un moteur de scénario est souhaitable mais non indispensable. Une solution de simulation d'automate est requise a minima, avec la possibilité d'évoluer vers un environnement de simulation plus avancé intégrant des scénarios dynamiques, ce qui serait considéré comme un atout.

Des profils de droits spécifiques à la plateforme de formation devront être créés : formateur / personnel formé. Selon le profil connecté, les options et possibilités de commandes ne seront pas les mêmes. Le formateur pourra par exemple, avoir accès aux données historisées, et choisira les événements qui pourront être rejoués à l'opérateur en formation. Des ateliers spécifiques devront être organisés afin de définir plus précisément les mécanismes et droits d'accès et de commandes de chacun des profils. Le contenu fonctionnel de ce simulateur sera affiné en phase d'études au travers d'ateliers de travail.

Les opérateurs doivent pouvoir sélectionner les ouvrages souhaités, activer des scénarios, en créer ou les modifier, le tout dans un environnement isolé de production.

Le Titulaire proposera une solution évolutive, apte à intégrer un environnement de simulation avancé. Cette capacité pourra faire l'objet d'un critère spécifique dans le règlement de consultation (RC), valorisant la possibilité d'intégrer ultérieurement des scénarios dynamiques et des interactions complexes (incendie, accidents multi-événements, etc.).

III.6.2. FCT_SIM_02 – Utilisation et interface

Le poste de formation doit disposer d'une interface identique au poste opérateur, avec une démarcation claire (mention visuelle, fond coloré) pour éviter toute confusion avec le mode réel. Il sera déconnecté du réseau d'exploitation et relié à un serveur dédié.

Il pourra intégrer une miniature vidéo pour visualiser des événements enregistrés, simuler des exercices de sécurité et servir à la formation des services de maintenance à travers la simulation de pannes techniques réalistes.

Afin de garantir la sécurité et de s'assurer qu'aucune mauvaise manipulation n'est possible sur ce poste, il est exigé que cette plateforme soit :

- Déconnectés du réseau d'exploitation de la DIR Est pour limiter les risques d'accès non autorisés et d'attaques informatiques.
- Rattaché à un serveur dédié, distinct du serveur de production. Ce serveur dédié peut être utilisé pour des tâches spécifiques, telles que la formation, la génération des rapports, le paramétrage système (si hébergé sur un serveur dédié positionné en partie supérieure de l'architecture cible), les mises à jour, etc ...

L'emploi de l'appliquatif de « supervision » en mode « rejeu » est visuellement distinct (fond coloré contrastant des choix usuels, mention MODE REJEU ou MODE SIMU systématiquement visible...) de son usage en mode « temps réel », ceci afin d'éviter toute erreur d'appréciation de l'opérateur sur les activités qu'il mène (passage de commande sur l'ouvrage réel sans contrôle ou a contrario, souhait de réagir à une situation d'exploitation identifiées sur moniteurs mais transmises à un applicatif non connecté à l'ouvrage).

Sur l'interface principale (vue de synthèse de l'ouvrage par exemple), une miniature vidéo doit être incrustée sur demande (activation via un bouton). Cette miniature a pour objectif de jouer une vidéo (une séquence vidéo enregistrée préalablement), en temps différé d'un événement passé. L'opérateur pourra donc simuler un événement et s'entraîner à appliquer les procédures et actions dans le cadre de sa formation et maintien de ses compétences. Les vidéos diffusées seront :

- Stockées sur un espace dédié (à préciser par la DIR Est)
- Au format *.avi, *.mp4, *.mpeg, *.wmv, *.H.264, *.mkv, etc.
- Ajustées à la taille de la fenêtre

Ce poste doit permettre également :

- De simuler des exercices de sécurité
- Pour les services de maintenance :
 - De simuler des pannes, dans le but d'accroître les compétences de diagnostic de panne
 - De former le personnel de maintenance à intervenir sur un appareil afin qu'il puisse agir rapidement dans des situations réelles.

III.6.3. FCT_SIM_03 – Intégration de données issues du rejeu temps différé

Les données extraites des serveurs différés permettent de générer des scénarios réalistes, en se basant sur des événements réels : alarmes, réactions des opérateurs, situations critiques. Une formation à l'utilisation de ce module et un manuel d'utilisation sont prévus pour permettre à la DIR Est d'être autonome.

Les données à rejouer proviennent des serveurs temps différé et ne peuvent être plus récentes que la date de la dernière historisation. L'horodatage des données correspond à leur horodatage dans le serveur d'historisation et non à la date de lancement de la session de jeu.

Ces données permettent de créer des scénarios spécifiques représentant des situations réalistes :

- Remontées d'alarmes et d'alertes,
- Réactions des opérateurs en situation réelle,
- Entraînement à des situations critiques, etc.
- Prendre en compte les commandes ou remontées d'alarmes non prises en compte.

Une formation spécifique à l'usage de ce module sera dispensée à la DIR Est afin qu'elle puisse l'utiliser et créer de nouveaux scénarios spécifiques à chaque ouvrage. Un manuel d'utilisation sera également fourni pour faciliter la prise en main de l'outil par de futurs intervenants.

III.6.4. FCT_SIM_04 – Principes fonctionnels du mode « Rejeu »

Ce mode propose une navigation temporelle immersive, basée sur des événements passés. L'utilisateur peut piloter la session via une interface dédiée : pause, accélération, lecture pas à pas. L'environnement est animé fidèlement pour restituer l'état du système tel qu'il était au moment historique sélectionné.

III.6.4.1. Lancement de la session

L'utilisateur initie la session de rejeu en sélectionnant la période et l'ouvrage souhaités.

Il se retrouve alors « immergé » dans la situation du point de vue de l'opérateur en charge de l'ouvrage au moment choisi.

III.6.4.2. Restitution dynamique de l'environnement

La session de rejeu reproduit fidèlement l'état du système dans sa globalité, les mesures et états des équipements, ainsi que les différentes listes des alarmes techniques, alertes d'exploitation, équipements inhibés, etc.

III.6.4.3. Contrôle précis de la lecture

Un bandeau de commande permet à l'utilisateur de piloter la session de rejeu :

- Consulter la liste des données à rejouer et suivre l'avancement de la lecture.
- Mettre la lecture en pause et la reprendre à sa guise.
- Ajuster la vitesse de lecture : accélération, ralentissement, lecture pas à pas.

III.6.4.4. Navigation immersive dans l'historique

Grâce à ce contrôle précis, l'utilisateur peut explorer l'historique en profondeur, analyser les événements et les interactions dans leur contexte précis, et identifier les points clés de la situation.

La session de rejeu doit offrir à l'utilisateur, une expérience immersive et interactive, lui permettant de se familiariser avec l'environnement de travail et de développer ainsi ses compétences en situation réelle.

Le mode rejeu devrait inclure un système de marquage visuel ou une animation spécifique pour permettre l'identification claire des actions effectuées par l'opérateur lors de la simulation.

III.6.5.FCT_SIM_05 – Principes fonctionnels du mode « Simulation »

Ce mode simulation concourt aux enjeux de formation ainsi qu'à la validation par des essais dédiés aux équipes d'exploitation de nouvelles fonctionnalités.

III.6.5.1. Limites de simulation

L'applicatif de supervision est positionné dans un « bac à sable » virtuel, par configuration remplaçant les interfaces réelles (SAGT, DAI, API...) par des interfaces simulées.

Devront être fournis :

- Les mécanismes nécessaires à cette « bascule » de l'applicatif entre un mode normal d'exploitation et un mode « simulé » ;
- Les programmes de simulation pour :
 - Le(s) automates terrain ; le programme simulé est idéalement directement le programme automate natif, les équipements terminaux étant eux-mêmes simulés ;
 - Temporisation variable entre réception d'une TC/TM et retours TS/TA ;
 - Simulation de données des capteurs ;
 - Les applicatifs en interface ; via un module de réponse « automatique » conforme aux spécifications fonctionnelles d'interface et permettant par ailleurs la validation de la dite interface en plateforme.

Le système de simulation est conçu comme un environnement strictement distinct et totalement isolé de la GTC opérationnelle. En aucun cas, une session de simulation ne doit interagir ou interférer avec les composants de supervision ou les équipements du système réel.

Le simulateur doit permettre :

- La reproduction fidèle du comportement du système GTC, y compris la logique des scénarios, des alarmes, des interfaces utilisateur, etc.
- L'exécution de scénarios dans un contexte virtuel sans déclenchement d'actions réelles sur les équipements de terrain.

Il n'existe aucun mode de basculement entre exploitation réelle et simulation dans l'environnement de supervision opérationnel. Le simulateur repose sur une infrastructure séparée (machines virtuelles, environnement de test ou réseau isolé) et n'accède pas aux interfaces matérielles de pilotage des équipements terrain.

Ce principe garantit :

- La sécurité des infrastructures physiques,
- La cloisonnement des données,
- Et la traçabilité distincte des sessions de simulation (profils, logs, scénarios testés).

Toute confusion entre la simulation et la supervision réelle doit être techniquement impossible et ergonomiquement évitée (signalétique claire, IHM différenciée, environnement technique dédié).

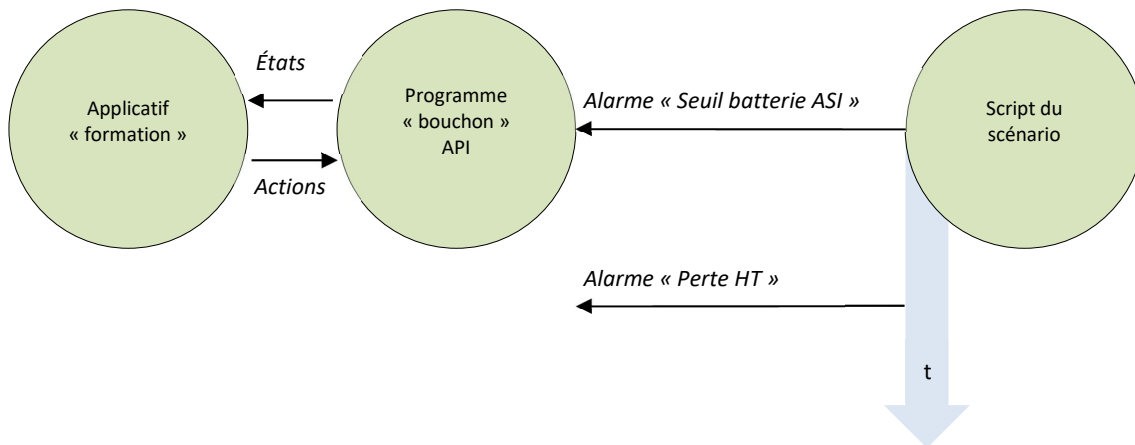
III.6.5.2. Lancement de la session

L'utilisateur initie la session de formation en sélectionnant l'ouvrage et le scénario de formation.

Il se retrouve alors « immergé » dans la situation du point de vue de l'opérateur en charge de l'ouvrage.

III.6.5.3. Création de scénario de simulation

A l'appui du mode replay, ou de zéro, l'utilisateur peut récupérer et constituer un scénario de formation, qui consiste en l'émission cadencée de nouveaux états sur l'une des interfaces simulées.



L'appliquatif fournit une IHM de saisie et paramétrage de ces scénarios. Cette IHM permet notamment :

- la simulation des équipements terrains et de leurs réponses,
- le forçage des valeurs des capteurs pour créer un contexte réaliste.

III.6.6. FCT_SIM_06 – Rôle de formateur

Par défaut, le mode de simulation est employé librement par un utilisateur, en autoformation ou formation par un pair le côtoyant.

Le simulateur offre également la possibilité d'employer un deuxième poste opérateur, connecté à la session de formation (scénario / ouvrage) en tant que formateur.

Ce second utilisateur a alors les possibilités suivantes :

- Observer en temps réel le scénario de formation se dérouler, les actions du premier utilisateur (le stagiaire) ;
- Interagir avec les programmes de simulation pour changer l'état / forcer une valeur d'un équipement. Ceci afin d'ajouter au scénario des situations nouvelles.

Le formateur doit disposer de vues pour :

- sélectionner dans une bibliothèque les séquences existantes pouvant être simulées pour la formation ;
- être rejouer pour la formation ;
- configurer des séquences simulées ;

Le formateur doit aussi pouvoir :

- superviser les résultats des formés sur une période donnée,
- visualiser une cartographie des indicateurs de compétences des équipes,

- créer et modifier les rapports personnalisés des opérateurs suivant leurs actions lors des séquences simulées,
- diffuser les rapports,
- visualiser les synthèses d'utilisation de la plateforme pour suivre la formation globale des équipes.

III.6.7. FCT_SIM_07 – Tests avant mise en production

Un poste de préproduction est requis dans tous les cas pour les besoins de validation, de tests de correctifs (patches, hotfix) et de montées de version avant déploiement en production. Ce poste de préproduction servira également de plateforme de qualification, notamment lors :

- d'ajouts d'équipements ou de nouvelles fonctionnalités,
- de la création ou de la modification des IHM,
- de l'établissement ou de l'évolution des plans d'actions,
- du paramétrage des fonctionnalités administratives,
- ou de l'édition de rapports d'exploitation (MCI, synthèses, etc.).

Ce poste devra permettre l'exécution des scénarios et le contrôle de cohérence de la configuration avant tout déploiement sur la plateforme de production.

En cas de souscription à l'option « plateforme de simulation », ce poste pourra être mutualisé entre :

- le rôle de préproduction/qualification (tests avant mise en service),
- et le rôle de simulation pédagogique, utilisé à des fins de formation ou de rejeu de situations.

Dans ce cas, le système devra permettre de distinguer clairement les modes d'utilisation (simulation vs préproduction) afin d'éviter toute confusion fonctionnelle ou opérationnelle.

IV. PERFORMANCES

Les performances suivantes doivent être atteintes par le système déployé par le Titulaire :

IV.1. Temps de réponse du système

Tableau 1 - Performances - Temps de réponse attendus

Temps de réponse	Exigence (ms)	Interface	Prise en compte	Remarques
Temps d'acquisition d'une entrée/sortie par l'automate	≤ 50	MESD	L'automatisme doit garantir un temps d'acquisition des données « terrains » des modules d'E/S, inférieur ou égal à 50 ms.	
Temps de traversée des commandes	≤ 300	IHM -> EQT	La durée de traversée d'une information depuis le client et l'équipement terrain est inférieure à 300ms dans 99,9% des cas.	Le polling est optimisé avec des requêtes bloquantes (« long poll ») pour éviter de consommer du CPU.
Temps de traversée d'un retour d'état	≤ 500	EQT -> IHM	La durée de traversée d'une information entre l'API et le client Web est inférieure à 300ms dans 99,9% des cas.	Le traitement est identique à celui des temps de traversée des commandes.
Temps de traversée d'une information entrant dans le calcul d'une alerte	≤ 1 000	EQT -> IHM	Lors de l'établissement d'un calcul d'alarme technique, ou de CME, le temps de traversée de cette montée d'information est minime.	Même exigence que ce soit : • 1 ^{er} calcul • Recalcul
Calcul de l'intégralité du plan d'actions	< 5 000	IHM	La proposition d'exécution d'un plan d'action ne doit pas être soumise à l'opérateur au-delà d'un temps de 5s	Ce temps comprend le temps le temps de calcul d'une CME, ou d'autres points de mesures du système.
Chargement des valeurs initiales	< 10 000	IHM	Hors lancement de l'application, une fois l'opérateur connecté au système, le temps de chargement initial des vues et des valeurs « terrain » doit être inférieur à 10s.	Chargement des valeurs initiales
Apparition des menus défilants	Instantané utilisateur	IHM	Les menus (statique ou dynamiques) et interfaces utilisateurs devront être épurées, simples, efficaces, ergonomiques. L'ouverture et le rafraichissement des pages devront être « transparent » pour les utilisateurs.	
Passage d'une fenêtre à une autre	Instantané utilisateur	IHM	Il ne doit y avoir de temps de chargement lors des changements de page	
Navigation	Instantané utilisateur	IHM	Application construite sur un modèle « Single Page Application ». Les pages contenant des données dynamiques sont affichées sans attendre la totalité des données.	Les historiques et les listes sont présentés vides ou avec un nombre de lignes limité lors de l'affichage initial.

IV.2. Temps de bascules et redémarrage

Tableau 2 - Performances - Temps de bascules et de redémarrage

Temps de réponse	Exigence (s)	Prise en compte	Remarques
Bascules applicatives	< 10	L'applicatif est découpée en tâches indépendantes qui peuvent être relancées individuellement. Chaque tâche dispose d'une instance active et d'une passive.	
Bascule entre automates redondants	< 2 tps de cycle	Suite à la perte d'un automate maître, la reprise par l'automate redondant est effective en moins de deux temps de cycle. (et transparent pour la supervision)	
Bascule entre serveurs redondants	< 5	Suite à la perte du serveur applicatif temps réel maître	