



Chapitre 3 : Mise en situation et proposition des solutions pour minimiser le retard des purges

3.1. Introduction

Ce chapitre sera consacré à «l'optimisation du temps de purge» qui fait l'objet de notre étude.

Pour ce faire nous allons commencer par présenter l'historique des purges, déterminer les causes principales des retards en utilisant le diagramme de Pareto, se servir de l'outil des 5pourquoi pour définir les causes racines des causes principales ,puis traiter chaque cause mis à part et trouver les solutions.

3.2. La démarche DMAIC

La démarche que nous avons décidé de suivre afin de traiter la problématique est la méthodologie DMAIC qui propose 5 étapes pour résoudre les problèmes récurrents ou les problèmes dont les causes racines ne sont pas encore identifiées.

Le principe DMAIC consiste, au travers de ces 5 étapes, de réduire petit à petit les causes possibles du problème jusqu'à pouvoir identifier la cause source et donc résoudre le problème.



Define (Définir):Définir les objectifs, il s'agit de savoir décrire le problème, donc de le comprendre.

Measure (Mesurer) : Mesurer l'ampleur du problème grâce à des outils de mesure.

Analyse (Analyser) : C'est le moment de cartographier les processus et d'identifier la ou les véritables causes du problème, les causes les plus probables.

Improve (Innover ou Améliorer) : C'est à cette phase qu'on implémente les solutions au problème pour l'éradiquer.

Control (Contrôler): Vérifier que le travail accompli fonctionne et donc que la ou les solutions mises en place sont efficaces.

3.3. Présentation du projet

3.3.1. Introduction

Les deux phases «Define » et «Measure » sont les deux premières étapes de la démarche DMAIC, nous allons donc nous intéresser dans ce chapitre à identifier clairement et formaliser le problème, à rechercher les causes racines et à valider les causes principales.

3.3.2. Le QQQQCP

Le QQQQCP est une méthode d'analyse formelle, critique et constructive basée sur le questionnement, aide à rassembler le plus ou moins grand nombre de réponses et permet de présenter l'exposé des faits et de leurs causes de façon structurée en répondant aux questions : Qui fait Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?

Notre cas peut donc être décrit, selon cette méthode, comme suit :

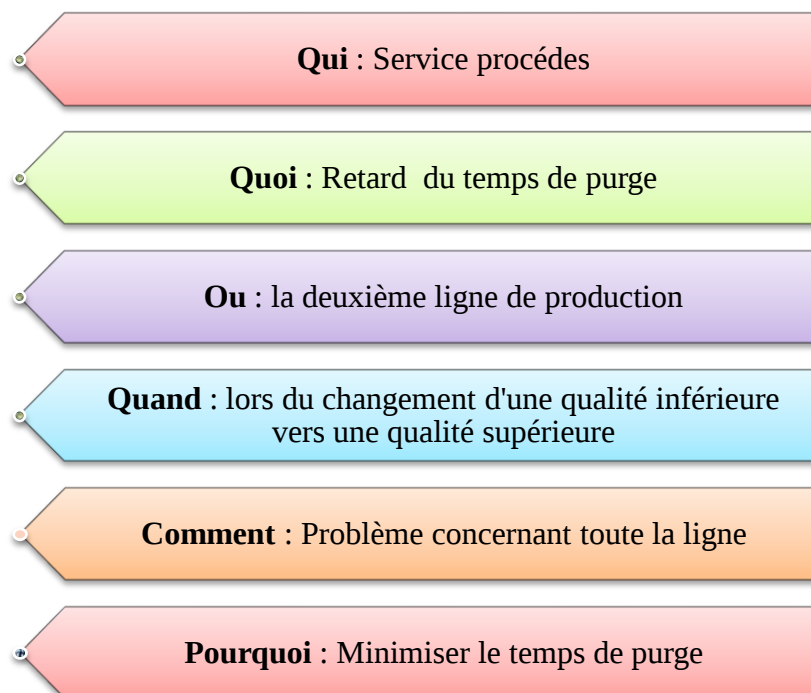


Figure 20 : Diagramme QQQQCP

3.3.3. Diagramme Pareto

3.3.3.1. Recherche des causes

Après avoir fait un suivi du temps de purge dans la durée d'une année, nous avons collecté les causes responsables du retard. Nous utiliserons des outils de traitement de données afin de justifier la problématique.

Nous nous sommes basés sur deux critères majeurs, le premier est la fréquence de chaque cause et le deuxième est la durée de la purge.

Les causes	Nombre des retards	Temps moyen (min)	Critère cumulé	%	% cumulée
CaOL élevée kk	15	170	2550	26%	26%
SO3 bas	20	124,5	2490	25%	51%
SO3 élevée	17	121,4117647	2064	21%	72%
SSB bas	4	173,75	695	7%	79%
Refus élevée	7	94,28571429	660	7%	86%
Déclenchement ventilateur tirage	3	103,3333333	310	3%	89%
Niveau purge plein	2	122,5	245	2%	92%
Défaut pressostat circuit d'huile compresseur CP16	2	72,5	145	1%	93%
Défaut fermeture vanne trémie purge	1	130	130	1%	94%
Retard sur remplissage KK	1	105	105	1%	95%
Défaut de formation godets élévateur	1	105	105	1%	97%
Changement du personnel	1	100	100	1%	98%
Perte de code de fermeture de vanne 5	1	95	95	1%	99%
CR doseur clinker; rupture bande (5 heures de travaux)	1	75	75	1%	99%
Extraction faible de la trémie purge	1	70	70	1%	100%
	60		9839		

Tableau 4: Les causes du retard du temps de purge

Après avoir regroupé les causes, leur durée et leur fréquence sur toute l'année, nous les avons classés puis nous avons calculé le cumul et enfin le pourcentage cumulé, le tout présenté dans le tableau ci-dessus, ce qui nous a mené à ce diagramme :

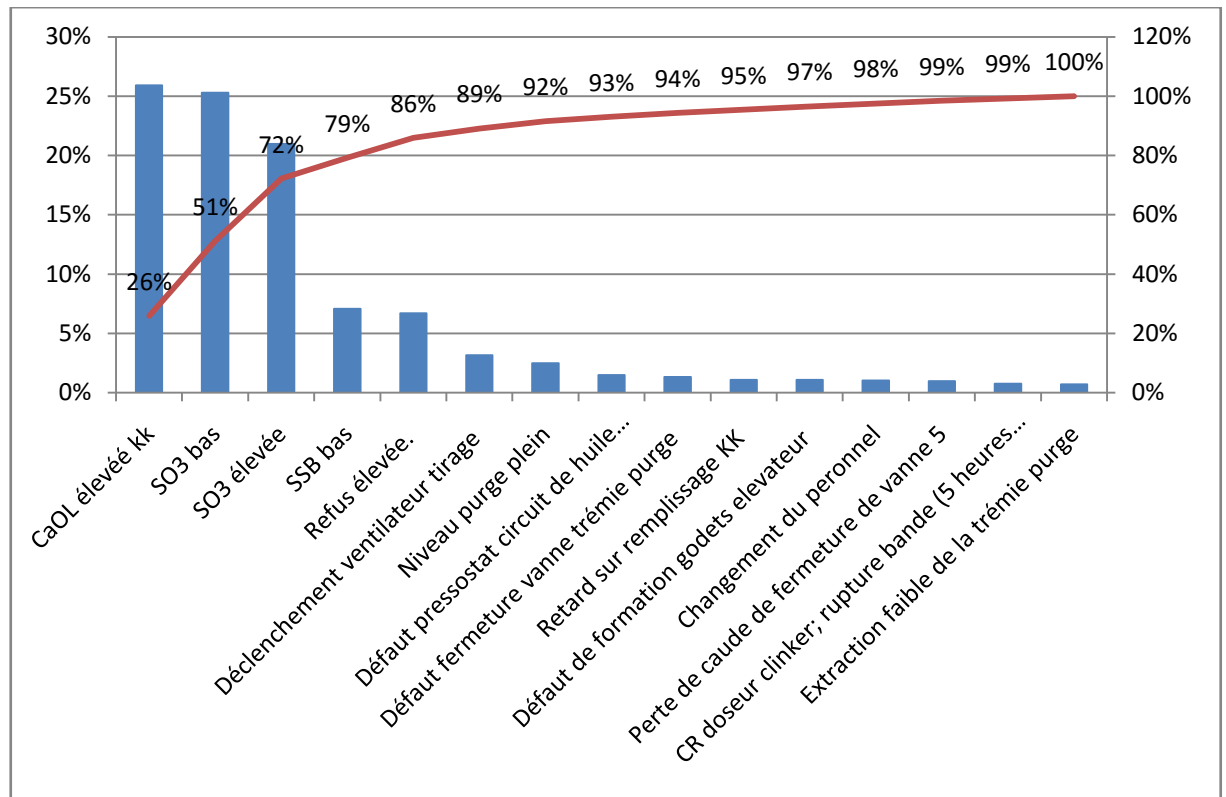


Figure 21 : Diagramme Pareto des causes du retard

3.3.3.2. Interprétation du diagramme

La phase «Analyse » est la troisième étape de la démarche DMAIC, nous allons donc analyser les résultats en utilisant des outils qualité pour maîtriser les causes responsables du retard.

Après une analyse des causes, étant parmi les 80%, nous avons conclu que les causes qui nous intéressaient étaient :

- SO₃ élevée ;
- SO₃ bas ;
- Chaux libre élevée pour le CPA 65;

Nous remarquons que le problème du retard du temps de purge vient d'une part de la qualité des constituants du ciment et d'autre part des équipements de l'atelier broyage BK4.

3.3.3.3. Présentation de causes majeures du retard

- Le SO_3

Parmi les constituants mineurs du ciment on trouve l'anhydride sulfurique qui provient des matières telles que le calcaire et surtout des combustibles utilisés tels que le charbon ou le fuel. Le pourcentage du trioxyde du soufre dans le clinker doit être compris entre 1 et 3,5, s'il dépasse la saturation molaire des alcalins, il y'aura une augmentation de la finesse du clinker et un accroissement de l'énergie de broyage. [3]

La figure ci-dessous représente la variation du SO_3 par rapport aux normes marocaines.

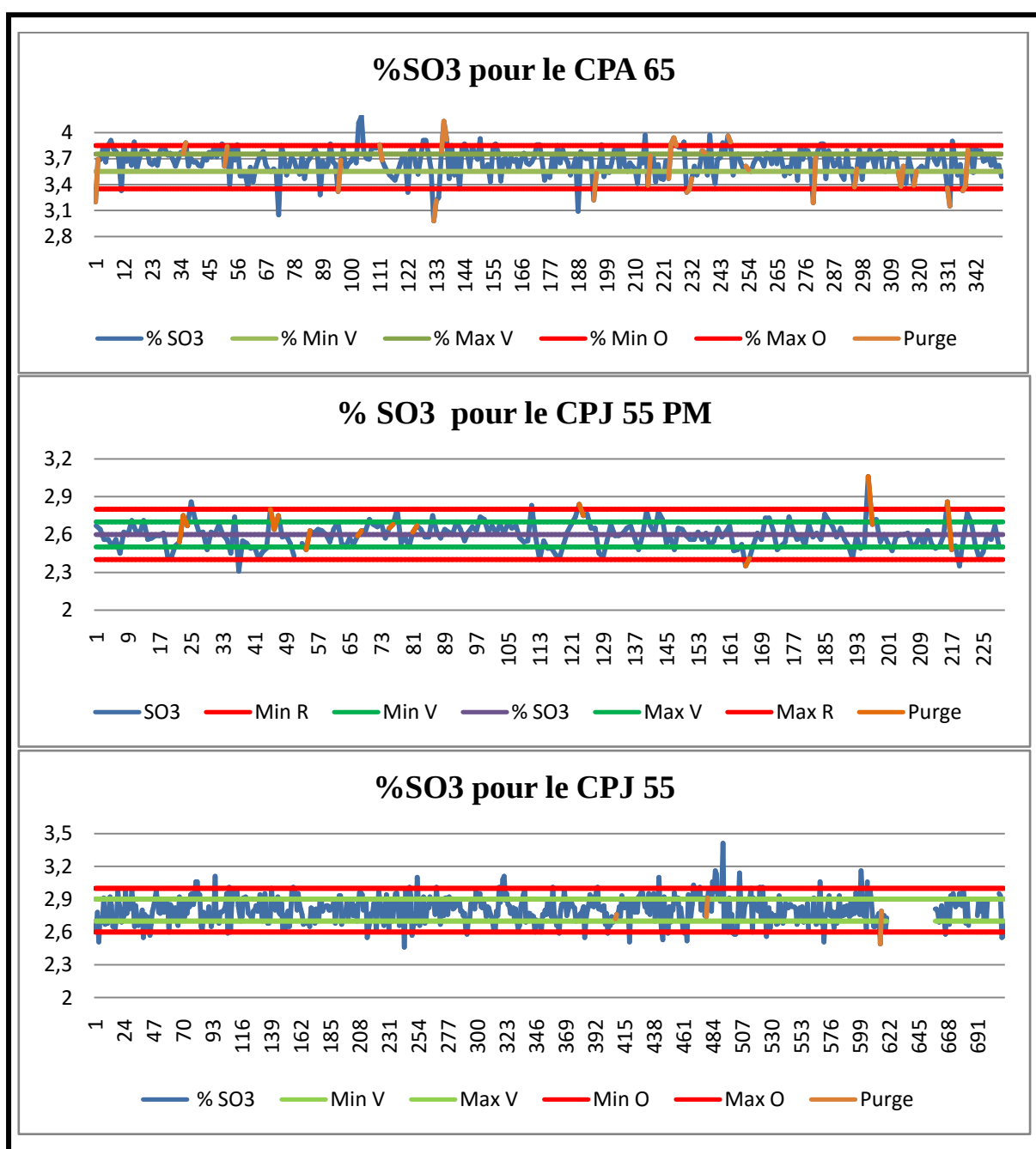


Figure 22 : Variation du pourcentage du SO_3 par rapport aux normes marocaines

Nous remarquons que pour chaque purge qui est représentée en orange, le pourcentage du SO_3 dépasse la zone verte et dépasse parfois la zone rouge, ce qui confirme que le pourcentage du SO_3 est une cause majeure du retard.

- **La chaux libre**

La chaux libre est un paramètre essentiel pour juger la qualité et le degré de cuisson du clinker. Des clinkers bien cuits résultant d'un cru bien dosé et de bonne granulométrie présentent des teneurs inférieures à 2 %. [4]

L'augmentation du taux de chaux libre du clinker diminue les temps de début et de fin de prise, en jargon cimentier on parle d'un clinker plus nerveux, comme ordre de grandeur.

La figure ci-dessous représente la variation de la chaux libre par rapport aux normes marocaines.

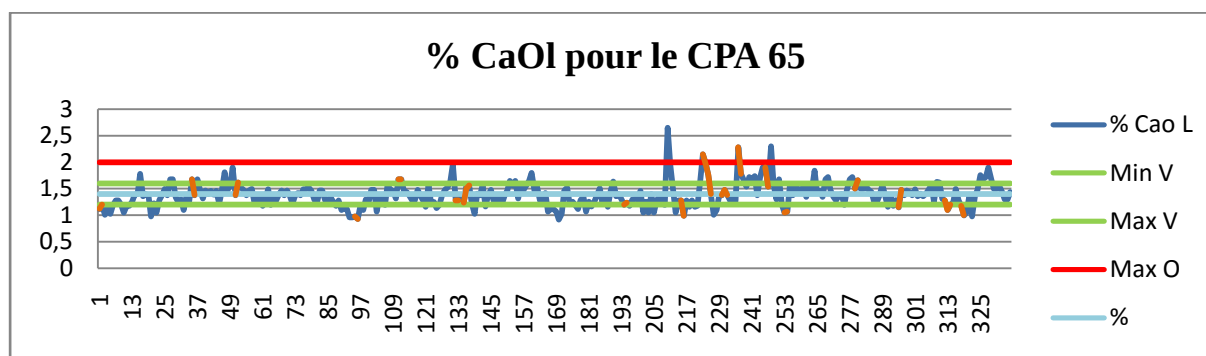


Figure 23 : Variation du pourcentage de la chaux libre par rapport à la norme marocaine

Nous remarquons tout de même que pendant la purge, le pourcentage de la chaux libre dépasse la norme marocaine pour le CPA 65 seulement. Donc la chaux libre représente à son tour un problème majeur du retard des purges.

3.3.4. Les 5 pourquoi

Pour rechercher sources du retard, on a utilisé la méthode des 5 pourquoi qui se présente comme suit :

3.3.4.1. Présentation de la méthode 5 pourquoi

Les cinq pourquoi est la base d'une méthode de résolution de problèmes proposée dans un grand nombre de systèmes de qualité.

Il s'agit de poser la question pertinente commençant par un pourquoi afin de trouver la source, la cause principale de la défaillance. Cette méthode de travail est surtout faite pour trouver la cause principale du problème rencontré.

Avec cinq questions commençant par « pourquoi », on essaie de trouver les raisons les plus importantes ayant provoqué la défaillance pour aboutir à la cause principale.

○ Pour le SO₃

Description du problème	Vérif	1. Pourquoi	Vérif	2. Pourquoi	Vérif	3. Pourquoi	Vérif	4. Pourquoi	Vérif	5. Pourquoi	Contre-mesures
SO ₃ n'est pas régulier		Problème de matière		SO ₃ n'est pas régulier dans le Clinker	→	Formation variable de Na ₂ SO ₄ et K ₂ SO ₄ Due à la condensation de SO ₂ de la fumée		L'utilisation du coke soufré + variation des alcalins dans le cru. Excès de combustible	→	Moins cher	Maitrise de la cuisson pour ne pas avoir la volatilisation
				SO ₃ n'est pas régulier dans le gypse		consigne mal adaptée		L'opérateur ne change pas la consigne du gypse avant la purge		La consigne de la composition reste fixe	
		Problème d'équipements	→	Stabilité des doseurs		La fluctuation de la charge ou/et la vitesse du doseur		La non-homogénéisation du gypse	→	L'opérateur change la consigne de façon corrective et pas préventive	Corriger la consigne de la de la composition avant le lancement de la purge
										La teneur de SO ₃ dans le gypse variable	
										L'analyse effectuée n'est pas régulière	
						Fiabilité équipement		La granulométrie variable (la finesse élevée)		Problème de concassage	Effectuer une analyse de Gypse dans le parc des ajouts d'une façon périodique Fiabiliser et étalonner les équipements d'une façon systématique

Figure 24 : Les 5 pourquoi pour le SO₃

● Pour la chaux libre

Description de problème	Vf	1. Pourquoi	Vf	2. Pourquoi	Vf	3. Pourquoi	Vf	4. Pourquoi	Vf	5. Pourquoi	Contre-mesures
CaO libre élevée		Problème de cuisson		Insuffisance des thermies disponibles dans le four	→	la matière mal préparée dans le préchauffeur	→	Taux de décarbonatation faible (<95%)	→		Ajuster le débit coke <u>préca</u> en fonction du débit farine et le TD
						débit combustible insuffisant		Dosage coke non conforme au niveau de la tuyère			Fiabiliser les doseurs
		Cru non conforme	→	Mauvaise trempe du clinker dans le refroidisseur (refroidissement trop lent du Clinker)		Soufflage ventilateurs non conforme	→	Non maitrise du PCI des AF	→	Suivi rapproché des AF	Utiliser un mélange de combustibles bien adapté à la combustion Maitriser la cuisson
								Dysfonctionnement ventilateurs		Manque d'un plan d'entretien et de maintenance	Planifier un de maintenance de préventive
								Bouchage des rangées fixes au niveau de la grille			
				surdosage du cru		Début du refroidissement.		la couche du clinker est très épaisse			
						Problème de doseurs qui alimentent le broyeur cru		Etat de la bande (déchirure, centrage...)			Etalonner les instruments d'une façon périodiquement
						Problème des poussières du four		Poussières riches en CaO			Analyser et doser les poussières

Figure 25 : Les 5 pourquoi pour la chaux libre

3.3.4.2. Interprétation des résultats**▪ Pour la chaux libre**

La chaux libre est un facteur défavorable pour le développement des résistances. Une augmentation de chaux libre est un signe d'une dégradation de la qualité de cuisson ou d'un mauvais refroidissement.

Pour maîtriser la cuisson, il faut mettre en œuvre des moyens tels que :

- Un cru régulier ;
- Un refroidisseur optimisé ;
- Des combustibles bien préparés et bien dosés ;

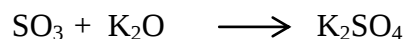
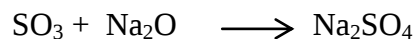
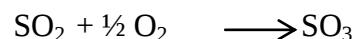
Le cru irrégulier résulte d'un surdosage de l'un des éléments comme le schiste par exemple, ce problème vient des doseurs qui alimentent le broyeur cru qui sont soit bloqués par les blocs de la matière première soit par la fluctuation de la charge.

Un mauvais refroidissement peut être le résultat d'une hauteur de la couche qui est très importante et qui ne laisse pas le passage de l'air, ou une vitesse de grilles qui est très rapide et cause le passage rapide du clinker sans son refroidissement.

▪ Pour le SO₃

La teneur élevée en SO₃ dans le ciment est causée soit par des problèmes de matière ou des équipements.

- Clinker : Le SO₃ se colle au clinker pendant la cuisson. A une température de 800°C les fumées de combustion se condensent et on obtient la réaction suivante :



Donc le SO₃ non régulier résulte de la formation variable de Na₂SO₄ et K₂SO₄ due à la condensation de SO₂ de la fumée soit par l'utilisation du coke soufré et la variation des alcalins dans le cru soit par l'excès de combustible.

- Gypse : la variation du SO₃ dans le gypse revient à la diversité de la granulométrie de la charge ce qui rend le doseur instable. Le Doseur dose le poids et non pas le volume, lorsque nous avons une finesse élevée alors nous obtenons une teneur en SO₃ élevée.

La teneur du SO_3 est faible soit par défaut dans le gypse ou due à la non stabilité des doseurs dans le cas où il y a des blocs de grandes tailles ce qui implique des bouchages au niveau du doseur donc la matière ne passe pas.

3.3.4.3. Résultats

Le problème du retard du temps de purge est lié à différentes étapes du procédé telles la cuisson, le refroidissement et le broyage cuit. De ce fait nous nous sommes focalisées sur les 3 causes suivantes qui sont :

- Le problème des doseurs gypse pour gérer le pourcentage du SO_3 ;
- Le problème de gestion du clinker ;

Et nous recommandons : L'optimisation du refroidisseur, L'optimisation de l'atelier broyage et la maîtrise de la cuisson.

3.4. Traitement des causes et recherche de solution

3.4.1. Introduction

La phase «Innover» est la quatrième étape de la démarche DMAIC, après avoir cherché les causes responsables du retard, nous allons donc chercher les solutions et les recommandations pour optimiser le temps de purge.

Comme nous avons déduit dans le chapitre précédant, les causes principales du retard des purges elles sont les suivantes :

- SO_3 non régulier
- Chaux élevée pour le CPA 65

Dans ce qui suit nous allons traiter et proposer des solutions de chaque problème mis à part.

3.4.2. La teneur en chaux libre

C'est un paramètre essentiel pour le contrôle de la qualité. Afin d'avoir une bonne résistance du ciment cette teneur en chaux libre doit être la plus faible possible. La teneur de la chaux libre diffère selon le pourcentage du Clinker pour chaque qualité.

3.4.2.1. Modèle de gestion du remplissage de clinker

L'analyse de la chaux libre dans le clinker est effectuée d'une façon périodique après chaque deux heures. Suite aux exigences de la qualité de production CPA65 qui contient 95% du clinker, la teneur de la chaux libre doit être bien réglée afin de ne pas dépasser le

pourcentage désiré. Pour ce faire nous proposons une procédure qui permet de prendre la décision sur le lancement de la purge lors de la production CPA65.

3.4.2.2. Organigramme

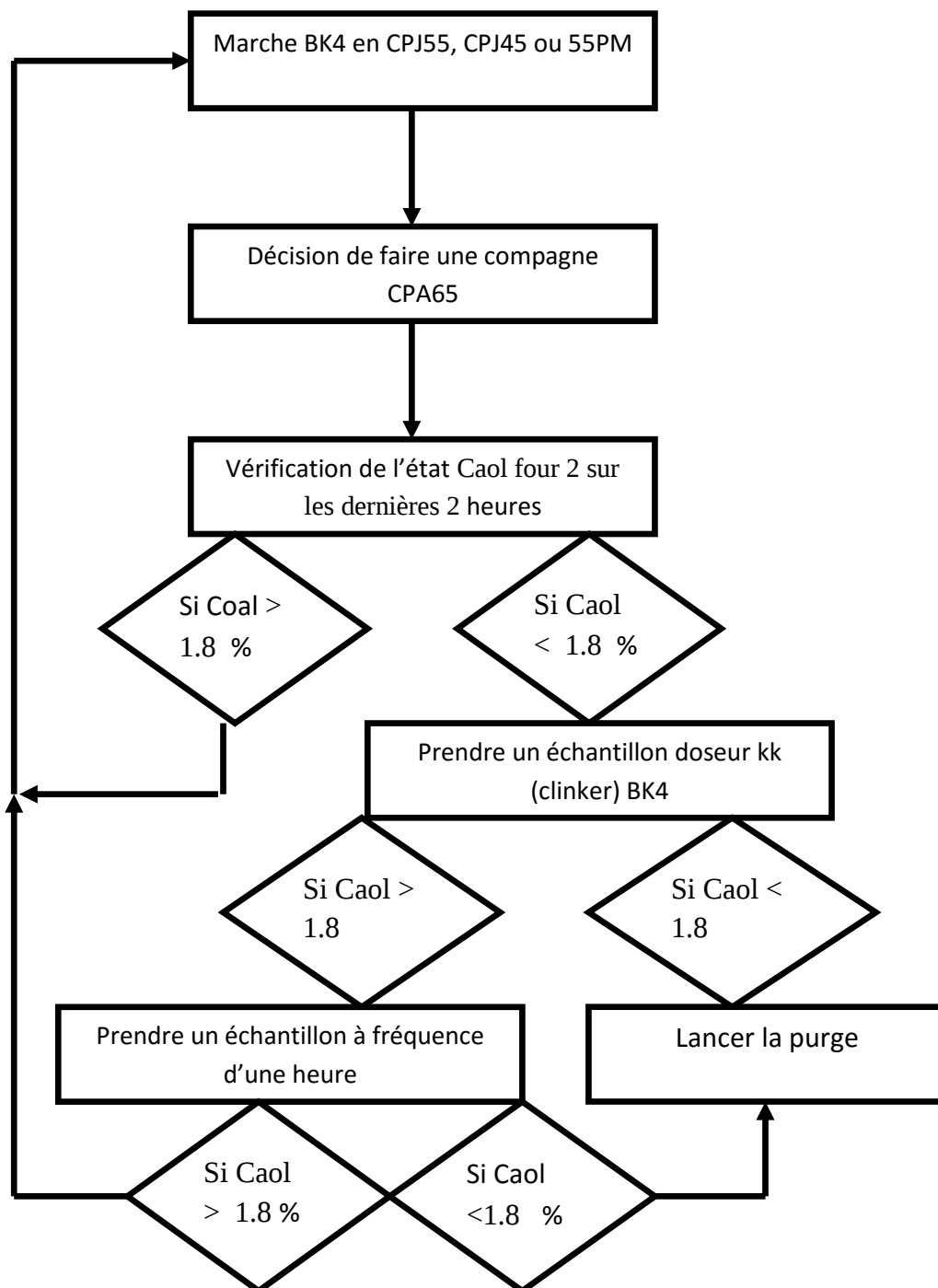


Figure 26 : Gestion du remplissage clinker

NB : Pour pouvoir avoir un bon Clinker il est recommandé de bien maîtriser l'étape de cuisson.

3.4.3. La teneur en SO_3

Le problème de l'augmentation et la diminution de SO_3 dans le produit purge est due à des problèmes liés à la matière (gypse et clinker) et d'autre part au matériel autrement dit les doseurs.

3.4.3.1. Gestion du gypse

Nous avons remarqué que le gypse utilisé dans l'atelier BK4 n'est pas analysé pour vérifier la teneur en SO_3 , qu'une seule fois pendant son arrivée. De plus l'opérateur règle la composition du gypse en se basant sur la dernière valeur de la même qualité produite.

Pour faire face à ce problème et pour obtenir une qualité conforme nous proposons de faire une action préventive qui permet de nous donner à l'avance le pourcentage exacte du gypse.

Le problème de l'augmentation et la diminution de SO_3 dans le gypse et dans le clinker peut être éliminé par le changement de la consigne au fur et à mesure l'analyse du gypse avant le lancement de la purge.

Cette solution sera basée sur trois volées à savoir :

- Proposer une méthode d'homogénéisation de gypse
- Proposer une méthode d'analyse de gypse périodiquement
- Donner un programme pour changer la consigne avant le lancement de la purge

▪ Méthode d'homogénéisation de gypse

Nous recommandons d'homogénéiser l'ancien gypse qui reste dans le stock et le nouveau gypse qui va arriver, pour qu'on puisse maintenir une même régularité chimique du gypse dans le stock. Cette solution vise à assurer un gypse aux caractéristiques constantes de point de vue teneur en SO_3 et distribution de taille.

▪ Méthode d'analyse de gypse périodiquement

Le gypse n'est analysé pour voir ses caractéristiques physico-chimique qu'une seule fois pendant son arrivée, chose qu'il faut absolument changer vu que nous ignorons la teneur du SO_3 du gypse utilisé à l'entrée du broyeur.

Afin de maîtriser la consigne de composition pour chaque qualité, nous proposons de faire des analyses régulières du gypse, pendant l'arrivée, et avant l'usage.

▪ Gypsage optimum

Pour un clinker donné, la recherche du niveau de sulfatage optimal est réalisée, au laboratoire, en déterminant les résistances mortier (1 – 2 – 7 – 28 jours) d'un certain nombre de ciments purs obtenus par cobroyage du clinker et du gypse, en faisant varier la quantité du gypse et en s'efforçant de maintenir constante la finesse du clinker.

La finesse des ciments augmente avec le taux de gypse introduit. Ces variations résultant de la présence du gypse dont la broyabilité est nettement plus aisée que celle du clinker.

Réalisation de l'essai :

Clinker	SO3 total ciment
100	X – 0,8
100	X – 0,6
100	X – 0,4
100	X – 0,2
100	X
100	X + 0,20
100	X + 0,40
100	X + 0,60
100	X + 0,80

Avec :

X = teneur en SO₃ habituelle du ciment (pour une finesse voisine de 3500 SSB)

La comparaison des résistances des mortiers normaux élaborés à partir de ces ciments permettra de définir pour chaque échéance (1 – 2 – 7 – 28 jours) l'optimum de gypsage et par suite de choisir le niveau de sulfatage le mieux approprié au produit, tout en restant conforme aux normes en vigueur.

La recherche du niveau optimal de sulfatage est une opération longue, car elle ne peut pas être réalisée par l'addition de gypse broyé à un clinker broyé

Cette dernière méthode conduit toujours à un taux de sulfate plus élevé que celui qui sera constaté industriellement.

Il faut donc opérer par cobroyage et préparer autant de ciments qu'il y a de teneurs en SO₃ à étudier.

Déroulement de l'essai

1. Démarrer le broyeur avec les consignes normales en SO₃ et SSB
2. Une fois les consignes visées atteintes, prélever 5 kg de produit fini

3. Changer les consignes en gypse et garder la consigne SSB
4. Faire les prélèvements toutes les 30 min en changeant la consigne en SO_3
5. Garder tous les échantillons afin de réaliser les gâchages en déterminant les résistances à 1 – 2 – 7 et 28 jours.
6. Tracer la courbe pour déterminer l'optimum en gypse.

Résultat de l'essai

- Pour le CPA 65

La courbe représentant la variation des résistances pour 1j, 2j et 28 jours de la qualité CPA 65 sont présentées ci-dessous.

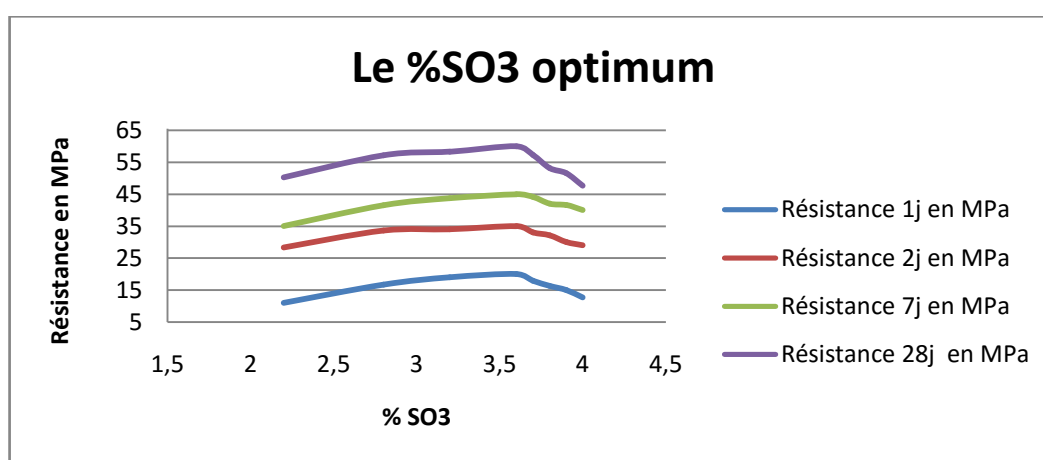


Figure 27 : Le %SO3 optimal pour le CPA 65

- Pour le CPJ 55

La courbe représentant la variation des résistances pour 1j, 2j et 28 jours de la qualité CPJ 55 sont présentées ci-dessous.

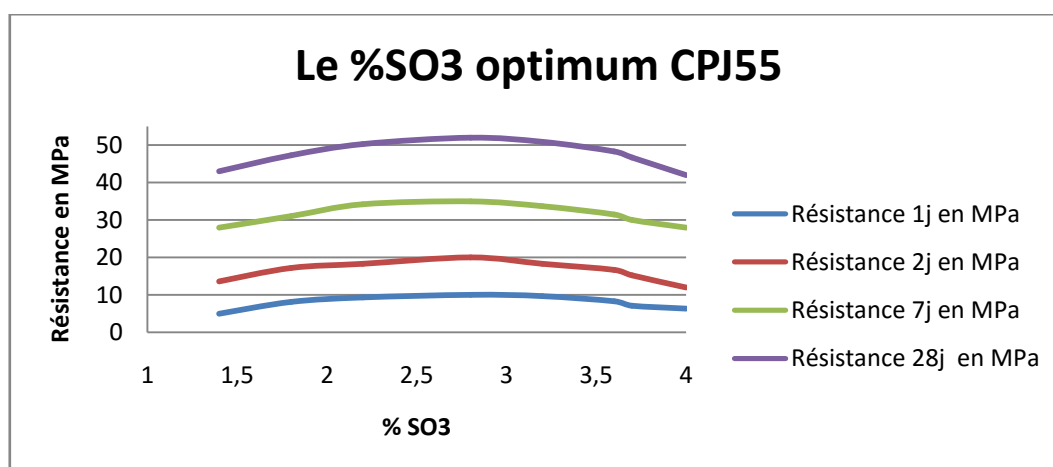


Figure 28 : Le %SO3 optimal pour le CPJ 55

- Pour le CPJ 55 PM

La courbe représentant la variation des résistances pour 1j, 2j et 28 jours de la qualité CPJ 55 PM sont présentées ci-dessous.

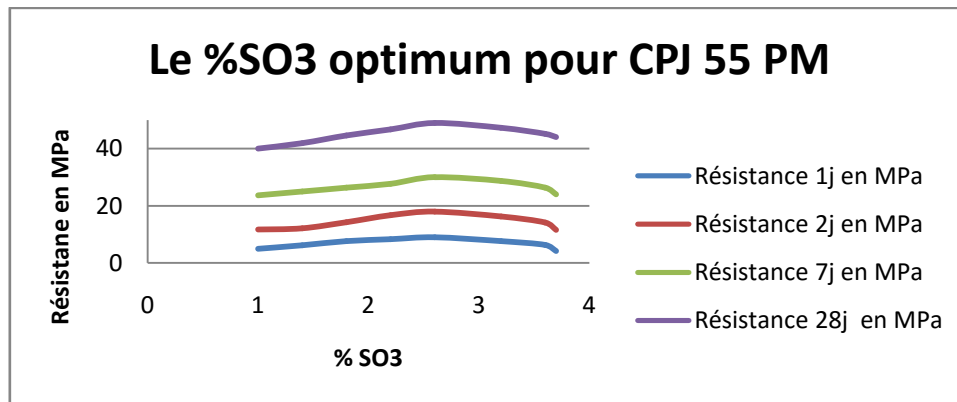


Figure 29 : Le %SO₃ optimal pour le CPJ 55 PM

Interprétation des courbes

- Le pourcentage optimal du SO₃ de la qualité CPA 65 est : 3,6
- Le pourcentage optimal du SO₃ de la qualité CPJ 55 est : 2,7
- Le pourcentage optimal du SO₃ de la qualité CPJ 55 PM est : 2,6

Donc nous pouvons déduire le pourcentage optimal du gypse pour chaque qualité à l'aide de la relation suivante :

$$\% \text{ de gypse} = \frac{\% \text{ SO}_3 \text{ dans le ciment}}{\% \text{ SO}_3 \text{ dans le gypse}} \times 100$$

Donc :

- Le pourcentage optimal du gypse pour la qualité CPA 65 est : 7,7
- Le pourcentage optimal du gypse pour la qualité CPJ 55 est : 5,8
- Le pourcentage optimal du gypse pour la qualité CPJ 55 PM est : 5,6

▪ Programme pour changer la consigne avant le lancement de la purge :

Dans la plupart des processus industriels, il est indispensable de maîtriser certains paramètres qu'elles soient physiques ou chimiques, c'est pour cela il est souvent souhaitable d'avoir recours à des programmes informatiques qui permettent de maintenir une consigne en utilisant des mesures.

Pour notre cas nous proposons un programme préventif sur C# (C-Sharp) qui a pour objet de déterminer les compositions de réglage précisément les quantités en pourcentage de Clinker et de Gypse que l'opérateur doit faire entrer afin d'avoir la qualité de ciment voulue tout en respectant les normes de la teneur SO₃.

Bilan matière:

$$\begin{cases} G+K+V+C =100 \\ X_{SO_3} G + Y_{SO_3} K =S \end{cases}$$

$$\begin{cases} K=100-G-C-V \\ X_{SO_3} G + Y_{SO_3} (100-G-C-V) =S \end{cases}$$

$$\begin{cases} K=100-G-C-V \\ G(X_{SO_3}-Y_{SO_3}) + Y_{SO_3} (100-C-V) =S \end{cases}$$

$$\begin{cases} K=100-G-C-V \\ G=\frac{S-Y_{SO_3}(100-C-V)}{X_{SO_3}-Y_{SO_3}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} K=\frac{S-X_{SO_3}(100-C-V)}{Y_{SO_3}-X_{SO_3}} \\ G=\frac{S-Y_{SO_3}(100-C-V)}{X_{SO_3}-Y_{SO_3}} \end{cases}$$

Avec :

- G : Pourcentage du gypse dans le ciment
 K : Pourcentage du Clinker dans le ciment
 V : Pourcentage des cendres volantes dans le ciment
 C : Pourcentage du calcaire dans le ciment
 S : Pourcentage du SO_3 dans le ciment
 X_{SO_3} : Pourcentage du SO_3 dans le gypse
 Y_{SO_3} : Pourcentage du SO_3 dans le clinker

Les normes de la teneur de SO_3 pour chaque qualité :

Qualité	CPA65	CPJ55PM	CPJ55
SO_3	3.55 -3.75	2.50-2.70	2.70-2.90

Nous pouvons tout de même utiliser la valeur optimal de SO_3 que nous avons trouvé quand nous avons utilisé la méthode du gypsage optimum.

■ Méthodologie du programme

Pour calculer la composition en pourcentage de chaque élément à l'entrée et changer la consigne de production avant chaque lancement de purge (CPA65, CPJPM55 ou CPJ55) nous devons se baser sur les dernières analyses du SO_3 dans le gypse et dans le clinker.

Pour faire le programme sur C# (C-Sharp) (annexe 3) nous avons suivi la méthodologie suivante :

- Choisir la qualité qu'on souhaite produire (le programme affiche les normes de chaque qualité à respecter) ;
- Entrer la consigne souhaitée en SO_3 , chaux libre, cendres volantes et calcaire manuellement ;
- Entrer les pourcentages en SO_3 dans le clinker et le Gypse (X_{SO_3} , Y_{SO_3}) ;
- Entrer le pourcentage des cendres volantes et du calcaire s'il existe ;
- Résolution et affichage du résultat de la nouvelle consigne.

■ Résultat du programme

L'interface graphique du programme qui contrôle le pourcentage en SO_3 est présenté ci-dessous.

The screenshot shows the LAFARGE software interface. At the top is the LAFARGE logo. Below it, the title "Changement de la consigne avant le lancement de la purge" is displayed. The interface is divided into several sections:

- Choiisissez la qualité**: A dropdown menu and a "Validez" button.
- Consigne**: A table with three columns: "Intervalle" and "Valeurs souhaitées". The rows are for "SO3 (en %)", "Cendre volante (en %)", and "Calcaire (en %)".
- Analyse**: Two input fields for "SO3 Gypse (en %)" and "SO3 KK (en %)", and a green "Résolution" button.
- Composition**: Four input fields for "Gypse (en %)", "Cendre volante (en %)", "Clinker (en %)", and "Calcaire(en %)", and "Clear" and "Quiter" buttons.

The bottom right corner of the window displays the text "@simodoc".

Figure 30 : Interface graphique du programme

3.4.3.2. Problème des doseurs

▪ Introduction

A l'image des transporteurs à bande, les doseurs sont des éléments très importants dans la chaîne de production, ils permettent de doser les quantités de Clinker, Gypse et d'Ajout qui alimentent les broyeurs crus et cuits. Dans ce rapport nous nous présenterons que l'étude du doseur Gypse sachant que toutes les défaillances sont identiques pour tous les doseurs et aussi c'est la source majeure de la fluctuation en teneur de SO_3 .

▪ Définition des doseurs

Le doseur est un mécanisme destiné à alimenter la ligne de production de façon continue en matière tout en contrôlant le débit

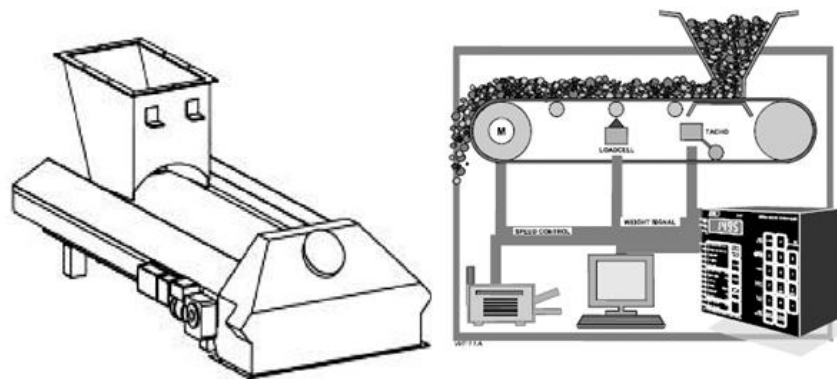
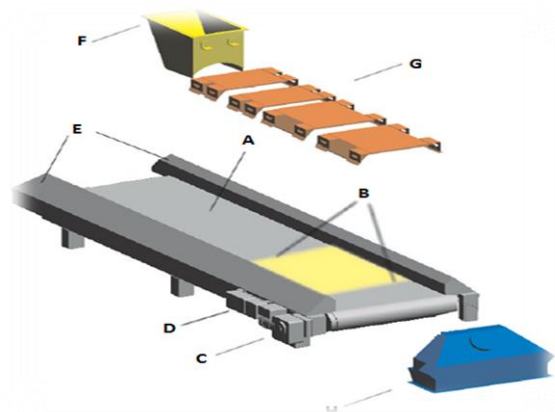


Figure 31 : Image du doseur Shenck utilisé dans l'usine

▪ Les éléments du doseur (annexe 4)

Les composantes basiques du doseur sont :

- La bande du convoyeur (A)
- Zone de pesage (B)
- Groupe d'entraînement (C)
- Système de pesage électronique (D)
- Rives de guidage matière (E)
- Trémie pour raccordement au silo (F)
- Capotage de veine (G)
- Capotage de jetée (H)



▪ Fiche technique du doseur Gypse

La fiche technique du doser gypse est présentée dans la figure ci-dessous.

Tableau 5: Fiche technique du doseur gypse

Capacité	30 T/H
Densité	0.9 – 1.4 t/m ²
Humidité	Max 4.5%
Granulométrie	Max 50 mm
Température	Max 45 °C
Puissance	0.75 KW
Réduction	1657
Couple nominal	2700Nm
Tension	400V-50Hz

▪ Les problèmes rencontrés des doseurs

La non stabilité des doseurs et précisément le doseur du Gypse vient de plusieurs causes à savoir:

- Fluctuation de la précision ;
- Problème de Trémie (blocs, fuites, usure...) ;
- État de la bande (déchirure, centrage...) ;
- Glissement des rouleaux ;
- Bruits anormaux, vibrations ;
- Jetée dans redler (blocs, remontée de poussière...) ;
- Protection en place

▪ Les essais de conformité et d'étalonnage

Ce sont des essais périodiques réalisés par le service instrumentation, dans le but de corriger la valeur de la précision des doseurs.

Pesé physique : C'est un essai qui s'effectue chaque semestre suivant le mode opératoire (annexe 5) en comparant une même quantité de matière pesée par le doseur et par une bascule externe à l'aide d'un camion.

Tarage-étalonnage : C'est un essai qui s'effectue d'une manière mensuel suivant le mode opératoire dans (annexe 5) pour but de calibrer les poseurs de chaque doseur par des poids précis.

▪ Recommandation et solutions

Pour bien maîtriser les erreurs de précision il faut planifier :

- l'essai de pesée physique quatre fois par ans au lieu de deux ;
- l'essai de tarage - étalonnage deux fois par mois au lieu de une ;
- Essayer de renouveler les modes opératoires ;
- Planifier une inspection de contrôle trois fois par mois par les agents de service procédés, de service mécanique et de service instrumentation pour contrôler l'état des doseurs.

3.5. Détermination du temps de purge optimal

3.5.1. Introduction

Nous avons établis une solution qui a pour but de trouver le temps de purge optimal et de minimiser les pertes en énergie et ciment pour chaque cas de purge.

L'idée est proposée par un expert de LAFARGE France à propos du problème de la purge. Elle est basée sur des prélèvements de produit fini dans un intervalle de temps bien déterminé pour chaque cas de purge.

3.5.2. Procédure

Pour chaque cas de purge, nous avons réalisé des prélèvements de produit fini dans chaque 5minute, et par la suite on analyse les échantillons pour trouver le temps optimal pendant lequel on atteint la composition et la finesse souhaitées. Pour que le résultat obtenu soit correcte il faut prendre seulement les cas de purge en absence de problèmes (matières et équipements) c'est-à-dire on prend juste les essais dont le temps du purge est supérieure ou égale le temps de purge hors incidents trouver dans l'historique (annexe1).

On attend jusqu'à la stabilisation du broyeur après 25 à 30 minutes et on commence les prélèvements (annexe 7).

3.5.3. Résultat

Le tableau qui suit représente les résultats obtenus et la durée qu'on peut gagner avec cette solution.

Tableau 6: Résultat des essais pour avoir le temps de purge optimal

Qualité	Essais (min)	TP hors incidents (min)	la durée gagnée
CPJ45 --> CPJ55	45	60	15
CPJ45 --> CPA65	45	62,5	17,5
CPJ55 --> CPA65	40	54,0625	14,0625
CPJ55PM --> CPA65	50	63,33	13,33
CPJ55--> CPJ55PM	40	56,66	16,66

Nous remarquons qu'après ces essais, le temps de purge sera réduit de plus de 14 minutes mais pour que l'opérateur puisse arrêter le broyeur après ce nouveau temps il faut absolument appliquer les solutions présentées ci-dessus pour minimiser les problèmes de retard de temps de purge.