

## E41 2020 - Charpin

	Pt	A	B	C	D	Note
1 Fiche Contenu Scientifique et Technique	2	A				2
2 Présentation (mise en page, lisibilité, structure)	1	C				0,35
3 Qualité de l'expression : syntaxe, orthographe, précision du lexique scientifique ou technique utilisé	1	A				1
4 Niveau d'anglais dans le résumé	1	X				0
5 Description des activités professionnelles conduites	4	A				4
6 Analyse d'un exemple de démarche QHSSE	3	X				0
7 Analyse d'un exemple de prévention des risques	3	C				1,05
8 Analyse d'un exemple d'activités liées à l'instrumentation, au contrôle automatique ou aux automatismes	3	A				3
9 Qualité scientifique ou technique du résumé en anglais	2	X				0

**Note : 11,4/20**

Il me semble que l'amélioration de l'Efficacité rentre dans une démarche de qualité. Il faut mettre ton projet dans l'ordre.

1. Présentation plus courte de l'entreprise.
2. Présentation des activités conduites.
3. Projet = Analyse d'un exemple d'activité autour d'une démarche QHSSE
4. Analyse d'un exemple de prévention des risques.
5. Partie en anglais.

Léo Charpin

BTS Contrôle Industriel et Régulation  
Automatique

Entreprise : ARKEMA

Lieu : Châteaux Arnoux-Saint Auban

## Rapport de stage BTS CIRA 2019

Tuteur d'entreprise : Philippe Jeanson

Technicien service informatique  
industrielle et automatisme

Tuteur pédagogique : GATT Patrick

Professeur en régulation industriel  
Lycée Rouvière TOULON 83000



# Sommaire :

## Table des matières

1. Introduction.....	2
2. Usine ARKEMA de Saint-Auban.....	3
2.1 Présentation du site de Saint-Auban .....	3
2.2 Service technique.....	4
2.3 Production usine ARKEMA Saint-Auban .....	5
2.4 Quelques chiffres .....	6
2.4.1 Quantités de production .....	6
2.4.2 Chiffres représentant l'entreprise.....	7
3. Présentation du projet .....	8
3.1 Présentation du sujet de stage .....	8
3.1.1 Control Loop Monitoring.....	8
3.1.2 Projet ILOOP .....	11
3.1.3 Logiciels utilisés .....	12
4. Activités professionnels conduites.....	12
4.1 Amélioration du Service Factor .....	12
4.1.1 Identification de mauvais mode de fonctionnement .....	12
4.1.2 Plage de fonctionnement des vannes.....	15
4.2 Amélioration de l'Efficacité (efficiency).....	17
4.2.1 Calcul de nouveaux paramètres PID .....	17
4.2.1.1 Méthode de calcul demandé par le régleur Arkema .....	18
4.2.1.2 Calcul sur le procédé .....	20
4.2.1.3 Paramètres proposé par DeltaV Insight .....	20
4.2.2 Application sur le régulateur.....	21
4.2.3 Paramètres utilisés.....	22
4.3 Démarche QHSSE .....	23
4.3.1 Prévention des risques liées à l'environnement indistriel .....	23
4.3.2 Station physico chimique (environnement).....	24
4.3.3 Qualité du produit fini.....	25
5. Résumé en anglais.....	25
6. Conclusion .....	26

## 1. Introduction

Ma formation de BTS Contrôle Industriel et Régulation Automatique impose un stage en entreprise en fin de première année. Ce stage, d'une durée de 3 mois est obligatoire pour accéder à la deuxième année. J'ai donc été accueilli dans l'entreprise ARKEMA du 14 mai au 03 août. Durant mon stage il m'a été demandé de travailler sur l'optimisation des boucles de régulation de l'usine AKEMA Saint-Auban. Ce sujet m'a donc été proposé par mon tuteur pour un projet qui est en commun avec toutes les usines ARKEMA du monde. Les usines ARKEMA possède un outil qui détermine le bon fonctionnement des boucles de régulation. Mon objectif était donc d'améliorer les performances des boucles de l'usine sur le site de SAINT-AUBAN. Ce projet m'a poussé à travailler avec tous les services de l'usine et donc de découvrir tous les corps de métier. Ce stage m'a permis de découvrir le monde du travail, mais aussi d'appliquer quelques notions découvertes durant mon apprentissage, ce stage correspondait parfaitement à ma formation et m'a donné envie de poursuivre mes études dans ce domaine.





## 2. Usine ARKEMA de Saint-Auban

### 2.1 Présentation du site de Saint-Auban

Le site de Saint-Auban située dans les Alpes de haute Provence, ouvre ses portes en 1915 pour répondre aux besoins de la défense nationale. En 1916 l'usine produit donc du chlore pour l'armement de la nation. Arkema est née de la réorganisation de la branche de chimie Total, le groupe est un des acteurs majeurs de la chimie des spécialités. Le site ARKEMA saint- auban s'étend sur 40ha, un acteur majeur d'emploi dans la région. Aujourd'hui il y a 240 salariées travaillant pour ARKEMA dans l'usine auquel s'ajoutent 120 salariés issue d'entreprise extérieure. L'usine est l'un des premiers producteurs de T111 en Europe, Arkema a prit son indépendance de TOTAL en 2006. Aujourd'hui à l'intérieur du site nous avons trois pôles de fabrication, ARKEMA, KEM ONE et TOTAL. Ce site énormément préoccupé par la sécurité de ses employés mais aussi par le développement des infrastructures ainsi qu'améliorer son développement. L'usine étant ancienne beaucoup de nouveaux projets sont mis en place, récemment la disposition de panneaux photovoltaïques a permis d'alimenter en électricité un certain nombre de bâtiments. L'usine par le passé était un facteur de pollution important, aujourd'hui de nouvelles normes on était mis en place, la préfecture impose donc le traitement de tous les déchets et même ceux de la commune de Châteaux Arnoux-Saint Auban avec la station biochimiques.

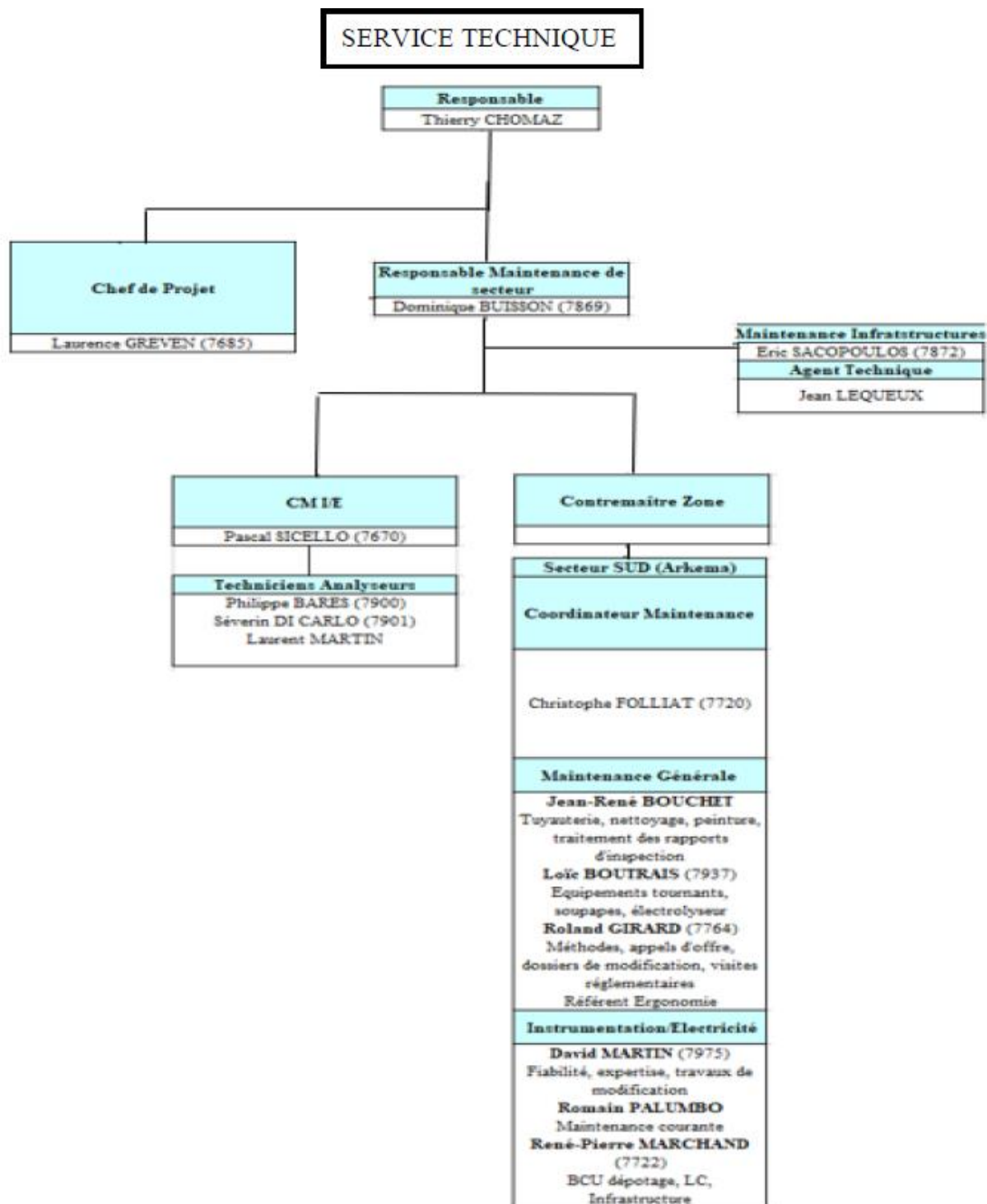


## 2.2 Service technique

La maintenance de tous les équipements de l'usine est assurée par le service technique afin de permettre aux entités du site de remplir leurs différentes missions. Le service technique de l'usine est composé par environ 80 personnes :

- MCI : Moyens Communs Instrumentation
- MCG : Moyens Centraux Généraux
- ST/S Service technique SUD
- ST/N Service Technique NORD
- CGA Commun Gestion Administration (maintenance générale de l'usine)

Organigramme fonctionnel et hiérarchique :

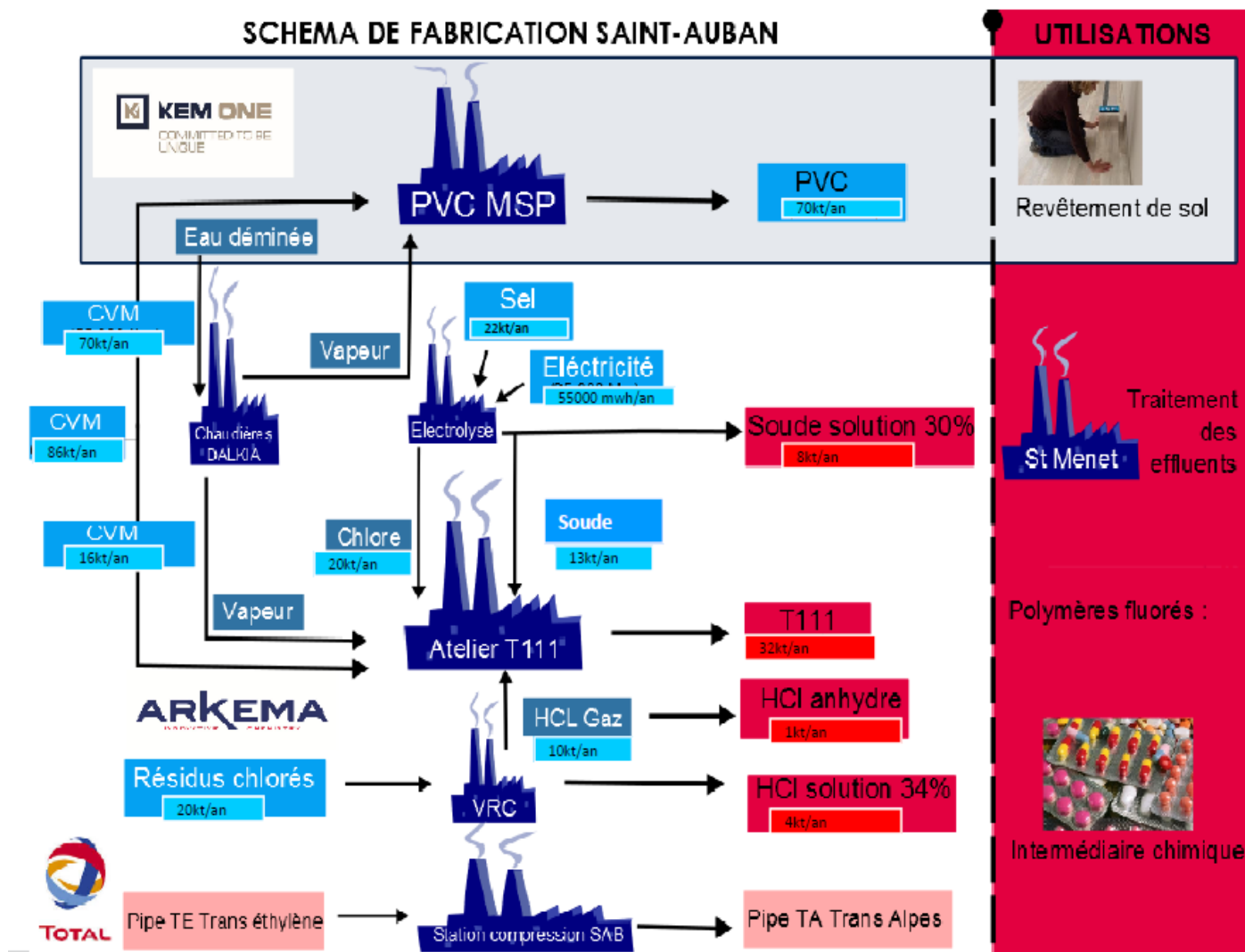


## 2.3 Production usine ARKEMA Saint-Auban

L'usine ARKEMA Saint-Auban produit principalement du T111 (trichloroéthène). Il est obtenu à partir de chlore qui est fournie par une électrolyse. Une fois la production de T111 achevée, il est envoyé par un camion à l'usine ARKEMA de Pierre-Bénite pour la fabrication de gaz fluorés, hydrofluorocarbures ainsi que des polymères fluorés.

L'atelier VRC permet de la valorisation des résidus chlorés par brulage à l'aide d'un four. Il permet de recycler et valorisé les résidus chlorés sous formes gazeux et liquide. Le produit fini (HCL solution et anhydre) est ensuite vendu pour réaliser de la chimie fine ou encore dans le domaine pharmaceutique.

L'atelier électrolyse permet à partir de sel, d'eau et d'électricité de produire du chlore, de la soude et de l'hydrogène par une réaction chimique provoqué par l'électricité.





On peut voir ci-dessous les caractéristiques des produits finis :

	Chlore	CV2	T112	T111	HCl	Soude	CVM	H2
Etat et risques dans les conditions Normalisées de T & P.	Gaz, couleur jaune – vert Suffocant très toxique Comburent	Liquide, incolore, odeur douce	Liquide incolore	Liquide, incolore, odeur d'éther	Gaz incolore Odeur irritante très toxique Corrosif avec eau	Liquide visqueux incolore corrosif	Gaz incolore odeur douceâtre inflammable toxique	Gaz incolore
Densité gaz (air = 1.17)	2.44 @ 25°C	3.34 @ 25°C	4.8 @ 25°C	4.6 @ 25°C	1.26 @ 25°C	-	0.91@25°C	0.073 @25°C
Densité liq (eau = 1)	1.411 @ 20°C	1.215 @ 20°C	1.44 @ 20°C	1.34 @ 20°C	1.27	1.33 @ 20°C	2.15@20°C	0.071@-253°C
T°C ébullition [°C]	-34.1	32	113.5	74	-84.9	119	-13.8	-253
T°C fusion [°C]	-101	-122	-36.5	-30.4	-114.3	3	-153.8	-259
Masse molaire [g/mol]	70.9	96.9	139.4	133.4	36.5	40	62.5	2
Tension de vapeur [bar abs]	7.8 @ 25°C	0.663 @ 20 °C	0.022 – 0.025 @ 20 °C	0.137 – 0.165 @ 20 °C	47.2 @ 25°C	0.011 @ 20°C	3.3 @ 20°C	1 @ -253°C
Chaleur latente de vaporisation [kcal/kg]	66.9 @ -20°C	71.8 @ 32°C	64.8 @ 70°C	52.8 @ 75°C	80 @ -10°C	-	82 @ -13.9°C	-
LIE/LES dans air [%Vol]	- / -	5.6 / 16	- / -	7.5 / 12.5	- / -	- / -	3.8 / 29.3	4 / 80
Point éclair [°C]	-	-10	> 75	-	-	-	-78	-
Solubilité [g/l]	7.4 @ 20°C	2.5 @ 20.5°C	4.5 @ 20°C	1.25 @ 23°C	6.7 @ 30°C	Total @ 20°C	1.1 @ 25°C	1.54 @ 0°C

On peut voir ici des caractéristiques importantes du produits finis.

## 2.4 Quelques chiffres

### 2.4.1 Quantités de production

#### Quantités de production de l'usine ARKEMA Saint-Auban :

##### Capacité Nominale

- **Electrolyse** : 56.3 T  $\text{Cl}_2^*$  /j & 61.7 T  $\text{NaOH}^*$  /j & 2.4 T  $\text{H}_2$ /j
- **VRC** : 19500 T résidus / an (PCI = 2200kcal/kg)
- **Solvant** : 97.7 T  $\text{T}_{111}$ /j
- **HCl anhydre**: 3.6 T  $\text{HCl}$  /j

##### Macroflux & hypothèses

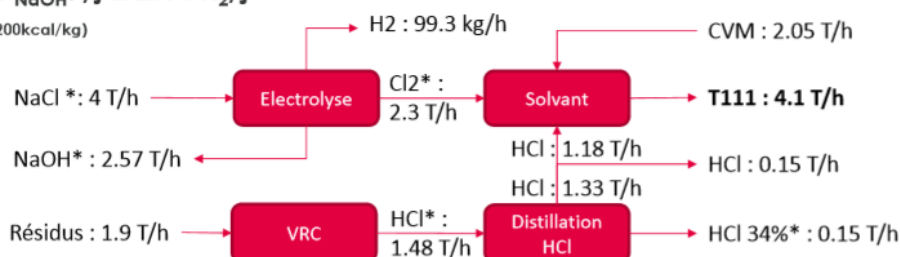
- Le % de chlore dans résidus est de 78%
- Le taux de marche du VRC est de 90%
- Le facteur de service du VRC est de 95%
- \* exprimé en 100%

##### MAM & hypothèses

- Le rendement du VRC est de 93%
- MAM electricité définit selon relation tech. Ingé. J4804 V1

##### OAU

- Budget 2018 → 84.9%
- Budget 2019 → 90.4%



MAM	Stoechio	Design/Test run	2017
Electrolyse	1648 kg $\text{NaCl}^*/\text{T}_{\text{Cl}_2}$ 2469 Kwh/ $\text{T}_{\text{Cl}_2}$	1733 kg $\text{NaCl}^*/\text{T}_{\text{Cl}_2}$ 2538 Kwh/ $\text{T}_{\text{Cl}_2}$	1921 kg $\text{NaCl}^*/\text{T}_{\text{Cl}_2}$ 2571 Kwh/ $\text{T}_{\text{Cl}_2}$
Solvant	531 kg $\text{Cl}_2/\text{T}_{\text{T111}}$ 469 kg $\text{CVM}/\text{T}_{\text{T111}}$ 274 kg $\text{HCl}/\text{T}_{\text{T111}}$	576 kg $\text{Cl}_2/\text{T}_{\text{T111}}$ 505 kg $\text{CVM}/\text{T}_{\text{T111}}$ 290 kg $\text{HCl}/\text{T}_{\text{T111}}$	580 kg $\text{Cl}_2/\text{T}_{\text{T111}}$ 498 kg $\text{CVM}/\text{T}_{\text{T111}}$ 295 kg $\text{HCl}/\text{T}_{\text{T111}}$
VRC	802 kg $\text{HCl}/\text{T}_{\text{residus}}$	746 kg $\text{HCl}/\text{T}_{\text{residus}}$	740 kg $\text{HCl}/\text{T}_{\text{residus}}$



On peut y voir ici les différentes quantités de production de l'usine par année et les taux de marche des différents systèmes.

#### 2.4.2 Chiffres représentant l'entreprise

Le site de Saint-Auban emploie 234 salariés du groupe ARKEMA et viennent d'ajouter 120 salariés travaillant pour des entreprises extérieures dans des domaines aussi variés que le transport ou la maintenance. Elle est aujourd'hui un acteur majeur de l'emploi dans la région.

Le site de Saint-Auban a investi 8.2 millions d'euros ses dernières années.

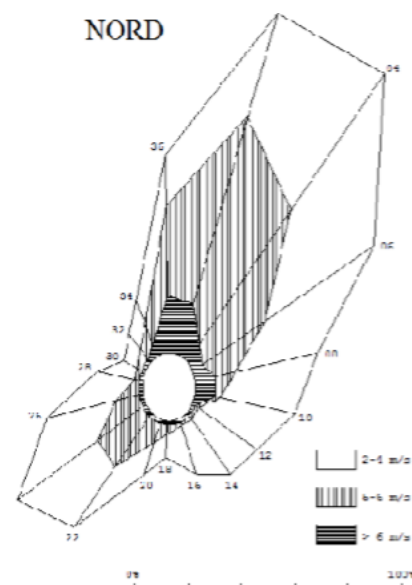
On peut apercevoir ici quelques données géologiques et climatiques du site :

##### ❖ Géologique :

- Altitude moyenne : 420 m
- Caractéristique du sol : Poudingue à gravier alluvionnaire
- Profondeur de la nappe phréatique : environ 410m

##### ❖ Données climatiques

- Pluie moyenne annuelle : 754 mm
- Nombre moyen annuel de jours d'orage : 31
- Précipitation maximale sur 24 Heures : 73,9 mm
- Températures min/max/moyenne Hiver/ moyenne été:  
-13.4/+39.5/+4.8/+28.8°C
- Rose des vents : 1984-1989 Janvier-Décembre  
11% du temps de vent Nord-Nord-Est (02)



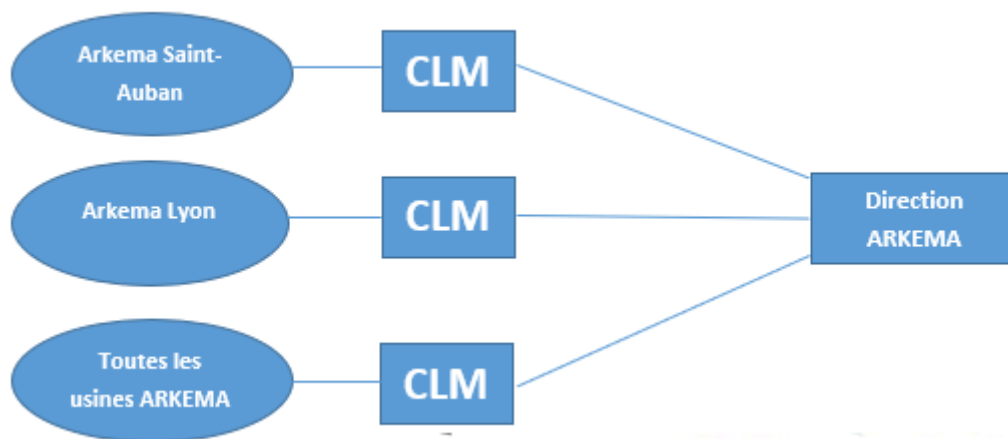
### 3. Présentation du projet

#### 3.1 Présentation du sujet de stage

Mon sujet de stage est donc l'optimisation des boucles de régulation de l'usine ARKEMA Saint-Auban. Mon travail a pour objectif de travailler sur le projet nommer ILoop, qui consiste à améliorer l'indice de performance des boucles de régulation de l'usine de Saint-Auban. Les performances des boucles de régulation sont envoyées à la direction ARKEMA monde, chaque usine a son indicateur de performance de leurs boucles de régulation. Toutes les usines ARKEMA monde ont un objet en commun qui permet d'analyser les boucles de régulation de chaque site, cet objet se nomme CLM (control loop monitoring). Mon travail a donc été d'améliorer les indices CLM.

##### 3.1.1 Control Loop Monitoring

L'outil CLM permet donc à la direction ARKEMA d'observer la performance des boucles de régulation de chaque usine ARKEMA du monde.

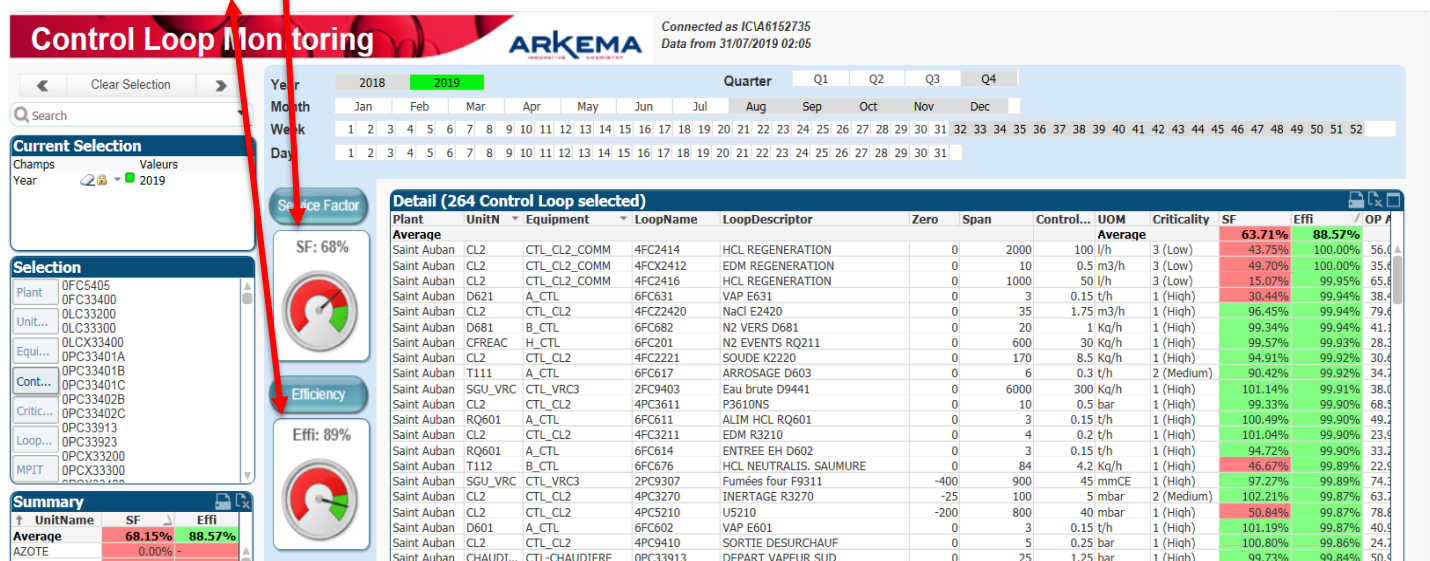


CLM : indice de performance des boucles de régulation de chaque usine

**Comment CLM peut-il indiquer la performance des boucles d'une usine ?**

2 paramètres sont pris en compte :

- Le service factor (SF)
- Efficiency (EFFI)



### 3.1.1.2 Service Factor (SF)

Le service factor est un indice qui permet de déterminer le bon fonctionnement d'une boucle de régulation en fonction de son mode de fonctionnement et la plage dans laquelle son organe de réglage travaille (vanne).

#### Mode de fonctionnement :

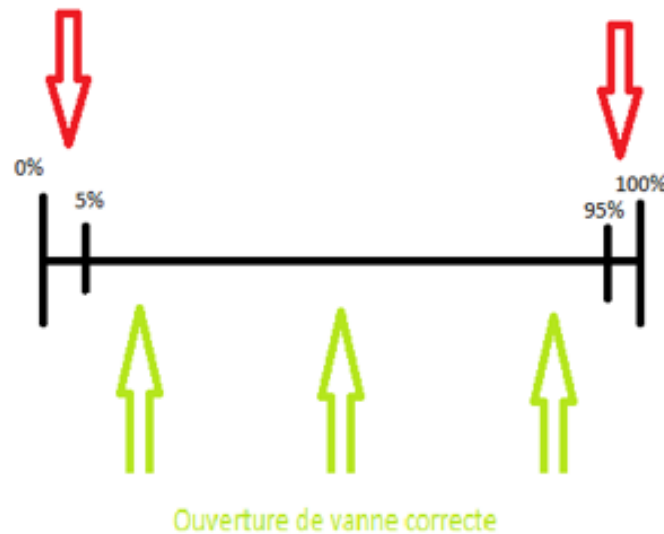
Il y a trois modes de fonctionnements possibles sur le site : AUTOMATIQUE, MANUEL, CASCADE

Exemple : Sur une journée, une boucle doit fonctionner en CASCADE 24h/24 mais fonctionne 12h en MANUEL ou en AUTOMATIQUE pour une quelconque raison, le Service Factor de cette boucle sur la journée sera d'environ 50%.

#### Plage de fonctionnement de l'organe de réglage :

Ouverture de vanne trop faible

Ouverture de vanne trop grande



Une vanne qui fonctionne avec une ouverture de vanne correcte (entre 5 et 95%) est une vanne qui est adaptée à son procédé. Pour conclure, plus une vanne fonctionne dans une plage de fonctionnement correcte, plus le Service Factor de cette même boucle sera correct.

#### **Formule de calcul du Service Factor pour une boucle de régulation :**

$$SF = \frac{\text{Temps de fonctionnement dans le bon mode et bonne ouverture de vanne}}{\text{Temps de fonctionnement ou la boucle doit fonctionner dans le bon mode}}$$

### 3.1.1.2 Efficiency

L'Efficiency est un indice qui permet de savoir si une boucle de régulation régule correctement ou non.

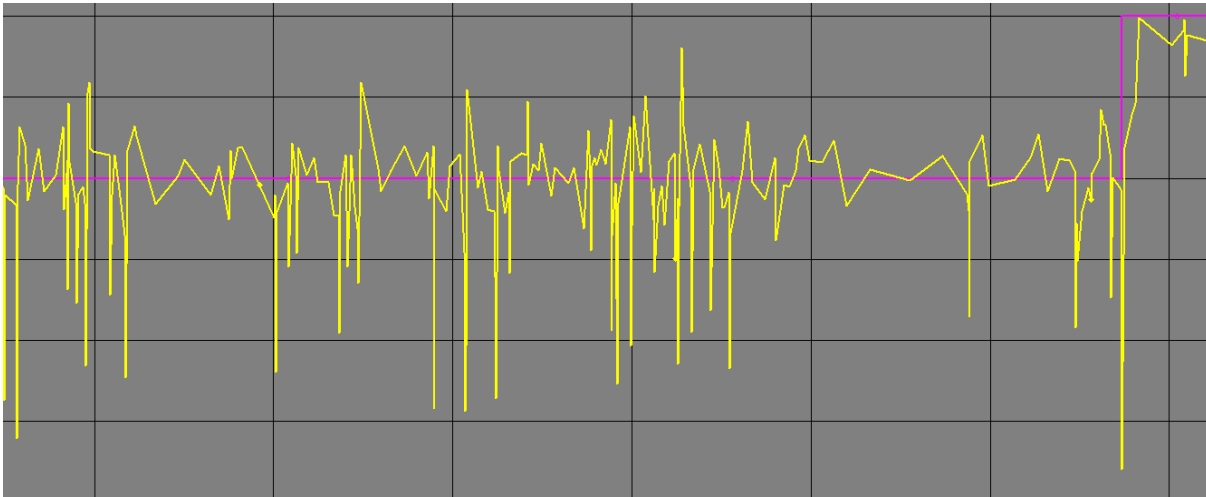
Plus l'écart entre la mesure et la consigne est grand, moins le EFFI sera grand.

#### Exemples :

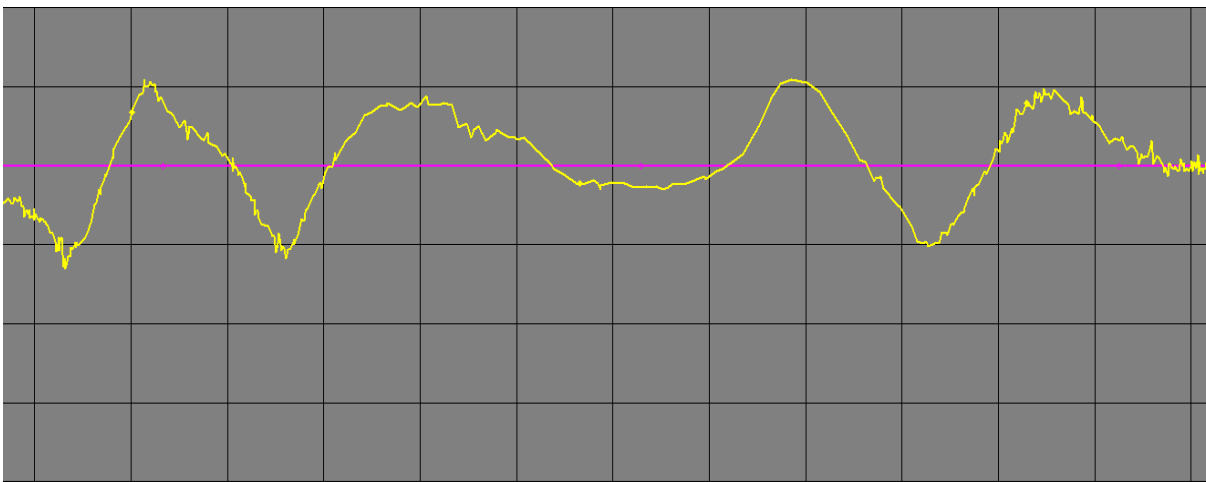
La mesure doit suivre au mieux la consigne demandée.

Un EFFI mauvais : écart mesure/consigne > 5%

En jaune = Mesure    En rose = Consigne



Un EFFI correct : écart mesure/consigne < ou = 5%



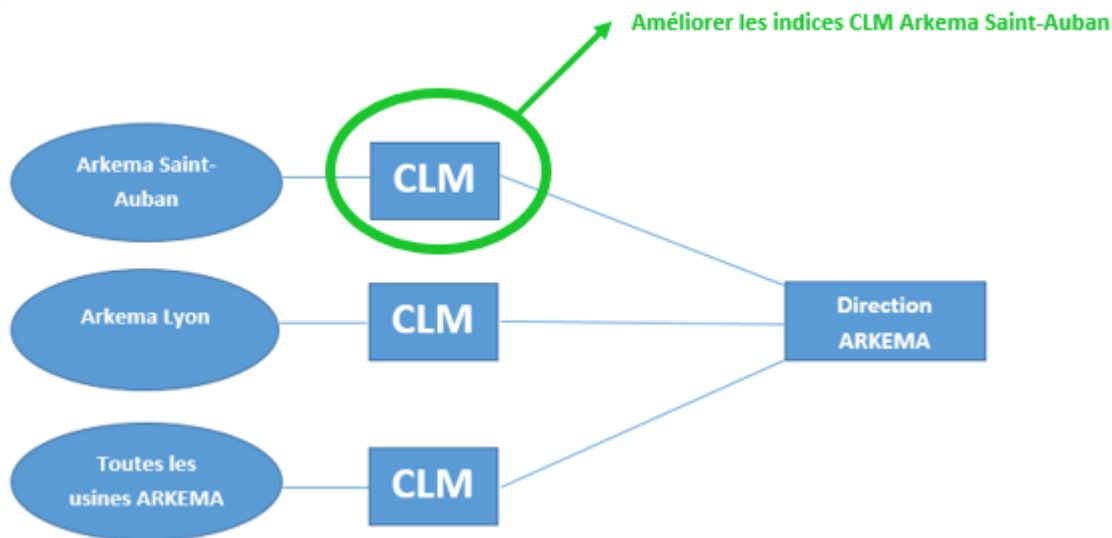
Formule de calcul de l'efficiency :

$$\text{EFFI} = \frac{\text{Variation de mesure PV}}{\text{Consigne SP}}$$



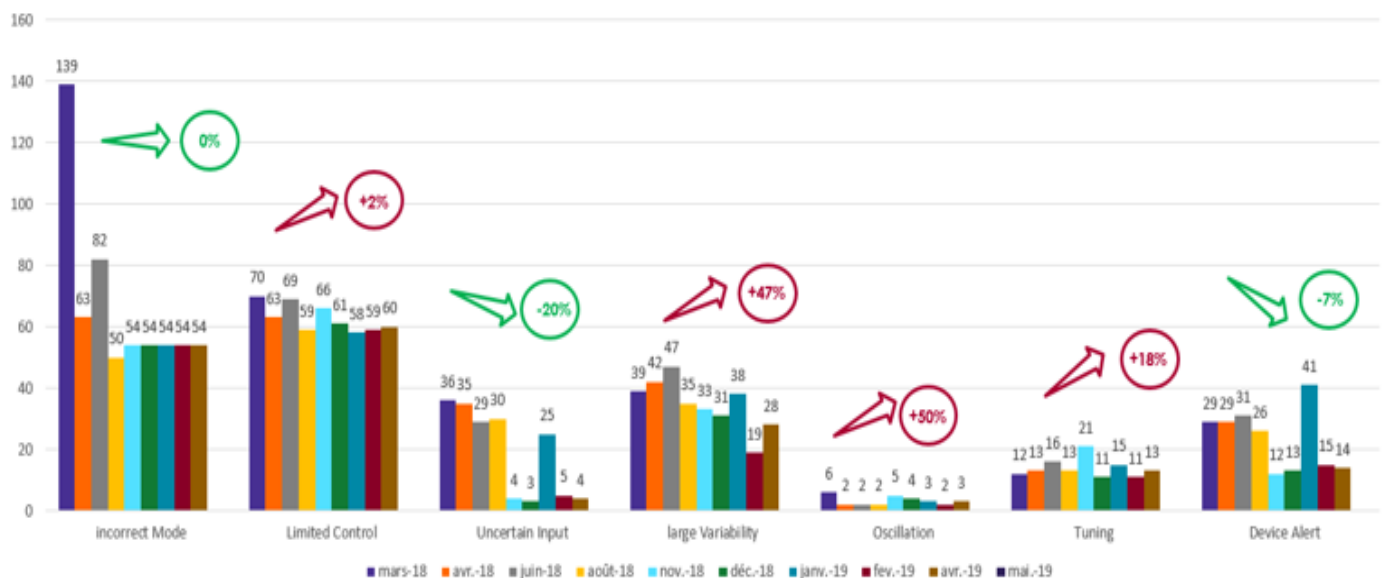
### 3.1.2 Projet ILOOP

Ce projet mas était présenté par mon tuteur Philippe JEANSON, ce projet est propre à ARKEMA Saint-Auban. Son objectif est donc d'améliorer le rapport CLM de l'usine de Saint-Auban.



Ce projet est propre à Arkema Saint-Auban, des réunions sont faites tous les mois pour distribuer les différentes tâches à effectuer pour remonter notre indice de performance. A chaque fin de mois un compte rendu est fait pour identifier les progressions ou les régressions.

Exemple de compte rendu :



L'objectif de ce projet est d'améliorer continuellement le rapport CLM de l'usine Arkema Saint-Auban. **Il faudra donc atteindre une moyenne de minimum 80% pour le Service Factor et améliorer l'efficacité des boucles de régulation.**

### 3.1.3 Logiciels utilisés

#### 5 logiciels utilisés :

- Delta V : Système numérique de contrôle commande de l'usine ARKEMA Saint Auban. Logiciels EMERSON, DeltaV est le SNCC qui contrôle les installations de l'usine Arkema Saint-Auban.
- Delta V Insight : Delta V Insight est une technologie inventée par EMERSON Process Management qui permet aux fabricants d'améliorer le contrôle des procédés en surveillant les performances de contrôle, en identifiant et diagnostiquant les boucles problématiques, en recommandant des améliorations de réglage et de maintenance tout en s'adaptant continuellement aux conditions changeantes du procédé. C'est un objet de simulation qui permet d'identifier les différents types de defaults des boucles de régulation et qui peut aussi nous proposer des changements pour les améliorer.
- Process Book (PI) : PI prend ses informations sur DeltaV pour permettre aux utilisateurs d'observer la tendance des régulations à partir de postes de bureaux et non d'une station.
- Control Loop Monitoring (CLM) : CLM m'a permis de suivre l'évolution de mon objectif tout au long de mon stage. Observer l'avancement de mon objectif.
- AMS : Logiciels permettent d'identifier les problèmes liés aux transmetteurs. Il permet d'identifier les transmetteurs en défauts mais aussi d'identifier les raisons.

## 4. Activités professionnels conduites

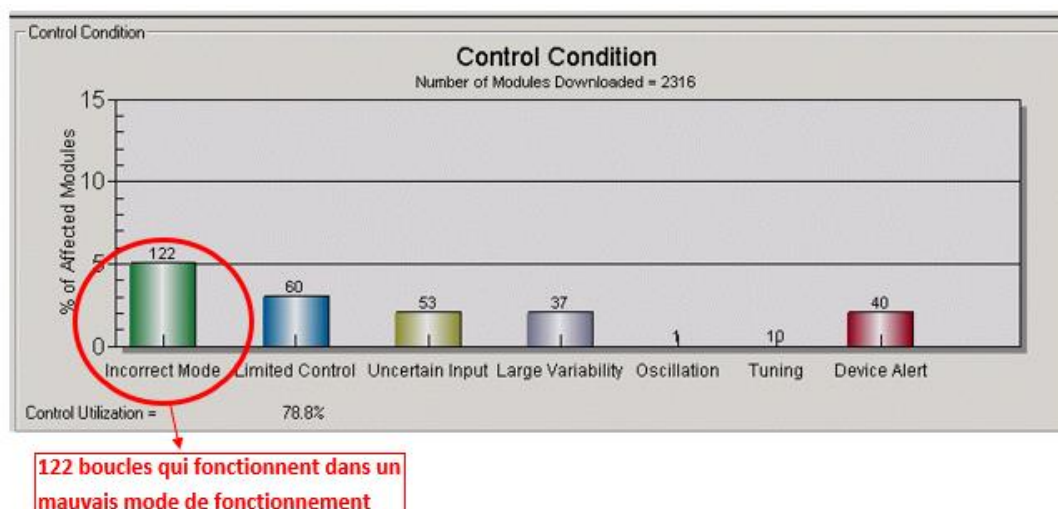
### 4.1 Amélioration du Service Factor

#### 4.1.1 Identification de mauvais mode de fonctionnement

Une boucle de régulation qui fonctionne en manuel est une boucle qui ne régule pas. Elle fonctionne en manuel lorsque la régulation automatique ne suit pas, c'est donc un problème de réglage PID ou alors de système de régulation.

J'ai donc choisi quelques boucles qui fonctionnées en manuel pour essayer pourquoi et comment la passer en automatique...

Ici Delta V Insight m'a permis d'identifier les boucles qui fonctionner dans un mauvais mode de fonctionnement :



Identification des boucles qui fonctionne en « Incorrect Mode » (mauvais mode de fonctionnement) :

Module	Abnormal Condition							Priority	Report
	Incorrect Mode	Limited Control	Uncertain Input	Large Variability	Oscillation	Tuning	Device Alert		
0FC33400	⚠							3	Yes
0FC5405	⚠	⚠						3	Yes
0PCX33912	⚠	⚠						3	Yes
2FC2604	⚠							3	Yes
2FC2701	⚠		⚠					3	Yes
2FC8340	⚠	⚠						3	Yes
2FC9342	⚠	⚠						3	Yes
2FC9503	⚠	⚠						3	Yes
2HC2202	⚠	⚠						3	Yes
2HCV9305	⚠							3	Yes
2LC2203	⚠	⚠						3	Yes
2LC2300	⚠	⚠						3	Yes
2P1104	⚠							3	Yes
2P1107	⚠							3	Yes
2P2204A	⚠							3	Yes
2P2301	⚠							3	Yes
2P2601	⚠							3	Yes
2P2702B	⚠							3	Yes
2P2950	⚠							3	Yes
2P4181A	⚠							3	Yes
2P4181B	⚠							3	Yes
2P4181C	⚠							3	Yes

Module : Nom des boucles de régulation

Identification de la boucle qui fonctionne dans un mauvais mode à l'aide des : ⚠

Il peut donc y avoir deux problèmes pour une boucle qui fonctionne en mauvais mode :

- Mauvais mode enregistré sur le fichier CLM
- Mauvais mode de fonctionnement du système

**Exemple prit sur une boucle de régulation : Boucle 6FC631 (colonne de d'ététage)**

6FC631	(Mauvais mode) Loop_type automatique (single) sur CLM mais fonctionne correctement en cascade esclave avec le ratio	Mettre le Loop_Type en cascade Slave sur CLM
--------	---	--

↓

Nom de la boucle de régulation

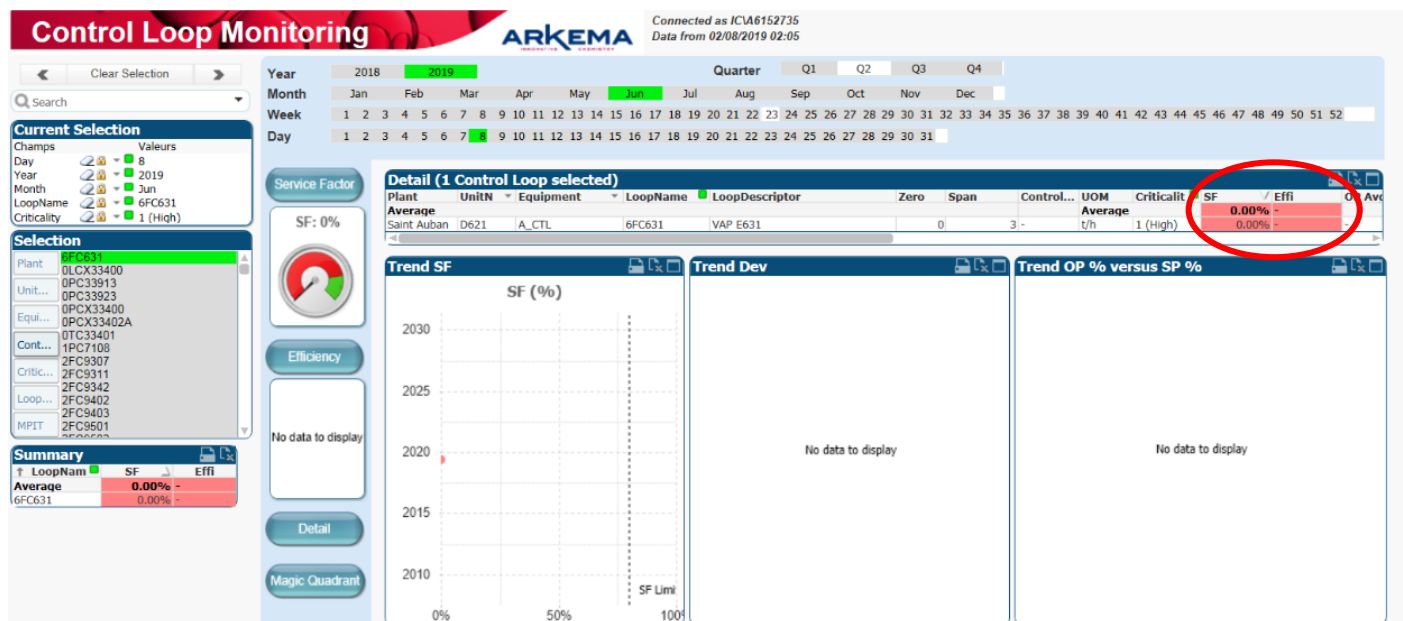
↓

Problème rencontré : Boucle qui fonctionne en Cascade mais qui est programmé en Automatique sur CLM

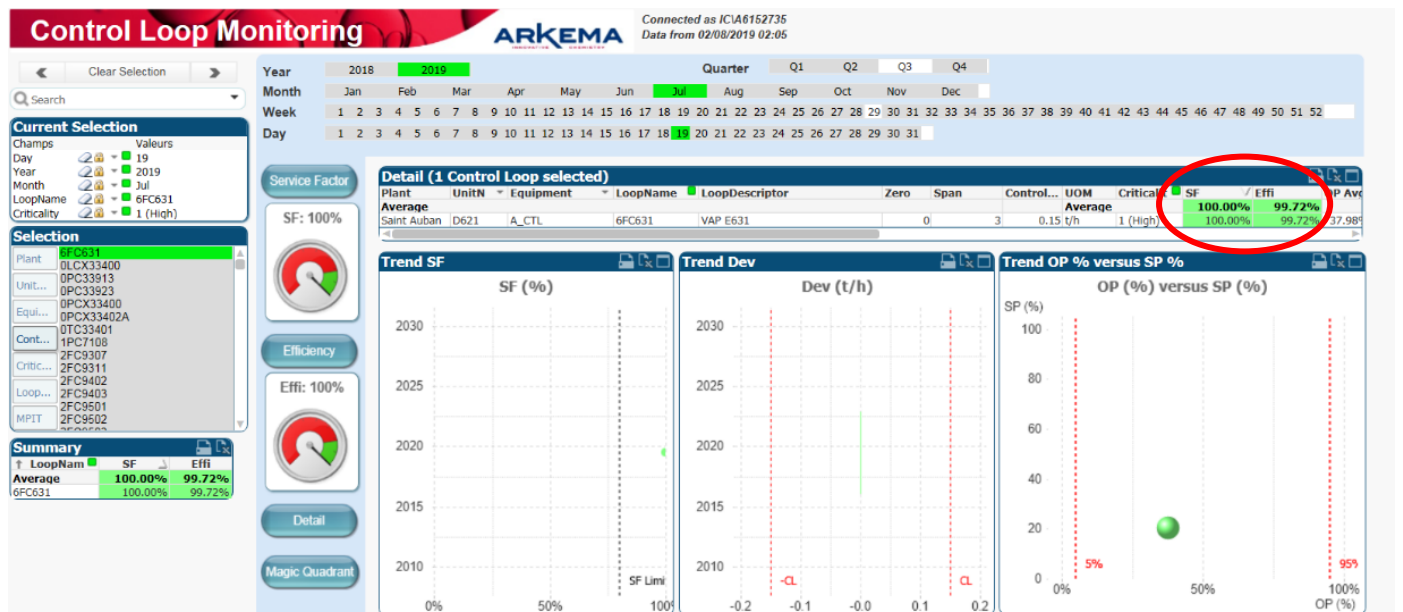
↓

Solution apportée : Mettre la boucle en mode Cascade sur le fichier CLM

Avant ce changement (08/06/19) : Le Service Factor est de 0%



Après la modification (19/07/19) : Le Service Factor est de 100%



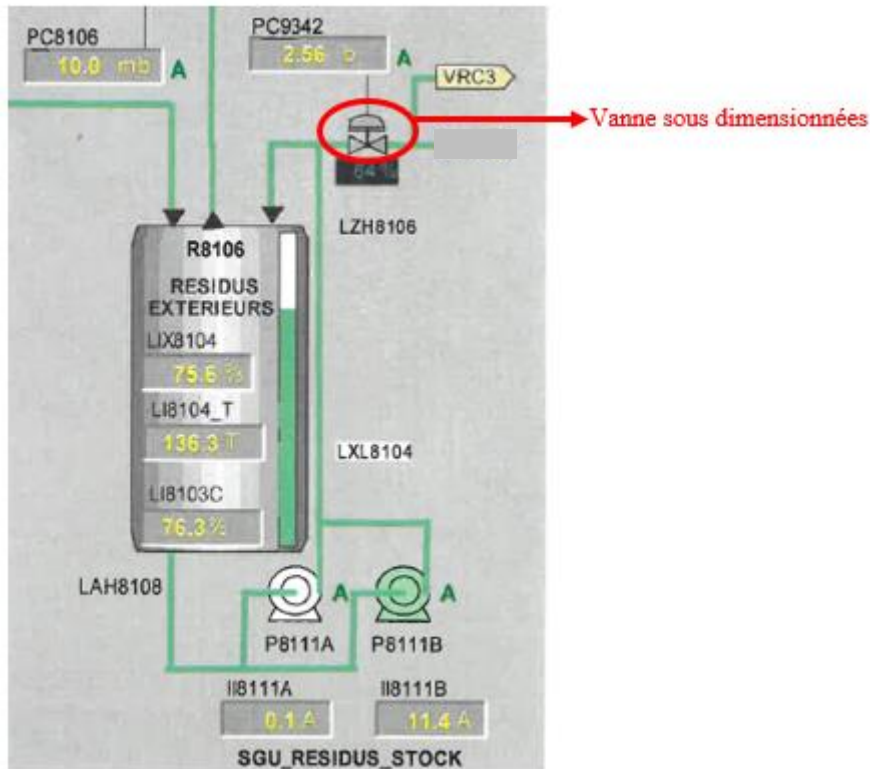
On voit donc ici que ce changement à permit de passer le Service Factor de cette boucle de 0 à 100%.



#### 4.1.2 Plage de fonctionnement des vannes

##### Identification de vanne sur ou sous dimensionnées :

Exemple :



Bacs R8106 qui stock les résidus extérieurs pour ensuite les envoyer dans le four du VRC3.

Elle permet de réguler une pression, elle est contrôlée par le régulateur PC9342.

**Problème rencontré :** Cette vanne était ouverte 90% de son temps à 110%.

**Conséquence :** Vanne qui ne fonctionne pas dans une plage correcte. Elle impacte donc le rapport CLM en diminuant le Service Factor de cette boucle de régulation.

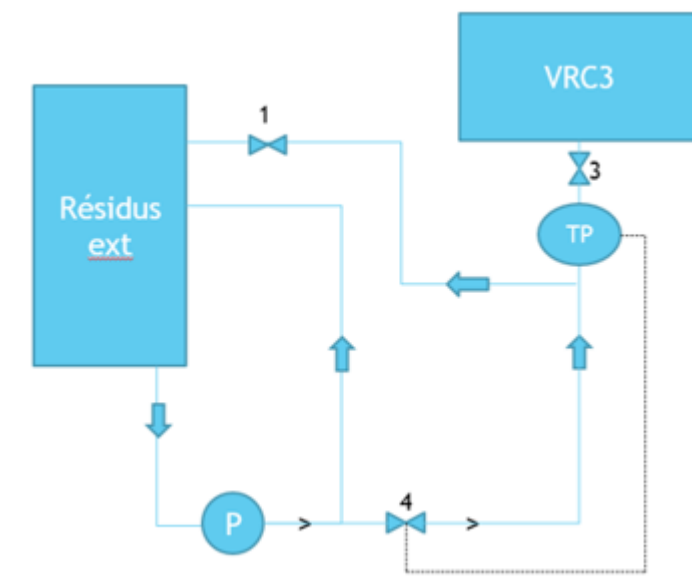
Mon objectif ici va être de faire fonctionner cette vanne dans une plage de fonctionnement qui se situe entre 5 et 95%.

##### **Solution apportée :**

Analyse du procédé réel : Je décide donc de modifier le schéma de cette installation pour optimiser la compréhension du procédé et de son fonctionnement.

Modification du schéma :

TP= Transmetteur de pression



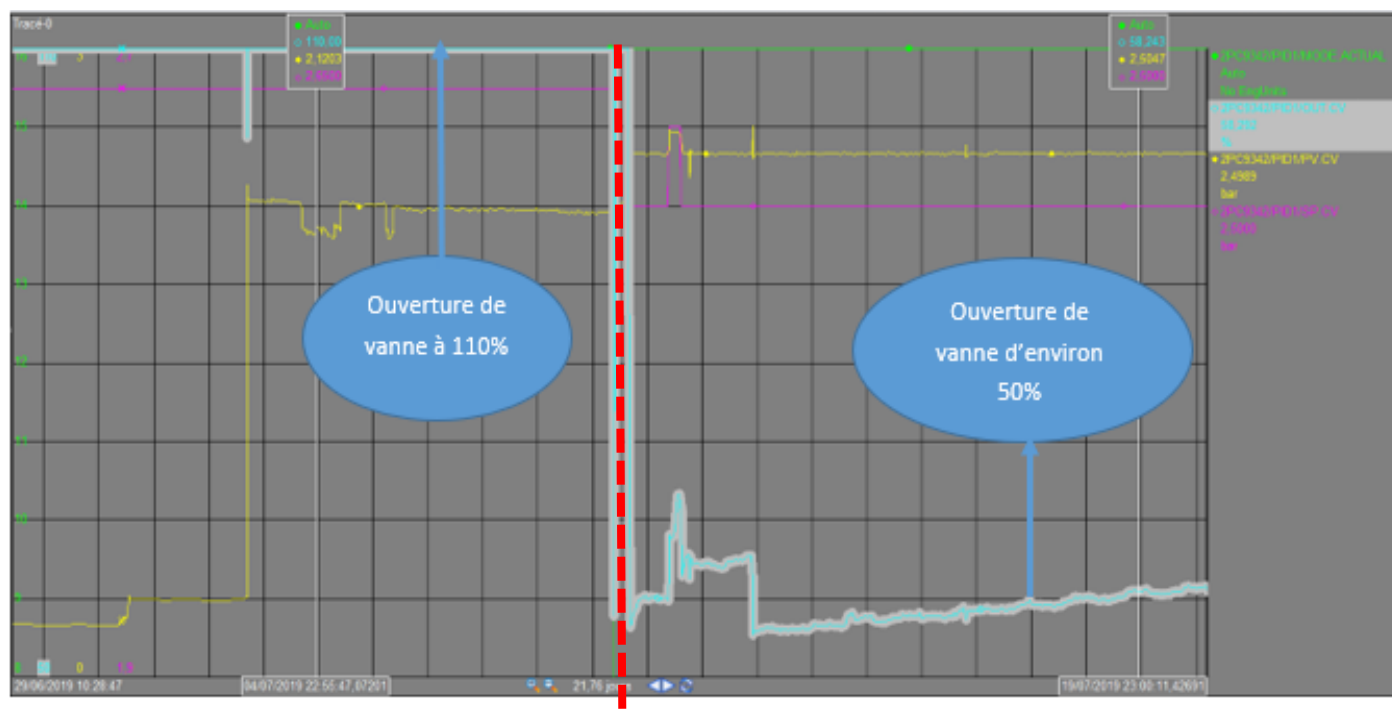
On voit sur le schéma ci-dessus qu'il y a deux tourne en rond dans le système.

La vanne 4 est notre vanne de régulation, elle est toujours ouverte à 110% car le TP (capteur de pression) n'atteint pas la pression de consigne qui est 2,5bars. La pression varie entre 2.2 bars et 2.3 bars ce qui est trop faible, j'ai donc dû réfléchir à une solution pour faire augmenter la pression. Lorsque la pression augmentera la vanne pourra enfin réguler dans une plage de fonctionnement correcte.

On rappelle que la vanne 3 est pour l'instant fermée, les résidus n'alimentent pas le four du VRC3 pour le moment.

**Action effectuée :** J'ai donc décidé de tiercer la vanne sur le retour du tourne en rond. Je tierce donc la vanne numéro 1 pour observer les variations de pression sur le transmetteur (TP). Si la pression augmente, alors ma vanne pourra fonctionner dans une plage de 5 à 95% et donc améliorer le Service Factor (SF).

### Résultat obtenue :



Tiercement de la vanne numéro 1

**La courbe bleue :** Ouverture de vanne en %

On voit ici que lorsque la vanne numéro 1 a été tiercée, la vanne de régulation (bleu) passe donc d'une ouverture de 110% à environ 50-60%.

**Conclusion :** Le fait de tiercer la vanne de retour du tourne en rond a permis d'augmenter la pression sur le transmetteur. Cette action a permis de faire réguler la pression avec une ouverture de vanne correcte.

Le fait de tiercer la vanne manuellement sur le terrain est une action qui peut être éphémère, c'est pour cela que j'ai effectué un avis à la maintenance industrielle de l'usine pour que la vanne reste tiercée à 60%.

## 4.2 Amélioration de l'Efficacité (efficiency)

Ici mon objectif sera de réduire l'écart entre la consigne et la mesure. Pour cela je vais donc modifier les paramètres PID (proportionnel, intégrateur, dérivé) de quelques régulateurs en suivant ma formation de BTS CIRA mais aussi d'une formation qui m'a été donnée par le régulateur ARKEMA monde Samir CHOULAK. Cette formation m'a permis de modifier les paramètres d'un régulateur avec prudence pour toujours optimiser son efficacité tout en assurant la sécurité des installations mais aussi des personnes.

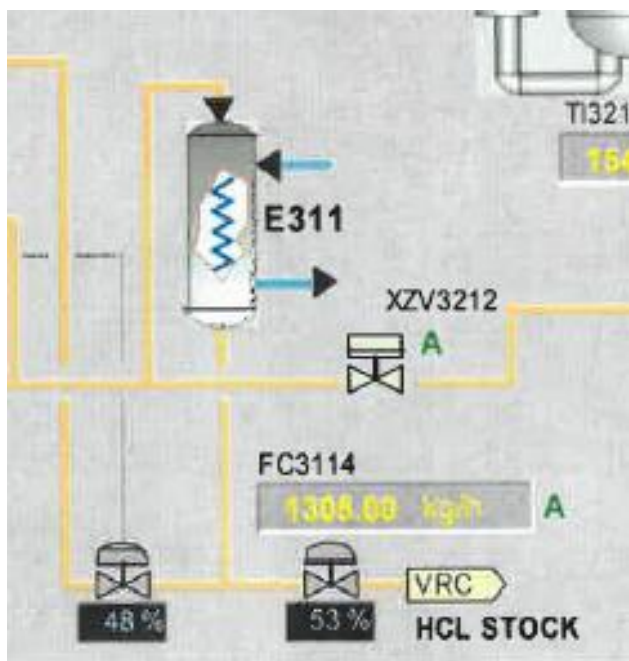
Dans cette partie je vais donc comparer les différentes valeurs de paramètres PID donner par mes calculs, par le logiciel DeltaV Insight et par les paramètres initiaux sur le régulateur. Pour finir je choisirais donc les paramètres les plus adaptés.

### 4.2.1 Calcul de nouveaux paramètres PID

Il y a trois paramètres PID :

- Le Gain (P)
- L'action intégrale
- L'action dérivée

Ici je vais donc calculer de nouveaux paramètres PID d'une installation pour optimiser une régulation de pression.



Je vais donc travailler sur le régulateur **FC3114** qui sert à réguler le débit de HCL anhydre envoyé dans un bac qui est conçu pour stocker celui-ci.

Le débitmètre électromagnétique utilisé ici a une plage de fonctionnement qui varie de 0 à 15000 Kg/h. Le débit est donc un débit de liquide et non de gaz.

#### 4.2.1.1 Méthode de calcul demandé par le régleur Arkema

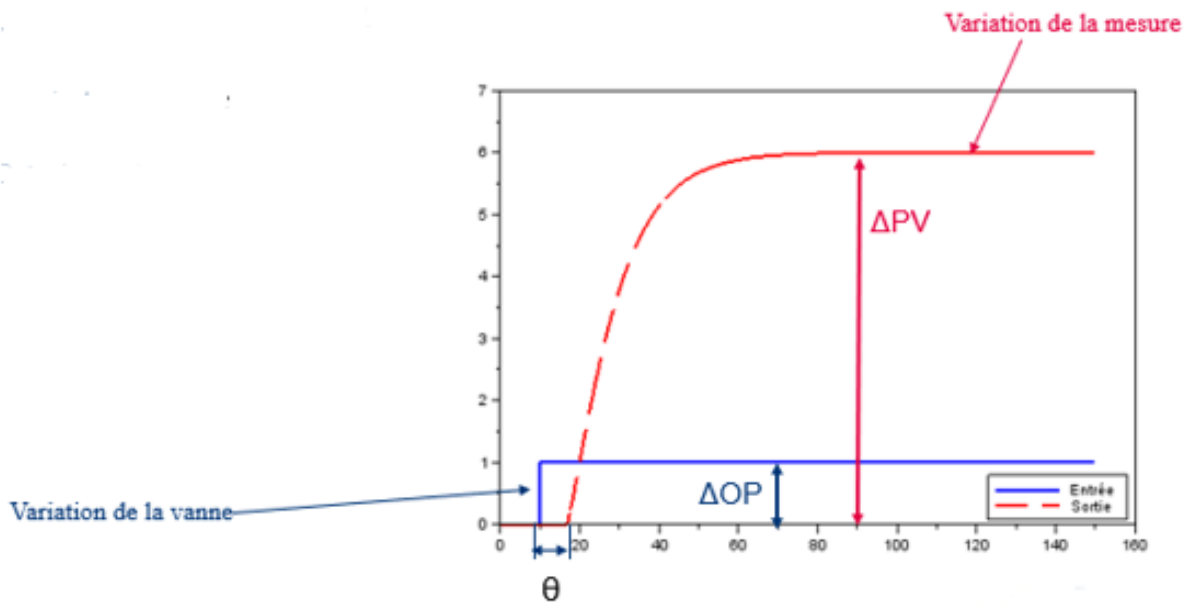
Je vais donc vous montrer ici la méthode utilisée par le régleur Samir CHOULAK pour calculer les paramètres PID.

- **Représentation du procédé stable par un modèle simple**

Trois notions à retenir :

- Gain procédé :  $\text{Gain}_{\text{procédé}} = \frac{\Delta PV}{\Delta OP}$
- Constante de temps :  $\tau$
- Retard pur :  $\theta$

Calcul de gain :



✎ Afin d'être conservatif, il est recommandé de commencer avec un

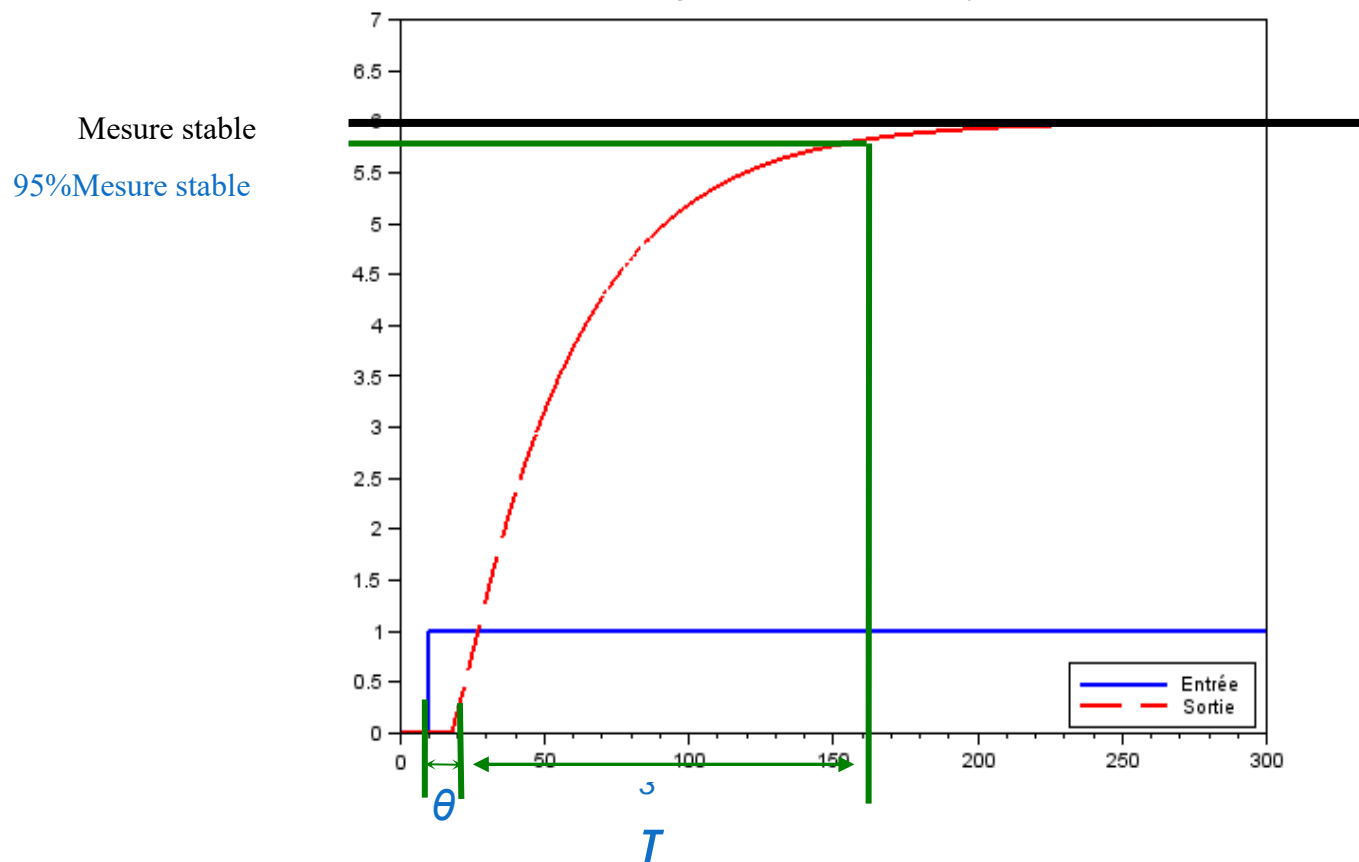
**$K_p (\text{Gain}) = 0.5 / [\text{Gain}_{\text{procédé}}]$  et  $1 / [\text{Gain}_{\text{procédé}}]$**



## Calcul de Ti et Td :

- Méthode graphique : méthode utilisant le temps de réponse (1<sup>er</sup> ordre)

$$95\% \text{ * Temps de réponse } = 3 * \tau$$

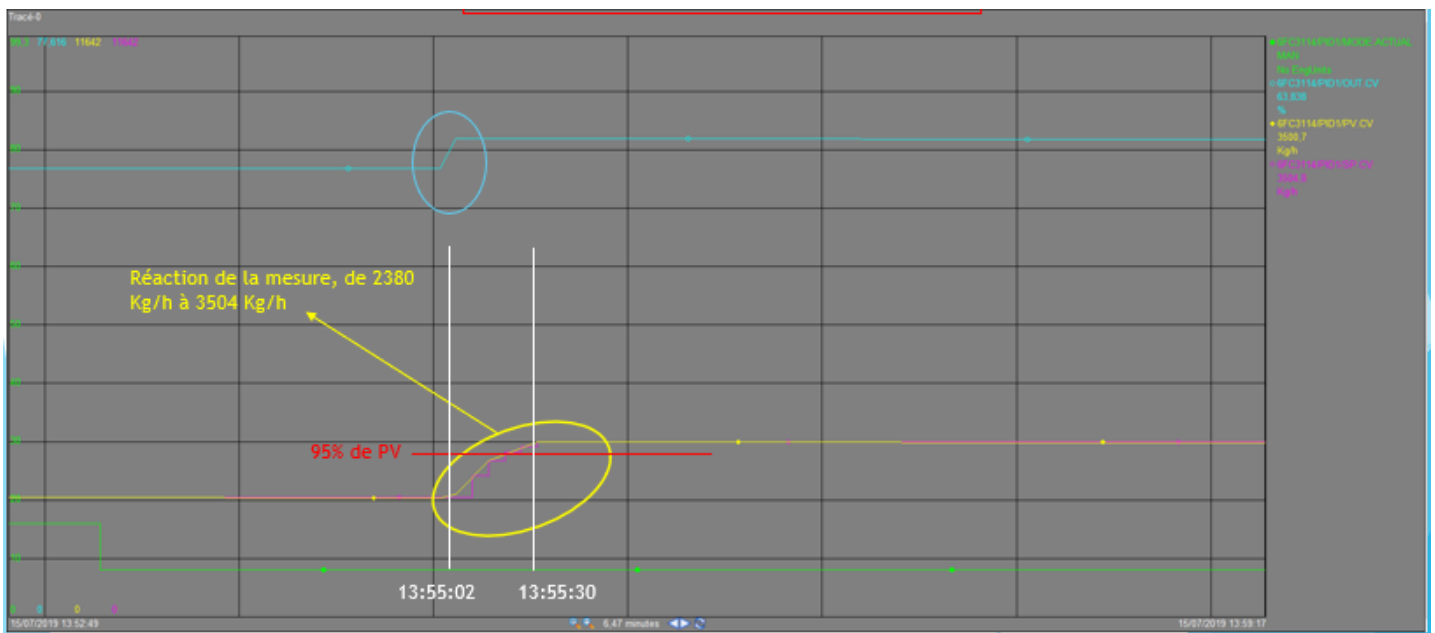


✚ Afin d'être conservatif, il est recommandé de commencer avec un

$$T_i = 2 * [\text{constante de temps du procédé}]$$

#### 4.2.1.2 Calcul sur le procédé

J'utilise donc cette méthode :



$$\text{Gain Procédé: } \frac{\Delta PV}{\Delta OP} = \frac{7,5}{4} = 1,875$$

$$: \Delta OP = 4\%$$

$$: \Delta PV = 3504 - 2380 = 1124 = 7,5\%$$

$$K_p = 0,5/G_p \text{ et } 1/G_p$$

$$K_p = 0,5/1,875 = 0,26; 1/1,875 = 0,53$$

$$\Delta T = 28s$$

$$3 * T = \text{temps de réponse à 95\%}$$

$$3 * T = 28s$$

$$T = 28/3 = 9,33s$$

$$T = 9,33s \quad T_i = T * 2 = 18,66s$$

Donc le Gain est compris entre 0.26 et 0.53

L'action  $T_i$  est donc de 18.66

#### 4.2.1.3 Paramètres proposé par DeltaV Insight

Insight a donc pris en compte plusieurs points sur le fonctionnement du procédé pour pouvoir me proposer des paramètres PID précis.

Paramètres proposés par Insight :

Gain : 0.47

$T_i$  : 11.8s

$T_d$  : 0s

#### 4.2.2 Application sur le régulateur

J'applique donc ici les paramètres : Pour tester ses deux paramètres je vais donc faire des échelons sur la consigne de 10% et observer la réaction de la mesure pour ensuite opter pour le réglage le plus efficace.

Il faut savoir que cette régulation ne nécessite pas forcément une réaction très vive mais une précision (erreur statique) optimal.

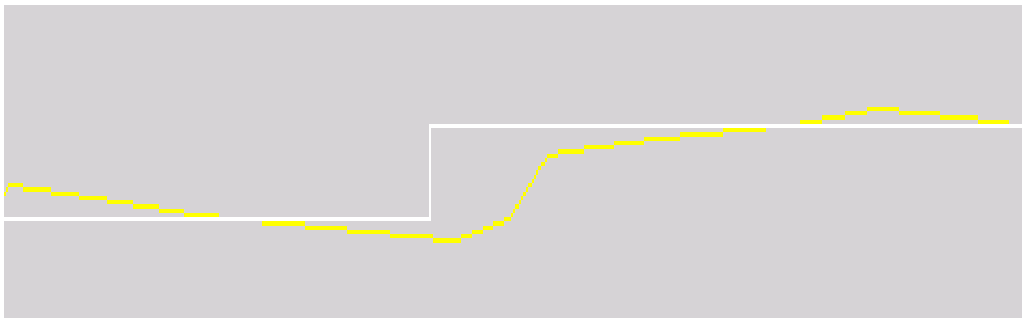
- **Réponse à un échelon effectué avec les paramètres calculer avec la méthode ARKEMA apprise en formation :**

J'ai choisi de ne pas multiplié le temps intégral par deux car il n'y avait pas de risque sur cette régulation de pression.

**Gain: 0,26**

**Ti: 9,33s**

**Td: 0s**



J'ai donc calculé le temps de réponse à 95% et l'erreur statique (précision) :

Temps de réponse à 95% : 8min15s

Erreur statique : 0.4% (très bonne précision)

- **Réponse à un échelon effectué avec les paramètres simulé par le logiciel DeltaV Insight :**

Gain: 0,47

Ti: 11,8s

Td:0 s



J'ai donc calculé le temps de réponse à 95% et l'erreur statique (précision) :

Temps de réponse à 95% : 7min02s

Erreur statique : 0.63%

- Réponse à un échelon effectué avec les paramètres présent sur le procédé avant modification :

Gain: 0,16

Ti: 4,9s

Td: 0s



J'ai donc calculé le temps de réponse à 95% et l'erreur statique (précision) :

Temps de réponse à 95% : 5min40s

Erreur statique : 0.88%

#### 4.2.3 Paramètres utilisés

Sachant que cette régulation a besoin d'une erreur statique faible je vais donc opter pour les paramètres que j'ai calculés.

Paramètres choisis pour ce régulateur : Validé par mon tuteur de stage

Gain: 0,26

Ti: 9,33s

Td: 0s

Cette étude a donc permis d'améliorer le Service Factor de cette boucle de régulation de 40%, il est donc passé de 59% à 99%. Malheureusement je n'ai pas pu démontrer cette amélioration sur mon rapport car il y a eu un problème technique sur l'outil CLM.



### 4.3 Démarche QHSSE

Je vais ici vous démontrer une démarche QHSSE appliqué durant mon stage. L'usine ARKEMA Saint-Auban porte une grande importance au niveau de la sécurité des personnes mais aussi des installations. La qualité des produits qui y sont produit est aussi un facteur important de performance de l'usine.

#### 4.3.1 Prévention des risques liées à l'environnement industriel

Le port des EPI (équipement de protection individuelle) est obligatoire dans certaine zone de l'usine.

Dés mon arrivé ces équipements mon été fournis pour assurer ma sécurité lors de mes déplacements dans l'usine.

EPI fournis :

- Casque de protection : absorption de choque jusqu'à 5KN, d'encrage et de largeur jugulaire, de surface d'aération et d'une hauteur de port. Conforme aux normes EN397.
- Lunette étanche : protection des yeux en cas de contact avec un produit chimique dangereux, isolement complet des yeux. Conforme aux normes EN 169.
- Lunette de déplacement : protection des yeux partiels, lunette non étanche. Conforme aux normes EN 166.
- Gant de protection : Gant thermique et confortable permettant une manutention précise avec une résistance aux produits chimiques corrosifs. Conforme aux normes EN 488.
- Gant de déplacement : Gant thermique et confortable permettant une manutention précise. Conforme aux normes EN 420
- Chaussure de protection : Isolation thermique, isolation au risque de perforation, isolation contre les produit chimique corrosifs, isolation contre les risque électrique (isolé électriquement). Conforme aux normes EN 20345 S5.
- Bleu de travail (Pantalon + veste) : Isolé contre les produits chimiques corrosifs, matière non conductrice (électriquement), isolé contre les risques thermiques. Conforme aux normes EN 340.

Il y à 3 zones de déplacement au sein de l'usine :

- La zone blanche
- La zone jaune
- La zone bleue

Le port des EPI est nécessaire seulement dans 2 zones, le bleu et le jaune. C'est zone sont délimités par des marquages au sol.

La zone jaune : Zone de risque moyen.



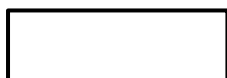
EPI imposés : Casque de protection, lunette de déplacement, gant de déplacement, chaussure de protection et un bleu de travail.

La zone bleue : Zone de risque élevé



EPI imposés : Casque de protection, lunette étanche, gant de protection, chaussure de protection, et un bleu de travail.

La zone blanche : Zone de risque faible



Aucun EPI est imposé, seulement un pantalon arrivant en dessous des genoux et un haut ayant manches longues.

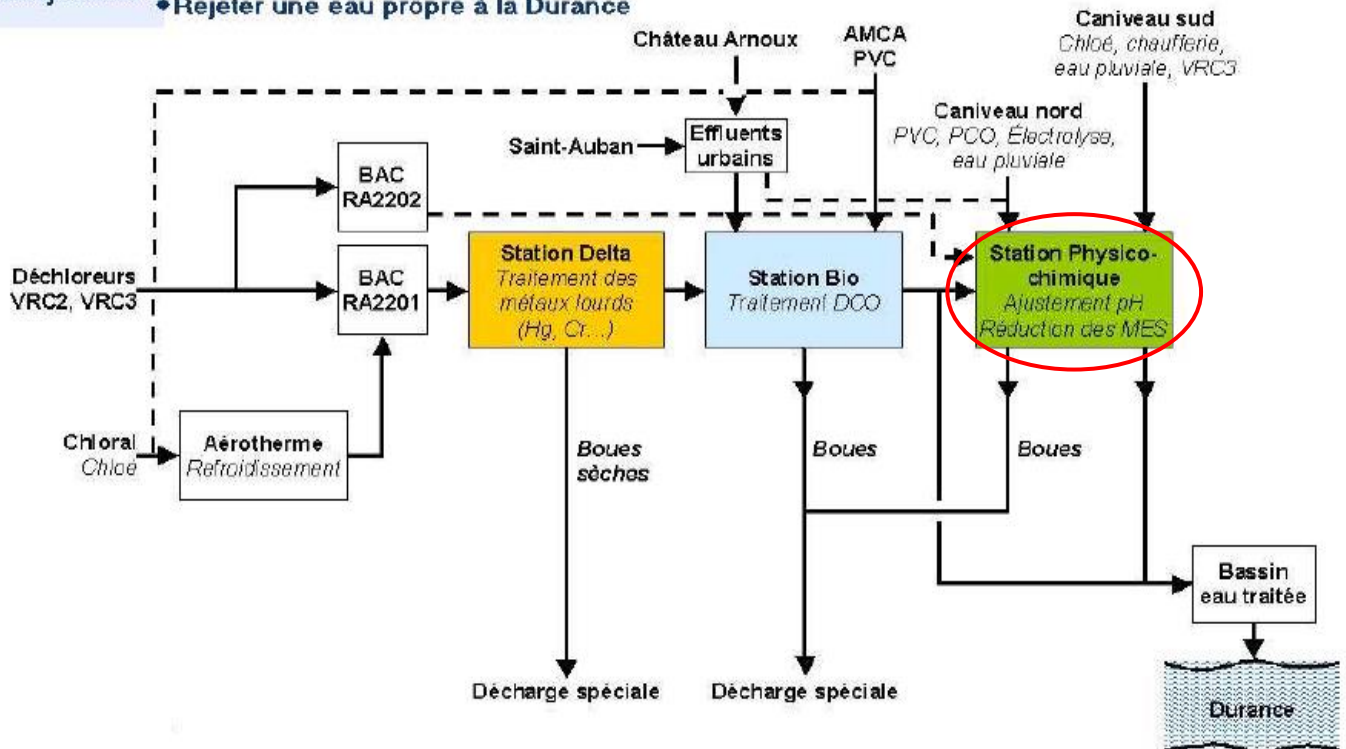
Cette politique est contrôlée par des personnes responsables de la sécurité des personnes au sein de l'usine mais aussi par les pompiers présents sur le site.

#### 4.3.2 Station physico chimique (environnement)

L'usine de ARKEMA Saint-Auban possède une station de traitement des eaux résiduaires de l'usine pour pouvoir ensuite les rejeter dans la Durance (milieu naturel).

### Stations

- Objectifs**
- Collecter toutes les eaux résiduaires du site
  - Rejeter une eau propre à la Durance



**La station physico-chimique a été mise en place pour l'élimination des matières en suspension et des substances polluantes.**

Cette station Physico-chimique sert particulièrement à ajuster le pH de ces solutions pour ensuite les rejeter dans la Durance. L'ajustement du pH est fait dans des bassins pouvant contenir des centaines de m<sup>3</sup> de liquide, l'objectif fixé par l'usine est d'obtenir un pH variant de 6.5 à 8.5.

**Usage de : (station complète)**

- Vapeur
- Lessive de soude (NaOH) à 20%
- Acide chlorhydrique (HCl)
- Chlorure ferrique en solution 41%
- Bisulfite de sodium
- Hypochlorite de sodium 47-55 ou Javel

#### 4.3.3 Qualité du produit fini

Cette partie est une partie qui a impacté mon activité professionnelle tout au long de mon stage car la régulation de système a un impact majeur sur la qualité du produit fini.

J'avais pour obligation de ne pas obtenir des régulations avec une erreur statique de 0%, car cela provoqué donc un produit de sur qualité qui entraîné donc un cout de production trop élevé. La qualité du produit est contrôlée à plusieurs reprises par des analyseurs qui permettent donc de décider si le produit est oui ou non disponible à la vente.

### 5. Résumé en anglais

Résumé à faire...

## 6. Conclusion

Les objectifs attendus par mon tuteur de stage Philippe JEANSON ont été atteints en fin de stage. Un Service Factor de 80% pour le site de Saint-Auban. Ce stage m'a donné envie de continuer dans cette voie et surtout d'intégrer cette usine avec une licence professionnelle en alternance qui m'a été proposée par le service maintenance et par le bureau d'étude.

Annexes : à mettre

Note de stage

Attestation de stage

Lettre de remerciement

Fin de rapport (27 pages)

Annexe 1 :

	Chlore	CV2	T112	T111	HCl	Soude	CVM	H2
Etat et risques dans les conditions Normalisées de T & P.	Gaz, couleur jaune – vert Suffocant très toxique Comburent	Liquide, incolore, odeur douce	Liquide incolore	Liquide, incolore, odeur d'éther	Gaz incolore Odeur irritante très toxique Corrosif avec eau	Liquide visqueux incolore corrosif	Gaz incolore odeur douceâtre inflammable toxique	Gaz incolore
Densité gaz (air = 1.17)	2.44 @ 25°C	3.34 @ 25°C	4.8 @ 25°C	4.6 @ 25°C	1.26 @ 25°C	-	0.91@25°C	0.073 @25°C
Densité liq (eau = 1)	1.411 @ 20°C	1.215 @ 20°C	1.44 @ 20°C	1.34 @ 20°C	1.27	1.33 @ 20°C	2.15@20°C	0.071@-253°C
T°C ébullition [°C]	-34.1	32	113.5	74	-84.9	119	-13.8	-253
T°C fusion [°C]	-101	-122	-36.5	-30.4	-114.3	3	-153.8	-259
Masse molaire [g/mol]	70.9	96.9	139.4	133.4	36.5	40	62.5	2
Tension de vapeur [bar abs]	7.8 @ 25°C	0.663 @ 20 °C	0.022 – 0.025 @ 20 °C	0.137 – 0.165 @ 20 °C	47.2 @ 25°C	0.011 @ 20°C	3.3 @ 20°C	1 @ -253°C
Chaleur latente de vaporisation [kcal/kg]	66.9 @ -20°C	71.8 @ 32°C	64.8 @ 70°C	52.8 @ 75°C	80 @ -10°C	-	82 @ -13.9°C	-
LIE/LES dans air [%Vol]	- / -	5.6 / 16	- / -	7.5 / 12.5	- / -	- / -	3.8 / 29.3	4 / 80
Point éclair [°C]	-	-10	> 75	-	-	-	-78	-
Solubilité [g/l]	7.4 @ 20°C	2.5 @ 20.5°C	4.5 @ 20°C	1.25 @ 23°C	6.7 @ 30°C	Total @ 20°C	1.1 @ 25°C	1.54 @ 0°C











