



UCL Université catholique de Louvain - **Mons**

**Analyse des performances
des installations de chargements camions
TOTAL BELGIUM SA – Dépôt de Feluy**

Promoteur :
Professeur J.-S. TANCREZ

Mémoire présenté par :
Xavier DUSSART
en vue de l'obtention du diplôme
de Master en sciences de gestion

Année académique 2011-2012

Préambule

Ce document contient des informations confidentielles et stratégiques. Aucune partie de ce document ne peut être publiée, copiée, utilisée ou distribuée d'aucune manière sans l'accord explicite et écrit de TOTAL BELGIUM SA.

Remerciements

Je remercie l'ensemble des personnes qui m'ont aidé au cours de ce travail ainsi que mes collègues et ma hiérarchie qui m'ont donné la possibilité d'effectuer ce mémoire.

Je tiens à remercier mon promoteur, Monsieur le Professeur J.-S. TANCREZ, pour le temps accordé et ses conseils avisés.

Résumé.

Le Dépôt TOTAL de Feluy est un dépôt dont la première finalité est de fournir en produits pétroliers tant les particuliers, les entreprises, les stations services que d'autres dépôts. Les régions desservies sont majoritairement la Province du Hainaut mais aussi d'une manière plus large la Wallonie et le nord de la France. Cet objectif est réalisé au moyen de 17 quais de chargements pourvus au total de 57 bras. Chaque bras est consacré à un seul produit tel que les essences, diesel, mazout,... Tous les produits ne sont pas disponibles sur tous les quais. Il est donc indispensable que d'une part, le site reste en activité au maximum (le dépôt est ouvert 24h/24 tous les jours de la semaine) mais aussi qu'il évolue avec la tendance actuelle des consommations en produits pétroliers. C'est ainsi que TOTAL investit chaque année tant dans la maintenance de ces équipements que dans des projets.

Dans le cadre de ces projets, deux en particuliers demandent d'intervenir sur les quais à savoir premièrement la transformation d'un quai de chargement par le haut vers un quai de chargement par le bas. Le second consiste à réutiliser un quai de chargement en vue de l'affecter à un nouveau produit. Ce travail envisage ainsi ces deux cas mais aussi une réorganisation d'une partie des quais de chargement.

Afin d'analyser l'impact de chaque modification, différents concepts sont abordés. Les principaux concernent les files d'attente. A partir de la base de données des chargements, il a été possible d'écrire des routines informatiques afin de déterminer le nombre de chargements par bras, par quai, les temps de chargement, le nombre de camions ayant dû attendre avant de charger,... Ces données ont été tirées des servers informatiques du site sur le premier trimestre 2012. Par contre, aucune donnée sur les camions (à savoir s'ils pouvaient charger en dôme et / ou en source) n'était disponible. Dès lors, l'analyse s'est basée sur l'hypothèse qu'un camion chargeant selon un type (top ou bottom) ne pourra pas changer. Des discussions sur cette hypothèses sont aussi présentes.

Avant d'aborder les trois cas, un état des lieux du site est effectué. Celui-ci met en évidence que les chargements dépendent de nombreux paramètres externes. Ainsi, le nombre de chargements est fonction du climat. Trois dépendances sont à mettre en évidence. La première, sur le long terme, est relative aux saisons. Les produits "de chauffage" présentent une demande supérieure en hiver, lorsqu'il fait froid. Cette saisonnalité de long terme est donc prévisible. La deuxième dépendance se situe sur une période plus courte à savoir quelques jours ou quelques semaines. L'exemple de la fin du mois de janvier et du début du mois de

février sera présenté pour illustration. Cette dépendance est une réaction de la demande au climat connu de jour en jour. Finalement, au sein même d'une journée, on constate que les arrivées des camions ne sont pas distribuées de manière constante. Des pics d'affluences sont constatés notamment le matin. Il est aussi montré que les quais bottom sont plus utilisés que les quais de chargement par le dessus. Les premiers présentent une stabilité du point de vue du nombre de chargements par jour (faible dépendance au climat). Ceci provient notamment des disponibilités produits qui diffèrent mais aussi d'un temps de chargement plus court. Les quais top, quant à eux, présentent deux types d'utilisation à savoir une utilisation fréquente (soumise aux saisonnalités présentées) des quais principaux et une utilisation en tant qu'absorbeurs de variabilité pour les autres. Ces derniers sont dès lors utilisés lors des surcharges (saturation) des quais principaux. Afin de déterminer l'impact d'un quai sur un autre, deux méthodologies ont été abordées. La première est l'aspect de court terme à savoir l'évaluation des utilisations mais aussi l'importance des files. Ce premier aspect permet de déterminer si en moyenne, un quai peut pallier à un autre. Le second aspect est lié aux disponibilités "en temps réel". En effet, un quai peut très bien reprendre, en moyenne, l'ensemble des chargements d'un autre. Par contre, il est important d'aborder le court terme c'est-à-dire lors de pics d'affluence.

Il était donc nécessaire d'aborder ces concepts avant de commencer les analyses. Ainsi, le premier cas analysé est le remplacement du quai top 21-22 afin de le transformer en quai de chargement en source. Il est montré que ce quai fait partie des quais principaux. Son utilisation est stable avec une variabilité de long terme liée au climat. Son remplacement forcera les camions à utiliser d'autres quais. Un quai ne pourra pas reprendre l'ensemble des chargements étant donné qu'aucun autre ne met à disposition autant de produits (quatre). Différents quais seront alors impactés. Il en résultera une augmentation des files d'attente notamment du quai 8. Or ce quai présente déjà une utilisation importante dès lors, un impact indirect sera constaté sur un quai homologue à savoir le quai 12. L'analyse justifie ceci par le fait que ces deux quais mettent à disposition un produit (le Gasoil Extra) disponible actuellement que sur trois quais. D'autres quais verront aussi leur utilisation augmenter. Parmi ceux-ci on retrouve les quais dits absorbeurs de variabilité qui verront dès lors leur importance augmenter. L'analyse se termine par une discussion du choix du produit pour le troisième bras. En effet, il est possible lors de la modification du quai, de remplacer le diesel par du Gasoil Extra.

Le deuxième cas analysé est une réorganisation des quais 0 à 4. En effet, ceux-ci sont fortement utilisés, ils représentent 60% des chargements. Le cas envisagé a été le Diesel

Excellium de TOTAL qui correspond à 35% des chargements totaux du site. Dès lors, une amélioration sur ce produit est donc importante pour TOTAL. Il est montré que ces quais sont d'autant plus utilisés s'ils disposent de deux bras de chargement. Ainsi, la première solution envisageant la mise à disposition d'un troisième quai (sur le quai 3) avec deux bras de chargement est abordée. Il apparaîtra que cette solution ne permettra pas d'améliorer les files d'attente étant donné que ces dernières sont déjà importantes sur le quai 3. Par contre, il est possible de transférer deux clients (représentant 15% des sorties en diesel) du quai 4 vers ce quai 3. Ceci aura pour conséquence d'une part d'augmenter l'utilisation du quai 3 qui est faible et d'autre part, d'augmenter la disponibilité du quai 4. Dans ce cas, une amélioration nette ne sera pas constatée puisque l'impact concernera aussi les autres quais bottom qui verront leur utilisation légèrement diminuer (et donc aussi les files d'attente) grâce à une utilisation plus importante du quai 4 au détriment des autres. Si l'on considère l'ensemble, la diminution des files d'attentes sur les autres quais aura un impact global positif (sauf pour le quai 3 qui verra son utilisation augmenter à un niveau comparable aux autres).

Le dernier cas abordé est la suppression d'un quai (quais 23-24 ou 25-26) afin de le rendre disponible pour la mise à disposition d'un nouveau produit. Ce cas montrera que l'aspect problématique n'est pas le transfert vers les autres quais des volumes. En effet, ces deux quais sont dits "absorbeurs de variabilité". L'impact de leur suppression se fera ressentir lors des grandes affluences c'est-à-dire lorsque les quais principaux seront proches de la saturation. Par ailleurs, leur suppression entraîne aussi un affaiblissement au niveau des disponibilités produits. Certains quais seraient seuls à mettre à disposition un produit. Ces quais deviendraient alors critiques. La suppression d'un de ces deux quais n'est donc pas une solution conseillée.

Aborder ces différents cas a donc permis de faire le lien entre la théorie des files d'attente et dans une moindre mesure la théorie de la maintenance. Leur application est possible. Cependant, la complexité du site au niveau des disponibilités des produits rend ce point difficile. Ainsi, on constate que les distributions des arrivées dépendent des trois saisonnalités envisagées mais aussi que le choix d'un quai de chargement est laissé aux chauffeurs. Des améliorations sont donc possibles afin d'optimiser les temps d'attente.

Les analyses ont aussi permis, au niveau de l'entreprise, de choisir les projets mis en œuvre. Ainsi, il a été décidé de mettre en place la modification du quai 21-22. Par contre, étant donné qu'il a été estimé que la suppression d'un des deux autres quais cumulée au

premier projet présenterait un impact trop important, aucune suppression ne sera envisagée.
La mise à disposition du nouveau produit utilisera alors un autre quai peu utilisé.

Tableau des abréviations

<u>Abréviations</u>	<u>Correspondances</u>
QxBy	Quai x Bras y
GD	Diesel
Gd Fr – G33	Gasoil de chauffage grand froid
GEX	Gasoil Extra
Gasoil – G3B	Gasoil de chauffage belge
G3F - FOD	Gasoil de chauffage français – Fioul domestique

Définitions

- Chargement dôme (ou top loading) : chargement d'un camion citerne par la partie supérieure de la cuve.
- Chargement source (ou bottom loading) : chargement d'un camion citerne par la partie inférieure de la cuve.
- Quai de chargement : lieu où l'ensemble des équipements nécessaires au chargement sont disponibles. Il est composé de un à cinq bras de chargement. Il peut être soit un quai dôme soit un quai source.
- Bras de chargement : flexible provenant de l'installation de remplissage que le chauffeur utilise en vue de remplir son camion.
- Visite : ensemble des étapes de chargement d'un camion citerne. Elle peut s'effectuer sur un ou plusieurs quais de chargement.

Sommaire.

1.	Introduction	1
1.1.	Contexte, objectifs et limitations.	1
1.2.	Groupe TOTAL – TOTAL BELGIUM - Dépôt de Feluy.	7
2.	Concepts théoriques	8
2.1.	Théorie des files d'attente.	8
2.2.	Théorie de la maintenance.	14
3.	Présentation du site et des données.	16
3.1.	Aspects techniques.	16
3.1.1.	Fonctionnement de la zone de stockage.	16
3.1.2.	Quais de chargement.	16
	Méthodes de chargement.	16
	Disponibilités produits.	18
	Synthèse sur les quais de chargement.	19
3.1.3.	Fonctionnement des chargements camion.	20
3.1.3.1.	La réservation	22
3.1.3.2.	Le chargement	22
3.1.3.3.	La clôture de la visite	22
3.2.	Données.	23
3.2.1.	Données disponibles.	23
3.2.2.	Traitement des données.	26
4.	Etat des lieux de la fréquentation	28
4.1.	Saisonnalité : évolution selon les saisons (températures).	28
4.2.	Saisonnalité - périodicité "réduite" : dépendance aux températures (court terme) ...	29
4.3.	Saisonnalité de très court terme (au quotidien)	31
4.4.	Utilisation des quais de chargement.	32
	Conclusion intermédiaire.	39
4.5.	Deux cas particuliers : quai 8 et quai 12.	40
4.6.	Autres influences externes.	40
4.7.	Conclusions.	42
4.8.	Liens avec les concepts théoriques	43
5.	Modifications envisagées	45
5.1.	Premier cas : transformation du quai 21-22 en bottom	45
5.1.1.	Evaluation du transfert des chargements	47
5.1.1.1.	Cas du Gasoil Grand Froid.	49
5.1.1.2.	Cas du chargement du Gasoil et du Diesel.	52
5.1.1.3.	Cas du chargement du gasoil de chauffage français (FOD).	54
5.1.1.4.	Choix du produit du bras 3 (diesel / Extra)	56
5.1.1.5.	Conclusion du premier cas.	57
5.2.	Deuxième cas : réorganisation des quais Bottom	60
5.3.	Troisième cas : Suppression du quai 23-24 ou du quai 25-26.	66
6.	Piste d'amélioration	70
7.	Conclusion.	72
8.	Bibliographie	75
9.	Annexes	

Table des figures :

Figure 1 : Evolution des coûts de maintenance liés aux quais de chargement camions	2
Figure 2 : Système de file d'attente à n servers en parallèle.....	10
Figure 3 : Temps de réponse moyen dans la file M/M/1, en fonction de λ [5].....	11
Figure 4 : Evolution du nombre de clients dans la file en fonction du taux d'utilisation [6] ...	12
Figure 5 : Modèle de décision des files d'attente orienté coûts.....	12
Figure 6 : Schéma du processus de chargement d'un camion citerne	13
Figure 7 : Durée de vie optimale d'un produit.....	15
Figure 8 : Schéma représentatif d'un chargement source (gauche) et dôme (droite)	17
Figure 9 : Synoptique des quais de chargement	21
Figure 10 : Schéma bloc de la programmation permettant la détermination de l'utilisation d'un quai ou bras de chargement pour une date donnée.....	27
Figure 11 : Evolution relative mensuelle des consommations en gasoil (2011) - Evolution des températures moyennes mensuelles (°C) (2011).....	29
Figure 12 : Evolution du nombre de camions venant charger et température moyenne quotidienne - janvier-février-mars 2012	30
Figure 13 : Evolution du nombre de chargements - 06/02/2012.....	31
Figure 14 : Evolution du nombre de chargements - 02/01/2012.....	31
Figure 15 : Evolution moyenne des entrées au cours de la journée	32
Figure 16 : synoptique des quais de chargement	33
Figure 17 : évolution du nombre de camions ayant attendu en fonction du nombre de visites (cumul des quais)	35
Figure 18 : Nombre de chargement sur les quais 0 à 4 (1er trimestre 2012)	37
Figure 19 : Evolution du nombre de chargements sur le quai 21-22 (premier trimestre 2012)	38
Figure 20 : Evolution du nombre de chargements sur le quai 23-24 (premier trimestre 2012)	39
Figure 21 : Taux d'utilisation relatif des quais de chargement pour le Gasoil français	41
Figure 22 : Possibilités de répartition des chargements provenant du quai 21-22.....	48
Figure 23 : Evolution moyenne du nombre de chargements sur une journée pour les quais 0 à 4 (Diesel)	61
Figure 24 : Evolution moyenne des chargements en Diesel Excellium (Quais 0 à 4)	62

Tableaux

Tableau 1 : Exemple de données exploitées (un chargement)	25
Tableau 2 : Nombre de chargements par quais ainsi que le nombre de camions ayant du attendre avant d'avoir chargé.....	34
Tableau 3 : Nombre de chargements effectués avec 1 ou 2 bras de diesel sur les quais 0 à 4 (premier trimestre 2012).....	36
Tableau 4 : Nombre de chargements de Grand Froid et d'Extra sur le Quai 8 (1er trimestre 2012).....	40
Tableau 5 : Evolution des sorties sur les trois dernières années	41
Tableau 6 : évolution des proportions sorties sur le quai 23-24 (2009-2011).....	42
Tableau 7 : Evolution des volumes sur le quai 21-22	47
Tableau 8 : Nombre de visites sur le quai de chargement et nombre de camions ayant attendu avant de charger ainsi que les temps de chargement (min).....	49
Tableau 9 : Durée de chargements simultanés entre le quai 8 et le GF sur le quai 21-22 ainsi que la durée de chargement du GF avec le quai 8 de libre.....	51
Tableau 10 : Evolution des volumes sur le quai 11 sur les trois dernières années.....	52
Tableau 11 : Evolution des volumes des quais 23-24 sur les trois dernières années	53
Tableau 12 : Durées simultanées des bras de chargement (Q11, 21-22 et 23-24)	53
Tableau 13 : Durée des chargements pour les quai 11, 21-22 et 23-24	53
Tableau 14 : Nombre de visites sur le quai de chargement et nombre de camion ayant attendu avant de charger	55
Tableau 15 : durée des chargements sur les quais 21-22, 23-24 et 25-26 (pour tout produit et FOD).....	55
Tableau 16 : durées de chargement entre les quais 21-22 , 23-24 et 25-26	55
Tableau 17 : Volumes totaux en diesel et Gasoil Extra de 2009 à 2011 pour les quais top	57
Tableau 18 : Evolution des sorties en Diesel Excellium et en Diesel	60
Tableau 19 : Nombre de camion ayant chargé du Diesel et du Diesel Excellium	61
Tableau 20 : Nombre de chargements (tout produit) pour les quais 0 à 4 ainsi que le nombre de camions ayant du attendre au moins un camion avant de charger	63
Tableau 21 : Application du transfert de 15% des volumes du quai 4 vers le quai 3 (premier trimestre 2012)	64
Tableau 22 : Investissements en maintenance sur les quais 23-24 et 25-26 sur la période 2009-2011	66

1. Introduction

1.1. Contexte, objectifs et limitations.

Depuis la fin du mois de Juillet 2009, j'occupe la fonction de Responsable Sécurité & Coordination des Travaux au Dépôt de Feluy de TOTAL BELGIUM SA. Dans ce cadre, j'ai l'occasion de toucher de nombreux domaines liés à la gestion du site. Ainsi, de manière directe, les aspects de sécurité rentrent dans les compétences de ma fonction tant au niveau sécurité industrielle qu'au niveau de la sécurité des travailleurs sur site. En parallèle, d'autres domaines viennent s'y greffer de manière beaucoup plus ponctuelle mais toute aussi intéressante. Parmi ceux-ci, on peut noter les aspects économiques et commerciaux. C'est dans ce cadre que j'ai désiré suivre la formation, à l'Université Catholique de Louvain, du Master en sciences de gestion. En effet, il est nécessaire d'avoir des connaissances au niveau des aspects économique et financier en vue de contribuer à la gestion du site.

Le dépôt TOTAL de Feluy est un dépôt dont l'objectif premier est la délivrance de produits pétroliers en vue de la livraison tant des stations, des particuliers que des entreprises ou même d'autres dépôts nécessitant un approvisionnement par camions ou trains.

La première finalité est la distribution par camion. Le site dispose de 17 quais de chargement camions possédant au total 57 bras. L'organisation de ces quais sera présentée ultérieurement dans ce travail.

La seconde finalité est la distribution par train. Ainsi, trois voies de chargement permettent de charger des wagons citernes en vue de l'envoi vers d'autres dépôts tant en Belgique qu'au Grand Duché du Luxembourg.

L'ensemble des installations de chargement camions et wagons constitue donc les équipements de base nécessaires à la distribution. Afin de pouvoir délivrer du produit à tout moment, des investissements sont nécessaires. Il est donc nécessaire de tenir compte des coûts liés à leur maintien mais aussi à leur disponibilité. Ces coûts concernent les maintenances préventive et curative. Ces dépenses représentent des budgets considérables.

Ainsi, en moyenne, pour l'ensemble du site (partie dépôt et parties de chargement), TOTAL BELGIUM investit, au global, plus de cinq millions d'euros par an. L'évolution et l'évaluation de ces coûts sont donc primordiales dans la détermination des budgets. Certains de

ces investissements entrent directement dans les coûts quotidiens de maintenance préventives. D'autres sont de l'ordre du curatif et les derniers sont relatifs aux projets.

Le premier aspect est la maintenance. Celle-ci a évolué ces dernières années, la Figure 1 renseigne l'évolution des coûts sur les trois dernières années. Cette évolution est due tant à l'utilisation des quais mais aussi à l'augmentation de la maintenance préventive sur ceux-ci. Dans les coûts liés à l'exploitation des quais, on retrouve la maintenance curative liée par exemple aux incidents. Ainsi, en 2010, un camion a accroché une passerelle d'un quai. Le remplacement de celle-ci a eu un coût de 15000€. Ces phénomènes plus ponctuels justifient aussi l'évolution des investissements.

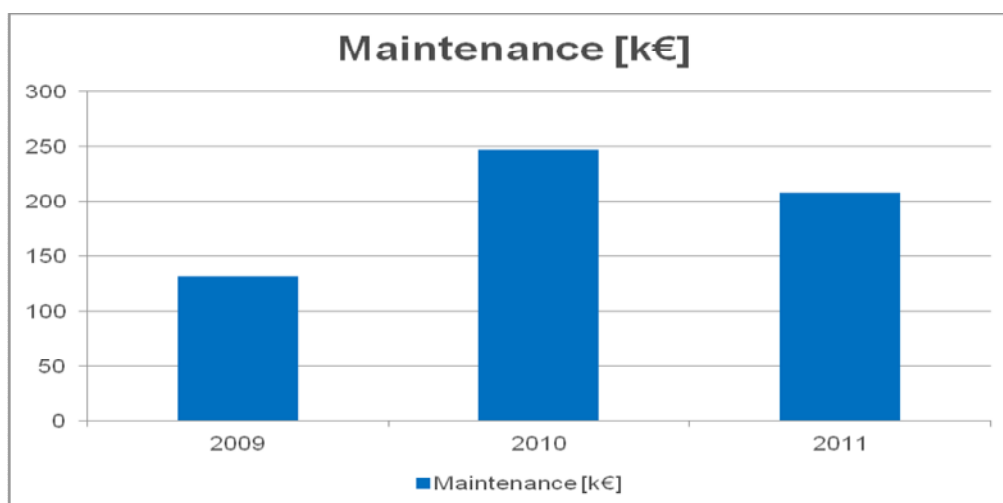


Figure 1 : Evolution des coûts de maintenance liés aux quais de chargement camions

Le second aspect lié aux dépenses du site est en liaison avec les projets mis en place. Ces projets peuvent concerner tant la partie stockage du site que la partie liée aux chargements. Au cours des trois dernières années et pour cette année (2012), on peut noter les grands projets suivants liés aux quais de chargement camion :

- Remplacement du système de gestion de l'automatisation (DAS).

Le DAS (acronyme de *Depot Automation System*) a été mis en place au cours de l'année 2011. Ce système a pour objectif de superviser l'ensemble des automates de gestion du dépôt tant au niveau des quais de chargement que de la partie stockage.

- Remplacement de bras de chargements.

Les bras de chargement des quais 1 et 2 ont été remplacés en 2011. Il est prévu de remplacer ceux des quais 3 et 4 en 2012.

- Remplacement des automates de gestion des bras (Accuload).

Les automates de gestion des bras (Accuload) ont été remplacés sur une partie des quais en vue de placer une version plus performante. En 2011, deux quais complets ont fait l'objet de ce changement. En 2012, il est prévu qu'au moins deux quais soient migrés vers la nouvelle version.

- Remplacement d'un quai de chargement par le haut (top) en chargement par le bas (bottom)

Deux possibilités de chargement (par le haut ou par le bas) sont possibles. La législation actuelle, la sécurité du personnel et des installations, la facilité de chargement et un temps de chargement plus courts sont autant de raisons pour lesquelles les quais de chargement par le bas sont privilégiés.

- Nouvelle installation additifs

Une nouvelle installation additifs a été construite. Son design a permis une optimisation des livraisons en additifs mais aussi des gains énergétiques (en termes de consommation).

Ces projets représentent des investissements de plusieurs centaines de milliers d'euro. Quelques uns viennent d'être présentés mais d'autres sont aussi mis en place. Ils s'inscrivent donc dans un plan à long terme. Les coûts liés à ces projets n'ont pas été impactés dans l'analyse des coûts effectuée. En effet, ceci aurait entraîné un biais au sein des coûts de maintenance.

L'ensemble de ces investissements s'inscrit dans l'évolution actuelle des prix des produits pétroliers et la tendance à la diminution de la consommation de ces produits. Il est fortement probable que cette tendance se poursuive au cours des prochaines années. Ainsi, depuis 2009, les ventes au départ du site ont diminué dans des proportions variant selon les produits.

En vue de maintenir voire d'augmenter la rentabilité du site, diverses pistes sont exploitées. Ainsi, il est possible de supprimer un ou plusieurs quais de chargement afin de limiter les coûts d'exploitation et de maintenance. Une autre possibilité est l'orientation vers de nouveaux

débouchés. C'est dans ce cadre que TOTAL a décidé de mettre à disposition, au cours des deux années à venir, un nouveau produit. Ce projet aura pour incidence de devoir utiliser un quai pour ce seul nouveau produit. Dès lors, deux choix de mise à disposition sont possibles. La première est la suppression d'un quai actuel, la seconde possibilité est l'utilisation d'un quai (le quai 20) qui est actuellement lié à un seul additif.

En parallèle, TOTAL cherche à augmenter la sécurité de ses installations. C'est ainsi qu'il a été décidé de modifier, sur le long terme, les installations de chargement. Ces modifications ont pour objectif d'inciter les chargements par le bas (en source). Ce point constitue un autre projet lié aux quais de chargement. Les avantages techniques et sécuritaires liés à ce point sont présentés par la suite.

L'ensemble de ces possibilités de chargement permet aux camions provenant du site de desservir la Province du Hainaut, le nord de la France ainsi que le Grand Duché du Luxembourg. Pour TOTAL, Feluy est l'un des deux dépôts permettant le chargement des essences. Pour ces produits, il constitue donc la seule possibilité d'approvisionnement des stations pour le Sud de la Belgique. Il est donc primordial que les installations soient au maximum disponibles. Sans cette capacité à répondre aux demandes, tant les particuliers, les industries que les stations services éprouveraient des difficultés liées au besoin en produits pétroliers (chauffage, moyens de locomotion,...). Etant donné les livraisons vers d'autres dépôts, d'autres provinces pourraient aussi connaître des difficultés. L'impact sur la population n'est donc pas négligeable. Dans l'objectif d'être constamment fonctionnel, l'ensemble des équipements mis à disposition afin de répondre aux demandes est constitué de 17 quais de chargement. Ceux-ci accueillent en moyenne 400 camions par jours. Le maximum de camions chargés ces dernières années a été estimé à plus de 800.

Les camions se présentant sur site chargent les différents produits voulus avant de leurs livraisons. Une grande partie de celles-ci concernent les stations service mais aussi les particuliers. Dès lors, il est important que celui-ci puisse à tout moment répondre directement à la demande, cette dernière pouvant varier. Les éléments de variations sont externes à savoir tant le prix des carburants que de paramètres saisonniers (température,...). Ainsi, les sorties en gasoil de chauffage dépendront du temps (hivers doux ou rude) alors que le diesel et les essences seront majoritairement fonction du parc automobile (départ en vacances,...).

Ce travail s'inscrit donc dans ce contexte (évolution des installations et nécessité de disponibilités des quais de chargement). Les objectifs se situent dans cette volonté de diminution des coûts de maintenance des quais ainsi que dans le cadre de ces deux grands projets, mais avant tout, en gardant le service actuel c'est-à-dire suffisamment de disponibilités.

Les projets liés à ce travail sont la modification du quai 21-22 ainsi que la mise à disposition d'un nouveau produit. Le premier concerne la transformation du quai 21-22. Actuellement, celui-ci permet de charger uniquement par le haut. Il sera transformé en quai de chargement par le bas. Le second projet est lié à la suppression éventuelle d'un quai en vue de le dédier au nouveau produit envisagé. Dès lors, trois objectifs sont attendus pour ce travail. Le premier est la confirmation qu'en cas de modification du quai 21-22 en quai source, que les chargements pourront être redistribués sur les autres quais sans présenter une trop grande incidence. Le second est l'analyse de l'impact de la suppression du quais 23-24 ou 25-26 afin de libérer un quai pour le second projet. Le dernier objectif est d'évaluer les améliorations possibles sur les cinq premiers quais. Ces postes de chargement regroupent à eux seuls plus de 70% des volumes totaux vendus.

Lors de l'étude des différents cas, deux domaines théoriques importants à savoir les files d'attente et la maintenance seront abordés. En effet, les 17 quais de chargement accueillent en moyenne 400 camions par jour. Ces camions arrivent de manière indépendante sur site et ne sont donc pas distribués de manière équivalente au cours d'une journée. De même, tous les quais ne peuvent pas accueillir les camions. Il s'ensuit donc l'apparition de files d'attente derrière les quais de chargement. Ces dernières sont fonction tant des demandes que des périodes du jour et de l'année. Ces dernières dépendent elles-mêmes des demandes (par exemple, en hiver, les commandes de mazout sont plus importantes qu'en été). Afin d'évaluer la contribution d'un quai à la disponibilité globale du site, deux situations seront envisagées. D'une part, il sera regardé la possibilité moyenne pour un quai de subvenir à la suppression d'un autre quai. D'autre part, la capacité directe à absorber les variabilités locales (et temporaires) fonction des conditions externes sera prise en compte. Le second domaine impacté par l'étude est le domaine de la maintenance et les coûts qui y sont liés. En effet, le maintien à disposition des installations passe par la tenue des installations. Cette tenue sous-entend l'intervention de maintenance sur les équipements. Ces dernières peuvent être tant des interventions programmées que non programmées. Dès lors, tant les aspects préventif que curatif sont importants afin de limiter les coûts d'indisponibilité. Les aspects de maintenance sont liés à la durée de vie des équipements.

En effet, plus un équipement est vieux, plus les demandes d'intervention sont importantes et fréquentes. Il faut donc mettre en liaison les coûts globaux aux coûts de remplacement des installations voire mise hors service de celles-ci.

Bien que tout le site soit concerné par ces domaines, ce mémoire se limitera à la partie des chargements camions. La zone de stockage proprement dite ainsi que les chargements train ne seront pas considérés. En effet, la zone de stockage (réservoir, pompes,...) représente, au vu de sa taille et de sa complexité, des domaines extrêmement vastes dont les maintenances et investissements s'inscrivent dans divers plans répartis sur plusieurs années. La zone de chargement train est constituée de trois voies où se répartissent divers équipements. Il n'a pas été possible d'extraire des données précises afin d'analyser correctement chaque équipement.

Deux autres limitations ont aussi été introduites dans ce travail. Celles-ci ont trait à l'Avgas et au quai 20. Ainsi, l'Avgas n'a pas été considéré étant donné que ce produit (essence d'aviation) n'est disponible que pour très peu de clients. La gestion de ce produit se fait selon des normes différentes au vu de son domaine d'utilisation. La seconde limitation concerne le quai 20. En effet, comme déjà cité précédemment, ce quai ne permet de disposer que d'un produit à savoir un additif. Dès lors, son utilisation, ses volumes,... se situent dans des proportions nettement inférieures aux autres quais. Ces éléments ne permettent pas de comparer ce poste aux autres. De plus, seul un nombre limité de chauffeurs peut en charger.

Une hypothèse importante peut déjà être citée à ce stade. Elle concerne la méthode de chargement. Il sera vu qu'un chargement peut s'effectuer de deux manières à savoir par le bas ou par le haut. Certains camions peuvent charger selon les deux manières d'autres non. Il sera considéré qu'un camion venant charger dans un type de chargement (en source/bottom ou en dôme/top) ne peut pas charger selon l'autre type. Cette hypothèse a été posée étant donné qu'il n'a pas été possible d'évaluer ce paramètre avec les données actuellement à disposition.

1.2. Groupe TOTAL – TOTAL BELGIUM - Dépôt de Feluy.

TOTAL est un Groupe pétrolier international dont la mission est de satisfaire durablement, par l'innovation et l'action, les besoins des hommes en énergies. Résultante de deux rapprochements successifs – de TOTAL avec la société pétrolière belge PetroFina en 1999, qui a donné naissance à Totalfina, puis en 2000 de Totalfina avec Elf Aquitaine, qui a engendré TotalFinaElf – le Groupe, rebaptisé TOTAL en mai 2003, est l'héritier de ce passé pétrolier et gazier, dont l'origine remonte aux années 1920.

Quatrième Groupe pétrolier intégré coté dans le monde, acteur majeur de la Chimie, TOTAL exerce ses activités dans plus de 130 pays, et compte plus de 96 000 collaborateurs.

Le marketing pétrolier en Belgique est opéré par TOTAL BELGIUM, filiale du Groupe (branche Supply-Marketing Europe – voir organigramme Annexe 1), qui assure la distribution sur différents marchés d'une large gamme de produits pétroliers et de spécialités à destination d'une clientèle de particuliers, de petites et moyennes entreprises, de collectivités et d'industries. TOTAL BELGIUM est leader du marché dans la vente de carburants en Belgique avec un réseau de plus de 500 stations-services. TOTAL BELGIUM distribue du gasoil de chauffage principalement aux particuliers. Cette activité assure également les livraisons de pétrole lampant, de diesel routier et de gasoil de chauffage auprès des industries et des transporteurs. Les produits proviennent des raffineries d'Anvers et de Flessingue et sont stockés dans les dépôts de Feluy, Bruxelles, Wandre, Anvers, Bruges, Zeebruges et Marbehan.

Le dépôt de Feluy de TOTAL BELGIUM est implanté sur une partie du site de l'ancienne raffinerie Chevron de Feluy. Neochim et Hainaut Tanking occupent le solde du site. Le site occupé par TOTAL BELGIUM est constitué d'une partie des anciennes installations de stockage et de distribution de Chevron.

La raison sociale de la société a été successivement Feluy Tanking S.A., Fina Belgium S.A. , Fina Europe S.A., TOTALFINA Belgium S.A., TOTALFINAELF Belgium S.A. et depuis 2004, la société porte le nom de TOTAL BELGIUM S.A..

Le secteur d'activité de l'établissement TOTAL BELGIUM – dépôt Feluy est le stockage et la distribution d'hydrocarbures liquides. Il n'y a aucune activité de production sur le site.

Le site est approvisionné par pipe-line depuis la raffinerie d'Anvers (TOTAL RAFINADERIJ ANTWERPEN). Le pipe-line mesure 90 km de long et permet de desservir aussi le dépôt du Marly.

Le secteur de distribution direct est la Province de Hainaut ainsi que le nord de la France. Il dessert aussi d'autres dépôts tant en Belgique qu'au Grand Duché du Luxembourg (principalement via les chargements wagons).

2. Concepts théoriques

Comme il a été présenté, les objectifs du travail sont notamment l'évaluation de l'impact de la disponibilité des produits suite à la modification du quai 21-22 ainsi qu'à la suppression d'un autre quai (23-24 ou 25-26).

Deux concepts a priori indépendants sont concernés par ce travail. Le premier touche la théorie des files d'attente. En effet, le site dispose de 17 quais de chargement. Les chauffeurs doivent faire la file afin de pouvoir utiliser l'une des 17 possibilités. Le second touche la maintenance. La mise à disposition des quais demande que ceux-ci soient maintenu en état tout au long de l'année. Des investissements rentrent donc en jeu. La maintenance a par ailleurs aussi un effet sur la qualité d'utilisation des installations. Dès lors, l'ensemble de ces points forment la *Qualité de service* [1].

2.1. Théorie des files d'attente.

La théorie des files d'attente est l'étude des files d'attente apparaissant dans les procédés. Cette théorie présente de nombreuses applications dans la la vie courante (supermarchés,...) mais aussi dans l'industrie. A ce niveau elle répond tant aux interrogations liées à l'impact des indisponibilités, des temps de réparation ainsi qu'à la présence des pièces de rechange qu'aux problématiques de livraison des matières premières nécessaires à une entreprise.

Cette théorie n'est pas une théorie d'optimisation proprement dite. Elle a pour objectifs de mesurer les performances d'une installation sur base du temps moyen d'attente dans une file, la productivité d'un service,... Elle est par ailleurs utilisée afin de concevoir les installations [2].

Ce domaine particulier fait appel à différents concepts qui sont communs aux différents ouvrages. Les principaux acteurs dans la théorie des files d'attente sont les clients ainsi que les servers. Cependant, d'autres éléments sont présents. Les principaux sont repris ci-après.

- La population : La population est constituée de l'ensemble des clients.
- Le client : Le client est l'élément nécessitant un traitement par un server. Il apparait grâce à un processus de naissance et disparaît du système au moyen d'un processus de mort.

- Le processus de naissance (ou d'arrivée) : Le processus d'arrivée décrit l'apparition des clients dans le système. Les arrivées sont caractérisées par une distribution des temps inter-arrivées. Cette distribution peut être au hasard, à intervalles définis,... Ce processus est caractérisé par le *taux d'arrivée*.
- La taille de la file : La taille de le nombre de client présents dans la file. Son nombre peut être fini ou infini.
- Le Service : Le Service est caractérisé par une distribution du temps représentant le temps nécessaire pour servir un client via un Server. Le temps de traitement au sein d'un service est le temps de service. L'inverse est le taux de service.
- La discipline de Service : La discipline de Service a trait à l'ordre de traitement des clients [3]. Celle-ci peut se présenter sous les systèmes les plus connus (FIFO ou LIFO) mais aussi sous d'autres formes telles que des ordres de traitement au hasard, selon des règles prédéfinies,...
- Le nombre de server : Une file d'attente peut être traitée par certain *nombre de servers* à savoir un ou plusieurs servers. Les servers peuvent se présenter tant en série qu'en parallèle [4].
- Une structure en réseau : Une structure en réseau apparait lorsque la fin d'une queue correspond au processus de création d'une queue aval.

La Figure 2 schématise un système de file d'attente à un seul server. On peut y distinguer le processus de création aboutissant à un flux d'arrivée. Ce flux est traité par un système de n servers en parallèle aboutissant à la disparition des clients via un processus de mort.

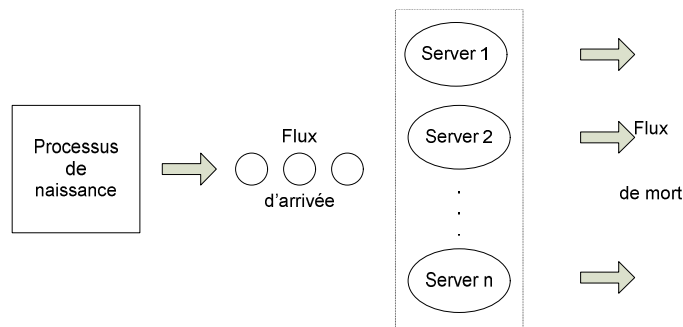


Figure 2 : Système de file d'attente à n servers en parallèle

Différentes variables sont nécessaires à la caractérisation d'une file d'attente, les principales sont reprises ci-dessous :

- Le nombre de clients au temps t ,
- La probabilité de présence de clients au temps t (sachant qu'il n'y en a pas à l'origine),
- Le taux d'arrivée,
- Le taux de service,
- Le nombre de service,
- Le nombre attendu de clients dans le système (état stationnaire),
- Le nombre attendu de clients dans la file d'attente (état stationnaire),
- Le temps d'attente effectif pour un client (état stationnaire),
- Le nombre maximum de clients dans le système (pour un système à capacité finie).

Stabilité d'un système.

Un système est stable s'il peut atteindre un régime stationnaire c'est-à-dire stable dans le temps. Un système est dit stable si le débit d'arrivée des clients est inférieur à la capacité de traitement. Si ce n'est pas le cas, le système est dit instable.

Si l'on considère une file d'attente dont les arrivées se présentent sous la forme d'une distribution de Poisson selon un certain débit λ . Les services ont une distribution exponentielle de paramètre μ et donc de moyenne $1/\mu$. On considère aussi un unique server dont la capacité de traitement est μ et la taille de la file d'attente est illimitée [5]. La notation de Kendall relative aux files d'attente est alors : M/M/1.

On notera $\bar{\theta}$ la durée moyenne de service. Dès lors, l'inverse ($\mu = \frac{1}{\bar{\theta}}$), définit la capacité de traitement par unité de temps.

La Figure 3 représente l'évolution de temps moyen de réponse en fonction du débit offert. On y constate que le temps de réponse croît avec le taux d'arrivée. Ce dernier tend vers l'infini quand l'utilisation du server tend vers 1.

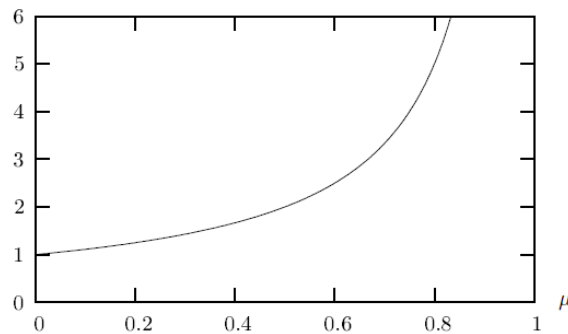


Figure 3 : Temps de réponse moyen dans la file M/M/1, en fonction de λ [5]

De la même manière [6], on peut définir le taux d'utilisation $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ qui correspond au rapport entre le débit d'entrée et le débit de service, ainsi que l'écart-type du temps de service $\sigma(ts)$ et la moyenne du temps de service $E(ts)$. La Figure 4 permet de constater l'évolution du nombre de clients dans la file en fonction du taux d'utilisation pour différents écarts-types du temps de service. On constate que plus l'écart type du temps de service est important plus la taille de la file augmente rapidement.

Ces éléments laissent supposer qu'il est possible d'optimiser les files d'attente. Or, la théorie de la file d'attente n'est pas une théorie d'optimisation d'un système. Cependant, il est possible d'optimiser le processus d'attente en intégrant directement un processus d'optimisation des coûts. La figure suivante (Figure 5) montre que le coût d'un service augmente avec le niveau de service. Parallèlement, le coût d'attente diminue avec le niveau de service.

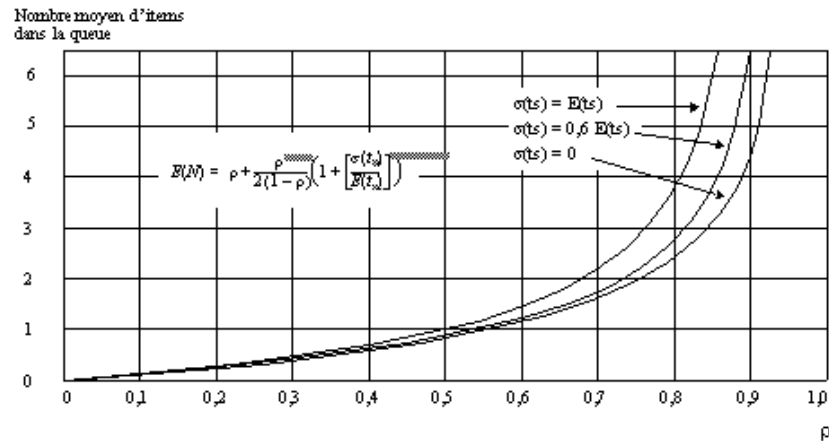


Figure 4 : Evolution du nombre de clients dans la file en fonction du taux d'utilisation [6]

Cette figure permet de mettre en évidence le phénomène de saturation qui apparaît lorsque le système est instable c'est-à-dire lorsque le taux d'arrivée de clients est supérieur au taux de service.

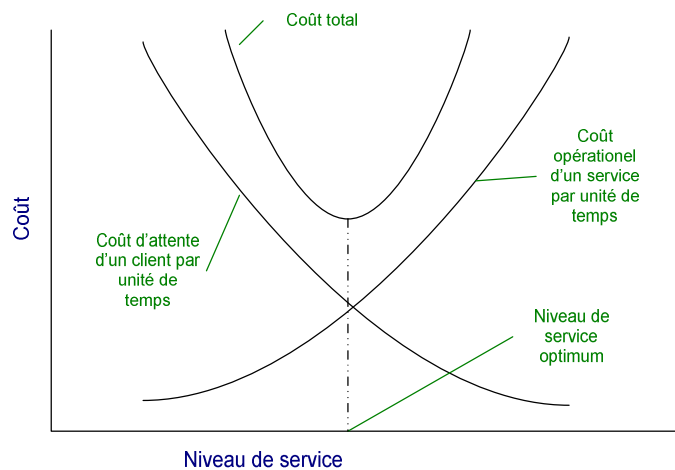


Figure 5 : Modèle de décision des files d'attente orienté coûts

Ceci montre bien que toute ressource inoccupée devient une ressource perdue. Il y a donc un optimum entre le coût des ressources et le coût d'attente. L'optimisation du coût total se fait généralement selon des processus itératifs mais d'autres peuvent être utilisés.

Bien que la méthodologie de chargement ne soit pas encore présentée, il est possible de présenter l'application de cette théorie au cas des chargements des camions citernes.

Les clients formant la population sont les camions citerne. Les services utilisés sont d'une part les écrans de réservation ainsi que les quais de chargement. Les écrans de réservation sont deux écrans qui permettent au chauffeur de programmer les produits et quantités voulues sur un

badge de chargement. Il est donc nécessaire que ces écrans soient libres pour pouvoir programmer (première file d'attente). Dès que la programmation est effectuée, les camions se placent en amont des quais et attendent qu'un quai se libère. Ce quai doit leur convenir. Les disponibilités produites varient d'un quai à l'autre et tous les quais ne conviennent pas. Il peut dès lors être obligatoire de refaire la file en vue de charger le solde de la commande sur un autre quai. Finalement, dès que le chargement est terminé, les chauffeurs doivent réceptionner leurs tickets de chargements (documents officiels). Ce dernier point constitue la troisième et dernière file d'attente. Le site présente donc bien une structure en réseau directe mais aussi indirecte c'est-à-dire qu'il peut apparaître un bouclage autour des quais de chargement en cas de nécessité de changer de quai entre le chargement de deux ou plusieurs produits.

Le processus se résume donc aux étapes suivantes :

- 1) Arrivée des camions de manière indépendante,
- 2) File d'attente en vue d'accéder aux écrans de réservation,
- 3) Réservation,
- 4) File d'attente en vue d'arriver sur un quai,
- 5) Chargement,
- 6) File d'attente en vue de l'obtention des documents officiels.

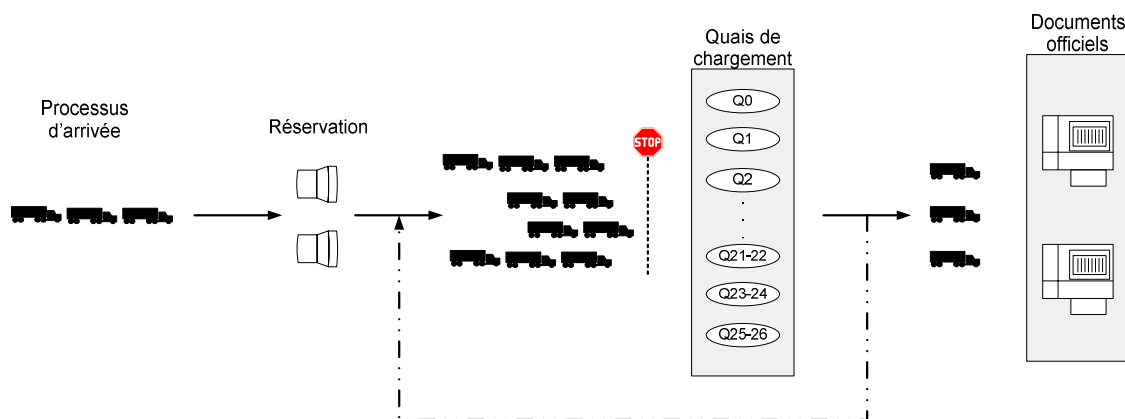


Figure 6 : Schéma du processus de chargement d'un camion citerne

On peut d'ores-et-déjà noter que les quais de chargement sont complexes. Chaque quai met à disposition plusieurs bras. Un bras est associé à un seul produit. Il en résulte donc que sur 17 quais de chargements présents (Figure 9), ceux-ci sont tous différents. De plus, les camions citernes viennent généralement charger différents produits. Il leur est donc préférable de choisir un quai présentant ces produits afin de limiter leur temps de chargement. Il en résulte que pour certains produits, le nombre de quai possible est réduit (par exemple pour le Gasoil Extra, il n'y a que trois quais possibles). De même, deux camions aux produits différents (et donc à priori

indépendants) pourront utiliser le même quai si ce dernier dispose des produits voulus. Cette courte présentation permet déjà de mettre en évidence la complexité des équipements de chargement des camions citerne.

Dans ce travail, il ne sera considéré que la file d'attente située directement en amont des quais de chargement. En effet, les deux autres files d'attente sont moins problématiques étant donné que leur temps de service est extrêmement court (1 à 3 minutes).

2.2. Théorie de la maintenance.

D'une manière assez similaire, la maintenance joue un rôle d'optimisation dans le choix de la qualité de services allouée aux clients.

La maintenance a un impact direct sur les performances des installations. Elle touche tant les aspects des performances des organisations, que la productivité, la qualité et la sécurité. L'amélioration de la maintenance est cruciale pour une entreprise de services. Différentes approches d'évaluation de l'efficacité ont été proposées [6]. Celles-ci utilisent de plus en plus les nouveaux types de maintenance à savoir les maintenances corrective (ou réactive), systématique (planifiée) et conditionnelle.

La maintenance fait apparaître diverses variables fonction des théories telles que l'indice de disponibilité, l'indice de performance,... [7] Par l'utilisation de l'ensemble de ces variables, une optimisation de la maintenance est souvent recherchée et évaluée. Ainsi, il n'est pas nécessaire d'intervenir à la même fréquence sur toutes les installations. En fonction de leur environnement, leur condition d'utilisation, celle-ci sera analysée et définie au cas par cas.

Avec le temps, le risque de perte de fonctionnalité augmente. La maintenance permet de réduire ce risque. Dès lors, les coûts de maintenance augmentent à cause de la détérioration. Celle-ci entraîne alors une demande plus importante de maintenance [8]. Le maintien d'un service demande :

- De conserver les équipements en état de marche le plus possible,
- De conserver des rendements maximaux (intégrant la notion de disponibilité),
- De contrôler en permanence les coûts de maintenance et vérifier qu'ils ne dépassent pas les coûts de remplacement.

L'équilibre de ces exigences est représenté par la figure suivante [9].

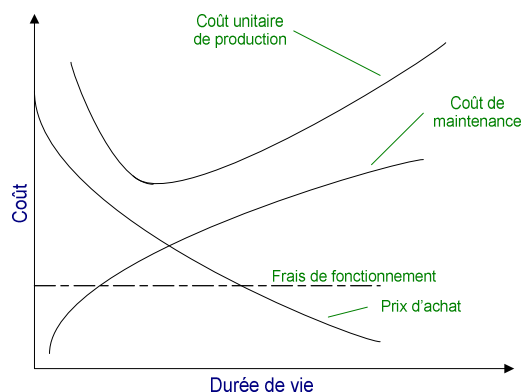


Figure 7 : Durée de vie optimale d'un produit

Les coûts de maintenance font intervenir différents types de coûts selon le stade auquel l'équipement se trouve :

- Coûts des outillages et de personnel : L'intervention sur un équipement demande de la main d'œuvre formée et équipée afin d'intervenir sur un équipement. Ceci représente un coût direct en tant que maintenance mais aussi un coût de long terme en amont (formation et équipements nécessaires),
- Coûts des indisponibilités : Chaque équipement mis hors service (de manière planifiée) entraîne une indisponibilité de celui-ci. Cette indisponibilité peut avoir des répercussions au niveau de la production (rendement,...) mais aussi qualité. Il peut aussi y avoir, en tant que solution temporaire, des coûts liés au maintien de l'outil (exemple: location d'un équipement de rechange,...),...
- Coûts de défaillance : Les coûts de défaillance prennent en compte l'ensemble des coûts liés à l'indisponibilité, aux réparations, au manque de production,...

La maintenance intervient donc la rentabilité directe d'un site. Sans elle, un équipement ne peut fonctionner correctement sur le long terme. La maintenance, consiste à déterminer le meilleur compromis entre les coûts liés tant aux indisponibilités et interventions qu'aux coûts de non fonctionnement de l'entreprise (ou de fonctionnement avec un rendement inférieur). La maintenance préventive peut aider à diminuer ces coûts en mettant en place une politique d'intervention préparée en vue de maintenir au maximum l'outil en fonction et donc limiter les arrêts complets.

3. Présentation du site et des données.

Le chapitre 2 a introduit les concepts théoriques ainsi que leur application sur le terrain. Cette partie rend compte de la manière dont les chargements des camions s'effectuent, une présentation du site est maintenant abordée. A partir de ces éléments, il sera présenté les données récoltées ainsi que leur traitement. Elle permettra une compréhension des différents aspects présentés par la suite. En effet, la partie suivante abordera un état des lieux des fréquentations du site c'est-à-dire la mise en pratique réelle de ces chargements.

Le premier sujet concerne la partie stockage c'est-à-dire les équipements amont des quais de chargement. Ensuite, les différents quais de chargement sont abordés ainsi que leurs avantages et inconvénients. Le troisième élément présenté est le processus proprement dit de chargement de la réservation à la réception des documents légaux. Le dernier point sera la présentation succincte des produits présents sur le site et qu'il est possible de charger.

Le second sujet décrit le fonctionnement au quotidien du site. Les aspects concernant les fréquentations sont alors abordés tant au niveau de la période (saisonnalités,...) que des préférences des chauffeurs (relatives au choix des quais de chargement).

3.1. Aspects techniques.

3.1.1. Fonctionnement de la zone de stockage.

Le dépôt de Feluy dispose d'une trentaine de réservoirs permettant le stockage des produits pétroliers. Ces produits sont, à l'exception de l'éthanol et de l'Avgas, tous approvisionnés par pipe-line depuis la raffinerie Total d'Anvers (Total Raffinaderij Antwerpen). L'éthanol et l'Avgas sont quant à eux délivrés par camions citernes. Les produits sont ensuite envoyés via des pompes vers les quais de chargement où les camions sont chargés par les chauffeurs. Les produits stockés sur site sont décrits au point 3.1.2.

3.1.2. Quais de chargement.

Méthodes de chargement.

Les quais de chargement, au nombre de 17, se présentent de deux types. Le premier constitue le chargement en source (ou *Bottom loading*). Le second est le chargement en dôme

(ou *Top loading*). Chaque quai de chargement dispose d'un ou plusieurs bras de chargement (pouvant aller jusqu'à cinq).

Les quais de chargement source (voir Figure 8) demandent au chauffeur d'interconnecter les bras de chargement du site avec les vannes du camion. Ces dernières sont présentes sur la partie inférieure de la citerne. On parle donc de chargement bottom. Dès que l'ensemble des éléments de permissive sont présents, le chauffeur met en fonction les transferts de produit au départ des automates de gestion des bras.

Le second type (chargement dôme) demande au chauffeur de circuler au moyen d'une passerelle sur la partie supérieure de sa citerne. Il y ouvre compartiment par compartiment en vue de placer le bras de chargement à l'intérieur et remplir de produit. Dès que les éléments sont en place, le chauffeur peut demander la mise en route du transfert de produit. Il dispose alors d'une vanne à actionner en permanence pour effectuer le remplissage.

Les postes de chargement bottom sont les quais préférentiels pour différents raisons. Premièrement, seul ce type de quai autorise le chargement des essences pour des raisons de sécurité et environnementales. En effet, les chauffeurs ne sont pas en contact direct avec les produits. Ensuite, un système de récupération des vapeurs est présent (obligation légale pour les essences). Ces quais permettent aussi le chargement simultané de plusieurs produits à des débits plus importants que pour les chargements Top. Finalement, ces postes de chargement autorisent le *Switch loading* c'est-à-dire le chargement d'un compartiment ayant contenu de l'essence par un autre produit.

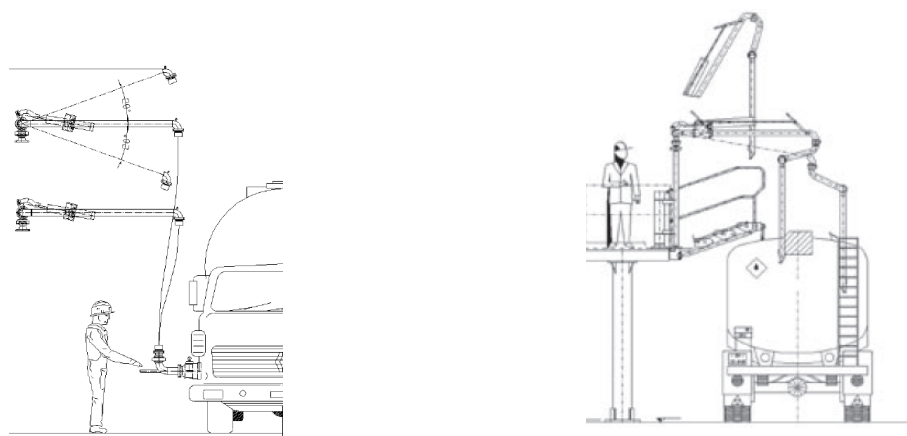


Figure 8 : Schéma représentatif d'un chargement source (gauche) et dôme (droite)¹

Les quais de chargement Top (Figure 8) sont encore utilisés du au fait qu'une partie des camions ne sont pas équipés pour charger aux quais source (investissement important pour les transporteurs). Ces quais sont beaucoup plus restrictifs. En effet, ils ne permettent pas le

¹ Source : Emco Wheaton - Gardner-Denver-France SA

chargement des essences. Il n'est pas non plus autorisé de charger une citerne ayant contenu des essences pour des raisons de sécurité (même par un produit autre qu'une essence). Finalement, ils ne permettent pas non plus le chargement de plusieurs produits simultanément et les débits sont inférieurs. Les quais 21-22, 23-24 et 25-26 sont des quais dôme dits doubles. Ils permettent le chargement simultané de deux camions de part et d'autre des bras de chargement.

Il est à noter que certains camions sont équipés pour pouvoir charger sur les deux types de quais de chargement.

L'hypothèse présentée en introduction est donc liée à ces types de chargement et aux équipements présents sur les camions. Aucune donnée sur les camions n'étaient disponibles. Dès lors, il a été considéré que tout camion chargeant soit en dôme soit en source ne pourra pas charger selon la seconde méthode.

Disponibilités produits.

En dehors de l'aspect technique des camions, le dépôt de Feluy permet la délivrance de dix grands produits (dont les abréviations sont précisées). Ces produits sont tant les produits pétroliers courants présents dans les stations services ou que ceux pour se chauffer voire des produits plus spécifiques. Les produits disponibles sont :

- Diesel (GD) : diesel routier,
- Avgas : essence d'aviation,
- Essence 95 (Euro95) : essence,
- Essence 95 avec bio-éthanol (E5) : essence avec bioéthanol incorporé,
- Essence 98 (ECO98 ou SUPER98+) : essence,
- Gasoil de chauffage grand froid (G33, Gd Froid) : gasoil pour les chaudières à mazout ayant un point de solidification (gel) plus bas que le gasoil de chauffage normal. Ce produit est soumis à coloration légale,
- Gasoil Extra (GEX ou Extra) : diesel routier soumis à des droits d'accises inférieurs pour les professionnels et soumis à coloration légale,
- Pétrole (BUK ou BUK-C),

- Gasoil de chauffage belge (G3B ou gasoil ou mazout) : gasoil de chauffage pour utilisation domestique en Belgique. Ce produit est soumis à coloration légale (norme belge),
- Gasoil de chauffage français (G3F ou FOD) : gasoil de chauffage pour utilisation domestique en France. Ce produit est soumis à coloration légale (norme française).

Il est à noter que les normes d'injection des additifs légaux sont différentes entre le gasoil de chauffage belge et le gasoil de chauffage français. C'est pourquoi deux produits distincts sont considérés.

Au vu du nombre de produits disponibles, il n'est pas possible de tous les mettre à disposition sur chaque postes de chargement. Sur chacun d'entre eux, un bras est associé à un et un seul produit. La composition d'un quai (nombre de produits associés) varie d'un quai à l'autre. La Figure 9 présente les disponibilités de chargement. On peut y distinguer des quais en couleur orange (les quais de chargement en source) et les quais en gris (chargement en dôme).

Finalement, presque tous les produits peuvent être additivés. Plusieurs types d'additifs existent. On notera les additifs légaux donc obligatoires (par exemple les colorants pour le gasoil de chauffage) ainsi que les additifs commerciaux (par exemple pour les Essence Excellium et Diesel Excellium pour TOTAL – en jaune sur la Figure 9). Ces additifs ne sont pas présents sur tous les bras.

Ces diverses caractéristiques (type de quai, nombre de bras, produits et additifs disponibles) rentrent en considération lors du choix d'un quai par un chauffeur lors de sa venue pour charger un camion. De même, étant donné le nombre de paramètres, le site ne dispose pas de deux quais strictement identiques.

Synthèse sur les quais de chargement.

Un quai de chargement est donc le lieu où un camion citerne vient se réapprovisionner en produits pétroliers. Deux type des quais sont présents. Selon que l'on charge par le haut ou par le bas, on parlera de quai top ou bottom.

Chaque quai est constitué d'un ou plusieurs bras de chargement permettant le remplissage de la citerne du camion avec un produit. Dix sont disponibles à Feluy.

Chacun de ces produits peut faire l'objet de l'ajout d'un additif conférant au produit des caractéristiques supplémentaires. Par exemple, on distinguera le Diesel "normal" du Diesel Excellium exclusivement fournit par TOTAL.

La Figure 9 rend compte de l'ensemble de ces considérations. On constatera qu'aucun quai n'est strictement identique. Tout chauffeur désirant charger sur le site doit toutes le prendre en compte.

En fonction des produits à charger, il faudra choisir un quai qui présente ces disponibilités. Ensuite, il devra évaluer sa disponibilité en fonction des camions en attente. Il choisira parmi les choix possibles si plusieurs se présentent à lui. On peut donc noter d'une part la complexité pour les chauffeurs dans le choix d'un quai de chargement et d'autre part l'absence de gestion automatique du choix des quais à utiliser.

3.1.3. Fonctionnement des chargements camion.

Tout chauffeur désirant charger son camion ne peut pas le faire en se rendant directement au quai de chargement qui lui convient. Il doit suivre une certaine procédure. Celle-ci a pour objectif de vérifier que l'ensemble des données administratives sont correctes (permis de conduire ADR, contrôle technique du camion,...).

Le dépôt de Feluy est considéré comme un site 100% automatisé au niveau de la délivrance des produits. En effet, aucune aide des Opérateurs du site n'est nécessaire au chargement d'un camion par son chauffeur. La procédure de chargement se décompose en trois étapes :

- La réservation,
- Le chargement,
- La clôture de la visite.

L'automatisation du site à toutes les étapes permet une mise à disposition des installations 24h/24 tous les jours de la semaine (week-end compris).

Les paragraphes suivants explicitent brièvement les étapes nécessaires afin de pouvoir charger un camion.

DISPONIBILITE DES PRODUITS aux QUAIS DE CHARGEMENT

BOTTOMS												
Bras	0	1	2	3	4	8	9	10	11	12	14	16
1	Diesel	Diesel (**)	Diesel (* **)	Diesel (*)	Diesel		Pétrole		Gasoil		Ultra	Ultra
2	AVGAS	SU 98 + (**)	SU 98 + (* **)	SU 98 + (*)	SU 98 +		Gasoil		Diesel		Diesel	Gasoil
3	EURO95	EURO95	EURO95 (* **)	EURO95 (*)	EURO95	Gd Froid		Pétrole		Gasoil	Gasoil	Gasoil
4	E5	E5 (**)	E5 (* **)	E5 (*)	E5	Extra		Gasoil		Extra	Gd Froid	Gd Froid
5	SU 98 +				Diesel						FOD	Extra
6	Diesel	Diesel (**)	Diesel (**)	Diesel							FOD	Pétrole

BOTTOMS						
Bras	18	20	21	22	23	26
1		F10be	Gasoil	Gasoil	Gasoil	Gasoil
2	Diesel (*)		Gd Froid	Gd Froid	Diesel	
3			Diesel	Diesel		
4			FOD	FOD	FOD	FOD
5						
6						

Bras gasoil de chauffage où le gasoil ultra est aussi disponible	Bras gasoil grand froid où le gasoil grand froid ultra est aussi disponible											
Bras diesel où l'Excellium est disponible	Quais/bras hors service											
(*) additif Commercial 1 disponible												
(**) additif Commercial 2 disponible												
EURO95:	Eurosuper 95	B										
E5 :	Essence à 5% Ethanol	B										
SU+98:	Super Plus 98	B										F
Gd Froid:	Gasoil Grand Froid	B										F

Figure 9 : Synoptique des quais de chargement

3.1.3.1.La réservation

Un chauffeur se présentant sur le site passe par la "Maison d'accueil" en vue de programmer son badge de chargement. Les disponibilités des produits sont fonction du contrat liant le Client et TOTAL BELGIUM SA.

Chaque transporteur peut venir et charger n'importe quel produit et selon les quantités voulues². Le dépôt n'est donc pas prévenu à l'avance des quantités qui seront retirées. Ceci entraîne donc qu'aucune planification des chargements n'est ni effective ni possible. Ceci provient notamment du fait que les demandes peuvent varier de manière importante. Il n'est donc pas non plus possible de favoriser l'utilisation d'un poste de chargement particulier en prévision d'arrivées.

3.1.3.2.Le chargement

Après avoir programmé son badge de chargement et choisi son quai, le chauffeur se place dans un des 17 quais. Il a fait ce choix sur base des disponibilités (quais déjà utilisés), de la présence des produits et additifs. En fonction des produits réservés, il est possible qu'un seul quai présente toutes les disponibilités voulues. Si ce quai n'est pas disponible, il aura le choix d'attendre ou de charger sur différents quais.

3.1.3.3.La clôture de la visite

Après avoir chargé son produit, le chauffeur doit se rendre au niveau du bâtiment administratif en vue de se voir remettre, via les automates, les documents de chargement. L'obtention et la présence de ces documents dans le camion constituent une obligation légale.

Ensuite, le chauffeur peut quitter le site.

En moyenne un chargement dure 15 à 30 minutes au quai. La durée est fonction des quantités, des différents produits à charger mais aussi du type de chargement (en source ou en dôme). Une visite complète sans temps d'attente (durée entre l'arrivée et le départ), représente une période dont la durée peut être estimée à 25 à 45 minutes. Dès lors, le temps de service n'est pas facile à déterminer. Celui-ci dépend des quantités à charger, du nombre de produits différents ainsi que du choix du quai. En effet, un quai bottom pourra permettre le chargement de 5 produits simultanément alors que pour un quai top, ces cinq produits devront obligatoirement être chargés l'un à la suite de l'autre. Il serait donc préférable de considérer le

² Un système de quotas limite les quantités sur une certaine période

temps de service, non pas en unité de temps mais plutôt en unité de temps par litre avec une distinction permettant de prendre en compte la simultanéité de chargement si un quai source est choisi.

3.2. Données.

Ce paragraphe traite de l'ensemble des données utilisées dans ce travail. La première partie sera consacrée aux données proprement dites. Alors que la seconde abordera leur traitement.

Deux types de données sont disponibles à partir soit des automates de gestion du site soit des services de gestion. L'automatisation du site permet un enregistrement de l'ensemble des paramètres liés à un chargement. Ces paramètres intègrent tant la personne venant charger que les caractéristiques des chargements. Ces données sont enregistrées sur les serveurs informatiques en vue de pouvoir à terme gérer les aspects commerciaux c'est-à-dire la facturation aux clients. A partir de l'ensemble des données, il sera possible d'analyser l'utilisation des quais de chargement et donc faire le lien notamment avec les théories des files d'attente. Ces données constituent le premier type de données et sont relatives aux chargements effectués sur le premier trimestre 2012. Pour ces dernières, un travail de traitement des données a été effectué avec un logiciel spécifique. L'ensemble des fonctions ayant abouties à ces résultats sont disponibles en annexe (Annexe 3). Le second type de données traite plus des aspects plus globaux à savoir les coûts et volumes sur les trois dernières années. Celles-ci pourront aider à évaluer l'aspect coûts, l'utilisation globale (annuelle) et leur évolution sur les trois dernières années.

3.2.1. Données disponibles.

Les données disponibles pour ce travail ont été de deux types.

Les premières données se basent sur les trois dernières années à savoir 2009, 2010 et 2011. Ces données étaient les volumes de chargements sur les quais camions ainsi que les coûts de maintenance bras par bras. Cette période a été choisie sur base d'une part de l'ensemble des données disponibles (tant au niveau économique que du fonctionnement du site) et d'autre part sur le caractère technique du site qui est resté constant (sauf en 2009 avec l'introduction d'un nouveau produit à savoir l'E5).

Les données à disposition au niveau des dépenses sont l'ensemble de la facturation récupérée au service de contrôle budgétaire du département. Sur base de ces données, un tri en fonction des bras de chargement a été effectué. Les fichiers disponibles représentant les

dépenses mentionnaient d'une part les numéros de traitement ainsi que les montants. Pour chacune des factures liées aux quais de chargement, les coûts ont donc été redistribués. Cette répartition s'est faite bras par bras.

L'hypothèse suivante a été considérée : les coûts liés à un équipement commun ont été répartis de manière équitable entre les bras de chargements utilisant cet équipement. Par exemple, la réparation d'une prise de terre pour un quai (cet équipement est nécessaire au fonctionnement du quai quelque soit le bras utilisé) a été répartie sur les bras de ce quai. De même les entretiens préventifs sur tous les équipements (par exemple l'entretien préventif des passerelles des quais de chargement dômes) ont été affectés à l'ensemble des bras concernés (dans ce cas à tous les bras des quais dômes).

Les graphiques qui ont été extraits de cette base de données ainsi qu'une explication de la méthode d'obtention sont les suivants :

- €/bras : totalité des dépenses pour ce bras de chargement
- Taux/bras/produit : volume sorti par ce bras relativement au volume total sorti pour ce produit
- Taux/quai/produit : somme des taux d'utilisation des bras pour le produit concerné sur le quai en question (si 2 bras : somme des deux taux)
- €/quai : totalité des dépenses pour ce quai (tous les bras confondus)

Ces données sont disponibles dans l'Annexe 2 et sont triées par produit.

Le second type de données disponibles est les données des chargements camions pour le premier trimestre 2012. En effet, durant les mois de mars à novembre 2011, le dépôt a complètement revu son système de gestion de la partie chargement (système DAS). C'est ainsi que depuis novembre, diverses données sont disponibles. Cependant, les bases de données n'ont été implémentées dans leur forme finale qu'en décembre 2011. C'est pourquoi les données complètes des chargements n'ont pas été disponibles avant le 1^{er} janvier 2012.

La base de données renseigne donc les éléments liés à une visite. Une visite est le terme générique d'un chargement complet d'un camion. Elle est donc composée de l'ensemble des chargements effectués.

Les données extraites des bases de données sont présentées sous la forme du Tableau 1. Il représente la visite effectué par Jacques HUBERLANT le 06 janvier dernier sur le quai 0. Le chauffeur est arrivé au quai et a commencé à charger à 11h18 deux compartiments de Diesel

(GD) avec de l'additif (Add1) avec deux bras (Q0B1 et Q0B6). Le premier chargement s'est terminé à 11h21 (bras 1) alors que le second (bras 6) a été plus court d'une minute. Le chauffeur a ensuite réutilisé les deux même bras entre 11h21 et 11h25 pour le bras 1 et 11h27 pour le bras 6 pour charger deux autres compartiments de Diesel avec additif. On peut constater que deux chargements successifs ont été opérés par le chauffeur pour un total de quatre compartiments chargés.

Tableau 1 : Exemple de données exploitées (un chargement)

120106_111347_2	TOTAL BELGIUM	GD	DECROES	HUBERLANT Jacques	6/01/2012 11:21	6/01/2012 11:25	QUAI 0	BRAS 0.1	GD + Add1	0	1	1990	0
120106_111347_2	TOTAL BELGIUM	Add1	DECROES	HUBERLANT Jacques	6/01/2012 11:21	6/01/2012 11:25	QUAI 0	BRAS 0.1	GD + Add1	0	1	1990	1
120106_111347_2	TOTAL BELGIUM	GD	DECROES	HUBERLANT Jacques	6/01/2012 11:21	6/01/2012 11:27	QUAI 0	BRAS 0.6	GD + Add1	0	6	806	0
120106_111347_2	TOTAL BELGIUM	Add1	DECROES	HUBERLANT Jacques	6/01/2012 11:21	6/01/2012 11:27	QUAI 0	BRAS 0.6	GD + Add1	0	6	806	1
120106_111347_2	TOTAL BELGIUM	GD	DECROES	HUBERLANT Jacques	6/01/2012 11:18	6/01/2012 11:20	QUAI 0	BRAS 0.6	GD + Add1	0	6	805	0
120106_111347_2	TOTAL BELGIUM	Add1	DECROES	HUBERLANT Jacques	6/01/2012 11:18	6/01/2012 11:20	QUAI 0	BRAS 0.6	GD + Add1	0	6	805	1
120106_111347_2	TOTAL BELGIUM	GD	DECROES	HUBERLANT Jacques	6/01/2012 11:18	6/01/2012 11:21	QUAI 0	BRAS 0.1	GD + EMDFA	0	1	1989	0
120106_111347_2	TOTAL BELGIUM	Add1	DECROES	HUBERLANT Jacques	6/01/2012 11:18	6/01/2012 11:21	QUAI 0	BRAS 0.1	GD + EMDFA	0	1	1989	1

Le contenu des colonnes du Tableau 1 est le suivant :

- Colonne 1 : numéro de visite (numéro unique)
- Colonne 2 : le client venant charger du produit
- Colonne 3 : le produit
- Colonne 4 : l'entreprise venant charger
- Colonne 5 : le chauffeur
- Colonne 6 : l'heure de début de chargement pour un compartiment
- Colonne 7 : l'heure de fin de chargement pour le compartiment concerné
- Colonne 8 : le quai de chargement
- Colonne 9 : le bras de chargement
- Colonne 10 : le numéro du quai de chargement
- Colonne 11 : le numéro du bras de chargement
- Colonne 12 : le numéro de transaction (référence unique à un compartiment)
- Colonne 13 : le numéro d'injecteur (permet de distinguer un produit de base d'un additif).

3.2.2. Traitement des données.

L'ensemble de ces données ont été extraites des bases de données SQL du site comme présentées ci-dessus. Celles-ci ont été ensuite modifiées via Excel de Microsoft en fichier colonnes pour introduction dans un logiciel de traitement des données et de simulation. Le logiciel utilisé a été Octave, soit la version Open Source de Matlab© de MathWorks. Au final, cette base de données est composée de 215.201 lignes. Il n'était donc pas possible de traiter celles-ci avec un logiciel comme Excel de Microsoft nécessitant des connaissances en Visual Basic mais étant aussi beaucoup moins performant pour ce genre d'applications.

De nombreuses fonctions ont été écrites afin de traiter ces lignes de données. Ces fonctions ont pour objectifs de déterminer le nombre de camions chargeant sur un quai, utilisant un bras,... Ces fonctions sont présentées en annexe (Annexe 3). Pour illustrer, le schéma bloc suivant représente le calcul du nombre de chargements sur une journée avec mémorisation du quai et du bras (fonction *cgtsim.m*). Cette fonction a pour objectif d'analyser chaque ligne de la base de données (Données de chargement) en vue de stocker les heures de début et de fin des chargements ainsi que le produit, le quai et le bras utilisé. La base de données est alors traitée par une autre fonction pour fournir le nombre de chargements sur une journée. On peut ainsi déterminer la durée des chargements voire mettre en évidence les chargements simultanés. D'un point de vue pratique, pour chaque ligne, le logiciel va vérifier que la date du chargement correspond à la date voulue. Si ce n'est pas le cas, la ligne suivante sera analysée. La deuxième étape consiste à s'assurer que l'on ne regarde pas une visite déjà analysée. En effet, comme le Tableau 1 le montre, une visite peut être composée de plusieurs chargements. Pour chacun d'entre eux, au minimum une ligne leur correspond. En cas de fourniture d'additif, une seconde ligne peut être présente par chargement. Il est donc nécessaire de s'assurer qu'un ou plusieurs chargements d'une même visite soit comptabilisé. Sans une telle vérification, le nombre de camions estimé pourra être multiplié par un facteur pouvant atteindre 10. Si cette vérification est positive, on peut seulement estimer la durée totale du chargement. Or, comme illustré sur le Tableau 1, les données ne donnent pas directement la durée totale. Il a donc été nécessaire de créer une sous-fonction en vue de s'assurer que l'on regarde bien le premier chargement auquel on compare l'heure de fin du chargement qui s'est terminé en dernier (et qui n'est pas nécessairement le dernier commencé).

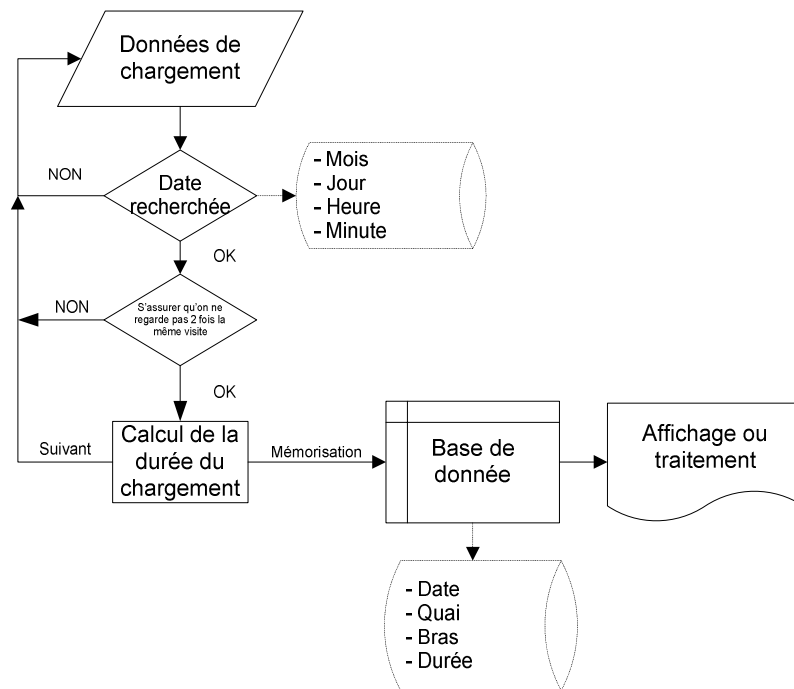


Figure 10 : Schéma bloc de la programmation permettant la détermination de l'utilisation d'un quai ou bras de chargement pour une date donnée

4. Etat des lieux de la fréquentation

Le chapitre précédent avait pour objectifs de présenter l'ensemble des équipements et produits intervenant dans le chargement d'un camion citerne ainsi que la complexité liée aux diverses disponibilités produits.

La présente partie a trait à l'utilisation proprement dite du site. Ainsi les aspects tant temporeux que préférentiels seront abordés. Cette partie a pour objectif d'envisager le site dans sa globalité au cours de l'année et de se rapprocher de plus en plus vers les utilisations des quais proprement dits.

Le premier sujet abordé sera la saisonnalité des sorties. En effet, certains produits dépendent fortement des températures extérieures. A côté de ce paramètre, d'autres interviennent comme les périodes de congé (synonymes de départs en voiture et donc consommation),... A ce niveau trois échelles de temps seront mises en évidence. La première échelle (de période longue) est liée aux paramètres saisonniers. A une échelle plus réduite, on envisagera les dépendances journalières. Enfin, il sera montré qu'au quotidien les chargements sont aussi marqués par certaines périodicités. Finalement, les quais et leur fréquentation proprement dite seront analysées.

4.1. Saisonnalité : évolution selon les saisons (températures)

Le premier aspect de saisonnalité est la dépendance relative au climat pour certains produits (produits de chauffage notamment). Pour ces derniers, on peut constater que les volumes de sortie présentent une tendance inversement proportionnelle aux températures. Ainsi, si un hiver est rude, la consommation en gasoil sera plus importante et inversement. Ce point est directement en relation avec les saisons. Le graphique suivant reprend l'évolution relative des sorties de gasoil de chauffage sur l'année 2011 en relation avec les températures moyennes³.

³ Source : IRM – www.meteo.be 14/05/2012 - Uccle

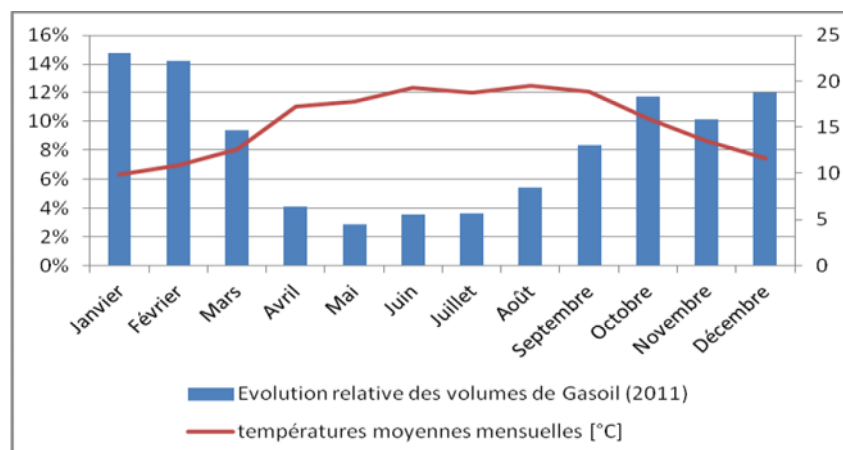


Figure 11 : Evolution relative mensuelle des consommations en gasoil (2011) - Evolution des températures moyennes mensuelles (°C) (2011)

Etant donné la dépendance directe des températures aux saisons, la périodicité de ce phénomène est un an.

Il est à noter que les produits tels que le gasoil, le gasoil grand froid, le gasoil français et le pétrole sont les produits les plus dépendants. Le diesel ainsi que les essences le sont moins (étant donné leur utilisation plutôt liée aux moyens de locomotion).

4.2. Saisonnalité - périodicité "réduite" : dépendance aux températures (court terme)

Une seconde dépendance aux températures peut être mise en évidence. Celle-ci est plus liée à des phénomènes de courts termes.

Lors de l'hiver du début de l'année 2012, les températures ont été assez douces. Cependant, la dernière semaine de janvier ainsi que la première semaine du mois de février ont présenté des températures extrêmement basses. Ceci a eu pour incidence d'augmenter la demande en produits énergétiques. La Figure 12 reprend l'évolution hebdomadaire des entrées sur site en liaison avec les températures moyennes quotidiennes. Ce paramètre est directement lié aux volumes chargés. On peut constater l'influence directe entre les températures et les consommations représentées par le nombre de camions étant venu charger. L'effet de la température peut présenter quelques jours de retard en fonction de la période (effet du weekend où les livraisons des particuliers sont très faibles) et du retard entre la demande et le service effectué (en cas de forte demande, un client sera parfois servi le jour suivant voire le surlendemain or un chargement précède obligatoirement une livraison).

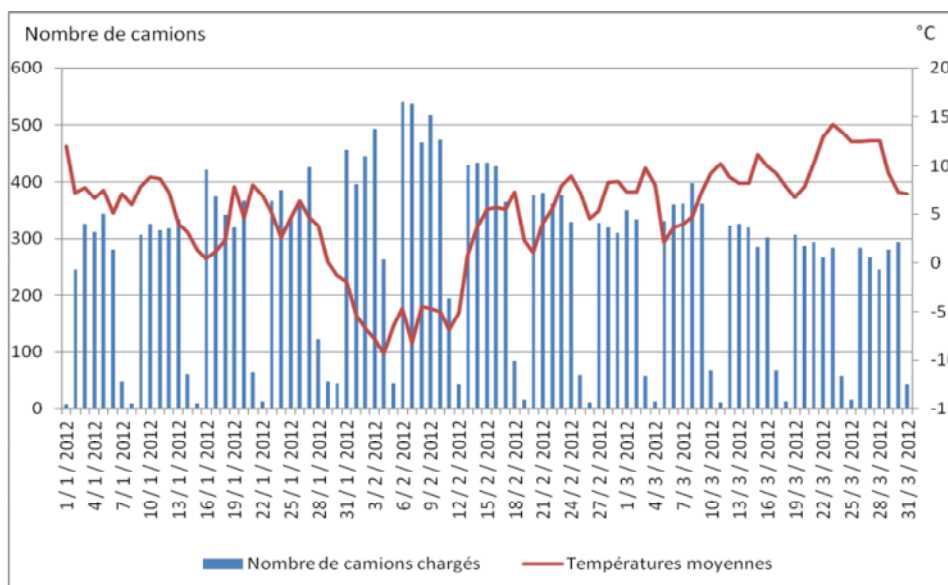


Figure 12 : Evolution du nombre de camions venant charger et température moyenne quotidienne - janvier-février-mars 2012⁴

On peut constater que durant les deux semaines en question (voire trois semaines si on considère la semaine du 13/02/2012), le nombre de camions chargés par jour a augmenté atteignant 542 en date du 06 février. On peut noter que le 30 janvier, bien qu'étant un jour de semaine, a connu seulement 45 chargements soit l'équivalent d'un jour de week-end. Ceci s'explique par le fait que le gel a eu une incidence négative entraînant de nombreux problèmes techniques. A l'inverse le samedi 04 février a connu 264 chargements soit plus de 4 fois la moyenne des chargements exécutés le samedi. Ceci s'explique par la volonté des transporteurs de satisfaire au mieux l'ensemble des demandes. Lors de cette période, deux journées (durant les jours ouvrables) sont particulières. Ces journées sont celles où le maximum de chargement a été effectué (542 chargements - le 06 février) ainsi que le minimum (245 chargements - 02 janvier).

Les graphiques suivants montrent les évolutions des chargements durant ces deux journées. Les histogrammes représentent le nombre de chargements commencés toutes les demi-heures.

Ces deux graphiques représentent donc deux jours extrêmes à savoir un jour avec le maximum de fréquentation (sur le premier trimestre 2012) et un jour avec le minimum de fréquentation rencontrée (hors weekend). Le premier cas se rapproche de la saturation du site à savoir le nombre maximum de camions qu'il est possible de charger en même temps.

⁴ Source : IRM : www.meteo.be 25/05/2012 - Uccle

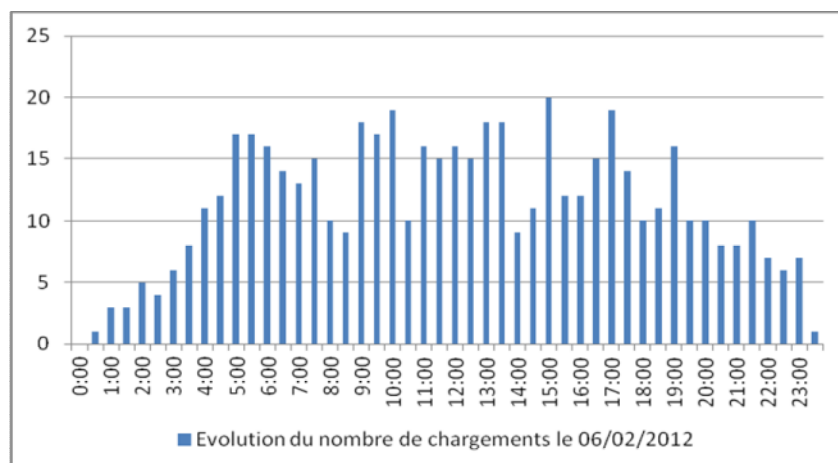


Figure 13 : Evolution du nombre de chargements - 06/02/2012

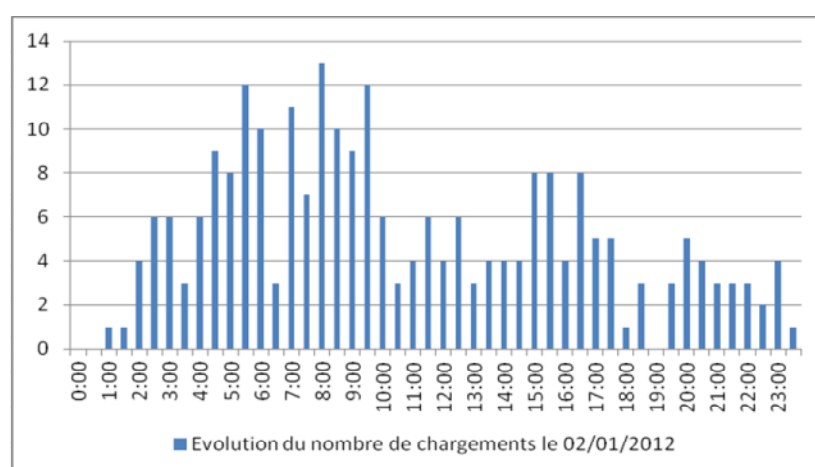


Figure 14 : Evolution du nombre de chargements - 02/01/2012

Plusieurs intervalles de temps mentionnent plus de 17 chargements commencés. Ce point pourrait sembler en conflit avec le fait que le site ne dispose que de 17 quais. En réalité, deux aspects expliquent cela. Le premier vient du fait qu'un chargement (notamment les chargements bottom en multi-produits) peuvent durer moins de 20 minutes et donc laisser le temps à un deuxième camion de commencer à charger durant la même demi-heure. Le second point provient du fait que les quais 21-22, 23-24 et 25-26 sont des quais doubles. Il est donc possible d'utiliser simultanément les bras laissés libres. Ceci "augmente" le nombre de quai à 20.

4.3. Saisonnalité de très court terme (au quotidien)

Bien qu'il ait été vu deux saisonnalités aux périodes différentes (saisons de 3 mois et quotidienne), on peut aussi noter une périodicité au cours d'une même journée. En effet, on constate qu'au cours d'une même journée, les camions arrivent non pas de manière répartie mais

selon un schéma stable au cours de l'année. L'évolution des chargements pour chaque quai est présentée en annexe. La Figure 15 montre l'évolution moyenne des chargements au cours du premier trimestre.

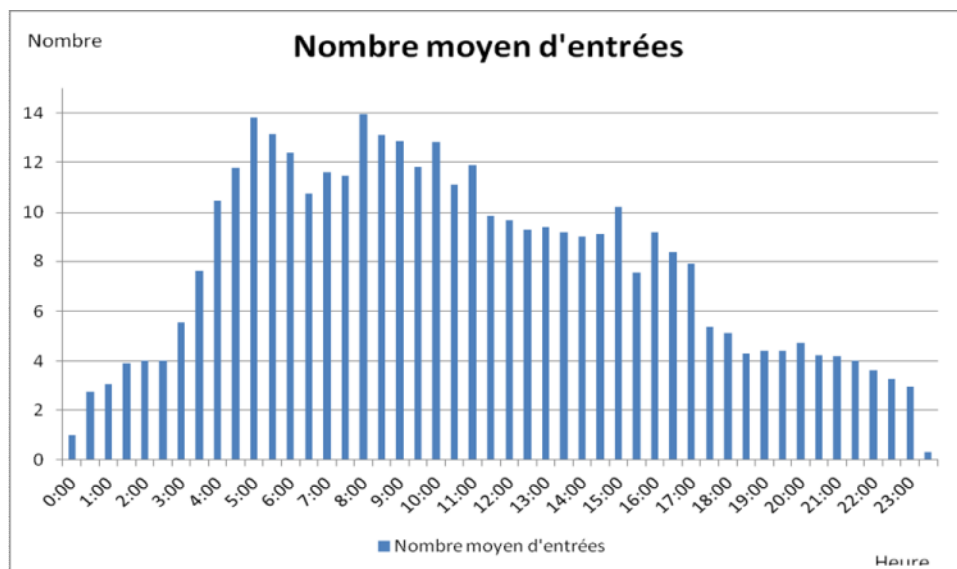


Figure 15 : Evolution moyenne des entrées au cours de la journée

Ce graphique permet d'identifier deux pics. Le premier se situe vers 5h et le second vers 8h (moyenne proche de 14 camions commencés par 30 min). Sur la période de 4h à 11h du matin, la moyenne pour chaque demi-heure est supérieure à 10 camions. Sur cette période, l'écart type est de 1,06 pour une moyenne de 12,2 camions. Le coefficient de variation est donc inférieur à 10%. Ceci montre que, durant sur ces sept heures, le nombre de camions venant charger est stable et important. Par contre, sur une journée complète, la moyenne est de 7,8 camions par demi-heure. Le coefficient de variation augmente à 49%. Il y a donc de fortes variations sur l'ensemble de la journée.

Sur la première période envisagée (4h – 11h), étant donné que le nombre de camions entrant est stable et que la moyenne est élevée, la probabilité d'atteindre la saturation du site est plus élevée. Une possibilité de mise en évidence serait de considérer les possibilités d'accueil en fonction des produits. Cependant, ceci n'est pas possible étant donné que tous les camions ne chargent pas les mêmes produits. Ils peuvent donc, en général, utiliser plusieurs quais différents.

4.4. Utilisation des quais de chargement.

Après avoir envisagé les saisonnalités de court terme et de long terme ainsi que l'évolution moyenne des chargements au cours de la journée, cette partie va envisager le site sous l'aspect des quais de chargement et de leur utilisation globale. En effet, tout comme certains produits présentent des dépendances vis-à-vis de différents éléments (en l'occurrence externes), l'utilisation des quais de chargement est aussi fonction de plusieurs autres paramètres qui sont développés dans ce paragraphe.

Pour rappel, la disponibilité des produits sur les quais est présentée sur la Figure 16.

Bras	BOTTOMS					8		9		10		11		12		14		16	
	0	1	2	3	4														
1	Diesel	Diesel (**)	Diesel (*, **)	Diesel (*)	Diesel			Pétrole				Gasoil							
2	AVGAS	SU 98 + (**)	SU 98 + (*, **)	SU 98 + (*)	SU 98 +			Gasoil				Diesel				Diesel		Gasoil	
3	EURO95	EURO95	EURO95 (*, **)	EURO95 (*)	EURO95	Gd Froid				Pétrole				Gasoil		Gasoil		Gasoil	
4	E5	E5 (**)	E5 (*, **)	E5 (*)	E5	Extra				Gasoil				Extra		Gd Froid		Gd Froid	
5	SU 98 +															FOD		Extra	
6	Diesel	Diesel (**)	Diesel (**)	Diesel												FOD		Pétrole	

Bras	18		20	21	22	23	24	25	26
			F10be	Gasoil	Gasoil	Gasoil	Gasoil	Gasoil	Gasoil
1				Gd Froid	Gd Froid	Diesel	Diesel		
2	Diesel (*)			Diesel	Diesel				
3				FOD	FOD	FOD	FOD	FOD	FOD
4									
5									
6									

Figure 16 : synoptique des quais de chargement

On y distingue les quais bottom (0, 1, 2, 3, 4, 14 et 16) ainsi que les quais top (8, 9, 10, 11, 12, 18, 21-22, 23-24 et 25-26). Cette distinction est importante tant au niveau technique qu'au niveau du choix d'utilisation d'un quai.

a) Utilisation des quais et attente avant chargement.

La base de données des quais de chargement permet d'obtenir au moyen d'une routine informatique le nombre de chargements sur un quai. En effet, en faisant un tri sur les dates et le numéro de visites, il est possible d'additionner quai par quai les chargements effectués. En considérant que le temps mis pour entrer et sortir d'un quai est de 3 minutes, on peut faire l'hypothèse qu'un camion a attendu avant de charger si son chargement a débuté dans les 8 minutes après la fin du chargement précédent (3 minutes pour sortir, 3 minutes pour rentrer et 2 minutes pour préparer le camion au chargement). Sur base de ce calcul, les données récoltées pour les différents quais sont présentées dans le Tableau 2. Les quais de chargement en source sont marqués en orange. Les quais de chargement en dôme sont quant à eux indiqués en gris.

L'ensemble de ces données reflète directement le choix ou l'obligation des chauffeurs au niveau de l'utilisation des quais de chargement. En effet, il sera vu que les quais les plus utilisés sont les quais bottom et notamment les quais 1 et 4 disposant de deux bras de chargement de diesel.

Tableau 2 : Nombre de chargements par quais ainsi que le nombre de camions ayant du attendre avant d'avoir chargé

	Quai 0	Quai 1	Quai 2	Quai 3	Quai 4
Nombre de chargements	2325	4293	3312	1126	3621
Nombre de camions ayant attendu avant de charger	727	1546	1163	238	1354
Pourcentage de camions ayant attendu avant de charger	31%	36%	35%	21%	37%

	Quai 8	Quai 9	Quai 10	Quai 11	Quai 12
Nombre de chargements	940	1038	738	760	2051
Nombre de camions ayant attendu avant de charger	245	213	151	204	745
Pourcentage de camions ayant attendu avant de charger	26%	21%	20%	27%	36%

	Quai 14	Quai 16	Quai 18	Quai 21-22	Quai 23-24	Quai 25-26
Nombre de chargements	2048	2859	289	1017	481	391
Nombre de camions ayant attendu avant de charger	1042	1833	33	207	90	40
Pourcentage de camions ayant attendu avant de charger	51%	64%	11%	20%	19%	10%

Ce tableau renseigne deux tendances. La première est l'évolution croissante entre le nombre de camions ayant attendu et le nombre de camions venant charger sur un quai. Le second enseignement vient de la nature même du quai de chargement. En effet, on constate que les quais bottom (source – en orange) présentent tous des nombres de chargement nettement supérieurs aux quais dôme (deux exceptions sont à noter à savoir le quai 3 et le quai 12).

Ces deux points nécessitent une analyse plus complète.

Le premier enseignement est que l'évolution du nombre de camions ayant attendu augmente selon une courbe de puissance. Cette première tendance peut être visualisée plus directement en graphique. La Figure 17 représente ce phénomène.

La variation peut être mise en évidence par les courbes de régression. Ainsi, en régression de puissance, la courbe représentant au mieux ces données sont les suivantes :

$$y = 0,0067 x^{1,5134}.$$

L'exposant du x est supérieur à 1, on peut donc en déduire que plus un quai est utilisé plus les files d'attente seront importantes.

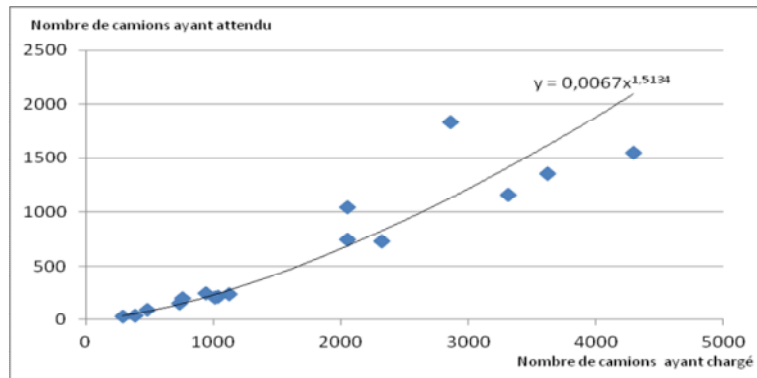


Figure 17 : évolution du nombre de camions ayant attendu en fonction du nombre de visites (cumul des quais)

Ce graphique est directement à mettre en relation avec le paragraphe traitant de la stabilité des processus. En effet, la théorie a mis en évidence que plus le temps de réponse augmentait avec le taux d'arrivée. De même, plus l'écart-type du temps de service est important plus cette augmentation est rapide. Dans le cas présent, on constate bien que les quais les plus utilisés présentent un nombre de camions devant attendre plus important. Les données à disposition ne permettent pas de déterminer le nombre de camions en attente afin de comparer les mêmes concepts.

Le second enseignement est l'utilisation beaucoup plus importante des quais bottom. En effet, seules deux exceptions sont à noter (postes 3 et 12). Le quai 3 est sous utilisé et pour les quais top, le quai 12 est sur-utilisé. On note aussi déjà le point représentant le quai 16 (2859, 1833) qui est le maximum de file constaté.

La plus grande proportion d'utilisation des quais bottom trouve sa justification dans deux aspects. En effet, le premier correspond aux produits disponibles sur ces quais et le second est la rapidité de chargement. Le dépôt dessert notamment les stations services. Ces stations demandent généralement le chargement d'essence. Or, seuls les quais de chargement bottom permettent de charger ce produit⁵. Dès lors, les camions dédiés à cet usage devront obligatoirement charger sur un de ces cinq premiers quais. De plus, ces quais présentent plus de quatre produits différents ce qui couvre la majorité des demandes.

⁵ Obligation légale

Le second aspect concerne directement TOTAL et le diesel. En effet, comme déjà précisé, le diesel est le premier produit vendu. Or au niveau des disponibilités des bras de chargement, on constate directement que les cinq quais bottom présentent au moins un bras de chargement en diesel (voir Figure 9). De plus, quatre d'entre eux en dispose de deux⁶. Pour rappel, ces quais permettent de charger plusieurs bras en même temps. Dès lors, il est normal de constater une préférence pour ces quais.

Les chiffres liés à l'utilisation proprement dite d'un ou deux bras de chargement confirment cette préférence. Ainsi, le Tableau 3 reprend le nombre de chargements ainsi que, parmi ceux-ci, ceux qui se sont effectués avec un ou deux bras de chargement.

Tableau 3 : Nombre de chargements effectués avec 1 ou 2 bras de diesel sur les quais 0 à 4 (premier trimestre 2012)

	Quai 0	Quai 1	Quai 2	Quai 3	Quai 4
Nombre de chargements	2325	4293	3312	1126	3621
Nombre de chargements avec 1 bras	2325	985	1000	1126	822
Nombre de chargements avec 2 bras	0	3308	2312	0	2799

Ce tableau renseigne que le pourcentage de chargements se faisant avec deux bras de diesel (pendant une même visite) sur les quais 1 et 4 est identique et de 77%. Pour le quai 2, moins utilisé, ce chiffre descend légèrement à 70% des chargements.

Ces données sont à mettre en relation avec le tableau précédent (Tableau 2) qui traitait du nombre de camions devant attendre avant de charger. On peut en déduire que pour la plupart des chauffeurs, il est préférable d'attendre derrière un camion (et peut être même plusieurs camions⁷) plutôt que d'utiliser un quai avec un seul bras de chargement (le quai 3). Au moyen des données extraites, il n'est pas possible de mettre en évidence un temps de chargement moyen comparable entre les deux types de quais (source et dôme). En effet, la quantité chargée intervient de même que le nombre de bras utilisés (pour les quais source). Afin de comparer des éléments équivalents, il faudrait une base identique à savoir des durées (minutes) par litres chargés. Les données ne permettent pas une telle évaluation. Cependant elles montrent bien que les chauffeurs le choix des chauffeurs qui n'est donc pas arbitraire.

⁶ Depuis quelques mois, un problème technique sur le bras 1 du quai 0 le rend inutilisable, ce qui réduit le nombre de quai disposant de deux bras de chargement à trois (quais 1, 2 et 4).

⁷ Etant donné que les heures d'arrivées sur site n'étaient pas disponibles, il n'a pas été possible d'estimer ce paramètre.

Toujours sur ces cinq premiers quais, on constate que la moyenne des chargements effectués sur le site est de 147 camions par jour sur le premier trimestre. Le coefficient de variation est de 52%. Ceci tend à montrer que les variations sont importantes. Par contre, si l'on ne considère que les jours de la semaine, la moyenne est alors de 194 camions par jour. L'écart-type est alors de 14 pour un coefficient de variation de 7,3%. On voit donc que durant la semaine le nombre de chargement est stable. La Figure 18 illustre les fréquentations des quais bottom. Ceci s'explique par le fait que les sorties sont majoritairement du diesel (moins soumis aux conditions climatiques).

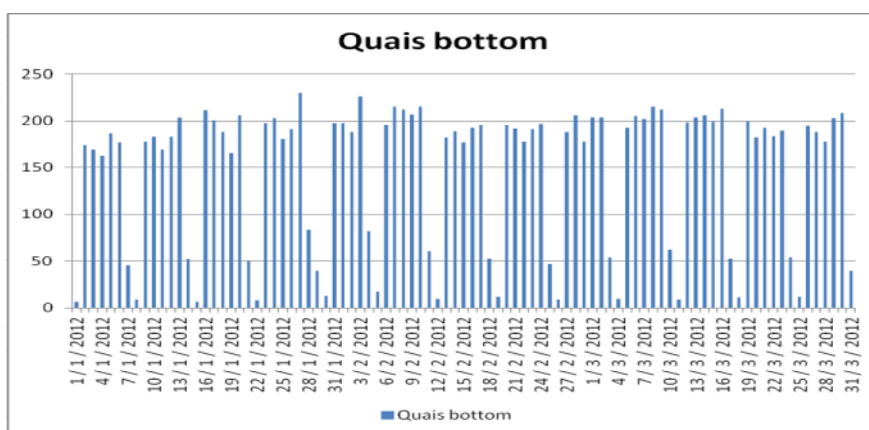


Figure 18 : Nombre de chargement sur les quais 0 à 4 (1er trimestre 2012)

b) Deux types d'utilisation des quais dôme.

Alors que les quais bottom présentent des utilisations stables, il n'en est pas de même pour les quais Top. Ainsi, les paragraphes suivants vont mettre en évidence que certains quais sont utilisés de manière régulière alors que d'autres sont plus considérés comme des absorbeurs de variabilité. Finalement, on pourra constater l'influence des saisonnalités locales sur les premiers.

Le quai 21-22 représente un quai dont l'utilisation au cours de l'année est stable (en terme de nombre de camions par jours). Le nombre moyen de camions (évalués sur le premier trimestre 2012) venant charger est de 34 (hors weekend). Si l'on ne considère que les jours de la semaine, l'écart type est alors de 8,74. Le coefficient de variation est de 26%.

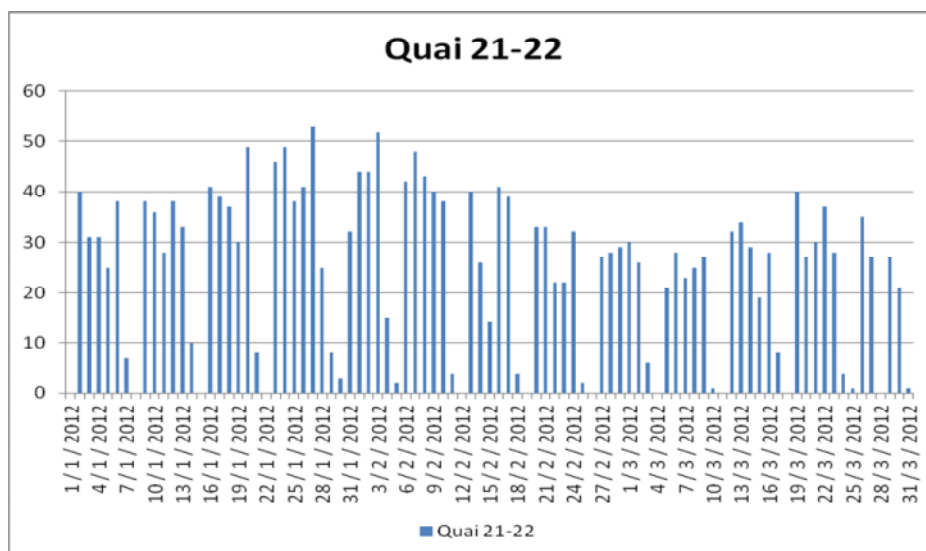


Figure 19 : Evolution du nombre de chargements sur le quai 21-22 (premier trimestre 2012)

On peut constater sur la Figure 19 que les chargements effectués sont soumis à la saisonnalité de court terme présentée précédemment (dernière semaine de janvier et première semaine de février). Il est possible de relier les faibles températures quotidiennes de ces deux semaines à l'augmentation du nombre de chargements.

Les quais présentant ce profil sont les quais 8 et 12 ainsi que les quais 9 et 11. Il est à noter que leurs écarts types sont faibles.

Le second type de quais de chargement constitue les quais absorbeurs des variabilités. En effet, certains quais sont très peu utilisés en temps normal. Leur utilisation est directement fonction de la demande. Ainsi, lorsqu'un ou plusieurs quais disposant des produits voulus ne sont pas disponibles alors ces quais absorbeurs sont utilisés "en secours". La figure suivante (Figure 20) permet de visualiser cette tendance. On constate que certains jours, l'utilisation est importante (allant jusqu'à 20 chargements). A d'autres périodes, ces quais ne sont pas utilisés (pas de chargements). L'analyse des chargements donne une moyenne journalière de 4,74 camions par jours et un écart-type de 5,52. Le coefficient de variation est donc supérieure à 1. La variabilité est donc importante.

Les quais de chargement répondant à ce profil sont les quais 10, 18, 23-24 et 25-26.

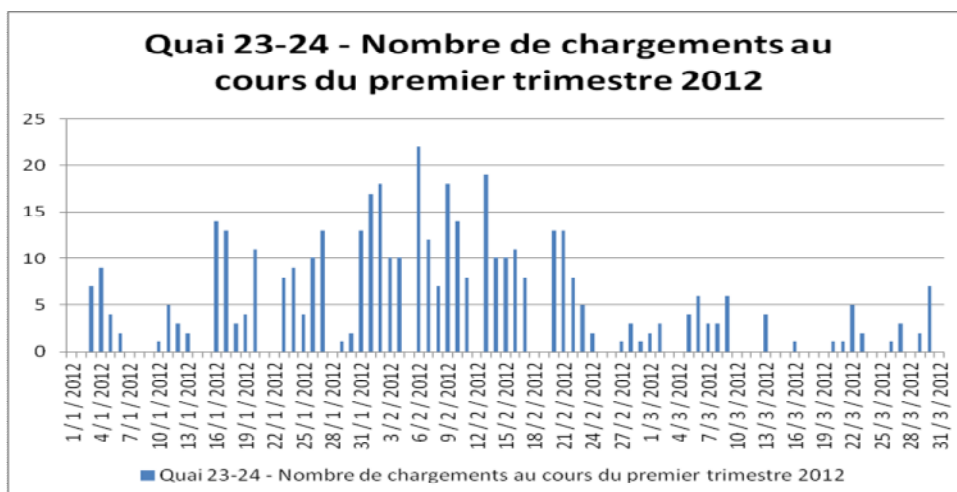


Figure 20 : Evolution du nombre de chargements sur le quai 23-24 (premier trimestre 2012)

Conclusion intermédiaire.

Les paragraphes précédents ont montré que l'évolution des sorties dépendent de nombreux facteurs. Ceux-ci sont externes tels que la météo ainsi que des évènements sociaux,... Il a notamment été vu que les produits pétroliers utilisés pour se chauffer sont fortement dépendant des températures. Cette première saisonnalité est présente avec des périodes longues (une année). Elle est donc prévisible sur le long terme. La seconde saisonnalité est de type court terme. Il a été vu que durant les semaines froides, une incidence (inversement proportionnelle aux températures) est constatée. Ceci entraîne des évolutions dans les demandes qui ne peuvent être planifiées. Finalement, une périodicité au cours de la journée apparaît aussi.

Le deuxième point abordé est l'utilisation des quais. Le nombre de camions ayant utilisé un quai et celui correspondant au nombre de camions ayant attendu a montré que plus un quai était utilisé, plus l'attente était fréquente. Les quais présentant les fréquentations les plus importantes sont les quais bottom. Notamment les quais disposant de deux bras de diesel. Ceci met en évidence les préférences des chauffeurs dans le choix des quais de chargement. Le dernier point a traité l'évolution des chargements sur ces quais bottom. Il est apparu qu'étant donné que le produit phare de ces quais est le diesel, la demande est stable. En effet, ce produit est peu soumis aux influences externes climatiques.

Finalement, il apparaît deux types d'utilisation des quais de chargement par le dessus. Le premier consiste à utiliser de manière régulière (moyenne quotidienne stable) et soumis aux influences externes (météo). Le second comprend les quais dont l'utilisation est fonction de l'affluence. Il sont donc qualifiés d'absorbeurs de variabilité et présentent eux même de fortes variation dans leur utilisation (écart type du nombre de chargements supérieur à 1). L'apparition

de ces chargements intervient quand les quais principaux voient leur utilisation proches de la saturation.

4.5. Deux cas particuliers : quai 8 et quai 12.

Le Tableau 2 (à la page 34) renseignait que les quais de chargements en source étaient beaucoup plus utilisés. Inversement, les quais dômes sont donc moins utilisés. Etant donné que les produits disponibles sont surtout des produits "de chauffage", ces quais sont beaucoup plus soumis à la variabilité saisonnière. Parmi ceux-ci on peut noter le cas particulier de deux quais. Les postes 8 et 12 sont deux quais présentant des particularités identiques. En effet, ceux-ci présentent un produit commun à savoir le Gasoil Extra.

Le Tableau 4 suivant retrace les utilisations du quai 8 au cours du premier trimestre. Un tableau équivalent pourrait être déduit pour le quai 12 (avec les mêmes proportions pour l'Extra) dont les deux produits sont l'Extra et le gasoil. Ce tableau montre que le produit dominant sur ces quais est le Gasoil Extra. Or selon le Tableau 2, pour près d'un camion sur trois, il est nécessaire de devoir attendre que le quai se libère. On peut donc conclure que tant l'utilisation que le nombre de camions devant attendre sont dû à la présence du Gasoil Extra sur ces quais. Ceci est confirmé par le fait que le second produit disponible est soit le Gasoil Grand Froid soit le Gasoil. Or, les demandes en ces produits peuvent donc fluctuer fortement (saisonnalité de long terme et locales). Dès lors, il peut arriver qu'en cas de forte affluence, ces quais soient fortement demandés voire saturés. Ceci résultant d'une part d'une utilisation régulière due à la présence de Gasoil Extra mais aussi à l'utilisation en tant que quai absorbeur de variabilité pour les seconds produits.

Tableau 4 : Nombre de chargements de Grand Froid et d'Extra sur le Quai 8 (1er trimestre 2012)

	Quai 8	Quai 8 [%]
Nombre de chargements avec les deux produits	59	6%
Nombre de chargements uniquement avec de l'Extra	746	79%
Nombre de chargements uniquement avec du Gasoil Grand Froid	135	14%

4.6. Autres influences externes

D'autres influences externes peuvent être mises en évidence tel que le prix des carburants,...

Un autre exemple intéressant d'influence externe sur le fonctionnement du site s'est présenté durant l'année 2010.

Au cours de cette année, des grèves dans le secteur pétrolier français ont abouti à un approvisionnement, durant cette période, d'une partie du nord de la France en gasoil de chauffage français à partir du Dépôt de Feluy. L'évolution des volumes observés sur les trois dernières années sont représentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Evolution des sorties sur les trois dernières années

[m³]	2009	2010	2011
Volumes délivrés en gasoil de chauffage français	61278	191312	20183

On peut dès lors constater que durant l'année 2010, les sorties ont connu une très forte augmentation (rapport 3 entre 2009 et 2010). L'année 2010 ne peut donc pas être considérée comme une année dans la continuité de la tendance actuelle. Cependant, elle a donné l'opportunité de constater l'évolution des utilisations en cas de forte demande sur un quai dit absorbeur de variabilité.

C'est ainsi, que la Figure 21 suivante reprend les taux d'utilisation relatifs des différents quais. On peut y constater une utilisation moyenne de 20% sur 2009 et 2011 pour le quai 25-26. En 2010, ce chiffre a atteint les 52%. La raison pour laquelle le quai 25-26 a été préféré n'est pas certaine. Il est probable que le fait que seuls deux produits à faible utilisation soient présents ait joué un rôle en laissant ce quai souvent libre. Cette utilisation correspond donc parfaitement aux quais absorbeurs de variabilité. On peut donc ici constater leur importance en cas de demandes fortes et répétées.

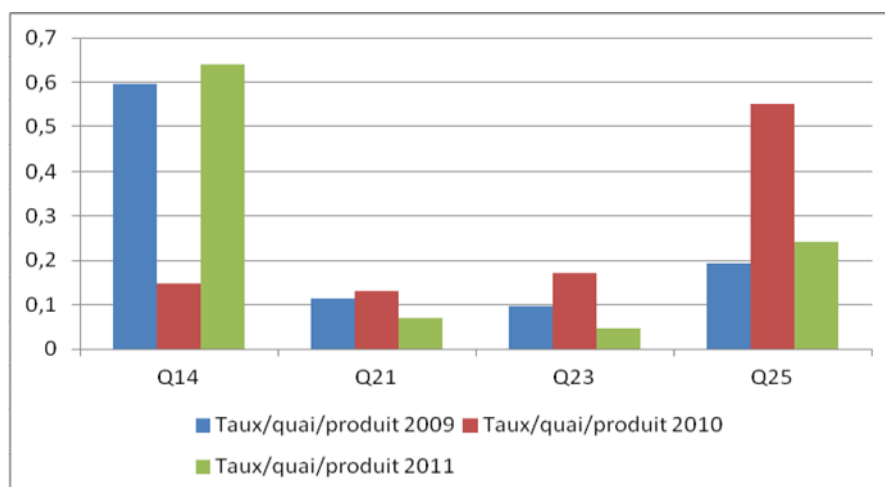


Figure 21 : Taux d'utilisation relatif des quais de chargement pour le Gasoil français

Dans le cas particulier du quai 23-24, on peut constater l'évolution des volumes sur le Tableau 6. Les 65% d'utilisation des volumes en 2010 correspondent aux 54% de taux d'utilisation du quai pour le gasoil français présenté en Figure 21.

Tableau 6 : évolution des proportions sorties sur le quai 23-24 (2009-2011)

	Volumes 2009	Volumes 2010	Volumes 2011
Bras 1 : Gasoil	70%	24%	64%
Bras 2 : Diesel	19%	11%	33%
Bras 3 : Gasoil Fr	11%	65%	3%

Cette période permet donc de mettre en évidence l'utilisation importante des quais absorbeurs de variabilité en cas de fortes demandes.

4.7. Conclusions.

Cette partie a été consacrée, dans un premier temps à une description des fréquentations des quais de chargements et des volumes de sortie sur trois échelles de temps. L'analyse a permis de mettre en évidence plusieurs points entrant dans l'utilisation des quais de chargement.

Ainsi, il a été montré que le site constate une certaine saisonnalité (de période équivalent à un an) sur certains produits à savoir les produits de chauffage. Etant donné que les valeurs moyennes sur un mois sont fonction des saisons, cette périodicité est prévisible et (relativement) certaine. D'autres produits (tels que les essences et diesel) sont beaucoup moins dépendant de ce paramètre.

En parallèle, une deuxième variation peut être constatée sur des périodes beaucoup plus courtes. Celles-ci sont généralement de quelques semaines voire de quelques jours. Elles trouvent leur origine notamment dans le climat mais aussi d'autres facteurs externes. En cas de période douce suivie de quelques semaines plus rude, il est compréhensible qu'une partie de la population décide de commander à nouveau du mazout en vue d'éviter toute panne dû à un manque de produit. Cette demande est donc directement liée au climat et ne peut donc être prévisible. La dernière périodicité a été mise en évidence sur une période de 24h. En effet, les heures de chargement présentent une distribution particulière.

Il a aussi été mis en avant que les quais bottom 0 à 4 sont les quais les plus utilisés et que les variations dans les utilisations sont faibles. Le choix d'un quai par rapport à un autre est surtout déterminé par le nombre de bras de chargement disponibles sur le quai. Sur les trois

premiers mois de l'année, les quais 1, 2 et 4 sont ainsi apparus comme fortement utilisés par rapport aux autres bottom.

Le cas des quais de chargement en dôme a aussi été abordé. Ceux-ci peuvent se classer en deux types de quais. Le premier comprend les quais utilisés régulièrement. On peut cependant constater une variabilité saisonnière dans le nombre de chargement. Le second type reprend les quais très peu utilisés en temps normal mais dont cette dernière est plutôt liée à un absorbeur de variabilité.

Deux cas particuliers ont été présentés. Ceux-ci correspondaient aux cas des quai 8 et quai 12 qui présentent des utilisations importantes (et donc un grand nombre de camions devant attendre avant de charger). La provenance de cette utilisation particulière provient de la présence du produit Gasoil Extra fortement demandé.

Finalement, bien que le climat joue un rôle important dans la variabilité des demandes en produit pétroliers, d'autres phénomènes externes peuvent intervenir. C'est ainsi que le cas de l'approvisionnement du nord de la France au cours de l'année 2010 a été abordé. Ce cas a aussi mis en évidence l'importance des quais absorbeur de variabilité dans l'utilisation quotidienne en cas de fortes demandes.

4.8. Liens avec les concepts théoriques

Suite à la présentation de l'ensemble de ces concepts, il est maintenant possible de faire le lien avec les concepts théoriques.

La théorie sur les files d'attente fait intervenir des lois de répartitions liées à la naissance des clients. La file d'attente présente tout d'abord une taille infinie. En effet, ce sont les mêmes camions qui chargent. Dès qu'un camion est rempli, le chauffeur part livrer avant de revenir charger. Certains camions tournent en continu 24h/24 avec remplacement périodique des chauffeurs. Dans le cadre des quais de chargements, les clients sont les camions et leur arrivée ne respecte pas une probabilité de Poisson qui suppose qu'il n'y ait pas de concertation entre les camions. La représentation idéale devrait être une courbe di-symétrique dont l'intensité varie en fonction de la période de l'année. Une statistique tirée des données pourra servir de base pour élaborer une telle distribution. Cependant, au moyen des données récoltées sur le système de gestion du dépôt pour toute une année, il sera possible de déterminer l'évolution réelle des chargements. De même, la discipline de service est aussi difficile à déterminer. En effet, plusieurs quais peuvent être utilisés selon les produits mais pas tous. Dès lors, un camion peut se

voir contraint d'attendre longtemps avant qu'un quai qui lui correspond ne se libère. A côté de cela, d'autres camions peuvent peut-être charger sur les quais libres peu utilisés. Dès lors, sur le principe, la discipline de chargement est de type FIFO (premier arrivé, premier parti). Cependant, étant donné la complexité des chargements, ceci ne peut se vérifier que pour des camions identiques ou du moins chargeant sur un même quai.

Le second aspect est le service. Les quais de chargement peuvent être présentés comme répondant à des systèmes multi-server (ou multi-service). En effet, plusieurs quais peuvent servir un camion. Cependant, comme les quais de chargement disposent de plusieurs bras qui diffèrent d'un quai à l'autre, il n'est pas possible de déterminer des familles de server. Chacun doit donc faire l'objet d'une analyse particulière.

Ce point sera à mettre en relation avec le choix des quais palliant à la fermeture ou disparition d'un poste de chargement. Il sera vu que pour qu'un chauffeur charge deux produits, il sera peut-être amené à utiliser deux quais différents. Dès lors, un service peut être composé de deux sous-services (ou deux services en série). Il faudra dans ce cas prendre en compte que chaque sous-service requiert de recommencer la file d'attente depuis le début sans création d'un nouveau client.

Le temps de service est assez variable étant donné que celui-ci dépend principalement des quantités à charger, du nombre de bras de chargement utilisé en simultané et finalement le type de chargement (top ou bottom). En fonction de ces trois paramètres, une distribution peut aussi être déterminée. Il faudra cependant tenir compte du fait que le temps de service dépend du nombre de produits à charger ainsi que des disponibilités de chargement (nombre de bras) qui dépendent du type de quai. En effet, charger cinq produits différents sur un quai bottom pourrait se faire simultanément alors que ceci est interdit en quai dôme. Il sera donc peut-être nécessaire d'envisager des temps de service par litre qui sont aussi fonction du quai choisi.

Il a été vu que lors des grandes affluences, certains quais atteignaient leur saturation. Il en résulte alors un transfert des camions vers les quais dits absorbeurs de variabilité.

L'application directe des deux théories abordées au début est donc difficilement mise en place. Cependant des approches sur base d'hypothèses pourraient déjà donner de bonnes tendances.

5. Modifications envisagées

Le dépôt utilise une partie des équipements de distribution dont l'implantation date de la raffinerie Chevron. Bien que de nombreux changements ont été effectués, les installations ont gardé l'implantation de base. Ce travail s'inscrit donc dans le cadre de deux projets qui ont pour objectifs de transformer et faire évoluer les quais de chargement ainsi que la partie stockage. Ces deux projets sont remplacement du quai 21-22 en quai bottom et l'intégration d'un nouveau produit. De même, y sont liées toutes les problématiques de coûts de maintenance des quais.

Suite aux éléments présentés dans les chapitres précédents, il est maintenant possible d'envisager les cas en lien avec les deux projets. Les objectifs liés à ces derniers peuvent se résumer en

- 1) S'assurer de la reprise par les autres quais top des chargements du quai 21-22,
- 2) Réorganiser les quais bottom 0 à 4,
- 3) Evaluer la suppression des quais 23-24 ou du quai 25-26.

Ces différents cas sont analysés sur base des éléments décrits dans le chapitre précédent. En effet, afin d'estimer l'impact de la suppression d'un quai sur les autres, il faut estimer tant les possibilités moyennes des autres quais que les possibilités lors des pics d'affluence.

5.1. Premier cas : transformation du quai 21-22 en bottom

Ce premier cas s'inscrit dans la volonté de TOTAL d'inciter les transporteurs à changer leur parc de camions vers des nouvelles générations à savoir les camions permettant les chargements bottom. En effet, les nouveaux camions citernes sont des camions permettant ce type de chargements⁸.

De telles modifications ont pour incidence d'augmenter la sécurité des chauffeurs lors des opérations de chargement. En effet, en chargeant par le bas, ce dernier n'est plus en contact direct avec le produit. Ce type de chargement lui permet aussi d'éviter de se trouver sur la partie

⁸ Certains transporteurs ont déjà complètement abandonné les chargements en dôme pour leurs camions.

supérieure de sa cuve. Bien qu'aidé par une passerelle accompagnée d'un garde-corps, ce type de chargement est plus dangereux notamment au niveau du risque de chute⁹ (voir Figure 8).

Par ailleurs, ce type de chargement limite aussi le remplissage des citernes. Ainsi, il n'est pas autorisé de charger plusieurs compartiments à la fois et le choix des produits est limité. Les essences ne peuvent être chargées qu'en source.

Dès lors, TOTAL souhaite privilégier ce type de chargement tant en renouvelant ses quais bottom (voir les projets de remplacement des bras – au point 1.1) qu'en augmentant les proportions de ce type de quais par rapport aux autres (conversion du quai 21-22).

Dans ce cadre, il est certain que plus rapidement les transporteurs choisiront de s'orienter vers les chargements source, moins ils seront impactés par ces aménagements.

Le choix du quai s'est porté sur le quai 21-22 pour différentes raisons. En effet, d'un point de vue technique, le quai 21-22 dispose déjà de l'ensemble des équipements permettant une modification plus rapide du quai. Ensuite, on peut noter que ce poste de chargement dôme était le dernier quai à disposer d'autant de bras (quatre au total). Il est dès lors plus rentable sur le long terme de modifier ce quai qu'un autre. En effet, comme présenté précédemment, le fait de disposer de plusieurs bras permettra de diminuer le temps de chargement (simultanéité).

Au niveau des bras de chargement, le quai bottom 14 est assez similaire au quai 21-22. En effet, les deux postes de chargement sont identiques en dehors du fait que le quai 14 dispose de deux bras de chargement en FOD (Gasoil de chauffage français) – le synoptique du site est rappelé à la Figure 22. Par contre d'un point de vue technique (du à l'implantation du site), il est possible de modifier le bras de diesel (bras 1) et de le transformer en Gasoil Extra.

Dès lors, l'analyse proposée se composera de deux étapes. En effet, la modification d'un quai va apporter une évolution de l'utilisation des quais. Il est important de pouvoir évaluer l'impact au quotidien mais aussi au long terme. Cette évaluation consistera en la vérification de la reprise par les autres quais des demandes en Top. Ce point sera envisagé sous l'hypothèse que tous les chargements du quai 21-22 resteront des chargements dôme (voir point 1.1). La seconde étape sera l'évaluation des deux solutions possibles à savoir garder un bras de diesel ou le modifier en Gasoil Extra. En effet, il a été vu que l'utilisation d'un quai dépend notamment de deux éléments à savoir les disponibilités produits ainsi que le nombre de possibilité de

⁹ Il est à noter que les chauffeurs ont l'obligation de porter un harnais de sécurité lorsqu'ils se trouvent au dessus de leur camion.

chargement (un ou deux bras par quai pour le diesel). Dès lors, il est important, au vu de la possibilité actuelle de modifier le produit disponible, d'évaluer ce point.

Afin de pouvoir évaluer l'impact sur les autres quais, il est nécessaire de pouvoir considérer l'utilisation dont il est question. Les volumes et proportions mis en jeu par le quai 21-22 sont présentés dans le Tableau 7 suivant. En anticipant sur la suite, les volumes 2011 totaux du quai 23-24 et 25-26 représentent respectivement 72% et 58% des volumes du quai 21-22. Il est à noter l'année 2010 fut exceptionnelle en termes de volumes pour le gasoil de chauffage français. La raison de ce phénomène a été abordée au point 4.6.

Tableau 7 : Evolution des volumes sur le quai 21-22

[m³]	Volumes 2009		Volumes 2010		Volumes 2011	
Gasoil	54522	65%	32914	50%	39997	87%
Gd Froid	16288	19%	1265	2%	89 ¹⁰	0%
Diesel	6265	7%	6982	11%	4424	10%
Gasoil français	6962	8%	25040	38%	1408	3%

5.1.1. Evaluation du transfert des chargements

La reprise des chargements du quai 21-22 par les autres quais n'est pas simple à déterminer. En effet, les données concernant les capacités des camions à utiliser le chargement source en lieu et place du chargement dôme ne sont pas disponibles. Dès lors, afin de déterminer l'impact sur les autres quais top, il sera fait l'hypothèse que tous les chargements du quai 21-22 resteront des chargements en dôme. Cette hypothèse présente donc un aspect pessimiste et est équivalente à l'analyse de la suppression du poste 21-22.

Du point de vue des chargements, ceux-ci dépendent de la demande. Or celle-ci est fonction de deux saisonnalités à savoir une saisonnalité de long terme et une de court terme. Il est donc nécessaire de pouvoir s'assurer que les chargements reportés sur les autres quais puissent répondre à ces demandes variables. Le transfert des chargements du quai 21-22 vers les autres quais doit donc être estimé tant au niveau capacité moyenne sur l'année qu'au niveau des capacités locale c'est-à-dire lors des pics d'affluence.

La Figure 22 reprend le synopsis de composition des quais. Les différentes possibilités qui s'offrent aux chauffeurs en lieu et place du quai 21-22 y sont indiquées par les flèches rouges.

¹⁰ Le bras 2 du quai 21-22 a été hors service en fin d'année 2010 et pendant toute l'année 2011. Sa réparation finale et sa remise en fonction n'ont été effectives qu'en dernière semaine du mois de décembre. Ceci explique le volume extrêmement faible pour ce bras. Il n'est donc pas possible de considérer son utilisation sur l'année 2011 comme une utilisation représentative de la demande.

Bras	BOTTOMS					20 Ultra					20 Ultra				
	0	1	2	3	4	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
1	Diesel	Diesel (**)	Diesel (*, **)	Diesel (*)	Diesel		Pétrole		Gasoil						
2	AVGAS	SU 98 + (**)	SU 98 + (*, **)	SU 98 + (*)	SU 98 +		Gasoil		Diesel		Diesel	Gasoil	Gasoil		
3	EURO95	EURO95	EURO95 (*, **)	EURO95 (*)	EURO95	Gd Froid		Pétrole		Gasoil		Gasoil	Gasoil		
4	E5	E5 (**)	E5 (*, **)	E5 (*)	E5	Extra		Gasoil		Extra	Gd Froid	Gd Froid	Gd Froid		
5	SU 98 +				Diesel						FOD	FOD	Extra		
6	Diesel	Diesel (**)	Diesel (**)	Diesel							FOD	FOD	Pétrole		

Bras	18	20	21	22	23	24	25	26
		F10be	Gasoil	Gasoil	Gasoil	Gasoil	Gasoil	Gasoil
1			Gd Froid	Gd Froid	Diesel	Diesel		
2	Diesel (*)		Diesel	Diesel				
3			FOD	FOD	FOD	FOD	FOD	FOD
4								
5								
6								

Figure 22 : Possibilités de répartition des chargements provenant du quai 21-22

En cas d'indisponibilité de charger en dôme sur le quai 21-22, les chauffeurs devront utiliser les quais disposant d'au moins un des produits voulus. La priorité sera donnée aux quais équivalents ou ceux permettant de charger tous les produits programmés. Le premier point ne se présentera pas. Aucun autre quai dôme ne dispose de quatre produits. Les autres quais disposent de deux ou trois produits. De même les disponibilités varient d'un quai à l'autre. Dès lors, en fonction des chargements souhaités, les chauffeurs devront utiliser l'un ou l'autre quai voire plusieurs quais. Ces choix se feront sur base des produits à charger.

Afin de considérer cette problématique, différentes alternatives, en fonction des produits chargés, sont présentées. On peut considérer que, même si quatre produits sont présents, trois cas de figure prédominent :

- Le chargement du Gasoil Grand froid,
- Le chargement du gasoil et diesel,
- Le chargement du FOD ou Gasoil de chauffage français.

Ces cas de figure proviennent d'une part des disponibilités restantes et d'autre part des associations généralement constatées au niveau des réservations.

Le gasoil grand froid ne pourra plus être chargé que sur le quai 8. Or le deuxième bras de ce quai est du Gasoil Extra, dès lors, il n'est pas utile d'envisager ce couple étant donné qu'il n'était pas présent sur le quai 21-22. Le Gasoil Grand Froid sera donc considéré seul.

Le gasoil et le diesel seront considérés comme étant souvent chargés simultanément. Ceci est assez bien vérifié bien que les volumes montrent une prépondérance pour le gasoil par rapport au diesel.

Le Gasoil de chauffage français n'est, quant à lui, généralement associé à aucun autre produit. Ceci s'explique par le fait que le FOD ou G3F n'est délivrable qu'en France. Charger un camion complet est donc plus économique étant donné que les autres produits sont beaucoup plus facilement disponibles dans les dépôts du nord de la France.

5.1.1.1.Cas du Gasoil Grand Froid.

La suppression du quai top 21-22 amène directement une limitation au niveau des disponibilités de chargement en dôme pour le Gasoil Grand Froid. En effet, actuellement seuls les quais 8 et 12 permettent de charger le Grand Froid. Dès lors, le quai 8 restera alors le seul quai où le Gasoil Grand Froid est disponible en dôme. Il faut aussi noter que le quai 21-22 disposait de l'additif TOTAL ULTRA. Or le quai 8 n'en est pas muni. Dès lors, on constate que sans modification de l'installation actuelle, la solution envisagée entraîne une impossibilité complète (perte directe) de chargement de ce produit. De même en cas de panne, la redondance au niveau du bras du quai 21-22 était présente et laissait la possibilité aux chauffeurs de charger. Après modification, ce bras sera le dernier. Si un problème survient sur le quai 8, seuls les camions pouvant charger en bottom pourront être desservis.

Afin de déterminer l'influence du transfert de l'ensemble des volumes vers le quai 8, le Tableau 8 résume les différences d'utilisation à savoir le nombre de visites et le nombre de camions ayant attendu (extrait du Tableau 2) ainsi que les temps de chargement totaux pour tous les produits confondus.

Tableau 8 : Nombre de visites sur le quai de chargement et nombre de camions ayant attendu avant de charger ainsi que les temps de chargement (min)

	Quai 8	Quai 21-22
Nombre de visites	940	1017
Nombre de camions ayant attendu avant de charger	245	207
Durée des chargements [min]	5633	9191

Comme on peut le constater les deux quais présentent des utilisations assez similaires en termes de visites. Cependant une particularité peut être notée au niveau du nombre de camions ayant attendu avant de charger. Ainsi, le quai 8 présente plus de camions ayant attendu que le quai 21-22 pour un nombre de visites inférieur (tout produit confondu). Ce phénomène a été expliqué plus haut (voir section 4.5) et est en lien direct avec les disponibilités de chargement de Gasoil Extra. En effet, bien que deux produits soient présents sur le quai 8, il a été constaté que la majorité des chargements sur ce quai (mais aussi sur le quai 12) concernent le Gasoil Extra.

Le Tableau 8 montre aussi que le temps de chargement est beaucoup plus courts sur le quai 8 que sur le quai 21-22 (plus de 50%). Le temps de chargement moyen est pour le quai 8 de 6 minutes pour 9 minutes pour le quai 21-22. Ceci provient des disponibilités des quais. En effet, le quai 8 est ainsi utilisé principalement pour le Gasoil Extra et nécessite de repasser dans les autres quais pour charger les autres produits. Le quai 21-22 permet de charger, en général, tous les produits. Il n'est donc pas nécessaire de changer de quai. Dès lors, pour charger une quantité plus importante, il faut plus de temps. L'ensemble des données confirment donc que le quai 8 est bien utilisé, en grande partie, pour le Gasoil Extra. A l'inverse, les quatre produits disponibles du quai 21-22 permettent de charger des camions avec plus de produits différents ce qui prend plus de temps.

L'élément suivant qui est analysé correspond à la disponibilité "en temps réel" du quai 8 par rapport au quai 21-22 pour le Gasoil Grand Froid. Ceci a pour objectif de déterminer si, un camions s'étant présenté sur le quai 21-22 pour un produit, aurait eu la possibilité de charger sur un autre quai sans devoir attendre. En effet, en considérant l'ensemble des chargements effectués et enregistrés dans la base de données, il est possible d'une part de déterminer les utilisations des quais. Inversement, il est aussi possible de déterminer les plages horaires durant lesquelles les quais ou bras n'étaient pas utilisés et même s'ils étaient utilisés simultanément. Dès lors, le

Tableau 9 suivant a pour objectif d'évaluer, lors du chargement sur le quai 21-22 en Grand Froid, s'il aurait été possible de charger directement sur le quai 8. Ce raisonnement est équivalent à évaluer s'il aurait été possible de se rendre directement du quai 21-22 vers le quai 8 pour charger le produit en question. En effet, si les demandes produits sont simultanées, il est peu probable que les quais soient libres en même temps. Il a été considéré, pour le quai de substitution la disponibilité global c'est-à-dire aucun chargement sur le quai et non seulement le chargement du bras de Gasoil Grand Froid. En effet, si le quai 8 est utilisé pour l'Extra, sa disponibilité est nulle pour tout autre chargement.

L'avantage d'une vérification au niveau de la simultanéité des chargements est la prise en compte des pics de demande. En effet, c'est lors de ces périodes que le nombre de quais utilisés en simultané est le plus important. Dès lors, la répartition des camions se fera tant vers les quais à utilisation stable que les quais absorbeurs de variabilité.

Tableau 9 : Durée de chargements simultanés entre le quai 8 et le GF sur le quai 21-22 ainsi que la durée de chargement du GF avec le quai 8 de libre

	[min)
Durée de chargement de Gasoil Grand Froid sur le quai 21-22 bras 2	2196
Durée durant laquelle le Quai 8 était libre alors qu'il y avait un chargement de Gasoil Grand Froid	1784
Durée des chargements simultanés sur les Quai 8 et sur le Quai 21-22 bras 2	385

La première ligne du tableau précise le temps de chargement sur le quai 21-22. Elle permet de donner une base temps de référence. La deuxième ligne précise le temps de disponibilité du quai 8 alors que l'on chargeait sur le quai 21-22. Ce point montre que pendant 81% du temps de chargement, il était possible de passer sur le deuxième quai. Par contre, pendant 385 minutes, les deux quais étaient utilisés simultanément. Il n'était donc pas possible de changer de quai. Les 385 minutes correspondent à 57 camions. Si le quai avait été supprimé, ces 57 camions auraient du attendre avant de charger.

On peut dès lors constater que le temps durant lequel les deux quais ont été utilisés simultanément est assez faible. Pendant moins de 18% (rapport entre la durée des chargement simultanés et la durée totale de chargement sur le quai 21-22 bras 2) du temps de chargement sur le quai 21-22, le quai 8 était utilisé. On pourrait dès lors conclure, que les volumes de Gasoil de Chauffage Grand Froid peuvent être repris par le quai 8.

Sur l'ensemble des éléments, le quai 8 semble pouvoir accepter les chargements du produit envisagé. Cependant, une augmentation des files d'attente est à prévoir étant donné que le nombre actuel de camions désirant charger sur ce quai et devant attendre est déjà élevé (26%).

Une conséquence indirecte au niveau du quai 12 est prévisible. En effet, comme présenté précédemment les quais 8 et 12 sont les seuls quais dômes à disposer de l'Extra. Or ces deux quais sont déjà bien utilisés, notamment le quai 12 (745 camions ayant attendus pour 2051 camions chargés durant le premier trimestre 2012). Un impact est donc à prévoir, surtout en hiver sur les chargements de Gasoil Extra.

Ce point est donc à mettre en relation avec le point 5.1.1.4 qui sera le choix du produit du bras 1 à savoir le Diesel ou le Gasoil Extra.

5.1.1.2.Cas du chargement du Gasoil et du Diesel

Le cas actuel a trait à la modification du quai 21-22 vers un quai bottom. En considérant que l'ensemble des chargements se reporteront vers les autres quais dôme, le paragraphe précédent a envisagé le cas du Gasoil Grand Froid. Cette partie va se consacrer au chargement du gasoil (belge) ainsi que du diesel en tant que couple à charger lors d'une même visite.

Ces deux produits sont généralement chargés ensemble dans un même camion. Il est dès lors intéressant de regarder les alternatives possibles pour ce couple. Le seul quai qui peut regrouper directement ces deux produits est le quai 11 si l'additif Ultra est nécessaire (Figure 9). Cependant, si cet additif n'est pas désiré, on peut considérer les quais 11 ainsi que 23-24 (quai double comme pour le quai 21-22).

Au niveau des spécifications produit, le gasoil peut être chargé avec un additif afin de lui conférer des caractéristiques plus intéressantes. Ce produit est alors appelé du Gasoil Ultra et est propre à TOTAL. Il est intéressant de noter qu'au sein du gasoil, entre 11% et 14% sont vendus en tant que Gasoil Ultra. Ce produit nécessite donc d'utiliser les quais équipés. Ceci est possible pour le quai 11 mais aussi pour les postes 9 et 10.

Si un chauffeur désire charger de l'Ultra, celui-ci devra nécessairement charger sur un des quais disposant de ce produit. En cas d'indisponibilité de l'Ultra sur le quai 11, tout chauffeur souhaitant charger les deux produits (diesel et gasoil ultra) sera alors contraint de changer de quai au cours de la phase de chargement. En effet, seuls le quai 11 dispose de ces deux produits. Ceci aura donc un impact direct sur son temps de chargement. D'une part, il devra faire la file deux fois et d'autre part, le temps de préparation du camion sera aussi à prendre en compte.

Actuellement, le quai 11 est déjà considéré comme un quai bien utilisé et non comme un quai servant de "délestage" en cas de fortes demandes. A l'inverse, le quai 23-24 présente plus un profil de quai servant à l'absorption des variabilités. Les tableaux (Tableau 10 et Tableau 11) suivants permettent de comparer les deux derniers quais sur les trois dernières années.

Tableau 10 : Evolution des volumes sur le quai 11 sur les trois dernières années

[m ³]	Volumes 2009		Volumes 2010		Volumes 2011	
Gasoil	72233	78%	74480	80%	44681	74%
Diesel	20597	22%	19024	20%	15590	26%

Tableau 11 : Evolution des volumes des quais 23-24 sur les trois dernières années

[m³]	Volumes 2009		Volumes 2010		Volumes 2011	
Gasoil	38955	70%	12184	24%	21077	64%
Diesel	10675	19%	5423	11%	10950	33%
Gasoil français (FOD)	5920	11%	32637	65%	947	3%

On peut noter qu'entre les quais 11 et 23-24, les utilisations sont similaires à savoir entre 20% et 30% de Diesel et 70% de Gasoil. La différence d'utilisation (en termes de nombre de chargements et de volumes) entre ces quais ne peut provenir que de l'additif Ultra. En effet, ce produit est le seul paramètre différent entre les deux postes de chargement (hormis le Gasoil français dont l'utilisation est faible). L'origine des deux utilisations différentes n'a pas été identifiée (en dehors de la présence de l'additif ULTRA qui n'explique pas tout). Or l'utilisation diffère d'un facteur proche de deux en gasoil (en termes de volumes) pour les années 2009 et 2011. La différence est donc importante.

Le paramètre ayant trait à l'utilisation directe d'un autre quai (utilisation d'un autre quai en "temps réel") est maintenant abordé. Au niveau de l'utilisation simultanée des quais de chargement, il peut aussi être déterminé les durées durant lesquelles les chargements étaient simultanés entre le quai 21-22 (pour les deux bras considérés) et les quais 11 et / ou 23-24 (Tableau 12). De même, la durée totale des chargements sur ces trois quais est donnée par le Tableau 13 (pour tous les produits).

Tableau 12 : Durées simultanées des bras de chargement (Q11, 21-22 et 23-24)

	[min]
Durée des chargements simultanés sur le Quai 23-24, les quais 21-22 et le quai 11	435
Durée des chargements sur le Quai 21-22 alors que les quais 11 ou 23-24 était en chargement	2216
Durée des chargements sur le Quai 21-22 alors que les quais 11 ou 23-24 était libre	8756

Tableau 13 : Durée des chargements pour les quais 11, 21-22 et 23-24

[min]	Quai 11	Quai 21-22	Quai 23-24
Durée des chargements	9663	9191	4954

On peut donc dès lors constater que pendant la très grande majorité du temps de chargement (95%), il était possible, pour un chauffeur de se rendre soit au quai 11 soit au quai 23-24 en lieu et place du quai 21-22.

Conclusion intermédiaire.

En remplacement du quai 21-22, les chauffeurs utiliseront, préférentiellement les quais disposant des deux produits envisagés pour ce cas. Le diesel et le gasoil sont présents sur les quais 11 ainsi que 23-24. Cependant, les deux quais se distinguent par l'absence de l'additif Ultra sur le quai 23-24. Ce produit représente moins de 15% des volumes liés au Gasoil. Ceci-ci ne devrait pas influencer le choix des chauffeurs. Or il est déjà constaté une préférence pour le quai 11 par rapport au quai 23-24. Dès lors, si cette tendance se poursuit, le quai 11 devrait voir augmenter sa fréquentation. Comme celle-ci est déjà importante, les chauffeurs seront alors dans l'obligation d'utiliser le quai 23-24. Si une préférence pour le quai 11 est quand même constatée au détriment du temps d'attente et de l'utilisation du quai 23-24, une première solution à ce problème sera l'information des chauffeurs. Si ce n'est pas suffisant ou si, effectivement, la proportion de Gasoil Ultra est trop importante, il devra être envisagé d'installer cet additif au niveau de ce dernier quai.

5.1.1.3.Cas du chargement du gasoil de chauffage français (FOD)

Les derniers paragraphes avaient trait aux deux premiers cas de transfert de produits du quai 21-22 vers les autres quais top. Les produits Gasoil Grand Froid, diesel et gasoil ont donc été traités. Le présent paragraphe envisage le dernier produit du quai 21-22 à savoir le gasoil de chauffage français (FOD pour Fioul Domestique).

Ce produit est disponible, sur trois postes dôme à savoir les quais 21-22, 23-24 et 25-26. Il est aussi disponible en chargement source au quai 14.

Lors des chargements de FOD, il est rare que d'autres produits soient chargés. Il peut arriver que du Diesel complète les chargements. Par contre, il n'y a pas de raison à charger du gasoil français et du gasoil belge (gasoil) . Toujours, dans l'hypothèse conservatrice où les quais top seraient privilégiés, les quais doubles 23-24 et 25-26 seraient donc impactés de manière identique.

Au niveau des files d'attente, le tableau suivant résume le nombre de chargements effectués sur les trois quais envisagés.

Tableau 14 : Nombre de visites sur le quai de chargement et nombre de camion ayant attendu avant de charger

	Quai 21-22	Quai 23-24	Quai 25-26
Nombre de chargements	1017	481	391
Nombre de camion ayant attendu avant de charger	207	90	40

On constate bien que le nombre de visites sur le quai 25-26 est faible. Les quais 23-24 sont utilisés à moins de 50% par rapport au quai 21-22 et 30% pour les quais 25-26. Pour le quai 25-26, le nombre de camions ayant du attendre avant de charger est de 40 sur le premier trimestre 2012. Ce nombre est faible. La présence d'une file avant chargement est donc extrêmement limitée sur ce quai. Ces tendances se confirment en termes d'utilisation. En effet, le Tableau 15 précise les temps de fonctionnement des trois quais (pour tous les produits). On peut constater un temps d'utilisation nettement inférieur pour les quais 23-24 et les quais 25-26.

Tableau 15 : durée des chargements sur les quais 21-22, 23-24 et 25-26 (pour tout produit et FOD)

	Quai 21-22	Quai 23-24	Quai 25-26
Durée des chargements	9191	4954	4048
Durée des chargements (FOD)	385	159	222

Afin de pouvoir pallier à l'absence de ce bras et de pouvoir estimer les autres disponibilités directes, le Tableau 16 ci-dessous mentionne les temps de disponibilité effectifs enregistrés au cours du premier trimestre. On peut remarquer que très peu de temps de superposition sont constatés sur le premier trimestre de l'année.

Tableau 16 : durées de chargement entre les quais 21-22 , 23-24 et 25-26

	[min]
Durée des chargements simultanés sur le Quai 21-22 bras 4 (FOD) et le quai 23-24	67
Durée des chargements simultanés sur le Quai 21-22 bras 3 ou bras 4 et le quai 23-24	127
Durée durant laquelle le quai 23-24 était libre alors que le FOD était chargé sur le quai 21-22 (385 min)	267
Durée durant laquelle le quai 23-24 ou 25-26 était libre alors que le FOD était chargé sur le quai 21-22 (385 min)	318

Sur base des chiffres présentés, on peut se rendre compte que le FOD est très peu chargé, notamment en comparaison des autres produits. Depuis le début de l'année, le nombre de chargements de Gasoil de chauffage français, sur le premier trimestre 2012, s'élève à 130. Le

maximum de chargements effectués sur une journée ne s'élève qu'à sept chargements. Ceux-ci se sont déroulés le 09 février. Les chargements effectués cette journée se sont déroulés uniquement sur le quai 14 avec dans tous les cas l'utilisation des deux bras de chargement. Ce point vient donc rejoindre l'analyse des quais bottom où il avait été mis en évidence que les quais disposant de deux bras de chargement sont privilégiés par les chauffeurs (voir page 35).

5.1.1.4.Choix du produit du bras 3 (diesel / Extra)

L'introduction avait mentionné que les installations du site provenaient en partie des installations de l'ancienne raffinerie de Chevron. Dès lors, la mise en place d'un produit de base (tel qu'une essence, le diesel, le gasoil,...) supplémentaire n'est pas envisagée pour des raisons économiques. Cependant, le quai 21-22 offre une possibilité technique de changer de grand produit c'est-à-dire de mettre en place le Gasoil Extra à la place du Diesel. Le Gasoil Extra est l'un des produits de base (voir paragraphe 3.1.2 à la page 16). Ce produit est différent du Gasoil Ultra (sous-produit additivé provenant du gasoil "normal"). Ce cas particulier va donc être abordé. Deux approches sont envisagées afin de déterminer la meilleure solution. Tout d'abord, une réflexion sur base de l'analyse des impacts de la modification du quai 21-22. Ensuite, l'analyse des volumes de chargement afin de déterminer quel produit est le plus demandé.

La première partie présente une réflexion sur les impacts liés à l'utilisation actuelle et la transformation du quai 21-22. D'une part, l'analyse effectuée au niveau global (paragraphe 4.5) avait présenté les quais 8 et quai 12 comme présentant déjà de grandes files. L'origine alors mise en évidence était la présence du Gasoil Extra de TOTAL. D'autre part, l'analyse du quai 21-22 effectuée au niveau du Gasoil Grand Froid (paragraphe 5.1.1.1) a montré, quant à elle, que tous les chargements allaient se reporter sur le quai 8 (pour les chargements en dôme) étant donné que ce quai est le dernier disposant du Grand Froid. Dès lors, une incidence négative indirecte sur le quai 12 est aussi à prévoir (notamment en hiver où la demande est supérieure). En effet, le quai 8 sera plus utilisé. Afin de diminuer les temps d'attente pour l'Extra en cas d'utilisation du quai 8, les chauffeurs utiliseront alors le quai 12. Ce raisonnement incite donc à confirmer le Gasoil Extra au quai 21-22 afin d'offrir une possibilité de chargement supplémentaire et donc soulager les quais 8 et 12.

La seconde approche se base sur les demandes actuelles au niveau des quais de chargement. Ainsi, sur les trois dernières années, il est possible de déterminer les volumes ayant

transité au niveau des quais dômes. Le Tableau 17 suivant reprend les volumes de diesel et d'Extra chargés en top. La tendance est une diminution pour le diesel alors que l'Extra voit ses volumes augmenter. Depuis 2010, le Gasoil Extra est même plus chargé que le Diesel.

Tableau 17 : Volumes totaux en diesel et Gasoil Extra de 2009 à 2011 pour les quais top

[m³]	Volumes 2009	Volumes 2010	Volumes 2011
Diesel	60261	48607	46790
Gasoil Extra	53677	62097	68909

Au vu de ces deux approches, il apparaît que le choix le plus judicieux est l'instauration du Gasoil Extra lors de la modification du quai 21-22.

De manière indirecte, cette décision aura aussi pour conséquence de diminuer les files d'attente au niveau du quai 16. Ce dernier est actuellement le seul quai donnant la possibilité de charger de l'Extra en source. Le Tableau 2 avait montré que ce quai était celui présentant le pourcentage le plus élevé de camions devant attendre au moins un camion avant de charger. Son utilisation résulte surtout de la présence de deux bras de gasoil (60%). Ainsi, le second produit pour ce quai est l'Extra avec 19% des volumes en moyenne sur les trois dernières années.

5.1.1.5. Conclusion du premier cas.

Le premier cas a concerné l'impact sur les quais top de la transformation du quai 21-22 vers un quai de chargement en source. L'analyse s'est présentée en quatre parties. Les trois premiers points ont eu trait aux produits. Le dernier point a concerné la mise en place du produit Gasoil Extra à la place du diesel.

Le premier produit envisagé a été le gasoil grand froid. La perte du quai 21-22 en chargement en dôme entraîne directement la perte du seul bras top de Gasoil Grand Froid Ultra de TOTAL. Ceci devra donc être évalué et résolu avant toute transformation.

Le dernier quai où le gasoil grand froid sera disponible est le quai 8. Il a été vu que ce quai présentait déjà un taux d'utilisation important dû à la présence du Gasoil Extra. Ce dernier constituant la majorité de l'utilisation du quai. Dès lors, le transfert des chargements aura une incidence tant sur les files d'attente du quai 8 mais aussi sur celles du quai 12. Ce quai est le second quai top permettant de charger le Gasoil Extra.

Le deuxième cas envisagé a été le couple diesel-gasoil. Deux quais devraient se répartir le transfert des chargements à savoir le quai 11 et le quai 23-24. Or ce dernier est d'une part très

peu utilisé mais d'autre part n'a pas la possibilité de charger de l'Ultra. Ce dernier produit ne représente que 11% des volumes. Une répartition adéquate des volumes avec en priorité l'Ultra sur le quai 11 devrait permettre de limiter l'augmentation des files d'attente. Si l'ensemble des 11% est réalisée sur le quai 11 (ce qui est peu probable étant donné que ce produit est disponible sur 7 bras de chargement¹¹), la solution technique à ce problème sera l'instauration de l'Ultra sur le quai 23-24.

Le dernier produit était le gasoil de chauffage français. Deux autres possibilités de chargement en dômes sont actuellement disponibles. Celles-ci sont les quais 23-24 et 25-26 qui sont de plus sous utilisés. Il a été montré que durant le chargement de FOD au quai 21-22, au moins un des deux autres quais était disponible pendant plus de 82% du temps. Dès lors, l'impact pour ce produit devrait rester limité.

Finalement, la question du produit à mettre en place sur le futur bottom 21-22 a été examinée. En effet, il est possible de placer, en lieu et place du diesel, du Gasoil Extra. Suite à l'analyse des demandes tant sur les trois dernières années ainsi qu'au cours des trois premiers mois de l'année 2012, il est plus intéressant de placer l'Extra. Ceci aura pour effet, tant de soulager les quais 8 et 12 mais surtout le quai 16. Il faut aussi noter que les deux premiers cités verront leur utilisation augmenter de part les nouvelles demandes en grand froid (le quai 8 devenant le dernier quai dôme pour ce produit) et dans une moindre mesure pour le diesel (quai 12).

Toute l'analyse s'est basée sur l'hypothèse que les chargements du quai 21-22 seraient reportés uniquement vers les quais top. Cette hypothèse a été posée étant donné qu'aucune possibilité d'estimation n'était possible avec les données actuellement disponibles. Cette considération a un impact important sur les réflexions étant donné qu'elle implique de ne considérer qu'une partie des possibilités de substitution des quais et donc se limiter aux quais de chargements en dôme. De même, elle ne permet pas de considérer les quais source au niveau de la répartition des chargements du quai 21-22 vers les autres quais et donc l'impact sur leur utilisation. La tendance réelle sera une répartition plus faible qu'évaluée sur les quais top. Par contre, les quais sources presque identiques (quais 14 et 16) verront leur utilisation (et donc leur file) diminuer. Étant donné que les données sur la possibilité des camions de charger tant en top et en bottom n'est pas connue, une quantification n'est pas possible. Il faut de plus considérer

¹¹ Le point n'a pas pu être évalué sur base des données à disposition

que le futur quai 21-22 en bottom offrira une possibilité supplémentaire directe par rapport au quai 16 (puisque les deux quais seront identiques hormis la présence que d'un seul bras de gasoil) et au quai 14 (quais identiques hormis la présence de diesel remplacée par de l'Extra). Un impact positif (soulagement) viendra donc se superposer à l'augmentation des utilisations prédites.

Finalement, sur base de cette analyse, il a été décidé, en interne, d'effectuer la modification du quai 21-22. En effet, d'une part les possibilités de transfert vers les autres quais top ainsi que, d'autre part, l'apparition d'une nouvelle possibilité de chargement en substitution des quai 14 et 16 (quais dont la composition est proche du quai 21-22) ont été considérées comme au global positifs. Le quai 21-22 sera donc bien modifié en quai bottom. Après modification, une analyse sur base des données réelles pourra être effectuée en tant que vérification.

5.2. Deuxième cas : réorganisation des quais Bottom

Ce paragraphe a trait aux quais 0 à 4 qui sont des quais source. Ceux-ci représentent près de 60% des chargements totaux sur le site. Dès lors, toute amélioration au niveau des files d'attente aura une incidence importante au niveau de l'attente aux quais mais aussi au niveau des coûts liés à cette attente. D'un point de vue utilisation, il a été vu que les cinq premiers quais présentent une utilisation stable qui n'est pas influencée par les saisonnalités de court et long termes. Pour TOTAL, l'objectif d'amélioration est primordial puisque parmi ces utilisations près de 70% se font en son nom. Tout gain à ce niveau sera donc direct pour l'entreprise. Dès lors, l'analyse d'amélioration se fera en considérant directement TOTAL. Ceci sera possible en présentant une analyse au niveau du Diesel Excellium. En effet, tous les chargements de TOTAL en diesel utilisent du Diesel Excellium. Ces chargements représentent près de 35% du nombre total de chargements tant en termes de visites. En termes de volumes annuels, le Diesel Excellium représente près de 46% des sorties tous les produits confondus et sur tous les quais.

Afin de favoriser la transition des camions vers le chargement en source, plus rapide et plus sécuritaire, TOTAL a décidé de ne mettre à disposition ce produit que sur ce type de quais (chargements source). C'est ainsi que seuls les quais 0 à 4 présentent la disponibilité de l'Excellium. De plus, seuls les quai 1 et quai 4 disposent actuellement de deux bras permettant de charger de l'Excellium. Par contre, le quai 2 équipé de deux bras de diesel, ne dispose pas de l'additivation propre à TOTAL que sur le bras 1. De même, le quai 0 bras 1 ainsi que le quai 3 bras 6 sont hors service pour plusieurs mois. Dès lors, il sera considéré que les quai 1 et 4 disposent de deux bras de chargement en Excellium pour un seul bras pour les quais 0, 2 et 3. L'utilisation de ces quais se traduit pas de grands volumes fournis tant en diesel qu'en Excellim. L'évolution des quantités en chargement camions, sur les trois dernières années, est présentée dans le Tableau 18.

Tableau 18 : Evolution des sorties en Diesel Excellium et en Diesel

	Diesel Excellium		Diesel
	[%]	[m ³]	[m ³]
2009	66%	1179240	1790384
2010	67%	1207802	1796656
2011	71%	1178343	1654180

On constate que le Diesel Excellium constitue plus des deux tiers des quantités délivrées en diesel. Au cours du premier trimestre 2012, déjà 13 298 visites comportant du Diesel Excellium ont pu être dénombrées sur ces quais sur 14677 effectuées.

Bien que l'évolution au cours de l'année soit stable (Figure 18), on peut montrer qu'au cours de la journée, divers pics de présence apparaissent (saisonnalité de très court terme présentée au paragraphe 4.3). La Figure 23 reprend l'évolution quotidienne moyenne des chargements pour le premier trimestre 2012 pour les cinq premiers quais bottom.

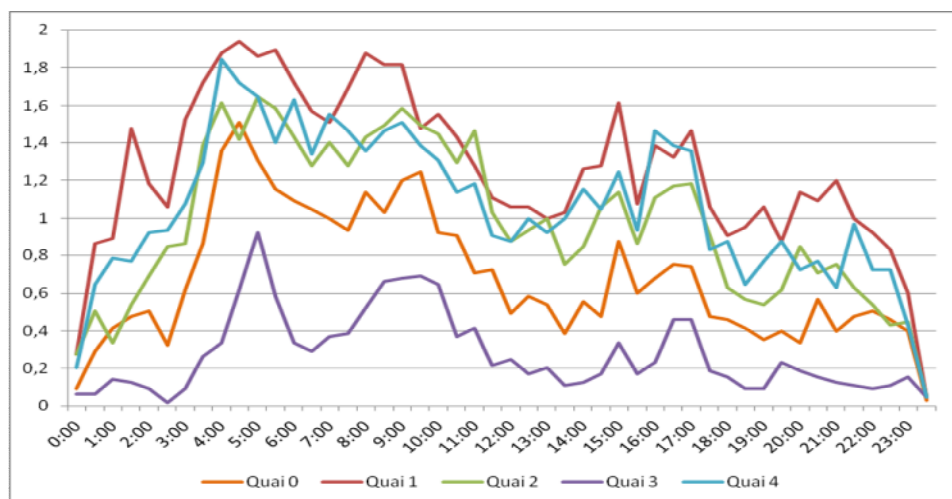


Figure 23 : Evolution moyenne du nombre de chargements sur une journée pour les quais 0 à 4 (Diesel)

Ce graphique permet de constater que le quai 3 présente une sous utilisation par rapport aux autres quais. On note aussi que la demande en diesel par demi-heure est constamment inférieure à 1 chargement. Le Tableau 19 reprend le nombre de camions ayant chargé du diesel sur les quais bottom ainsi que le nombre de camions aux couleurs de TOTAL. Ce nombre représente les camions ayant chargé de l'Excellium. Il est à noter que le nombre de chargements Diesel incorpore le nombre de chargements d'Excellium.

Tableau 19 : Nombre de camion ayant chargé du Diesel et du Diesel Excellium

	Q0		Q1		Q2		Q3		Q4	
Nombre de chargement de Diesel	2134		3943		3050		864		3307	
Nombre de chargement de Diesel Excellium	53%	1133	44%	1750	14%	442	24%	209	46%	1515

Le Tableau 19 permet aussi de constater que le quai 3 est extrêmement peu utilisé par rapport aux quatre autres quais. Il ne compte que 864 chargements sur le premier trimestre de l'année, il est près de quatre fois moins utilisé que les autres quais. Ce point s'explique de deux manières. D'une part, par le fait que pour les chauffeurs TOTAL (Diesel Excellium), il ne semble pas que l'utilisation de ce quai leur permette de charger aussi vite que sur un quai disposant de deux bras d'Excellium. Dès lors, ils préfèrent attendre plus longtemps derrière un autre camion. L'origine de ce comportement provient du fait qu'il leur semble plus avantageux

d'attendre un voire deux camions complets et charger à deux bras que de charger directement avec un seul bras. Ceci ayant un impact beaucoup plus important chez les chauffeurs devant charger plusieurs compartiments dans le même camion (notamment ceux qui ne chargent que du diesel à savoir jusqu'à cinq compartiments). Au final et en fonction du nombre de compartiments à charger, il n'est pas certain que ce système leur donne à chaque fois raison (surtout s'ils ne doivent charger que deux compartiments). Cependant, étant donné que les heures d'arrivées sur site ne sont pas disponibles, il n'a pas été possible de juger ce point. D'autre part, les additifs souhaités par certains clients ne sont pas disponibles sur ce quai (numéro 3). Ainsi, pour deux clients représentant plus de 16% des volumes sur les trois dernières années, les additifs ne sont présents que sur les quais 1 et 4. Or ces deux quais sont les quais les plus utilisés. L'importance de ces deux quais (mais aussi du quai 3) a été justifiée au paragraphe 4.4a)). De plus, les volumes mettent en évidence que 70% des chargements en diesel se font au moyen des deux bras. C'est pourquoi ceux-ci sont plus utilisés. Les informations précédentes confirment donc que d'une part les quais les plus utilisés sont les quai 1 et 4 et que d'autre part les utilisations se font majoritairement par les chauffeurs TOTAL. Les courbes (Figure 24) suivantes montrent les évolutions moyennes des chargements uniquement pour le Diesel Excellium sur les cinq quais bottom.

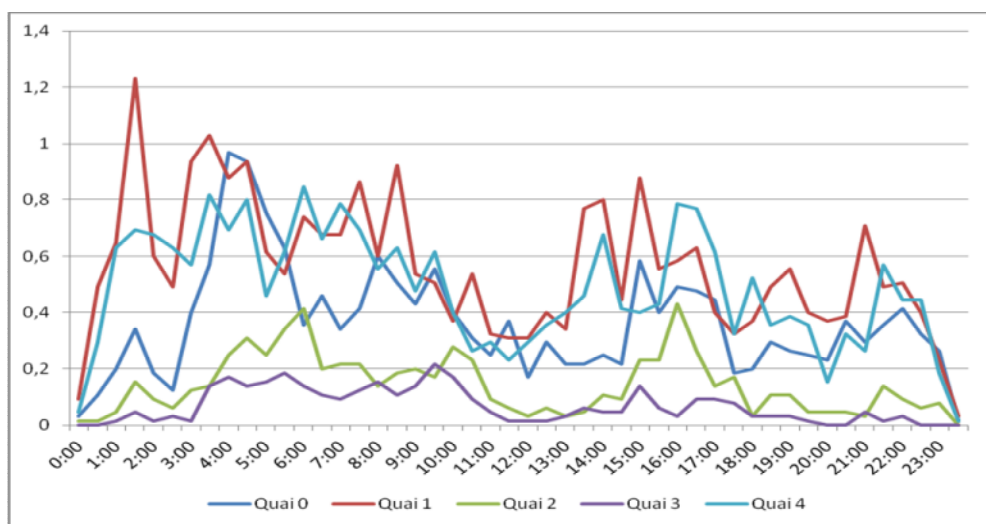


Figure 24 : Evolution moyenne des chargements en Diesel Excellium (Quais 0 à 4)

Cette figure permet de constater que, en ce qui concerne les chauffeurs TOTAL, l'utilisation tant du quai 3 que du quai 2 sont bien plus faibles. Ceci confirme que le fait d'avoir deux bras de chargement influence le choix d'un quai. En effet, le quai 2 n'est pas pourvu de

l'additif Excellium sur le second bras alors que le quai 3 ne dispose quant à lui que d'un seul bras de chargement diesel.

Au vu des deux derniers graphiques ainsi que du Tableau 19, on se rend compte que le quai 2, fortement utilisé en moyenne, l'est très peu par les chauffeurs TOTAL. Dès lors, l'installation de l'additif Excellium augmenterait ainsi la disponibilité théorique du produit pour les chauffeurs TOTAL mais risquerait d'augmenter les files d'attente sur ce quai déjà bien utilisé (faible disponibilité pratique). Au final cette solution ne donne donc pas de réelle possibilité supplémentaire de charger. Il est donc nécessaire de trouver une autre solution.

Le Tableau 20 suivant rappelle le nombre de camions s'étant présenté sur le quai ainsi que ceux qui ont du attendre au moins un camion. Il est à noter que ce nombre incorpore tant les camions ayant chargé du diesel que ceux qui se sont présentés sans en charger.

Tableau 20 : Nombre de chargements (tout produit) pour les quais 0 à 4 ainsi que le nombre de camions ayant du attendre au moins un camion avant de charger

	Quai 0	Quai 1	Quai 2	Quai 3	Quai 4
Nombre de chargements	2325	4293	3312	1126	3621
Nombre de camions ayant attendu avant de charger	727	1546	1163	238	1354
Pourcentage de camions ayant attendu avant de charger	31%	36%	35%	21%	37%

On peut constater que le nombre de camions devant attendre avant de pénétrer dans un quai est important. Dès lors, une réorganisation permettant de redistribuer l'utilisation des quais de chargement pourrait permettre un gain à ce niveau.

Ainsi, en transférant du quai 4 vers le quai 3 deux additifs commerciaux, il est possible de transférer deux clients importants (15% des volumes à eux deux) vers le quai 3.

Dès lors, le quai 3 verrait son utilisation augmenter (mais aussi les files d'attente dont le pourcentage est actuellement le plus faible). Par ailleurs, le quai 4 verrait son utilisation diminuer et ainsi être plus disponible pour les chauffeurs TOTAL. Ceci aura pour effet de diminuer le temps d'attente du quai 1 mais aussi du quai 4.

Une telle solution a l'avantage d'imposer aux divers clients les quais de chargement. Alors que dans les cas précédents, le chauffeur était la seule personne décidant le quai de chargement. La solution se présentant ici permet de diminuer ou augmenter l'utilisation de certains quais par retrait ou ajout des disponibilités produits.

Il est possible d'évaluer le nombre maximum de camions transférés vers le quai 3. En effet, 1792 visites sur le quai 4 n'étaient pas de TOTAL soit 54% des visites. Or pour le diesel, les

chargements propres constituent près de 70% des volumes. Dès lors, les 1792 représentent au maximum 30% des volumes globaux. Les 15% dont l'estimation est recherchée sont donc la moitié à savoir 896 camions.

Le Tableau 21 corrige les chiffres du premier trimestre en tenant compte du transfert proposé. Les calculs se basent sur la régression des quais source présentée en page 27.

Tableau 21 : Application du transfert de 15% des volumes du quai 4 vers le quai 3 (premier trimestre 2012)

	Quai 3	Quai 4
Nombre de chargements	2924	2725
Nombre de camions ayant attendu avant de charger	1179	1060
Pourcentage de camions ayant attendu avant de charger	40%	39%

On constate donc une augmentation de l'utilisation du quai 3 d'un facteur supérieur à 2. Par contre, le quai 4 présente alors une diminution de 25% de sa propre utilisation. En réalité, la diminution n'atteindra pas ce taux puisque les disponibilités gagnées sur ce quai 4 seront utilisées par les chauffeurs qui attendaient aux quais 0, 1 et 2.

Dans l'état actuel de la technique, il n'est pas possible d'exécuter directement ces modifications. Par contre, lors du projet de remplacement des automates de gestion des quais de chargement, il sera possible de modifier ces paramètres sans pour autant devoir faire de grands investissements sur les équipements du site. L'investissement direct nécessaire pour la mise en place d'une telle solution sera, si elle est incorporée à ce projet, extrêmement réduit.

Conclusion pour le deuxième cas.

Cette partie avait pour objectif d'analyser les possibilités directes de gain pour TOTAL en réorganisant les cinq premiers quais. Ceci a été réalisé en traitant le cas du Diesel Excellium. En effet, seul TOTAL utilise ce produit. De plus, les chargements liés à l'Excellium représentent plus de 45% des volumes totaux chargés. Un impact sur ce produit concernera alors plus d'un tiers des camions venant sur site. Il a été vu que les quais disposant de deux bras sont les quais les plus utilisés. Ceci résulte du choix préférentiel des chauffeurs pour ces deux quais. Il est possible d'ajouter l'additif propre à TOTAL au niveau du quai 2 afin de mettre à disposition un troisième quai avec deux bras de chargement d'Excellium. Cependant, l'analyse des fréquences d'utilisation montre que ce quai est déjà bien utilisé, à un même niveau que les quais 1 et 4. Dès lors, ceci ne permettrait pas de libérer des plages de disponibilité. La seconde solution envisagée est de transférer divers clients du quai 4 vers le quai 3. Ce transfert concerne quelques 15% des

volumes de diesel. Etant donné que ceux-ci n'utilisent qu'un bras de chargement, cette modification leur permettrait d'avoir accès à un quai moins fréquenté sans pour autant être pénalisé par une réduction de leurs disponibilités actuelles. Pour TOTAL, cette diminution de l'utilisation du quai 4 permettra de diminuer le temps d'attente de ses chauffeurs. Seuls les chauffeurs qui utilisaient le quai 3 verraient leur temps d'attente augmenter. De même, le nombre de camions devant attendre augmentera de manière importante. Cette nouvelle configuration aura pour influence globale de rendre l'utilisation des quais plus homogène.

5.3. Troisième cas : Suppression du quai 23-24 ou du quai 25-26

Les deux premiers cas avaient trait à la modification d'un quai ainsi qu'à la réorganisation de quais de chargement. Ce troisième cas, concerne le maintien ou non d'un quai tant dans le cadre de la mise à disposition d'un nouveau produit que dans le cadre de la réduction des coûts de maintenance. La suppression du quai est à mettre en parallèle avec les coûts directs de maintenance. Sur les trois dernières années, ceux-ci se sont élevés à moins de 30000€ pour le quai 23-24 et moins de 16500€ pour le quai 25-26. Le Tableau 22 ci-dessous reprend l'évolution de ces coûts.

Tableau 22 : Investissements en maintenance sur les quais 23-24 et 25-26 sur la période 2009-2011

[€]	2009	2010	2011
Quai 23-24	2419	12068	15424
Quai 25-26	2433	7237	6487

Etant donné que les projets à l'origine des trois cas étudiés (modification du quai 21-22, réorganisation des quais 0 à 4 et suppression des quai 23-24 ou 25-26) sont indépendants, la suppression d'un quai sera considérée, dans un premier temps, de manière indépendante. Cependant, une prise en considération en parallèle du projet de transformation du quai 21-22 sera aussi envisagée. En effet, en cas de réalisation des deux projets, l'évolution des chargements sera influencée d'une manière plus importante dû au cumul des impacts.

Au niveau disponibilité et utilisation, le quai 23-24 présente trois produits différents à savoir le gasoil, le diesel ainsi que le gasoil de chauffage français. Il a été montré au début de ce travail que ces quais faisaient partie des quais faiblement utilisés et dont l'objectif est d'absorber les demandes locales. On constate au niveau des chargements quotidiens une grande disparité entre les jours. En effet, sur la période du 30/01 au 23/02, une utilisation plus importante de ce quai est apparue. Le nombre moyen de camions venant charger est de 12 par jour pour ces 25 jours particuliers. Le nombre de camions s'étant présentés sur ce quai est de 233. Dès lors, plus de 60% de l'utilisation du quai s'est concentrée sur cette période. La moyenne sur le trimestre est de quatre camions par jour. Ces chiffres illustrent bien les conditions d'utilisation de ce poste de chargement. Sur base de cette utilisation, la suppression de ce quai ne sera pas difficilement supportée par les autres quais. Cependant, l'impact local durant les grandes affluences sera fortement ressenti au niveau des quais notamment le quai 21-22.

En considérant la transformation de ce dernier (quai 21-22), les chauffeurs, notamment ceux qui ne peuvent pas charger en source, pourraient être très nettement impactés par la

fermeture de ce quai. En effet, il a été montré que le quai 23-24 allait voir son utilisation augmenter notamment à cause du gasoil (produit principal sur le quai 21-22). Sa suppression demanderait, aux chauffeurs voulant charger du diesel, d'aller vers les quais 11 ou 18. Or le quai 11 présente une utilisation qui est moyenne et constante. Son taux d'utilisation augmenterait de manière beaucoup plus brutale. Ceci impacterait aussi le quai 18 qui absorberait le surplus en diesel du quai 11. Les autres quais (9, 10 et 12) où le gasoil est présent devraient aussi être influencés.

Au niveau du gasoil français, seul le quai 25-26 donnerait la possibilité de charger ce produit. Ce quai deviendrait donc une installation critique (dont le maintien en fonctionnement deviendrait primordial). Ce point est à mettre en parallèle avec l'évolution des volumes pour ce produit en 2010. Si une situation identique venait à se reproduire, le site ne présenterait plus la capacité directe pour faire face à cet afflux étant donné que deux bras de chargement en moins seraient à constater. Or le quai 25-26 a déjà, en 2010, contribué à plus de 54% des sorties et 17% pour le quai 23-24.

La suppression du quai 23-24 est donc à éviter pour des raisons tant des temps d'attente qui augmentent (d'une manière moyenne au cours de l'année mais surtout locales lors de pics c'est-à-dire à la saturation de ces quais) que de disponibilités produits (au niveau fiabilité des installations).

Au niveau coût, puisque l'objectif direct provient d'une volonté de diminution de la maintenance, l'impact de la fermeture de ce quai peut être chiffré. Pour cela on fera l'hypothèse que tous les camions s'étant présentés au quai 23-24 y sont allés par obligation (les autres quais étant utilisés selon le principe des quais absorbeurs de variabilité). Ainsi deux cas sont à considérer à savoir le premier camion qui a chargé au quai 23-24. Celui-ci, en se rendant sur un autre quai, devient un camion devant attendre (puisque les autres quais sont utilisés). Le second cas correspond aux camions ayant dû attendre avant de charger sur le quai 23-24. Pour ces cas là, on doit considérer qu'ils doivent attendre que le chargement en cours soit fini (15min) mais aussi le chargement du camion du cas précédent (25 minutes de chargement au minimum). Le temps d'attente est donc de 40 minutes. En prenant un coût horaire de 12€ et fixant le temps d'attente moyen derrière un camion en chargement à 15 min, on peut déterminer:

- Coût du premier camion : $(481-90) * 15 \text{ [min]} * 12/60 \text{ [€/min]} = 1173€$
- Coût du deuxième camion : $90 * 30 \text{ [min]} * 12/60 \text{ [€/min]} = 720€$
- o Soit un total de 1893€ pour un trimestre,

- o Soit un total de 7572€/an.

Ce montant est à comparer aux coûts des quais (Tableau 22).

D'une manière équivalente, la suppression du quai 25-26 en parallèle à la modification du quai 21-22 devrait présenter encore moins de problème que pour le quai 23-24 étant donné son utilisation beaucoup plus sporadique. Par ailleurs, lors de la saturation des quais 9, 12 et 23-24, son impact sera ressenti de manière directe sur ceux-ci (le quai absorbeur de variabilité n'étant dès lors plus présent). De plus, sa disparition amènerait alors le quai 23-24 comme quai critique dans le sens où celui-ci serait le seul présentant le FOD en chargement dôme. En hiver, son utilisation augmentera alors énormément étant donné la présence de cet unique bras mais surtout à cause du couple gasoil-diesel disponible.

La suppression de ce quai, combinée à la transformation du quai 21-22, est donc à éviter.

Conclusions intermédiaires.

La suppression d'un de ces deux quais associée à la modification du quai 21-22 ne permettra pas de satisfaire aussi bien que dans l'état actuel les demandes. En effet, la suppression d'un de ces quais entraînera facilement le transfert des volumes vers les autres quais puisque ceux-ci sont fort peu utilisés. Par contre, en constatant que ces quais sont utilisés lors des fortes demandes, on se rend compte que l'impact sur les autres quais ne sera pas négligeable. Ceci provient directement de l'utilisation de ces quais en tant qu'absorbeurs de variabilité.

De plus, une telle suppression va entraîner une diminution voire la suppression des redondances des disponibilités. Certains produits ne seront plus disponibles, en chargement dôme, que sur un seul bras. Ceci apportera donc une pression supplémentaire sur la fiabilité de certaines installations devenue alors critiques.

Étant donné que ces quais sont utilisés en tant qu'absorbeurs de variabilité, leur suppression entraînera une augmentation directe sur les quais principaux. Cependant, étant donné que certains quais sont utilisés à cause de certains produits (par exemple les quais 8 et 12 pour l'Extra et le quai 11 pour le Gasoil Grand Froid), des impacts indirects sur d'autres quais sont certains. La complexité même du site au niveau des disponibilités ne permet pas de quantifier ces répercussions.

D'un point de vue financier, sur ces trois dernières années, les investissements sur le quai 23-24 ont fortement évolué. En cas de fermeture d'un quai, le gain pour le site est direct et

facilement quantifiable. Cependant, la perte au niveau des temps d'attente est plus difficile à calculer puisque les données accessibles ne le permettent pas (il manque l'heure d'arrivée sur site pour pouvoir faire l'évaluation). Si ces pertes et gains sont déterminés, il reste ensuite à TOTAL à estimer quelle solution est la plus viable pour le site.

Cette analyse a été développée dans le cadre du projet de l'introduction d'un nouveau produit au Dépôt TOTAL de Feluy. Cette introduction nécessite alors l'utilisation d'un quai spécifique pour ce nouveau produit. Ainsi, le choix du quai a été envisagé sous l'aspect de la suppression d'un quai (quai 23-24 ou 25-26). Cependant, il a été noté que le quai 20 était la troisième et dernière solution pour la mise à disposition d'un quai. Etant donné qu'il a été conclu que les quais 23-24 et 25-26 jouent des rôles prépondérants en tant qu'absorbeurs de variabilité et que la suppression de l'un ou l'autre allait entraîner des effets (directs et indirects) sur les autres quais, cette dernière solution est préférable.

Finalement, après cette étude, il a été décidé que la dernière solution (mise à disposition du quai 20 pour le nouveau produit) serait la solution choisie pour le projet en question. De cette manière, les impacts cumulés des deux projets (remplacement du quai de chargement 21-22 et la mise à disposition d'un quai) seront ainsi minimisés.

6. Piste d'amélioration

En termes de files d'attente, il est possible d'améliorer l'ensemble des étapes liées au processus global. Ainsi, on peut noter soit une meilleure répartition des arrivées sur site, une meilleure distribution de la population vers les servers et finalement l'amélioration même des servers. Dans le cadre du Dépôt, il n'est pas possible d'influencer les arrivées. Par contre, il est possible d'améliorer la répartition des camions vers les différents quais (servers). Actuellement, cette répartition est laissée complètement le choix aux chauffeurs. Un point d'amélioration assez direct serait donc une gestion automatique du choix des quais de chargement. A l'heure actuelle, le choix des quais est du ressort des chauffeurs. Or il peut arriver que des chauffeurs utilisent préférentiellement un quai ou un autre sans pour autant que ce soit optimal, c'est-à-dire lui permettant d'avoir un temps de chargement et donc de présence sur site minimum. De même, il peut arriver qu'un chauffeur attende un ou plusieurs camions avant de se voir refuser un chargement étant donné une indisponibilité de produits suite à un problème technique voire une erreur de sa part sur le choix du quai.

Le système de gestion de l'attribution des quais devrait tenir compte des produits à charger, de leurs quantités, des présences actuelles sur site et finalement des disponibilités et pannes sur les divers équipements. L'optimisation du temps de présence sur site pourrait même demander à un chauffeur de charger sur deux quais différents, ceux-ci ne pouvant satisfaire toutes les demandes sans nécessiter de changer de poste. Ce système pourrait intégrer un outil de détermination des quais les moins utilisés et leur donner la priorité. En effet, les quais les plus utilisés seraient ainsi plus souvent disponibles.

Les points négatifs liés à cette solution sont liés à la gestion humaine des chauffeurs. En effet, actuellement, ceux-ci choisissent eux même le quai, parfois avec des préférences. Dès lors, imposer un choix risque d'être mal accepté. Cependant, une possibilité intermédiaire plus facilement adoptée serait une aide à la décision sans imposition.

L'amélioration au niveau des servers demande de revoir la répartition des produits en fonction de la demande. L'objectif est de présenter un site où il est possible d'utiliser le maximum de quais en même temps. Sur le plan de la mise en place des additifs, les investissements sont relativement limités mais se chiffrent déjà en plusieurs milliers d'euros. Par contre, la mise à disposition de nouveaux produits de base (essence, diesel,...) sur les quais où ces produits sont non présents demandent déjà des investissements nettement plus importants (en centaines de milliers d'euros). Dès lors, dans le contexte actuel d'une diminution constante

de la consommation des produits pétroliers, ce type d'investissements devrait rester assez faible. Il ne sera donc pas possible de modifier les servers.

7. Conclusion

Le dépôt TOTAL de Feluy dispose de 17 quais de chargements avec au total 57 bras de chargements. Les quais sont répartis entre sept postes de chargement en source (par le bas) et dix en dôme. Certains de ces quais sont doubles c'est-à-dire que l'on peut charger d'un côté ou de l'autre (quai 21-21, quai 23-24 et quai 25-26). Chaque bras de chargement est spécialement dédié à un produit. Il est possible qu'un bras dispose, en plus, d'un additif. Celui-ci peut être commercial ou légal. Les additifs commerciaux, en plus de ne pas être présents sur tous les bras, demandent des configurations qui diffèrent selon les clients. C'est sur base de ces différents éléments qu'un chauffeur doit choisir un quai. Ces points techniques sont les premières restrictions.

Ensuite, le chauffeur choisit un quai au sein des possibilités qui s'offrent à lui. Son choix se basera sur le temps d'attente (un camion présent dans le quai, un ou plusieurs camions déjà en attente de chargement,...). Il sera aussi possible pour lui d'effectuer, dans le cas d'une réservation de plusieurs produits différents, son chargement sur plusieurs quais. Dès lors, le choix d'un quai de chargement est laissé complètement au chauffeur sur base de l'ensemble de ces paramètres. Il peut dès lors en résulter divers points négatifs. Ainsi, un chauffeur pourra attendre devant un quai, mais s'étant trompé de quai (car celui-ci ne dispose pas du produit voulu), devra refaire la file depuis le début. De même, en cas de panne sur un bras de chargement voire d'un quai, les camions en attente seront contraints de recommencer la file ou attendre les réparations si celles-ci peuvent être rapidement effectuées.

Le site accueille chaque jour 400 chauffeurs venant charger leur camion. Le maximum rencontré a été estimé à 800 camions. Le temps d'attente et les disponibilités sont autant de paramètres qui détermineront le temps de chargement pour un camion. L'objectif des transporteurs est de livrer les clients, ils recherchent donc à passer un minimum de temps sur site. Une amélioration de l'agencement des quais constitue donc un aspect récurrent.

Ce travail a abordé trois cas liés à deux projets. Ces projets concernent la transformation d'un quai top (quai 21-22) vers un quai bottom ainsi que la suppression d'un quai en vue de la mise à disposition d'un nouveau produit.

Le premier cas a montré, sous une hypothèse majorante, un impact négatif sur les files d'attente des autres quais top. Ceci serait accompagné d'un soulagement du quai 16 qui est

actuellement très utilisé et où le maximum de camion devant attendre est constaté (64%). Ceci ne sera possible que sous la condition d'installer le Gasoil Extra en lieu et place du diesel lors de la transformation du quai 21-22.

Le deuxième cas a traité de la réorganisation des quais 0 à 4 en vue d'une amélioration directe des chargement pour la flotte de TOTAL. La mise en place du Diesel Excellium sur le deuxième bras du quai 2 a été envisagée. Cependant, il a été montré que comme ce quai était déjà utilisé, cette solution n'apporterait pas de réelle solution. Par contre, il a été montré qu'un transfert de deux clients vers le quai 3 serait bénéfique. En effet, sans diminuer les possibilités de chargement de l'ensemble des clients, cette solution apporterait un impact positif sur la fréquentation du quai 4. Ceci aura alors pour conséquence de diminuer les temps d'attente sur les autres quais (notamment les quais 0, 1 et 4) où chargent principalement les camions au couleurs de TOTAL. Inversement, les clients du quai 3 seront donc négativement impactés. Les quatre quais devraient alors présenter des utilisation comparables.

Finalement, la suppression de deux quais top a été envisagée séparément. Ces quais sont actuellement utilisés en cas de surcharge des autres quais. Dès lors, en moyenne, il sera possible, pour les autres quais, de reprendre les volumes. Par contre, en considérant l'utilisation réelle des quais 23-24 et 25-26 (absorbeurs de variabilité), on constate un grand effet négatif puisque les files d'attente seraient directement impactées. De plus, d'un point de vue technique, leur suppression liée à la transformation du quai 21-22 qualifierait certains quais de critiques et donc devraient alors faire preuve d'une attention plus particulière.

L'ensemble des cas envisagés a permis de mettre en évidence les tendances actuelles et probables des utilisations des quais de chargement (pour les cas envisagés). Il a été montré que le site est extrêmement complexe au niveau des quais de chargements. Il n'est pas possible de déterminer une utilisation propre selon un critère particulier (par exemple un produits,...). C'est ainsi que lors des analyses effectuées, il a été mis en exergue que les impacts seront directs pour certains quais. Au vu des liens entre les quais (via les disponibilités produits), d'autres impacts indirects sur d'autres quais sont alors aussi à prévoir. L'hypothèse de base qu'un chargement en dôme ou en source devait rester identique. Cette hypothèse a dès lors permis d'envisager les impacts directs mais pas les autres. En effet, les données actuellement disponibles ne permettent

pas d'évaluer ce point. Les impacts réels devraient donc être moindre puisque certains camions savent charger tant en source qu'en dôme.

Ce travail a donc permis la fourniture de données et conclusions quant à l'utilisation actuelle mais aussi à l'implantation future des quais de chargement. Celle-ci s'inscrivant notamment dans le cadre de deux projets liés aux quais ainsi que de la gestion de la maintenance.

A la fin du mois de mai, la décision de confirmer le quai 21-22 comme quai à modifier et d'autre part, d'utiliser le quai 20 pour le second projet (mise à disposition d'un quai dédié à l'introduction d'un nouveau produit) a été prise.

Ce travail m'a donc déjà permis d'utiliser mes réflexions pour une applications sur les installations futures. La contribution est donc déjà effective.

De plus, durant ces deux années d'étude, j'ai eu l'occasion de découvrir des domaines différents de mes études de base ainsi que de mon métier. J'ai eu aussi ponctuellement l'occasion d'appliquer ces nouvelles connaissances.

Ce travail m'a donné l'opportunité d'aborder le site sur lequel je travaille avec un œil nouveau. Cela m'a permis de mieux connaître mon environnement au quotidien tout en intégrant de nouvelles connaissances. D'une manière pratique, l'analyse de l'utilisation des quais ainsi que la présence et la quantification des files d'attente m'ont permis de déterminer les mises hors service à effectuer lors des pannes (priorités des disponibilités à déterminer pour garantir le fonctionnement du site en gardant tous les chargements possibles) et entretiens préventifs programmés.

8. Bibliographie

- [1] : MAIKE SCHWARZ, CORNELIA SAUER, HANS DADUNA, RAFAL KULIK, RYSZARD SZEKLI, "Queueing systems with inventory", New York, Springer Science, 2006
- [2] : HAMADY A. TAHA, "Operations research An Introduction", 8 ed, Pearson International Edition, 2003
- [3] : BENJAMIN AVI-ITZHAK, HANOCH LEVY, DAVID RAZ, "A resource allocation queueing fairness measure: properties and bounds", New York, Springer Science, 2007
- [4] : NAHMIAS STEVEN, "Production and Operation Analysis", 6 ed, McGraw-Hill International Edition, 2009
- [5] : ALAIN JEAN-MARIE, "Qualité de service des Réseaux Mesures de performances et qualité de service", Laboratoire d'informatique , de Robotique et de Microélectronique de Montpellier, Montpellier, 2006
- [6] : Département d'informatique, Faculté des Sciences de Luminy, Université de la Méditerranée, "Notion sur la théorie des files d'attente", 20/05/2012, <http://www.dil.univ-mrs.fr>
- [7] : MOULOUD AOUDIA, OUMHANI BELMOKHTAR, GILLES ZWINGELSTEIN, "Economic impact of maintenance Management ineffectiveness of an oil and gas company", Industrial Engineering Department, Polytechnic National School, Algeria, IUP GSI, University of Paris, France, Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2008
- [8] : CARLOS MANUEL INACIO DA SILVA, CARLOS MANUEL PEREIRA CABRITA, JOAO CARLOS DE OLIVEIRA MATIAS, "Proactive reliability maintenance: a case study concerning maintenance service costs", University of Beira Interior, Covilha , Portugal, Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2008
- [9] : CIRIA; CUR; CETMEF, "Guide Enrochement. L'utilisation des enrochements pour les ouvrages hydrauliques", Version française du Rock Manuel, Editions CETMEF, Compiègne, 2009
- [10] : BERNARD MECHIN, "Maintenance : concepts et définitions", Techniques de l'Ingénieur, MT9030, avril 2007