



Chapitre4 : Estimation des pertes et calcul du gain de productivité

4.1. Introduction

Quels que soient la nature d'un projet, sa motivation et son degré d'élaboration, la préoccupation majeure d'un industriel à son égard consiste à savoir s'il sera rentable de le concrétiser. En d'autres termes, s'il générera des bénéfices.

Ce dernier chapitre du mémoire entre vos mains illustre, chiffres à l'appui, la rentabilité du projet où les volets éthiques et économiques se complètent pour donner une merveilleuse figure de la tendance actuelle.

Nous avons proposé une étude économique qui permet d'estimer les gains de productivités de notre projet. C'est pour cela, nous allons tout d'abord donner le coût global des pertes de l'année 2015 en KWh/t et C/K pour chaque qualité, et ensuite, nous établirons un calcul du gain pour les solutions d'optimisation du temps de purge.

4.2. Etude économique- Estimation des pertes

- **Calcul des pertes**

La purge représente une perte en KWh/t et en C/k, nous nous sommes basées sur une durée d'un an pour chiffrer ces pertes pour chaque cas.

Pour 1 heure de production pendant les heures de pointes nous avons :

$$C_e = C_{unitaire} * Débit_{moyen} * C_{énergétique}$$

Avec :

C_e : La consommation électrique en DHs

$C_{énergétique}$: La consommation énergétique en KWh/t

$C_{unitaire}$: Coût unitaire

Et les pertes en clinker sont exprimées comme suit :

$$C_{Kk} = (Débit_{moyen} * C_c)_{qualité supérieure} - (Débit_{moyen} * C_c)_{qualité inférieure}$$

Avec :

C_{kk} : La perte en clinker en DHs

C_c : Le prix du ciment selon la qualité

Nous avons pour chaque qualité un débit moyen (t/h), une consommation électrique (KWh/t) et un prix du ciment en DHs et la consommation électrique diffère selon 3 tranches.

Tableau 7: Consommation électrique selon les tranches

	Horaire	Coût unitaire en DHs
Heures pleines	07h à 17h	0,554
Heures creuses	22h à 7h	0,355
Heures de pointes	17h à 22h	1,074

Tableau 8: Prix et consommation électrique selon les qualités du ciment

Qualité	Débit moyen (t/h)	Consommation électrique (KWh/t)	Prix DHs
CPJ 45	169,66	35,53	1150
CPJ 55	130,94	46,03	1200
CPJ55PM	128,07	47,5	1250
CPA 65	79,58	75,74	1350

Le cout unitaire utilisé = 0.776 DHs

CPJ 45 → CPJ55

Les pertes en KWh/t et en C/K pour le passage du CPJ 45 AU CPJ 55 sont présentées ci-dessous.

- Pour les KWH/t

Tableau 9: Pertes en KWH/t pour CPJ45-CPJ 55

Mois	Temps de purge(h)	Perte en KWh	Coût en DHs
Décembre	4,166666667	5728,625	4445,413
Septembre	1,16	1594,8492	1237,602979
Août	1,25	1718,5875	1333,6239
	Coût total	7016,639879	

- Pour le C/K

Tableau 10: Pertes en C/Kpour CPJ45-CPJ 55

Mois	Temps de purge(h)	Quantité ciment	Prix55 (DHs)	Prix45 (DHs)	Coût en DHS
Décembre	4,166666667	545,5833333	654700	627420,833	27279,16667
Septembre	1,16	151,8904	182268,48	174673,96	7594,52
Août	1,25	163,675	196410	188226,25	8183,75
	Coût total	43057,43667			

Résultat

Tableau 11: Pertes totales CPJ45-CPJ 55

Le coût en DHs des pertes KWh/t	7016,6398
Le coût en DHs des pertes en C/K	43057,43667
TP moyen en min	79

CPJ 45 → CPA 65

Les pertes en KWh/t et en C/K pour le passage du CPJ 45 au CPA 65 sont présentées ci-dessous

- Pour les KWH/t

Tableau 12: Pertes en KWH/tpourCPJ45-CPA 65

Mois	Temps de purge(h)	Perte en KWh	Coût en DHs
Janvier	1	3199,9118	2483,131557
Octobre	4,75	15199,58105	11794,87489
Septembre	3,25	10399,71335	8070,17756
Août	3,41	10911,69924	8467,478609
Mars	1,25	3999,88975	3103,914446
	Coût total	33919,57707	

- Pour le C/K

Tableau 13: Pertes en C/K pour CPJ45-CPA 65

Mois	Temps de purge(h)	Quantité ciment	Prix65 (DHs)	Prix45 (DHs)	Coût en DHS
Janvier	1	79,58	107433	91517	15916
Octobre	4,75	378,005	510306,75	434705,75	75601
Septembre	3,25	258,635	349157,25	297430,25	51727
Août	3,41	271,3678	366346,53	312072,97	54273,56
Mars	1,25	99,475	134291,25	114396,25	19895
	Coût total	217412,56			

Résultat

Tableau 14 : Pertes totales pour CPJ45-CPA 65

Les pertes en KWh/t	33919,57707
Le coût en DHs des pertes en C/K	217412,56
TP moyen en min	83

CPJ 55 → CPA 65

Les pertes en KWh/t et en C/K pour le passage du CPJ 55 au CPA65 sont présentées ci-dessous.

- Pour les KWH/t

Tableau 15: Pertes en KWH/t pour CPJ55-CPA 65

Mois	Temps de purge(h)	Perte en KWh	Coût en DHs
Février	9,25	21869,97665	16971,10188
Janvier	16,25	38420,22925	29814,0979
Décembre	13,16	31114,47489	24144,83251
Novembre	39,23	92752,34421	71975,81911
Octobre	4,5	10639,4481	8256,211726
Septembre	8,25	19505,65485	15136,38816
Août	10,16	24021,50949	18640,69136
Juillet	6	14185,9308	11008,2823
Juin	20,41	48255,80794	37446,50696
Mai	27,5	65018,8495	50454,62721
Avril	18,5	43739,9533	33942,20376
Mars	28,91	68352,54324	53041,57355
	Coût total	370832,3364	

- Pour le C/K

Tableau 16: Pertes en C/K pour CPJ55-CPA 65

Mois	Temps de purge(h)	Quantité ciment	Prix65 DHs	Prix 55 DHs	Coût en DHS
Février	9,25	736,115	993755,25	883338	110417,25
Janvier	16,25	1293,175	1745786,25	1551810	193976,25
Décembre	13,16	1047,2728	1413818,28	1256727,36	157090,92
Novembre	39,23	3121,9234	4214596,59	3746308,08	468288,51
Octobre	4,5	358,11	483448,5	429732	53716,5
Septembre	8,25	656,535	886322,25	787842	98480,25
Août	10,16	808,5328	1091519,28	970239,36	121279,92
Juillet	6	477,48	644598	572976	71622
Juin	20,41	1624,2278	2192707,53	1949073,36	243634,17
Mai	27,5	2188,45	2954407,5	2626140	328267,5
Avril	18,5	1472,23	1987510,5	1766676	220834,5
	Coût total	2067607,77			

Résultat

Tableau 17 : Pertes totales CPJ55-CPA 65

Le coût en DHs des pertes KWh/t	370832,3364
Le coût en DHs des pertes en C/K	2067607,77
TP moyen en min	95

CPJ 55 PM → CPA 65

Les pertes en KWh/t et en C/K pour le passage du CPJ 55 PM au CPA65 sont présentées ci-dessous.

- Pour les KWh/t

Tableau 18: Pertes en KWH/t pour CPJ55PM-CPA 65

Mois	Temps de purge(h)	Perte en KWh	Coût en DHS (pour les H pointes)
Février	2,416666667	5431,069733	4214,510113
Décembre	0,916666667	2060,060933	1598,607284
Novembre	6,833333333	15356,81787	11916,89066
Octobre	2,833333333	6367,461067	4941,149788
Septembre	2	4494,6784	3487,870438
Coût total		26159,028	

- Pour le C/K

Tableau 19: Pertes en C/k pour CPJ55PM-CPA 65

Mois	Temps de purge(h)	Quantité ciment	Prix 65 DHs	Prix PM DHs	Coût en DHS
Février	2,416666667	192,3183333	259629,75	240397,917	19231,83333
Décembre	0,916666667	72,94833333	98480,25	91185,4167	7294,833333
Novembre	6,833333333	543,7966667	734125,5	679745,833	54379,66667
Octobre	2,833333333	225,4766667	304393,5	281845,833	22547,66667
Septembre	2	159,16	214866	198950	15916
Coût total		119370			

Résultat

Tableau 20: Pertes totales pour CPJ 55 PM-CPA 65

Le coût en DHs des pertes KWh/t	26159,028
Le coût en DHs des pertes en C/K	119370
TP moyen en min	100

CPJ 55→CPJ55PM

Les pertes en KWh/t et en C/K pour le passage du CPJ 55 au CPJ55 PM sont présentées ci-dessous.

- Pour les KWH/t

Tableau 21: Pertes en KWH/t pour CPJ 55-CPJ 55PM

Mois	Temps de purge(h)	Perte en KWh	Coût en DHs
Février	5,25	988,380225	766,9830546
Janvier	1,16	218,384964	169,4667321
Décembre	3,83	721,046907	559,5323998
Novembre	4,08	768,112632	596,0554024
Octobre	3,33	626,915457	486,4863946
Septembre	1	188,2629	146,0920104
	Coût total	2 724,159	

- Pour le C/K

Tableau 22: Pertes en C/k pour CPJ 55-CPJ 55PM

Mois	Temps de purge(h)	Quantité ciment	Prix PM DHs	Prix 55 DHs	Coût en DHS
Février	5,25	672,3675	840459,375	806841	33618,375
Janvier	1,16	148,5612	185701,5	178273,44	7428,06
Décembre	3,83	490,5081	613135,125	588609,72	24525,405
Novembre	4,08	522,5256	653157	627030,72	26126,28
Octobre	3,33	426,4731	533091,375	511767,72	21323,655
Septembre	1	128,07	160087,5	153684	6403,5
	Coût total	119425,275			

Résultat

Tableau 23: Pertes totales CPJ 55-CPJ 65

Le coût en DH des pertes KWh/t	2 724,61599
Le coût en DH des pertes en C/K	119425,275
TP moyen en min	112

Le coût total est alors :

$$\text{Coût total} = 440652,198 + 2\,566\,873 = 3\,007\,525,198 \text{ DHs}$$

Donc pendant une année de production il y avait 256h de purge qui correspond à une perte totale de 3 007525,198DHs.

4.3. Calcul des gains

4.3.1. Introduction

Dans cette partie nous allons calculer le gain de productivité qu'on peut gagner par les solutions présentés dans le troisième chapitre.

4.3.2. Gain d'optimisation de retard de temps de purge

Pour pouvoir donner une estimation du gain généré par les solutions que nous avons proposé pour optimiser le retard de temps de purge, nous avons calculé les pertes en DHs dans le cas des purges sans incident à partir des données de l'annexe 1.

- **Méthode de calcul**

Les pertes après solutions sont calculées par la règle de trois en utilisant les pertes globales.

Le gain est égal à la différence entre les pertes calculée ci-dessus et les pertes après solutions.

$$\text{Le gain de productivité} = \text{les pertes} - \text{les pertes hors incidents}$$

Le gain de productivité est représenté dans le tableau ci-dessous.

Qualité	TP réel (min)	TP réel (min) hors incidents	Pertes (DH)	Pertes hors incidents (DH)	Le gain de productivité
CPJ45 --> CPJ55	79	60	50074,0765	38030,9442	12043,1323
CPJ45 --> CPA65	83	62,5	251332,137	189256,127	62076,0098
CPJ55 --> CPA65	95	54,0625	2438440,11	1387664,93	1050775,18
CPJ55PM --> CPA65	100	63,33	145529,028	92163,5334	53365,4946
CPJ55--> CPJ55PM	112	56,66	122149,434	61794,5262	60354,9078
Total			3007524,78	1768910,06	1238614,72

- **Interprétation**

Nous remarquons qu'à partir des recommandations et des solutions nous avons pu optimiser les pertes du retard du temps de purge de 41,2%.

4.3.3. Gain d'optimisation de temps de purge

De la même façon nous avons estimé le gain de productivité de « la minimisation du temps de purge hors incidents. »

- **Méthode de calcul**

Les pertes après solutions sont calculées par la règle de trois en utilisant les pertes globales.

Le gain est égal à la différence entre les pertes hors incidents et les pertes après solutions.

Le gain de productivité = les pertes hors incidents – les pertes après solutions

Le gain de productivité est représenté dans le tableau ci-dessous.

Qualité	Essais (min)	TP réel (min) hors incidents	Pertes hors incidents (DH)	Pertes après solutions	Le gain de productivité
CPJ45 --> CPJ55	45	60	38030,9442	28523,2082	9507,73605
CPJ45 --> CPA65	45	62,5	189256,127	136264,411	52991,71556
CPJ55 --> CPA65	40	54,0625	1387664,93	1026711,62	360953,3055
CPJ55PM --> CPA65	50	63,33	92163,5334	72764,514	19399,01943
CPJ55--> CPJ55PM	40	56,66	61794,5262	43624,7979	18169,72832
Total			1768910,061	1307888,56	461021,5048

- **Interprétation**

Nous déduisons que la solution qui consiste à minimiser le temps de purge par des prélèvements permet une optimisation des pertes de 15,3%.