



**ETAT – MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU
DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'AMENAGEMENT DU
TERRITOIRE**

**DIRECTION INTERDEPARTEMENTAL DES ROUTES CENTRE
EST**

**SYSTEME DE GESTION DE LA REGULATION
D'ACCES**

**MANUEL D'EXPLOITATION ET
MAINTENANCE**

Approbations

SPIE	Nom	Fonction
Rédigé par	C.LEFEVRE	Chef de Projet
Vérifié par	A.ANNE	Responsable d'Affaires
Approuvé par	G. GEORGIN	Chef du service SIR

Historique des modifications

Révision	Date	Contenu
A	30/11/2016	Document original
B	28/11/2022	Mise à jour pour ajout : <ul style="list-style-type: none">Onglet extraction données de fonctionnementMode forcé linéaire sur défaut majeur PME Et modification de l'architecture virtuelle
C	20/06/2023	Ajout onglet historique des alarmes

I. SOMMAIRE

1	Glossaire	1
2	Principes de la régulation d'accès.....	2
2.1	Objectifs du système.....	2
2.2	Principes de fonctionnement du SGRA.....	2
2.3	Etat opérationnel de la régulation	3
2.3.1	Contrôle de l'inhibition	3
2.3.2	Contrôle des défauts techniques.....	3
2.4	Etat activable de la régulation	4
2.5	Les modes de régulations.....	4
2.5.1	Présentation des modes.....	4
2.5.2	Séquences de pilotage des équipements.....	4
2.5.3	Calcul de consigne de débit et détermination du PDF à appliquer.....	8
2.6	Qualification des données de trafic	12
3	Fonctions de maintenance	17
3.1	Gérer les alarmes.....	17
3.2	Gérer les utilisateurs	17
3.3	Inhiber un équipement	17
3.4	Tracer.....	18
3.5	Configurer le référentiel	18
3.5.1	Contenu du référentiel.....	18
3.5.2	Edition du référentiel	18
3.6	Archivage et historisation.....	19
4	IHM Mode Dégradé	20
4.1	Connexion	20

4.2	Principes généraux.....	20
4.3	Onglet Exploitation	21
4.3.1	Les informations	21
4.3.2	Pilotage de la régulation	22
4.3.3	Maintenance des équipements	24
4.4	Onglet Alarmes	25
4.5	Onglet historique des alarmes	26
4.6	<i>Onglet Extraction données de fonctionnement</i>	27
4.7	Onglet Système.....	28
4.8	Onglet Simulation	29
4.9	Onglet Administration	30
4.9.1	Export des données.....	31
4.9.1	Import des données	34
4.10	Déconnexion	37
5	Architecture Physique.....	38
5.1	Serveurs	38
5.2	Baie SAN.....	40
5.3	Connexion	42
6	Architecture Réseau	44
6.1	Réseaux nécessaires.....	44
6.2	Plan d'adressage	44
7	Virtualisation	45
7.1	Présentation de la virtualisation et du logiciel choisi.....	45
7.2	Composition de l'infrastructure virtuelle	46
7.3	Accès à l'architecture virtuelle	48
8	Redondance	50
8.1	Redondances matérielles.....	50
8.1.1	Les redondances serveurs	50
8.1.2	Les redondances SAN	50
8.2	Redondance logicielle	50
9	Architecture logicielle	52
9.1	Schéma	52

9.2	Description des modules	52
9.3	Description de l'arborescence.....	53
9.3.1	Temps réel	53
9.3.2	Temps différé.....	56
9.4	Les modèles de données	57
9.4.1	Temps réel	57
9.4.2	Temps différé.....	58
10	Outils indispensable à la maintenance	59
10.1	Listes des outils.....	59
10.2	Informations de connexion	59
10.2.1	Connexion aux serveurs temps réel et temps différés	59
10.2.2	Connexion aux bases de données temps réel et temps différés	59
11	Procédures de maintenance.....	60
11.1	Démarrer/Arrêter l'application	60
11.2	Mettre en production de nouvelles feuilles de calcul	60
11.3	Accéder au fichier de trace	60
11.4	Modifier les paramètres du serveur applicatif.....	60
12	Actions associées aux principaux incidents potentiels	
	61	
12.1	Suppression d'une feuille de calcul.....	61
12.2	Modification de la chaine de connexion aux interfaces	61
12.3	Perte de communication avec le frontal	61
13	Installation du système	62

II. TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : principe de fonctionnement du SGRA.....	3
Figure 2 : Séquence de pilotage de la régulation.....	5
Figure 3 : chargement des feuilles de calcul.....	9
Figure 4 : Alimentation et exploitation des feuilles de calcul	10
Figure 5 : chargement des feuilles de calcul mode forcé	11
Figure 6 : Connexion au SGRA	20
Figure 7 : Navigation par onglet.....	20
Figure 8 : Onglets d'exploitation	21
Figure 9 : Informations de synthèse d'un site	21
Figure 10 : Informations de détail d'un site	22
Figure 11 : Activation/Désactivation de la régulation	23
Figure 12 : Changement du mode de régulation (1)	23
Figure 13 : Changement du mode de régulation (2)	24
Figure 14 : Inhiber/Désinhiber un équipement.....	25
Figure 15 : Liste des alarmes présentes.....	25
Figure 16 : Filtre de la liste des alarmes	26
Figure 17 Onglet historique des alarmes	26
Figure 18 Critères de recherche de l'historique des alarmes	26
Figure 19 : Onglet extraction de données de fonctionnement.....	27
Figure 20 : Fichier csv résultat de l'extraction.....	28
Figure 21 : Etat du système SGRA.....	28
Figure 22 : Alarmes d'un composant du système	29
Figure 23 : Onglet simulation.....	29
Figure 24 : Import des données d'entrées de la simulation	30
Figure 25 : Résultat de la simulation	30
Figure 26 : Onglet administration.....	31
Figure 27 : Export des grappes	32
Figure 28 : Export des sites.....	32
Figure 29 : Export des équipements.....	33
Figure 30 : Export des paramètres	33
Figure 31 : Import du référentiel	34
Figure 32 : Import des utilisateurs	34

Figure 33 : Déconnexion du système SGRA	37
Figure 34: Configuration du PE R630	39
Figure 35: Panneau avant du châssis PE R630	40
Figure 36: Panneau arrière du Châssis PE R630	40
Figure 37: Dell PowerVault MD3400	41
Figure 38: Panneau avant Dell PowerVault MD3400	41
Figure 39: Panneau arrière Dell PowerVault MD3400	41
Figure 40: Ports d'un module Raid de MD3400	42
Figure 41: Schéma de connexion SAS entre le SAN et les serveurs	43
Figure 42: Schéma global des connexions	43
Figure 43: Principe de la virtualisation	45
Figure 44: Logo VMware	45
Figure 45: Les différents composants de la virtualisation	46
Figure 46: Schéma de l'infrastructure de virtualisation.....	47
Figure 47: Schéma d'architecture des VMs	48
Figure 48 : Schéma d'architecture logicielle du SGRA.....	52

1 Glossaire

Terme	Désignation
CDC	Consigne de débit calculée: Résultat de l'algorithme coordonné ou local de régulation
CDF	Consigne de débit forcé : Consigne demandée par l'opérateur
ETL	Extract-transform-load : Outil permettant d'effectuer des extractions depuis une base de données et de transférer ces données vers un autre support
IHM	Interface homme-machine
PDF	Plan de feux : Commande envoyée à un contrôleur pour appliquer un cycle de feu particulier
PME	Point de mesure : Capteur ou paire de capteurs permettant de déterminer en un point de la chaussée un vecteur (Débit, Taux d'occupation) ou (Débit, Taux d'occupation, Vitesse)
SAGT	Système d'aide à la gestion de trafic (Gentiane)
SGRA	Serveur de gestion de la régulation d'accès

2 Principes de la régulation d'accès

2.1 Objectifs du système

Les objectifs du système sont :

- Le calcul d'un débit de consigne sur les sites de contrôle du trafic pour optimiser le flux sur l'axe principal ;
-
- L'échange avec les équipements de terrain au travers d'un frontal et de contrôleurs locaux, pour, d'une part, récupérer les informations nécessaires à l'algorithme de régulation, et, d'autre part, pour appliquer les commandes et consignes permettant la régulation ;
- La possibilité laissée à l'exploitant de faire fonctionner de manière automatique le système, ou, au contraire, d'imposer un mode de fonctionnement ;
- La possibilité de modifier les caractéristiques de la régulation en changeant les paramètres de l'algorithme ou en changeant de stratégie de régulation ;
- L'ouverture vers le système Gentiane pour, d'une part, lui mettre à disposition toutes les informations élaborées par le serveur de régulation, et, d'autre part, recueillir les actions de pilotage de la régulation initiées par l'opérateur depuis le SAGT.
- La surveillance des alarmes issues des équipements de terrain et pouvant avoir une incidence sur le système de régulation ;
- L'auto surveillance du système informatique pour détecter tout problème pouvant engendrer une perte des capacités opérationnelles de celui-ci.
- La continuité d'exploitation, en intégrant une redondance à chaud des serveurs de régulation.

La gestion des modes dégradés pouvant survenir dans l'exploitation du système.

2.2 Principes de fonctionnement du SGRA

Le système SGRA est connecté d'une part aux équipements terrain (contrôleurs de feux, PMV, PME) via un frontal d'acquisition. Ce frontal permet dans un sens de remonter les données de trafic des PME (Q, T, V) nécessaires au SGRA pour assurer la fonction de régulation d'accès. Le frontal remonte également au SGRA les différentes alarmes présentes sur les équipements. Dans l'autre sens, le frontal permet au SGRA d'émettre les commandes de pilotage des équipements (Allumage des PMV, activation des PDF).

D'autre part, le SGRA est connecté au SAGT. En effet, en mode nominal, l'opérateur d'exploitation ne commande la régulation d'accès qu'au travers du SAGT. Par ailleurs, le SGRA transmet au SAGT les données de trafic qualifiées, ainsi que les différentes alarmes collectées. Il transmet également au SAGT l'état de la régulation d'accès sur les différents sites et les différents indicateurs élaborés par le SGRA (voir § 2.7).

Lorsque la régulation est activée, le SGRA transmet les données de trafic au module Karrus qui implémente l'algorithme de régulation et a pour fonction le calcul d'une consigne de débit, traduite par le SGRA en un plan de feu à appliquer.

En cas de défaillance du SAGT, l'accès au système SGRA peut se faire au travers d'une interface (IHM) mode dégradé accessible depuis un navigateur web (voir § 4).

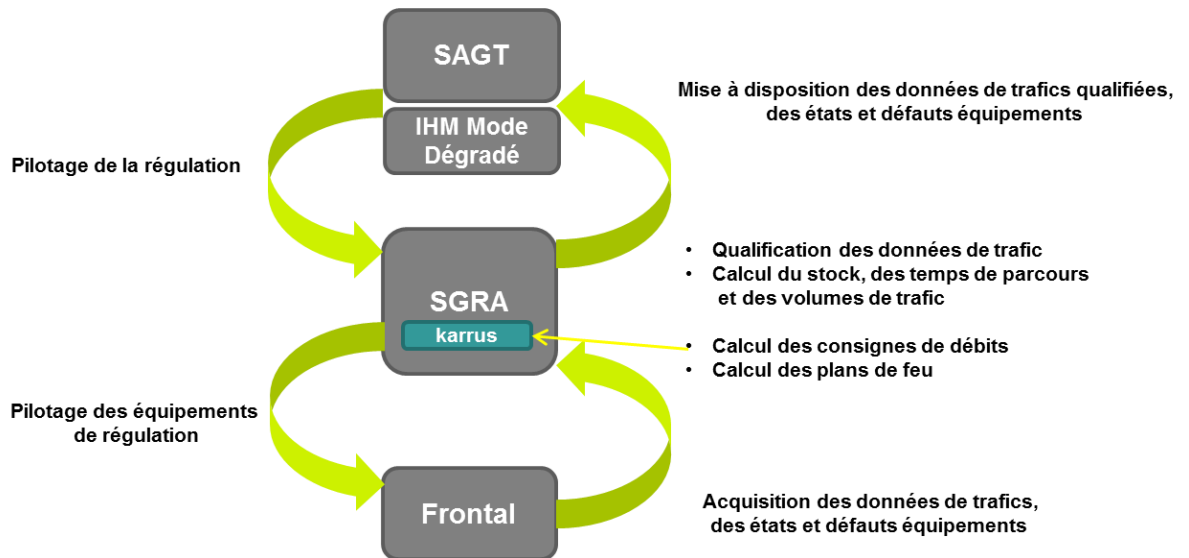


Figure 1 : principe de fonctionnement du SGRA

2.3 Etat opérationnel de la régulation

Ce paragraphe décrit les contrôles réalisés par le système pour déterminer le caractère opérationnel de la régulation sur un site.

Ce contrôle est basé sur les défauts techniques relevés sur les équipements fournis par le frontal d'acquisition et sur leur état inhibé/non inhibé.

Sur la base de ces informations le SGRA calcule une information synthétique binaire indiquant si la régulation est opérationnelle ou pas pour le site concerné.

2.3.1 Contrôle de l'inhibition

L'inhibition de n'importe quel équipement d'une rampe à l'exception de la pré-signalisation entraine le caractère non opérationnel de ce site pour la régulation.

Si un défaut est présent sur la pré-signalisation entraînant le caractère non opérationnel de la rampe, et que cette pré-signalisation est inhibée, alors le site n'est pas déclaré non opérationnelle.

2.3.2 Contrôle des défauts techniques

La régulation sur un site sera considérée comme non opérationnelle si au moins un défaut majeur est relevé sur l'un des équipements du site.

2.4 Etat activable de la régulation

Le SAGT peut déclarer la régulation non activable pour un site. Dans ce cas, la régulation ne pourra être activée sur ce site, et si elle était activée alors elle est automatiquement désactivée par le SGRA.

2.5 Les modes de régulations

2.5.1 Présentation des modes

Le mode indique comment la régulation doit fonctionner :

- En veille : Le système de régulation est désactivé.
- En automatique local (mode **automatique-local**) : Le système de régulation est autonome, à partir des données de comptage, il calcule une consigne de débit sur le site optimisant la circulation en section courante, transforme ce débit en PDF, et transmet cette information au contrôleur local (via le frontal d'acquisition) pour gérer le cycle de feu.
- En automatique coordonné (mode **automatique-coordonné**) : Dans ce mode c'est l'algorithme coordonné qui est utilisé (voir § 4.1.1.3).
- De manière forcée (mode **forcé**) : Le système de régulation applique un cycle de feu qui lui est fourni par l'opérateur. Pour ce faire, l'opérateur indique une consigne de débit, le système transforme cette consigne en PDF qui est ensuite transmis au contrôleur (via le frontal d'acquisition). On distingue deux types de mode forcé : un mode forcé linéaire et un mode forcé basé sur des feuilles de calcul.
- Suspendue (mode **suspendu**) : Le système est toujours en fonctionnement, mais le serveur de régulation indique au contrôleur local (via le frontal d'acquisition) d'adopter un mode permissif, c'est-à-dire de laisser libre le passage des véhicules venant du site (feu vert pour Jarrie).

2.5.2 Séquences de pilotage des équipements

Les changements d'états ou de modes de fonctionnement s'accompagnent de séquences de pilotage des équipements permettant de passer concrètement (sur le terrain) d'un état à l'autre ou d'un mode à l'autre.

La figure suivante reprend les états et modes de fonctionnements du système et indique les séquences permettant les changements d'états :

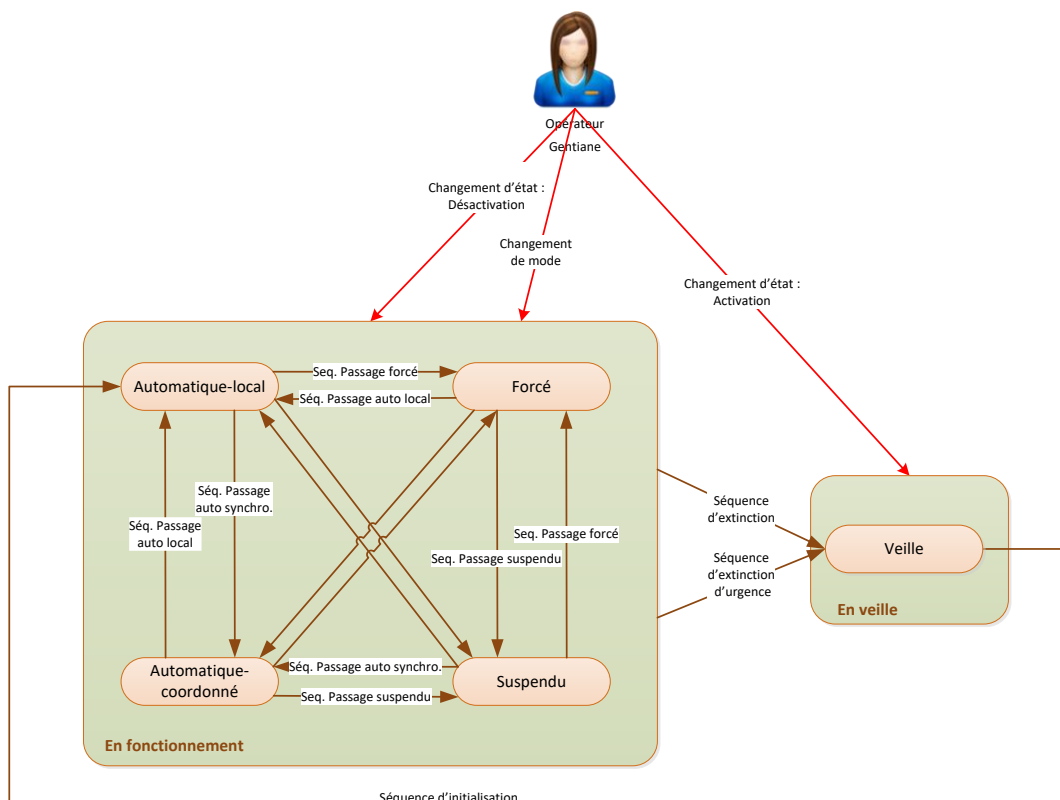





Figure 2 : Séquence de pilotage de la régulation

2.5.2.1 Séquence d'activation de la régulation

2.5.2.1.2 Jarrie

Cette séquence a pour but d'allumer la pré signalisation, et de faire passer le feu de éteint à vert pendant minimum 60s. Si la régulation est opérationnelle, le serveur de régulation demande au contrôleur local d'allumer les équipements, et de maintenir le feu en mode permissif. Cette séquence se déroule en 3 étapes :

Etape 1 : Allumage du panneau de pré signalisation	
Etape 2 : Temporisation : temps de parcours nominal du site	
Etape 3 : Allumage de feux : activation du plan de feux « vert ».	

2.5.2.2 Séquence de maintien du mode automatique local

Cette séquence a pour but de gérer dynamiquement le cycle de feu depuis la consigne de débit calculée par le serveur de régulation via l'algorithme local. La séquence consiste à transmettre régulièrement (toutes les 20 secondes) le PDF déduit de la consigne de débit calculé via l'algorithme local (voir §2.5.3).

2.5.2.3 Séquence de passage en mode automatique coordonné

Cette séquence a pour but de gérer dynamiquement le cycle de feu depuis la consigne de débit calculée par le serveur de régulation via l'algorithme coordonné. Cette séquence ne peut s'appliquer que si la régulation n'est pas en mode veille. La séquence consiste à transmettre régulièrement (toutes les 20 secondes) le PDF déduit de la consigne de débit calculé via l'algorithme coordonné (voir §2.5.3).

2.5.2.4 Séquence de passage en mode forcé

Cette séquence a pour but de forcer un cycle de feu via une consigne de débit fournie par l'opérateur. La séquence consiste à transmettre régulièrement le PDF déduit de la consigne de débit forcée calculée. La valeur de consigne fournie par l'opérateur doit être comprise entre 0 et une valeur maximum paramétrable dénommée **CDF_{max}**.

2.5.2.5 Séquence de passage en mode suspendu

Cette séquence a pour but d'imposer un plan de feu permissif (orange clignotant permanent). Cette séquence ne peut s'appliquer que si la régulation n'est pas en mode veille. La séquence consiste à transmettre régulièrement (toutes les 20 secondes) le PDF orange clignotant.

2.5.2.6 Séquence d'extinction

2.5.2.6.2 Jarrie

Cette séquence a pour but d'éteindre la signalisation (panneau de pré signalisation et feu), et ainsi d'arrêter la régulation lorsque l'opérateur demande le passage de la régulation en mode veille.

Le serveur de régulation demande au contrôleur local d'éteindre sans délai le panneau de pré signalisation et d'appliquer le PDF noir.

2.5.2.7 Séquence d'extinction d'urgence

Cette séquence a pour but d'éteindre la signalisation (panneau de pré signalisation et feu), et ainsi d'arrêter la régulation (passer la régulation en mode veille).

Cette séquence peut être appelée à tout moment si :

- La régulation devient non opérationnelle sur le site considéré.
- Le SAGT indique que la régulation ne peut plus s'appliquer sur le site (par exemple lors de la fin de la limitation de vitesse) ;

Le serveur de régulation demande au contrôleur local d'éteindre sans délai le panneau de pré signalisation et d'appliquer le PDF noir.

2.5.3 Calcul de consigne de débit et détermination du PDF à appliquer

2.5.3.1 Calculer la consigne de débit an mode automatique

Cette fonction a pour objectif le calcul de la consigne de débit à appliquer sur un accès de manière à optimiser le flux de véhicules en section courante.

La fonction se base sur un algorithme de régulation externe au SGRA fourni par la société en charge de ce calcul.

Il prend en entrée les données de comptage issues du terrain et fournit en sortie un débit (CDC).

Deux stratégies de régulation peuvent être choisies :

- Une stratégie locale de régulation : Dans ce mode, l'algorithme s'applique de manière autonome sur chaque site en n'utilisant que les données de comptage propres à l'accès considéré.
- Une stratégie coordonnée : Dans ce mode, l'algorithme tient compte des informations provenant d'un ensemble de site

L'algorithme de régulation est mis en œuvre au travers de feuille de calcul indépendante du code informatique du SGRA. Ce principe permet de pouvoir changer l'algorithme de régulation sur un ou plusieurs sites, ou sur une grappe, sans avoir à changer le code informatique du système.

Le SGRA charge dans sa phase d'initialisation, au moment de son démarrage, toutes les feuilles de calcul attachées aux sites et aux grappes. Chaque feuille de calcul dispose d'un nom intégrant l'identification du site ou de la grappe permettant ainsi au SGRA d'attacher le bon algorithme au bon site

La figure suivante décrit ce principe :

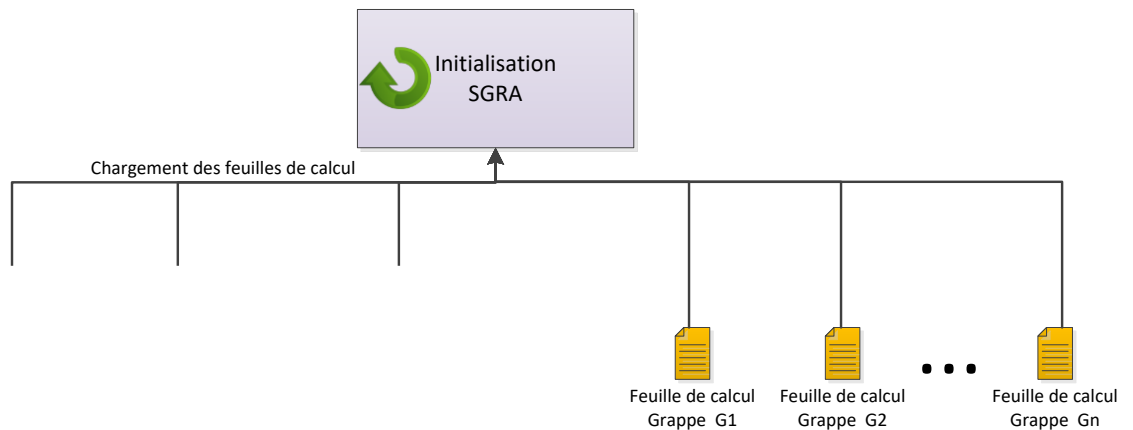


Figure 3 : chargement des feuilles de calcul

Le SGRA met en œuvre de manière statique une feuille de calcul pour chaque site, et une feuille de calcul pour chaque grappe.

Ces deux feuilles sont alimentées en parallèle par le SGRA en données (Q,T,V) quel que soit le mode courant de fonctionnement des sites (local ou coordonné).

Le SGRA exploite soit la consigne calculée par l'algorithme local soit celle calculée par l'algorithme coordonnée en fonction des modes des sites et grappes. La consigne qui n'est pas utilisée (celle issue de l'algorithme coordonné si on est en mode automatique-local ou celle issue de l'algorithme local si on est en mode automatique-coordonné) n'est ni exploitée, ni persistée, par le système.

Chaque feuille de calcul intègre tous les paramètres permettant le fonctionnement de l'algorithme. Ces paramètres ne sont donc pas modifiés au travers du SGRA mais directement par modification de la feuille de calcul.

Certains de ces paramètres sont dépendants de la configuration du site. Une feuille de calcul n'est donc pas générique, elle est propre à chaque site.

La figure suivante décrit ces principes :

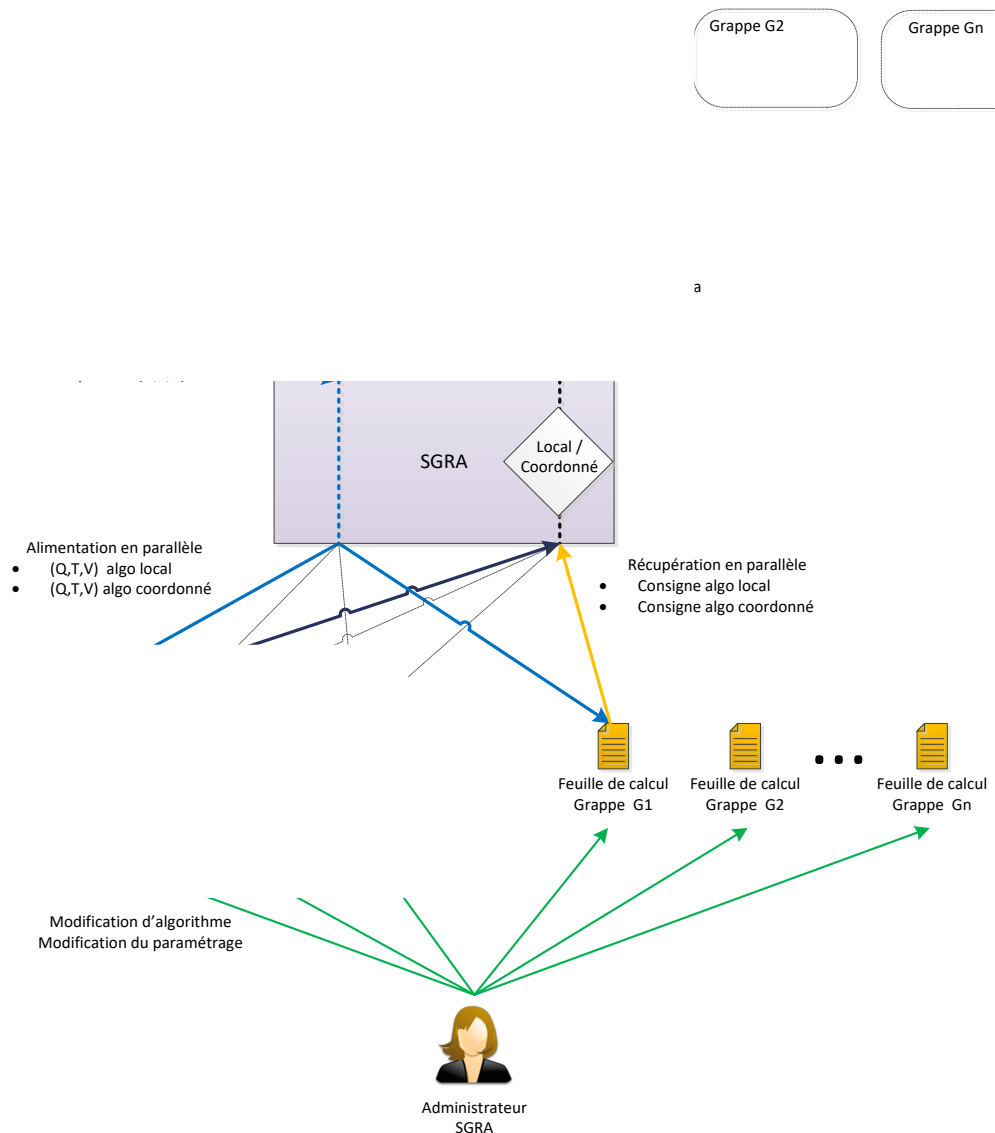


Figure 4 : Alimentation et exploitation des feuilles de calcul

La correspondance entre les PME dont les données sont acquises par le SGRA auprès du frontal et les variables manipulées dans la feuille de calcul se fait au travers du code informatique du PME partagé entre le SGRA et les feuilles de calcul.

Les unités suivantes sont utilisées dans l'interface avec le module de calcul :

- Q en Veh/h (débit fourni en entrée de l'algorithme ou débit de consigne)
- V en Km/h
- T en %

Les données de comptage fournies par le SGRA aux feuilles de calcul sont des données brutes, non reconstituées et non agrégées spatialement ou temporellement.

2.5.3.2 Calculer la consigne de débit en mode forcé

Cette fonction a pour objectif le calcul de la consigne de débit à appliquer sur un accès de manière à optimiser le flux de véhicules en section courante.

La fonction se base sur un algorithme de régulation externe au SGRA fourni par la société en charge de ce calcul.

Il prend en entrée les données de comptage issues du terrain, la consigne de débit forcé renseignée par l'opérateur (CDF) et fournit en sortie une consigne de débit forcé calculée (CDFC). On parlera dans ce cas de mode forcé FDC¹.

L'algorithme de régulation est mis en œuvre au travers de feuille de calcul indépendante du code informatique du SGRA. Ce principe permet de pouvoir changer l'algorithme de régulation sur un ou plusieurs sites, ou sur une grappe, sans avoir à changer le code informatique du système.

Le SGRA charge dans sa phase d'initialisation, au moment de son démarrage, toutes les feuilles de calcul attachées aux sites. Chaque feuille de calcul dispose d'un nom intégrant l'identification du site permettant ainsi au SGRA d'attacher le bon algorithme au bon.

La figure suivante décrit ce principe :

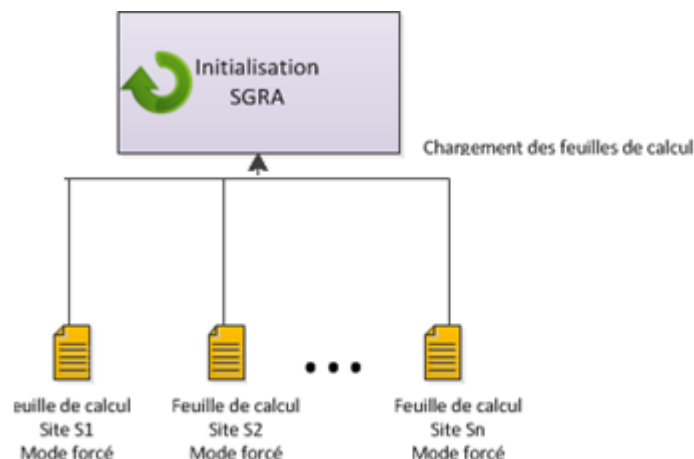


Figure 5 : chargement des feuilles de calcul mode forcé

Il se peut que pour certains sites la feuille de calcul mode forcé ne soit pas fournie, ou ne puisse pas être utilisée pour cause de défaut majeur sur au moins un PME. Dans ce cas la consigne utilisée pour déterminer le plan de feu à appliquer sera directement la consigne de débit forcé saisi par l'opérateur. On parlera dans ce cas de mode forcé linéaire.

Le SGRA met en œuvre de manière statique une feuille de calcul mode forcé pour chaque site.

Cette feuille est alimentée par le SGRA en données (Q,T,V) quel que soit le mode courant de fonctionnement des sites (forcé ou suspendu).

¹ Feuille De Calcul

Le SGRA exploite la consigne calculée par l'algorithme seulement lorsque la régulation sur le site est en mode forcée. Si la consigne calculée n'est pas utilisée (mode suspendu), elle n'est ni exploitée, ni persistée, par le système.

Chaque feuille de calcul intègre tous les paramètres permettant le fonctionnement de l'algorithme. Ces paramètres ne sont donc pas modifiés au travers du SGRA mais directement par modification de la feuille de calcul.

Certains de ces paramètres sont dépendants de la configuration du site. Une feuille de calcul n'est donc pas générique, elle est propre à chaque site.

La correspondance entre les PME dont les données sont acquises par le SGRA auprès du frontal et les variables manipulées dans la feuille de calcul se fait au travers du code informatique du PME partagé entre le SGRA et les feuilles de calcul.

Les unités suivantes sont utilisées dans l'interface avec le module de calcul :

- Q en Veh/h (débit fourni en entrée de l'algorithme ou débit de consigne)
- V en Km/h
- T en %

Les données de comptage fournies par le SGRA aux feuilles de calcul sont des données brutes, non reconstituées et non agrégées spatialement ou temporellement.

2.5.3.3 Déterminer le PDF à appliquer

Cette fonction a pour but de déterminer le PDF à appliquer au contrôleur en fonction d'une consigne de débit qui peut être issue d'un calcul algorithmique (CDC) ou d'une valeur indiquée par l'opérateur en mode *Forcé* (CDF) ou calculée en mode forcé (CDFC).

La détermination du PDF à appliquer se fait en utilisant une table de correspondance associant des plages de débits à des PDF. Il existe une table de correspondance par site. De la même manière que pour les feuilles de calcul, le SGRA charge dans sa phase d'initialisation, au moment de son démarrage, toutes les tables de correspondances attachées aux sites. Chaque table de correspondance dispose d'un nom intégrant l'identification du site permettant ainsi au SGRA d'attacher la bonne table au bon site.

Si une feuille de calcul sort en tant que consigne de débit une valeur non prévue dans la table de correspondance, le SGRA lève l'alarme *Consigne incohérente* sur le site concerné.

Dans le dernier cas, si une feuille de calcul sort en tant que consigne de débit une valeur non prévue dans la table de correspondance, le SGRA lève l'alarme *Consigne incohérente* sur le site.

2.6 Qualification des données de trafic

Le contrôle de cohérence s'applique aux données voie brutes remontées par le frontal. A l'issue de ce contrôle, chaque grandeur présente dans le vecteur de données peut avoir le statut suivant :

- Manquant : le système n'a pas reçu la donnée.
- Invalide : le système a reçu un train de données, mais la donnée concernée ne respecte pas les règles de cohérence.

- Valide : La donnée est présente et cohérente.

Par ailleurs, une autre information attachée au vecteur indique si la donnée est celle qui a été acquise directement auprès du frontal de comptage, ou s'il s'agit d'une donnée reconstituée par le système.

2.6.1.1.1 Traitement sur les grandeurs nulles

Parmi les vecteurs (Q,To,V) ou (Q, To), si une, ou deux (deux pour les vecteur où la vitesse est gérée), grandeurs sont nulles, alors que les autres grandeurs ne le sont pas, toutes les données du vecteur sont déclarées invalides.

Le cas où toutes les grandeurs sont nulles peut correspondre soit à une période de trafic nul, par exemple la nuit, ou correspondre à un dysfonctionnement du PME.

Pour distinguer ces deux cas, le système doit mémoriser le nombre de trains successifs de données, pour le PME considéré, contenant un vecteur dont toutes les grandeurs sont nulles.

Au-delà d'un seuil paramétrable $N_{Max}^{NulSuccessifs}$ pour ce nombre de trains de données consécutifs le système déclare l'ensemble des données du vecteur invalide.

Par ailleurs, pour distinguer les périodes en journée et les périodes de nuit ayant un trafic plus faible, le paramètre $N_{Max}^{NulSuccessifs}$ se décline en deux sous paramètres $N_{MaxNuit}^{NulSuccessifs}$ et $N_{MaxJour}^{NulSuccessifs}$ le premier argument étant utilisé dans la période de nuit par exemple [23h00-05h00], le second dans le complément sur la journée. La période de nuit sera paramétrable.

2.6.1.1.2 Traitement sur les grandeurs aberrantes

Chaque grandeur des vecteur (Q,To,V) ou (Q,To) est comparée à un seuil maximum. En cas de dépassement la grandeur est déclarée invalide.

Donnée invalide si :

- $Q > Q_{Max}$,
- $V > V_{Max}$,
- $To > To_{Max}$

Ou si :

- $0 > Q$,
- $0 > V$,
- $0 > To$,

2.6.1.2 Reconstituer les données manquantes ou invalides

En cas d'absence ou d'invalidité des données, le système tente de remplacer le vecteur concerné par un vecteur valide.

Seule, une reconstitution temporelle est mise en œuvre par le système.

Si le vecteur brut est ainsi reconstitué, il est marqué par le système comme reconstitué. Cette information est reportée sur chaque élément calculé par le système sur la base de ce vecteur.

Pour effectuer la reconstitution temporelle, le système remplace la donnée concernée, par une donnée valide produite précédemment par le même PME.

Pour ce faire, le système mémorise les n derniers trains de données acquis pour ce PME. Le système peut remplacer la donnée considérée par la dernière donnée valide produite précédemment que si cette dernière donnée n'est pas trop ancienne.

L'ancienneté est calculée en comptabilisant le nombre de trains de données produits entre celui qui a contenu la dernière donnée valide et celui intégrant la donnée invalide ou manquante considérée.

Si ce nombre de trains successifs est inférieur à un compteur paramétrable $N_{Max}^{Validité}$, le système remplace la donnée.

Si la reconstitution est possible le statut du vecteur redevient *Valide*.

3 Fonctions de maintenance

3.1 Gérer les alarmes

Le système de régulation met à disposition du SAGT l'ensemble des alarmes qu'il élabore.

Ces alarmes sont également accessibles depuis l'IHM de maintenance du système sous la forme de liste.

Par ailleurs, toutes les alarmes élaborées par le système de régulation ont vocation à être stockées dans les tables d'historique du système.

Les alarmes sont élaborées à partir des défauts venant des équipements et transitant par les contrôleurs et le frontal d'acquisition.

De la même manière que les contrôleurs indiquent les alarmes survenant sur les équipements dont ils ont la gestion, le serveur de régulation surveille les différents éléments logiciels ou matériels le constituant, et le cas échéant, génère des alarmes sur ses constituants, ou sur ses interfaces avec les autres systèmes de l'installation (le frontal d'acquisition et le SAGT).

La notion d'acquiescement n'existe pas au niveau des IHM du serveur de régulation, cette opération est réalisée au niveau du SAGT.

3.2 Gérer les utilisateurs

Pour pouvoir se connecter aux IHM d'exploitation du SGRA il est nécessaire de s'identifier auprès du système au travers d'une phase d'authentification durant laquelle l'utilisateur fournit un login et un mot de passe.

Chaque utilisateur se voit attribuer un profil indiquant ses droits vis-à-vis de l'application.

Le tableau suivant indique les profils définis dans l'application et les droits qui leur sont attachés :

		Droits			
		Consulter les IHM	Modifier l'état et le mode de régulation	Inhiber les équipements	Modifier référentiel de l'application
Profils	Exploitant	X	X		
	Maintenance	X		X	X
	Administrateur	X			X
	Observateur	X			

3.3 Inhiber un équipement

Le système permet l'inhibition/désinhibition d'un équipement.

Le système a le comportement suivant pour un équipement inhibé :

- L'équipement n'est plus pris en compte dans la régulation du site à laquelle il est associé. C'est-à-dire que le système la considère comme non opérationnelle, et gère le mode dégradé correspondant.
- Aucune alarme ou alerte n'est générée pour cet équipement ;
- Les données issues de cet équipement ne sont pas exploitées, ni persistées ;
- L'information d'inhibition est fournie au SAGT ;

3.4 Tracer

Cette fonction permet à tous les modules informatiques de l'application SGRA de venir tracer dans des fichiers textes le résultat de leur activité.

Ces traces ont deux finalités :

- L'aide au diagnostic en cas de dysfonctionnement de l'application (trace de débogage) ;
- La trace des situations anormales détectées par le code informatique (trace d'erreur) ;

Pour éviter que les traces n'encombrent de manière excessive l'espace disque de l'application, ces traces sont stockées dans des fichiers tournants.

3.5 Configurer le référentiel

3.5.1 Contenu du référentiel

Le référentiel est constitué des données stockées dans la base de données des serveurs temps réel et permettant de stocker :

- Les types d'équipements ;
- Les types d'alarme et d'alerte ;
- Les instances d'équipements et leur rattachement à un site ;
- Les différents seuils et constantes utilisés au niveau des données de comptage
- Les sites et leur topologie (libellé, longueur, vitesse de référence) ;
- Les grappes (libellé) ;
- Les utilisateurs ;

3.5.2 Edition du référentiel

Pour modifier le contenu du référentiel le système propose une fonction d'importation qui prend en entrée un fichier au format CSV et qui injecte les données du fichier dans la base de données du système.

Le compte rendu de la phase d'importation est stocké dans un fichier texte.

Le système propose également une fonction d'exportation des données du référentiel. Cette fonction permet de restituer dans un fichier au format CSV (identique au format d'importation) les données d'une facette du référentiel.

Les facettes du référentiel pouvant ainsi faire l'objet d'importation/exportation sont :

- La liste des équipements ;
- La liste des sites ;
- Les différents paramètres utilisés dans le SGRA ;
- Les utilisateurs ;

3.6 Archivage et historisation

Dans le serveur de régulation, la gestion des données de production est la suivante:

- Le serveur de régulation temps réel va archiver dans la base locale toutes les informations concernant l'exploitation du système.

Tous les soirs, un transfert de ces données est automatiquement réalisé vers le serveur temps différé.

Au bout d'un mois, ces données sont détruites des serveurs temps réel. Ce stockage sur une profondeur d'un mois réalisé sur le serveur d'exploitation est appelé **Historique court terme**.

L'historique court terme est accessible on-line par le système de régulation pour un outil tiers de reporting ou pour des exports de données (par exemple via un ETL externe).

- Le serveur temps différé contient dans sa base toutes les données historisées du système. Ces données sont conservées dans la base du serveur temps différé entre 3 et 5 ans selon leur nature. Ce stockage est appelé **Historique à moyen terme**.

L'historique moyen terme est mis à disposition on-line par le système de régulation pour un outil tiers de reporting ou pour des exports de données (par exemple via un ETL externe).

- Périodiquement, le serveur temps différé exporte une partie de ses données sous forme d'un fichier structuré appelé archive et qui constitue l'**Historique long terme** du système. Le but de ces archives est de stocker sur un support externe les données qui seront à terme purgées du serveur temps différé.

Les paquets de données ainsi exportés sont rattachés à un mois particulier (les données du mois de novembre 2017, les données du mois de décembre 2017,...) facilitant leur recherche et leur rechargement éventuel dans le serveur temps différé après que leur durée de conservation ait été dépassée.

L'historique long terme est offline, et nécessite un rechargement d'archive dans le serveur temps différé pour être à nouveau exploitée on-line.

Les archives permettent de stocker sans limite de durée toutes les données produites par le serveur de régulation.

4 IHM Mode Dégradé

4.1 Connexion

L'accès à l'IHM mode dégradé du SGRA se fait via un navigateur web. La page d'accueil est un écran de connexion. L'opérateur doit alors saisir un « login » et un « mot de passe » afin de s'authentifier. Ces informations permettent au SGRA de déterminer les droits affectés à l'opérateur, et ainsi seules les fonctions correspondantes lui seront proposées.

Si les informations de connexion sont correctes, l'opérateur est authentifié et redirigé vers l'IHM mode dégradé.

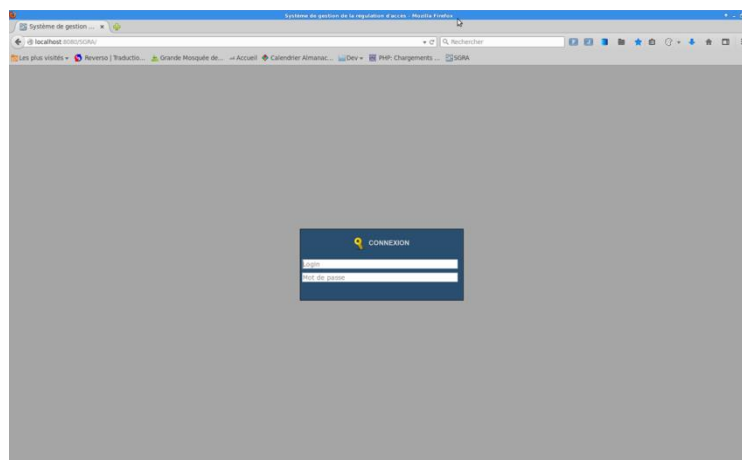


Figure 6 : Connexion au SGRA

4.2 Principes généraux

L'IHM mode dégradé se présente sous la forme de plusieurs onglets. Chacun de ces onglets correspond à une fonction du système.

Les onglets « Simulation » et « Administration » ne sont présentés qu'aux opérateurs ayant le droit d'administration du système.

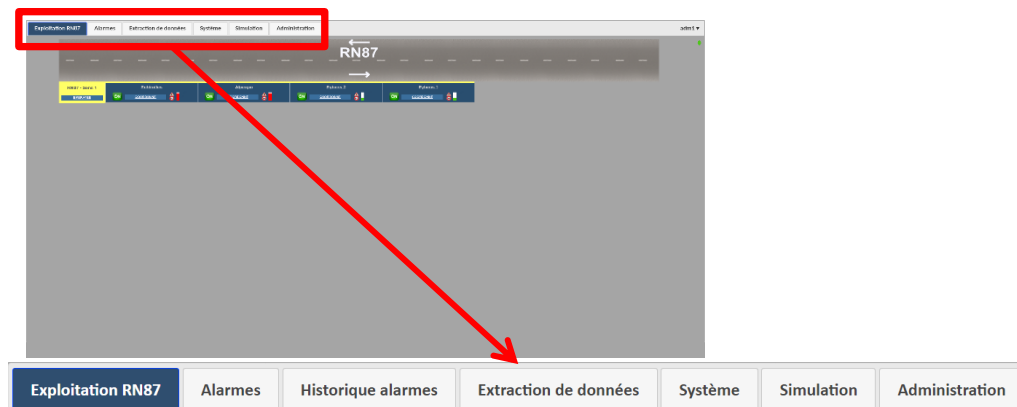


Figure 7 : Navigation par onglet

Les différents onglets sont décrits plus en détail dans les sections qui suivent.

4.3 Onglet Exploitation

L'onglet d'exploitation permet à l'opérateur de gérer la régulation d'accès

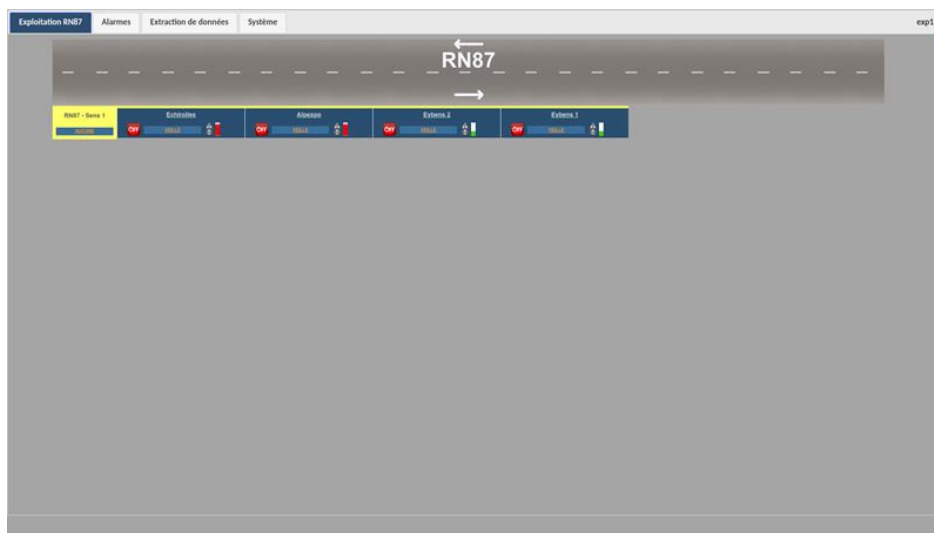


Figure 8 : Onglets d'exploitation

4.3.1 Les informations

Pour chaque site, les différentes informations concernant l'état de la régulation d'accès sur les sites sont représentées de manière synthétique, comme illustré dans la figure ci-dessous.

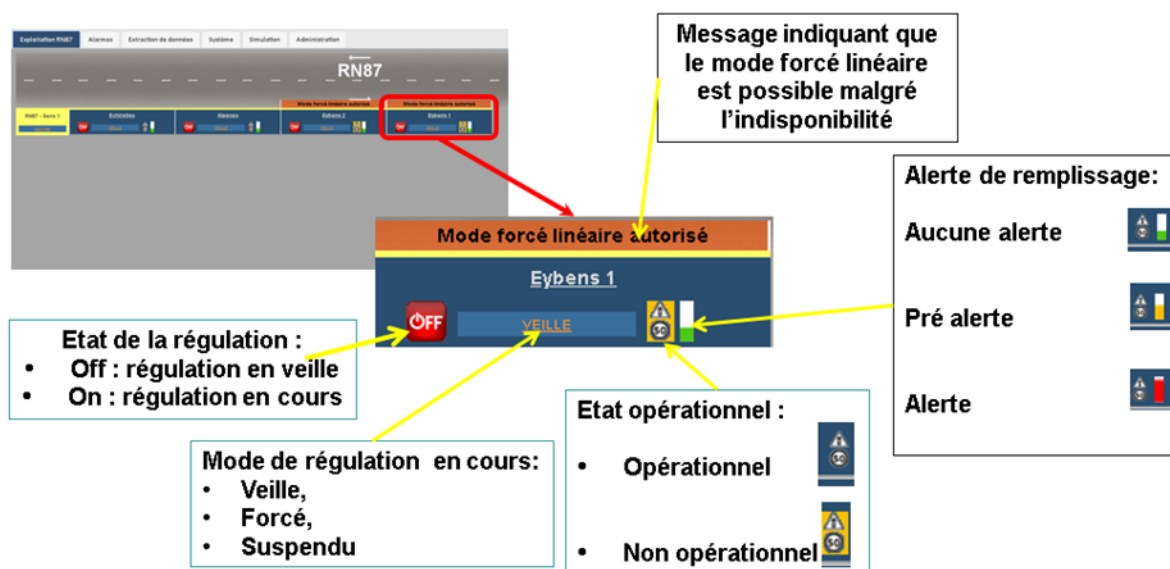


Figure 9 : Informations de synthèse d'un site

Un clic sur le nom du site fait apparaître un panneau contenant une liste plus détaillée d'informations concernant l'état de la régulation sur ce site. Le tableau ci-dessous décrit la liste de ces informations.

Information	Description
Mode	Mode de régulation en cours sur le site
Etat régul. SGRA	Etat « Opérationnel » ou « Non opérationnel » de la régulation
Etat régul. SAGT	Etat « Activable » ou « Non activable » de la régulation
Cons. appliquée	Consigne de débit appliquée
Cons. forcée	Consigne de débit forcée
P.d.feue appliqué	Plan de feue appliqué

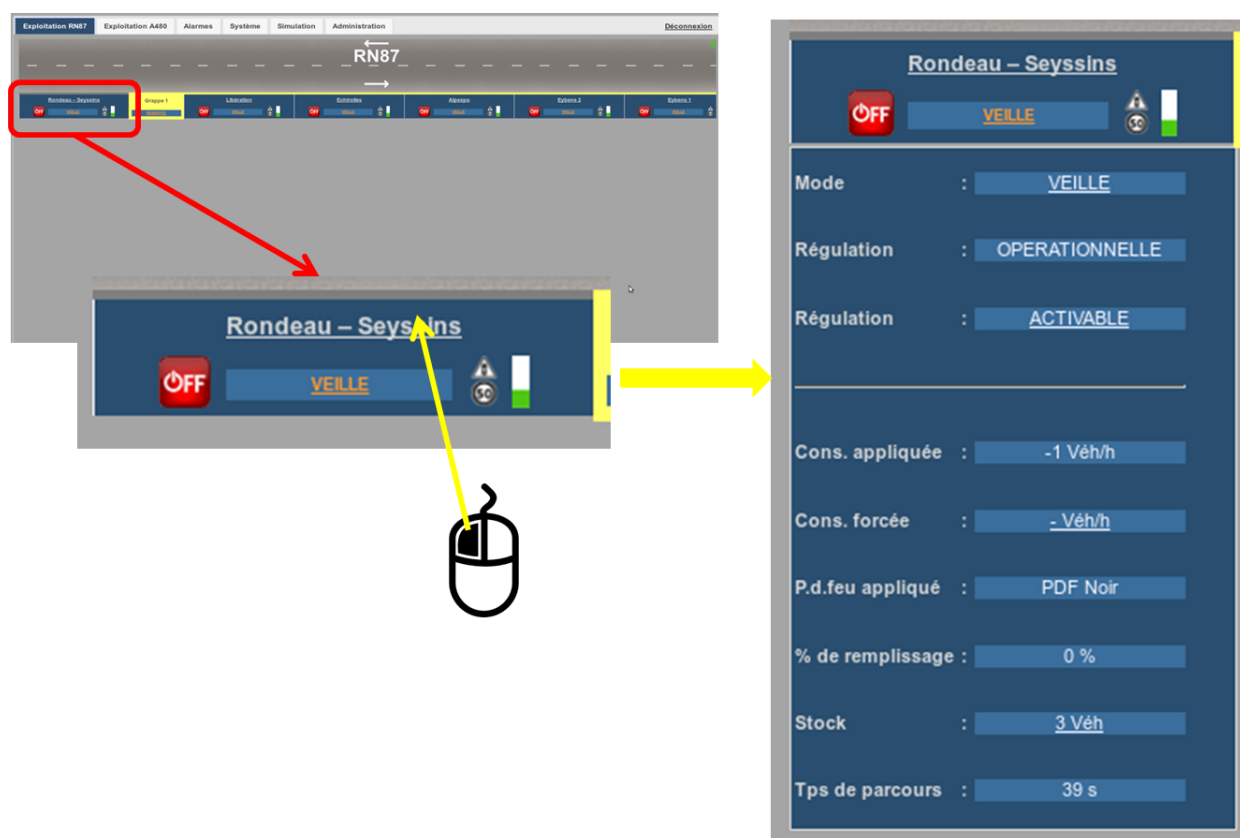


Figure 10 : Informations de détail d'un site

4.3.2 Pilotage de la régulation

Le pilotage de la régulation n'est accessible qu'aux opérateurs possédants le droit d'exploitation.

Le pilotage de la régulation peut se faire de plusieurs manières.

Lorsque la régulation est en mode veille, elle peut être activée par un clic sur le bouton « Off ». Ce bouton change alors de couleur et devient un bouton « On ». Inversement, lorsque la régulation est active, elle peut être désactivée par un clic sur le bouton « On » qui redevient un bouton « Off ».

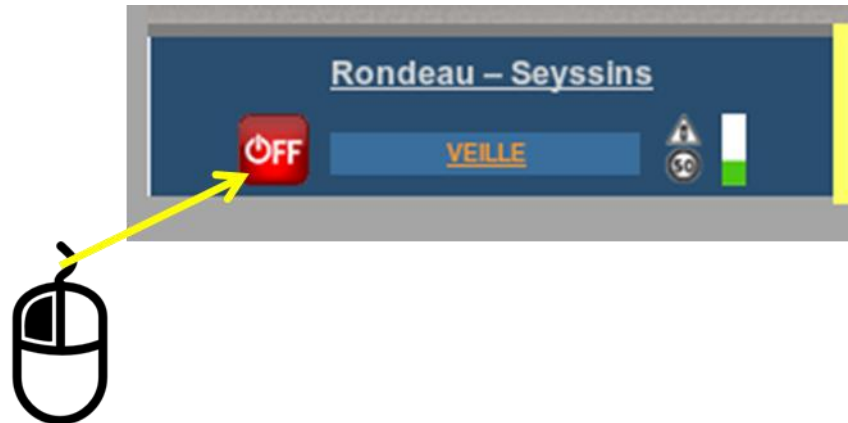


Figure 11 : Activation/Désactivation de la régulation

Le mode de régulation peut également être piloté depuis un menu déroulant apparaissant lorsque l'on clique sur le mode de régulation sous le nom du site.

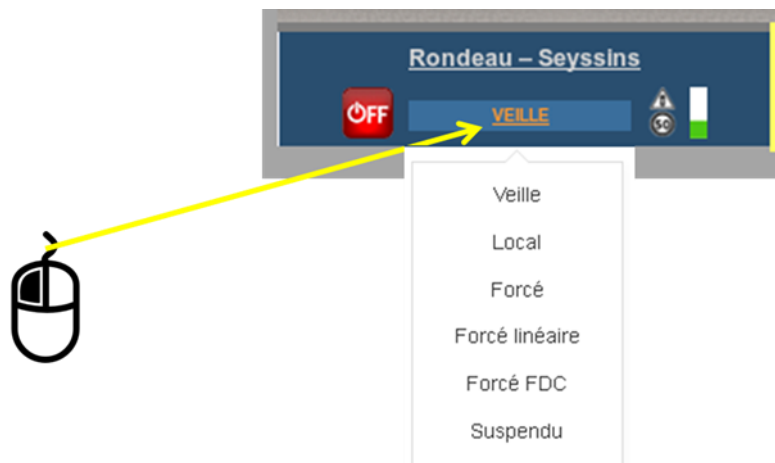


Figure 12 : Changement du mode de régulation (1)

Enfin, il est également possible de piloter le mode de régulation depuis un menu déroulant apparaissant lorsque l'on clique sur le mode de régulation dans le panneau de détail du site.

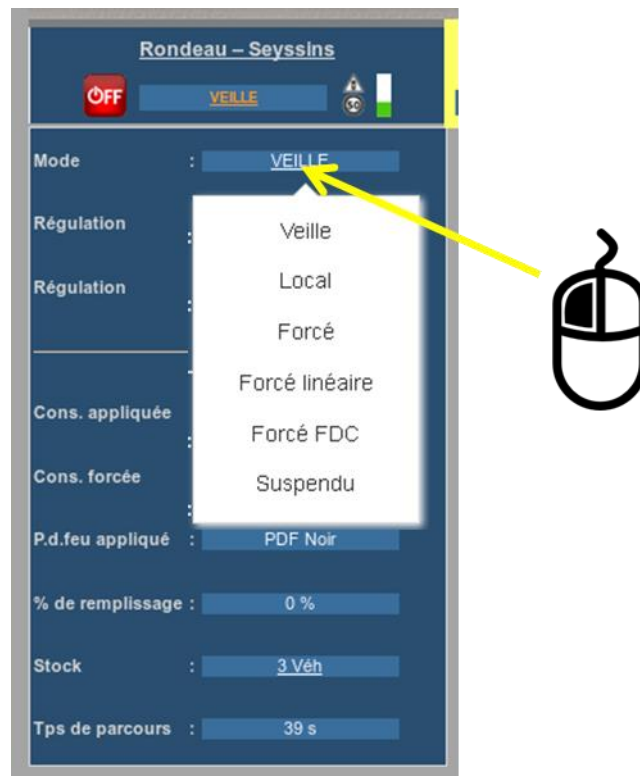


Figure 13 : Changement du mode de régulation (2)

4.3.3 Maintenance des équipements

Un clic sur l'icône représentant le panneau de pré signalisation fait apparaître un panneau contenant un tableau listant les équipements du site. Si un défaut majeur est présent sur un équipement, la ligne le représentant sera sur fond rouge. . Si un défaut mineur est présent sur un équipement, la ligne le représentant sera sur fond jaune. Si aucun défaut n'est présent, la ligne sera sur fond blanc.

La sélection de la ligne représentant un équipement provoque le rafraîchissement du tableau des alarmes (situé sous le tableau des équipements) avec les alarmes présentes sur l'équipement sélectionné.

Les opérateurs possédant le droit de maintenance des équipements ont la possibilité de gérer l'état d'inhibition des équipements depuis ce panneau. Un clic droit sur la ligne représentant un équipement provoque l'apparition d'un menu permettant d'inhiber ou de désinhiber l'équipement.

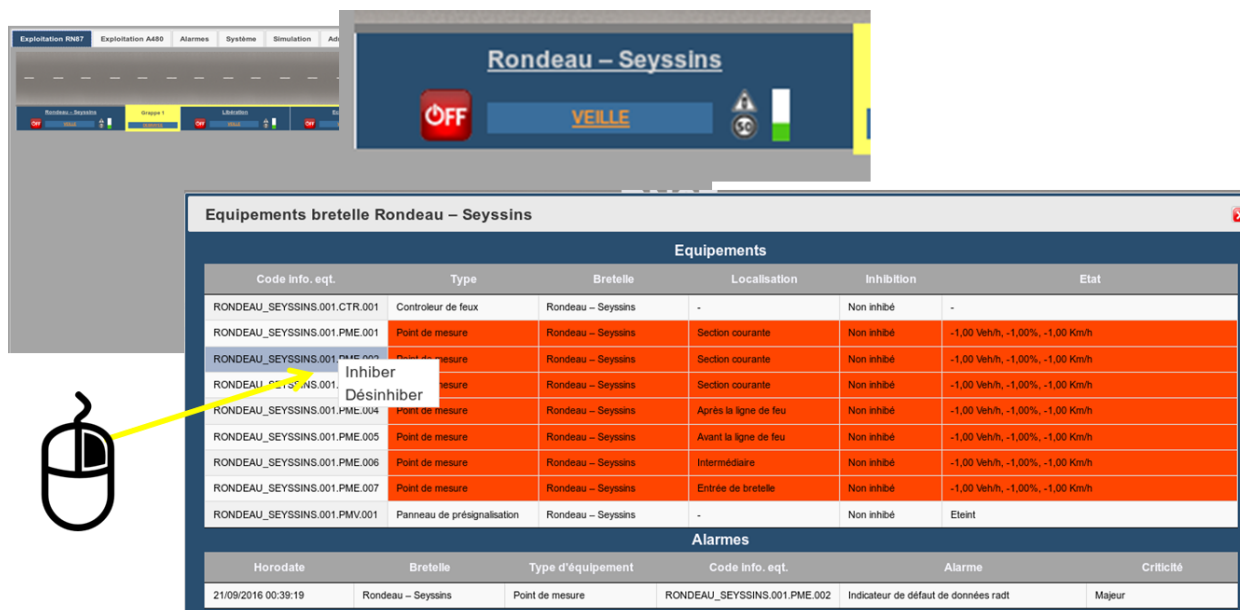


Figure 14 : Inhiber/Désinhiber un équipement

4.4 Onglet Alarmes

L'onglet « Alarmes » présente un tableau listant l'ensemble des alarmes présentes sur les tous les équipements.

The screenshot shows the 'Alarmes' tab in the software interface. It displays a list of alarms with columns: Horodate, Bretelle, Type d'équipement, Code info. eqt., Alarme, and Criticité. The list shows multiple alarms for various locations like Alpepo, Eybens 1, Lesdiguières, and Rondeau – Seyssins. A search bar is visible at the top right.

Horodate	Bretelle	Type d'équipement	Code info. eqt.	Alarme	Criticité
21/09/2016 00:21:39	Alpepo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.006	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Alpepo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.004	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Alpepo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.005	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Alpepo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.002	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Alpepo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.003	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Eybens 1	Point de mesure	EYBENS.001.PME.005	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Alpepo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.001	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Eybens 1	Point de mesure	EYBENS.001.PME.006	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Lesdiguières	Point de mesure	LESIGUIERES.001.PME.007	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Lesdiguières	Point de mesure	LESIGUIERES.001.PME.006	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Lesdiguières	Point de mesure	LESIGUIERES.001.PME.005	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Lesdiguières	Point de mesure	LESIGUIERES.001.PME.004	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Lesdiguières	Point de mesure	LESIGUIERES.001.PME.003	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Lesdiguières	Point de mesure	LESIGUIERES.001.PME.002	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Lesdiguières	Point de mesure	LESIGUIERES.001.PME.001	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Rondeau – Seyssins	Point de mesure	RONDEAU_SEYSSINS.001.PME.007	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Rondeau – Seyssins	Point de mesure	RONDEAU_SEYSSINS.001.PME.006	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Rondeau – Seyssins	Point de mesure	RONDEAU_SEYSSINS.001.PME.005	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Rondeau – Seyssins	Point de mesure	RONDEAU_SEYSSINS.001.PME.004	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
21/09/2016 00:21:39	Rondeau – Seyssins	Point de mesure	RONDEAU_SEYSSINS.001.PME.003	Indicateur de défaut de données radt	Majeur

Figure 15 : Liste des alarmes présentes

Une fonction de recherche permet de filtrer cette liste selon le texte saisi par l'opérateur.

Exploitation RN87	Exploitation A480	Alarmes	Système	Simulation	Administration	Déconnexion
-------------------	-------------------	---------	---------	------------	----------------	-------------

Visualiser	20	alarmes	Rechercher:	Rondeau
------------	----	---------	-------------	---------

Horodate	Bretelle	Type d'équipement	Code info. eqt.	Alarme	Criticité
22/09/2016 01:00:39	Rondeau - Seyssins	Point de mesure	RONDEAU_SEYSSINS.001.PME.007	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
22/09/2016 01:00:39	Rondeau - Seyssins	Point de mesure	RONDEAU_SEYSSINS.001.PME.006	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
22/09/2016 01:00:39	Rondeau - Seyssins	Point de mesure	RONDEAU_SEYSSINS.001.PME.005	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
22/09/2016 01:00:39	Rondeau - Seyssins	Point de mesure	RONDEAU_SEYSSINS.001.PME.004	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
22/09/2016 01:00:39	Rondeau - Seyssins	Point de mesure	RONDEAU_SEYSSINS.001.PME.003	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
22/09/2016 01:00:39	Rondeau - Seyssins	Point de mesure	RONDEAU_SEYSSINS.001.PME.002	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
22/09/2016 01:00:39	Rondeau - Seyssins	Point de mesure	RONDEAU_SEYSSINS.001.PME.001	Indicateur de défaut de données radt	Majeur

1 à 7 / 7 alarmes sélectionnées parmi 47

Préc. 1 Suiv.

Figure 16 : Filtre de la liste des alarmes

4.5 Onglet historique des alarmes

L'onglet historique des alarmes permet de visualiser, sous la forme d'un tableau, l'historique des alarmes survenues sur les équipements du système au cours d'une période de temps donnée.

Exploitation RN87	Alarmes	Historique alarmes	Extraction de données	Système	Simulation	Administration	adm1
-------------------	---------	--------------------	-----------------------	---------	------------	----------------	------

Critères de recherche	
Horodate apparition entre : 19/06/2023 23:00	et 21/06/2023 00:00
Site : Alpexpo	RAZ
Type équipement : Choisir un type	Rechercher
Equipement : Choisir un équipement	

Visualiser	10	alarmes	Rechercher:	
------------	----	---------	-------------	--

Horodate apparition	Horodate disparition	Site	Type d'équipement	Code info. eqt.	Alarme	Criticité
20/06/2023 15:37:57	20/06/2023 15:38:17	Alpexpo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.001	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
20/06/2023 15:37:57	20/06/2023 15:38:17	Alpexpo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.003	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
20/06/2023 15:37:57	20/06/2023 15:38:17	Alpexpo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.002	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
20/06/2023 15:37:57	20/06/2023 15:38:17	Alpexpo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.005	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
20/06/2023 15:37:57	20/06/2023 15:38:17	Alpexpo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.004	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
20/06/2023 15:37:57	20/06/2023 15:38:17	Alpexpo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.006	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
20/06/2023 15:10:17	20/06/2023 15:10:37	Alpexpo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.001	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
20/06/2023 15:10:17	20/06/2023 15:10:37	Alpexpo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.003	Indicateur de défaut de données radt	Majeur
20/06/2023 15:10:17	20/06/2023 15:10:37	Alpexpo	Point de mesure	ALPEXPO.001.PME.002	Indicateur de défaut de données radt	Majeur

Figure 17 Onglet historique des alarmes

Une zone de filtre offre à l'opérateur la possibilité de spécifier plusieurs critères de recherches, permettant ainsi de cibler plus précisément les équipements dont il veut visualiser l'historique des alarmes.

Critères de recherche	
Horodate apparition entre : 19/06/2023 23:00	et 21/06/2023 00:00
Site : Alpexpo	RAZ
Type équipement : Choisir un type	Rechercher
Equipement : Choisir un équipement	

Figure 18 Critères de recherche de l'historique des alarmes

4.6 Onglet Extraction données de fonctionnement

L'onglet extraction des données de fonctionnement permet d'obtenir, sous la forme d'un fichier csv, les données qui ont été utilisées par le système pour le site et la période choisie par l'utilisateur.

The screenshot shows the 'Extraction de données' tab selected in a navigation bar. Below the navigation bar, there is a section titled 'Critères d'extraction'. Inside this section, there are two input fields for 'Horodate entre' with values '27/11/2022 20:00' and '28/11/2022 21:00', and a dropdown menu for 'Site' with the value 'Eybens 1'. To the right of these fields are two buttons: 'RAZ' and 'Extraire'.

Figure 19 : Onglet extraction de données de fonctionnement

Le fichier csv de résultat est constitué des colonnes :

- HORODATE : l'horodate de la donnée
- SITE : le site
- CONSIGNE FORCEE DEMANDEE : l'éventuelle consigne forcée demandée
- FORCAGE : indicateur de forçage
- CONSIGNE APPLIQUEE : consigne appliquée
- MODE : le mode de régulation
- PDF DEMANDE : le plan de feux

Et pour chaque point de mesure XXX du site

- XXX.Q : le débit
- XXX.T : le taux d'occupation
- XXX.V : la vitesse

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
HORODATE	SITE	CONSIGNE FORCEE DEMANDEE	FORCAGE	CONSIGNE APPLIQUEE	MODE	PDF DEMANDE	EYBENS.001.PME.001.Q	EYBENS.001.PME.001.T	EYBENS.001.PME.001.V	EYBENS.001.PME.002.Q	EYBENS.001.PME.002.T	EYBENS.001.PME.002.V	EYBENS.001.PME.003.Q	EYBENS.001.PME.003.T
2	2022-11-28 18:46:17.02	Eybens 1 NR	NR	-1	TRANSITOIRE	NR	360	31	104	180	38	102	180	
3	2022-11-28 18:46:37.62	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	2700	86	11	1089	83	69	2520	
4	2022-11-28 18:46:57.03	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	2700	48	23	2340	99	5	1440	
5	2022-11-28 18:47:17.115	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	180	85	32	360	86	185	1440	
6	2022-11-28 18:47:37.193	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	900	99	199	1260	97	37	2700	
7	2022-11-28 18:47:57.068	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	2700	7	241	1980	20	144	1980	
8	2022-11-28 18:48:17.129	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	1620	0	247	2700	37	57	180	
9	2022-11-28 18:48:37.173	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	2160	79	261	180	12	63	2700	
10	2022-11-28 18:48:57.02	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	2520	46	73	1260	24	280	180	
11	2022-11-28 18:49:17.072	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	900	95	181	1080	27	65	2520	
12	2022-11-28 18:49:37.12	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	1260	27	118	180	85	293	180	
13	2022-11-28 18:49:57.186	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	1800	96	299	1800	29	100	1620	
14	2022-11-28 18:50:17.033	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	180	99	248	2700	40	101	900	
15	2022-11-28 18:50:37.107	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	2520	14	18	1980	7	230	540	
16	2022-11-28 18:50:57.15	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	1260	95	41	180	33	256	1800	
17	2022-11-28 18:51:17.195	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	1800	1	222	2340	7	229	1620	
18	2022-11-28 18:51:37.041	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	540	92	380	223	1	6	1620	
19	2022-11-28 18:51:57.08	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	900	99	131	180	4	252	1980	
20	2022-11-28 18:52:17.127	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	1800	76	0	180	59	63	2340	
21	2022-11-28 18:52:37.177	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	180	0	275	900	9	83	2340	
22	2022-11-28 18:52:57.039	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	2520	87	156	360	77	262	2700	
23	2022-11-28 18:53:17.129	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	2520	99	79	2520	4	24	1260	
24	2022-11-28 18:53:37.168	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	180	2	187	2520	42	153	2700	
25	2022-11-28 18:53:57.003	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	540	0	185	2520	69	0	1980	
26	2022-11-28 18:54:17.075	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	1440	26	293	2700	99	185	180	
27	2022-11-28 18:54:37.107	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	360	68	4	540	93	155	2520	
28	2022-11-28 18:54:57.142	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	1260	99	221	180	82	81	180	
29	2022-11-28 18:55:17.189	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	2520	2	73	2700	39	286	2520	
30	2022-11-28 18:55:37.074	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	1440	30	258	2340	17	15	2340	
31	2022-11-28 18:55:57.114	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	2700	92	295	1620	11	101	180	
32	2022-11-28 18:56:17.154	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	720	99	30	1980	6	6	2520	
33	2022-11-28 18:56:37.091	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	2520	20	126	1440	5	55	720	
34	2022-11-28 18:56:57.141	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	1260	31	141	180	87	166	2160	
35	2022-11-28 18:57:17.184	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	540	53	282	2700	36	271	2520	
36	2022-11-28 18:57:37.086	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	2700	98	275	2520	12	156	1260	
37	2022-11-28 18:57:57.071	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	1440	53	294	540	32	295	180	
38	2022-11-28 18:58:17.108	Eybens 1 NR	NR	-1	VEILLE	Noir	2340	0	297	1800	1	131	2340	

Figure 20 : Fichier csv résultat de l'extraction

4.7 Onglet Système

L'onglet système présente l'état des différents systèmes entrant en jeu dans la régulation d'accès, à savoir le SAGT, le SGRA et le frontal d'acquisition.

Chaque système est représenté sur un fond de couleur schématisant la présence ou non d'une alarme sur le système (rouge = Alarme majeure, Jaune = Alarme mineure).

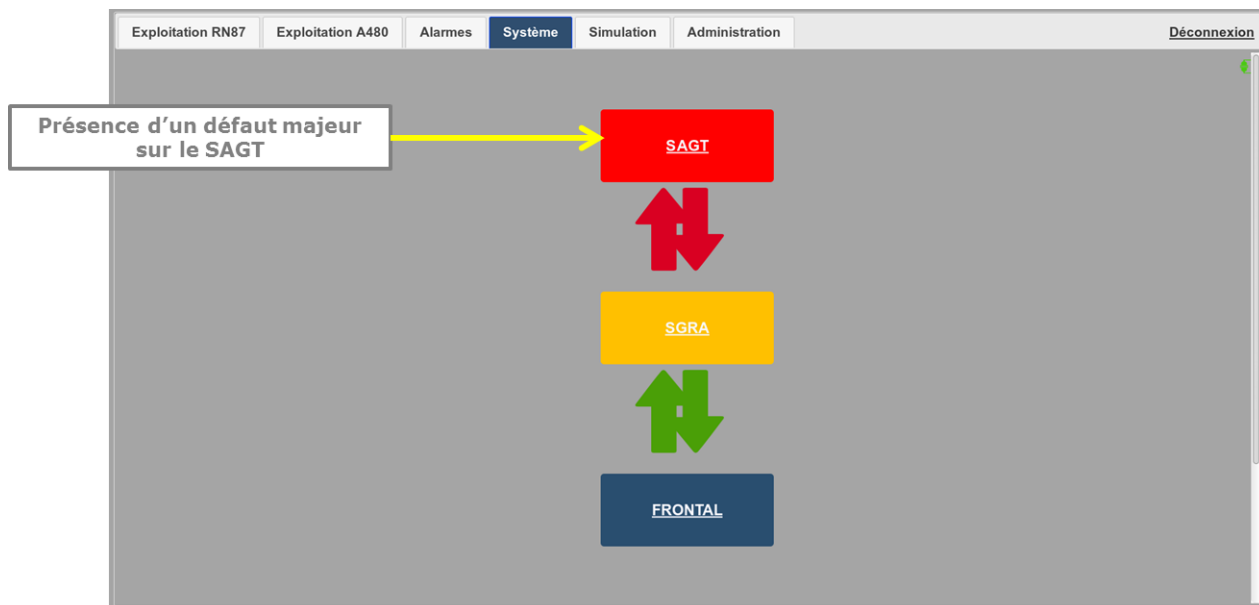


Figure 21 : Etat du système SGRA

Un clic sur le nom du système provoque l'apparition d'un panneau listant l'ensemble des alarmes présentes sur ce système.

Les flèches représentent l'état de la connexion entre le SGRA et le SAGT, et entre le SGRA et le frontal d'acquisition.

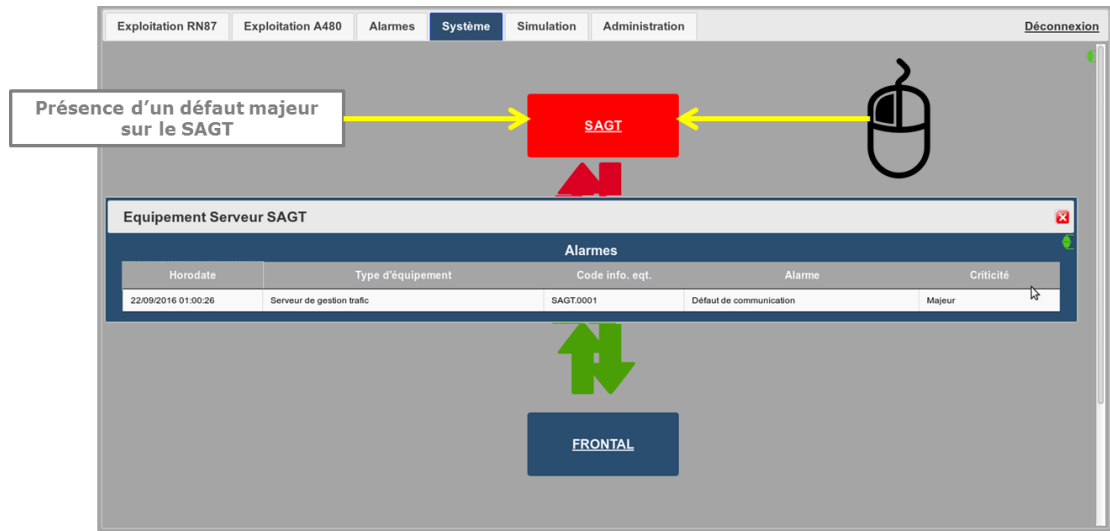


Figure 22 : Alarmes d'un composant du système

4.8 Onglet Simulation

L'onglet simulation permet de tester la validité des feuilles de calcul utilisées par l'algorithme de régulation. Cet onglet permet de charger un fichier csv contenant les données d'entrées de la simulation.

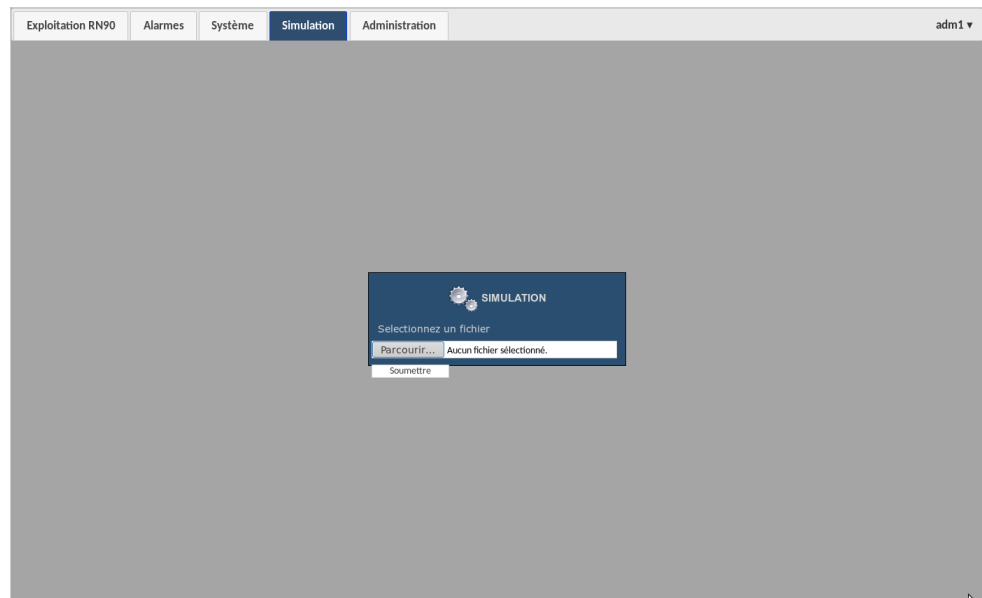


Figure 23 : Onglet simulation

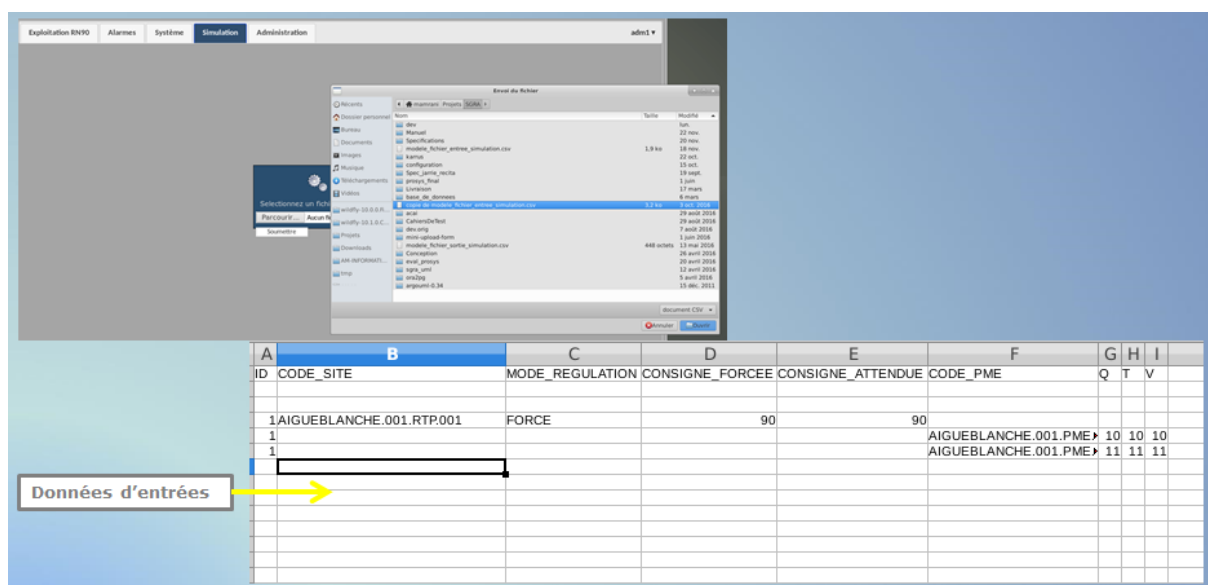


Figure 24 : Import des données d'entrées de la simulation

Ce fichier d'entrée est composé de plusieurs scénarios de simulation. Un scénario est identifié par un ID. Pour chaque scénario, le fichier doit contenir pour le ou les sites pour lequel la simulation va être réalisée, le mode de régulation (force) souhaité, la consigne de débit attendue, et les données de trafic (Q, T, V) des PME des sites.

Une fois le fichier chargé, le SGRA va injecter les données de trafic dans l'algorithme de régulation.

Un fichier de résultat est ensuite produit. Ce fichier contient pour chaque scénario, le résultat obtenu pour chaque site, ainsi qu'un indicateur de conformité indiquant si la consigne de débit calculée correspond à la consigne de débit attendue.

Résultat de la simulation

↓

A	B	C	D	E	F	G	H
ID	CODE_SITE	MODE_REGULATION	CONSIGNE_ATTENDUE	CONSIGNE_CALCULEE	LIBELLE_PDF_CALCULEE	CONFORMITE	COMMENTAIRE
1	AIGUEBLANCHE.001.RTP.001	FORCE	90	290	PDF 40 / 20	NON	-

Figure 25 : Résultat de la simulation

La fonction de simulation n'est accessible qu'aux opérateurs possédant le droit d'administration.

4.9 Onglet Administration

L'onglet d'administration permet la gestion du référentiel et des utilisateurs du SGRA. L'administrateur pourra via cet onglet :

- Exporter les données du référentiel

- Importer un nouveau référentiel
- Exporter la liste des utilisateurs
- Importer la liste des utilisateurs

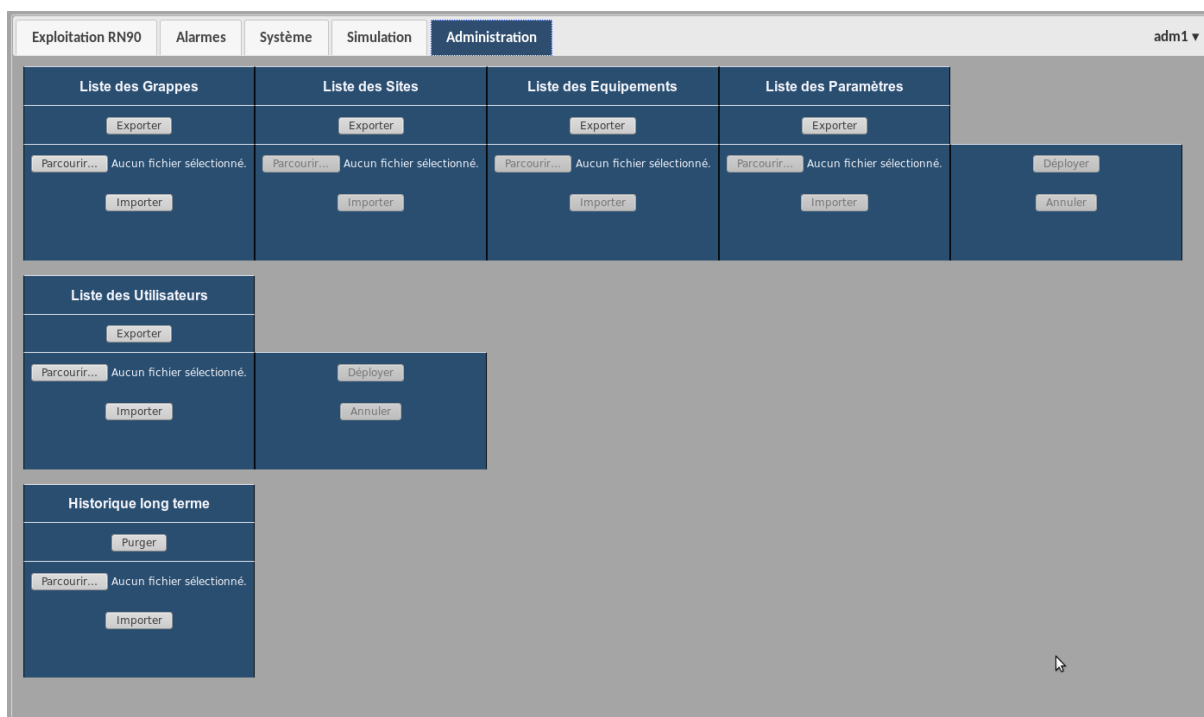


Figure 26 : Onglet administration

4.9.1 Export des données

L'administrateur peut exporter les données de référentiel en cliquant sur le bouton exporter correspondant à la donnée désirée. Le système permet l'export :

- Des sites
- Des équipements
- Des paramètres
- Des Utilisateurs

Les exports prennent la forme de fichiers csv.

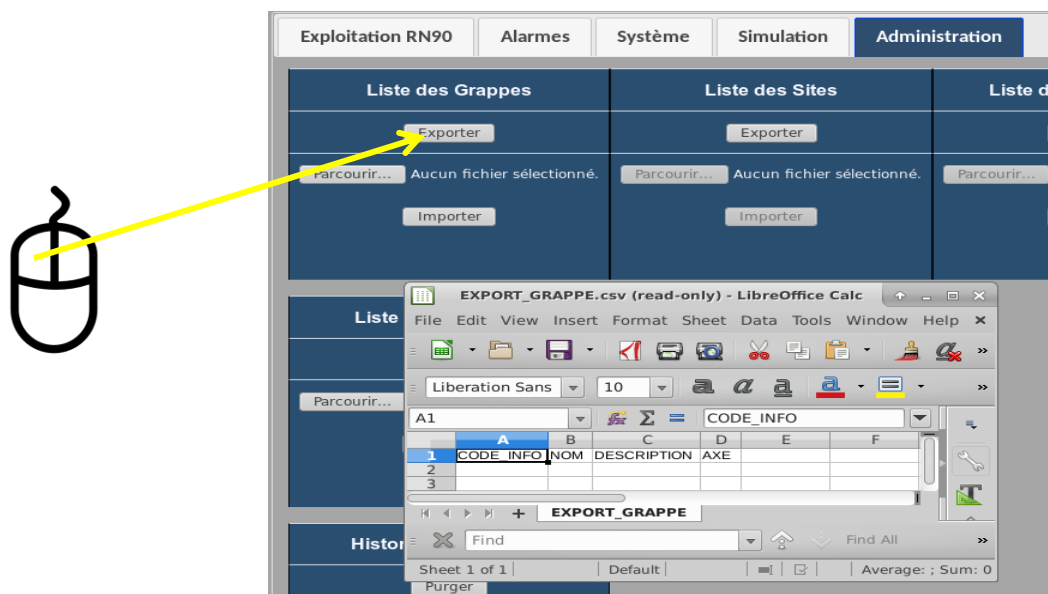


Figure 27 : Export des grappes

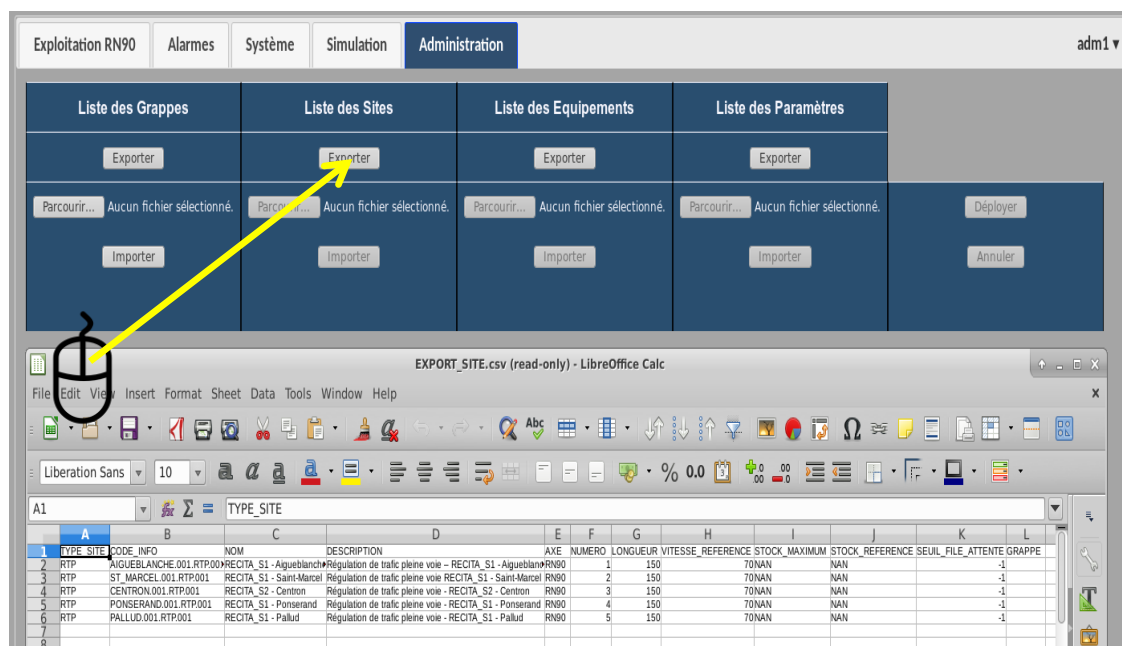


Figure 28 : Export des sites

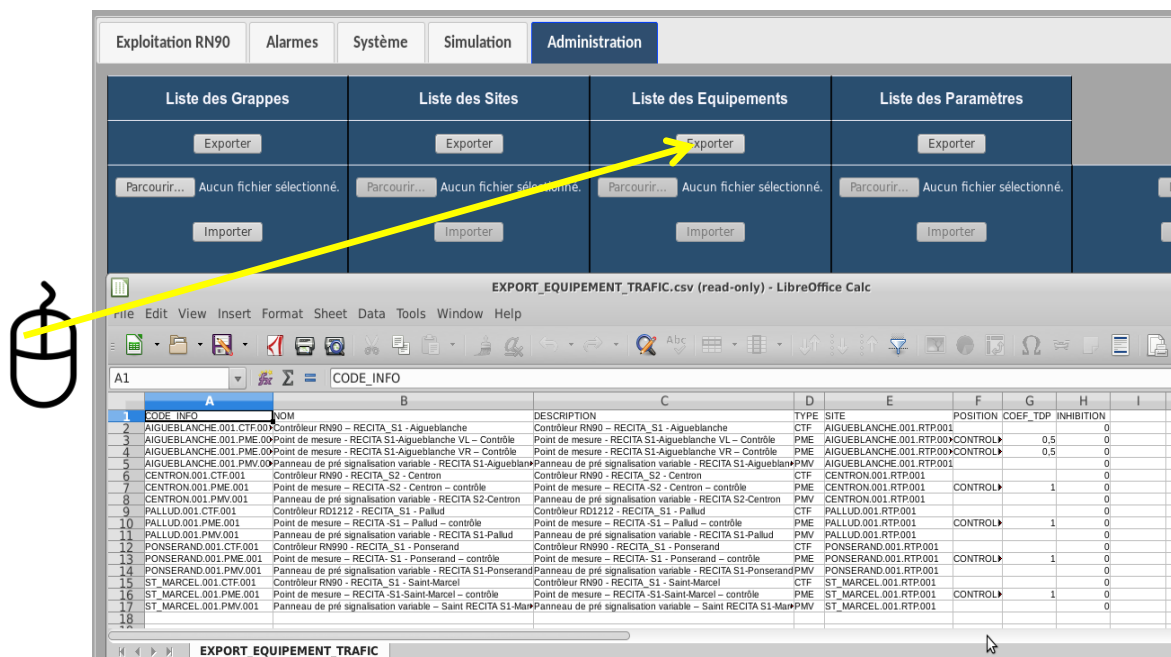


Figure 29 : Export des équipements

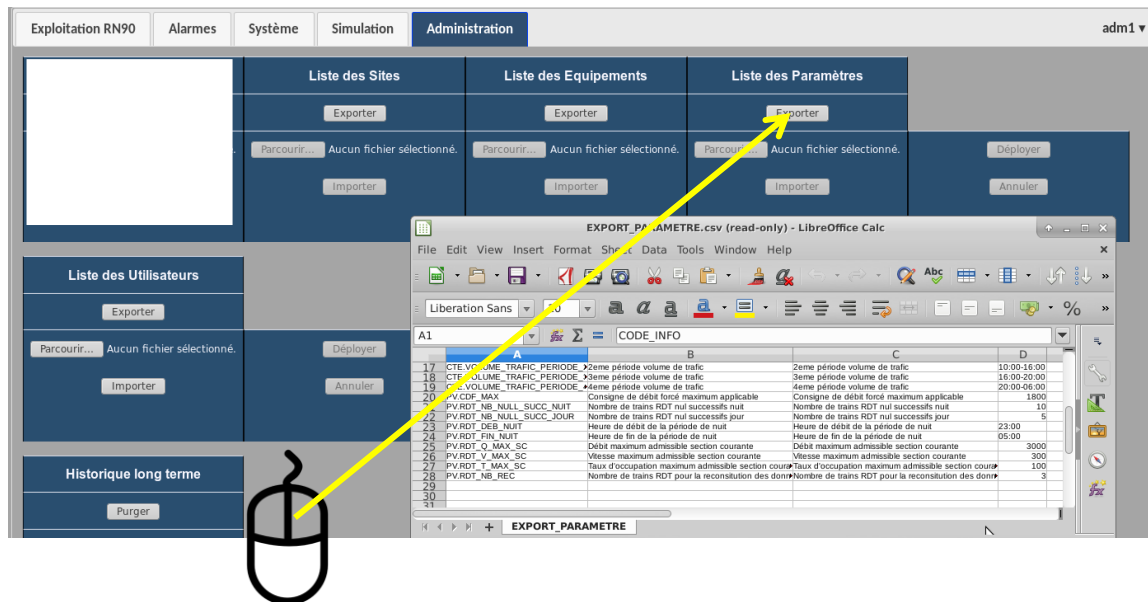


Figure 30 : Export des paramètres

4.9.1 Import des données

Une fois les données exportées, l'administrateur a la possibilité d'apporter des modifications dans les fichiers csv et de les réimporter dans le système.

L'import du référentiel nécessite d'importer l'ensemble des fichiers de référentiels dans un ordre précis :

2. Import des sites
3. Import des équipements
4. Import des paramètres

Une fois l'ensemble des fichiers importés, l'administrateur doit déployer le nouveau référentiel afin qu'il soit pris en compte par le SGRA. Le déploiement provoque le redémarrage du système SGRA.



Figure 31 : Import du référentiel

Par ailleurs, l'administrateur peut modifier et importer la liste des utilisateurs indépendamment du reste du référentiel. Afin que la nouvelle liste d'utilisateurs soit prise en compte, l'administrateur doit la déployer sur le système. Le déploiement des utilisateurs est pris en compte à chaud par le SGRA, sans redémarrage.



Figure 32 : Import des utilisateurs

4.9.1.1 Format des fichiers d'imports

4.9.1.1.2 Fichier d'import des sites

Champs	Description	Valeur possible
TYPE_SITE	Type de site	RTP (pour pleine voie)
CODE_INFO	Code informatique du site	Doit être unique
NOM	Nom du site	Chaine de caractères
DESCRIPTION	Description du site	Chaine de caractères
AXE	Code de l'axe du site	RN90
NUMERO	Numéro d'ordre du site sur l'axe	Entier
LONGUEUR	Longueur du site (mètre)	Entier
VITESSE_REFERENCE	Vitesse de référence sur le site (km/h)	Entier
STOCK_MAXIMUM	Nombre maximum de véhicule sur le site	Entier ou NAN
STOCK_REFERENCE	Stock de référence sur le site	Entier ou NAN
SEUIL_FILE_ATTENTE	Seuil alerte file attente	Entier ou NAN
GRAPPE	Code info. de la grappe à laquelle appartient le site	Code de la grappe ou vide

Pour RECITA, les champs « stock maximum », « stock référence », et « seuil file d'attente » sont valorisés à NAN car les sites ne disposent que d'un capteur « contrôle » et le SGRA ne peut pas calculer de stocks.

4.9.1.1.3 Fichier d'import des équipements de trafic

Champs	Description	Valeur possible
CODE_INFO	Code informatique de l'équipement	Doit être unique
NOM	Nom de l'équipement	Chaine de caractères
DESCRIPTION	Description de l'équipement	Chaine de caractères
TYPE	Type de l'équipement	CTR : contrôleur PME : point de mesure PMV : panneau de pré signalisation
SITE	Code du site auquel est rattaché l'équipement	Code d'un site

POSITION	Position de l'équipement sur le site pour les points de mesures, vide pour les autres équipements	CONTROLE ou ROUGE ou JAUNE ou VERT
COEF_TDP	Pour les pme hors section courante, coefficient à appliquer pour le calcul des temps de parcours.	Réel entre 0.0 et 1.0
INHIBITION	Etat d'inhibition de l'équipement	0 : non inhibé 1 : inhibé

4.9.1.1.4 Fichier d'import des paramètres

Champs	Description	Valeur possible
CODE_INFO	Code informatique du paramètre	Doit être unique
NOM	Nom du paramètre	Chaine de caractères
DESCRIPTION	Description du paramètre	Chaine de caractères
VALEUR	Valeur du paramètre	

La liste des paramètres est fixe, et tous les paramètres doivent être renseignés. Seules les valeurs peuvent être modifiées, et doivent respecter le format des valeurs du tableau ci-dessous :

CODE_INFO	NOM	DESCRIPTION	VALEUR
PV.CDF_MAX	Consigne de débit forcé maximum applicable (site pleine voie)	Consigne de débit forcé maximum applicable	1800
PV.RDT_Q_MAX_SC	Débit maximum admissible section courante (site pleine voie)	Débit maximum admissible section courante	3000
PV.RDT_V_MAX_SC	Vitesse maximum admissible section courante (site pleine voie)	Vitesse maximum admissible section courante	300
PV.RDT_T_MAX_SC	Taux d'occupation maximum admissible section courante (site pleine voie)	Taux d'occupation maximum admissible section courante	100
PV.RDT_NB_REC	Nombre de trains RDT pour la reconsitution des données (site pleine voie)	Nombre de trains RDT pour la reconsitution des données	3

4.9.1.1.5 Fichier d'import des utilisateurs

Champs	Description	Valeur possible
CODE_INFO	Code informatique de l'utilisateur	Doit être unique
NOM	Nom de l'utilisateur	Chaine de caractères
DESCRIPTION	Description de l'utilisateur	Chaine de caractères

PRENOM	Prénom de l'utilisateur	Chaine de caractères
LOGIN	Identifiant de connexion de l'utilisateur	Doit être unique
MOT_DE_PASSE	Mot de passe de connexion	Chaine de caractères
ADMINISTRATION	Droit d'administration	0 : non / 1 : oui
EXPLOITATION	Droit d'exploitation	0 : non / 1 : oui
MAINTENANCE	Droit de maintenance	0 : non / 1 : oui
OBSERVATEUR	Droit d'observation	0 : non / 1 : oui

Au moins un des utilisateurs de la liste doit posséder le droit d'administration.

4.10 Déconnexion

La déconnexion de l'IHM mode dégradé est accessible depuis le menu apparaissant sur clic du login de l'opérateur situé en haut à droite de l'écran.

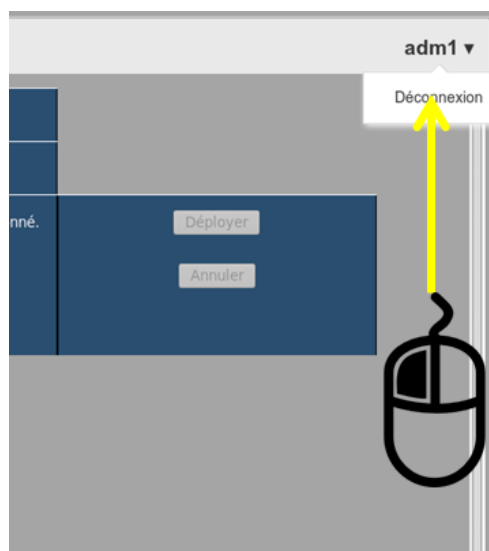


Figure 33 : Déconnexion du système SGRA

5 Architecture Physique

L'architecture physique du système est composée de deux types d'équipements différents reliés à l'aide de connectiques adéquates.

5.1 Serveurs

Les serveurs dédiés à la virtualisation sont au nombre de deux.

Il s'agit du modèle Dell Power Edge R630. Il possède une interface d'administration à distance via un accès sur un port réseau dédié nommé port iDrac.

Caractéristiques globales	Dell PowerEdge R630
Châssis	Châssis rack 1U 19"
Processeur	1 x Intel Xeon E5-2640 v4 à 2.4 GHz, 25 Mo de Cache, HT et 10C/20T (90W)
Mémoire	32 Go de RAM (2 x 16 Go)
Stockage (Disque)	2 x HDD 300 Gb SAS 12 Gbit/s 15000 rpm 2.5" en Raid 1
Contrôleur RAID	PERC H730 SAS 1Go de cache Flash avec support des modes RAID 0/1/5/6/10/50/60
Lecteur optique	DVD-ROM SATA
Interface réseau	4 ports Ethernet intégrés : 2 x 10 Gb/s + 2 x 1 Gb/s
Gestion/Administration	1 port iDrac 1 Gb/s intégré pour l'administration du serveur
Logements d'extension	2 emplacements PCIe 3.0 x8 dont 1 occupé
Carte d'extension	1 x carte HBA SAS 12 Gbit/s (pour la connexion au SAN)
Connectique	2 ports USB 2.0 frontaux 2 ports USB 3.0 arrière 2 ports VGA (avant et arrière)
Alimentation	2 alimentations 495 W redondantes et échangeables à chaud (230VAC 50-60Hz) de type Platine
Dimensions en mm	434 (L) x 682 (P) x 43 (H)
Poids net	Entre 12 kg et 16.90 kg maximum

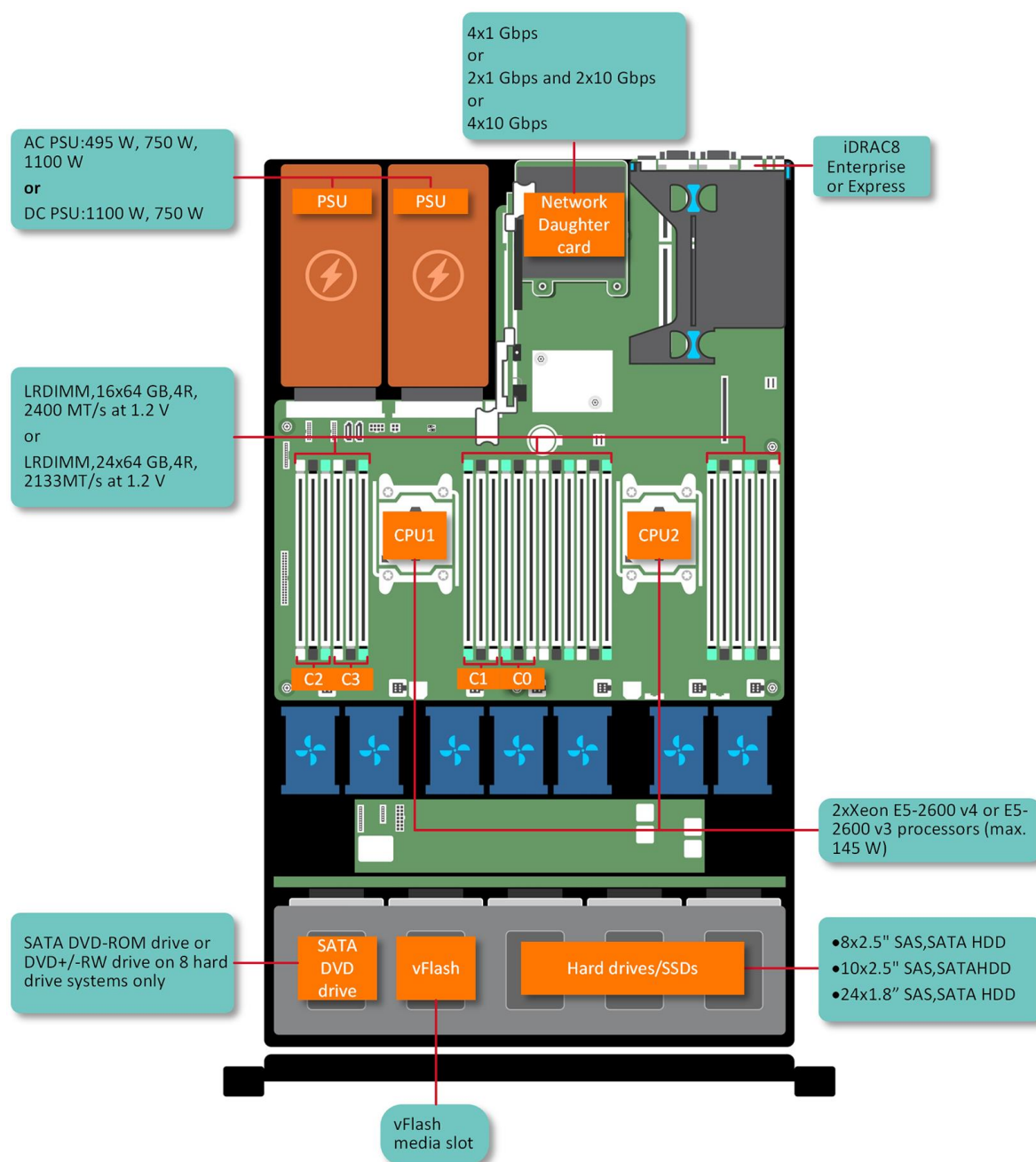
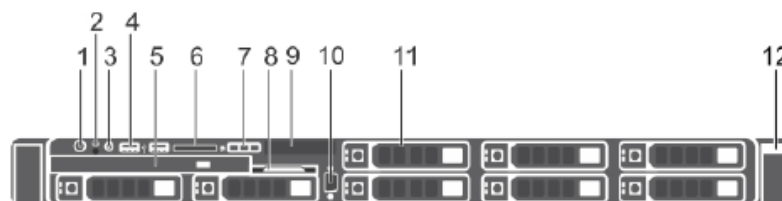
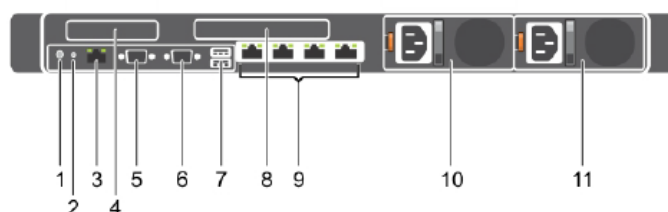


Figure 34: Configuration du PE R630



- | | | | |
|----|--|----|---|
| 1 | Voyant de mise sous tension, bouton d'alimentation | 2 | Bouton NMI |
| 3 | Bouton d'identification du système | 4 | Port de gestion USB ou iDRAC Direct (2) |
| 5 | Lecteur optique (en option) | 6 | Logement pour carte mémoire SD vFlash |
| 7 | Boutons de menu de l'écran LCD | 8 | Plaquette d'information |
| 9 | Écran LCD | 10 | Connecteur vidéo |
| 11 | Disques durs (8) | 12 | Quick Sync |

Figure 35: Panneau avant du châssis PE R630



- | | | | |
|----|------------------------------------|----|--|
| 1 | Bouton d'identification du système | 2 | Connecteur d'identification du système |
| 3 | Port iDRAC8 Enterprise | 4 | Logement de la carte d'extension PCIe (carte adaptatrice de connexion 1) |
| 5 | Connecteur série | 6 | Connecteur vidéo |
| 7 | ports USB (2) | 8 | Logement de la carte d'extension PCIe (carte adaptatrice de connexion 2) |
| 9 | Connecteurs Ethernet (4) | 10 | Bloc d'alimentation (PSU1) |
| 11 | Bloc d'alimentation (PSU2) | | |

Figure 36: Panneau arrière du Châssis PE R630

5.2 Baie SAN

La baie SAN est dédiée au stockage des VMs de l'ensemble du système. C'est sur celle-ci que les deux serveurs R630 sont connectés.

Il s'agit du modèle Dell PowerVault MD3400. Il est composé de deux contrôleurs RAID (Module 0 et Module 1) ainsi que de deux blocs d'alimentation/ventilation.

Chaque module contrôleur RAID possède un port d'administration.



Figure 37: Dell PowerVault MD3400

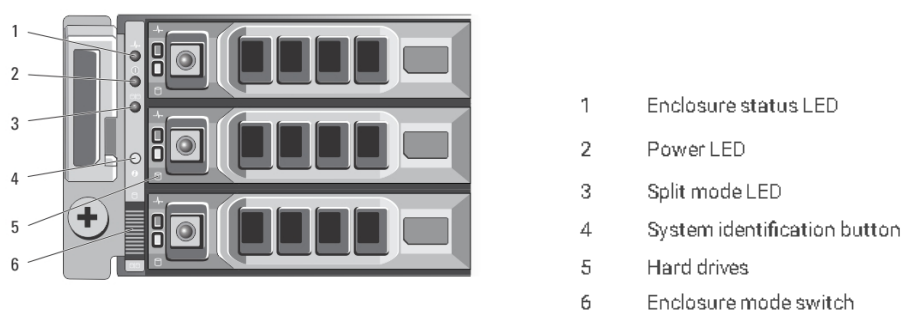
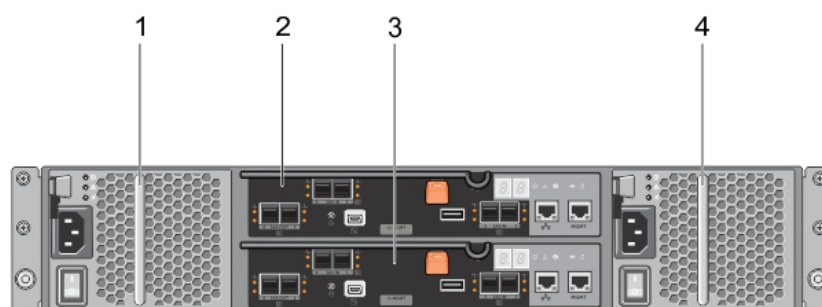


Figure 38: Panneau avant Dell PowerVault MD3400



1. 600 W power supply/cooling fan
2. RAID Controller Module 0
3. RAID Controller Module 1
4. 600 W power supply/cooling fan

Figure 39: Panneau arrière Dell PowerVault MD3400

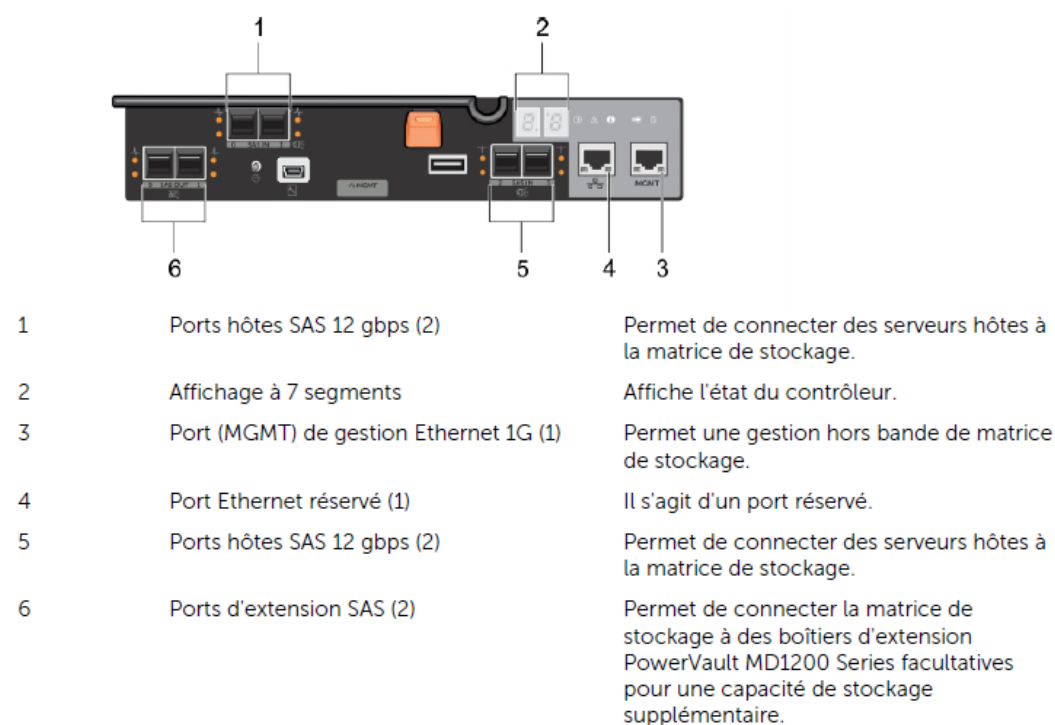


Figure 40: Ports d'un module Raid de MD3400

L'administration de la baie SAN s'effectue à partir d'un logiciel dédié « Modular Disk Storage Manager Client » installé sur une machine Windows. Sur notre système, c'est la VM Windows 7 nommée « PO-VMware » qui héberge ce logiciel.

La baie possède deux nœuds administrables à partir des IP suivantes :

Libellé	IP
Réseau	192.168.129.x /24
Nœud 1	192.168.129.101
Nœud 2	192.168.129.102

5.3 Connexion

Ci-dessous le schéma de principe de connexion SAS entre les serveurs et la baie SAN et le schéma global des connexions.

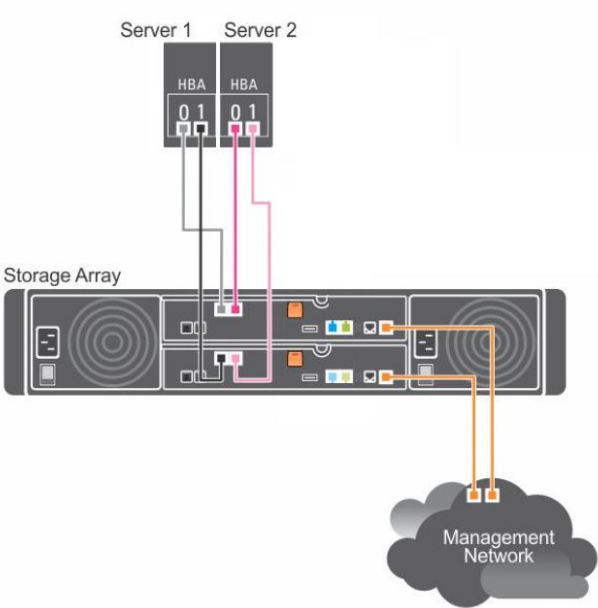


Figure 41: Schéma de connexion SAS entre le SAN et les serveurs

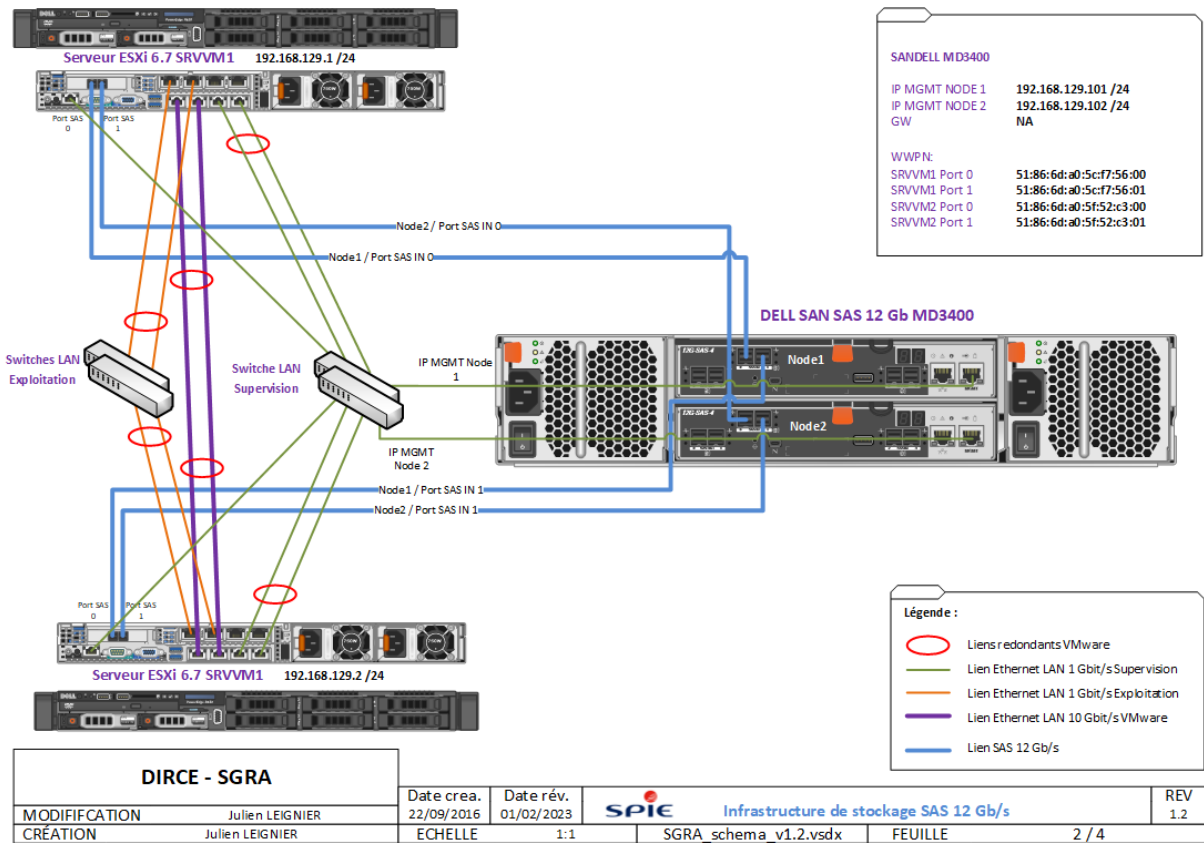


Figure 42: Schéma global des connexions

6 Architecture Réseau

6.1 Réseaux nécessaires

Plusieurs réseaux sont nécessaires au bon fonctionnement du système :

- 1 réseau pour l'exploitation : 192.168.253.x /24
- 1 réseau l'administration (SAN et virtualisation) : 192.168.129.x /24

6.2 Plan d'adressage

Plan d'adressage du réseau d'exploitation :

Réseau exploitation	192.168.253.x /24
SGRA-RN85-FRTL	192.168.253.41
SGRA-RN85-TR	192.168.253.42
SGRATD	192.168.253.43
POVMWARE	192.168.253.44

Plan d'adressage du réseau d'administration :

Réseau admin	192.168.129.x /24
SRVVM1	192.168.129.1
SRVVM2	192.168.129.2
SAN Module 0	192.168.129.101
SAN Module 1	192.168.129.102
vCenter	192.168.129.201
POVMWARE admin	192.168.129.202

Ce réseau est nécessaire et vital au bon fonctionnement de VMware et des différents mécanismes de redondance. Il interconnecte les 2 serveurs ainsi que la baie SAN mais est isolé des autres réseaux.

7 Virtualisation

7.1 Présentation de la virtualisation et du logiciel choisi

La virtualisation est un ensemble de techniques et d'outils permettant de faire fonctionner plusieurs systèmes d'exploitation sur un même serveur physique. Le principe de la virtualisation est donc un principe de partage : les différents systèmes d'exploitation se partagent les ressources physiques d'un même serveur.



Figure 43: Principe de la virtualisation

La virtualisation possède de nombreux atouts:

- utilisation optimale des ressources d'une machine ou d'un parc de machines
- installation, déploiement et migration simple des machines virtuelles d'une machine physique à une autre, notamment dans le contexte d'une mise en production à partir d'un environnement de qualification ou de pré-production
- économie sur le matériel par mutualisation (consommation électrique, climatisation, gain de place, entretien physique, surveillance, support, compatibilité matérielle, etc.)
- sécurisation et/ou isolation d'un réseau (corruption des systèmes d'exploitation virtuels, mais pas des systèmes d'exploitation hôtes qui sont invisibles pour l'attaquant, tests d'architectures applicatives et réseau)
- allocation dynamique de la puissance de calcul en fonction des besoins de chaque application à un instant donné



Figure 44: Logo VMware

VMware, Inc. est une société informatique américaine fondée en 1998. Filiale d'EMC Corporation depuis 2004, elle propose plusieurs produits propriétaires liés à la virtualisation d'architectures x86. C'est aussi par extension le nom de sa gamme de logiciels de virtualisation.

Depuis le rachat d'EMC par Dell en 2015, elle est entrée dans le giron de Dell. VMware est le leader mondial dans le secteur de la virtualisation et des infrastructures de Cloud

Computing. VMware est actuellement le 7^e plus gros éditeur mondial de logiciels pour un effectif d'environ 20000 personnes.

vSphere est un hyperviseur de machines virtuelles de type 1 aussi appelé « Bare Metal » c'est-à-dire qu'il s'installe directement sur la couche matérielle sans avoir besoin d'un OS. Ainsi, il n'est pas nécessaire d'installer un système d'exploitation « hôte » pour installer VMware ESXi contrairement à d'autres solutions du marché.

Pour pouvoir exécuter des applications critiques, assurer une disponibilité et une réactivité optimales, vSphere est la solution préconisée.

VMware vSphere est donc un hyperviseur qui permet une gestion précise des ressources pour chaque machine virtuelle et les meilleures performances.



Figure 45: Les différents composants de la virtualisation

vSphere est composé de nombreux composants :

- le système de fichiers VMFS (Vmware File System) qui permet les accès multiples et simultanés et l'optimisation de l'espace de stockage
- les mécanismes très précis pour la gestion de la mémoire partagée tels que le TPS (Transparent Page Sharing), le ballooning ou encore la compression mémoire
- les vSwitch ou switch virtuels
- les API de gestion du stockage (VAAI, VADP, VAMP et VASRM)
- ...

7.2 Composition de l'infrastructure virtuelle

La solution de virtualisation proposée est bâtie autour des logiciels de virtualisation de VMware (vSphere et vCenter) avec l'hyperviseur VMware vSphere ESXi 6.5 et le superviseur vCenter 6.5.

Comme cela a été abordé sur la partie « Architecture physique », le système est composé de deux serveurs et d'une baie de stockage SAN.

Les serveurs de virtualisation sont gérés par l'hyperviseur VMware vSphere ESXi 6.5.

Ces deux serveurs seront centralisés via l'Appliance VMware vCenter 6.5 dans le cluster nommé « SGRARECITA » du Datacenter VMware.

Les serveurs du cluster ont été dimensionnés pour qu'un seul d'entre eux puisse héberger l'ensemble des VMs de l'infrastructure.

Chaque VM peut fonctionner sur n'importe quel serveur du cluster (ceux-ci ayant tous les mêmes caractéristiques).

Les VMs bénéficient de plusieurs mécanismes de redondance fournis par VMware :

- Haute disponibilité ou HA : redémarrage des VMs en cas de perte d'un serveur physique
- Des mécanismes de redondances des accès réseau et du stockage via des connexions et chemins multiples
- vMotion : la migration "à chaud" signifie que l'on déplace une machine virtuelle d'un hôte ESXi physique vers un autre pendant son exécution sans interruption

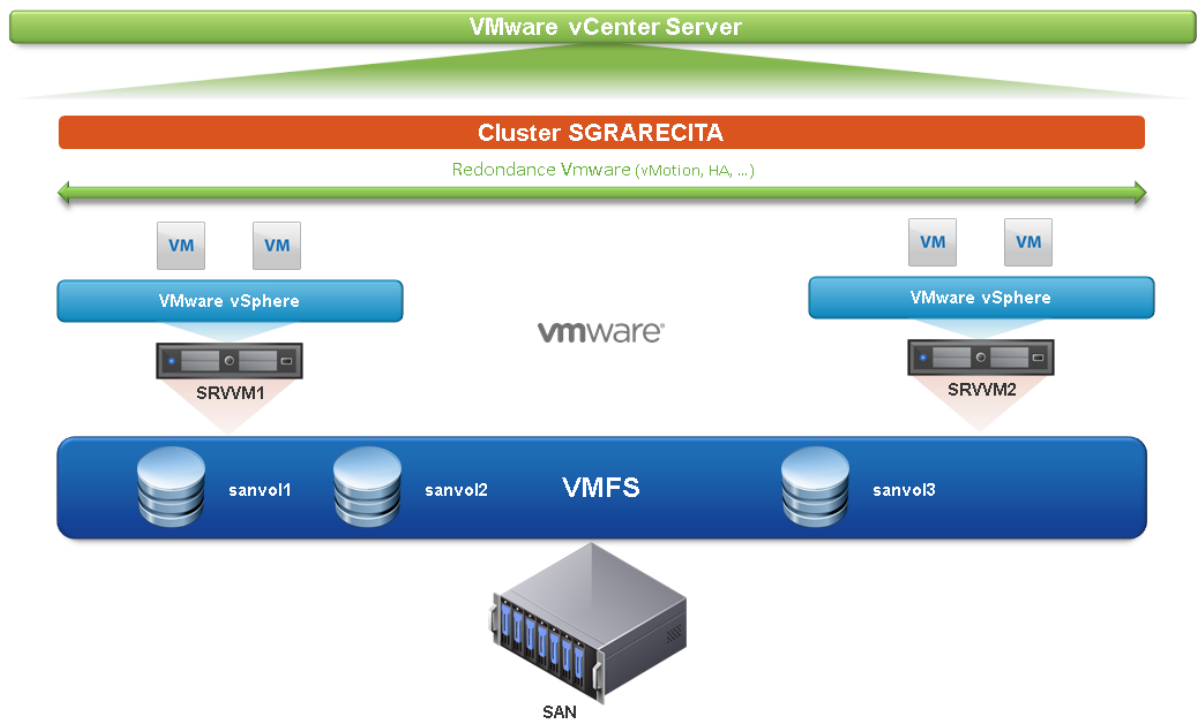


Figure 46: Schéma de l'infrastructure de virtualisation

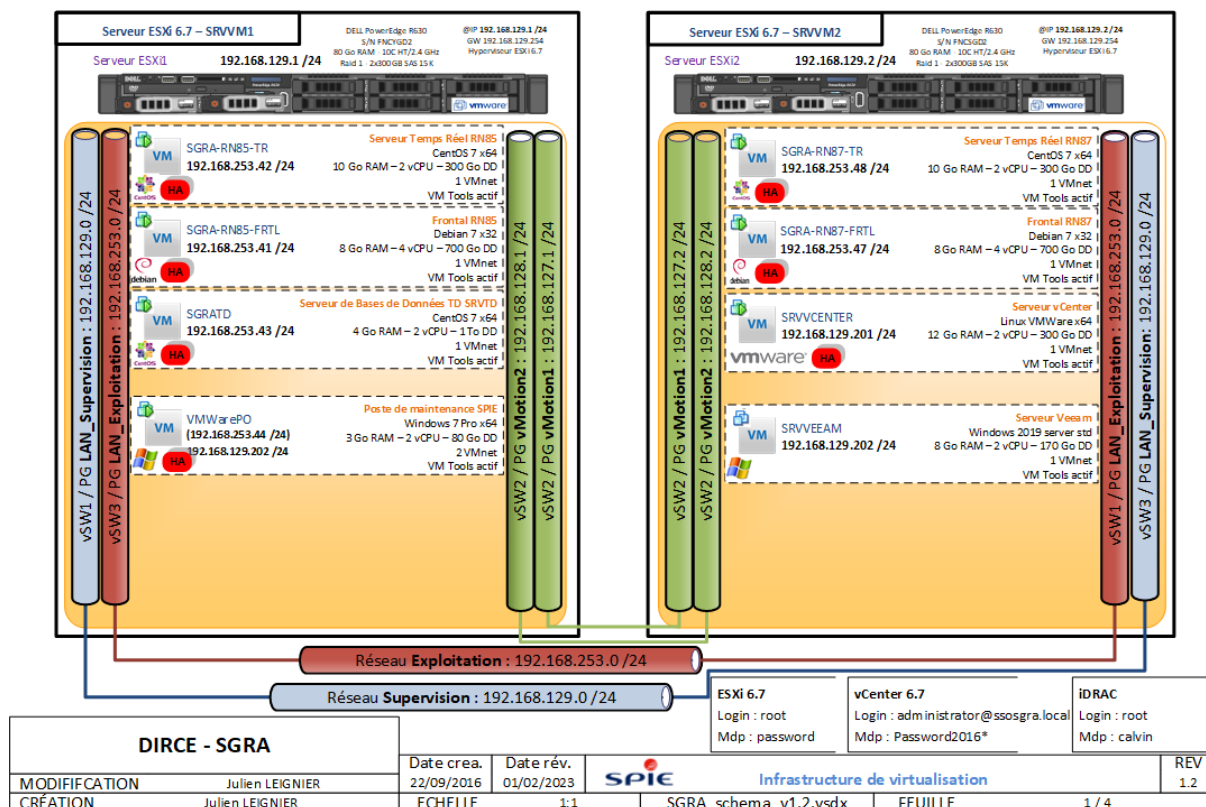


Figure 47: Schéma d'architecture des VMs

7.3 Accès à l'architecture virtuelle

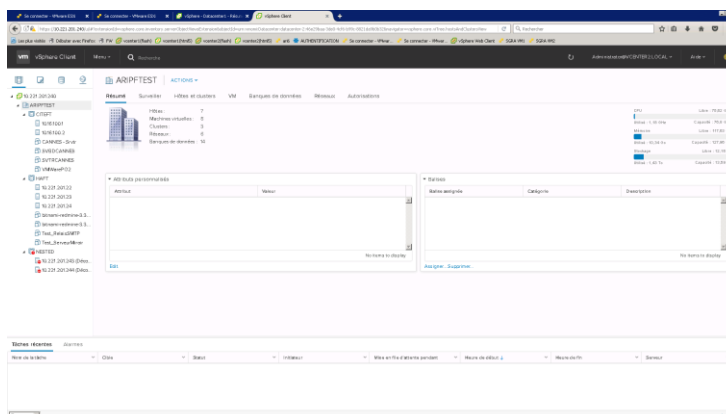
Il n'est pas possible d'accéder aux machines virtuelles directement sur les serveurs de virtualisation. L'écran et les périphériques clavier/souris connectés à un serveur VMware vSphere ESXi servent uniquement à la configuration de base ainsi qu'à la recherche et résolution de problèmes bas niveau sur l'ESXi.

Depuis la version 6.5 de VMware vSphere et la suppression du client lourd (une application dédiée) qui était fourni par VMware pour se connecter et administrer l'infrastructure, la seule et unique solution est basée sur un portail Web.

Chaque hôte vSphere ESXi dispose de son portail web pour effectuer sa configuration et administrer les machines virtuelles qu'il contient.

Cependant, lorsqu'un superviseur vCenter est déployé, il est fortement conseillé d'utiliser le portail Web du vCenter et d'utiliser les portails Web des hôtes vSphere uniquement en cas de problème sur le portail Web vCenter.

vCenter est l'outil de gestion de la gamme vSphere. Il permet de gérer l'ensemble des machines virtuelles et des hôtes physiques. C'est aussi lui qui orchestre entre autres les fonctions de disponibilité telles que le HA et le FT de vSphere au niveau du « cluster ». Il permet la gestion centralisée de l'infrastructure ainsi que des journaux de rapport des évènements et des rapports graphiques de performances de celle-ci.



Le portail Web du vCenter est composé de deux parties :

- Le portail web en flash qui sert à configurer toutes les fonctionnalités du vCenter bientôt abandonné au profit du portail HTML5.
- Le portail web en HTML5 qui permet de configurer 90% des fonctionnalités du vCenter. Ce portail est beaucoup plus rapide et plus fluide que le portail Flash.

L'accès au portail s'effectue à l'adresse suivante

Serveur	Chaine de connexion	Login	Password
SRVVM1	http://@IP-SRVVM1	root	password
SRVVM2	http://@IP-SRVVM	root	password
vCenter	http://192.168.129.201	administrator@ssosgra.local	Password2016*

Attention, les IPs appartenant au réseau 192.168.129.x sont uniquement joignables à partir de ce réseau et de POVMware.

8 Redondance

8.1 Redondances matérielles

De nombreuses redondances matérielles sont présentes au niveau du matériel DELL, que ce soit sur les serveurs ou sur la baie SAN.

8.1.1 Les redondances serveurs

Le matériel DELL choisi pour la partie matérielle de notre solution de virtualisation est robuste et constitué de multiples redondances avec :

- Alimentations redondantes échangeables à chaud
- Double zone de ventilation avec ventilateurs redondants
- Disques redondés et échangeable à chaud
- Système d'analyse prédictive des pannes

Cependant tous ces atouts qui en font les serveurs les plus fiables du marché ne suffisent pas à garantir des taux de pannes minimum.

Ainsi en plus du matériel, la redondance sera mise en place au niveau des connexions aux réseaux (par doublement des liens de rattachement) que ce soit pour les réseaux d'exploitation et d'administration.

Au niveau réseau les liens seront toujours doublés via le protocole d'agrégation de lien 802.3ad quand celui-ci pourra être utilisé ou alors par des liens dédoublés de type actif/secours dans les autres cas.

8.1.2 Les redondances SAN

La baie SAN étant un équipement vital du système, celle-ci est redondée de façon importante :

- Alimentations redondantes échangeables à chaud
- Nœuds du système redondés
- Cartes SAS redondées
- Stockage redondé grâce à la technologie RAID5

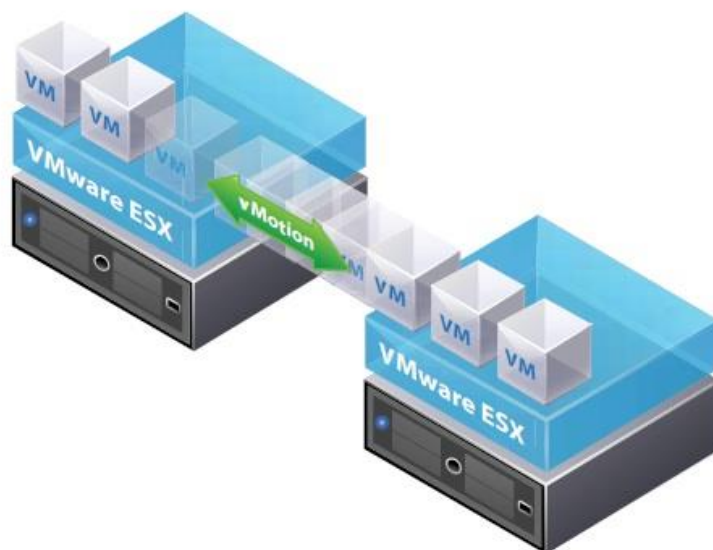
8.2 Redondance logicielle

VMware vSphere est composé de nombreuses fonctionnalités permettant la redondance.

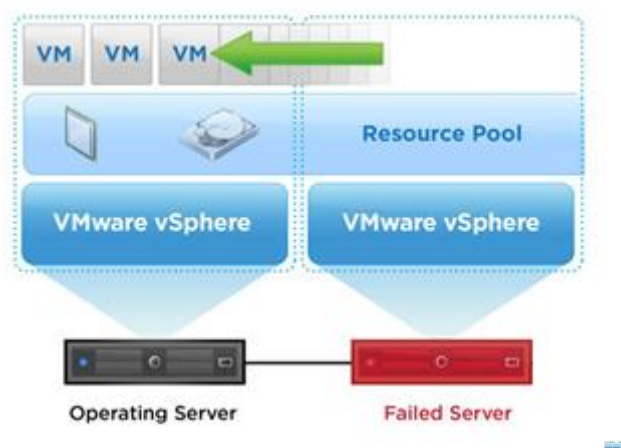
Les principales sont les suivantes :

- vMotion qui permet de migrer à chaud des machines virtuelles entre les serveurs, sans interruption ni perte de service pour les utilisateurs. Il devient ainsi inutile de

planifier l'interruption des applications en cas de maintenance des serveurs.



- High Availability (HA) assure un redémarrage automatique et rapide de toutes les applications en quelques minutes en cas de panne du matériel ou du système d'exploitation.



9 Architecture logicielle

9.1 Schéma

La Figure 48 illustre l'architecture logicielle mise en œuvre dans le cadre du système SGRA.

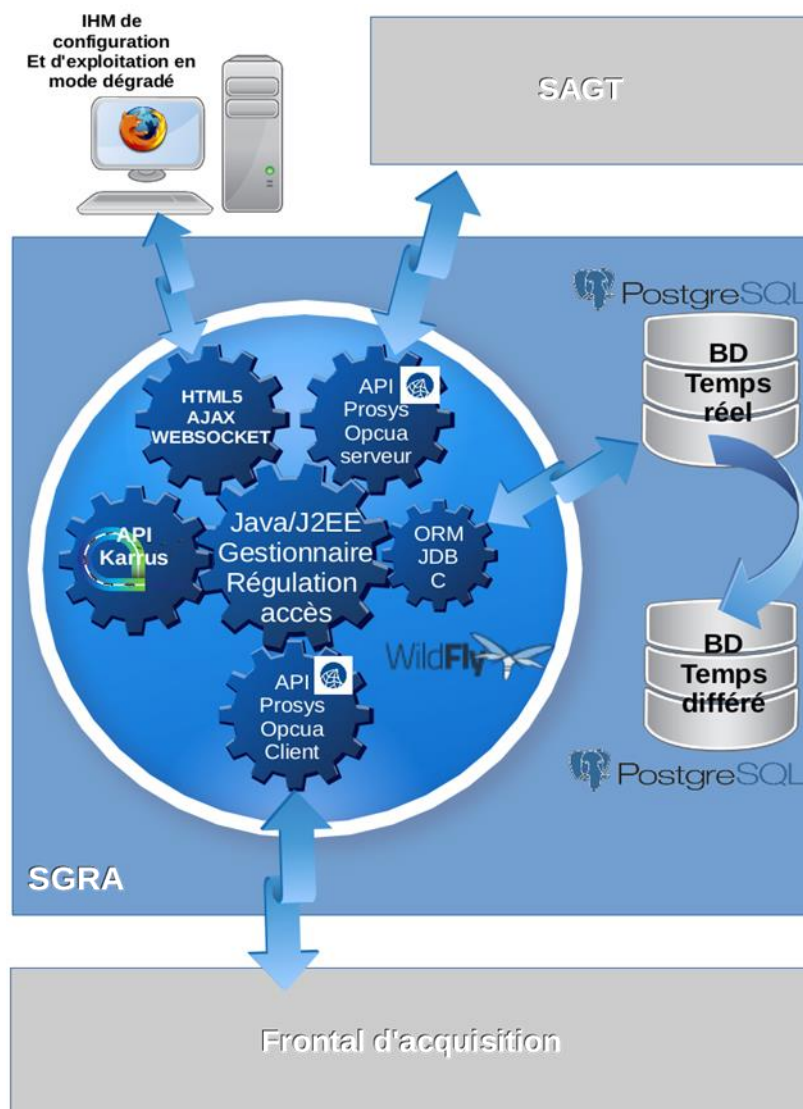


Figure 48 : Schéma d'architecture logicielle du SGRA

9.2 Description des modules

Le système SGRA est une application de type web, basée sur la technologie JAVA J2EE. Elle est hébergée par un serveur d'application « Wildfly 10.0 » édité par la société JBoss. Le système est composé des modules applicatifs suivant :

Module	Description
Serveur de gestion de la régulation (Java J2EE)	Module principal qui assure les différentes fonctions du SGRA et coordonne les différents modules.
Module de calcul des consignes de débit (Java, Karrus)	Implémente l'algorithme de calcul des consignes de débit par le biais des feuilles de calcul.
Module d'interface avec le frontal d'acquisition (Java, Prosys OpcUa)	Permet la communication bidirectionnelle avec le frontal d'acquisition
Module d'interface avec le SAGT (Java, Prosys OpcUa)	Permet la communication bidirectionnelle avec le SAGT
Interface Homme Machine (Html5, Ajax, websocket)	IHM Mode dégradé du SGRA
Base de données temps réel (Postgresql)	Permet le stockage du référentiel du SGRA et de l'historique court terme
Base de données temps différé (Postgresql)	Permet le stockage de l'historique temps différé.

9.3 Description de l'arborescence

9.3.1 Temps réel

Le serveur temps réel héberge l'ensemble des modules du SGRA, à l'exception de la base de données temps différé.

9.3.1.1 Les répertoires

Le tableau ci-dessous liste les répertoires d'installation et de configuration des différents modules du serveur SGRA temps réel.

Fichier	Description
/opt/wildfly	Répertoire d'installation du serveur d'application jboss Wildfly.
/opt/wildfly/standalone/deployments	Répertoire de déploiement de l'application SGRA : sgra-dyn-ear-xxx.ear (xxx étant la version)
/opt/wildfly/standalone/configuration	Répertoire de configuration du serveur d'application WildFly
/opt/wildfly/standalone/data/SGRA/KARRUS	Répertoire où sont stockées les feuilles de calcul de l'algorithme de régulation.
/opt/wildfly/standalone/log	Répertoire où sont stockés les fichiers de trace de l'application
/opt/Postgresql-9.5.4	Répertoire d'installation de la base de données temps réel.

9.3.1.2 Les fichiers de configuration

Fichier	Description
/opt/wildfly/standalone/deployments/standalone-full.xml	Fichier de configuration du serveur wildfly
/opt/wildfly/standalone/configuration/sgra/application.properties	Fichier de configuration du système SGRA
/opt/wildfly/standalone/data/SGRA/KARRUS/xxxxx.fdc	Feuilles de calcul de l'algorithme de régulation.
/opt/Postgresql-9.5.4/data/pg_hba.conf	Fichiers de configuration de la base de données temps réel.
/opt/Postgresql-9.5.4/data/postgresql.conf	

9.3.1.2.1 Le fichier *standalone-full.xml*

Il s'agit du fichier de configuration du serveur d'application wildfly. Il permet en particulier de configurer les informations de connexion aux bases de données

```
<datasource jta="false" jndi-name="java:/sgraTrDs" pool-name="sgraTrDsPool"
  enabled="true" use-java-context="true">
  <connection-url>jdbc:postgresql://sgratr:5432/sgra</connection-url>
  <driver>postgres</driver>
  <pool>
    <min-pool-size>20</min-pool-size>
    <max-pool-size>250</max-pool-size>
  </pool>
  <security>
    <user-name>appsgra</user-name>
    <password>appsgra</password>
  </security>
</datasource>
<datasource jta="false" jndi-name="java:/sgraTdDs" pool-name="sgraTdDsPool"
  enabled="true" use-java-context="true">
  <connection-url>jdbc:postgresql://sgratd:5432/sgra</connection-url>
  <driver>postgres</driver>
  <pool>
    <min-pool-size>20</min-pool-size>
    <max-pool-size>250</max-pool-size>
  </pool>
  <security>
    <user-name>appsgra</user-name>
    <password>appsgra</password>
  </security>
</datasource>
```

Ainsi que les niveaux de traces

```
<logger category="com.spie" use-parent-handlers="true">
  <level name="DEBUG"/>
</logger>
<logger category="METIER.OPCUA.SGRA" use-parent-handlers="false">
  <level name="DEBUG"/>
  <handlers>
    <handler name="CONSOLE"/>
    <handler name="SAGT_FILESIZE DATE"/>
  </handlers>
</logger>
<logger category="METIER.OPCUA.FRONTAL" use-parent-handlers="false">
  <level name="DEBUG"/>
  <handlers>
    <handler name="CONSOLE"/>
    <handler name="FRONTAL_FILESIZE DATE"/>
  </handlers>
</logger>
<root-logger>
  <level name="INFO"/>
  <handlers>
    <handler name="CONSOLE"/>
    <handler name="SERVEUR_FILESIZE DATE"/>
  </handlers>
</root-logger>
```

9.3.1.2.2 Le fichier *application.properties*

Ce fichier contient les paramètres de configuration de l'application SGRA. Il permet en particulier de configurer la chaîne de connexion au frontal d'acquisition. Il permet également de configurer l'heure de transfert des données d'historique court terme vers la base temps différé, et l'heure de traitement de l'export des données d'historiques temps différés vers des fichiers d'export d'historique long terme.

#Opcua Frontal Acquisition

```
uri.opcua.frontal.acquisition=opc.tcp://srv-sid:4840/SIDServer
namespace.opcua.frontal.acquisition=http://www.gentiane.namespace.fr/sidgroup
```

...

#Traitement des données d'historiques

```
heure.traitement.historique.court.termes=01:00
heure.traitement.historique.moyen.termes=01:30
```

9.3.1.2.4 Les fichiers de configuration de la base de données

Il conviendra de consulter la documentation du produit postgresql pour plus de détail sur les fichiers de configuration de la base de données.

9.3.1.3 Les fichiers de traces

Le système SGRA produit les fichiers de traces suivants situés dans le répertoire /opt/wildfly/standalone/log :

Fichier	Description
server_sgra.log	Traces du module serveur principal du SGRA
frontal.log	Traces des communications avec le frontal d'acquisition
sagt.log	Traces des communications avec le SAGT

Ces fichiers de traces sont tournants sur plusieurs jours.

9.3.2 Temps différé

Le serveur temps différé héberge uniquement la base de données temps différé du système SGRA.

9.3.2.1 Les répertoires

Le tableau ci-dessous liste les répertoires d'installation et de configuration des différents modules du serveur SGRA temps réel.

Fichier	Description
/opt/Postgresql-9.5.4	Répertoire d'installation de la base de données temps réel.

9.3.2.2 Les fichiers de configuration

Fichier	Description
/opt/Postgresql-9.5.4/data/pg_hba.conf	Fichiers de configuration de la base de données temps différé.
/opt/Postgresql-9.5.4/data/postgresql.conf	

9.3.2.2.1 Les fichiers de configuration de la base de données

Il conviendra de consulter la documentation du produit postgresql pour plus de détail sur les fichiers de configuration de la base de données.

9.4 Les modèles de données

Les sections ci-dessous donnent un aperçu de la liste des tables et vues des bases de données temps réel et temps différé. Il conviendra de consulter le document de conception afin d'avoir une description détaillée du modèle de donnée.

9.4.1 Temps réel

9.4.1.1 Modèle d'objet du SGRA

Table	Vue
mod_equipement	vum_equipement
mod_att_mod_eqp	vum_att_vum_eqp
mod_variable	vum_variable
mod_plan_de_feux	vum_plan_de_feux
mod_att_mod_plan_de_feux	vum_att_vum_plan_de_feux
mod_att_mod_ressource	vum_att_vum_ressource
mod_ressource	vum_ressource
mod_attribut_ressource	vum_attribut_ressource
mod_attribut	vum_attribut

9.4.1.2 Instance d'objet du SGRA

Table	Vue
ref_equipement	vur_equipement
ref_att_ref_equipement	vur_att_vur_equipement
ref_plan_de_feux	vur_plan_de_feux
ref_att_ref_plan_de_feux	vur_att_vur_plan_de_feux
ref_attribut	vur_attribut
ref_ressource	vur_ressource
ref_att_ref_ressource	vur_att_vur_ressource
ref_attribut_ressource	vur_attribut_ressource
ref_profil	vur_profil
ref_profil_ref_ressource	vur_profil_vur_ressource
ref_droit	vur_droit
ref_droit_ref_profil	vur_droit_vur_profil
ref_constante	vur_constante

9.4.1.3 Historique court terme du SGRA

Table	Vue
hst_consigne_debit	vuh_consigne_debit
hst_donnee_trafic	vuh_donnee_trafic

hst_fil_eau	vuh_fil_eau
hst_stock	vuh_stock
hst_tdp	vuh_tdp
hst_volume_trafic	vuh_volume_trafic

9.4.2 Temps différé

9.4.2.1 Historique court terme du SGRA

Table	Vue
hst_consigne_debit	vuh_consigne_debit
imp_hst_consigne_debit	
hst_donnee_trafic	vuh_donnee_trafic
imp_hst_donnee_trafic	
hst_fil_eau	vuh_fil_eau
imp_hst_fil_eau	
hst_stock	vuh_stock
imp_hst_stock	
hst_tdp	vuh_tdp
imp_hst_tdp	
hst_volume_trafic	vuh_volume_trafic
imp_hst_volume_trafic	

10 Outils indispensable à la maintenance

10.1 Listes des outils

Outils	Description
Putty, ssh	Clients ssh
Scp, winscp	Transfert de fichier
Vi, less, tail, notepad++	Edition de fichier texte
Pgadmin3, sqldeveloper	Client base de données

10.2 Informations de connexion

10.2.1 Connexion aux serveurs temps réel et temps différés

Les comptes de connexions aux serveurs temps réel et temps différés sont :

Utilisateur	Mot de passe
root	Invite
sgra	adminsgra

10.2.2 Connexion aux bases de données temps réel et temps différés

Les comptes de connexions aux bases de données sont :

Utilisateur	Mot de passe	Droit
adminsgra	adminsgra	Tout
appsgra	appsgra	Tout
visiteursgra	visiteursgra	Vues d'historiques

11 Procédures de maintenance

11.1 Démarrer/Arrêter l'application

Le serveur d'application wildfly hébergeant l'application SGRA est automatiquement démarré au lancement du serveur temps réel.

Le démarrage manuel du serveur d'application se fait par la commande :

```
systemctl start wildfly
```

L'arrêt manuel du serveur d'application se fait par la commande :

```
systemctl stop wildfly
```

L'état actuel du serveur d'application peut être obtenu avec la commande :

```
systemctl status wildfly
```

11.2 Mettre en production de nouvelles feuilles de calcul

Pour mettre en production de nouvelles feuilles de calcul, il convient de suivre les étapes suivantes :

1. Arrêter le serveur d'application
2. Déployer les nouvelles feuilles de calcul dans le répertoire approprié. Il faudra veiller à ce que le nom de chaque feuille de calcul corresponde au code informatique de la bretelle ou de la grappe (voir § 9.3.1.2.3).
3. Redémarrer le serveur d'application

11.3 Accéder au fichier de trace

(voir § 9.3.1.2.1).

11.4 Modifier les paramètres du serveur applicatif

(voir § 9.3.1.2.1).

12 Actions associées aux principaux incidents potentiels

12.1 Suppression d'une feuille de calcul

12.2 Modification de la chaine de connexion aux interfaces

12.3 Perte de communication avec le frontal

13 Installation du système
