

Louvain School of Management

**Analyse économique et financière du rapport
«sous-traitants/employés» dans le secteur de la
maintenance d'une usine chimique d'une ampleur
de 250 employés.**

Auteur : DEPARIS Louis

Promoteur : GILSON Natacha

Année académique 2018-2019

En vue de l'obtention du grade de Master 60 en Sciences de gestion

GESM2M1

Résumé

Une entreprise d'une ampleur de 250 employés, dans le secteur de la chimie, nécessite énormément de maintenance. Les travaux de maintenance peuvent se programmer de manière préventive comme corrective, le choix n'est pas toujours possible. De ce fait, la charge de travail varie fréquemment et rend compliqué la gestion du personnel.

Afin de pouvoir répondre à la demande journalière qui est constamment différente et de faciliter l'organisation interne de la maintenance, la décision de ne travailler qu'avec des sociétés sous-traitantes a été prise dans les années 1990.

Néanmoins, ce choix radical est-il encore le meilleur à l'heure actuelle ? Beaucoup de petits travaux, ne nécessitant pas un savoir-faire hors norme, sont maintenant réalisés par des firmes extérieures et cette façon de faire coûte une somme conséquente à l'usine.

En partant par la vérification des contrats jusqu'à la réalisation finale des travaux, une étude financière a été effectuée afin de s'assurer que cette option stratégique prise il y a une vingtaine d'années soit encore et toujours optimale.

Remerciements

Je tiens à remercier l'ensemble de mes collègues qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire, que ce soit pour les informations reçues via les différents logiciels utilisés ou pour le temps qu'ils m'ont tout simplement accordé.

Je remercie également mon entourage familial pour leur motivation qu'ils ont réussi à me transmettre afin d'arriver au bout de ce travail.

Je tiens à adresser mes remerciements à Madame Gilson pour avoir accepté à être la promotrice de ce mémoire même si je n'en ai pas profité pleinement.

Table des matières

1	Introduction générale	10
2	Cahier des charges	12
2.1	Objet	12
2.2	Méthodologie projetée	12
3	Approche théorique	13
3.1	Concept de la théorie des coûts de transaction	13
3.1.1	L'opportunisme	13
3.1.2	Le coût des contrats	14
3.1.3	Les caractéristiques des transactions	15
3.1.4	Les structures de gouvernance	18
3.2	Les applications de la théorie des coûts de transaction	20
3.2.1	Faire ou faire faire : selon Williamson	20
3.3	Démarche théorique pour l'optimisation du personnel	23
3.3.1	Coûts du personnel pour l'entreprise	23
3.3.2	Choix des travaux à réaliser	23
3.3.3	Présélection des travaux	25
3.3.4	Analyse des travaux présélectionnés	25
3.3.5	Estimation des coûts des travaux	26
3.3.6	Optimisation du personnel	27
4	Description de la structure actuelle du département de l'entreprise ciblée	31
4.1	L'usine	31
4.2	Organisation de la maintenance locale Est et centrale	31
4.3	Les types de travaux à réaliser	32
5	Les contrats : classiques, néoclassiques ou de subordination ?	34
5.1	Choix des sociétés étudiées	34
5.2	Les contrats dans l'ensemble : analyse	35
5.2.1	Société de tuyauterie	35
5.2.2	Société de tôlerie	36
5.2.3	Société de montage	37
5.3	Les extras pour les sociétés	38
5.3.1	La base vie	38
5.3.2	Les ateliers	38
5.3.3	Les machines fournies par l'usine	38
6	Démarche pratique	40

6.1	Mise en situation	40
6.2	Calcul du coût moyen d'un employé	40
6.3	Identification des différents travaux réalisés	41
6.3.1	Grandeurs et qualité des travaux.....	41
6.3.2	Analyse des travaux présélectionnés.....	41
6.3.3	Estimation du coût des travaux	44
6.4	Optimisation du personnel	47
6.4.1	Hypothèses.....	47
6.4.2	Les premières observations	48
6.4.3	Retranscription en nombre de personnel.....	55
7	Conclusion des résultats	56
8	Conclusion générale.....	58
9	Bibliographie	59
10	Annexes.....	60

Liste des tableaux

Tableau 1 : Exemple de coûts de transaction.....	15
Tableau 2 : Estimation des coûts du personnel interne.....	40
Tableau 3 : Charge de travail pour le mois de mars 2019.....	41
Tableau 4 : Liste des travaux avec tri du matériel.....	43
Tableau 5 : Estimation du coût des outils mécaniques.....	43
Tableau 6 : Estimation du coût du matériel par heure de travail.....	44
Tableau 7 : Estimation total des travaux.....	46
Tableau 8 : calcul des points des droites de la charge de travail.....	46
Tableau 9 : les points du fond de la parabole : coût minimum possible.....	53

Liste des graphiques

Graphe 1 : Les coûts de transaction et l'arbitrage entre structures de gouvernance.....	21
Graphe 2 : Faire ou faire faire ? Un arbitrage en fonction des coûts de production et de transaction	22
Graphe 3 : Exemple de la charge de travail sur une période définie.....	27
Graphe 4 : Exemple de charge de travail avec effectif maximum.....	28
Graphe 5 : Exemple de charge de travail avec optimisation.....	29
Graphe 6 : Charge de travail journalière sur le mois de mars 2019.....	42
Graphe 7 : charge de travail pour mars 2019.....	48
Graphe 8 : charge de travail avec optimisation Z.....	49
Graphe 9 : Zoom sur le graphique avec $Z=110$, représentation des aires à calculer.....	51
Graphe 10 : coût en fonction des heures prestées par du personnel interne.....	53
Graphe 11 : Zoom sur le fond de la parabole.....	54

Liste des annexes

Annexe 1 : Tableau des données (une partie)

Annexe 2 : estimation des coûts des travaux (une partie)

Annexe 3 : les points des droites (une partie)

Annexe 4 : Taux horaire des différentes sociétés

Annexe 5 : CD-ROM : Entièrement des données

1 Introduction générale

La gestion du personnel d'une entreprise est vivante et les choix stratégiques varient en fonction du parcours de la société. Un suivi périodique de cette gestion est indispensable afin de ne pas rester dans une routine où les pertes financières évoluent dans différents domaines sans que personne ne s'en aperçoive. L'objectif de cette étude est de justement s'assurer que l'entreprise étudiée ne soit pas dans cette routine et de proposer, si tel est le cas, une solution afin d'en sortir.

L'étude se concentrera sur le service de maintenance puisque c'est précisément ce service qui travaille le plus avec des firmes extérieures. Les conclusions de cette analyse devront apporter une solution d'optimisation du personnel interne au service en fonction de leur charge de travail journalière.

Dans un premier temps, en se basant sur la théorie des coûts de transaction de Monsieur Williamson, une vérification des types de contrat effectués avec les partenaires est primordiale. Les contrats, étant la base d'une bonne relation avec les sociétés sous-traitantes, doivent impérativement correspondre avec les choix stratégiques de la société. Le type de contrat doit donc être approprié afin d'éviter tout comportement opportuniste des partenaires.

Dès lors que la partie contractuelle ait été vérifiée, il sera intéressant de passer en revue la charge de travail quotidienne de la maintenance. Un tri des différents travaux doit être effectué dans le but de sélectionner les interventions qui pourraient être faites par du personnel interne et non plus par des sociétés sous-traitantes.

Cette liste des travaux établie de l'étude, chaque travail pourra être analysé en détail : les temps d'intervention seront estimés, les coûts de la main d'œuvre extérieure et du personnel interne seront calculés ainsi que les coûts de location et d'achats des différentes machines à utiliser.

Avec ces estimations et ces calculs, le coût total des travaux sera connu, qu'ils soient réalisés par des firmes extérieures ou par le personnel de maintenance. Un comparatif de chaque coût pourra être effectué afin de confirmer ou non la possibilité d'économie si du personnel venait à être engagé.

Ces coûts devront être analysés en fonction de la fluctuation de la charge de travail, en effet, l'un des gros avantages de la sous-traitance est la possibilité de varier l'effectif du personnel, ce qu'il ne sera pas possible avec du personnel interne. Le résultat final sera

d'optimiser le personnel à engager en fonction des journées creuses et des pics de travaux que l'usine peut rencontrer.

2 Cahier des charges

2.1 Objet

Examiner la situation de la sous-traitance dans une usine (250 employés), d'un point de vue économique, financier en tenant compte de la qualité du travail demandé. Etudier le gain ou la perte d'argent à travailler avec des sous-traitants. En conclure, en fonction des avantages et inconvénients autres que financier, une proposition d'optimisation de l'effectif.

2.2 Méthodologie projetée

Au sein d'une usine, l'étudiant étudiera le bénéfice de l'entreprise à travailler avec des sous-traitants dans leur département de maintenance. Pour ce faire, il devra identifier tous les coûts générés suite à celle-ci et pouvoir les comparer avec des coûts estimés si ce travail était réalisé par des employés. Par la même occasion, il étudiera tous les avantages et inconvénients qu'une entreprise peut rencontrer en travaillant avec des sous-traitants ou avec des employés. Il identifiera les travaux nécessitant une spécialisation, et donc de travailler avec des sous-traitants, ainsi que les plus petits travaux réalisables par une équipe d'« hommes à tout faire ». Il devra optimiser le nombre d'« hommes à tout faire » en fonction des travaux qu'il y a à réaliser en moyenne sur une ou plusieurs années. Ensuite, il calculera le gain qui pourrait être gagné par l'entreprise en optimisant les équipes. Il pourra donc proposer à l'entreprise des solutions à court et long terme dans le but d'optimiser la gestion économique et financière de la maintenance.

3 Approche théorique

3.1 Concept de la théorie des coûts de transaction

La théorie des coûts de transaction prend en compte la rationalité limitée des agents, tout simplement parce qu'ils n'ont peut-être pas les capacités de calculs et de communications suffisantes pour toutes les situations possibles qu'il peut y avoir dans un contrat.

Pour Williamson, en 1975, les choix d'un agent résultent toujours d'un calcul, et ce résultat est toujours optimal sauf si les bornes de la rationalité limitée de la personne sont atteintes. Ce n'est pas ce que Simon avait avancé en 1955, pour lui la solution recherchée par l'agent ne sera que suffisante et non pas optimale car les bornes de la rationalité seront toujours atteintes, et ce, même en situation d'information parfaite.

L'hypothèse de Williamson aura une première conséquence sur l'analyse économique des transactions : pour des situations complexes, la solution de réalisation de contrats complets n'est plus possible. L'agent économique devra alors se contenter d'accords incomplets dans son contrat. Il en découle plusieurs hypothèses à prendre en compte, tout d'abord il faut compter sur la bonne foi des contractants lorsqu'il faudra discuter des événements imprévus dans le contrat. Si l'on considère que les tribunaux peuvent compléter les vides contractuels et que leur intervention est non coûteuse, alors il n'y aura pas d'impacts sur les coûts de transaction. Mais ce n'est pas ce qui est retenue dans la théorie des coûts de transaction, ni la bonne foi des contractants, ni l'intervention non coûteuse des tribunaux peuvent être acceptés dans cette théorie.

En effet, si l'on considère que les contractants ont une rationalité limitée, il en va de même pour les juges et il n'est dès lors pas possible de trouver une solution optimale pour toutes les situations complexes même en passant par les tribunaux. D'autre part, l'hypothèse que les contractants aient une bonne foi est irréaliste, la théorie se concentrera plutôt sur l'hypothèse d'opportunisme.

3.1.1 L'opportunisme

La théorie des coûts de transaction considère que les agents économiques peuvent avoir des comportements opportunistes dans certains cas, le tout est de savoir quand est-ce que ces comportements sont appliqués.

Pour être active, l'hypothèse d'opportunisme doit être couplée avec une autre hypothèse qui concerne l'environnement concurrentiel auquel font face les agents. Tant que le nombre de

contractants potentiel n'est pas limité, le phénomène d'opportunisme n'aura pas d'impact sur les transactions. En effet, un agent qui adopterait de tels comportements serait vite rattrapé par le marché, ses partenaires remarquant très rapidement sa stratégie, pourront facilement l'éviter. Cependant, en situation de petit nombre, c'est à dire lorsque des actifs spécifiques sont nécessaires pour la réalisation de la transaction, la présence d'opportunisme est bien réelle. Sachant que dans cette situation les agents peuvent être opportunistes de nature, il n'est plus concevable de penser à utiliser la bonne foi des contractants pour faire face aux problèmes d'incomplétude des contrats. En présence d'opportunisme, les contrats doivent se reposer sur des engagements crédibles qui prennent en compte les problèmes pouvant survenir après la signature du contrat.

Il faut donc que 4 hypothèses soient réunies pour poser d'importants problèmes contractuels :

- L'hypothèse que la rationalité limitée des agents soit atteinte
- L'incertitude de la transaction soit suffisante
- Supposition de comportements opportunistes des agents
- Être en situation de petit nombre, besoin d'actifs spécifiques pour la transaction

3.1.2 Le coût des contrats

Toujours selon Williamson, les coûts de transaction renvoient aux "coûts de fonctionnement du système économique", c'est à dire aux coûts de planification, d'adaptation et de contrôle des échanges commerciaux. Cette théorie voit le problème de l'organisation économique comme un problème de contractualisation, les coûts de transaction sont en fait des coûts de contractualisation des échanges et se décomposent en coûts *ex ante* et coûts *ex post*. Les coûts *ex ante* sont tous les coûts nécessaires pour réaliser le contrat, de la recherche du sous-traitant à la signature contractuelle. Dans cette phase, il y a donc le temps et l'investissement mis pour la recherche du partenaire, la rédaction, la négociation et la garantie d'un accord.

Tandis que les coûts *ex post* comprennent les coûts induits par une mauvaise adaptation des contrats aux circonstances dans lesquelles ils évoluent, c'est à dire les coûts de renégociation, de contrôle du respect des arrangements contractuels et éventuellement les coûts de rupture des accords.

Tableau 1 : Exemple de coûts de transaction

Coûts de contractualisation	
Ex ante	Ex post
Coûts d'écriture du contrat	Coûts de mauvaise adaptation des contrats
Coûts de recherche du partenaire	Coûts de pilotage et de suivi des arrangements
Coûts de négociation de l'accord	Coûts de renégociation
Coûts de mise au point de garanties contractuelles	Coûts (potentiels) de rupture des engagements
Coûts d'étude (étude de marché)	

3.1.3 Les caractéristiques des transactions

Pour les contractants, l'objectif est donc de minimiser les coûts de transaction qui sont en réalité les coûts de contractualisation, en sachant qu'il serait totalement inutile de gagner l'argent sur les coûts ex ante si c'est pour en perdre plus tard dans les coûts ex post parce que les contrats n'ont pas été faits correctement.

C'est pourquoi Williamson situe la source des coûts de transaction dans la transaction elle-même. Le niveau des coûts de transaction est le reflet des caractéristiques de transactions, celles-ci sont au nombre de trois : la spécificité des actifs, le niveau d'incertitude et la fréquence.

3.1.3.1 La spécificité des actifs

La spécificité des actifs est un élément essentiel dans la théorie des coûts de transactions. En effet, le choix de la transaction ou non avec le partenaire sera fortement influencé par la nature des investissements que les parties prenantes vont devoir réaliser mais aussi, et surtout, par le degré de spécificité de l'investissement.

“Des investissements spécifiques correspondent à des investissements durables, effectués pour réaliser la transaction, et qui ne sont pas redéployables sans coûts vers d'autres usages ou d'autres clients.”¹

Le fait de réaliser des investissements spécifiques va valoriser la relation entre les partenaires, cela donne une certaine confiance pour les contractants et peut assurer une

- ¹ Définition tirée du livre : S. SAUSSIER & A. YVRANDE-BILLON, « *Economie des coûts de transaction* », Paris, La Découverte, 2007, p. 18.

pérennité du contrat signé entre eux. Ces investissements spécifiques peuvent contribuer à des économies de coûts de production ou à augmenter la production, voire également à différencier les types de produits à réaliser. Néanmoins, le fait de faire de tels investissements non redéployables, ou difficilement, met les parties dans une situation bilatérale, ce qui accroît les risques d'opportunisme. Cette situation peut mettre en danger le bon déroulement des transactions, il faut donc en tenir compte. Au plus l'investissement sera important, au plus l'acheteur et le vendeur seront dans un système fermé suite aux coûts qu'entraînerait la rupture de la relation. Aucune des deux parties n'a intérêt à envisager cette rupture mais chacune peut chercher à exploiter la dépendance de l'autre et à s'accaparer la quasi-rente générée par de tels investissements.

En d'autres mots, la présence des actifs spécifiques est très importante pour le choix du partenaire et pour la rédaction du contrat mais elle peut être également à l'origine de graves difficultés contractuelles et donc d'importants coûts de transaction.

Types d'actifs spécifiques :

Différentes formes d'actifs spécifiques existent, voici 5 exemples d'actifs avec un caractère non redéployable suite à :

A) leur localisation :

La localisation est une spécificité de site, le partenaire va déménager pour en général s'installer à côté de son client, ou au plus proche. De cette manière, il va économiser sur les coûts de transport et de stockage mais son investissement est non redéployable car il s'éloigne des autres clients probables.

B) aux caractéristiques physiques :

Ce type d'actif est donc une spécificité physique. Par exemple, si le client a besoin d'une machine spécifique, hors standard, il va chercher un partenaire qui peut investir dans cette machine pour ensuite établir un contrat. Tant pour le partenaire que pour le client, l'objectif est atteint car l'un a la machine pour produire et l'autre a eu le contrat voulu. En attendant, cet investissement est non redéployable car la machine n'est quasiment pas utilisée dans d'autres entreprises.

C) la taille du marché :

On parle alors d'actifs dédiés. A la demande du client, le fournisseur accepte d'investir dans des équipements à caractère général, donc qui pourraient intéresser d'autres clients, mais dans des mesures hors normes. Ce n'est donc pas les caractéristiques physiques de l'équipement qui font que cet actif est non redéployable mais plutôt le rendement qui ne serait pas approprié avec

la taille du marché. Cette demande de client ne serait que ponctuelle et le partenaire accepte afin de réaliser une transaction qui pourrait en engendrer d'autres par la suite.

D) leur connaissance spécialisée nécessaire :

Ce sont alors des actifs spécifiques humains. Le partenaire fournit du personnel compétent avec des connaissances spécialisées dans les domaines souhaités par le client. Pour cela, le fournisseur dépense de l'argent dans les formations nécessaires. Cependant, ces connaissances n'ont peut-être aucune utilité pour les entreprises voisines, ces investissements sont donc non redéployables.

E) leur identification à une marque :

L'identification est donc une spécificité de marque. Certains clients souhaitent travailler suivant une marque, une norme, afin d'assurer leur réputation. L'investissement fait par le partenaire n'a sûrement aucune valeur ajoutée pour un autre client.

3.1.3.2 *L'incertitude*

L'adaptation aux changements et la gestion de l'incertitude sont des enjeux fondamentaux de l'organisation économique. Comme dit précédemment, avec leur rationalité limitée et leur tendance à l'opportunisme, les agents ne peuvent pas prévoir tous les types d'évènements possibles qui auront lieu dans leur futur partenariat. C'est d'ailleurs pour cela que nous retrouvons l'existence des coûts *ex post* d'un contrat, mais au plus ils seront minimisés, au mieux les agents se porteront car qui dit coûts *ex post* dit évidemment augmentation des coûts de contractualisation et donc des coûts de transaction.

L'incertitude sur les conditions de contrat est par conséquent le second facteur identifié par Williamson. Elle est qualifiée d'incertitude environnementale. Celle-ci provient des risques d'opportunisme que peuvent avoir les acteurs et donc de l'impossibilité de prévoir les décisions stratégiques qui en découlent. Certains auteurs différencient deux types d'incertitude, l'incertitude interne et l'incertitude externe. Ces deux formes d'incertitude peuvent être liées, en effet, si la transaction est fortement incertaine, et que différents évènements sont peu prévisibles, il est difficile *ex ante* de définir la transaction qui va être réalisée. Cela ne pose pas de problèmes si les contractants sont complètement indépendants entre eux, ils pourront régler leurs imprévus de manière *ex post* sans conflits. Cependant, si des actifs spécifiques sont présents et nécessaire pour réaliser la transaction, il faudra dès lors faire attention aux risques d'opportunisme. Pour éviter ces problèmes, le contrat doit assurer le partenaire qui développe les actifs spécifiques tout en leur laissant la possibilité de renégocier *ex post* si des imprévus ont eu lieu. Ce genre de contrat n'est pas évident à rédiger car il faut trouver un compromis

entre la flexibilité ex post pour l'adaptation du contrat, tout en évitant d'encourager tout comportement opportuniste. Ce dilemme est en général difficile à gérer.

3.1.3.3 *La fréquence*

Malgré que la fréquence sur les transactions soit considérée par Williamson comme le 3ème facteur étant à la source des coûts de transaction, elle ne sera pas reprise dans la théorie des coûts de transaction.

En effet, Williamson considère que plus les transactions sont répétées, plus les contractants ont la possibilité de revoir le contrat et donc de le modifier et de le détailler, ce qui donnerait un impact positif sur les niveaux des coûts de transaction. Toutefois, cette répétition augmente également la possibilité aux contractants d'avoir des comportements opportunistes.

Cependant, d'autres auteurs précisent que les répétitions de transactions similaires engendrent des habitudes et des routines contractuelles. Ceci a pour impact de réduire les mécanismes de coordination formels, détaillés et influe donc négativement sur les coûts de transaction.

Ce troisième facteur est donc plus ambigu que le pensait Williamson, il n'est donc pas repris dans la théorie des coûts de transaction.

Cette première approche nous a permis de comprendre les hypothèses de base de la théorie de coûts de transaction. Celle-ci a mis en évidence l'importance et surtout la complexité de rédiger des contrats, ceci dans le but de :

- Éviter l'apparition de comportement opportuniste
- Laisser une flexibilité entre les deux partenaires

Suite, entre autres, à la rationalité limitée des agents, les contrats seront toujours incomplets. C'est pourquoi, en plus de ces contrats, une structure de gouvernance devra être mise en place afin de réaliser ces deux objectifs.

3.1.4 Les structures de gouvernance

Les structures de gouvernance vont venir compléter les contrats, aider les agents à négocier, rédiger et faire respecter ces contrats. Toutes ces démarches demandent du temps et des ressources, ceci a un impact sur le gain potentiel de la transaction. Si les gains de la réalisation d'une transaction sont inférieurs aux coûts de transaction nécessaire pour son existence, alors cette transaction n'aura pas lieu.

Trois types de structure sont proposés par Williamson : il s'agit du marché, des formes hybrides et de la hiérarchie. Chaque structure sera associée à un contrat différent.

3.1.4.1 *Les contrats et leur structure*

Les contrats diffèrent selon leurs propriétés adaptatives et incitatives, nous retrouvons les contrats : classique, néoclassique et de subordination.

Le contrat classique est utilisé pour des transactions simples, qui ne demandent pas d'investissement pour des actifs spécifiques. Les transactions peuvent être réalisées par différents partenaires, la concurrence est présente et suffira pour éviter tout comportement opportuniste. Ce type de contrat sera associé à la structure de gouvernance de marché, seul le prix sera nécessaire et suffisant pour choisir et gérer les partenaires.

Le contrat classique sera un contrat de court terme où les agents peuvent identifier les contingences futures car il n'y a quasiment pas d'incertitude pour la réalisation des transactions. Les deux parties seront donc autonomes, s'il venait à avoir un problème, les partenaires liés par ce type de contrat s'en remettront directement aux tribunaux et aux règles juridiques existantes.

Une fois que des actifs spécifiques doivent être investis pour la réalisation d'une transaction, le contrat classique n'est plus suffisant, il ne pourra pas garantir aux contractants l'absence de comportements opportunistes suite à la relation de dépendance bilatérale qui va s'instaurer entre les parties. De ce fait, la rédaction de contrats complets anticipant tous les événements est impossible. Ce qui impose l'usage de mécanismes de coordination et de contrôle plus puissants et flexibles que ceux du contrat classique et du marché.

Si, malgré la présence des actifs spécifiques, les partenaires savent s'arranger entre eux pour modifier leur relation lorsque des événements non prévus se déroulent, ces contractants sont donc encore indépendants mais ils auront recours à un contrat néoclassique. Ce type de contrat, caractérisant les formes hybrides, est un contrat de long terme incomplet volontairement souple pour permettre les adaptations nécessaires et réduire les coûts de contractualisation, mais suffisamment crédibles pour protéger la valeur des investissements spécifiques et minimiser les risques d'opportunisme. Le but de ce contrat est donc de garder l'autonomie et la prise de décision des contractants tout en leur garantissant un suivi et le respect des engagements sans devoir payer le prix d'une contractualisation complète.

Cependant, les risques peuvent être d'une importance telles que l'autonomie des parties impliquées ne peut pas être gardée. En effet, plus la spécificité des actifs et la fréquence des transactions augmentent, plus l'incertitude s'amplifiera et il sera impossible de gérer les comportements opportunistes avec des contrats préservant l'autonomie. C'est pourquoi, Williamson instaure les structures de gouvernance intégrées, c'est-à-dire hiérarchique, avec celles-ci les parties se coordonneront par l'intermédiaire d'un contrat de subordination. Ce type

de contrat est moins souple que le contrat néoclassique, les contractants sont coordonnés par la hiérarchie de la firme, elle, seule, décide de tout. Ces contrats sont relativement faciles à réaliser, ils sont très incomplets mais cela ne pose pas de problème car lorsqu'il y a des événements imprévus, c'est directement la firme qui prend les décisions. Elle n'a pas besoin d'intervenants extérieurs pour gérer les conflits, l'entreprise est son propre tribunal, elle peut exercer du commandement.

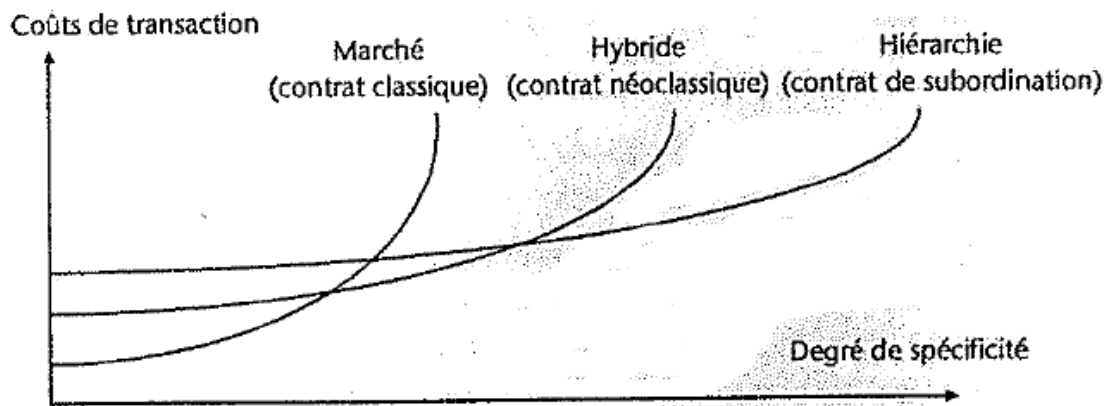
3.2 Les applications de la théorie des coûts de transaction

L'un des objectifs de cette théorie est de pouvoir avancer des propositions sur les choix organisationnels que les firmes doivent entreprendre. Pour cela, il faut s'assurer que les coûts de transaction varient en fonction des caractéristiques des transactions et, d'autre part, que la diversité des transactions explique la variété des formes contractuelles et plus largement des structures de gouvernance.

3.2.1 Faire ou faire faire : selon Williamson

Jusqu'aux années 1980, la sous-traitance en interne, c'est à dire l'intégration ou le contrôle vertical, a été perçue comme une pratique visant à anéantir la concurrence. Une entreprise intégrant son fournisseur était suspectée de chercher à dégager une rente de monopole par la prise de contrôle des marchés, ces pratiques ont donc été sanctionnées voire interdites pendant tout un temps.

L'approche de Williamson a remis en cause cette vision. Il a mis l'accent sur les gains de coordination qui peuvent résulter de l'intégration ou de la quasi-intégration verticale et avance donc que les motivations de ces pratiques ne sont pas toujours anticoncurrentielles. Williamson explique son raisonnement en partant d'un modèle qui établit une correspondance entre degré de spécificité des actifs et structures de gouvernance des transactions impliquant ces actifs :



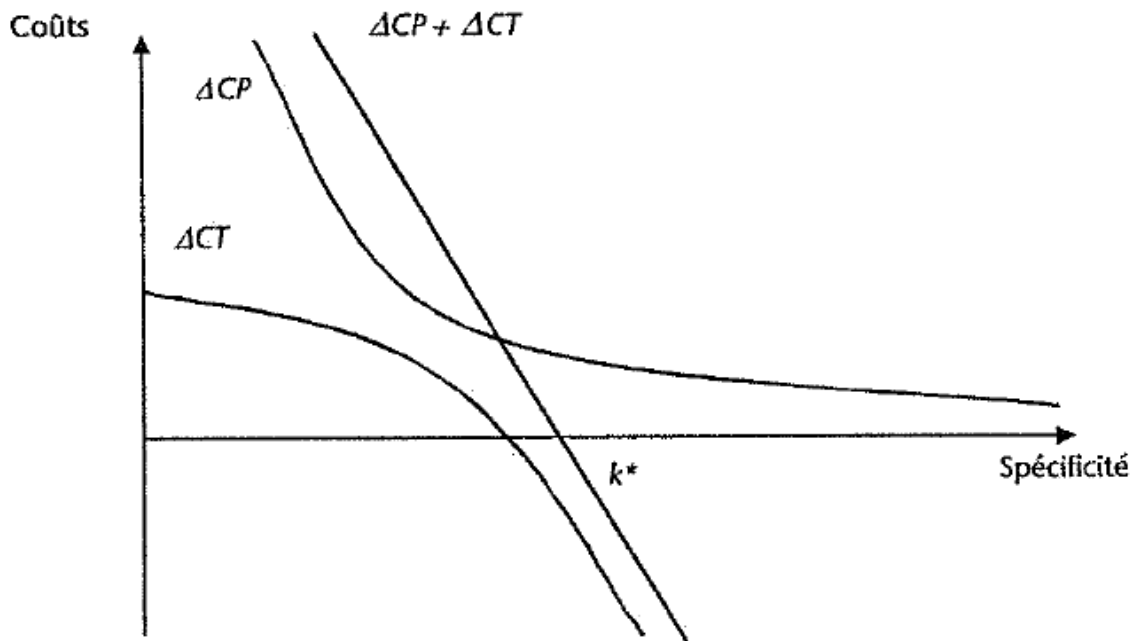
Source : Williamson [1991, p. 284].

Graph 1 : Les coûts de transaction et l'arbitrage entre structures de gouvernance

Par ce graphique, nous pouvons constater qu'avec un degré de spécificité donné, la firme peut aisément trouver le choix organisationnel adéquat à appliquer.

Evidemment, en lisant ce graphique, on peut imaginer que le travail des agents est simple et évident ; il suffit de faire des transactions avec un degré de spécificité le plus faible possible et leur coût de transaction sera au plus bas. Mais attention, le travail de l'agent est plus complexe, son objectif n'est pas seulement d'avoir le coût de transaction le plus bas mais bien le total des coûts, c'est à dire la somme des coûts de production avec les coûts de transaction. Or, les transactions sont utilisées pour justement diminuer ces coûts de production, et le degré de spécificité va varier afin d'avoir un coût de production le plus faible possible. Il faut donc trouver un compromis entre les coûts de transaction, qui augmenteront, pour que les coûts de production diminuent.

Avec son étude, Williamson a réalisé un second graphique en introduisant les coûts de production dans son analyse :



Source : Williamson [1981, p. 1560].

Graphe 2 : Faire ou faire faire ? Un arbitrage en fonction des coûts de production et de transaction

Grâce à ce graphique, les agents peuvent trouver le degré spécifique optimum afin d'avoir le coût total le plus bas.

Avec :

- Delta CP qui représente la différence entre les coûts de production d'un bien en interne et les coûts d'acquisition du même bien sur le marché (par l'intermédiaire du contrat classique)
- Delta CT représente la différence en termes de coûts de transaction entre un contrat de subordination et une structure de marché (contrat classique).

En conclusion, avec ce graphe, le but est de montrer que si on a un degré de spécificité $k > k^*$, le contrat le plus adapté est le contrat de subordination car il permet de minimiser la somme des coûts de production et de transaction.

3.3 Démarche théorique pour l'optimisation du personnel

3.3.1 Coûts du personnel pour l'entreprise

3.3.1.1 *Personnel sous-traitant*

Le coût du personnel sous-traitant sera facilement identifiable grâce à l'analyse des contrats, il faudra reprendre le taux horaire qui a été négocié lors de la signature du contrat. Ensuite, une analyse des extras des contrats devra être faite : surface allouée aux sous-traitants, location des ateliers, location des machines, charges supplémentaires pour l'entreprise.

3.3.1.2 *Personnel interne*

Afin de pouvoir comparer le coût des travaux réalisés par des sous-traitants avec le coût des travaux à réaliser par du personnel interne, il est indispensable de connaître ce que coûte un employé à l'entreprise.

Comme le statut ouvrier tend à disparaître dans l'usine étudiée, les calculs se feront avec un statut d'employé et non d'ouvrier.

Afin de connaître les prix exacts, une rencontre sera prévue avec le service des ressources humaines de l'entreprise. L'objectif est d'obtenir le coût total sur un an pour un employé manuel sans expérience et avec 10 ans d'expérience. Le coût total d'un employé sur un an comprend :

- Les salaires bruts et primes
- Les assurances
- Les formations
- Les visites médicales
- Les affaires personnelles (bleu de travail, chaussures de sécurité, casque...)

3.3.2 Choix des travaux à réaliser

Dans le but de savoir si certains travaux puissent être réalisés par du personnel de maintenance interne à l'usine, il faudra classer ces travaux en différents critères :

- La grandeur du travail :
 - a) si l'intervention, en main d'œuvre, nécessite plus de 4 hommes ou non ?
 - b) si l'intervention requiert une machine spécifique (grue,...) ?

- La qualité du travail : si cet ouvrage puisse être accompli par des personnes formées sur le terrain ou nécessite-t-il des personnes agréées et/ou diplômées pour sa réalisation ?

3.3.2.1 *La grandeur du travail*

Le nombre de personnes pour réaliser le travail est important car au-dessus d'un certain nombre, le personnel interne sera d'office insuffisant. Il faudra dès lors compléter l'équipe par du personnel sous-traitant.

Le but est justement d'éviter de mettre deux sociétés du même savoir-faire sur un travail commun. Le risque de mauvaises ententes suite à des critiques ou autres est trop important, et nuiraient, causeraient de gros soucis sur le chantier.

C'est pourquoi au-delà de 4 personnes, il sera préférable de travailler avec une société sous-traitante qui peut ajuster le nombre de son personnel en fonction de la taille du chantier. Les gros travaux ne seront donc pas pris en compte dans la liste des travaux possibles d'être fait par du personnel interne.

Certains travaux sont obligatoirement réalisés par des machines bien spécifiques devant être manipulées par des spécialistes, telles que des grues, etc. Ces ouvrages ne seront également pas repris dans la liste des travaux possibles à être réalisés par du personnel interne. Ceci pour la même raison que le point précédent : éviter toute altercation entre deux sociétés du même secteur.

3.3.2.2 *La qualité du travail*

Il est évident que tout ouvrage doit être accompli de la meilleure des manières possibles, cependant, certains demandent d'être inspectés plus que d'autres. En effet, par exemple, toutes manipulations sur des tuyauteries et équipements sous pression doivent être accomplies par du personnel formé et certifié. De plus, leurs tâches seront vérifiées, contrôlées en détails à leur finalité.

Même si du personnel non agréé a certains dons et est capable de produire la même qualité de travail, la loi interdit certaines réparations et/ou constructions si la personne n'est pas certifiée dans le domaine.

L'objectif ici n'étant pas d'engager du personnel spécialisé, tout travail nécessitant une formation reconnue au préalable ne sera pas dans la liste des travaux possibles à être accomplis par le personnel interne.

Si le travail puisse être réalisé par moins de 4 personnes, qu'il ne requière pas de machine spécifique, ni d'un spécialiste dans le domaine, alors on pourrait envisager de l'exécuter en interne.

3.3.3 Présélection des travaux

Afin de connaître le pourcentage des travaux faisables en interne, il faut rassembler tous les ouvrages accomplis sur une période définie. Ces ouvrages doivent être triés par service de maintenance afin de reprendre tous ceux qui concernent la maintenance locale Est ainsi que ceux de la maintenance centrale en mécanique statique.

La liste doit être triée en fonction des critères cités ci-dessus, et sera divisée en deux parties :

- les travaux qui doivent absolument être réalisés par des sociétés sous-traitantes
- les travaux réalisables en interne

Ce premier tri donnera déjà une vision sur l'utilité de cette étude, en effet, si plus de 90% des travaux doivent être sous-traités, la conclusion de l'étude sera déjà toute faite : pas de réel avantage à engager du personnel.

Par contre, si le pourcentage des travaux possibles à faire en interne est supérieur à 20%, l'étude aura toutes ses raisons d'être poursuivie.

3.3.4 Analyse des travaux présélectionnés

3.3.4.1 Estimation du nombre de personnel

Une fois que les travaux sont identifiés, il faut déterminer le temps requis pour réaliser chaque intervention ainsi que le nombre de jour à prévoir au planning. De cette manière, nous aurons la charge de travail moyenne sur une période définie.

Exemple :

Temps estimé du travail : 32 heures

La production ne peut libérer les installations que 2 jours, soit 16 heures à raison de 8 heures de travail par jour.

En divisant le nombre d'heures de travail requis (32h) par le nombre d'heures libres dans les installations (16h= 2 jours de 8h), on obtient le nombre de personnel requis pour ces 2 jours :

$32/16 = 2$ personnes pendant 2 jours pour réaliser ce travail.

Dès lors que ces calculs ont été accomplis, un graphe peut être sorti afin d'avoir une vue d'ensemble sur le personnel nécessaire par jour.

3.3.4.2 *Nombre de travaux sans outillage*

Pour chaque ouvrage, il déterminer si un outillage mécanique est indispensable, tel que:

- Un poste à souder
- Une meuleuse, disqueuse
- Une cisaille, cintreuse, plieuse
- Un palan
- ...

Si l'intervention ne nécessite que de l'outillage standard, style : tournevis, clefs, marteaux,... alors, elle doit être mise dans la liste des travaux n'imposant pas d'outillage.

Ces détails sont indispensables pour estimer au mieux le coût des interventions. Il faudra identifier dans chaque contrat passé avec les sociétés sous-traitantes si le prix demandé à l'heure prestée prend en compte le matériel de base, c'est-à-dire l'outillage mécanique donc le poste à souder, la meuleuse, etc. ou faut-il rajouter une location pour chaque outil ?

A la fin de cette étape, deux listes s'offrent à nous : une liste des travaux réalisables sans outillage (ou minimales : marteaux, tournevis) et une liste nécessitant des outils mécaniques.

3.3.4.3 *Description des outils nécessaires*

Avec la liste réalisée à l'étape précédente, il faut identifier tous les outils nécessaires pour chaque travail. Et pour chaque outil, il faut déterminer son prix d'achat et sa durée de vie afin de déterminer l'amortissement.

De cette manière, un coût de location de matériel pourra être imputé pour chaque travail (à estimer s'il était réalisé en interne).

3.3.5 *Estimation des coûts des travaux*

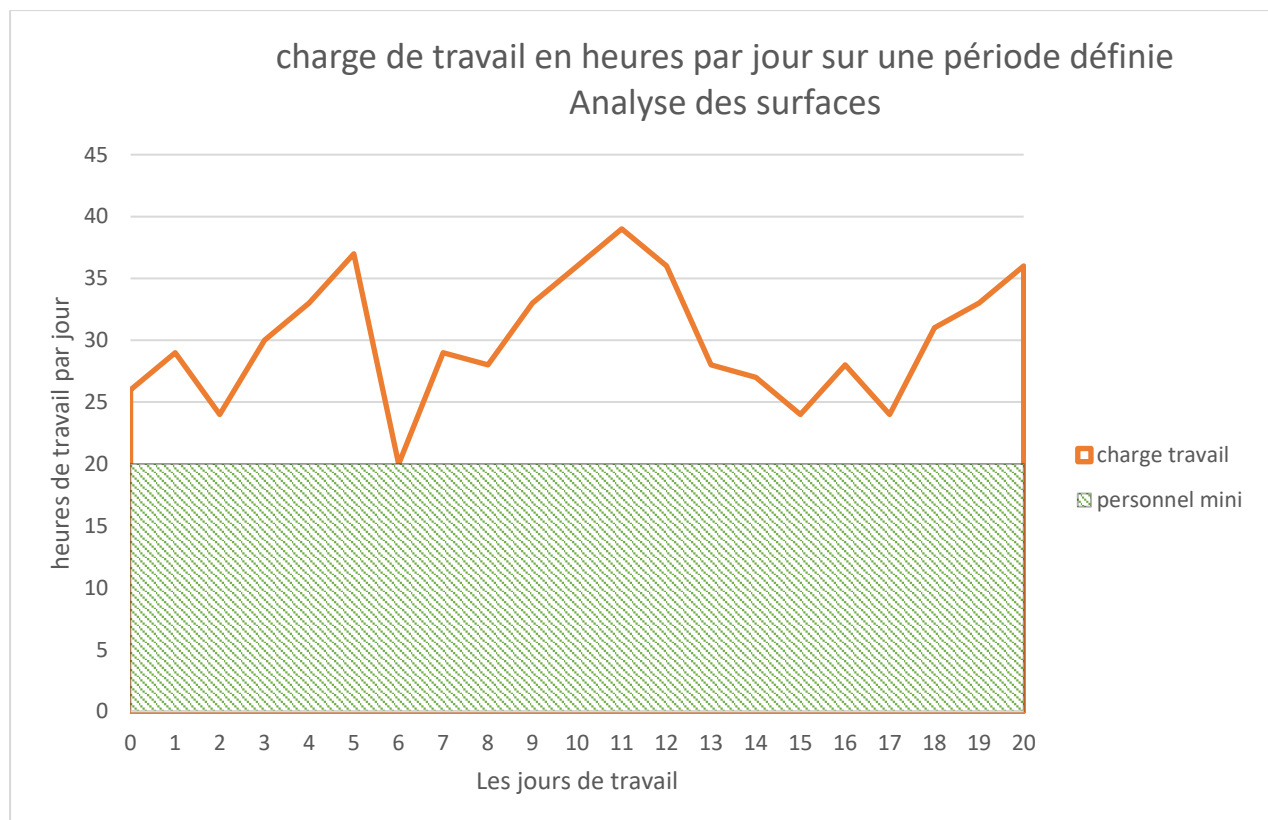
Une fois que toutes ces étapes sont réalisées, il sera possible d'estimer le coût de chaque travail :

- Soit fait par une société sous-traitante
- Soit fait par du personnel interne

Une conclusion supplémentaire pourra être tirée avec les résultats obtenus. En effet, tout laisse à croire que les travaux sous-traités sont plus chers mais seuls ces résultats le confirmeront.

3.3.6 Optimisation du personnel

Arrivé à cette étape, toutes les inconnues ont été trouvées. Premièrement, grâce aux nombres d'heures de travail à réaliser sur une période définie dans le temps, un graphique peut être dessiné afin d'avoir une vue globale sur les travaux. De cette analyse, une identification des surfaces sous et au-dessus de la courbe doit être réalisée.



Graph 3 : Exemple de la charge de travail sur une période définie

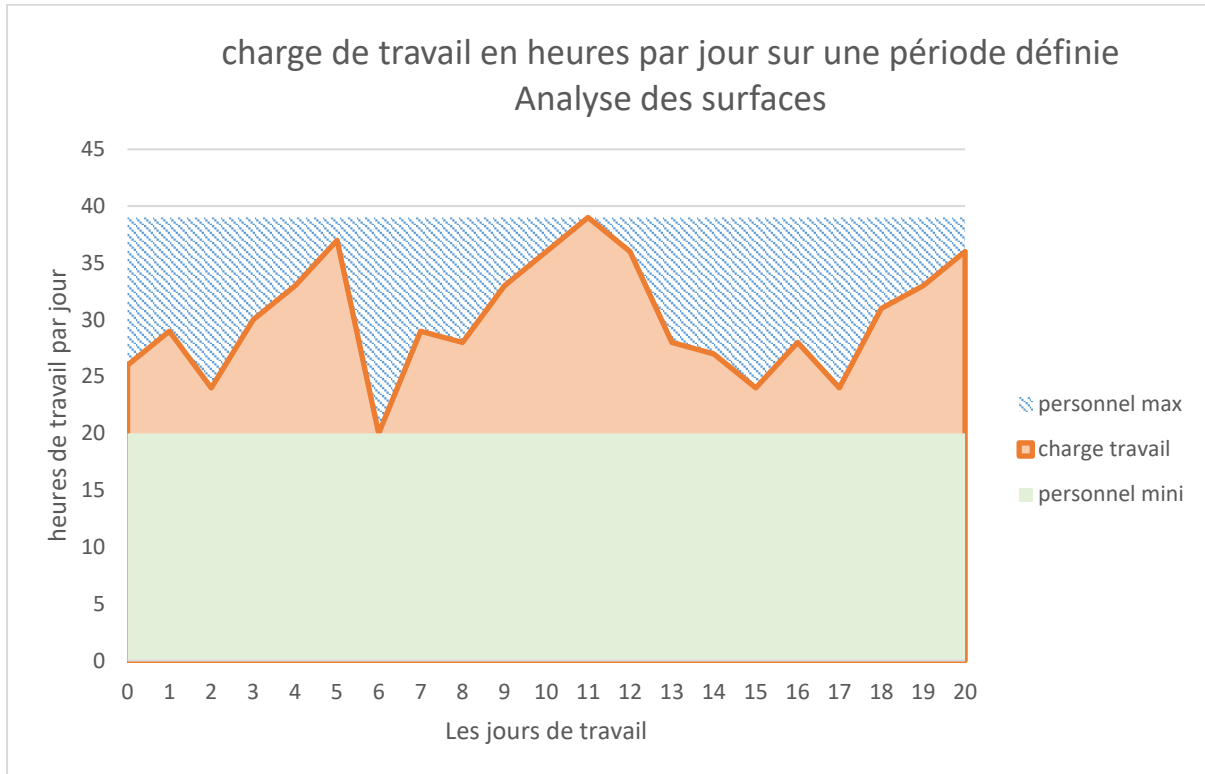
Sur ce graphique, on retrouve le nombre d'heures de travail par jour sur une période définie, qui est de 21 jours dans cet exemple. On remarque cependant qu'au plus la période temporelle est grande, au mieux la vue sur l'étendue de la charge de travail journalière est meilleure.

En considérant que le taux horaire du personnel interne est moins cher que celui du personnel sous-traitant, l'entreprise peut déjà être certain de gagner de l'argent en engageant du personnel correspondant aux heures du jour le moins chargé (représenté par la surface en rayure verte).

Et donc, la surface blanche, délimitée par le tracé orange et par la ligne verte horizontale, correspond aux tâches réalisées par les sociétés sous-traitantes

Dans ce cas, si un employé coûte à l'entreprise x €/h et que le personnel sous-traitant coûte $(x + 10)$ €/h, l'entreprise perd 10 € par heure de sous traitance * (surface blanche) puisque ces travaux auraient pu être fait par le personnel mais ils ne sont pas assez.

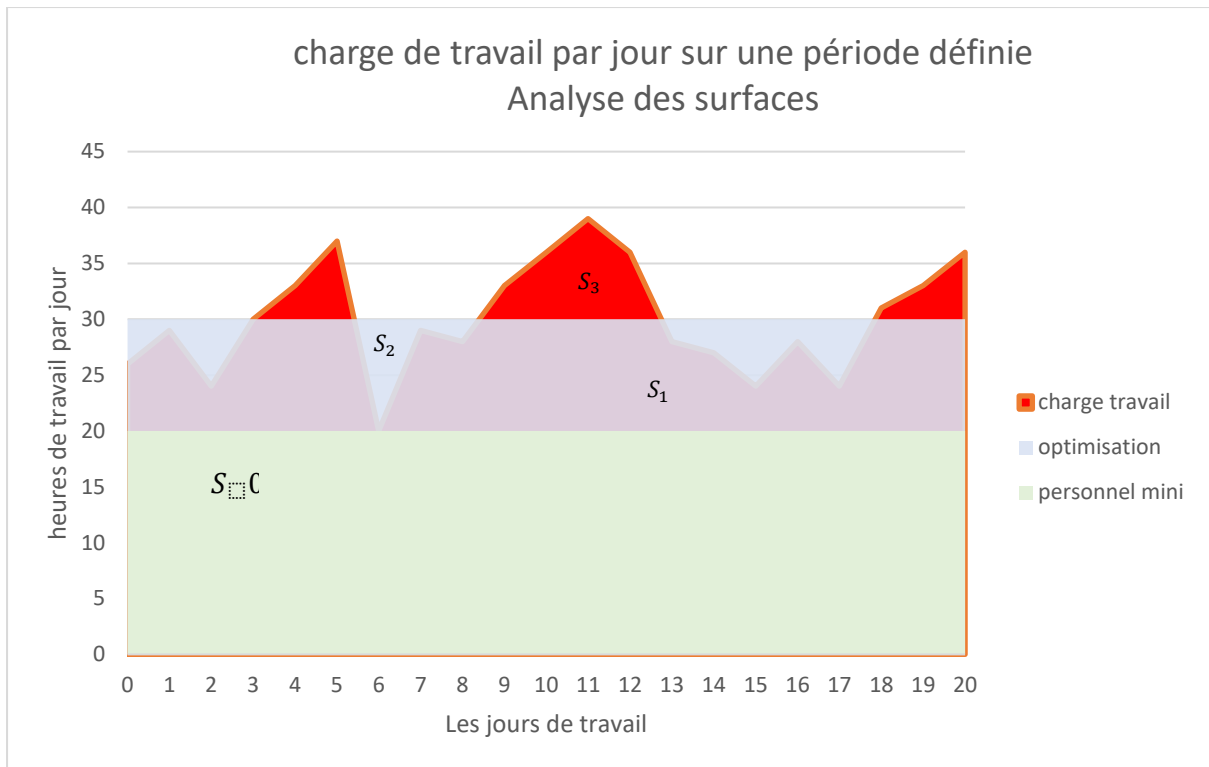
Pour ne pas perdre cette somme d'argent, l'entreprise a la possibilité d'engager plus de personnes pour assurer elle-même ces heures supplémentaires.



Graphe 4 : Exemple de charge de travail avec effectif maximum

Si l'entreprise augmente son personnel au maximum, celle-ci va se retrouver avec des jours sans travail pour certaines personnes (surface bleue). Dans ce cas, la perte sera de x €/h * la surface en bleue mais tous les travaux seront faits à x €/h et aucun à $(x + 10)$ €/h.

L'optimisation sera de savoir si l'argent gagné en faisant les travaux en orange avec le personnel interne, donc à x €/h et non à $(x + 10)$ €/h, compensera l'argent perdu avec le personnel n'ayant pas de travail. En diminuant le personnel interne, la surface bleue va diminuer, néanmoins une nouvelle surface va apparaître, ce sera les travaux à réaliser par les sous-traitants car le personnel ne sera pas suffisant lors des pics des activités de l'usine.



Graph 5 : Exemple de charge de travail avec optimisation

En diminuant le personnel progressivement, la surface bleue claire (S_1+S_2), une partie de la charge de travail ne pourra pas être effectuée. Cette partie en rouge, devra donc être réalisée par les sociétés sous-traitantes à un taux horaire différent du personnel interne ($(x + 10)$ €/h pour cet exemple).

L'objectif de l'optimisation du personnel est de réaliser la maintenance nécessaire au moindre coût, il faut donc calculer ce coût total, ce qui est possible avec toutes les inconnues soulevées.

$$C_1 = (S_0 * x) + ((S_1 + S_2) * x) + (S_3 * w)$$

Où $C_1 =$ Coût final pour une période donnée

$x =$ coût à l'entreprise pour une heure de travail d'un employé

$S_0 =$ Surface verte, nombre minimum d'heures de travail sur la période

$S_1 =$ Surface bleue sur rouge, heures de travail réalisées par les employés

$S_2 =$ Surface bleue clair, heures sans travail pour les employés

$S_3 =$ Surface rouge, heures de travail réalisé par les sous traitants

$w =$ taux horaire moyen des sous traitants = $(x + 10)$ dans l'exemple

En jouant avec la surface bleue ($S_1 + S_2$), l'optimisation sur l'effectif du personnel à engager, S_3 va également se modifier et C_1 augmentera ou diminuera. Avec un tableur, il faudra trouver les valeurs pour que C_1 soit le minimum.

4 Description de la structure actuelle du département de l'entreprise ciblée

4.1 L'usine

L'entreprise étudiée est une usine chimique wallonne qui réalise, avec 250 employés, un chiffre d'affaire de plusieurs millions d'euros par an. Cette firme fabrique différents types de produits chimiques, que ce soit gazeux, liquides ou même solides. De par le fait que les installations sont assez vétustes, certaines datent des années 1950, et que le processus de fabrication utilise des produits corrosifs et érosifs, la maintenance est inévitable si la production veut être fiable.

La maintenance est donc un service indispensable pour le site, même si la société est bien consciente du coût qu'elle représente. Suite à des choix stratégiques dans les années 1990-2000, ce service travaille essentiellement avec des sous-traitants, moins de 10 % des employés de la maintenance font partis de l'entreprise, le reste étant toutes des firmes spécialisées dans chaque domaine.

La maintenance de l'usine est divisée en 3 grandes parties : la maintenance centrale, la maintenance locale Ouest et la maintenance locale Est. Les deux maintenances locales travaillent de la même manière, elles sont très proches de la production et répondent présentes pour la majorité des petits travaux et des urgences à réaliser. Pour les tâches plus conséquentes et pour les réparations à prévoir sur du long terme, la maintenance centrale s'en occupera. Ce service est composé de multiples sous-services spécialisés dans multiples domaines tels que l'électricité, l'instrumentation, l'automatisation, la mécanique tournante et statique.

L'étude de ce travail peut se faire dans n'importe quel service car tous travaillent avec des sociétés sous-traitantes. Réaliser cette étude pour tous les services serait d'une ampleur bien trop importante, c'est pourquoi elle se portera sur deux services de maintenance, la maintenance locale Est ainsi que le service en mécanique statique de la maintenance centrale.

4.2 Organisation de la maintenance locale Est et centrale

La maintenance locale Est est composée d'un manager, deux ingénieurs supports et 3 contre-maîtres, cette équipe est propre à l'usine. Les ingénieurs ont pour rôle d'analyser en profondeur les problèmes que la production rencontre, de gérer les préparations des entretiens

annuels et d'aider techniquement les contre-mâtres si leurs connaissances ne suffisent pas. Les contre-mâtres vont planifier les travaux et suivre au quotidien l'avancement de ceux-ci. Ils sont en permanence avec le personnel de sous-traitance qui réalise les travaux.

Tous les matins, une réunion est programmée entre les chefs d'équipes de production et ceux de la maintenance locale. Lors de cette réunion, les différents problèmes rencontrés durant les dernières 24 heures sont présentés et discutés, et ensuite les travaux seront planifiés selon leur degré d'importance. En effet, si la production est arrêtée suite à une casse ou risque d'être arrêtée prochainement, le travail sera réalisé en urgence, c'est à dire dans la journée. Ces travaux seront réalisés par la maintenance locale sauf s'ils sont trop conséquents ou spécifiques, alors la maintenance centrale prendra le relais. Pour les autres problèmes, moins urgents, ceux-ci seront planifiés à la semaine suivante, voire au mois suivant si ces interventions sont définies comme préventives.

La maintenance centrale en mécanique statique est composée d'un manager, un ingénieur support, un planificateur et 3 contre-mâtres. Le fonctionnement de cette équipe est quasiment identique à savoir que ses travaux à réaliser sont plus complexes et nécessitent d'être préparés minutieusement à l'avance, d'être planifiés dans un certain ordre et d'être très bien suivis. Les interventions faites par la maintenance centrale sont généralement réalisées par différentes sociétés spécialisées, d'où l'importance de la préparation et du respect du planning. La maintenance locale ne rencontre pas ce problème de précision de planning car chaque travail sera commencé et terminé par la même société.

4.3 Les types de travaux à réaliser

Dans une usine qui fonctionne 24 heures sur 24 et 365 jours par an, donc sans interruption, il y a trois types de travaux possibles :

- Les travaux planifiés en fonctionnement
- Les travaux exigeant un arrêt pour être réalisés
- Les travaux en crash

Les travaux planifiés en fonctionnement sont des travaux non urgents où la maintenance peut intervenir sans interrompre la production. Ce travail est le plus apprécié, idéal pour la maintenance, offrant une organisation aisée, une gestion, une prévision du personnel adéquat dans de bonnes conditions.

Les travaux exigeant un arrêt pour être réalisés sont également des tâches non urgentes qui peuvent être conçues à l'avance mais qui réclament une interruption de la production. Des arrêts d'usine sont prévus tous les 4 ans pour ce type d'intervention. La maintenance apprécie également cette manière d'ouvrer, cependant, la production connaîtra un arrêt de quelques semaines, de 2 à 4 semaines en fonction du type d'usine, pour des réparations ou entretiens repérés durant les 4 années précédentes. Cela explique le nombre conséquent de travaux à effectuer sur une courte période impliquant une très bonne organisation et une augmentation logique de personnel pour peu de temps.

Les travaux en crash sont des travaux ordonnés absolument en toute urgence pour éviter tout arrêt de l'usine ou pour permettre au contraire la reprise sans délai des activités de l'usine suite à une casse, par exemple. C'est évidemment la circonstance la moins appréciée car cela génère une augmentation de personnel, un élargissement des horaires du personnel, avec en plus un travail moins bien organisé.

Après une brève description des différents types d'interventions possibles, on remarque qu'une intervention sur trois est possible à réaliser avec du personnel fixe. Il en résulte que la stratégie, choisie dans les années 1990, de supprimer tout le personnel ouvrier de la maintenance est compréhensible, bien qu'il soit certainement possible d'optimiser ce choix.

5 Les contrats : classiques, néoclassiques ou de subordination ?

La maintenance d'une usine doit pouvoir répondre à toutes sortes de problèmes, pour ce faire, il faut être spécialisé dans de nombreux domaines et être à la pointe des connaissances de toutes ces technologies bien définies. Il n'est évidemment pas possible de se limiter à travailler qu'avec un seul sous-traitant, chaque domaine impose une société bien précise. Ainsi, l'usine soustraite avec plus de 20 firmes différentes.

Pour l'usine en question, les contrats sont de type classiques ou néoclassiques. En effet, soit certains travaux seront occasionnels mais spécifiques, dans ce cas les sociétés sont contactées et en fonction d'une offre reçue, une commande sera éditée ou non. Il n'y a donc pas de contrat cadre pour ce type d'intervention, une simple commande suffit, ce qui est considéré comme un contrat classique à court terme. Soit d'autres travaux sont plutôt journaliers et non spécifiques, dans ce cas, on est toujours sur des contrats classiques mais sur du long terme. Enfin, certains travaux sont quotidiens mais peuvent être spécifiques, un contrat néoclassique est alors signé pour du long terme avec les sociétés.

5.1 Choix des sociétés étudiées

Afin de pouvoir optimiser le nombre d'employés à engager, en fonction de la quantité et de la qualité des travaux à réaliser en moyenne à la maintenance, il faut tout d'abord choisir les services les plus demandés à la maintenance locale et centrale.

La maintenance locale fait un maximum de petites réparations en attendant que la maintenance centrale prépare les réparations définitives. Le but est d'intervenir rapidement avant que la panne ait un impact sur la production. Pour cela, la maintenance locale a besoin de savoir souder des patches, d'enlever et remettre des vannes de petites et moyennes tailles, d'ouvrir et fermer des équipements, etc. Pour réaliser ces travaux, il faut donc des soudeurs, des chaudronniers ainsi que des monteurs. Les soudeurs et chaudronniers ne doivent pas spécialement avoir d'agrégation car ils vont réaliser des réparations provisoires, cela veut dire qu'elles ne seront pas inspectées comme des réparations définitives le seront.

La maintenance centrale, comme dit précédemment, a pour objectif de réaliser des réparations définitives. Ces interventions seront préparées, planifiées à l'avance, et correctement inspectées une fois finies. Ce service de maintenance travaille plutôt avec des tuyauteurs soudeurs, ceux-ci doivent être agréés pour pouvoir souder sur différents types de matériaux,

ainsi qu'avec des monteuses et des grutiers afin de pouvoir démonter et remonter des équipements complets.

L'étude se porte dès lors sur 3 sociétés et voici leur contrat.

5.2 Les contrats dans l'ensemble : analyse

5.2.1 Société de tuyauterie

Une usine chimique productrice de solutions liquides et gazeuses a énormément de tuyauteries. Plusieurs dizaines de kilomètres de conduites, de différentes matières, font le tour du site industriel. En partant de la vapeur d'eau et autres, des produits très corrosifs sont fabriqués, ceci implique que les tuyaux peuvent être dans des matières standards, telles que de l'acier carbone ou de l'inox, mais aussi dans des matières beaucoup plus exotiques, telles que du titane ou de l'inconel. De là vient la spécificité de trouver une société, avec des soudeurs agréés pour de l'acier carbone ou de l'inox, n'est pas difficile, par contre dénicher la société, qui propose des soudeurs agréés pour des matières standards ainsi que pour des matières exotiques, est déjà plus compliqué.

Pour la société sous-traitante, l'investissement spécifique pour pouvoir travailler dans une telle entreprise sera de former leur personnel ainsi que d'avoir le matériel adapté. Il faudra également accepter que les soudeurs spécialistes n'aillent pas nécessairement souder tous les jours des matières exotiques, ils doivent simplement être présents lorsque l'usine aura besoin d'eux. Cela signifie que la société réalise un investissement qu'elle ne peut pas rentabiliser tous les jours.

Néanmoins, cet investissement spécifique n'est pas suffisant que pour dire d'avoir des risques de comportements opportunistes de la société sous-traitante car il est toujours possible pour l'usine de trouver d'autres sociétés concurrentes qui sont prêtes à s'investir pour acquérir de tel contrat de maintenance. Cependant, pour la société sous-traitante, il est important d'avoir un contrat afin d'éviter que le client, ici l'usine, décide du jour au lendemain à travailler avec une autre société. Suite à leur indépendance et la bonne relation entre les deux entreprises, un contrat néoclassique est suffisant et nécessaire pour une bonne collaboration.

Dans ce contrat sont définis les prix en unit rate² grâce à un tableau reprenant le maximum de combinaison possible mais comme le dit Williamson, il est impossible d'écrire un contrat complet. C'est pourquoi un tableau avec des prix en régie³ est également établi dans le contrat afin de ne pas avoir de surprise lorsqu'un travail trop complexe n'est pas transformable en points.

Dans le but d'assurer la société sous-traitance contre tout comportement opportuniste du client, un chiffre d'affaire minimum annuel entre les deux partenaires est inscrit sur le contrat.

Avec ce type de contrat, le client est assuré d'avoir des prix fixes qu'il connaît avant de signer et la société sous-traitante connaît le montant minimum de son chiffre d'affaire annuel. Les deux partenaires peuvent commencer leur relation en toute sérénité même s'ils ne sont pas à l'abri de nouvelles surprises mais il a été décidé et écrit que les problèmes seront réglés d'un commun accord.

Pour la suite de l'étude, il est nécessaire de connaître les prix en régie convenus entre les deux partenaires, ces prix sont repris en annexe 4. Les prix en Unit Rate sont confidentiels et ne seront pas repris dans cette étude, ce qui ne pose aucun problème car tous les travaux seront estimés en heure de travail et non en unité de travail.

Il est par contre indispensable de savoir si le taux horaire demandé par la firme comprend le matériel nécessaire pour l'intervention ou s'il sera refacturé par la suite. Il est clairement indiqué sur le contrat que les consommables, les outils et les machines pour les travaux de type standards, c'est-à-dire tuyauterie en acier carbone ou inox, sont compris dans les taux horaires. En revanche, pour tout travail sur des matériaux spécifiques, les machines seront refacturées selon le nombre de jour de location.

5.2.2 Société de tôlerie

Outre les tuyauteries, pas mal d'équipements sont installés dans l'usine. Même s'il faut également un soudeur pour réparer ces équipements, ce n'est pas du tout le même métier qu'un tuyauteur. Il faut être capable de plier, rouler des tôles, de faire des cônes, etc. Bref, un métier complètement différent de tuyauteur. Cependant, ce métier ne demande pas d'investissement

² Le prix en unit rate est un prix à l'unité c'est à dire que le travail à effectuer est transformé en un certain nombre de point et un coût a été défini au point. Le travail n'est donc pas payé en fonction des heures réalisées mais en fonction du nombre de points que vaut le travail.

³ Les prix en régie sont les prix qu'il faut payer par heure de travail. Celui-ci est différent en fonction de la personne qui travaille, si c'est un tuyauteur, un soudeur, un chef de chantier, etc.

spécifique pour cette usine car c'est un savoir-faire que beaucoup d'autres entreprises ont besoin, que ce soit une sucrerie ou une cimenterie, ce type de métier est indispensable dans la maintenance.

Cependant, quelques salariés se sont spécialisés dans un domaine très particulier au fur et à mesure des années passées sur le site de l'usine. En effet, une unité de fabrication d'acide concentré est composée de tuyauteries et d'équipements en verre. La maintenance des matériaux en verre demande d'être très minutieux et agiles, il faut être correctement formé pour manipuler ces pièces. Afin d'éviter tout comportement opportuniste du partenaire sous-traitant, l'usine a d'abord payé des formations aux contre-maîtres et ingénieurs de la maintenance locale qui, ensuite, ont pu former quatre à cinq personnes de la société sous-traitante. De cette manière, si le contrat entre les deux partenaires venait à être rompu, l'usine pourrait toujours réaliser des formations en interne, et donc à moindre frais, à de nouvelles personnes.

Un contrat néoclassique de même type que le contrat pour la société de tuyauterie a été signé, avec des prix fixes pour de l'unit rate et de la régie. Par contre, aucun chiffre d'affaire minimum n'a été convenu, ce qui laisse une ouverture à la société cliente de travailler en parallèle avec une société concurrente.

Les prix convenus entre les deux partenaires sont également dans l'annexe 4. Le matériel utilisé par la société de tôlerie ressemble fortement au matériel pour la société de tuyauterie, les termes et conditions pour la location du matériel sont les mêmes.

5.2.3 Société de montage

Que ce soit des tuyauteries ou des équipements, ceux-ci peuvent parfois peser plusieurs centaines, ou plutôt milliers de kilogrammes. Ces pièces de plusieurs tonnes doivent être démontées et montées à différentes hauteurs, c'est pourquoi la maintenance a besoin de personnel spécialisé dans le montage, des ustensiles et machines adéquats c'est à dire des palans, des élévateurs et principalement des grues.

Pour une société de montage, les grues sont des investissements importants mais ils ne sont pas spécifiques à cette usine puisqu'elles peuvent être utilisées partout ailleurs. Cependant, lors de certains Turnaround⁴, le nombre de travaux peut être tellement élevé que l'on peut compter jusqu'à 12 grues et plus sur le site. Cela pourrait devenir un investissement spécifique puisque peu d'entreprise en Belgique demandent parfois autant de grues en même temps.

⁴ Un Turnaround ou un shutdown est arrêté prévu de l'usine, généralement tous les 2 ou 4 ans en fonction de l'unité, afin de réaliser de la maintenance.

Un avantage pour la société de montage est la localisation de leur dépôt, à moins d'un kilomètre de l'usine. Ceci leur permet d'avoir une réactivité imbattable par rapport à ses concurrents mais il faut y prendre garde car cela peut amener à des comportements opportunistes de la société sous-traitante. C'est pourquoi, dans ce cas, un contrat néoclassique est indispensable. Dans ce contrat, vont se retrouver tous les prix de location des machines, ces prix seront modifiés par un coefficient qui dépendra du type de la demande de location : en urgence ou travail bien planifié.

5.3 Les extras pour les sociétés

5.3.1 La base vie

Pour toutes les sociétés ayant un contrat cadre avec l'entreprise, un village contractant a été conçu afin qu'ils puissent installer leurs vestiaires et sanitaires, leur réfectoire ainsi que leurs bureaux administratifs. Tous ces locaux sont mis à disposition pour les sociétés sous-traitantes mais la location reste à leur charge. Cependant, ces locaux sont équipés d'une arrivée d'eau, d'électricité et d'un réseau internet. Toutes les consommations sont également prévues dans le contrat et ne sont donc pas à charge des sociétés.

5.3.2 Les ateliers

Avant les années 1990, il y avait toute une structure et une organisation interne pour le service de la maintenance. Le personnel était bien plus important que maintenant et plusieurs bâtiments n'étaient dédiés que pour ce service. Les bâtiments sont toujours présents, deux petits ateliers sont réservés pour les maintenances locales, Est et Ouest, alors qu'un grand atelier est utilisé par la maintenance centrale. Ces ateliers sont mis à disposition aux sociétés extérieures, les trois sociétés décrites ci-dessus utilisent donc ces espaces sans aucune charge supplémentaire.

5.3.3 Les machines fournies par l'usine

Toutes les sociétés extérieures utilisent leurs propres matériels. Pour la société de tuyauteries, c'est essentiellement de l'outillage tels que des postes à souder, des meuleuses, disqueuses, etc. Tout est à la charge de la société et refacturé indirectement dans le taux horaire comme décrit plus haut. La société de tôlerie doit également prévoir, à sa charge, l'outillage nécessaire pour souder et découper. Cependant, elle est plus avantagée que les autres car il reste dans les ateliers des machines pour la tôlerie : 1 plieuse, 2 cintreuses et 1 cisaille. Ces machines

sont en très bons états et sont entretenues à la charge de l'usine. Ces machines sont donc utilisées par les sociétés extérieures mais appartiennent à l'entreprise, c'est un détail très important pour l'étude économique car ces machines nécessitent un investissement non négligeable. En effet, la plieuse et la cisaille ont été achetées en 2010 pour les sommes respectives de 41 000 € et 32 000 €.

6 Démarche pratique

6.1 Mise en situation

Afin d'obtenir des résultats concrets et réels, un logiciel ERP a été utilisé pour pouvoir ressortir un maximum de données de l'entreprise étudiée. Avec ce logiciel, il sera possible de reprendre tous les types de travaux souhaités qui ont été réalisés aux dates sélectionnées. Il est également possible d'aller plus en détail pour chaque travail, c'est-à-dire de retrouver tout le matériel qui a été nécessaire pour la réalisation ainsi que de connaître toutes les sociétés qui ont dû intervenir.

La période définie pour sélectionner les travaux est le mois de Mars 2019. Ce mois est un mois classique pour l'usine car il n'y a pas eu d'arrêt programmé et donc, pas d'augmentation prévue de la charge de travail.

6.2 Calcul du coût moyen d'un employé

Afin d'obtenir des résultats les plus réalistes possibles, les salaires des ouvriers, de manière générale, ont été directement demandés aux ressources humaines. Ce qui est le plus important n'est pas spécialement le salaire de l'ouvrier mais plutôt ce que coûte l'ouvrier à l'entreprise. Les ressources humaines doivent justement calculer le coût de chaque fonction dans la société, et en considérant leur expérience. Les montants calculés par les ressources humaines ont bien été communiqués :

Tableau 2 : Estimation des coûts du personnel interne

Statut	Salaire brut/mois	Coût sur 1 an	Coût par heure de travail
Ouvrier sans expérience	2,600.00 €	68,000.00 €	39.91 €
Ouvrier avec 10 ans d'expérience	2,750.00 €	75,000.00 €	44.01 €
Employé manuel sans expérience	2,600.00 €	59,000.00 €	34.62 €
Employé manuel 10 ans d'expérience	3,100.00 €	69,000.00 €	40.49 €

Les données reçues sont le salaire et le coût sur un an. Les coûts par heure de travail ont été calculés en estimant le nombre d'heure de travail sur une année.

Les données qui vont être utilisées pour cette étude sont ceux des employés car le statut d'ouvrier tend à disparaître dans l'entreprise.

6.3 Identification des différents travaux réalisés

Avec ce logiciel, il est donc possible d’aller rechercher tous les PMOrder, c’est-à-dire les ordres de travail, réalisés du 1^{er} au 31 mars pour les sociétés désirées.

Tableau 3 : Charge de travail pour le mois de mars 2019

	Période : mars 2019		
	Nbre de PMO	Société	
	60	PMXTUY2	Tuyauterie
	179	PMXTOL1/2	Tôlerie
141	PMXLEV1/2	Monteurs	
TOTAL	380		

6.3.1 Grandeurs et qualité des travaux

Les 380 travaux ont été analysés afin de connaître la possibilité s’il pouvait exécutés par des employés ou non en fonction de :

- Travail < 4 hommes
- Travail sans machine spécifique
- Agrégation/formation non nécessaire

Le nombre de travaux sélectionnés s’est réduit à 298. Cela veut déjà dire que $\frac{298}{380}$, soit près de 80% des travaux réalisés à l’heure actuelle pourraient être fait par des employés internes à l’entreprise.

Ce premier résultat est très intéressant et encourage fortement à approfondir cette étude.

6.3.2 Analyse des travaux présélectionnés

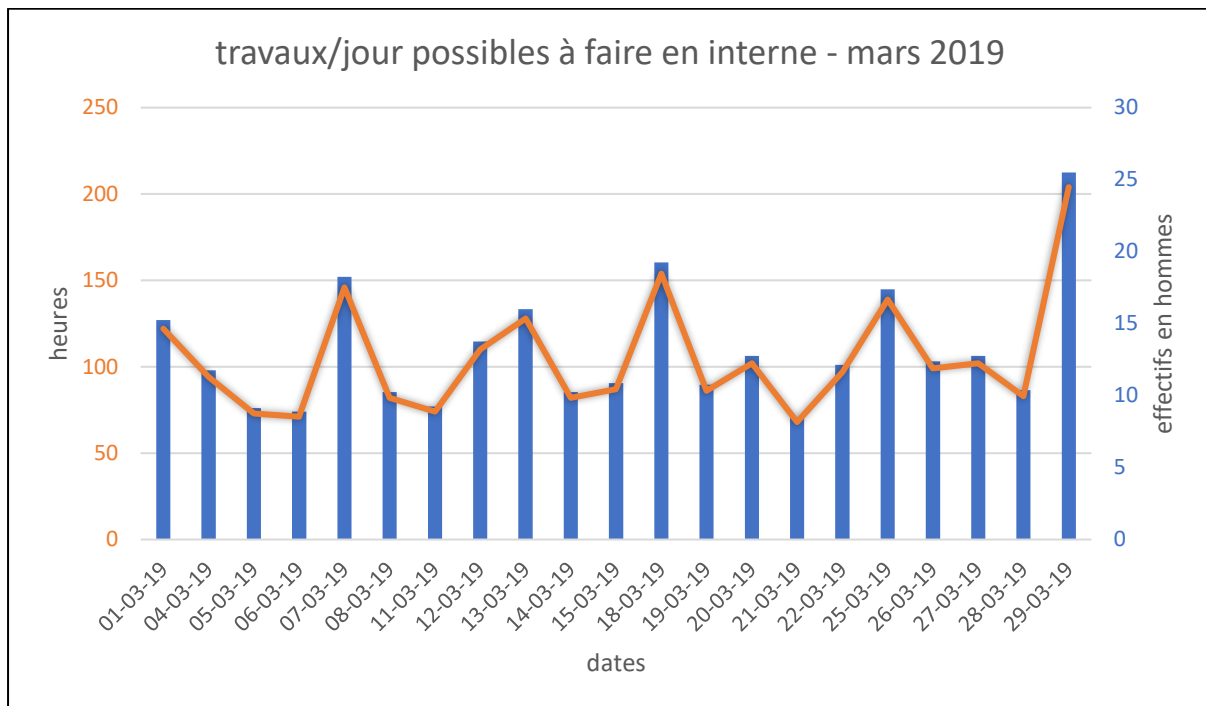
6.3.2.1 Estimation du nombre de personnel

Afin d’estimer le nombre de personnes nécessaires à la réalisation de ces 298 travaux, il faut d’abord pouvoir estimer le temps d’intervention pour chacun de ceux-ci. Toutes les données sont à la fin de ce Travail, à l’annexe 1⁵.

Les travaux sont détaillés en plusieurs colonnes, une colonne avec le nombre d’heures totales pour l’intervention, une colonne pour le nombre de personne minimum pour la réalisation et deux colonnes pour les dates de commencement et de fin des travaux.

⁵ Annexe 1 : seulement une partie du tableau des données se trouve dans l’annexe car le tableau est beaucoup trop conséquent, l’entièreté des données sera présente lors de la défense.

Avec ces données, il est possible de sortir un graphique permettant de voir la charge de travail journalière sur le mois de mars.



Graph 6 : Charge de travail journalière sur le mois de mars 2019

Ce premier graphique dans cette étude nous montre la fluctuation importante du besoin en personnel. En moyenne, on peut voir qu'on est entre 10 et 15 personnes par jour. En revanche, certaines journées sont plus creuses avec une demande d'à peine 8 personnes et d'autres sont beaucoup plus mouvementées et requièrent jusqu'à 25 personnes.

Sans aller plus loin dans l'étude, on peut vite comprendre la stratégie mise en place il y a une vingtaine d'années, où la facilité de la sélection ou non du personnel sous-traité était certainement préférée par rapport l'optimisation du personnel qui exige une gestion importante.

6.3.2.2 Nombre de travaux sans outillage

Puisque l'objectif est de pouvoir comparer le coût total d'un travail réalisé par une société extérieure par rapport au coût que l'entreprise aurait payé s'il avait été exécuté par ses propres soins, il faut pouvoir identifier tous les outils nécessaires à la réalisation des différents travaux. Pour ce faire, 4 nouvelles colonnes ont été ajoutées au tableau de données et chaque travail a été identifié et complété par les matériaux nécessaires.

Tableau 4 : Liste des travaux avec tri du matériel

Étiquettes de lignes	Nbre de Order	Somme de matériel	Somme de Soudure	Somme de levage
01-03-2019	25	5	3	2
02-03-2019	1	0	0	0
04-03-2019	17	3	1	2
05-03-2019	26	3	3	2
06-03-2019	17	3	3	0
07-03-2019	19	5	4	1
08-03-2019	13	0	0	0
11-03-2019	15	2	2	0
12-03-2019	21	1	0	1
13-03-2019	15	6	6	2
14-03-2019	9	3	3	1
15-03-2019	11	1	1	0
18-03-2019	22	5	5	0
19-03-2019	11	5	5	0
20-03-2019	14	4	4	0
21-03-2019	10	1	1	1
22-03-2019	17	4	4	0
24-03-2019	2	1	0	1
25-03-2019	26	5	3	3
26-03-2019	11	5	5	1
27-03-2019	17	1	1	0
28-03-2019	13	2	2	0
29-03-2019	15	3	3	0

Dans la troisième colonne, on remarque qu'il faut quasiment tous les jours l'utilisation de matériel. Cependant, la deuxième colonne indique le nombre de travaux et il est facilement constatable que beaucoup se réalisent sans matériel mécanique. Seuls 20% des travaux nécessitent du matériel mécanique de type poste à souder, disqueuse, matériel de levage. Il n'y pas de colonne pour le matériel de tôlerie puisque tout le matériel appartient déjà à l'entreprise et ne sera donc pas un coût supplémentaire si de futurs employés devaient les utiliser.

Afin de connaître l'imputation du matériel sur les travaux, il faut estimer le coût d'achats et de l'entretien de ceux-ci, ainsi que leur durée de vie.

Tableau 5 : Estimation du coût des outils mécaniques

Matériel	Nombre	Prix achat	Coût total	Entretien/an	lifetime en heures
Poste à souder tri	1	3,000 €	3,000 €	1,000 €	5000
Poste souder portable	2	500 €	1,000 €	0	1000
Meuleuse	3	500 €	1,500 €	0	1000
Disqueuse	3	500 €	1,500 €	0	1000
Palan	4	300 €	1,200 €	0	2000
Investissement/an			8,200 €	9,200 €	

Avec les prix d'achats, le nombre nécessaire ainsi que la durée de vie du matériel, il a été possible d'estimer le coût de ceux-ci par heure de travail.

Tableau 6 : Estimation du coût du matériel par heure de travail

Estimation prix du matériel par travail		
Travail	Matériel	Coût
Soudure	Poste, meuleuse, disqueuse	2€/h
Montage	Palan	0.50€/h

Comme il est très difficile d'estimer le temps d'utilisation des machines par heure de travail, il a été estimé que pour chaque travail nécessitant ces matériaux, la moitié des heures pour réaliser le travail a été comptabilisé. Pour la plupart des travaux, cette estimation est surestimée mais il ne faut pas oublier que les consommables ne sont pas comptabilisés dans ce tableau. En effet, certaines sociétés le négligent, néanmoins cela représente un budget et surtout pour les travaux de grandes ampleurs (faible dans cette étude puisque les gros travaux ont été écartés). Le fait d'augmenter légèrement le temps d'intervention des machines par rapport au travail réalisé comblera les prix non comptés des consommables.

6.3.3 Estimation du coût des travaux

6.3.3.1 Hypothèses

L'estimation du montant des travaux est une étape primordiale pour cette étude car elle sera la base des résultats obtenus et donc des conclusions à en tirer.

Avant de simplement multiplier les heures estimées par les taux horaires, il faut faire quelques hypothèses :

a) Les heures non comptées

Pour le moment, les heures estimées sont des heures des travaux sur chantier ou dans les ateliers. Cependant, derrière tout cela, les firmes extérieures sont structurées avec généralement un site manager, quelques superviseurs, un magasinier ainsi qu'une personne pour les tâches administratives (structure minimum). Dans cette étude, il est considéré qu'il faut un site manager pour 20 personnes et un superviseur pour 10 personnes. Pour les estimations de coût, leur taux horaire est donc reparti de cette manière.

Il est également considéré qu'il faut un magasinier pour 20 travaux. Seule la personne s'occupant des tâches administratives n'est pas comprise dans ces estimations. Le coût de la personne administrative de la firme extérieur est réparti dans les différents taux horaires.

b) Coût d'un employé pour l'usine

Il est sûr que si l'on augmente le personnel d'une entreprise, la charge de travail des ressources humaines ainsi que des manager augmentera également et donc apportera un coût supplémentaire. Cependant, dans cette étude, l'entreprise ayant 250 employés, si la conclusion sera d'engager moins de 20 personnes, l'impact sur le travail des ressources humaines sera négligeable. Concernant la structure organisationnelle de la maintenance, des contre-maîtres sont déjà présents, ils planifient et suivent les différents travaux réalisés par les sous-traitants, leur mission ne changera pas si ce n'est qu'une partie des travaux à suivre seront réalisés par le personnel de l'usine et non plus par des firmes extérieures.

c) Coût du matériel

La liste de matériel estimée ci-dessus est très légère. Effectivement, il faudrait rajouter pas mal de petits outils, des rallonges électriques, des EPI⁶ non standards tels que des gants antiacides, bottes, etc. Mais ce matériel est déjà donné aux sous-traitants via le magasin de l'usine, donc il faudrait l'estimer et le compter dans les travaux faits par les sous-traitant également. Il est donc plus facile de ne le compter ni pour l'un, ni pour l'autre. Pour les EPI standards (bleu de travail, casque, lunette, gant et chaussure), ceci est compté dans les coûts annuels d'un employé.

d) Les machines

Les machines utilisées par la société de tôlerie telles que la cisaille, la plieuse et les cintreuses appartiennent à l'usine. Pour connaître le coût exact d'un travail terminé, il faudrait rajouter l'amortissement de celles-ci sur chaque heure de travail. Cependant, comme les frais seront les mêmes si les machines sont utilisées par du personnel de l'usine ou par des sous-traitants, il n'y a pas d'intérêt de calculer les pertes pour ce cas précis.

e) L'espace alloué

L'objectif de cette étude étant d'optimiser le nombre de sous-traitant et non pas la suppression ceux-ci, une base vie contenant les bureaux, les réfectoires, les vestiaires et les sanitaires des firmes extérieures devra toujours exister. Le coût des charges diminuera certainement, néanmoins, la différence sera très faible puisque le personnel qui ne se lavera,

⁶ EPI : Equipement de Protection Individuel : Ce sont des équipements personnels qui servent à protéger les travailleurs. Il existe également les EPC, les Equipements de Protections Collectifs comme par exemple, des gardes corps qui vont éviter que les personnes tombent dans un trou. Par contre, pour éviter de tomber, il est également possible de mettre un harnais, ceci sera un EPI.

changera et mangera plus dans le village des contractants, le fera dans les installations de l'usine. Aucune estimation n'a donc été faite pour les différentes charges que l'entreprise paie pour la base vie des contractants.

L'espace alloué pour les futurs employés ne sera pas nouveau puisque ces employés manuels travailleront dans les ateliers de l'entreprise. Ceux-ci sont pour le moment utilisés par les sous-traitants, aucun frais supplémentaire n'est donc à prévoir.

Pour les estimations des coûts des travaux, l'amortissement des bâtiments tels que les ateliers n'est pas pris en compte.

f) Coût d'un employé avec 20 ans d'expérience

N'ayant pas reçu d'information officielle concernant le prix que coûte un employé manuel avec un minimum de 20 ans d'expérience, une approximation a été faite et celle-ci s'élève à 75 000€/an avec un salaire de 3500 € brut par mois.

6.3.3.2 Résultats

Après avoir identifié toutes ces hypothèses, il est possible de sortir un tableau avec plusieurs estimations pour tous les travaux réalisés durant le mois de mars 2019. On retrouve une estimation du coût du travail fait comme actuellement par une firme extérieure, une estimation du travail s'il avait été fait par du personnel de l'usine sans expérience, une estimation si le personnel avait 10 ans d'expérience et enfin, avec 20 ans d'expérience. Le tableau complet se trouve en annexe 2⁷, ci-dessous, les chiffres les plus importants, c'est les totaux de tous les travaux.

Tableau 7 : Estimation total des travaux

Total des estimations					
Les travaux		Coût si fait par			
Nombre de travaux	Nombre d'heures	Sous-traitants	Empl. sans exp.	Empl. 10 ans exp.	Empl. 20 ans exp.
298	2203	107,365.71 €	76,933.58 €	89,861.99 €	97,619.03 €

En ayant ces totaux pour le mois de mars 2019, une moyenne du coût à l'heure peut être faite :

Tableau 8 : Coût moyen par heure de travail en fonction du personnel

Coût moyen par heure de travail			
Sous-traitants	Employés sans exp.	Employés avec 10 ans exp.	Employés avec 20 ans exp.
48.74 €	34.92 €	40.79 €	44.31 €

⁷ L'annexe 2 : le tableau des données est tellement conséquent qu'il ne sera pas entièrement dans les annexes, il sera amené lors de la défense orale, il sera dès lors possible de le visionner à ce moment-là.

Les résultats obtenus sont cohérents et correspondent à la réalité. Cependant, avec les différentes hypothèses citées ci-dessus, ces prix sont légèrement plus bas que ceux qu'ils devraient être.

Il est important de signaler que les prix affichés dans ce tableau ont été calculés avec une moyenne de 300 travaux seulement qui ne demandent pas de spécialisation. Ces prix correspondent pour du personnel sachant tout faire mais qui ne nécessite pas de formation spécifique. C'est pourquoi, les taux concernant les travailleurs de la société de tuyauterie seront bien plus chers que les résultats obtenus ici puisque tous les travaux avec une certaine complexité ont été sorti du calcul.

L'objectif de ce tableau est de constater les différences entre les coûts des employés de l'usine étudiée et le coût minimum qu'un sous-traitant suscite. D'ailleurs, c'est à partir de ces résultats que l'optimisation sera faite.

6.4 Optimisation du personnel

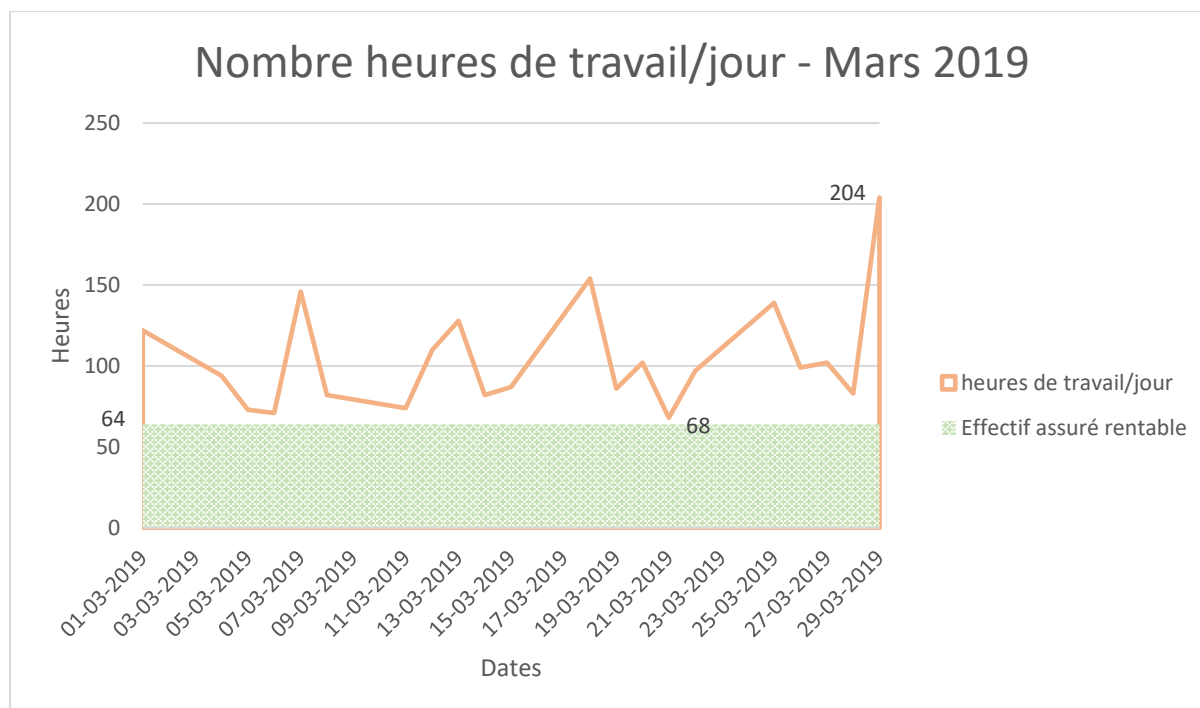
6.4.1 Hypothèses

Avant tout calcul, il est nécessaire d'émettre encore des hypothèses :

- Afin de ne pas réaliser 3 calculs différents pour les 3 profils d'employés possibles pour ce cas, le profil utilisé sera l'employé avec 10 ans d'expérience. L'étude avec ce profil permet d'avoir un jeune apprenti dans une équipe avec une personne d'une vingtaine d'année d'expérience, le tout est d'avoir une moyenne aux alentours des 10 ans d'expérience. Il est évident qu'en réalité il est possible d'avoir une équipe de 3 personnes âgées de plus de 50 ans ou à l'inverse, une équipe de 3 jeunes. Ce qui est quand même très rare.
- La charge de travail prélevée pour cette étude n'a été faite que sur un mois. Le mois de mars a été « normal » car il n'y pas eu d'arrêt spécifique mais quelques petits arrêts classiques où on peut remarquer des pics d'heures de travail. Cependant, un échantillon d'un mois n'est certainement pas suffisant pour en tirer des conclusions définitives, ces données vont renvoyer un indice sur l'optimisation possible à mettre en place mais l'idéal serait de prendre un échantillon d'un an. Afin de quand même pouvoir tirer des conclusions sur les résultats de cette étude, on va émettre l'hypothèse que la charge de travail de ce mois est dans la moyenne de la charge de travail sur une année.

6.4.2 Les premières observations

Avec le tableau des données, il est donc possible maintenant de réaliser le graphique reprenant toutes les heures planifiées sur le mois et d'identifier le minimum de personnel que l'entreprise pourrait engager sans aucune crainte.



Graph 7 : charge de travail pour mars 2019

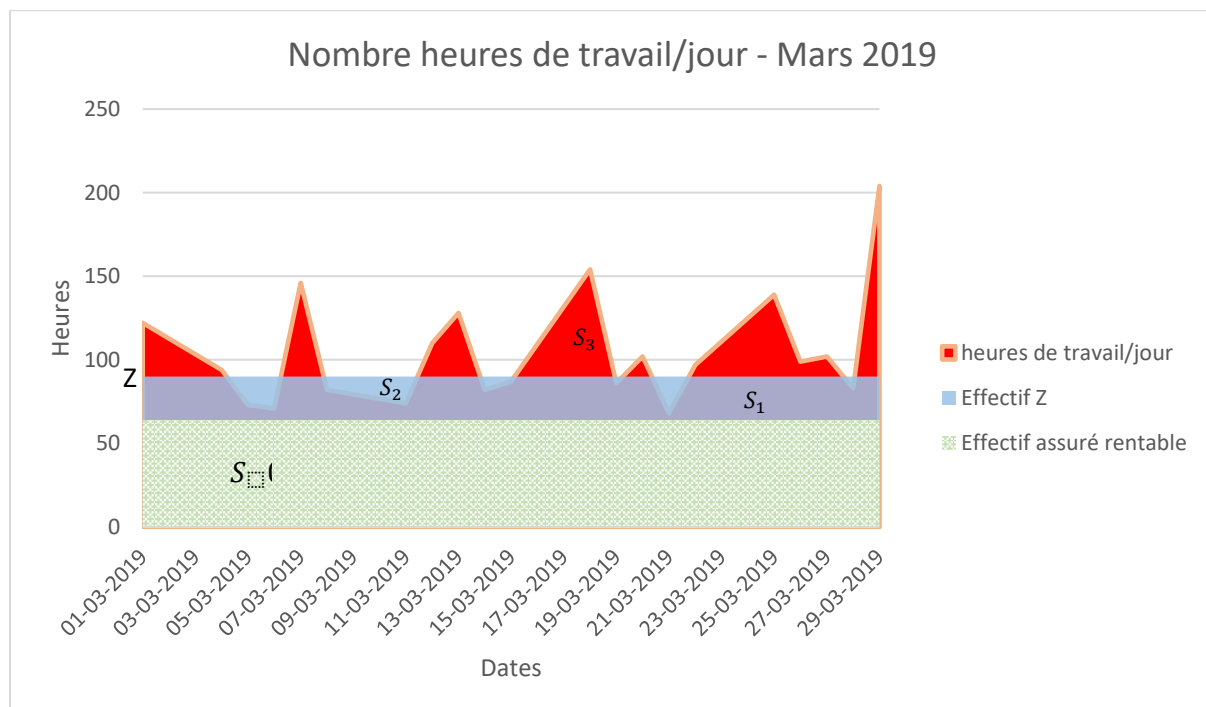
Pour le mois de mars, on varie donc entre 68 heures et 204 heures par jour. Si ces résultats sont les mêmes mais sur une période bien plus longue, l'entreprise peut assurément engager du personnel pour 68 heures par jour puisque les résultats concernant les taux horaires ont bien montré que le personnel engagé serait moins cher que le personnel sous-traité. Soixante-huit n'étant pas un facteur de 8, la première surface hachurée est à une valeur de 64 heures par jour, ce qui donne un effectif de 8 personnes.

A l'heure actuelle, le mois de mars a coûté 107,365.71 € pour réaliser tous ces travaux puisque l'entreprise ne fonctionne qu'avec des sous-traitants.

Avec 8 personnes engagées à temps plein, et ne prenant pas congé durant le mois de mars, 64 heures par jour auraient été fait par du personnel interne à une moyenne de 40.79 €, ce qui serait revenu au total à $((64 * 21) * 40.79) + ((2203 - (64 * 21)) * 48.74) = 96\,689,42$ €. Un gain de plus de 10 000 € aurait donc pu être fait sur un mois sans optimisation, simplement en se basant sur le personnel minimum qui peut être engagé.

En faisant ce calcul, nous avons déjà calculé la surface verte $S_0 = 64 * 21 = 1344$ heures. L'unité restera en heures en considérant que l'axe des abscisses, donc les dates, sont simplement des nombres sans unités, ce qui a beaucoup plus de sens que de mettre des temps au carré (heures*jour) pour l'unité de surface.

Afin de pouvoir commencer l'optimisation, il faut maintenant calculer les surface S_1, S_2 et S_3 qui seront variables en fonction du nombre d'heures de travail que le personnel de l'entreprise fera par jour.



Graph 8 : charge de travail avec optimisation Z

Au plus Z va augmenter, au plus les surfaces S1 et S2 vont augmenter également et S3 va diminuer, ce qui est intéressant vu que S3 est à un taux horaire plus cher que S1 et S2. Cependant, S2 représente les heures payées mais sans travail à faire, cela augmente donc le coût moyen d'un travail dans son ensemble.

Pour optimiser cela, les 3 surfaces sont calculées à l'aide d'un tableur Excel. Le calcul de surface d'une courbe peut se faire à l'aide d'une intégral, cependant, ici nous ne connaissons pas l'équation de la courbe. En revanche, il est possible de calculer toutes les équations linéaires qu'il y a entre chaque point puisque ce n'est qu'une multitude de droite. Une fois que l'équation

de la droite est calculée entre deux points, il est possible de retrouver autant de points que l'on veut entre ces deux points.

Exemple pour les deux premiers points :

$$X_0 = 0 ; Y_0 = 122$$

$$X_1 = 1 ; Y_1 = 94$$

Equation d'une droite :

$y = ax + b$

Calcul de la pente a :

$$a = \frac{(Y_1 - Y_0)}{(X_1 - X_0)} = \frac{94 - 122}{1 - 0} = -28$$

Calcul de b :

$$b = y - a * x = 94 - (-28) * 1 = 122$$

Equation pour la première droite :

$y = -28x + 122$

Avec cette équation, il est possible d'avoir autant de points que l'on veut entre les deux premiers points. Au plus il y aura de points, au plus l'aire calculée sera précise.

Tableau 8 : calcul des points des droites de la charge de travail

Points de la première droite	
X	Y
0	122
0.1	119.2
0.2	116.4
0.3	113.6
0.4	110.8
0.5	108
0.6	105.2
0.7	102.4
0.8	99.6
0.9	96.8
1	94

Ce calcul est fait pour tous les points du graphe, avec une précision au centième. Il est possible de retrouver ces informations dans l'annexe 3.

Avec ces points, il est maintenant possible de calculer l'aire sous la courbe par rapport à un point donné, qui ici n'est pas 0 mais Z car la surface qui nous intéresse commence à partir de 64, et pas 0, et la valeur va varier jusqu'au moment où le coût minimum possible pour le mois est atteint.

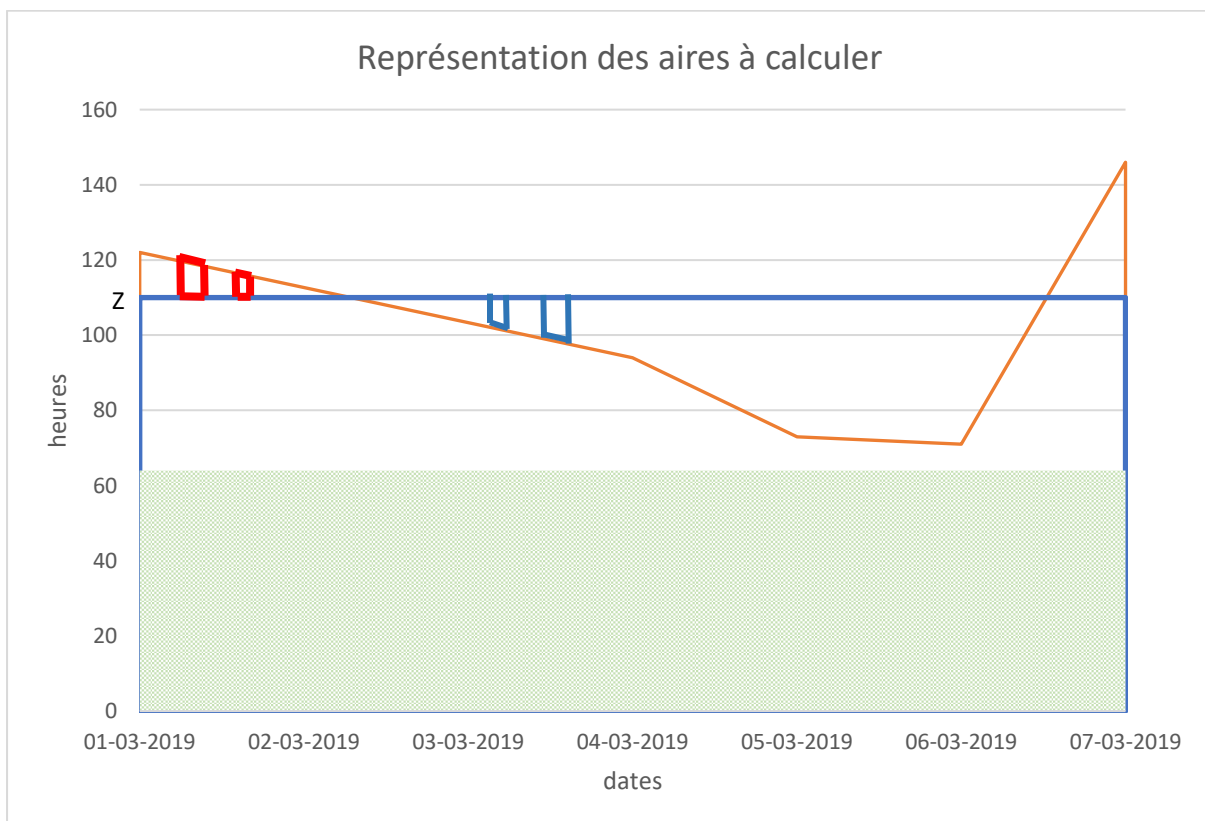
Cette surface sera calculée en additionnant une multitude de trapèze, il faut donc utiliser l'équation de l'aire d'un trapèze :

$$\frac{(Grande\ base + petite\ base) * Hauteur}{2} = Aire\ trapèze$$

Autrement dit, ici :

$$(((Y_0 - Z) + (Y_1 - Z)) * (X_1 - X_0))/2 = A_1$$

A1 peut être positif comme négatif. Si le résultat est positif, cela veut dire que l'aire se trouve au-dessus de Z et que donc, ce sont des travaux qui vont être réalisés par des sous-traitants, S3. Si par contre, l'aire calculée est négative, c'est qu'elle se trouve sous la droite Z, cette aire représentera les heures payées par l'entreprise pendant que les employés n'ont pas de travail. Voici en graphe 9, un zoom sur une partie du graphe si Z=110 et une représentation des aires positives et négatives.



Graphe 9 : Zoom sur le graphique avec Z=110, représentation des aires à calculer

Une fois que toutes les aires sont calculées, dans ce cas 2100 trapèzes car il y a 100 points pour chaque droite, la surface S_1 peut être calculée facilement en faisant

$$(Z - 64) * 21 = S_1$$

Maintenant que les 3 surfaces peuvent être connues en fonction de Z , la dernière équation peut être calculée :

$$C_1 = (S_0 * x) + ((S_1 + S_2) * x) + (S_3 * w)$$

Où $C_1 =$ valeur varie en fonction de Z

$x =$ taux horaire employé 10 ans exp. = 40,79 €

$S_0 =$ valeur fixe = $64 * 21 = 1344$

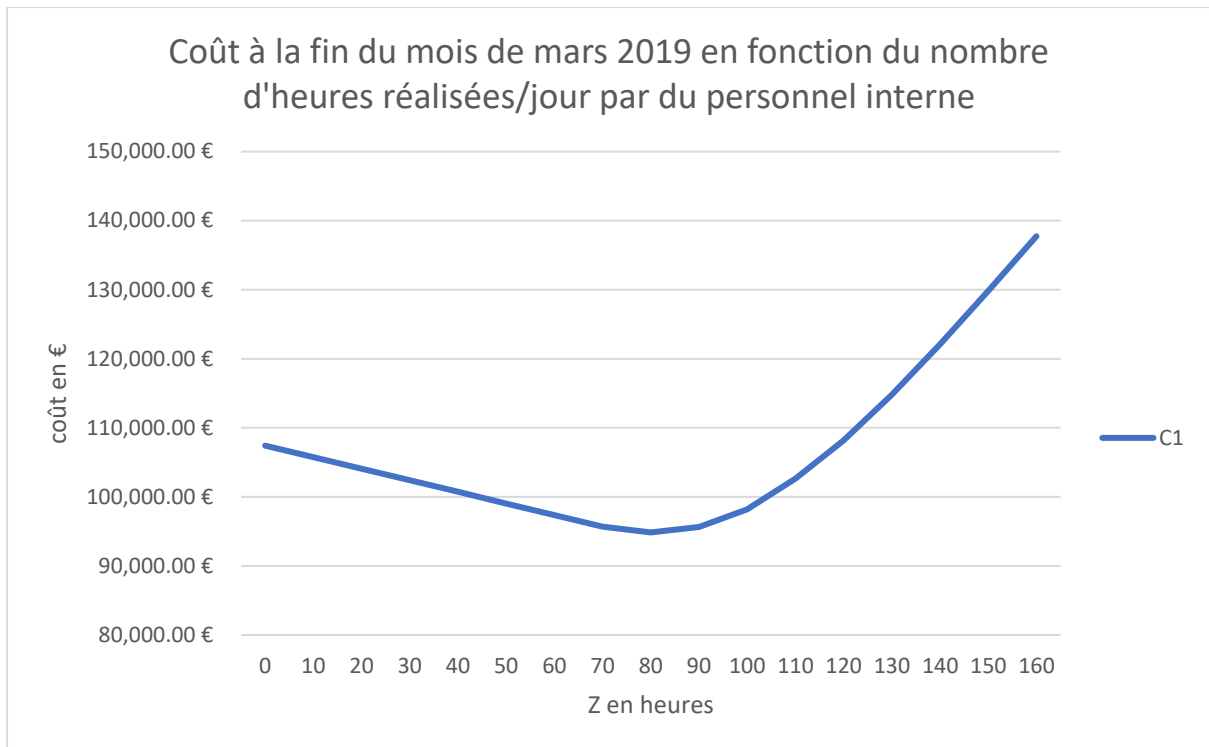
$S_1 =$ valeur varie en fonction de Z

$S_2 =$ valeur varie en fonction de Z

$S_3 =$ valeur varie en fonction de Z

$w =$ taux horaire moyen d'un soustraitant = 48,74 €

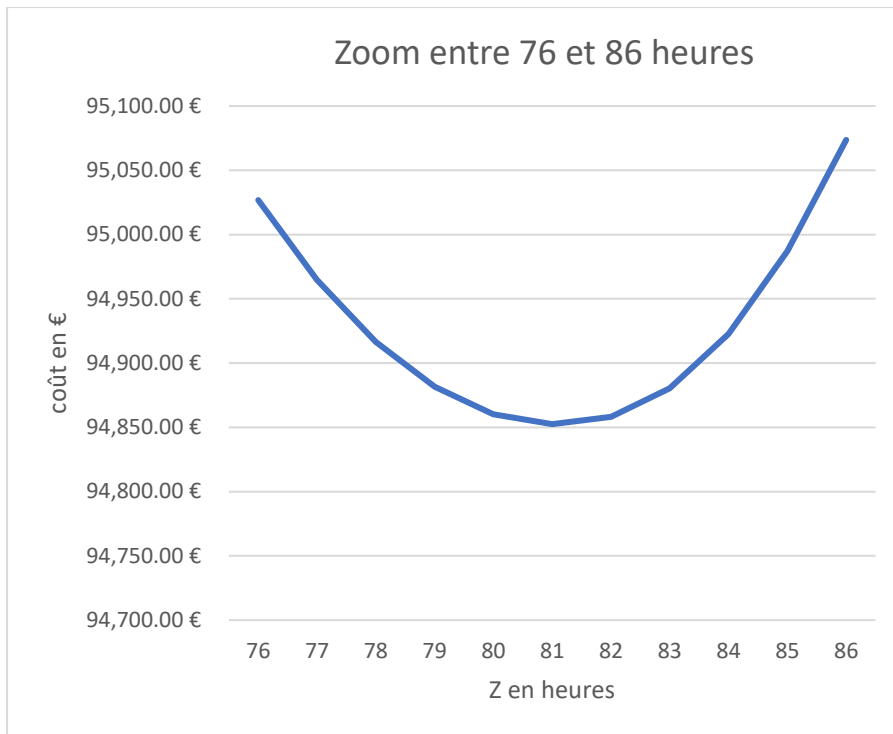
On sait à l'avance que Z doit être entre 64 et 204 heures pour optimiser le coût, cependant, pour le calcul d'optimisation, Z démarre à 0 afin de voir la courbe des coûts sur le mois de mars en partant de la situation actuelle, c'est-à-dire sans personnel interne en maintenance, jusque un nombre proche des 200 heures. Aller au-delà des 200 heures n'est pas nécessaire et nous fera perdre de la précision dans le graphique. Les différentes valeurs de C_1 sont représentées dans le graphique 10.



Graph 10 : coût en fonction des heures prestées par du personnel interne

Avec ce graphique, on remarque directement que la situation actuelle n'est pas optimale puisqu'on a bien une parabole avec son creux aux alentours de 80. Néanmoins, la première pente partant de 0 à 80 heures n'est pas élevée par rapport à l'augmentation nette qu'on observe après avoir passé les 100 heures de travail/jour prestées par du personnel interne. Il serait donc préférable d'être dans la situation actuelle que de se tromper et d'avoir trop de personnel, l'erreur serait plus vite importante.

Afin de connaître théoriquement et mathématiquement le résultat optimal, C1 a été calculé avec un Z ayant une valeur entre 76 et 86 heures. Un zoom sur le graphique précédent a donc été réalisé afin de voir plus précisément le fond de la parabole.



Graphe 11 : Zoom sur le fond de la parabole

Tableau 9 : les points du fond de la parabole : coût minimum possible

Z	C1
75	95,102.16 €
76	95,026.70 €
77	94,964.82 €
78	94,916.42 €
79	94,881.58 €
80	94,860.27 €
81	94,852.47 €
82	94,858.23 €
83	94,880.23 €
84	94,922.72 €
85	94,987.13 €
86	95,073.62 €

Par ce dernier graphique et à l'aide du tableau de données (Z, C1), on peut constater que le nombre d'heures optimal à prester par jour par du personnel interne est de 81 heures. Si l'entreprise avait du personnel pour 81 heures/jour durant le mois de mars, le coût total du mois aurait été de 94 852 € au lieu des 107 366 € payés réellement. Un gain de plus de 12 000 € aurait pu être effectué en optimisant le personnel sur le long terme.

6.4.3 Retranscription en nombre de personnel

Depuis le début de cette étude, les résultats sont donnés en heures car cela a facilité les calculs puisque les temps étaient estimés en heures pour chaque travail. Il est évident que ces chiffres ne sont pas directement représentatifs, il faut maintenant retranscrire ces heures de travail en nombre de personnes.

Le personnel de maintenance travaille en journée, 8 heures par jour. Afin de répondre à la demande de 81 heures de travail par jour, il faudrait $81/8$ soit 10,125 travailleurs. En observant les courbes, on remarque que si le personnel est trop important les coûts augmentent beaucoup plus vite que si le personnel est légèrement insuffisant, il serait donc plus intéressant d'arrondir à 10 travailleurs par jour plutôt que 11.

Mais 10 personnes par jour ne veut pas dire 10 personnes à engager, en effet, il ne faut pas oublier les congés ainsi que les arrêts maladies. Sachant que le personnel a au minimum 35 jours de congé par ans, 20 jours légaux ainsi que 15 jours de RTT suite aux 40 heures de travail prestées par semaine, si on prend une moyenne de 37 jours de congé par an par personne (35 + 2 jours d'ancienneté) et en se basant sur 250 jours de travail par an, un employé devrait travailler 213 jours de 8 heures, soit 1704 heures sur l'année.

Si on prend les résultats obtenus sur le mois de mars et qu'on accepte de les généraliser sur une année, il y aurait 81 heures de travail par jour durant 250 jours à prester par du personnel interne, ce qui fait 20 250 heures sur l'année.

Enfin, cela donnerait une moyenne de $\frac{20250}{1704} = 11,88$ travailleurs sur l'année. Pour les mêmes raisons citées ci-dessus, il est plus sûr d'arrondir ce résultat final à l'unité du dessous, c'est-à-dire 11 personnes à engager.

Attention que ce nombre de 11 personnes est le résultat d'un calcul purement mathématique après avoir réalisé plusieurs hypothèses, c'est pourquoi d'autres remarques et commentaires sont à prendre en considération dans la conclusion des résultats.

7 Conclusion des résultats

Les résultats finaux obtenus montrent qu'en engageant 11 ou 12 personnes à l'année, il serait possible d'économiser jusqu'à 12 000 euros par mois, soit si on généralise, près de 150000 euros sur l'année. Cependant, il ne faut pas oublier de tenir compte de différents paramètres :

Premièrement, il est important de rappeler comment nous sommes arrivés à sélectionner 380 travaux pour le mois de mars. Ceux-ci ne sont en réalité qu'une partie des travaux réalisés et non pas la totalité car seules 3 sociétés ont été sélectionnées pour l'étude. Or, bien plus d'une dizaine de sociétés travaillent tous les jours dans l'usine dans d'autres services tels que l'électricité, l'automation, le bâtiment, etc. Donc, le résultat de 107 424 € qui est l'argent actuellement dépensé pour le service de maintenance n'est qu'une petite partie par rapport aux coûts réellement dépensés. Mais il n'est pas possible de faire une corrélation avec les gains qui pourraient être réalisés en optimisant cette partie étudiée avec les autres services de la maintenance car certains services demandent plus de spécificités que d'autres. Il ne faut donc pas étendre ces résultats pour toute la maintenance mais il est toujours possible d'effectuer la même étude dans chaque service séparément.

Sur ces 380 travaux sélectionnés, seuls 298 ont été retenus pour le calcul d'optimisation. Ce tri a été effectué suite au choix de n'engager que des personnes n'ayant pas eu spécialement de formation au préalable. L'objectif est de viser la simplicité de la gestion du personnel puisqu'aucune formation périodique et spécifique ne serait à prévoir. Les coûts des salariés sont également plus simples à évaluer, ce qui facilite les calculs d'optimisation. Il est évidemment toujours possible d'élargir cette étude sur du personnel plus qualifié, ce qui demanderait un tri des travaux bien plus minutieux et donc plus conséquents, soit une estimation plus approfondie sur les machines et matériaux à utiliser ainsi qu'une réévaluation des salaires en fonction des différents statuts.

Les observations sur la charge de travail journalière montrent une fluctuation importante des travaux. En toute logique, avant de commencer une étude sur l'optimisation du personnel, il serait intéressant de vérifier s'il n'est pas possible de lisser cette charge de travail. Si c'est le cas, une simple moyenne de la totalité des heures de travail sur le mois serait à faire, un nombre d'heures moyens par jour serait la base pour calculer l'effectif optimum à avoir. Cependant, ayant en moyenne deux petits arrêts d'unités par semaine et un certain nombre de travaux urgents à réaliser, lisser la charge de travail n'est pas impossible mais est très compliqué.

Les résultats obtenus font suite d'une observation faite sur une période d'un mois, 21 jours de travail seulement. Malgré que ce mois paraisse tout à fait classique, il faudrait au moins une observation sur deux autres mois afin de pouvoir comparer les résultats et de pouvoir en faire une généralité si ceux-ci se ressemblent.

Enfin, les différents calculs ont été réalisés grâce à des données réelles reprises d'un logiciel de gestion mais également grâce à des estimations faites tout au long de l'étude. Plusieurs paramètres ont été estimés tels que les coûts du personnel, l'utilisation des matériaux et ses coûts d'achats, d'entretien et de location, ainsi que les temps d'interventions et le nombre d'hommes pour réaliser les travaux, etc. Bien que quelques estimations puissent avoir un faible rôle dans les résultats finaux, les heures d'interventions et le nombre de personnes par travail sont très importants et peuvent faire varier les résultats très rapidement. Il suffit que l'étude soit réalisée par une autre personne, si celle-ci estime que pour le même travail il faut le double de temps, les coûts seront doublés et évidemment les gains ou les pertes seront différents. S'il y a une corrélation entre tous les travaux estimés par une personne et les mêmes travaux estimés par une autre personne, la conclusion de l'étude sera certainement dans les mêmes tendances, cependant l'optimisation finale, c'est-à-dire le nombre de personne à engager sera différent et l'impact financier derrière le sera également.

Un gain financier a été calculé si l'entreprise venait à engager ces 11 personnes, ce bonus de 12 000 €/mois serait normalement supérieur. En effet, un dernier paramètre n'a pas été pris en compte, les travaux réalisés par une société extérieure sont souvent effectués par une équipe de minimum deux personnes. Or, dans la liste des travaux étudiés ici, beaucoup sont très simples à résoudre, et pourraient être fait seuls si c'est du personnel interne qui intervient. Cela voudrait dire qu'en engageant du personnel, certains travaux seront faits avec un coût moindre que le coût calculé.

De plus, une firme extérieure aura plus vite tendance à allonger le temps d'un travail qu'à le raccourcir, ce qui sera l'inverse pour un employé interne qui n'aura qu'un objectif : le fonctionnement de son usine. De cette manière, le gain qui a été calculé de façon purement mathématique, aura tendance à augmenter plutôt qu'à diminuer.

8 Conclusion générale

L'histoire de la gestion du personnel de l'entreprise étudiée est une preuve de la constante évolution des contrats ainsi que des choix organisationnels. Au fur et à mesure des années, les prix changent en suivant l'indexation mais également la valeur des mains d'œuvres ouvrières. Les travaux en maintenance peuvent différer en fonction de plusieurs paramètres tels que les objectifs de production, la vétusté et l'usure des installations, ainsi que l'augmentation de maintenance à la suite des projets et des nouveaux investissements.

La gestion du personnel de sous-traitance commence par une vérification et une mise à jour des contrats. La première partie de ce mémoire montre l'importance des détails qu'il peut y avoir dans certains contrats. Le repérage des investissements spécifiques ne se fait pas systématiquement mais cela peut être fatal pour la suite des événements. Les comportements opportunistes ne se font pas remarquer tout de suite mais sont en réalité bien présents quotidiennement. Cette partie plus théorique et administrative est souvent mis de côté alors qu'elle est la base d'une bonne relation et donc, d'un bon suivi du travail.

Dans la seconde partie du mémoire, la partie plutôt pratique de celui-ci a réussi à confirmer la possibilité d'améliorer le secteur financier du groupe en optimisant l'effectif du personnel de l'entreprise. Néanmoins, il ne faut pas se tromper d'objectif qui est de produire un maximum. Cela engendre que dès qu'il y a une panne importante, il faut trouver le maximum de mains-d'œuvre pour résoudre le problème. En optimisant le personnel, le chiffre d'affaire des firmes sous-traitantes va inévitablement diminuer et par ce fait, l'énergie qu'ils mettront lorsque l'usine aura besoin de renfort sera plus faible, et le rendement du travail accompli également. Et il se peut, qu'une heure de production de perdue, équivaut à une année d'économie sur le personnel.

L'optimisation de l'effectif du personnel reste un choix que seule la direction de l'entreprise puisse prendre. La solution n'est pas toute faite, même si les chiffres peuvent donner des indications et peuvent même démontrer que le gain financier est présent, le choix de la facilité de la gestion du personnel pour les différents manager de l'entreprise pourrait être aussi une bonne solution.

9 Bibliographie

- J-M. PITROU, « *La sous-traitance gagnant/gagnant* », Paris, Ellipses Edition, 2007
- S. SAUSSIER & A. YVRANDE-BILLON, « *Economie des coûts de transaction* », Paris, La Découverte, 2007
- O. LAVASTRE, 2001, « *Les coûts de Transaction et Olivier E. Williamson : Retour sur les fondements* », 15/06/2001, rapport de conférence, Perpignan, <https://www.strategie-aims.com/events/conferences/13-xeme-conference-de-l-aims/>
- R. COASE, « *The nature of the firm*, *Economica* », vol. 4, 1937, p.386-405.
- A. ALCHIAN, H. DEMSETZ, « *Production, Information Costs, and Economic Organization* », *American Economic Review*, n°62, décembre 1972, p.777-795
- L. DEPARIS, « *Etude et diagnostic de changement de série d'une ligne de production par la méthode SMED* », Mons, HELHa, 2016

10 Annexes

UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN
Louvain School of Management

Chaussée de Binche 151, 7000 Mons, Belgique | www.uclouvain.be/lsm