

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Abou Bekr Belkaid
Faculté des sciences de l'ingénieur
Département Génie Electrique et Electronique
FACULTE DE TECHNOLOGIE



Mémoire de Master en « Génie Industriel »

Intitulé :

Présenté par :

BOUAZIZ Noureddine
MEKKI Yahia

Jury :

Président :	Madame Dib Zahéra, MCB
Encadrant :	Monsieur Sari Zaki, Professeur
Co-Encadrant :	Monsieur Bensmain Abderrahmane, MCB
Examinateur :	Monsieur Hassam Ahmed, MCB
	Monsieur Bennekrouf Mohammed, MCB
	Monsieur Betouaf Hichem, MAA

Année Universitaire : 2016/2017

Dédicaces

Nous dédions ce travail à ...

L'ETERNEL, DIEU tout puissant,

- *A "Nos parents" qui sont la source de notre réussite, nous leurs souhaitons qu'ils trouvent à travers ce mémoire le fruit de leurs efforts et sacrifices.*
- *nos frères et nos sœurs.*
- *nos oncles, et à nos tantes.*
- *nos chers amis (es) pour leurs appuis et leurs encouragements.*
- *toute les familles Bouaziz et Mekki pour leurs soutiens tout au long de notre parcours universitaire.*
- *Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de vos soutiens infaillibles.*

Merci d'être toujours là pour nous

A toutes les promotions de Génie Industriel

Bouaziz N. et Mekki Y.

Remerciement :

On dit souvent que le trajet est aussi important que la destination. Notre cursus nous a permis de bien comprendre la signification de cette phrase toute simple. Ce parcours, en effet, ne s'est pas réalisé sans défis et sans soulever de nombreuses questions pour lesquelles les réponses ont nécessité de longues heures de travail.

Tout d'abord et en particulier, nous tenons à exprimer nos profond respect a Monsieur le professeur Sari Zaki qui nous a guidé dans l'élaboration de ce mémoire avec compétence, gentillesse et générosité et nous a montré la plus grande compréhension, les conseils qu'il nous a prodigué, la patience, la confiance qu'il nous a témoignés ont été déterminants dans la réalisation de notre travail. Nous avons eu le grand plaisir de travailler sous votre direction, et avons trouvé auprès de vous le conseiller et le guide qui nous a reçus en toute circonstance avec sympathie, sourire et bienveillance. Votre compétence professionnelle incontestable ainsi que vos qualités humaines vous valent l'admiration et le respect de tous. Vous êtes et vous serez pour nous l'exemple de rigueur et de droiture dans l'exercice de la profession, Veuillez, cher Maître, trouver dans ce modeste travail l'expression de notre haute considération et profond respect.

Le présent travail a été réalisé au sein de l'entreprise portuaire de Ghazaouet, pour cela nous tenons à remercier son Président Directeur Général Monsieur Zaaf Djamal, nous vous sommes très reconnaissant de la spontanéité et de l'amabilité avec lesquelles vous avez accepté de nous intégrer au sein de votre entreprise. Merci pour votre accueil et votre gentillesse, Veuillez trouver, chère maître, le témoignage de notre grande reconnaissance.

Nous tenons également à remercier notre encadant Docteur Bensmaïn Abdelrahmane qui nous a permis de bénéficier de son encadrement, Merci pour votre disponibilité, vos précieux conseils, vos encouragements. Nous avons eu le grand plaisir de travailler sous votre direction, et avons trouvé auprès de vous le conseiller et le guide qui nous a reçus en toute circonstance avec sympathie, sourire et bienveillance. Votre compétence professionnelle incontestable ainsi que vos qualités humaines vous valent l'admiration et le respect de tous. Veuillez, cher Maître, trouvé dans ce modeste travail l'expression de notre haute considération, de notre sincère reconnaissance et de notre profond respect.

Au personnel de l'entreprise portuaire de Ghazaouet, nous tenons à vous remercier très sincèrement du temps que vous nous avez accordé, votre disponibilité et votre écoute ont été une aide précieuse, nous avons particulièrement apprécié la gentillesse et la conscience professionnelle que vous nous avez accordé lors de notre rencontre, nous tenons pour cela à vous exprimer nos vifs remerciements.

A Madame Docteur Dib Zahira : Nous sommes très honoré de vous avoir comme président du jury de notre thèse. Nous vous remercions pour la gentillesse et

la spontanéité avec lesquelles vous avez bien voulu évaluer ce travail. Nous avons eu le grand plaisir de travailler sous votre direction, et avons trouvé auprès de vous le conseiller et le guide qui nous a reçus en toute circonstance avec sympathie, sourire et bienveillance.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions. C'est pour nous un grand honneur de vous voir siéger dans notre jury. Nous vous sommes très reconnaissants de la spontanéité et de l'amabilité avec lesquelles vous avez accepté de juger notre travail. Veuillez trouver, chères Maîtres, le témoignage de notre grande reconnaissance et de notre profond respect.

Nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participés de près ou de loin à la réalisation de ce travail nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apportées leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Merci à toutes et à tous.

الملخص:

يتمثل مشروعنا في جزء من الإنقاقية المبرمة بين جامعة أبو بكر بلقايد تلمسان و مؤسسة ميناء الغروات، و يشمل هذا الجزء قسمين، الأول يتمثل في إنشاء برنامج لتسخير الصيانة، و من أجل ذلك قمنا بدراسة معمقة للإجراءات المتبعة للصيانة و بعد ذلك قمنا بإستعمال طريقة موريis للنمذجة لنتتمكن فيما بعد من تطوير البرنامج، أما فيما يخص الجزء الثاني فيشمل تسخير المساحات في الميناء، لذا قمنا بدراسة تفصيلية لمشكلة Berth Allocation بغرض تطبيقها في مؤسسة ميناء الغروات و الهدف منها التقليل من الوقت الذي تنتظره السفن بجانب الميناء و ايضاً الزيادة في إستغلال أرصفة الرسو مع مراعات تحسين مناطق و كيفية تخزين الحاويات.

حالياً لقد أنهينا الدراسة التفصيلية لإجراءات الصيانة و قمنا بإنشاء نماذج موريis و سنبادر في تطوير البرنامج بعد إلقاء المذكرة، أما بالنسبة للجزء الثاني فقد عملنا على حل المشكل المذكور أعلاه في مثال بمساعدة برنامج Open Solver الذي يعمل مع Excel .

الكلمات المفتاحية : طريقة موريis, Berth allocation, Open Solver

Abstract:

Our project is a part of the convention signed between the University of Abu Bakr Belkaid and the company of seaport of Ghazaouet, and that part cover two sections, the first one is about developing a Computerized Maintenance Management System (CMMS), and for that we have conducted to an in-depth study of the procedures of maintenance. After that we used the method of MERISE for modelization in order to make things easier for the development. Concerning the second section, it covers the space management in the seaport, so we have made a detailed study by using Berth Allocation Problem in order to apply it in the company of seaport of Ghazaouet. The aim of this detailed study is to minimize vessels' waiting time and maximize the berths utilization, optimizing containers storage spaces.

Currently we have completed a detailed study of maintenance procedures and we have made MERISE's models and we started the development, and about the second section, we have made an example of a Berth Allocation problem and we resolved it using Open Solver which works with Excel.

Key words: The method of MERISE, Berth allocation, Open solver.

Résumé:

Notre projet fait partie de la convention signée entre l'Université d'Abu Bakr Belkaid et la compagnie du port de Ghazaouet, et cette partie couvre deux sections, La première concerne le développement d'un système informatisé de gestion de la maintenance (GMAO) et, pour cela, nous avons mené une étude approfondie des procédures de maintenance et, après cela, nous avons utilisé la méthode de MERISE pour la modélisation afin de faciliter la tâche le développement. Concernant la deuxième section, elle couvre la gestion de l'espace dans le port, nous avons donc procédé à une étude détaillée du problème Berth Allocation afin de l'appliquer en au port de Ghazaouet. L'objectif de cette étude détaillée est de minimiser le temps d'attente des navires et de maximiser l'utilisation des quais, en optimisant les espaces de stockage des conteneurs.

Actuellement, nous avons terminé l'étude approfondie des procédures de maintenance et nous avons fait les modèles de MERISE et nous avons commencé le développement, et à propos de la deuxième section, nous avons fait un exemple de problème Berth Allocation et nous l'avons résolu en utilisant Open Solver qui fonctionne avec Excel.

Mots clés : La méthode de MERISE, Berth allocation, Open solver.

Table des matières:

Introduction générale :	1
Chapitre 01 :	2
1. Introduction:	3
2. La définition des ports :	4
2.1. Les types de ports :	5
3. Gestion portuaire mondiale :	6
3.1. Evolution du trafic maritime :	6
3.2. Impact des tendances mondiales sur les ports et les économies :	8
4. Domaine portuaire en Algérie :	8
5. Présentation d'entreprise portuaire de Ghazaouet :	10
5.1. Domaines d'activités :	12
5.2. L'organisation actuelle de l'Entreprise Portuaire de Ghazaouet :	13
5.2.1. La Direction Générale (D.G) :	15
5.2.2. Direction de capitainerie :	16
Remarque :	16
La commission de placement du navire :	16
5.2.3. Direction Exploitation :	16
5.2.4. Direction Finances et Comptabilité (D.F.C) :	18
5.2.5. Direction Ressources Humaines et administration:	18
5.3. Environnement concurrentiel de l'entreprise :	19
5.4. Classification des clients :	19
6. Conclusion :	20
Chapitre 02 :	21
1. Introduction:	22
2. La maintenance :	23
2.1. Généralités sur la maintenance :	23
2.1.1. Définition de maintenance :	23
2.1.2. Types de maintenance :	23
2.1.3. Les niveaux de maintenance:	25
3. La maintenance au sein de l'entreprise EPG :	27
3.1. L'organigramme :	27
3.2.1. Responsable de la maintenance :	28
3.2.2. Responsable de la structure technique (Bureau méthodes) :	28
3.2.3. Chef d'atelier :	29
3.3. Logigramme de maintenance :	29
3.3.1. Maintenance Curative :	29
3.3.2. Maintenance préventive :	31
3.4. Le champ de travail :	31
4. Gestion de maintenance assistée par ordinateur :	33
4.1. L'utilisation d'un GMAO :	33
4.2. Bénéfices attendus :	34
4.3. Intégration de la GMAO dans le système d'information de l'EPG :	34
4.4. Les types de GMAO :	34
4.4.1. Monoposte	34
4.4.2. Multi-postes :	35
4.4.3. Multi-postes multi-sites :	35
4.4.4. Mode nomade	36
5. Conclusion :	37
Chapitre 03 :	38
2.1. Notion de Système :	40
2.1.1. Définition du Système :	40
2.1.2. Les éléments d'un système :	40
2.1.3. Classification des systèmes :	40
2.2. Les différents sous-systèmes de l'entreprise :	41
2.2.1. Sous système de pilotage :	41
2.2.2. Sous système opérant :	41
2.2.3. Sous système d'information :	41
3.2. L'expression des besoins :	43

3.2.1.	Dictionnaire des données :.....	43
3.2.2.	Les dépendances fonctionnelles:	43
3.3.	Modélisation d'une base de données au niveau conceptuel :	44
3.3.1.	Le Modèle Conceptuel de Données (MCD) :	44
3.4.1.	MLD :	45
4.1.	Propriétés d'Odoo :	46
4.2.	Historique des versions :	47
4.3.	Quelques modules d'Odoo :	47
5.	Conclusion :.....	51
	Chapitre 04 :	52
1.	Introduction:	53
2.	Application de MERISE :	54
5.1.	Etude des documents :.....	54
5.1.1.	Logigramme maintenance corrective :	54
5.2.	Dictionnaire des données :	56
5.3.	Dépendances fonctionnelles :	59
5.4.	MCD/MLD :	60
5.4.1.	Justification des cardinalités :	60
5.4.2.	MCD :.....	62
5.4.3.	MLD :	65
3.	Développement :.....	66
4.	Conclusion :.....	84
	Chapitre 05 :	85
1.	Introduction :	86
2.	La chaîne logistique :	87
2.1.	Définitions de la chaîne logistique :	87
2.2.	Gestion de la chaîne logistique (Supply Chain Management) :	87
3.	Le transport :.....	88
3.1.	Les modes de transport les plus utilisés :	88
3.2.	Le transport de marchandise :.....	90
3.3.	Intégration du transport de marchandises dans la chaîne logistique :	90
3.4.	Les porte-conteneurs	91
4.	Les terminaux à conteneurs.....	93
4.1.	La conteneurisation :	93
4.2.	Les opérations dans un terminal à conteneurs	98
5.	Modèle mathématique :	99
6.	Simulation numérique et résultats :	102
6.1.	La modélisation avec le solveur excel :	102
6.2.	La simulation avec Lingo :	107
6.3.	Les statiques de l'entreprise portuaire de Ghazaouet :	109
6.4.	La simulation avec Arena :	114
4.	Conclusion :.....	119
	Conclusion générale :	120

Liste des figures:

Figure 1: Illustration du port	4
Figure 2: Hiérarchie et dynamique des ports du Maghreb URL	9
Figure 3: Le port de Ghazaouet.....	11
Figure 4: L'organigramme du port	14
Figure 5 : Organigramme du service maintenance.....	27
Figure 6 : Logigramme de la maintenance curative (EPG)	29
Figure 7 : Logigramme de la maintenance préventive (EPG)	31
Figure 8 : Exemple d'un monoposte.....	35
Figure 9 : Exemple d'un multi-poste	35
Figure 10 : Exemple d'un multi-postes multi-sites	36
Figure 11 : Exemple d'un mode nomade.....	36
Figure 12 : Schéma de différents sous système de l'entreprise	41
Figure 13 : Cycle d'abstraction (MERISE).....	42
Figure 14 : Logigramme de maintenance.....	55
Figure 15 : Les dépendances fonctionnelles	59
Figure 16 : Modèle conceptuel de données	62
Figure 17 : Le modèle logique de données	65
Figure 18 : Interface de GMAO	66
Figure 19 : Ordre de travail	67
Figure 20 : Ordre de travail préventif.....	68
Figure 21 : Ordre d'immobilisation	69
Figure 22 : Fiche Diagnostique	70
Figure 23 : Engin	71
Figure 24 : Plan préventif.....	72
Figure 25 : Décortication engin.....	73
Figure 26 : Type d'intervention	74
Figure 27 : Pièce de rechange	75
Figure 28 : Demande de travail	76
Figure 29 : Service utilisateur	77
Figure 30 : Bon de mise en service	78
Figure 31 : Personnel	79
Figure 32 : Bon de commande	80
Figure 33 : Sous-traitant.....	81
Figure 34 : Papiers	82
Figure 35 : Bon mise en service	83
Figure 36 : Exemple d'un porte-conteneurs.	91
Figure 37 : Un exemple d'un terminal à conteneurs.	93
Figure 38 : Conteneur dry	94
Figure 39 : Conteneur Open Top	94
Figure 40 : Conteneur plate-forme	95
Figure 41 : Conteneur ventilé.....	95
Figure 42 : Conteneur réfrigéré.....	96
Figure 43 : Conteneur citerne.....	96
Figure 44 : Exemple d'un plan de planification.....	100
Figure 45 : Résultats d'ordonnancement du quai (2) de l'exemple	105
Figure 46 : Résultats d'ordonnancement du quai (1) de l'exemple	105
Figure 47 : Vision globale du Solveur d'Excel	106
Figure 48 : Durée de séjour des conteneurs pleins (Nombre Conteneurs/Nombre de jours)	110
Figure 49 : Nombre de conteneur dans la zone de stockage/ nombre de jour	110
Figure 50 : Nombre de conteneur dans la zone de visite/ nombre de jour	110
Figure 51 : Nombre de conteneur dans la zone d'enlèvement/ nombre de jour.....	111
Figure 52 : Durée de séjour des conteneurs vides (Nombre Conteneurs/Nombre de jours)	111
Figure 53 : Nombre des conteneurs par navire	112
Figure 54 : Nombre de conteneurs par mois	112
Figure 55 : Nombre de navires par mois	112
Figure 56 : Temps de séjour plein.....	113
Figure 57 : Temps de séjour vide	113
Figure 58 : Modèle Arena	114

Figure 59 : La courbe d'arrivée des navires (jours/navires)	115
Figure 60 : Le séjour de conteneurs dans la zone temporaire (jours/conteneurs)	115
Figure 61: Le séjour de conteneurs dans la zone de stockage (jours/conteneurs)	116
Figure 62 : Le séjour de conteneurs dans la zone de visite (jours/conteneurs)	116
Figure 63 : Le séjour de conteneurs dans la zone d'enlèvement (jours/conteneurs)	117
Figure 64 : Le séjour de conteneurs dans la zone d'enlèvement (jours/conteneurs)	117
Figure 65 : Le rapport d'Arena	118

Liste des tableaux:

Tableau 1: Evolution du trafic maritime (1990-2003)	7
Tableau 2: Identification de l'entreprise	10
Tableau 3 : Les structures qui gèrent chaque bien	32
Tableau 4 : Histoire de versions (Odoo)	47
Tableau 5: Dictionnaire des données	57
Tableau 6: Dictionnaire des données (suite)	58
Tableau 7: Liste des entités	63
Tableau 8 : Liste des associations	63
Tableau 9 : Liste des liens d'association	64
Tableau 10 : Évolution du trafic maritime international	89
Tableau 11 : Les 20 premiers ports à conteneurs dans le monde en 2011 en comparaison avec le port de Ghazaouet (2015).....	92
Tableau 12 : Pour chaque navire affecté au poste à quai 1	103
Tableau 13 : Pour chaque navire affecté au poste à quai 2	104
Tableau 14 : Statistique (1)	109
Tableau 15 : Statistique (2)	109

Introduction générale :

Avec l'augmentation de la population mondiale, les besoins des clients augment aussi avec une variété des demandes et un besoin de personnalisations imposé par le client actuel, à cause de ça, le marché devient de plus en plus concurrentiel, et ceci pousse les entreprises à s'adapter au nouveau marché et aussi impose une nécessité d'être à jour, puisque cette augmentation des demandes avec ces variétés ouvre une porte sur un monde industriel brutalement concurrentiel.

Alors, le suivi des ressources, des budgets et des étapes de multiples projets peut rapidement devenir incontrôlable entre les mains des différents services concernés. Dans ce contexte, l'industrialisation de cette démarche est un axe-clé. Dès lors, par le groupement et la visualisation de toutes les données pertinentes, l'utilisateur est en mesure de contrôler les projets à l'échelle d'un service, de l'entreprise, et même à l'international, pour parvenir à livrer ce que les clients attendent dans les délais et les budgets qui leur sont impartis.

Dans ce cadre, une convention a été signée entre l'entreprise portuaire de Ghazaouet et l'université Abu Bakr Belkaid de Tlemcen, qui a pour but d'intégrer un ERP dédié à cette entreprise.

Parmi les avantages d'un ERP, on peut citer :

- C'est un outil d'aide à la décision,
- C'est outil de gestion des ressources et des flux d'information,
- La cohérence et homogénéité des informations qui permet de respecter des normes.

Pour la création de l'ERP, le projet a été devisé en plusieurs parties, et ce projet de fin d'étude représente l'aspect conceptuel de deux parties de l'ERP, la première couvre le service de maintenance et la deuxième la gestion d'espace (poste à quai et zones de stockages), dans ce contexte, notre méthode de travail est la suivante ; nous avons choisis de faire une étude détaillée concernant le service maintenance pour pouvoir préparer le terrain avant le développement du logiciel. La gestion d'espace représente quant à elle la seconde partie, a pour but de trouver la bonne méthode d'optimisation. Après cela, la phase de développement pourra être entamée.

Chapitre 01:

Introduction au domaine portuaire

1. Introduction:

Nous commençons le premier chapitre par des généralités sur le domaine portuaire, puis nous entamons la deuxième partie qui est consacré à la présentation du port en détail.

Le présent chapitre décrit les développements ayant des répercussions sur les ports maritimes. Il débute par une description des développements dans le domaine du commerce international et de leur impact sur les structures et la logistique des chaînes d'approvisionnement. Une attention particulière est accordée aux répercussions de la crise économique mondiale. La deuxième section est consacrée au marché des conteneurs, qui influe aujourd'hui considérablement sur l'évolution des ports. Les sections suivantes traitent des autres segments du marché, comme Le marché des navires classiques pour marchandises diverses, le marché des navires RoRo (navires rouliers, «roll on/roll off») ainsi que les marchés du transport de marchandises solides et liquides en vrac. Bien que ces marchés soient dans une certaine mesure éclipsés par le marché des conteneurs, ils représentent tout de même une proportion considérable du marché et du développement mondial.

2. La définition des ports :

Un port est une infrastructure construite par l'homme, située sur le littoral maritime, et destinée à accueillir des bateaux et navires. D'autre part il existe des ports à sec installés en sus ou non d'un port maritime ou fluvial comme stationnement portuaire relié à une infrastructure à terre.

Un port doit être doté d'une rade protégée des vents dominants et des vagues par la terre, il doit inclure aussi plusieurs digues ou môle. Il pourra être composé de plusieurs darses, de parties isolées par des écluses de cales sèches ou flottantes. Le port est aménagé avec des jetées, des quais, des pontons et doit être relié à d'autres moyens de transport (routier, ferroviaire, etc.).

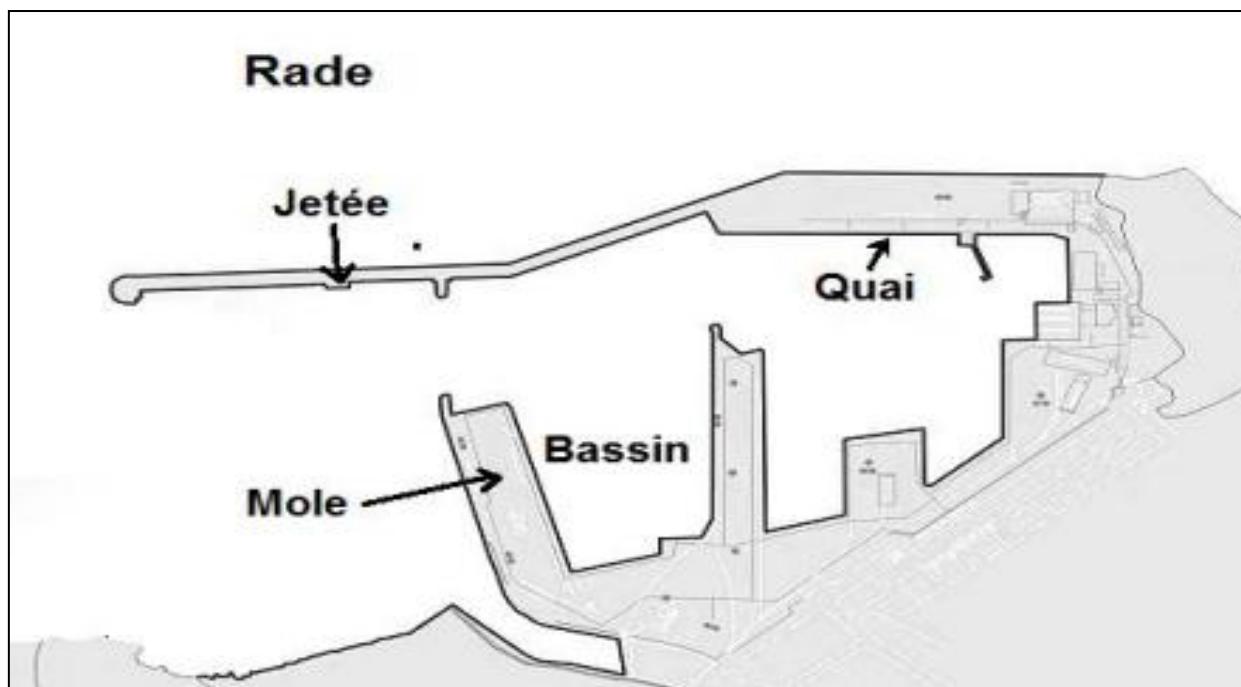


Figure 1: Illustration du port

2.1. Les types de ports :

Selon leurs activités et les types de bateaux accueillis, nous pouvons distinguer les ports de commerce, de pêche, de plaisance, et les ports militaires. Il est fréquent qu'un même port combine plusieurs activités, mais elles sont souvent séparées géographiquement, dans des bassins différents.

- ***Les ports de commerce*** servent à accueillir les navires de commerce : ceci inclut le trafic de passagers sur les ferries et les paquebots et le transport de marchandises pour les navires cargo. Les marchandises peuvent être liquides (pétroliers, chimiquiers) et nécessiter des réservoirs et tuyauteries dédiées ; ou solides, en vrac (vraquiers, nécessitant des silos ou des espaces de stockage) ou emballées : cargos mixtes ayant besoin d'entrepôts et de grues, ou les porte-conteneurs avec les grands espaces de stockage associés. Les cargaisons roulantes ont besoin de zones d'attente, éventuellement de parkings. Le port de commerce doit inclure aussi des liaisons routières et ferroviaires, voire fluviales, avec la terre ; différentes darses et terminaux spécialisés ; des bassins pour les navires de services associés ; selon les cas, des bassins dédiés à la réparation, un dispositif de séparation du trafic...
- ***Les ports de pêche*** sont les plus nombreux dans le monde, et sont souvent ceux dont les dimensions sont les plus réduites. Leurs dimensions varient selon les bateaux accueillis. L'infrastructure est plus simple que pour un port de commerce: quelques quais ou pontons, une station de ravitaillement, et un moyen de vendre le produit de la pêche (marché à proximité).
- ***Les ports de plaisance*** accueillent les bateaux de plaisance, de loisir et de compétition, à voile et à moteur. La plupart des bateaux sont de petite taille (inférieur à 20 m), et les places de port sont standardisées grâce à des pontons et des cat-ways ; différentes techniques d'amarrage sont utilisées selon les endroits. On y trouve une capitainerie, différents services d'avitaillement, de mise au sec et de réparation, une pompe à carburant, et divers services pour les équipages. Ces ports sont souvent situés près du centre des villes pour des raisons touristiques et pratiques (facilité d'accès et d'avitaillement).
- ***Les ports militaires*** (ou ports de guerre, bases navales) accueillent les navires de guerre. Certains ports sont ouvertes, mais d'autres, notamment les bases de sous-marins, sont fermés et interdits au public pour des raisons de sécurité. Un port militaire peut inclure un arsenal, une école navale, un chantier de réparations, des moyens de ravitaillement, de logement et d'entraînement pour les équipages.

Certains navires militaires, notamment les patrouilleurs, peuvent être basés dans d'autres types de ports.

3. *Gestion portuaire mondiale :*

L'industrie du transport maritime et la gestion des ports ont considérablement évolué au cours des deux dernières décennies. Grâce principalement à la libéralisation des transports et à une concurrence accrue les compagnies maritimes et entre les ports, les coûts d'exploitation ont baissé et il est devenu absolument indispensable pour les compagnies maritimes et pour certains opérateurs portuaires de réaliser des économies d'échelle.

Au cours des dix dernières années, après une période marquée par la libéralisation, la concentration s'est accentuée dans le secteur du transport maritime ainsi que chez les opérateurs portuaires. La barre est de plus en plus haute à l'entrée du secteur, les compagnies maritimes devant investir dans des méga-navires porte-conteneurs dont le prix dépasse les 100 millions de dollars. Le taux de conteneurisation continue de croître à un rythme rapide.

Le transport maritime et la gestion des ports reflètent les tendances mondiales qui se caractérisent par une augmentation du trafic et des activités économiques en Asie de l'Est, et par l'attrait qu'exercent les méga-ports efficaces sur les grandes entreprises de transports intégrés et les méga-porte-conteneurs. Certaines parties du monde toujours confrontées au problème de coûts de transport et de surtaxes portuaires élevés sont de plus en plus laissées en marge du commerce mondial.

3.1. *Evolution du trafic maritime :*

L'économie mondiale est de plus en plus tributaire de l'efficacité du secteur des transports maritimes et des ports. Depuis la deuxième guerre mondiale, le commerce par voie maritime s'est énormément développé, et le transport maritime évolue plus rapidement que les flux commerciaux.

L'augmentation du commerce mondial entraîne un développement du transport maritime. On observe une croissance rapide des échanges par la mer, ce qui entraîne un fort développement des compagnies maritimes et des ports. Ce secteur assez vaste se développe essentiellement dans les pays en voie de développement notamment en Asie où le développement de nouvelles infrastructures portuaires permet à ces régions d'être au premier rang pour les échanges mondiaux. Les six plus grands ports de conteneurs au monde sont situés en Asie, avec comme premier Singapour.

Toutefois, l’Afrique est restée à la traîne des transports maritimes au cours des quinze dernières années (voir la présentation détaillée au tableau 1 ci-après).

En plus, L’Algérie occupe la 140ème place au sein du classement mondial des ports et les tarifs des transports vers l’Algérie ont connu une augmentation de 50 %.

	Année	Marchandises chargées (en millions de tonnes)	Marchandises déchargées (en millions de tonnes)	Total (en millions de tonnes)	Variation de 1990 à 2003 (%)
Monde	1990	4007	4126	8133	
	2000	5872	6249	12121	55,27
	2003	6168	6460	12628	
Afrique du Nord	1990	246	126	372	
	2000	194	134	328	-11,02
	2003	197	134	331	
Afrique de l’Ouest et du Centre	1990	186	35	221	
	2000	195	47	241	9,95
	2003	196	47	243	
Afrique de l’Est	1990	10	25	35	
	2000	7	25	32	-22,86
	2003	8	19	27	

Tableau 1: Evolution du trafic maritime (1990-2003)

3.2. Impact des tendances mondiales sur les ports et les économies :

Les économies et les chargeurs se trouvent contraints de payer le prix de l'inefficacité des ports. En conséquence de la mauvaise productivité et de l'inefficacité des ports, les charges directes telles que les taxes portuaires perçues par le trésor et les coûts d'expédition sont élevés.

En sus de ces coûts directs, les chargeurs supportent des coûts indirects de logistique liés aux frais prohibitifs prélevés sur le stockage et au temps d'immobilisation, ce qui constitue probablement des surcoûts encore plus importants.

Le temps de séjour à quai est un critère décisif du choix du port d'escale. En règle générale, l'inefficacité d'un port est intimement liée à un temps d'immobilisation plus long. Face à cette contrainte, les compagnies maritimes n'hésitent pas à augmenter les frais d'expédition du reste imputés aux chargeurs qui doivent à leur tour acquitter des frais plus élevés parce que les compagnies maritimes limitent la capacité du navire afin de diminuer leurs charges fixes.

La durée de séjour au port n'est pas négligeable dans le transport de porte-à-porte. Selon Notteboom (2006), en Asie orientale, où les ports sont plus efficaces qu'en Afrique de l'Ouest et du Centre, le temps passé dans un port atteint déjà 20 pourcent du temps total consacré au transport alors qu'en Afrique, ce temps peut dépasser les 80 pourcent.

4. Domaine portuaire en Algérie :

L'Algérie dispose d'un réseau relativement dense de 10 ports commerciaux, répartis sur l'ensemble du littoral maritime d'environ 1200 km (figure 1), les ports Algériens forment trois grands groupes :

- les grands ports de commerce : Alger, Oran, Annaba ;
- les ports pétroliers : Arzew, Skikda, et Bejaïa ;
- les ports secondaires de commerce : Ghazaouet, Mostaganem, Ténès, et Djendjen.

Chacun des dix ports de commerce est administré et exploité par une entreprise portuaire au statut d'Entreprise Publique Economique (société par actions, les actions étant détenues par l'Etat). Ces entreprises cumulent d'une part les responsabilités de la puissance publique en matière de propriété des infrastructures portuaires et de la gestion du domaine maritime, d'autre part de la quasi-totalité des services d'exploitation portuaire.

Les dix entreprises portuaires sont détenues par la holding publique SOGEPORTS (Société de Gestion des Participations de l'Etat / Ports) qui assure la gestion et la surveillance stratégique des participations de l'Etat dans les entreprises portuaires, évaluées à 22 milliards de DA.

Les ports algériens sont considérés comme les ports les moins performants de la Méditerranée malgré leur importance étant donné qu'y transitent 95% des échanges de marchandises du pays, exclusivement basés sur l'exportation de produits pétroliers.

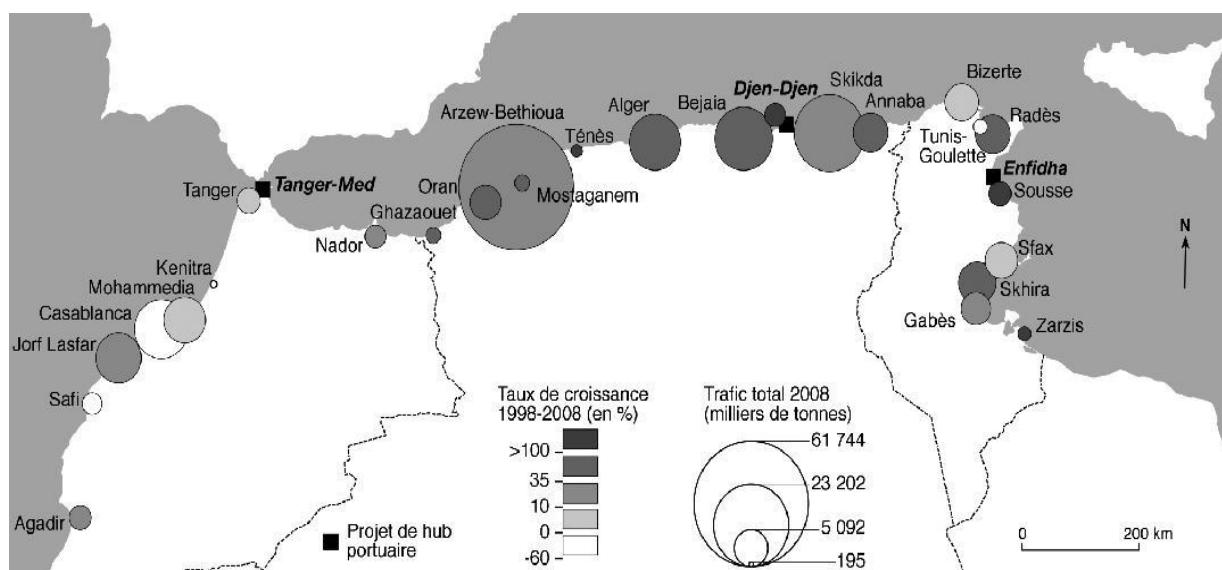


Figure 2: Hiérarchie et dynamique des ports du Maghreb URL

Dès son indépendance, l'Algérie s'est rendu compte de l'importance de ses ports, notamment les plus grands, à l'instar du port d'Oran, d'Alger ou d'Annaba, ce qui a fait que ces villes ont profité pleinement des programmes économiques, d'infrastructures d'envergure, de développement et d'industrialisation.

Les faiblesses des ports algériens se résument dans les paramètres suivant : de faibles tirants d'eau, ainsi que des espaces d'entreposage réduits et étroits, ne pouvant convenir aux exigences des navires des générations récentes. De ce fait, ils ne peuvent recevoir que des navires de petites tailles, inférieur à 20 000 tonnes de port en lourd, donc seuls les bateaux contenant jusqu'à 400 conteneurs.

C'est pour cela que l'Algérie cherche à développer le secteur portuaire, qui a bénéficié durant le 1er plan quinquennal (2005-2009) de 21 projets répartis autour des ports nationaux, ce sont des projets qui se limitent uniquement au maintien des infrastructures.

5. Présentation d'entreprise portuaire de Ghazaouet :

Identification de l'entreprise	
Raison sociale de l'entreprise	Entreprise Portuaire de Ghazaouet
Forme juridique	EPE - SPA
Adresse	BP n° 217 - Ghazaouet - Wilaya : Tlemcen
Responsable de l'entreprise	Monsieur ZAAF Djamel – Président Directeur Général
Secteur d'activité	Services portuaires
Quelques chiffres clés de l'entreprise	
Date de création de l'entreprise	1982
Capital social (en DA)	1.100.000.000,00 DA
Effectif total	~ 319 salariés

Tableau 2: Identification de l'entreprise

L'Entreprise Portuaire de Ghazaouet se situe à l'ouest de la côte algérienne, à une trentaine de kilomètres à vol d'oiseau à l'Est de la frontière Algéro-Marocaine, et à 70 kilomètres de Tlemcen.

L'Entreprise Portuaire de Ghazaouet, créée par décret N° 82-290 du 14/08/1982, est entrée en fonctionnement effectif le 02/11/1982, est une entreprise à caractère économique (société par action), et elle est chargée de la gestion du Port de commerce de Ghazaouet et des ports et abris de pêche. Et la gestion de ces derniers a été confiée à sa filiale « E.G.P.P.G » (Entreprise de Gestion des Ports et abri de Pêches de Ghazaouet), depuis le 1er Juillet 2004.

L'Entreprise Portuaire de Ghazaouet est certifiée ISO 9001/2008 (SMQ).

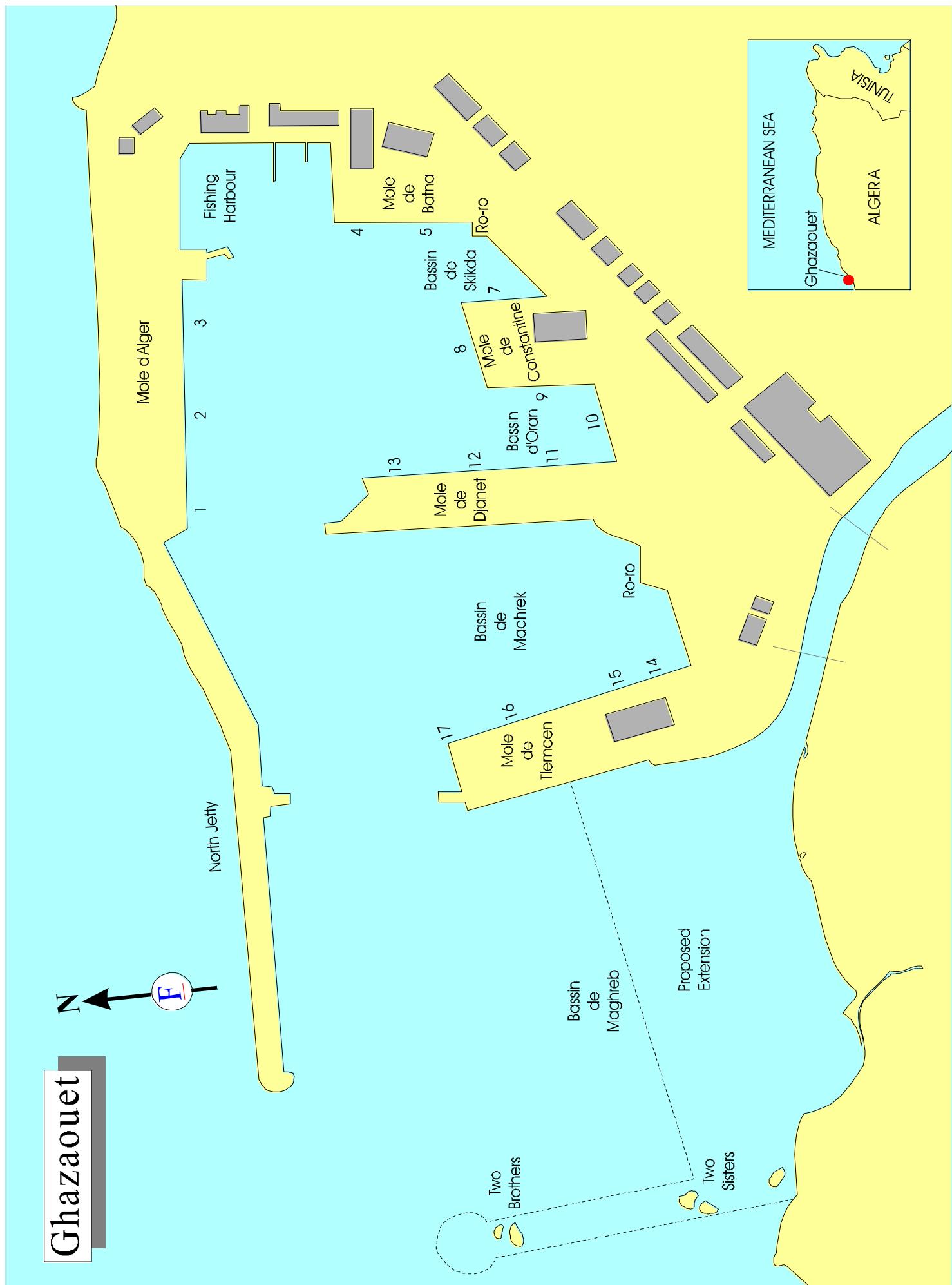


Figure 3: Le port de Ghazaouet

Le port de Ghazaouet est relié de manière régulière aux ports européens d'Anvers, d'Alicante, de Marseille, de Valence et de Malte, pour le trafic des marchandises, et d'Almeria pour le trafic des passagers, auto passagers et des frets.

5.1. Domaines d'activités :

La principale mission de l'entreprise portuaire de Ghazaouet est d'assurer les opérations liées aux escales des navires, assistance aux navires et traitement de la marchandise simultanément par la capitainerie et l'exploitation.

L'Entreprise portuaire de Ghazaouet a charge des activités suivantes :

- L'exploitation des terre-pleins, de l'outillage et des installations portuaires,
- L'opération d'accostage et de manutention portuaire : L'activité accostage consiste en l'exercice des fonctions liées au transit des marchandises au port, depuis leur débarquement du navire jusqu'à leur livraison aux destinataires à l'import, ainsi que depuis leur réception jusqu'à leur embarquement à l'export.
- Et pour la manutention l'entreprise assure des prestations de service manutention de haute qualité et en toute sécurité réalisées par des professionnels avérés et compétents, ces prestations concernent : Le déchargement et chargement des navires commerciaux qui accostent au niveau des quais, l'arrimage et désarrimage des marchandises à bord des navires et le transfert des marchandises jusqu'au lieu d'entreposage (Magasins, terre-pleins et parcs).
- L'opération de pilotage, lamanage, remorquage et services aux navires : Les opérations de Remorquages telles que définies par le Code Maritime sont : Les opérations à tirer ou pousser le navire, les manœuvres d'accostage, de déhalage ou d'appareillage du navire et le convoyage et l'aide dans l'exécution d'autres manœuvres dans la navigation d'un navire.
- L'exécution des travaux d'entretien, d'aménagement et de renouvellement de la superstructure portuaire.
- L'élaboration, en liaison avec les autorités concernées, des programmes de travaux d'entretien, d'aménagement et de création d'infrastructures portuaires,
- Assurer la police et la sécurité portuaire dans les limites du domaine public portuaire.

5.2. L'organisation actuelle de l'Entreprise Portuaire de Ghazaouet :

L'Entreprise Portuaire de Ghazaouet (Société Par Action S.P.A) est administrée par un Conseil d'Administration. Les administrateurs sont élus par l'assemblée constitutive ou par l'assemblée générale ordinaire. La durée de leur mandat est déterminée par leurs statuts respectifs sans pouvoir excéder six (06) ans. La société est gérée par un Président Directeur Général assisté dans sa tâche par des cadres dirigeants qu'il nomme. Il dispose, dans la limite des statuts, des pouvoirs les plus étendus et assume sa fonction sous la responsabilité et le contrôle du Conseil d'Administration qui peut lui déléguer tout autre pouvoir et donner tout mandat nécessaire à la gestion de l'entreprise.

L'Entreprise Portuaire de GHAZAOUET est structurée en :

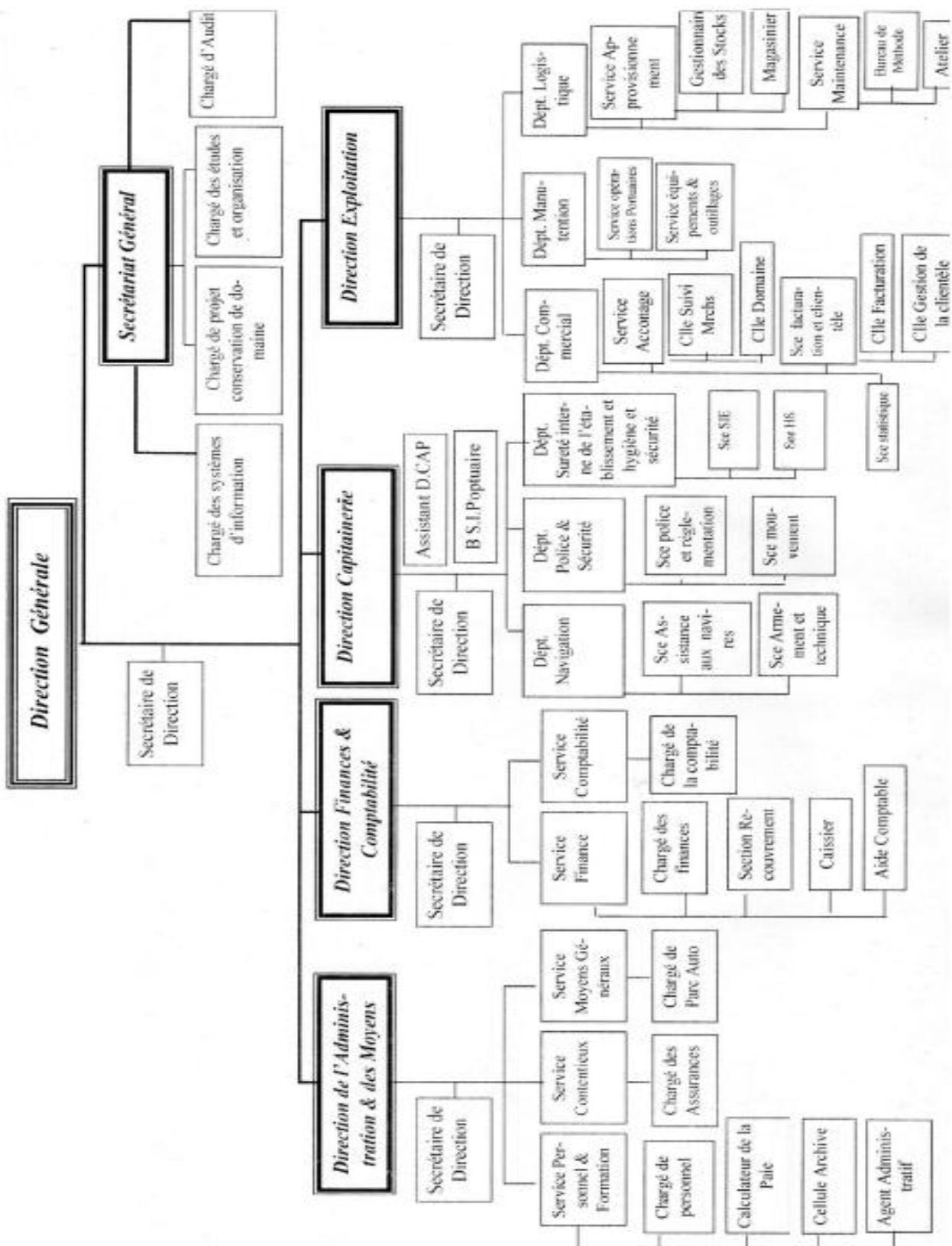


Figure 4: L'organigramme du port

5.2.1. La Direction Générale (D.G) :

Le rôle principal de cette direction est de suivre et contrôler toutes les activités, et aussi relier entre les différentes directions de l'entreprise.

En plus, la direction générale de l'entreprise s'engage à donner tous les moyens humains et matériels qui permettent de satisfaire et d'anticiper en permanence les besoins de ses clients tout en maintenant la rentabilité nécessaire à son développement.

Il y en a trois (03) services sous la Direction Générale :

- Service chargé de l'informatique et système d'information.
- Service chargé des projets de conservation de domaine.
- Service chargé de l'audit interne.

5.2.1.1. Service Audit interne :

Ce service est chargé du contrôle des procédures de gestion de l'entreprise et aide à l'amélioration d'organisation existante.

Le rôle principal de ce service est de procéder à la mise en œuvre du planning annuel des missions audit, et de concevoir toutes les démarches et la procédure pour le cas du certificat de qualité. Donc tout ça pour garantir la bonne gestion de l'entreprise, l'amélioration afin d'atteindre les objectif de l'entreprise.

5.2.1.2. Service d'informatique et système d'information:

Le service informatique rattaché directement à la direction général, il est constituée de l'ensemble des personnes chargées du bon fonctionnement du système d'information de l'entreprise portuaire de Ghazaouet, ainsi que de la réalisation des activités opérationnelles au quotidien d'organisation informatique, donc il s'agit de la fonction responsable de la gestion courante et de la maintenance de l'infrastructure informatique.

5.2.1.3. Service chargé des projets de conservation de domaine :

Ce service assure l'entretien du domaine portuaire, tous ce qui est terreplein, éclairage, hangars et silos de stockage, immobilier, etc. En plus de cela il est chargé d'exécuter et de suivre la réalisation des travaux d'entretien des installations spécialisés (pont-bascule, groupes électrogènes, poste de transformation, ascenseurs, réseaux, voie ferrée etc.).

Les Directions fonctionnelles:

- Direction d'Exploitation.
- Direction de la Capitainerie.
- Direction Financière et Comptable.
- Direction de l'Administration et Moyens.

5.2.2. Direction de capitainerie :

5.2.2.1. Département Sureté interne :

Le rôle principale de ce département est la mise en œuvre de l'ensemble des missions et tâches de sûreté afférentes aux installations portuaires. Et surtout, il réagit quand il s'agit d'actions volontaires comme par exemple les attaques de pirates, donc il veille sur la sûreté des installations portuaire et le garde côte (Notification de sûreté doit être envoyée par le navire 24 h avant).

5.2.2.2. Département Police et sécurité :

Les deux rôles principaux de ce département sont :

- Veiller sur la sécurité portuaire des employées (accidents de travail).
- Suivre les accidents reliés aux matériels navals et aussi les matériels de manutention
- Coordination avec la police judiciaire

Si l'intervention est nécessaire, ils contactent les experts externes.

5.2.2.3. Département navigation :

Ce département à pour mission le suivi des opérations et prestations rendues aux navires.

Remarque :

La commission de placement du navire :

Une commission de placement des navires, présidée par la capitainerie, regroupant un membre de la direction d'exploitation, agents consignataires, les clients ou leurs représentants et toute autre personne pouvant donner un avis et/ou informations utiles au placement des navires, est tenue quotidiennement pour le traitement des données et le placement des navires. « Un procès-verbal de placement des navires » est dressé en conséquence.

5.2.3. Direction Exploitation :

Son rôle principal est d'assurer l'exécution de tous les services liés aux prestations rendues à la marchandise, elle est en contact direct avec les agents transitaires, consignataires et autres clients. D'une manière générale, elle assure toutes les missions et services depuis l'arrivée des marchandises au quai, jusqu'à son expédition aux clients.

5.2.3.1. Département commercial :

Le service acconage :

Ce service assure la réception, le pointage et la reconnaissance des marchandises, et aussi leurs gardiennages et tous les services nécessaires comme l'alimentation électrique pour les conteneurs frigorifiques dès leurs débarquements jusqu'à ce que leurs propriétaires viennent les prendre.

Le service facturation:

Le Service Facturation s'occupe la collecte de toutes les prestations rendues aux navires et celles rendues à la marchandise, quantifier ces prestations en somme d'argent puis les envoyer à la direction finance et comptabilité (service recouvrement).

Il y a des factures destinées aux navires et autres destinées aux marchandises, les premières concernent les services rendus aux navires (pilotage, accostage, remorquage...) servit par le département Navigation, par contre les deuxièmes concernent les services rendus aux marchandises (gardiennage, alimentation électrique, embarquement ou débarquement...)

5.2.3.2. Département manutention :

Le département de manutention avec ses services (service opération portuaire et service équipement et outillage) est chargé de la programmation des moyens humaines et matériel nécessaires aux traitements de la marchandise.

Cette mission fait l'objet d'un bon de commande du client remis au chef de secteur pour préparer et planifier les équipes et les matériels. Ensuite le chef cariste et/ou le chef gréisseur prennent en charge l'affectation des moyens matériels planifiés à partir d'une fiche d'affectation des moyens matériels.

Le chef secteur manutention fait un bon de commande pour tous les équipements nécessaires à chaque prestation, et chaque type de marchandise ou bien prestation à une équipe spécialisée.

5.2.3.3. Département logistique :

Les trois (3) rôles principaux de ce département sont :

- Satisfaire les besoins internes en ressources
- Assurer la gestion et la maintenance.
- Assurer la conservation du domaine (infrastructure et bâtiments).

5.2.4. Direction Finances et Comptabilité (D.F.C) :

5.2.4.1. Le service finance :

A pour mission:

- Assurer la longévité de l'entreprise ainsi que la rentabilité.
- L'application de la politique de recouvrement.
- La constitution et le réajustement des provisions pour pertes de valeur sur créances clients.
 - Le rapprochement des créances contentieuses avec la cellule contentieux.
 - Recevoir les encaissements.
 - L'effectuation des paiements en espèces dans la limite autorisée.
 - Remettre les chèques et les versements à la banque.
 - La tenue de registre de banque et de caisse.
 - gestion des investissements.

Ce service a des relations externes avec les banques, interne le service recouvrement, le service des moyens généraux, le service approvisionnement, le service comptabilité.

5.2.4.2. Services comptabilité :

A pour mission :

- Comparer les montants de la facturation avec les éléments de facturation joints à la facture.
- Assurer le contrôle, vérification et comptabilisation des états des factures émises, les factures, les éléments de facturation, les pièces comptable.
- Procéder au rapprochement des comptes dont il a la charge.
- Valider l'enregistrement des factures dans la base de données.

5.2.5. Direction Ressources Humaines et administration:

5.2.5.1. Département ressources humaines :

Ce département chargé de la gestion des personnels, de la formation ainsi que de la gestion des carrières de l'ensemble des employés de l'entreprise.

La gestion des personnels consiste à suivre la relation de l'ensemble des personnes liées à l'entreprise dès le recrutement jusqu'à la retraite, en plus il s'occupe de la gestion de rupture comme les absences, les maladies, les congés...

Cette gestion concerne les aspects administratifs (donc tout qui est recrutement et carrière) et les aspects financiers (la rémunération).

5.2.5.2. Le Service des moyens généraux :

Service des moyens Généraux englobe l'ensemble des ressources nécessaire à l'entreprise pour le fonctionnement au quotidien. Ses activités comprennent les achats des fournitures, matériels, la construction ou l'acquisition, et planifier le nettoyage des bureaux.

5.3. Environnement concurrentiel de l'entreprise :

Pour l'EPG même en portant le statut EPE (entreprise publique économique), cela ne l'exclue pas de la concurrence des autres ports étatiques. En dépit de la grandeur de la côte algérienne de 1200 KM et des dix ports commerciaux réparties sur cette côte, on trouve que les principaux concurrents de l'entreprise sont les deux ports d'Oran et de Mostaganem qui sont géographiquement les plus proches du port de Ghazaouet. Les facteurs clés que les clients prennent en considération pour le choix de port sont principalement la qualité des services, les prestations et le tarif. L'EPG est majoritaire en fonction de ces paramètres mais le seul inconvénient c'est l'éloignement du port par rapport aux principales villes commerciales d'Algérie.

5.4. Classification des clients :

L'entreprise portuaire de Ghazaouet présente deux catégories de clients :

- *Les clients (navire)*: représentés soit par l'armateur ou par leur consignataire, et parmi leurs clients navire on trouve les entreprises suivantes : CMACGM, SARL CTC, GEMA, EURL BENTRASALG, EURL MERCA, MASHCO...
- *Les clients (marchandise)*: c'est les clients finaux qui sont représentés par les transitaires, et parmi leurs clients marchandise on trouve les entreprises suivantes : CMACGM, EURL BENTRASALG, EURL butimilck, EL ZINK, INAB, SARL ICTC, TRANSIT LOUANES, FROMAGERIE BEL..

6. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté le domaine portuaire et précisément les ports commerciaux, nous avons parlé aussi du domaine portuaire mondial et aussi au niveau de l'Algérie, ensuite nous avons fait une description de l'entreprise objet de notre étude.

Le prochain chapitre concernera la maintenance industrielle, nous allons décomposer ce titre en deux grands sous titres le premier présentera la maintenance industrielle d'une façon générale et le second s'intéressera à la maintenance au sein de l'Entreprise Portuaire de Ghazaouet, ensuite, nous traiterons la gestion de maintenance assistée par ordinateur (GMAO).

Chapitre 02:

La maintenance Industrielle

1. Introduction:

La maintenance devient jour après jour plus importante au sein de chaque entreprise, soit de production ou de service, elle devient un facteur de performance, de sécurité et de qualité.

Dans chaque entreprise, il y'a des fonctions identifiables comme celle de la production et du commerce, par contre la maintenance n'est qu'un support à la production, à cause de ça les gens sous estiment l'importance de cette fonction et son influence sur le rendement de l'entreprise.

La maintenance est un facteur qui assure la compétitivité d'une entreprise, grâce à cette importance, ce facteur doit garder le rythme avec le temps, dans ce cadre les informaticiens pensent à informatiser la gestion de la maintenance, ils ont commencé par créer des logiciels de gestion de maintenance assistée par ordinateur dédiés à des entreprises spécifiques et aussi des logiciels standards, et les ont intégré dans des ERP qui englobent le système d'information de l'entreprise.

Dans ce chapitre, nous allons parler de la maintenance industrielle d'une façon générale, ensuite nous passons au service maintenance au sein de l'EPG et après nous parlerons de l'ERP, en terminant par la définition de la gestion de maintenance assistée par ordinateur.

2. La maintenance :

2.1. Généralités sur la maintenance :

2.1.1. Définition de maintenance :

Selon AFNOR X 60-010: (Association Française de Normalisation)

«L'ensemble des actions permettant de maintenir ou rétablir un bien dans un état spécifié, ou en mesure d'assurer un service déterminé»

Selon AFNOR X 60-000:

« Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise »

Selon LAROUSSE :

« Ensemble de tout ce qui permet de maintenir ou de rétablir un système en état de bon fonctionnement »

2.1.2. Types de maintenance :

Il existe deux types principaux de maintenance :

➤ Maintenance Préventive :

- Maintenance systématique
- Maintenance Conditionnelle

➤ Maintenance corrective :

- Maintenance palliative
- Maintenance curative

Définition de quelques types de maintenance selon la norme **AFNOR** (FD X 60-000):

- Maintenance préventive: « Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinés à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien.
- Maintenance conditionnelle : Maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement et intégrant les actions qui en découlent.

- Maintenance prévisionnelle : Maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien.
- Maintenance systématique : Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien.
- Maintenance corrective : (anciennement curative) : Maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise. »

L'auto maintenance est une forme de maintenance particulière : « Certaines actions de maintenance ou préalables à des actions de maintenance de niveau 1 peuvent être réalisées par le personnel d'exploitation ».

Autres termes non normalisés caractérisant des formes de maintenance:

Les termes étudiés dans ce paragraphe concernent des applications non normalisées du mot « maintenance », ou peu utilisées ou très spécifiques ou étrangères. La maintenance réparatrice est la forme ancienne et universelle de la maintenance corrective, déclenchée par une défaillance. Mais elle ne contient pas la dimension « saisie pour analyse ultérieure », caractéristique de la maintenance corrective : corriger, c'est améliorer.

- La maintenance palliative caractérise les actions de dépannage : remise en état provisoire.
- La maintenance corrective caractérise les actions de réparation au sens de « guérir ».
- La maintenance d'amélioration est à nos yeux un pléonasme : par nature, la maintenance s'inscrit dans une démarche de progrès. Toute l'organisation tend à favoriser le diagnostic, générateur d'améliorations par rupture avec l'entretien traditionnel.

Rappelons que, pour le CEN, « l'amélioration est l'ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion destinées à améliorer la sûreté de fonctionnement d'un bien sans changer sa fonction requise ».

- La maintenance proactive ou détective (terme émergent) repose sur l'exploitation du retour d'expérience et sur l'analyse approfondie des phénomènes pathologiques à l'origine des défaillances.
- La maintenance rationnelle est un terme défini par J. Maxer comme « l'ensemble des actions et des réflexions permettant de rétablir et d'améliorer la qualité et la fiabilité des biens et des services ».
- Télémaintenance : maintenance exécutée à distance sans accès physique du personnel au bien.
- Maintenance en ligne : maintenance exécutée alors que le bien est en fonctionnement.

2.1.3. Les niveaux de maintenance:

Un niveau de maintenance se définit par rapport :

- ✓ À la nature de l'intervention
- ✓ À la qualification de l'intervenant
- ✓ Aux moyens mis en œuvre

Niveau I

Il s'agit de réglages simples prévus par le constructeur ou le service de maintenance, au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement.

Exemples:

- Echanges en toute sécurité d'éléments consommables tels que :
 - ✓ fusibles
 - ✓ voyants
- Déplacement d'un produit défectueux sur une machine automatisée après la mise en sécurité de la machine.
- Graissage.

Ces interventions de premier niveau peuvent être réalisées par l'exploitant du bien, sans outillage particulier à partir des instructions d'utilisation.

Niveau II

Il s'agit de dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et d'opérations mineures de maintenance préventive.

Exemples:

- Contrôle du bon fonctionnement d'un four de traitements thermiques.
- Remplacement d'une électrovanne sur un système de serrage de pièce.

Ces interventions de deuxième niveau peuvent être réalisées par un technicien ou l'exploitant du bien dans la mesure où ils ont reçus une formation pour les exécuter en toute sécurité.

Niveau III

Il s'agit d'identification et de diagnostic de pannes suivis éventuellement:

- d'échanges de constituants
- de réparations mécaniques mineures
- de réglage et d'étalonnage général des mesureurs

Exemples:

- Remplacement d'une bobine de contacteur défectueuse à la suite d'une surtension
- Démontage d'un manomètre donnant des indications erronées, ré étalonnage sur un banc de contrôle, remontage sur la machine

- Remplacement d'une clavette cisailée nécessitant l'ajustage de la nouvelle clavette

Les interventions de troisième niveau peuvent être réalisées par un technicien spécialisé directement sur le site ou dans un atelier de maintenance.

Niveau IV

Il s'agit de tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction.

Exemples:

- Révision générale d'un compresseur
- Démontage, réparation, remontage, réglage d'un treuil de levage
- Remplacement du coffret d'équipement électrique de démarrage d'une machine-outil

Ces interventions de quatrième niveau peuvent être réalisées par une équipe disposant d'un encadrement technique très spécialisé et de moyens importants bien adaptés à la nature de l'intervention.

Niveau V

Il s'agit de tous les travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparation importante, confiés à un atelier central de maintenance ou à une entreprise extérieure prestataire de services.

Exemples:

- Conception d'une machine neuve à partir d'une ancienne
- Remplacement d'un matériel ancien par un matériel nouveau du commerce

Le personnel de maintenance en charge de ces travaux doit posséder des compétences technologiques multiples (électricité, mécanique, pneumatique, automatique...) et doit connaître les règles de gestion d'un projet technique.

3. La maintenance au sein de l'entreprise EPG :

3.1. L'organigramme :

Le service maintenance au sein de l'entreprise portuaire de Ghazaouet est installé dans le département logistique qui est sous la Direction Exploitation.

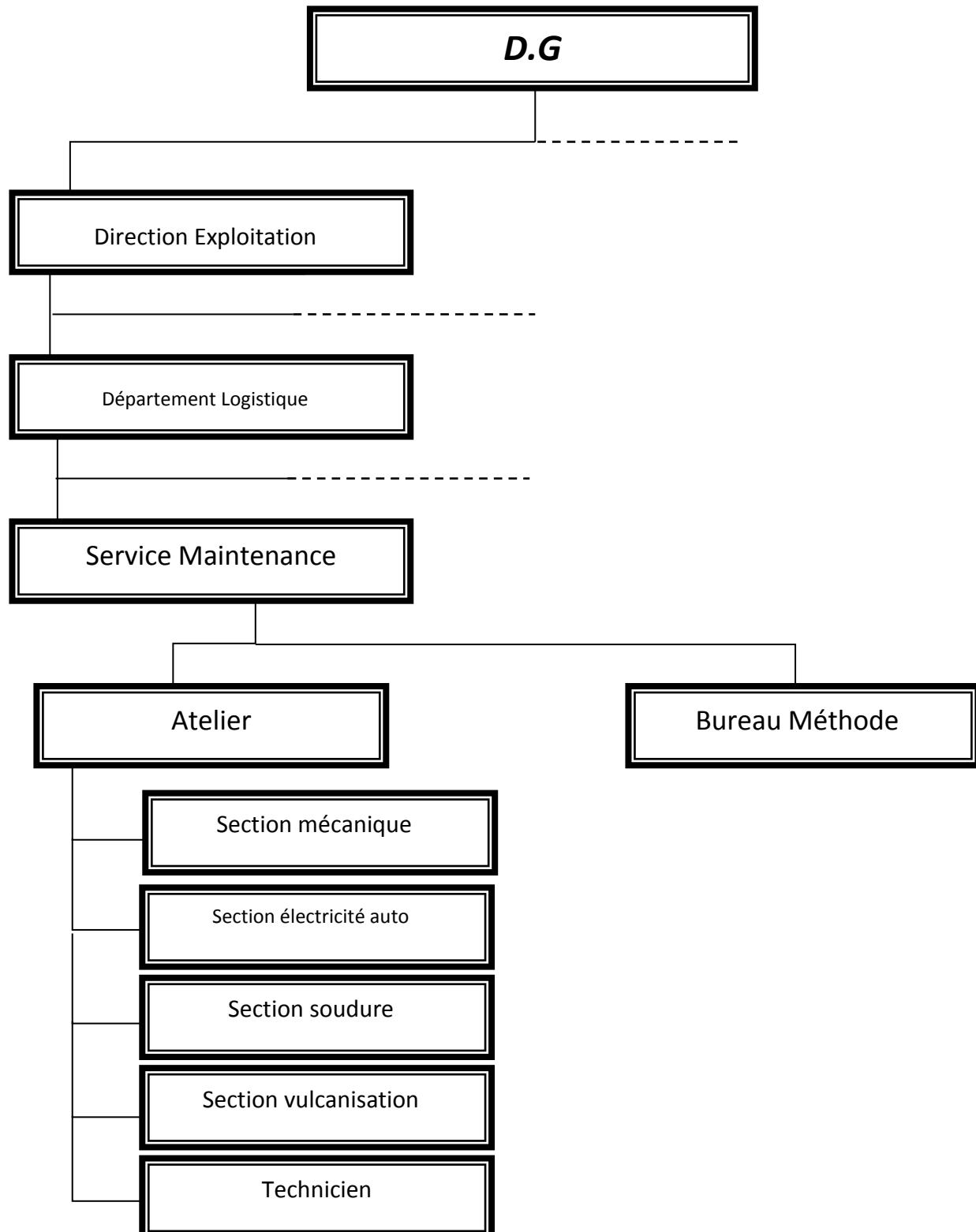


Figure 5 : Organigramme du service maintenance

3.2. Définition des missions des différentes structures de la maintenance :

3.2.1. Responsable de la maintenance :

- Veille à l'exécution des programmes de la maintenance préventive et la réalisation des travaux correctifs et au respect des procédures de travail et de contrôle.
- Contrôle et valide les demandes pour fournir des pièces de rechange et autres (sous-traitance etc.), en collaboration avec la structure chargée des approvisionnements.
- Traite les demandes d'intervention (Selon les priorités).
- Planifie, ordonne et lance le plan de maintenance.
- Veille à la bonne gestion des ressources humaines (Disponibilités, Compétences et formations).
- Veille à l'assiduité, au respect des tâches de tous les acteurs et intervenants, au respect des dispositions procédurales et des consignes de sécurité et de protection de l'environnement.

3.2.2. Responsable de la structure technique (Bureau méthodes) :

- Elabore le programme de la maintenance préventive.
- Analyse les travaux effectués (Correctifs et préventifs).
- Analyses des pannes constatées.
- Analyse les coûts de maintenance (Consommation de PDR, lubrifiant, pneumatique...).
- Gère et exploite la documentation technique des engins (Fiches techniques, schémas de dépannage, check listes...).
- Analyse et solutionne les dysfonctionnements techniques.
- Assure le suivi des opérations de contrôle réglementaire.
- Assure la mise à jour des tableaux de bord (indicateurs) et des dossiers historiques et techniques.
- Etablit les rapports d'activités maintenance et les transmet au responsable de la structure ainsi qu'à toutes les parties prenantes.
- Etablit en collaboration avec les parties intéressées, les fiches techniques des nouveaux investissements en matière d'engins de manutention.
- Etablit la demande de travail préventif.

3.2.3. Chef d'atelier :

- Affecte le personnel selon les travaux et s'assure de leur bonne exécution.
- Effectue les diagnostics nécessaires.
- Détermine les priorités d'interventions.
- Analyse et solutionne les dysfonctionnements techniques.
- Exprime les besoins des pièces de rechanges au service approvisionnement.
- Coordonne en collaboration avec les approvisionnements les travaux de sous-traitance.
- Veille à la bonne rédaction et contrôle les Ordres de Travaux Préventifs (OTP) et les Ordres de Travaux Correctifs (OTC).
- Veille à la discipline et à la communication des consignes entre les shifts.
- Vérifie et valide quotidiennement les check-lists des contrôles.
- Assure la sécurité des conditions de travail et maintient en bonne condition les ateliers et les outils.

3.3. Logigramme de maintenance :

3.3.1. Maintenance Curative :

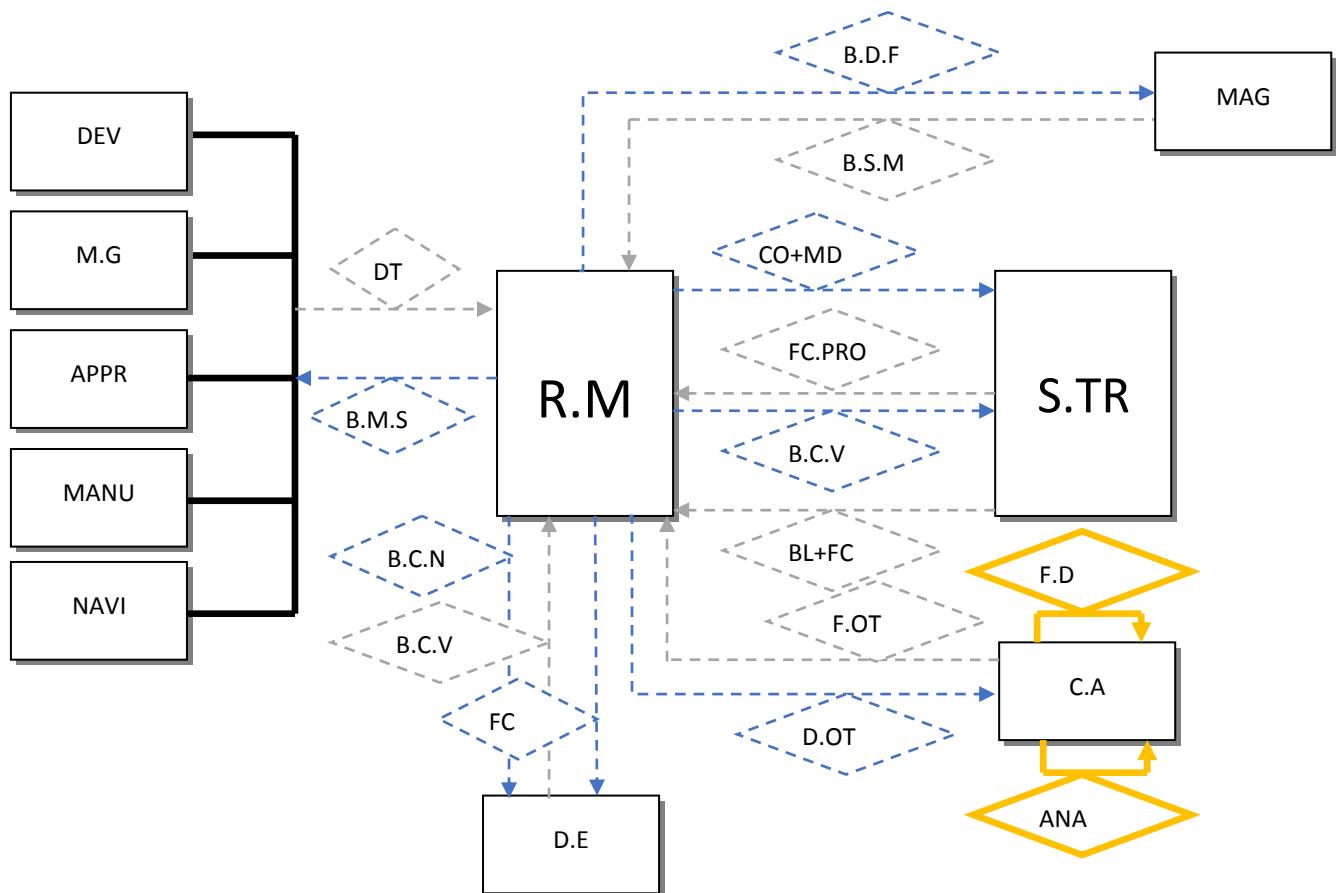


Figure 6 : Logigramme de la maintenance curative (EPG)

Le dictionnaire :

ANA: Analyse

APPR: Service approvisionnement

B.C.N: Bon de commande non visé

B.C.V : Bon de commande visé

B.D.F : Bon de demande fourniture

BL : Bon de livraison

B.M.S : Bon de mise en service

B.S.M : Bon de sortie magasin

C.A : Chef Atelier

CO : Contacter

D.E : Direction Exploitation

DEV : Service développement

D.OT : Début ordre de travail

DT : Demande de travail

FC : Facture

FC.PRO : Facture préforma

F.D : Fiche diagnostique

F.OT : Fin ordre de travail

MAG : Magasinier

MANU : Département de manutention

MD : Model

M.G : Moyen généraux

NAVI : Département navigation

R.M : Responsable maintenance

S.TR : Sous-traitant

3.3.2. Maintenance préventive :

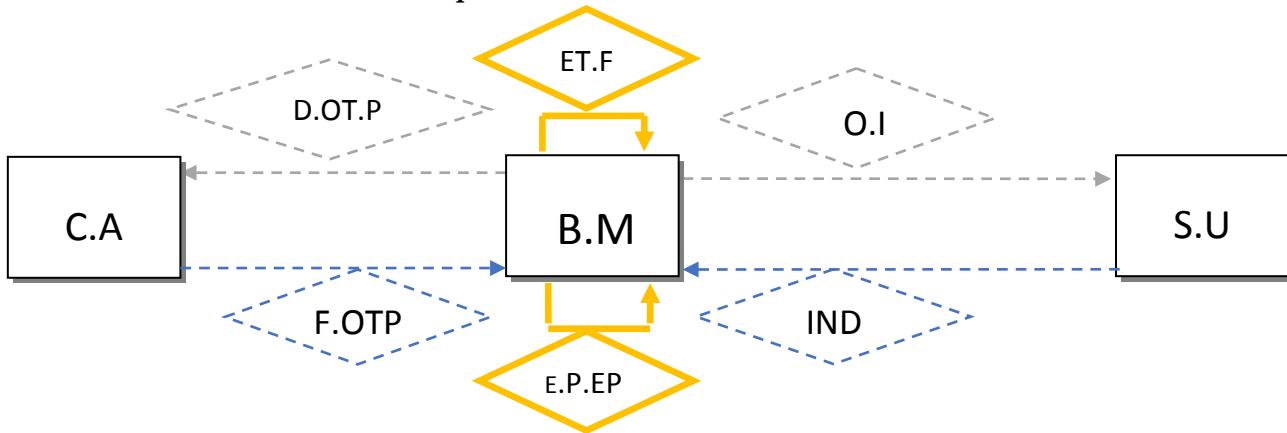


Figure 7 : Logigramme de la maintenance préventive (EPG)

Le dictionnaire :

B.M : Bureau de méthode

C.A : Chef atelier

D.OT.P : Début Ordre de travail préventif

ET.F.C : étudier fichiers constructeur

E.P.EP: établir plan d'entretien préventive

F.OTP : Fin Ordre de travail préventif

IND: Index

O.I: Ordre d'immobilisation

S.U: Service utilisateur

3.4. Le champ de travail :

- Engins de manutention
 - Grues portuaires.
 - Grues télescopiques.
 - Chariot élévateur (STACKER/ a fourches).
 - Tracteur.
- Véhicules utilitaire
 - Camion citernes.
 - Camion à benne.
 - Véhicules touristiques.
- Engins Servitudes
 - Canons (curative).
 - Remorqueur (soudure).
 - Pilotin (curative).

Le tableau suivant montre les structures qui gèrent chaque type de biens :

Nº	Type de biens	Gestion	Exploitant	Entretien
01	Parc roulant (véhicule de tourisme, utilitaire,...)	Moyens généraux	Ensemble des structures	Service maintenance
02	Equipements de manutention et travaux (chariot élévateur, pelles, chargeurs, grues,...)	-Direction exploitation -Secrétariat général	-Direction exploitation -Secrétariat général	-Service maintenance -Externe
03	Engins de servitude (pilotine, remorqueur,...)	Capitainerie	Capitainerie	-Service maintenance -Externe -Capitainerie
04	Equipements spécialisés (pont bascule, scanners, groupe électrogène,...)	Secrétariat général	- Ensemble des structures - Parties externes (service de police)	-Service maintenance -Externe (convention)

Tableau 3 : Les structures qui gèrent chaque bien

4. Gestion de maintenance assistée par ordinateur :

La gestion de maintenance assistée par ordinateur (souvent abrégée en GMAO) est une méthode de gestion assistée d'un logiciel destiné aux services de maintenance d'une entreprise afin de l'aider dans ses activités.

En 1985 M. Gabriel et Y. PIMOR définissaient la gestion de la maintenance assistée par ordinateur en ces termes :

« Un système informatique de management de la maintenance est un progiciel organisé autour d'une base de données permettant de programmer et de suivre sous trois aspects technique, budgétaire et organisationnel, toutes les activités d'un service de maintenance et les objets de cette activité (services, lignes, ateliers, machines, équipements, sous-ensembles, pièces, etc.) à partir de terminaux disséminés dans les bureaux techniques, ateliers, magasins et bureaux d'approvisionnement. »

4.1. L'utilisation d'un GMAO :

Un système de GMAO peut être utilisé pour :

- Normaliser et harmoniser les informations dans le cadre d'un programme de gestion de maintenance;
- Aider à planifier et surveiller les procédures d'inspection et de maintenance préventive, et à programmer et suivre les réparations ;
- Suivre les indicateurs de performance du matériel comme la moyenne des temps de bon fonctionnement, la durée d'immobilisation et les dépenses d'entretien pour un engin ou un groupe d'engins du même modèle, du même type ou du même fabricant ;
- Suivre les indicateurs de performance du personnel comme les réparations répétées effectuées par le même membre du personnel pour le même problème, le temps moyen d'immobilisation associée à des personnes individuellement, et le temps de travail productif de personnes ou de groupes ;
- Héberger des séries de normes réglementaires et d'informations sur la sécurité ;
- Produire les documents appropriés pour l'accréditation par les organismes de réglementation et de normalisation ;
- Produire des rapports destinés à faciliter le suivi et l'amélioration de la productivité, de l'efficacité et de la performance de la gestion de maintenance, tels les rapports suivants :
 - Pourcentage du coût de la maintenance comparé au coût total du matériel inclus dans l'inventaire ;
 - Conformité avec le programme d'inspection et de maintenance préventive ;
 - Moyenne des heures de travail productif ;

- Identification du matériel affecté par les alertes aux produits dangereux et les avis de rappel.

4.2. Bénéfices attendus :

Les bénéfices attendus de la mise en place d'une GMAO sont potentiellement importants, bien que difficiles à chiffrer car souvent indirects. On peut citer:

- Meilleure gestion et réduction des coûts.
- Amélioration de la fiabilité et de la disponibilité des équipements,
- Optimisation des achats,
- Amélioration du retour d'expérience grâce notamment à l'historique des travaux de maintenance,
- Amélioration de la planification des interventions,
- Recherche du ratio préventif/correctif optimal en fonction des équipements gérés et des objectifs de disponibilité,
- Meilleur contrôle de l'activité des sous-traitants et prestataires externes,
- Participation à une démarche de maintenance productive totale.

4.3. Intégration de la GMAO dans le système d'information de l'EPG :

La plupart des ERP du marché possèdent un module de gestion de la maintenance intégré couvrant les mêmes fonctions qu'un logiciel de GMAO : maintenance préventive et curative.

Le module maintenance qu'on va développer fait partie du ERP qui est déjà mis en œuvre pour mieux gérer tous les activités de l'entreprise dans une base de données commune. Et aussi pour une meilleure exploitation de l'information et d'évaluation des coûts, par exemple sur les stocks et les achats pour la gestion des pièces de rechange, ou encore les ressources humaines pour la gestion des coûts de main d'œuvre.

4.4. Les types de GMAO :

Les types de GMAO existent en :

4.4.1. Monoposte

Les données sont installées sur l'ordinateur de l'utilisateur, elles se placent automatiquement, les données ne sont pas partagées et sont accessible uniquement par l'utilisateur de l'ordinateur.



Figure 8 : Exemple d'un monoposte

4.4.2. Multi-postes :

Les données sont installées sur un serveur. L'ensemble des utilisateurs peuvent accéder simultanément aux données.

Le nombre d'utilisateur pouvant accéder simultanément à la base de données n'est pas limité, mais par mesure d'efficacité du maintien des logiciels, nous conseillons au-delà de 5 utilisateurs, de virtualiser l'application sur un server.



Figure 9 : Exemple d'un multi-poste

4.4.3. Multi-postes multi-sites :

Dans le cas où vous avez plusieurs sites distants, vous pouvez synchroniser plusieurs bases de données au moyen d'une connexion ADSL ou d'une ligne spécialisée.

Pour des raisons de sécurité, il est fortement conseillé de disposer d'une adresse IP Fixe sur chacun des sites à synchroniser.

Dans ce mode de fonctionnement, les échanges de données entre les deux serveurs se font de manière continue et asynchrone, si la connexion entre les

serveurs est interrompue, les utilisateurs peuvent continuer à travailler. Les données seront alors synchronisées automatiquement lors du rétablissement de la connexion.

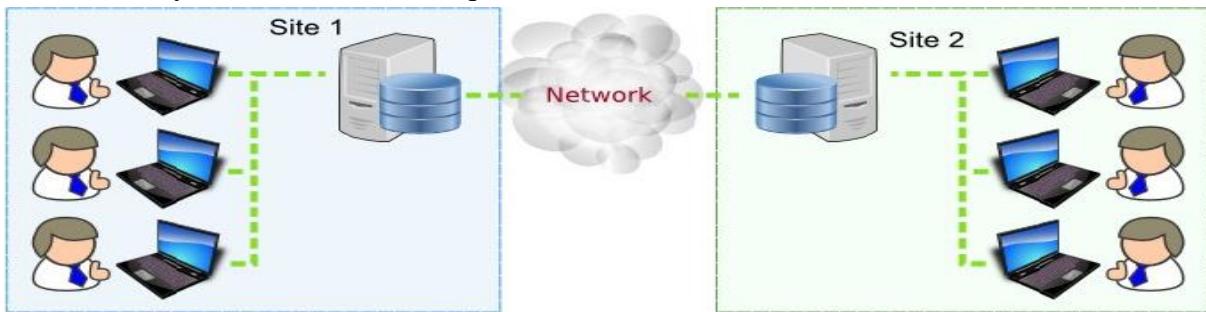


Figure 10 : Exemple d'un multi-postes multi-sites

4.4.4. Mode nomade

Il est parfois nécessaire qu'un utilisateur puisse utiliser les données du logiciel sans pour autant être directement connecté au serveur. C'est le cas des laboratoires in situ ou de l'utilisation du détachement temporaire d'employés lors de missions de longue durée.

Vous pouvez alors détacher les données temporairement.

La synchronisation peut se faire au retour de l'ordinateur dans le réseau de l'entreprise ou de manière sporadique via une connexion ADSL ou 3G.

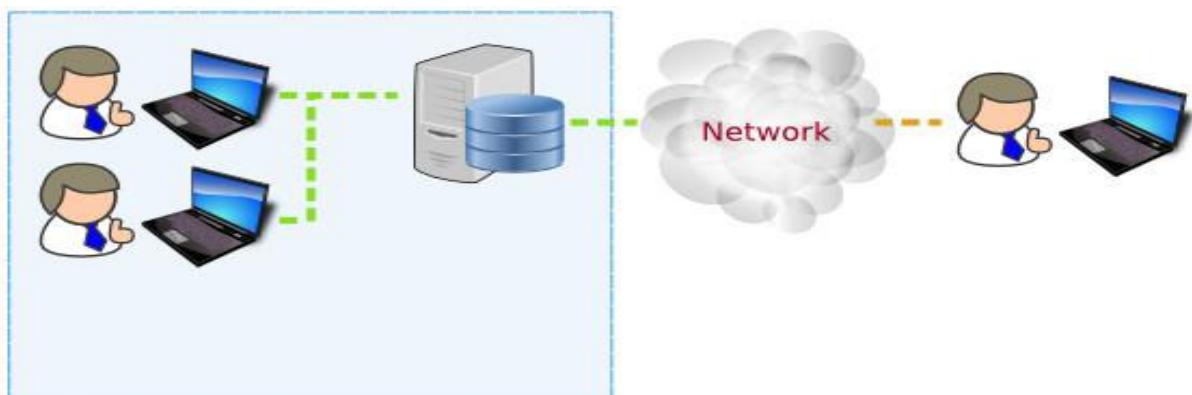


Figure 11 : Exemple d'un mode nomade

5. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté sommairement l'ensemble des procédures de maintenance par une vue horizontale, c'est-à-dire une vision globale sur la maintenance au sein de l'EPG, afin de commencer l'étude détaillée.

Le chapitre suivant consiste à identifier et définir les outils qui vont nous aider à entamer l'étape de l'étude détaillée.

Chapitre 03 :

*Système d'information et outils d'aide
au développement*

1. Introduction :

Afin d'améliorer la productivité, un élément stratégique a été utilisé pour ça à sa naissance, mais son objectif et son rôle étaient changé avec le temps.

Le Système d'Information est devenu un élément critique indispensable au fonctionnement des entreprises, par exemple un Système de paiement, gestion des conteneurs et la gestion des ressources humaine.

Au 21ème siècle, la concurrence entre les entreprises devenue jour après jour féroce, à cause de ça, l'accélération des traitements et des échanges était une nécessité, alors les concurrents étaient besoin d'automatisé les traitements à l'aide d'une assistance informatique, mais ce n'était pas évidant de passer d'un Système d'Information ancien (dont ils utilisent des papiers) à un Système d'Information informatisé.

Dans cet objectif des méthodes de modélisation sont utilisés, parmi eux, la méthode de MERISE et aussi UML, ils aident à passer de l'informel vers le formel où le développement des progiciels devient faisable dans ce dernier.

Donc ce chapitre consiste à définir le système d'information ainsi que les outils qui vont nous aider à faire notre étude détaillée et formalisée les données, aussi on va mentionner les outils qui vont nous aider à développer notre progiciel (GMAO).

2. Systèmes d'information :

Les entreprises se voient confrontées à de nouveaux problèmes qui les poussent à revoir leurs méthodes de travail et d'organisation. Pour promouvoir l'entreprise et assurer son bon fonctionnement de nos jours, il faut améliorer son système de communication des informations. En effet, la connaissance et le contrôle de l'information ainsi que l'exploitation et la mise à disposition de l'information et de façon optimale constituent le challenge de toute entreprise (utilisation de techniques de datamining, aide à la décision,...).

Un système d'information de l'entreprise constitué d'éléments matériels ou non qui transforme un flux d'informations d'entrées en flux de sorties.

2.1. Notion de Système :

2.1.1. Définition du Système :

Un système est un ensemble de composantes en interaction dynamique organisés en fonction d'un but. Les éléments sont unis par des relations, ces éléments et ces relations étant munis de propriétés.

D'après cette définition, l'entreprise est donc un système, composé d'un ensemble de composantes (services, départements, composantes humaines, financières, matérielles etc.). Ces composantes de l'entreprise sont en interaction dynamique les uns avec les autres et avec le monde extérieur (fournisseur, client, ..., etc.) pour atteindre un but (social, économique, administratif...).

Tout système peut être décomposé en divers sous-systèmes. Chaque sous-système étant considéré lui-même comme un système à part entière.

2.1.2. Les éléments d'un système :

Décrire un tel système consiste à déterminer ses composants et ses relations, leurs propriétés et les valeurs que peuvent prendre ces dernières, ainsi que son activité et l'organisation qui en découle.

Les différents éléments d'un système sont :

- **Composants:** parties opérationnelles d'un système concernant ses : entrées, processus et sorties;
- **Attributs:** propriétés des composants, qui caractérisent le système;
- **Relations:** liens entre les composants et entre les attributs.

Un système est caractérisé également par son environnement.

2.1.3. Classification des systèmes :

- Systèmes Naturels vs. Artificiels
- Systèmes Physiques vs. Conceptuels
- Systèmes Statiques vs. Dynamiques
- Systèmes Fermés vs. Ouverts

2.2. Les différents sous-systèmes de l'entreprise :

L'entreprise est un système complexe dans lequel transitent de très nombreux flux d'informations. Sans un dispositif de maîtrise de ces flux, l'entreprise peut très vite être dépassée et ne plus fonctionner avec une qualité de service satisfaisante. L'enjeu de toute entreprise consiste donc à mettre en place un système destiné à collecter, mémoriser, traiter et distribuer l'information. Ce système d'information assurera le lien entre deux autres systèmes de l'entreprise : le système opérant et le système de pilotage.

2.2.1. Sous système de pilotage :

C'est le système qui prend les décisions, fixe les objectifs et les moyens de les atteindre. Dans ce sous système, les informations sont perçues, analysées et combinées suivant un processus défini pour enfin générer de nouvelles informations (ou décision). Le système de pilotage décide des actions à conduire sur le système opérant en fonction des objectifs et des politiques de l'entreprise.

2.2.2. Sous système opérant :

Le système opérant englobe toutes les fonctions liées à l'activité propre de l'entreprise : facturer les clients, régler les salariés, gérer les stocks, ... Ce sous-système représente la partie la plus évidente de l'entreprise qui réalise toutes les tâches de l'entreprise. Exemple : les employés dans une chaîne de production.

2.2.3. Sous système d'information :

Le système d'information sert à traiter l'information et à la véhiculer entre le système de pilotage et opérant. Le (SI) fournit et reçoit des informations du monde extérieur. Ce sous-système regroupe l'ensemble des méthodes et moyens recueillant, contrôlant, mémorisant et distribuant les informations nécessaires à l'exercice de l'activité de tout point d'organisation.



Figure 12 : Schéma de différents sous système de l'entreprise

3. MERISE :

MERISE est une méthode française née dans les années 70, développée initialement par Hubert Tardieu. Elle fut ensuite mise en avant dans les années 80, à la demande du Ministère de l'Industrie qui souhaitait une méthode de conception des systèmes informatiques.

MERISE est donc une méthode d'analyse et de conception des systèmes informatiques basée sur le principe de la séparation des données et des traitements. Elle possède un certain nombre de modèles (ou schémas) qui sont répartis sur 3 niveaux :

- Le niveau conceptuel,
- Le niveau logique ou organisationnel,
- Le niveau physique.

3.1. Cycle d'abstraction de conception des systèmes d'information :

La conception du système d'information se fait par étapes, afin d'aboutir à un système d'information fonctionnel reflétant une réalité physique. Il s'agit donc de valider une à une chacune des étapes en prenant en compte les résultats de la phase précédente.

D'autre part, les données étant séparées des traitements, il faut vérifier la concordance entre données et traitements afin de vérifier que toutes les données nécessaires aux traitements sont présentes et qu'il n'y a pas de données superflues.

Cette succession d'étapes est appelée cycle d'abstraction pour la conception des systèmes d'information

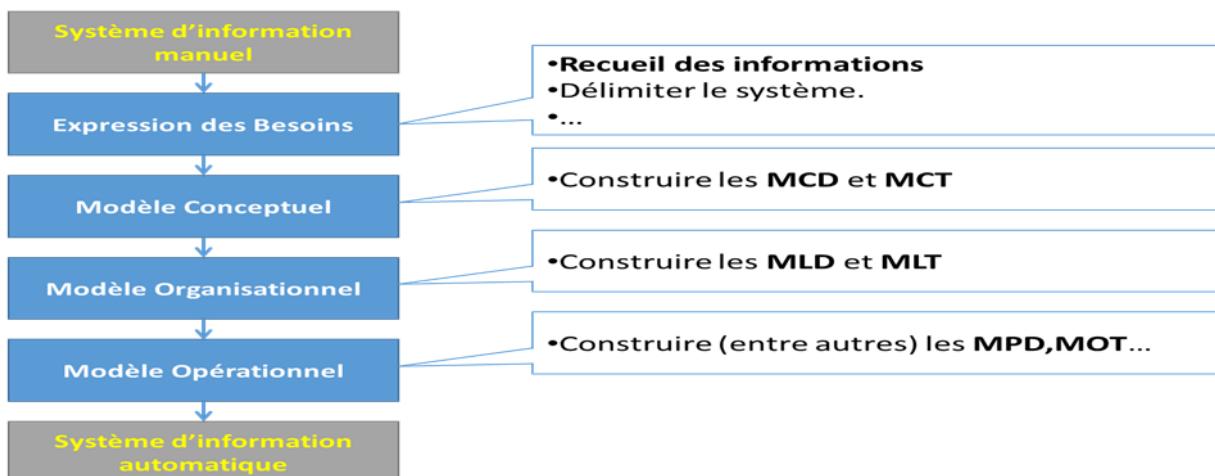


Figure 13 : Cycle d'abstraction (MERISE)

3.2. L'expression des besoins :

L'expression des besoins est une étape consistant à définir ce que l'on attend du système d'information automatisé, il faut pour cela :

- faire l'inventaire des éléments nécessaires au système d'information
- délimiter le système en s'informant auprès des futurs utilisateurs

3.2.1. Dictionnaire des données :

C'est une étape intermédiaire qui peut avoir son importance, surtout si vous êtes plusieurs à travailler sur une même base de données, d'un volume conséquent.

Le dictionnaire des données est un document qui regroupe toutes les données que vous aurez à conserver dans votre base (et qui figureront donc dans le MCD). Pour chaque donnée, il indique:

- Le code mnémonique : il s'agit d'un libellé désignant une donnée (par exemple «titre_l» pour le titre d'un livre)
- La désignation : il s'agit d'une mention décrivant ce à quoi la donnée correspond (par exemple «titre du livre»)
- Le type de donnée :
 - A ou Alphabétique : lorsque la donnée est uniquement composée de caractères alphabétiques (de 'A' à 'Z' et de 'a' à 'z')
 - N ou Numérique : lorsque la donnée est composée uniquement de nombres (entiers ou réels)
 - AN ou Alphanumérique : lorsque la donnée peut être composée à la fois de caractères alphabétiques et numériques
 - Date : lorsque la donnée est une date (au format AAAA-MM-JJ)
 - Booléen : Vrai ou Faux
- La taille : elle s'exprime en nombre de caractères ou de chiffres. Dans le cas d'une date au format AAAA-JJ-MM, on compte également le nombre de caractères, soit 10 caractères. Pour ce qui est du type booléen, nul besoin de préciser la taille (ceci dépend de l'implémentation du SGBDR).
- Et parfois des remarques ou observations complémentaires (par exemple si une donnée est strictement supérieure à 0, etc).

3.2.2. Les dépendances fonctionnelles:

Soit deux propriétés (ou données) P1 et P2. On dit que P1 et P2 sont reliées par une dépendance fonctionnelle (DF) si et seulement si une occurrence (ou valeur) de P1 permet de connaître une et une seule occurrence de P2.

Cette dépendance est représentée comme ceci :

P1 → P2 On dit que P1 est la source de la DF et que P2 en est le but.

Par ailleurs, plusieurs données peuvent être source comme plusieurs données peuvent être but d'une DF. Exemples :

P1, P2 → P3

P1 → P2, P3

P1, P2 → P3, P4, P5

On peut déduire les conclusions suivantes de ces DF :

À partir d'un numéro d'emprunt, on obtient une date d'emprunt, un délai, l'identifiant de l'inscrit ayant effectué l'emprunt, la référence de l'exemplaire emprunté.

À partir d'une référence d'exemplaire, on obtient l'identifiant du livre correspondant.

À partir d'un numéro de livre, on obtient son titre, son année de parution, un résumé, l'identifiant du type correspondant, son numéro d'édition.

3.3. *Modélisation d'une base de données au niveau conceptuel :*

Il s'agit de l'élaboration du modèle conceptuel des données (MCD) qui est une représentation graphique et structurée des informations mémorisées par un système informatique. Le MCD est basé sur deux notions principales : les entités et les associations, d'où sa seconde appellation : le schéma Entité/Association.

L'élaboration du MCD passe par les étapes suivantes :

- La mise en place de règles de gestion (si celles-ci ne vous sont pas données),
- L'élaboration du dictionnaire des données,
- La recherche des dépendances fonctionnelles entre ces données,
- L'élaboration du MCD (création des entités puis des associations puis ajout des cardinalités).

3.3.1. *Le Modèle Conceptuel de Données (MCD) :*

Le MCD est une représentation statique du S.I. Seules les règles de gestion fondamentales sont prises en compte pour décrire l'invariant.

Il n'est fait aucune hypothèse sur l'utilisation ultérieure des données à ce niveau, où l'on décrit la sémantique du système.

Le Model Conceptuel des Données (MCD) Description des données et des relations en termes de

Entité	ou	Individu
Relation	ou	Association
Propriétés	ou	Attributs

Le formalisme adopté par Merise pour décrire la statique du S.I est conforme au modèle individuel retenu par ISO.

3.4. Modélisation d'une base de données au niveau Organisationnel :

3.4.1. MLD :

Le modèle logique de données (MLD) est composé uniquement de ce que l'on appelle des relations. Ces relations sont à la fois issues des entités du MCD mais aussi d'associations, dans certains cas. Ces relations nous permettront par la suite de créer nos tables au niveau physique.

Élaboration du MLD et passage au SQL :

Comme vous pouvez le constater, le schéma de la base est déjà fait. Les règles de passage au SQL sont assez simples :

- chaque relation devient une table
- chaque attribut de la relation devient une colonne de la table correspondante
- chaque clef primaire devient une PRIMARY KEY
- chaque clef étrangère devient une FOREIGN KEY

4. Odo o :

Odoo est un PGI Progiciel de Gestion Intégré (en anglais ERP – Enterprise Resources Planning)

Crée en 2005, Odoo est une solution ERP Open Source personnalisable, basée sur une série de modules. Nous l'utilisons comme environnement de développement très efficace pour couvrir vos besoins business.

4.1. Propriétés d'Odo o :

- ✓ **Framework Open Source.**
- ✓ **Intégré** : une seule base de données ce qui garantit la consistance et l'intégrité des données.
- ✓ **Complet** : toutes les grandes activités d'une entreprise sont couvertes, le logiciel inclut son propre système de rapport.
- ✓ **Ergonomie** : facilité d'accès, aide intégrée, écrans dynamiques, accès web, technologie AJAX, mode étendu ou simplifié.
- ✓ **Facile à déployer** : logiciel client-serveur, package d'installation ALL-IN-ONE pour Windows.
- ✓ Paramétrable et modifiable : écrans, rapports, processus, flux, règles d'accès, ...
- ✓ **Réellement multilingue** : support de l'Unicode, chaque utilisateur peut travailler dans sa langue, les champs de données nécessaires sont multilingues (ex : car, wagon, voiture), les factures sont imprimées dans la langue du client, ...
- ✓ **Modulaire** : Chaque module gère une fonction de l'entreprise et peut être installé séparément.
- ✓ **Adaptable** : Les plus de 500 modules d'Odoo accélèrent le développement de votre solution.
- ✓ **Flexible** : Chaque module Odoo est entièrement paramétrable afin de l'adapter aux processus de votre business.

4.2. Historique des versions :

Nom du logiciel	Version	Date de lancement	Changements significatifs
Tiny ERP	1.0	Février 2005	Première publication
	2.0	Mars 2005	
	3.0	Septembre 2005	
	4.0	Décembre 2006	
OpenERP	5.0		
	6.0	Octobre 2009	Première publication sous AGPL ¹² , premier client Web
	6.1		Client web en Ajax , Fin du support pour le client riche (GTK+)
	7.0	Décembre 2012	
Odoo	8.0	Septembre 2014	Support pour le CMS : construction de site internet, e-commerce, point de vente, vente et business intelligence.
	9.0	Novembre 2015	Première publication des éditions Community sous licence LGPLV3 et Enterprise sous licence propriétaire.
	10.0	Octobre 2016	

Tableau 4 : Histoire de versions (Odoo)

4.3. Quelques modules d'Odoo :

Le nombre de modules étant très vaste, la liste des fonctions qui suit est par définition incomplète :

Vue globale

- Menu métier, par utilisateur.
- Requête interne.
- Calendrier.
- Tableaux de contrôle par activité.

CRM / SRM

- Gestion intégrée client / fournisseur.
- Prospection (leads).
- Appel téléphonique.
- Intégration de l'e-mail sortant / entrant.
- Plugins pour Outlook et Thunderbird.

Marketing

- Gestion de campagne.
- Segmentation.
- Enquête.

Vente

- Gestion du cycle des ventes.
- Offres et commandes.
- Listes de prix.

Finance et comptabilité

- Comptabilité générale.
- Facturation (entrante et sortante).
- Multi-devises.
- Multi-compagnies.
- Gestion des taxes, TVA.
- Comptabilité analytique.
- Budgets.
- Import CODA.
- Gestion des paiements et des rappels.

Achat – approvisionnement

- Appel d'offre.
- Demande de prix.
- Gestion des fournisseurs.
- Gestion des niveaux de stock.
- Approvisionnement automatique (commande ou production).
- Gestion des délais d'approvisionnement.

Point de vente

- Initialisation de caisse.
- Encodage des ventes, facture et mouvement de stock.

Gestion de projet

- Projets, phases et tâches.

- Délégation et planification.
- Membre du projet.
- Lien avec la gestion du temps, la facturation, la comptabilité analytique.
- Scrum (méthode d'organisation Agile).
- Voir aussi productivité : GTD - Getting Things Done.

Productivité

- To-do list: Getting Things Done. Organisation de tâche avec priorité et contexte.

Production / logistique

- Liste de composants, nomenclature - BOM Bill of Material.
- Ordre de production.
- Gestion automatique de l'approvisionnement.
- Rétro-planning (MRP).
- Gestion de stock, multi-entrepôts.
- Envoi.
- Calcul des prix de colis.
- Qualité.
- Traçabilité (lots).
- Gestion des sous-produits et des déchets.

Ressources humaines

- Fiche salarié.
- Contrat.
- Calendrier & Congé.
- Note de frais.
- Présence – pointage.
- Feuille de prestation (time-sheet).
- Gestion des candidatures.

Gestion de la connaissance

- Gestion documentaire intégrée, indexation, serveur FTP intégré.
- Process (vue graphique des processus métier).

Association

- Gestion de membres.

Événement

Gestion de services

Formations

- Gestion complète d'un centre de formation.
- Formateurs.
- Classes.
- Inscription, facturation, annulation.
- Cours, catalogue, matériel de cours.
- Commandes, diplômes.

Gestion de projet

- Scrum (méthode de développement Agile - logiciel).
- Help-desk, service après-vente.
- Timesheet & facturation.

Internationalisation

- Multilingue – écrans, reporting.
- Champs de donnée en plusieurs langues (car, voiture, wagen,...).
- Unicode.

Adaptabilité

- Grand nombre de plans comptables disponibles.
- Plateforme.
- Structure modulaire.
- Permission d'accès très granulaire : jusqu'au champ par entité.
- Audit (traçabilité des modifications).
- Possibilité de changer le schéma de la base de données ainsi que les vues, les rapports, etc.
- Prévu pour la personnalisation.
- Processus & workflow.
- API et Web Services (interface possible avec PHP, Java, Ruby...).
- Architecture et informations techniques.
- Programmé en Python.
- Entièrement en open source – AGPL V3.
- Base de données PostgreSQL.
- Application client-serveur ou interface Web.

5. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté les outils qui vont nous aider à identifier les besoins de nos collègues du service maintenance, et les modélisés afin de pouvoir développer un progiciels qui répond à ces besoins.

On va parler dans le chapitre qui suit des résultats d'étude, commençant par un logigramme de la maintenance curative passant par les résultats de l'application de la méthode de MERISE (MCD, MLD).

Chapitre 04 :

Résultats et développement

1. Introduction:

Dans ce chapitre, consacré aux résultats et au développement du logiciel de la gestion de maintenance, nous allons présenter le logigramme de la maintenance corrective et les différentes étapes de la méthode MERISE (Dictionnaire des données, les dépendances fonctionnels, MCD...), que nous avons utilisé afin de nous aider à développer notre logiciel qui sera finalisé en dehors de ce mémoire jusqu'à la mise en place du logiciel et l'intégration dans l'ERP de l'Entreprise Portuaire de Ghazaouet.

2. Application de MERISE :

5.1. Etude des documents :

Après l'étude des procédures PRO-12/00 « Gestion des maintenances préventives et curative », nous avons remarqué qu'il y a un manque d'un logigramme de maintenance curative (corrective), donc nous avons décidé de réaliser un, et de le proposer afin de l'ajouter dans la procédure PRO-12/00 VERSION 00 (17/11/2014).

5.1.1. Logigramme maintenance corrective :

Après l'examen des différentes procédures et logigrammes de la maintenance, et l'acquisition des informations de processus et de la manière dont la maintenance corrective se faire au sein du service de maintenance de l'EPG, nous avons créé le logigramme ci-dessous.

Logigramme maintenance corrective :

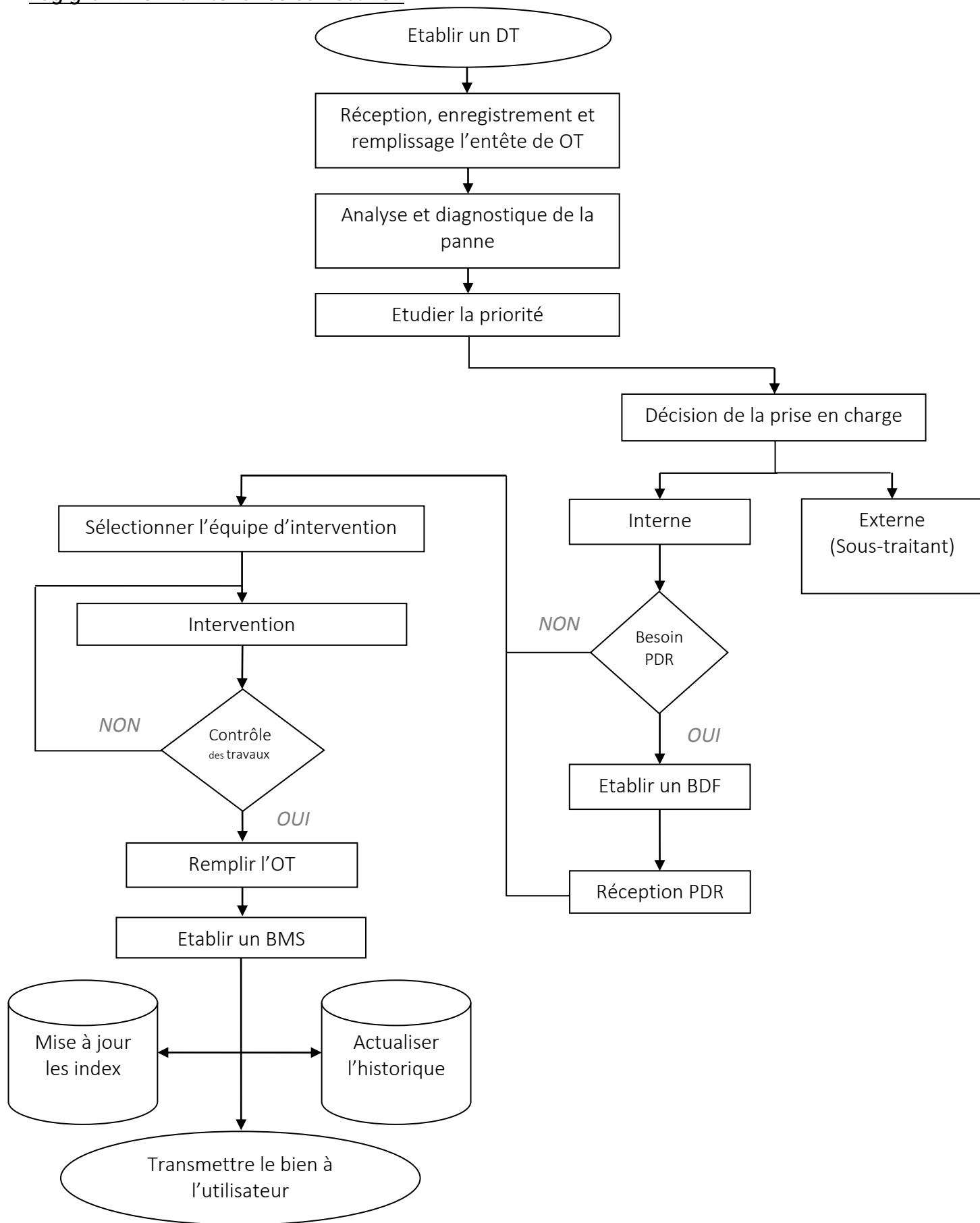


Figure 14 : Logigramme de maintenance

Description du Logigramme :

Le lancement de la maintenance curative commence par l'établissement d'une demande de travail par le service utilisateur (quand l'engin tombe en panne), après la réception de la demande de travail, le responsable de maintenance enregistre la demande, et replis l'en-tête d'un ordre de travail, après il l'envoie au chef d'atelier afin d'analyser et diagnostiquer la panne, dans le cas où ils reçoivent plusieurs demande de travail, ils doivent étudier la priorité, ensuite ils doivent décider qui va prendre en charge cette panne (interne « l'équipe de maintenance de l'EPG », Externe « Sous-traitant »), si la panne va se traiter au sein de l'entreprise, le chef d'atelier doit voir si cette panne nécessite des pièces de rechange ou non, si oui ; donc il doit établir un bon de demande fourniture au magasin afin de recevoir les ou la pièce de rechange désirer, ou bien il passe directement au sélection de l'équipe d'intervention, après l'exécution des travaux, le chef d'atelier fait le contrôle, si la panne est éliminer ou non, si oui, il remplir l'ordre de travail, sinon il relance une autre intervention, après la élimination de la panne, le responsable de maintenance établir un bon de mise en service, ce bon de mise en service doit être visé d'un part par le responsable maintenance et d'autre part par le service utilisateur après que ce dernier assure que son bien fonctionne proprement, à la fin le charger du bureau de méthode actualise l'historique et aussi fait la mise à jour des index.

5.2. Dictionnaire des données :

Après l'étude des documents qu'ils utilisent dans la maintenance (Demande de Travail, Ordre de Travail, Ordre d'Immobilisation d'engin, Bon de Mise en Service,...etc.), on a arrivé à construire le dictionnaire des données suivant :

Nom	Code	Type de données	Utilisé par
Travail/Produit	TR_PR	Caractère (10)	BC
Identifiant Bon de Commande	ID_BC	Entier	BC
Cout total du Bon de Commande	COU_TBC	Monnaie	BC
Identifiant Bon de Demande	ID_BD	Entier	BD
Cout total du Bon de Demande	COU_TBD	Monnaie (10)	BD
Identifiant Bon de Mise en service	ID_BMS	Entier	BMS
Recommandation	RECOM	Texte	BMS
Résultat d'essai	RES_DES	Texte	BMS
Quantité Demandé	QUN_D	Entier	COMPOSE DE
Quantité Livrai	QUN_L	Entier	COMPOSE DE
Nom de la partie de l'engin	NOM_PARTI	Caractère (10)	DECO
Identifiant de la décortication	ID_DEC	Entier	DECO
Numéro du Demande de Travail	N_DT	Entier	DT
Nature de la panne	NAT_PAN	Texte (100)	DT
Famille de l'engin	FAMI	Caractère (10)	ENGIN
Marque de l'engin	MARQUE	Caractère (10)	ENGIN
Nom de l'engin	NOM_EN	Caractère (10)	ENGIN
Identifiant de l'engin	ID_EN	Entier	ENGIN
Priorité de l'engin	PRIORI	Entier	ENGIN
Numéro de la Fiche Diagnostique	N_FD	Entier	FD
Nature de la panne diagnostiquée	NATURE	Texte (100)	FD
Recommandation	RECOMAND	Texte (100)	FD
Date de fin d'intervention	DATE_TER	Date	OT
Date début d'intervention	DATE_COM	Date système	OT
Durée d'intervention	DUREE	Entier	OT
Numéro d'Ordre de Travail	N_OT	Entier	OT
Anomalie	ANOMALI	Texte (100)	OT
Travail effectué	TRAVAIL_EF	Texte (100)	OT
BC IN OT	IN_C	Booléen	CONTIENT
Personnel IN FD	IN_AN	Booléen	ANALYSER
Engin IN Décortication	IN_DE	Booléen	SE DIVISE
Sous-traitant IN BC	IN_RE	Booléen	RECEV
Engin IN Type	IN TY	Booléen	COMPOSE TY
Personnel IN OT	IN_INT	Booléen	INTERVENIR

Tableau 5: Dictionnaire des données

Nom	Code	Type de données	Utilisé par
Nom du papier	NOM_PA	Caractère (100)	PAPIER
Identifiant du papier	ID_PAPI	Entier	PAPIER
Enregistrement du papier	EN_PAPI	Image (25)	PAPIER
Fonction de l'employé	FONCTION	Caractère (10)	PERSONNEL
Nom de l'employé	NOM_P	Caractère (10)	PERSONNEL
Prénom de l'employé	PRE	Caractère (10)	PERSONNEL
Date de naissance	DATE_NE	Date	PERSONNEL
Matricule de l'employé	MATRIC	Entier	PERSONNEL
Numéro de téléphone de l'employé	TLF	Entier	PERSONNEL
Prix par heure	PRIX	Monnaie (10)	PERSONNEL
Type de la pièce	TYPE	Caractère (10)	PIECE
Identifiant de la pièce	ID_PE	Entier	PIECE
Cout de la pièce	COUT	Monnaie (10)	PIECE
Nom de service utilisateur	NOM_SE	Caractère (10)	SERVICE UTILISATEUR
Identifiant de service utilisateur	ID_S_U	Entier	SERVICE UTILISATEUR
Adresse de sous-traitant	ADRES	Caractère (10)	SOUS TRAITANT
Fonction de sous-traitant	FONCT	Caractère (10)	SOUS TRAITANT
Nom sous-traitant	NOM_ST	Caractère (10)	SOUS TRAITANT
Prénom sous-traitant	PRE_ST	Caractère (10)	SOUS TRAITANT
Identifiant sous-traitant	ID_STRI	Entier	SOUS TRAITANT
Numéro de téléphone sous-traitant	TEL	Entier	SOUS TRAITANT
Date de transmission	DATE_TR	Date	TRANSMETTRE
Type d'intervention	TYPE_INTER	Caractère (10)	TY INTER
Identifiant du type d'intervention	ID_INTER_TY	Entier	TY INTER
Cout total Ordre de travail	COU_T_OT	Monnaie	OT
Cout total ordre de travail préventif	COU_T_P	Monnaie	OT P
Date commence préventif	DAT_C_P	Date	OT P
Date fin préventif	DAT_F_P	Date	OT P
Date d'arrivée d'index	DAT_IN	Date	INDSEX
Désignation ordre d'immobilisation	DESN_OI	Texte	OT P
Durée préventif	DUR_P	Date	OT P
Date d'ordre d'immobilisation	DAT_OI	Date	OT P
Famille d'engin	FAMI	Caractère (10)	PE P
Ordre de travail préventif IN Bon demande	IN_BD_PR	Booléen	LANCER PR
Ordre de travail préventif IN BC	IN_C_PR	Booléen	CONTIENT PR
Personnel IN Ordre de travail préventif	IN_INT_PR	Booléen	INTEVENIR PR
Numéro d'ordre de travail préventif	N_OT_P	Entier	OT P
Nombre d'heure de travail	NHT	Entier	INDSEX
Nombre d'heure prévisionnel d'entretien	NHT_P	Entier	PE P
Travail préventif effectué	TR_EF	Texte	PE P

Tableau 6: Dictionnaire des données (suite)

5.3. Dépendances fonctionnelles :

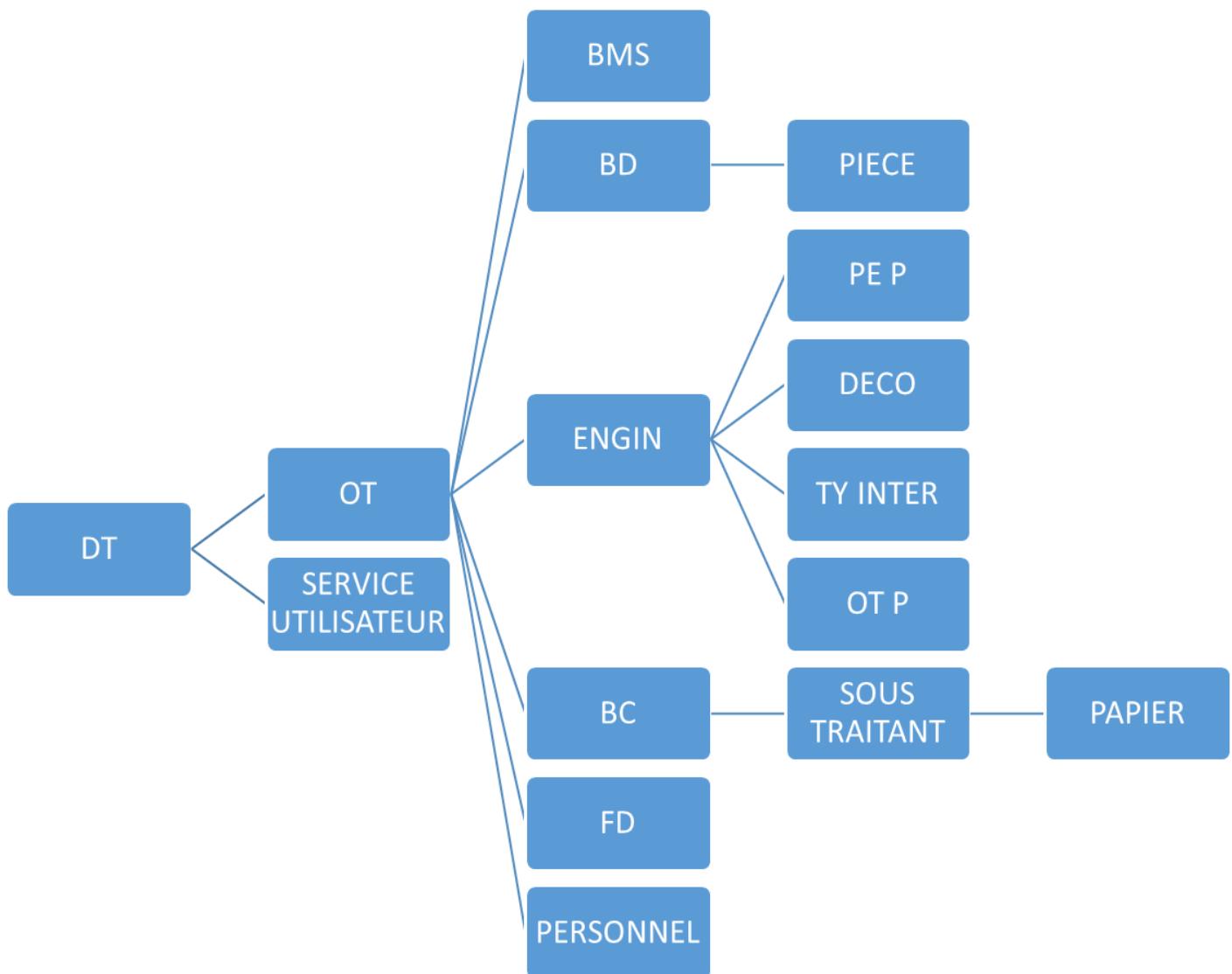


Figure 15 : Les dépendances fonctionnelles

5.4. MCD/MLD :

Le MCD se base sur la notion Entité/association.

5.4.1. Justification des cardinalités :

OT/DT

- ✓ Un OT ne peut être excité que par un seul DT.
- ✓ Un DT ne peut exciter qu'un seul OT.

OT/BMS

- ✓ Un OT ne peut remplir qu'un seul BMS.
- ✓ Un BMS ne peut être remplir que par un seul OT.

OT/BD

- ✓ Un OT peut ne pas lancer un BD, comme il peut lancer un seul BD.
- ✓ Un BD peut ne pas être lancé par un OT, comme un BD peut être lancé par un seul OT.

OT/ENGIN

- ✓ Un OT peut ne pas intervenir sur un ENGIN, comme un OT peut intervenir une seule fois
- ✓ Un ENGIN peut ne pas être intervenir par un OT, comme un ENGIN peut être intervenir plusieurs fois.

OT/PERSONNEL

- ✓ Un OT peut faire appelle à plusieurs PERSONNEL, comme un OT peut ne pas faire appelle à aucun PERSONNEL.
- ✓ Un PERSONNEL peut intervenir dans plusieurs OT, comme un PERSONNEL peut ne pas intervenir à aucun OT.

OT/FD

- ✓ Un OT peut être décrise que par un FD.
- ✓ Un FD peut décrire un seul OT.

OT/BC

- ✓ Un OT peut nécessite plusieurs BC, comme un OT peut ne pas avoir besoin d'aucun BC.
- ✓ Un BC peut contenir plusieurs OT.

OT P/ENGIN

- ✓ Un OT P ne peut intervenir que sur un seul ENGIN.
- ✓ Un ENGIN peut être intervenir par plusieurs OT P.

OT P/BD

- ✓ Un OT P peut avoir besoin d'un BD, Comme un OT P peut ne pas avoir besoin d'aucun BD
- ✓ Un BD peut ne pas être lancée par un OT P, comme un BD peut être lancée par un seul OT P.

OT P/PERSONNEL

- ✓ Un OT P peut faire appelle à plusieurs PERSONNEL, comme un OT P peut ne pas faire appelle à aucun PERSONNEL.
- ✓ Un PERSONNEL peut intervenir dans plusieurs OT P, comme un PERSONNEL peut ne pas intervenir à aucun OT P.

OT P/BC

- ✓ Un OT P peut nécessite plusieurs BC, comme un OT P peut ne pas avoir besoin d'aucun BC.
- ✓ Un BC peut contient plusieurs OT P.

BC/SOUS TRAITANT

- ✓ Un BC doit être livré à plusieurs SOUS TRAITANT.
- ✓ Un SOUS TRAITANT peut recevoir plusieurs BC.

SOUS TRAITANT/PAPIER

- ✓ Un SOUS TRAITANT doit transmettre deux ou plusieurs PAPIER.
- ✓ Un PAPIER doit être transmettre par un seul SOUS TRAITANT.

PERSONNEL/FD

- ✓ Un PERSONNEL peut ne pas intervenir dans un FD, comme un PERSONNEL peut intervenir plusieurs fois.
- ✓ Un FD peut être analysé par un ou plusieurs PERSONNEL.

SERVICE UTILISATEUR/DT

- ✓ Un SERVICE UTILISATEUR peut ne pas établir un DT, comme un SERVICE UTILISATEUR peut établir plusieurs DT.
- ✓ Un DT peut être établier par un seul SERVICE UTILISATEUR.

SERVICE UTILISATEUR/PERSONNEL

- ✓ Un SERVICE UTILISATEUR peut contient un ou plusieurs PERSONNEL.
- ✓ Un PERSONNEL peut appartient à un ou plusieurs SERVICE UTILISATEUR.

SERVICE UTILISATEUR/ENGIN

- ✓ Un SERVICE UTILISATEUR peut ne pas utiliser un ENGIN, comme un SERVICE UTILISATEUR peut utiliser plusieurs ENGIN.
- ✓ Un ENGIN peut s'utilise que par un seul SERVICE UTILISATEUR.

ENGIN/DECO

- ✓ Un ENGIN peut se devise en un ou plusieurs DECO.
- ✓ Un DECO peut se trouve dans un ou plusieurs ENGIN.

ENGIN/TY INTER

- ✓ Un ENGIN peut avoir un ou plusieurs TY INTER.
- ✓ Un TY INTER peut se trouve dans un ou plusieurs ENGIN.

PE P/ENGIN

- ✓ Un PE P peut appartient à plusieurs ENGIN.
- ✓ Un ENGIN doit avoir un seul PE P.

BD/PIECE

- ✓ Un BD peut contient un ou plusieurs PIECE.
- ✓ Un PIECE peut se trouve dans un seul BD.

5.4.2. MCD :

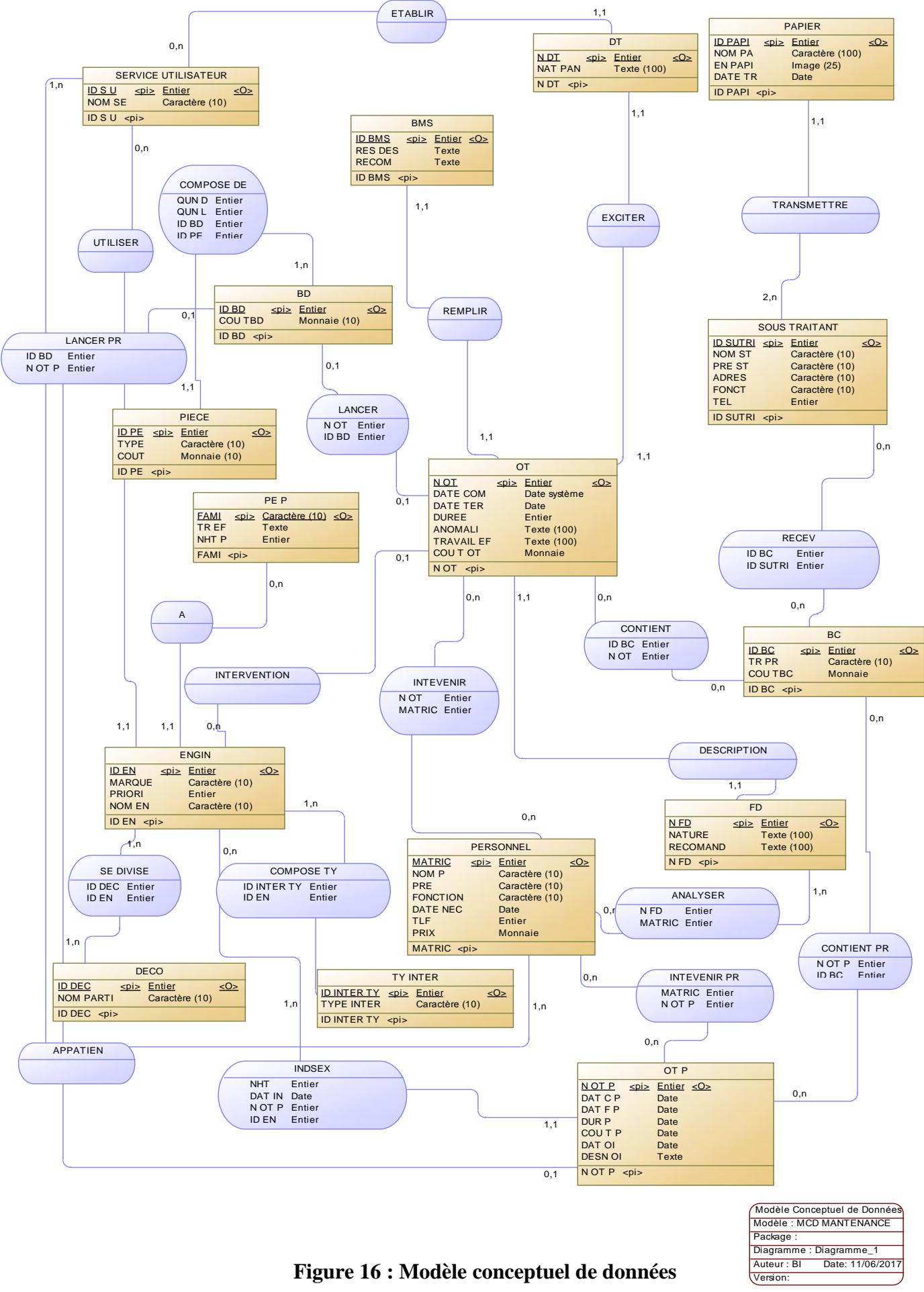


Figure 16 : Modèle conceptuel de données

Nom	Code
<u>BC</u>	<u>BC</u>
<u>BD</u>	<u>BD</u>
<u>BMS</u>	<u>BMS</u>
<u>DECO</u>	<u>DECO</u>
<u>DT</u>	<u>DT</u>
<u>ENGIN</u>	<u>ENGIN</u>
<u>FD</u>	<u>FD</u>
<u>OT</u>	<u>OT</u>
<u>OT_P</u>	<u>OT_P</u>
<u>PAPIER</u>	<u>PAPIER</u>
<u>PE_P</u>	<u>PE_P</u>
<u>PERSONNEL</u>	<u>PERSONNEL</u>
<u>PIECE</u>	<u>PIECE</u>
<u>SERVICE UTILISATEUR</u>	<u>SERVICE UTILISATEUR</u>
<u>SOUS TRAITANT</u>	<u>SOUS_TRAITANT</u>
<u>TY INTER</u>	<u>TY_INTER</u>

Tableau 7: Liste des entités

Nom	Code
<u>A</u>	<u>A</u>
<u>ANALYSER</u>	<u>ANALYSER</u>
<u>APPATIEN</u>	<u>APPATIEN</u>
<u>COMPOSE DE</u>	<u>COMPOSE_DE</u>
<u>COMPOSE TY</u>	<u>COMPOSE_TY</u>
<u>CONTIENT</u>	<u>CONTIENT</u>
<u>CONTIENT PR</u>	<u>CONTIENT_PR</u>
<u>DESCRIPTION</u>	<u>DESCRIPTION</u>
<u>ETABLIR</u>	<u>ETABLIR</u>
<u>EXCITER</u>	<u>EXCITER</u>
<u>INDSEX</u>	<u>INDSEX</u>
<u>INTERVENTION</u>	<u>INTERVENTION</u>
<u>INTEVENIR</u>	<u>INTEVENIR</u>
<u>INTEVENIR PR</u>	<u>INTEVENIR_PR</u>
<u>LANCER</u>	<u>LANCER</u>
<u>LANCER PR</u>	<u>LANCER_PR</u>
<u>RECEV</u>	<u>RECEV</u>
<u>REmplir</u>	<u>REmplir</u>
<u>SE DIVISE</u>	<u>SE_DIVISE</u>
<u>TRANSMETTRE</u>	<u>TRANSMETTRE</u>
<u>UTILISER</u>	<u>UTILISER</u>

Tableau 8 : Liste des associations

Nom	Code	Association	Cardinalité du rôle
<u>BC - CONTIENT</u>	<u>BC - CONTIENT</u>	<u>CONTIENT</u>	0,n
<u>BC - CONTIENT PR</u>	<u>BC - CONTIENT_PR</u>	<u>CONTIENT PR</u>	0,n
<u>BC - RECEV</u>	<u>BC - RECEV</u>	<u>RECEV</u>	0,n
<u>BD - COMPOSE DE</u>	<u>BD - COMPOSE_DE</u>	<u>COMPOSE DE</u>	1,n
<u>BD - LANCER</u>	<u>BD - LANCER</u>	<u>LANCER</u>	0,1
<u>BD - LANCER PR</u>	<u>BD - LANCER_PR</u>	<u>LANCER PR</u>	0,1
<u>BMS - REMPLIR</u>	<u>BMS - REMPLIR</u>	<u>REEMPLIR</u>	1,1
<u>DECO - SE DIVISE</u>	<u>DECO - SE DIVISE</u>	<u>SE DIVISE</u>	1,n
<u>DT - ETABLIR</u>	<u>DT - ETABLIR</u>	<u>ETABLIR</u>	1,1
<u>DT - EXCITER</u>	<u>DT - EXCITER</u>	<u>EXCITER</u>	1,1
<u>ENGIN - A</u>	<u>ENGIN - A</u>	<u>A</u>	1,1
<u>ENGIN - COMPOSE TY</u>	<u>ENGIN - COMPOSE_TY</u>	<u>COMPOSE TY</u>	1,n
<u>ENGIN - INDSEX</u>	<u>ENGIN - INDSEX</u>	<u>INDSEX</u>	0,n
<u>ENGIN - INTERVENTION</u>	<u>ENGIN - INTERVENTION</u>	<u>INTERVENTION</u>	0,n
<u>ENGIN - SE DIVISE</u>	<u>ENGIN - SE_DIVISE</u>	<u>SE DIVISE</u>	1,n
<u>ENGIN - UTILISER</u>	<u>ENGIN - UTILISER</u>	<u>UTILISER</u>	1,1
<u>FD - ANALYSER</u>	<u>FD - ANALYSER</u>	<u>ANALYSER</u>	1,n
<u>FD - DESCRIPTION</u>	<u>FD - DESCRIPTION</u>	<u>DESCRIPTION</u>	1,1
<u>OT - CONTIENT</u>	<u>OT - CONTIENT</u>	<u>CONTIENT</u>	0,n
<u>OT - DESCRIPTION</u>	<u>OT - DESCRIPTION</u>	<u>DESCRIPTION</u>	1,1
<u>OT - EXCITER</u>	<u>OT - EXCITER</u>	<u>EXCITER</u>	1,1
<u>OT - INTERVENTION</u>	<u>OT - INTERVENTION</u>	<u>INTERVENTION</u>	0,1
<u>OT - INTEVENIR</u>	<u>OT - INTEVENIR</u>	<u>INTEVENIR</u>	0,n
<u>OT - LANCER</u>	<u>OT - LANCER</u>	<u>LANCER</u>	0,1
<u>OT - REMPLIR</u>	<u>OT - REMPLIR</u>	<u>REEMPLIR</u>	1,1
<u>OT P - CONTIENT PR</u>	<u>OT_P - CONTIENT_PR</u>	<u>CONTIENT PR</u>	0,n
<u>OT P - INDSEX</u>	<u>OT_P - INDSEX</u>	<u>INDSEX</u>	1,1
<u>OT P - INTEVENIR PR</u>	<u>OT_P - INTEVENIR_PR</u>	<u>INTEVENIR PR</u>	0,n
<u>OT P - LANCER PR</u>	<u>OT_P - LANCER_PR</u>	<u>LANCER PR</u>	0,1
<u>PAPIER - TRANSMETTRE</u>	<u>PAPIER - TRANSMETTRE</u>	<u>TRANSMETTRE</u>	1,1
<u>PE P - A</u>	<u>PE_P - A</u>	<u>A</u>	0,n
<u>PERSONNEL - ANALYSER</u>	<u>PERSONNEL - ANALYSER</u>	<u>ANALYSER</u>	0,n
<u>PERSONNEL - APPATIEN</u>	<u>PERSONNEL - APPATIEN</u>	<u>APPATIEN</u>	1,n
<u>PERSONNEL - INTEVENIR</u>	<u>PERSONNEL - INTEVENIR</u>	<u>INTEVENIR</u>	0,n
<u>PERSONNEL - INTEVENIR PR</u>	<u>PERSONNEL - INTEVENIR_PR</u>	<u>INTEVENIR PR</u>	0,n
<u>PIECE - COMPOSE DE</u>	<u>PIECE - COMPOSE_DE</u>	<u>COMPOSE DE</u>	1,1
<u>SERVICE UTILISATEUR - APPATIEN</u>	<u>SERVICE UTILISATEUR - APPATIEN</u>	<u>APPATIEN</u>	1,n
<u>SERVICE UTILISATEUR - ETABLIR</u>	<u>SERVICE UTILISATEUR - ETABLIR</u>	<u>ETABLIR</u>	0,n
<u>SERVICE UTILISATEUR - UTILISER</u>	<u>SERVICE UTILISATEUR - UTILISER</u>	<u>UTILISER</u>	0,n
<u>SOUS TRAITANT - RECEV</u>	<u>SOUS_TRAITANT - RECEV</u>	<u>RECEV</u>	0,n
<u>SOUS TRAITANT - TRANSMETTRE</u>	<u>SOUS_TRAITANT - TRANSMETTRE</u>	<u>TRANSMETTRE</u>	2,n
<u>TY INTER - COMPOSE TY</u>	<u>TY_INTER - COMPOSE_TY</u>	<u>COMPOSE TY</u>	1,n

Tableau 9 : Liste des liens d'association

5.4.3. MLD :

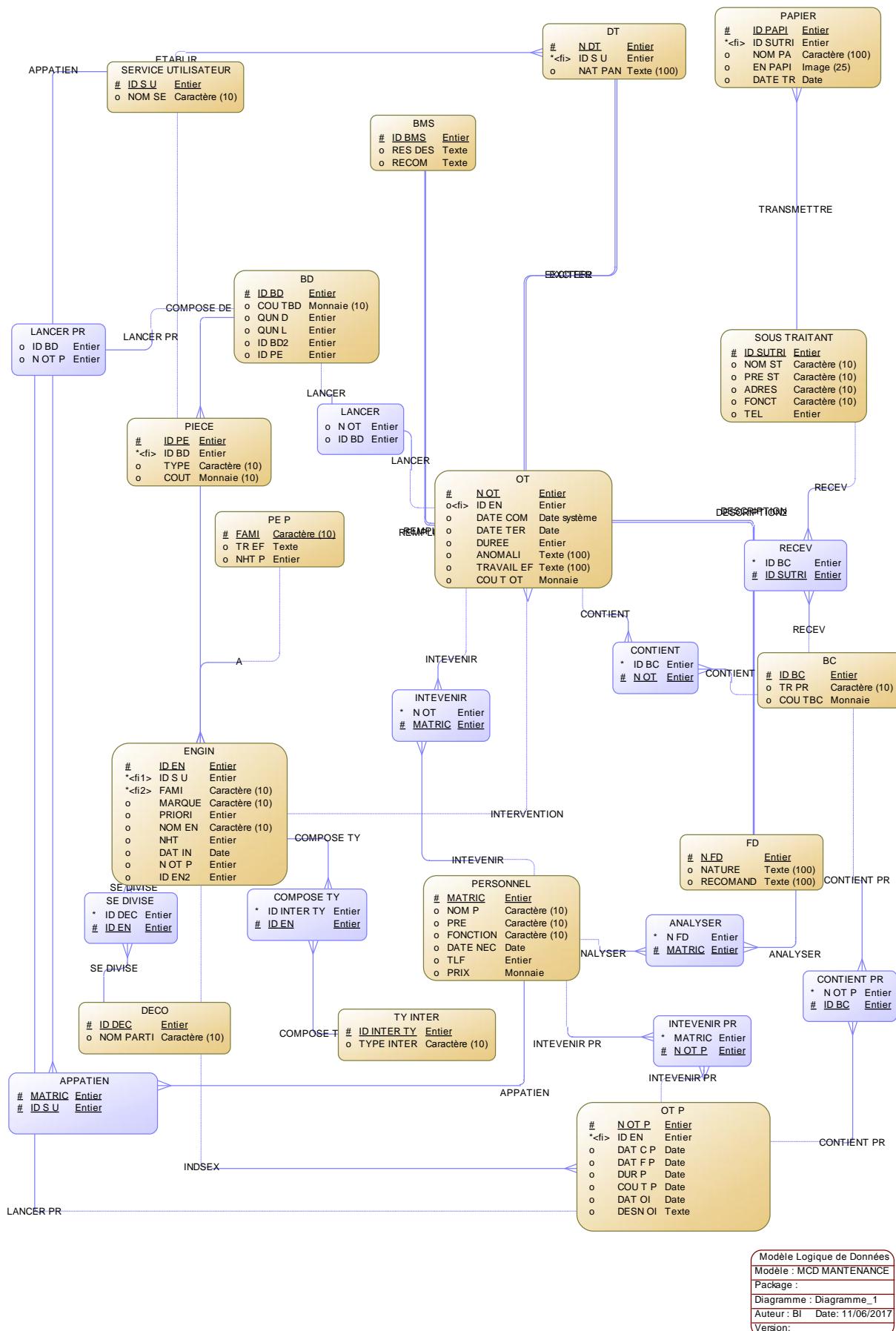


Figure 17 : Le modèle logique de données

3. Développement :

L'interface de notre GMAO :

Ordre de Travail	Ordres de Travail	Commencée le	Terminée le	Durée	Anomalie constaté ou travail demandé	Travail effectué	Cout Total de l'intervention
	1	08/06/2017	08/06/2017	2	Pneu crever	Reparer	200,00

Ordres de Travail Preventif

Ordres d'immobilisation

Fiche Diagnostique

Fichiers Engins

Engin

Plan Preventif

Decoritication Engin

Type d'intervention

Piece de Rechange

Fichiers Utilisateurs

Demande de Travail

Servise Utilisateur

Bon Mise en Service

Personnel

Sous Traitance

Bon de Commande

Sous Traitant

Figure 18 : Interface de GMAO

Ordre de Travail / ot,2		Imprimer ▾		Action ▾																																																																										
Modifier	Créer																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>Ordres de Travail</td> <td>Order de Travail Preventif</td> <td>Ordres d'immobilisation</td> <td>Fiche Diagnostique</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="6"> <table border="1"> <tr> <td>Ordres de Travail</td> <td>1</td> <td>Durée</td> <td>2</td> <td>Cout Total de l'intervention</td> <td>200,00</td> </tr> <tr> <td>Commencée le</td> <td>08/06/2017</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Terminée le</td> <td>08/06/2017</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6"> <table border="1"> <tr> <td>Anomalie constaté ou travail demandé</td> <td>Pneu crever</td> </tr> <tr> <td>Travail effectué</td> <td>Reparer</td> </tr> <tr> <td>fiche diagnostique</td> <td>fd,1</td> </tr> <tr> <td>demande de travail</td> <td>dt,1</td> </tr> <tr> <td>Bon de Demande</td> <td>bd,1</td> </tr> <tr> <td>décorication</td> <td>intervention</td> <td>travailleur</td> <td>bon com</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;">1-2 sur 2</td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <table border="1"> <tr> <td>Identifiant de la décoloration</td> <td>Nom de la partie de l'engin</td> <td>image de décoloration</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Les roues</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Moteur</td> <td></td> </tr> </table> </td> <td colspan="3"></td> </tr> </table></td></tr></table>						Ordres de Travail	Order de Travail Preventif	Ordres d'immobilisation	Fiche Diagnostique			<table border="1"> <tr> <td>Ordres de Travail</td> <td>1</td> <td>Durée</td> <td>2</td> <td>Cout Total de l'intervention</td> <td>200,00</td> </tr> <tr> <td>Commencée le</td> <td>08/06/2017</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Terminée le</td> <td>08/06/2017</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6"> <table border="1"> <tr> <td>Anomalie constaté ou travail demandé</td> <td>Pneu crever</td> </tr> <tr> <td>Travail effectué</td> <td>Reparer</td> </tr> <tr> <td>fiche diagnostique</td> <td>fd,1</td> </tr> <tr> <td>demande de travail</td> <td>dt,1</td> </tr> <tr> <td>Bon de Demande</td> <td>bd,1</td> </tr> <tr> <td>décorication</td> <td>intervention</td> <td>travailleur</td> <td>bon com</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;">1-2 sur 2</td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <table border="1"> <tr> <td>Identifiant de la décoloration</td> <td>Nom de la partie de l'engin</td> <td>image de décoloration</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Les roues</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Moteur</td> <td></td> </tr> </table> </td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>						Ordres de Travail	1	Durée	2	Cout Total de l'intervention	200,00	Commencée le	08/06/2017					Terminée le	08/06/2017					<table border="1"> <tr> <td>Anomalie constaté ou travail demandé</td> <td>Pneu crever</td> </tr> <tr> <td>Travail effectué</td> <td>Reparer</td> </tr> <tr> <td>fiche diagnostique</td> <td>fd,1</td> </tr> <tr> <td>demande de travail</td> <td>dt,1</td> </tr> <tr> <td>Bon de Demande</td> <td>bd,1</td> </tr> <tr> <td>décorication</td> <td>intervention</td> <td>travailleur</td> <td>bon com</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>						Anomalie constaté ou travail demandé	Pneu crever	Travail effectué	Reparer	fiche diagnostique	fd,1	demande de travail	dt,1	Bon de Demande	bd,1	décorication	intervention	travailleur	bon com			1-2 sur 2						<table border="1"> <tr> <td>Identifiant de la décoloration</td> <td>Nom de la partie de l'engin</td> <td>image de décoloration</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Les roues</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Moteur</td> <td></td> </tr> </table>			Identifiant de la décoloration	Nom de la partie de l'engin	image de décoloration	2	Les roues		2	Moteur				
Ordres de Travail	Order de Travail Preventif	Ordres d'immobilisation	Fiche Diagnostique																																																																											
<table border="1"> <tr> <td>Ordres de Travail</td> <td>1</td> <td>Durée</td> <td>2</td> <td>Cout Total de l'intervention</td> <td>200,00</td> </tr> <tr> <td>Commencée le</td> <td>08/06/2017</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Terminée le</td> <td>08/06/2017</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6"> <table border="1"> <tr> <td>Anomalie constaté ou travail demandé</td> <td>Pneu crever</td> </tr> <tr> <td>Travail effectué</td> <td>Reparer</td> </tr> <tr> <td>fiche diagnostique</td> <td>fd,1</td> </tr> <tr> <td>demande de travail</td> <td>dt,1</td> </tr> <tr> <td>Bon de Demande</td> <td>bd,1</td> </tr> <tr> <td>décorication</td> <td>intervention</td> <td>travailleur</td> <td>bon com</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;">1-2 sur 2</td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <table border="1"> <tr> <td>Identifiant de la décoloration</td> <td>Nom de la partie de l'engin</td> <td>image de décoloration</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Les roues</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Moteur</td> <td></td> </tr> </table> </td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>						Ordres de Travail	1	Durée	2	Cout Total de l'intervention	200,00	Commencée le	08/06/2017					Terminée le	08/06/2017					<table border="1"> <tr> <td>Anomalie constaté ou travail demandé</td> <td>Pneu crever</td> </tr> <tr> <td>Travail effectué</td> <td>Reparer</td> </tr> <tr> <td>fiche diagnostique</td> <td>fd,1</td> </tr> <tr> <td>demande de travail</td> <td>dt,1</td> </tr> <tr> <td>Bon de Demande</td> <td>bd,1</td> </tr> <tr> <td>décorication</td> <td>intervention</td> <td>travailleur</td> <td>bon com</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>						Anomalie constaté ou travail demandé	Pneu crever	Travail effectué	Reparer	fiche diagnostique	fd,1	demande de travail	dt,1	Bon de Demande	bd,1	décorication	intervention	travailleur	bon com			1-2 sur 2						<table border="1"> <tr> <td>Identifiant de la décoloration</td> <td>Nom de la partie de l'engin</td> <td>image de décoloration</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Les roues</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Moteur</td> <td></td> </tr> </table>			Identifiant de la décoloration	Nom de la partie de l'engin	image de décoloration	2	Les roues		2	Moteur																
Ordres de Travail	1	Durée	2	Cout Total de l'intervention	200,00																																																																									
Commencée le	08/06/2017																																																																													
Terminée le	08/06/2017																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>Anomalie constaté ou travail demandé</td> <td>Pneu crever</td> </tr> <tr> <td>Travail effectué</td> <td>Reparer</td> </tr> <tr> <td>fiche diagnostique</td> <td>fd,1</td> </tr> <tr> <td>demande de travail</td> <td>dt,1</td> </tr> <tr> <td>Bon de Demande</td> <td>bd,1</td> </tr> <tr> <td>décorication</td> <td>intervention</td> <td>travailleur</td> <td>bon com</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>						Anomalie constaté ou travail demandé	Pneu crever	Travail effectué	Reparer	fiche diagnostique	fd,1	demande de travail	dt,1	Bon de Demande	bd,1	décorication	intervention	travailleur	bon com																																																											
Anomalie constaté ou travail demandé	Pneu crever																																																																													
Travail effectué	Reparer																																																																													
fiche diagnostique	fd,1																																																																													
demande de travail	dt,1																																																																													
Bon de Demande	bd,1																																																																													
décorication	intervention	travailleur	bon com																																																																											
1-2 sur 2																																																																														
<table border="1"> <tr> <td>Identifiant de la décoloration</td> <td>Nom de la partie de l'engin</td> <td>image de décoloration</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Les roues</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Moteur</td> <td></td> </tr> </table>			Identifiant de la décoloration	Nom de la partie de l'engin	image de décoloration	2	Les roues		2	Moteur																																																																				
Identifiant de la décoloration	Nom de la partie de l'engin	image de décoloration																																																																												
2	Les roues																																																																													
2	Moteur																																																																													

Figure 19 : Ordre de travail

Order de Travail Preventif / Nouveau

Ordre de Travail préventive	0	Durée	0	Cout Total de l'intervention	0,00
Commencée le préventive					
Terminée le préventive					
Bon de Demande					
engin					
Ordre de immobilisation					
décortication	intervention	travailleur	bon com	image de décortication	
Identifiant de la décortication		Nom de la partie de l'engin			
Ajouter un élément					

Figure 20 : Ordre de travail préventif

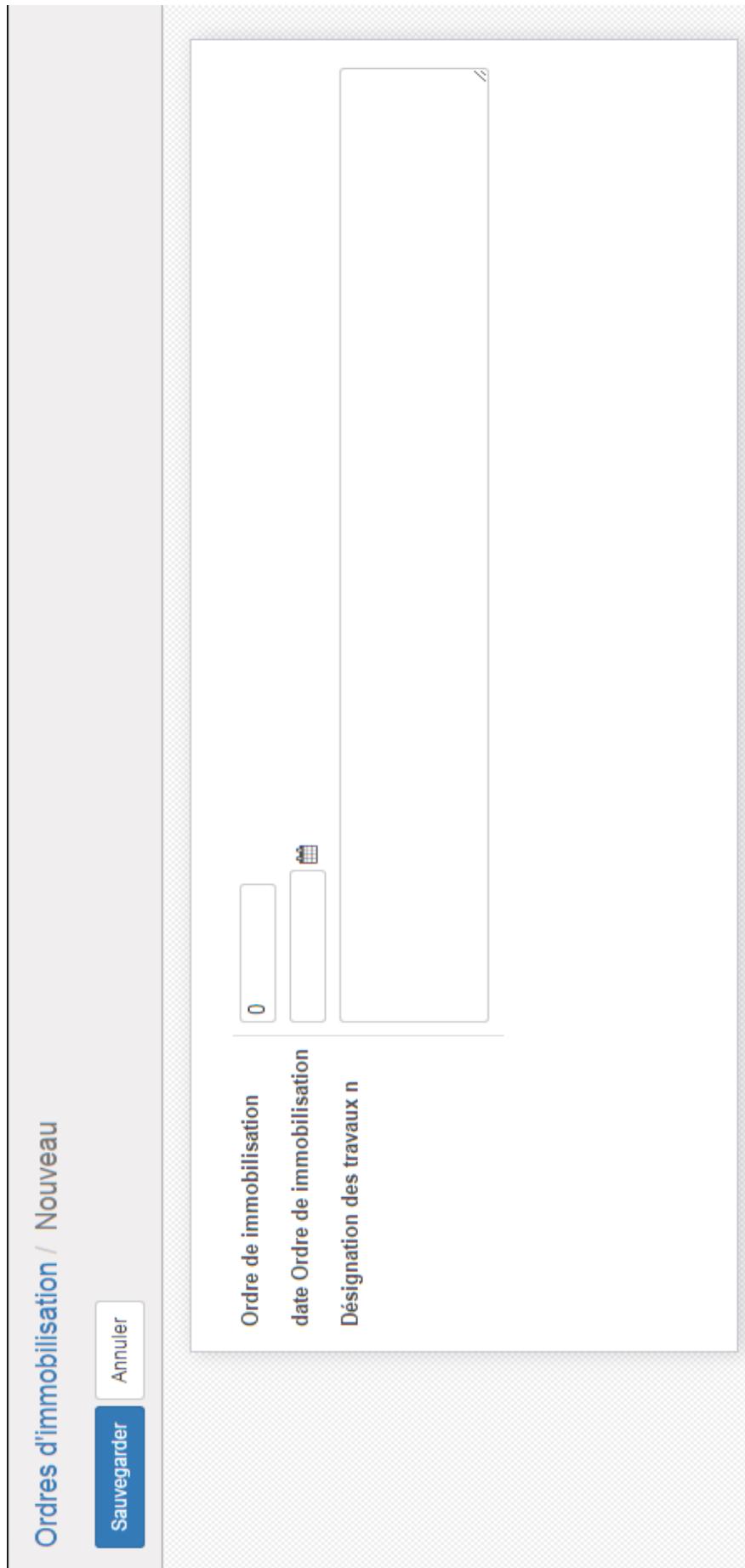


Figure 21 : Ordre d'immobilisation

Fiche Diagnostique / fd,1

Action ▾

Modifier Créeer

Numéro de la fiche diagnostique 1
Nature de la panne diagnostiquée
aa
bb

Recommandation

PERSON

Identifiant de travailleur nom de travailleur prénom de travailleur fonction de travailleur date de naissance de travailleur numéro téléphone de travailleur prix par heure de travailleur service utilisateur

Identifiant de travailleur	nom de travailleur	prénom de travailleur	fonction de travailleur	date de naissance de travailleur	numéro téléphone de travailleur	prix par heure de travailleur	service utilisateur
1	A	B	Mecanicien	12/06/1989	5 665 454	25	ser_ut_2

1-1 sur 1

Figure 22 : Fiche Diagnostique

Engin / engin,1

Action ▾

Fichiers Engins

Engin

Plan Preventif

Decoritication Engin

Type d'intervention

Pièce de Rechange

Identifiant de l'engin CHTY01

Nom de l'engin Chariot élévateur 3T

Marque de l'engin Toyota

Priori Moin important

nht_en 200

date_in_en 09/07/2003

image_en

plan preventif

The screenshot displays a software application window for managing engine records. On the left, a sidebar shows navigation links: 'Engin / engin,1', 'Modifier', and 'Créer'. Below these are buttons for 'Action ▾', 'Fichiers Engins', and several other actions like 'Engin', 'Plan Preventif', etc. The main area contains a table with the following data:

Identifiant de l'engin	CHTY01
Nom de l'engin	Chariot élévateur 3T
Marque de l'engin	Toyota
Priori	Moin important
nht_en	200
date_in_en	09/07/2003
image_en	

To the right of the table, the text "plan preventif" is displayed.

Figure 23 : Engin

Plan Preventif / Nouveau

Sauvegarder Annuler

Famille d'engin	
Nombre d'heure prévisionnel d'entretien	0
Travail preventif effectué	/

Figure 24 : Plan préventif

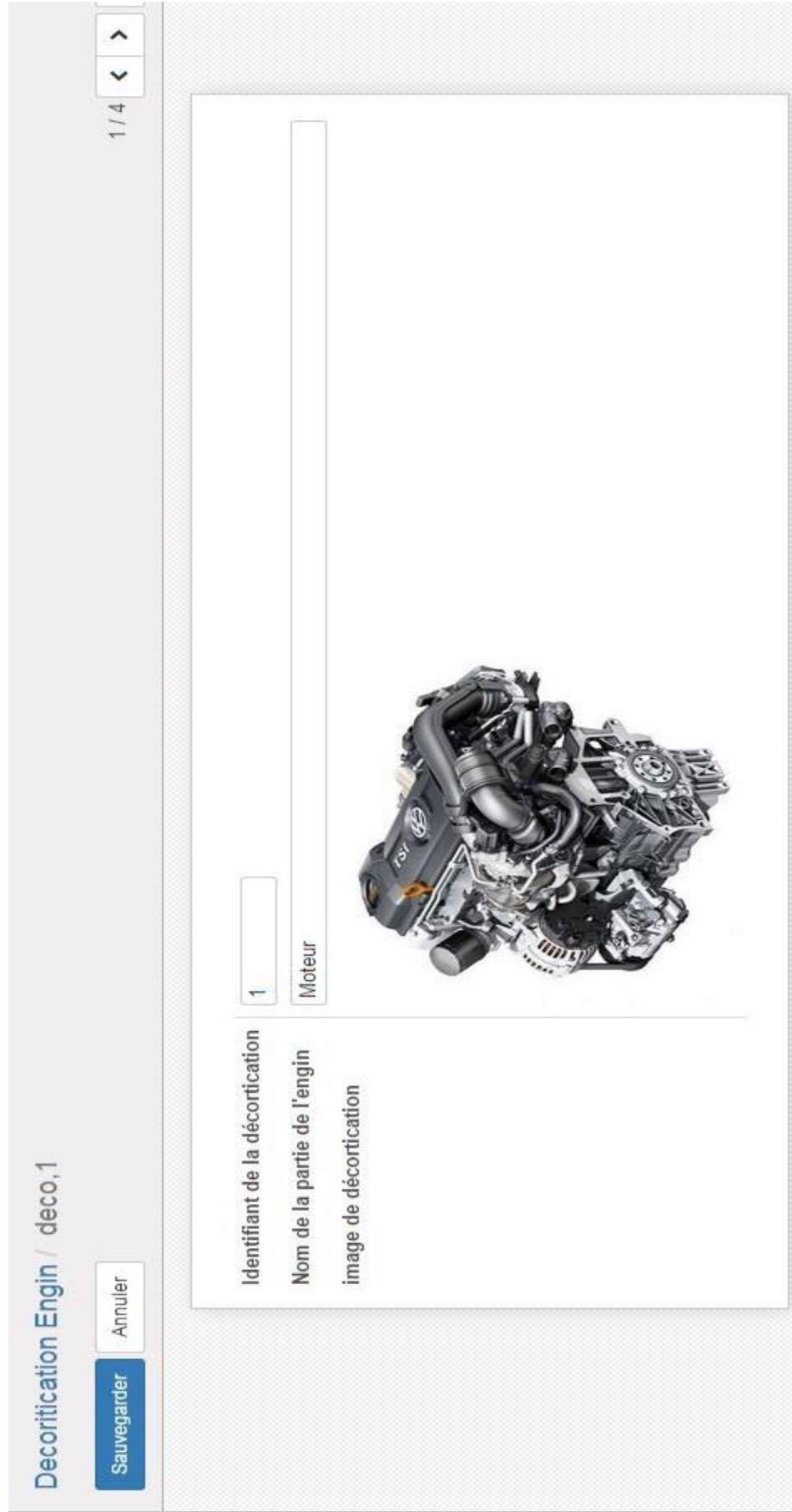


Figure 25 : Décontamination engin

Type d'intervention / ty_inter,1

Action ▾

1 / 4 < ;

Identifier de type d'intervention 1 Mecanique

Type d'intervention Mecanique

symbol type d'intervention



Créer Modifier

Figure 26 : Type d'intervention

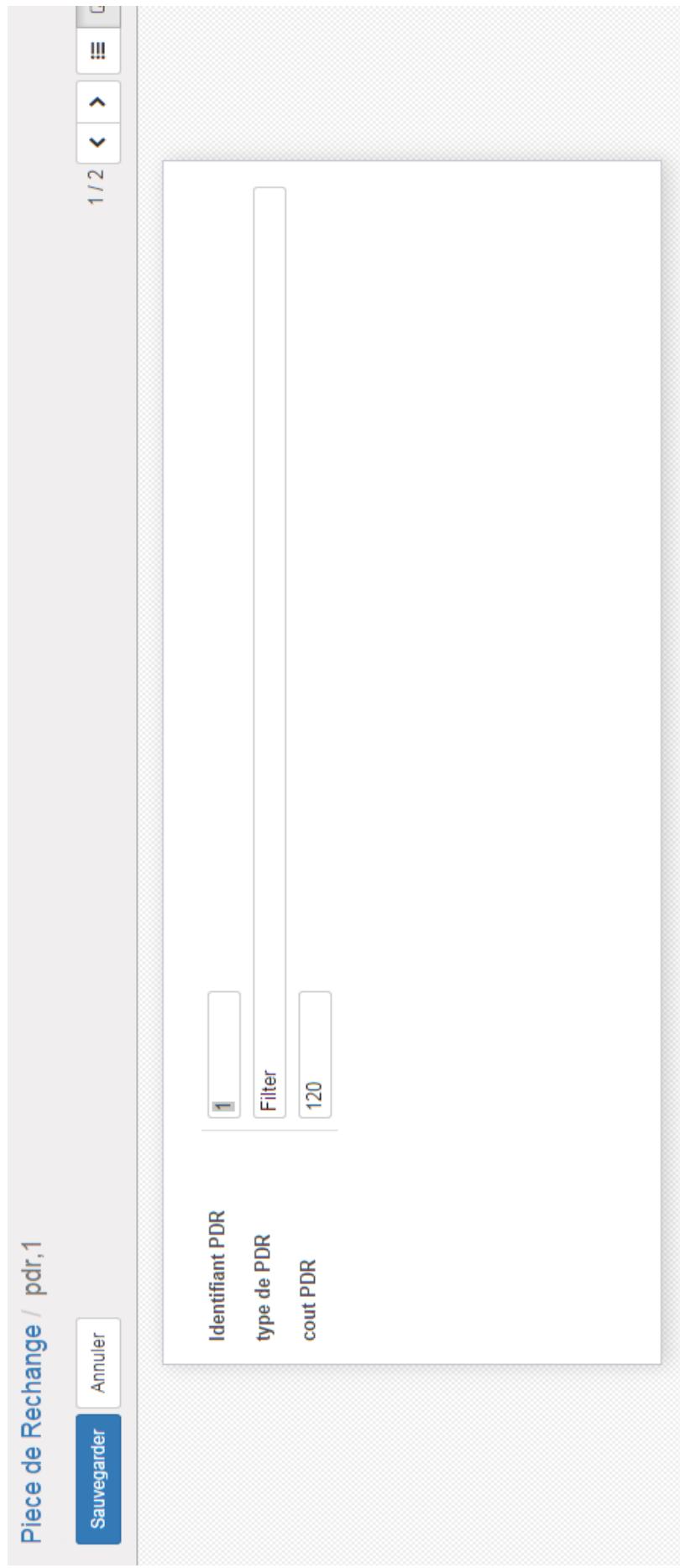


Figure 27 : Pièce de rechenge

Demande de Travail / dt,1

Fichiers Utilisateurs

- Demande de Travail
- Service Utilisateur
- Bon Mise en Service
- Personnel

Sauvegarder **Annuler**

Numéro du demande de travail

Nature de la panne

service utilisateur

l'engin

ser_ut,1

engin,1

Figure 28 : Demanded de travail

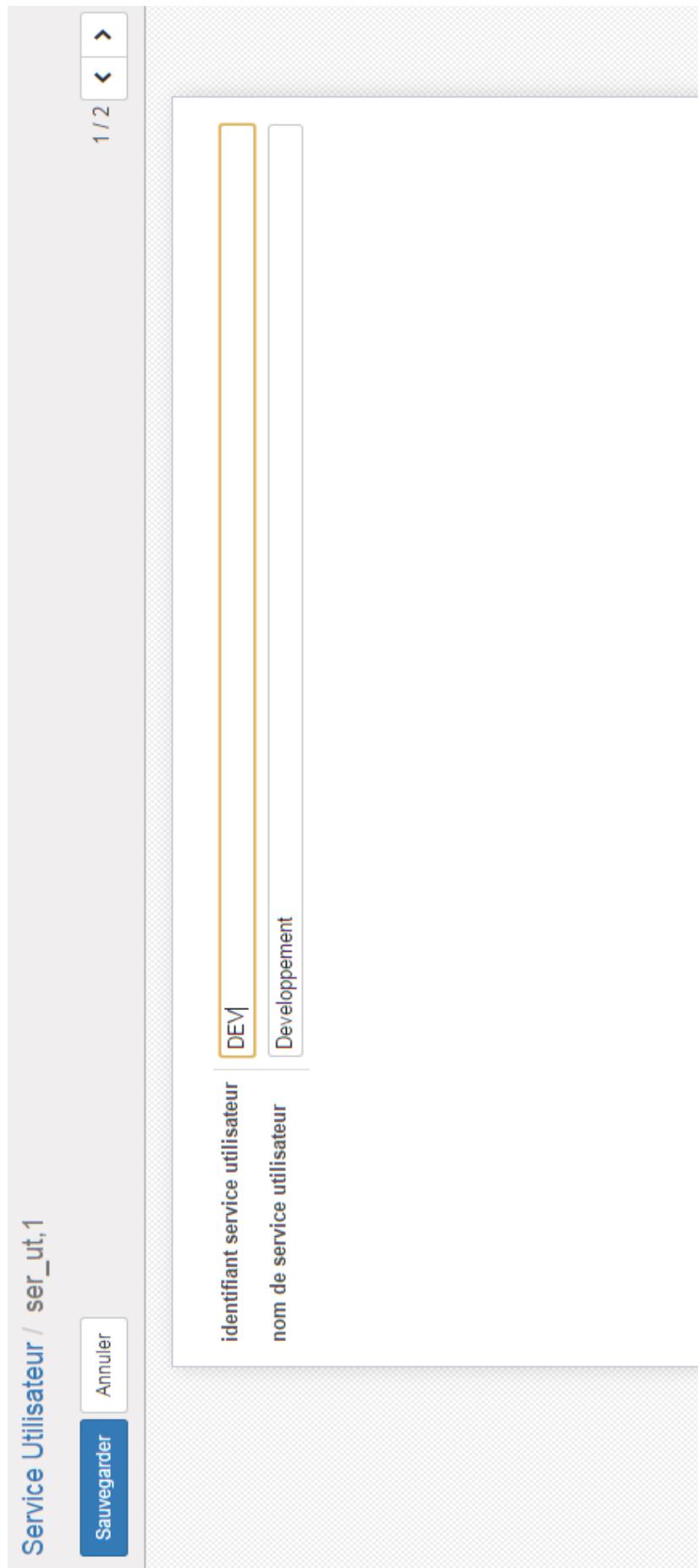


Figure 29 : Service utilisateur

Bon Mise en Service / Nouveau

Sauvegarder Annuler

Identifiant Bon de mise en service résultats des essais	0
recommandation	
Ordre de Travail	

Figure 30 : Bon de mise en service

Personnel / pers_1

Sauvegarder Annuler

1 / 2 < >

Identifiant de travailleur
image_per



A B C D E F

nom de travailleur	
prénom de travailleur	
fonction de travailleur	Mecanicien
date de naissance de travailleur	12/06/1989
numéro téléphone de travailleur	5 665 454
prix par heure de travailleur	25
service utilisateur	ser_ut_2

►

Figure 31 : Personnel

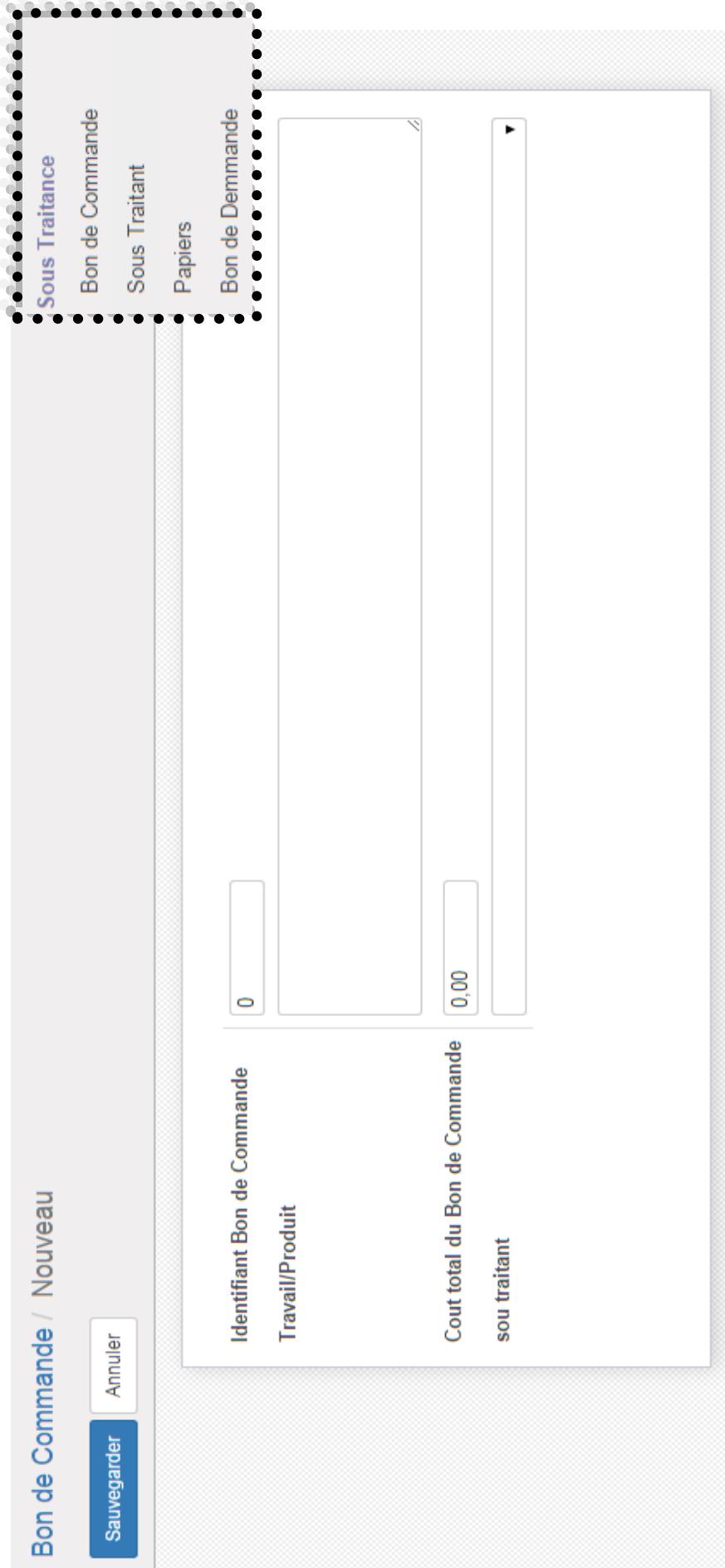


Figure 32 : Bon de commande

Sous Traitant / sout_tr_1

[Annuler](#) [Sauvegarder](#)

Identifier de sou traitant	nom de sou traitant	prénom de sou traitant	adresse de sou traitant	fonction de sou traitant	numéro téléphone de sou traitant papier	Identifiant de papier	nom de papier	image de papier	date de papier	
1	Exemple	01	Toumeur	6 666 666	1 Bon de livraison	Télécharger (259 kB)	20/05/2017		1-1 sur 1	

[Ajouter un élément](#)

Figure 33 : Sous-traitant

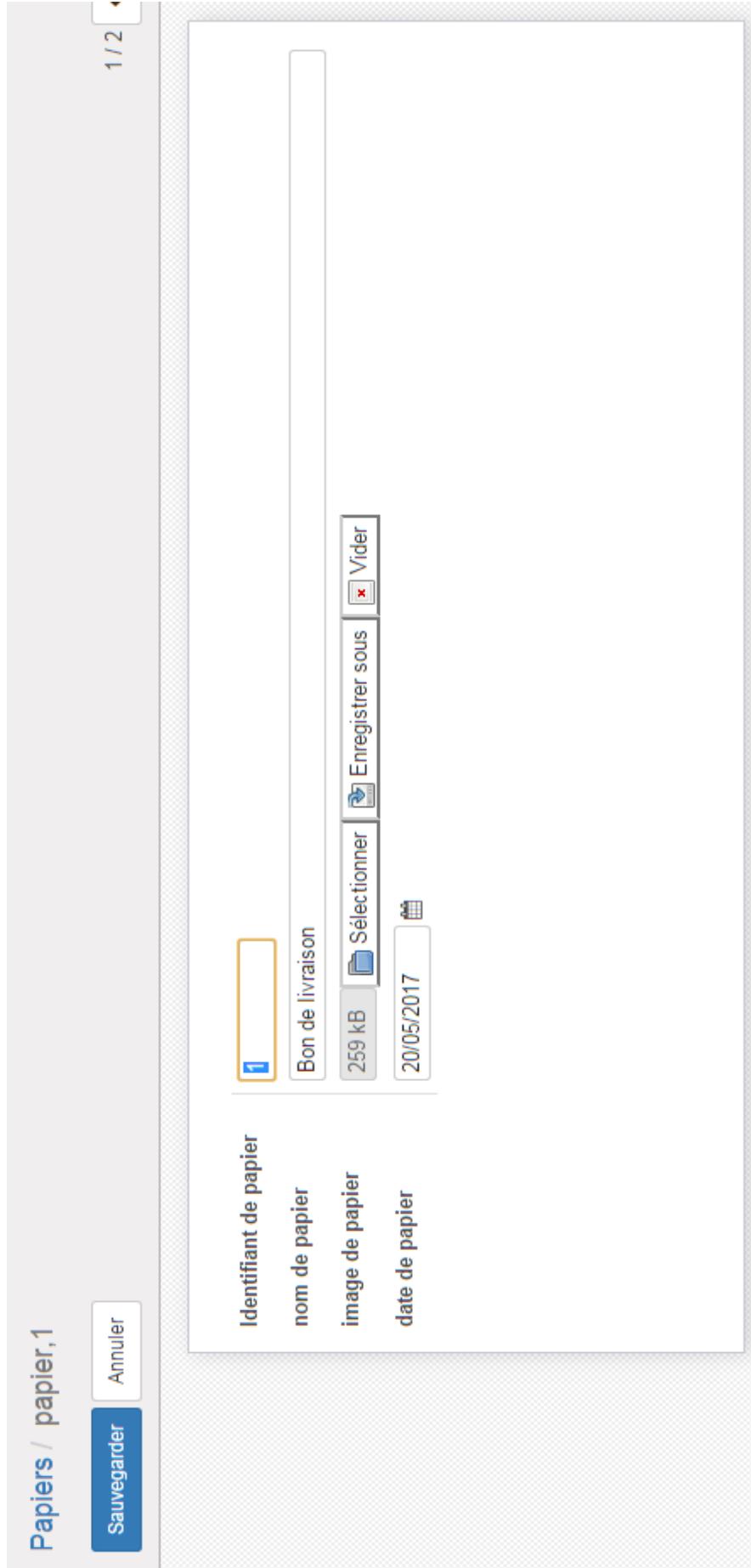


Figure 34 : Papiers

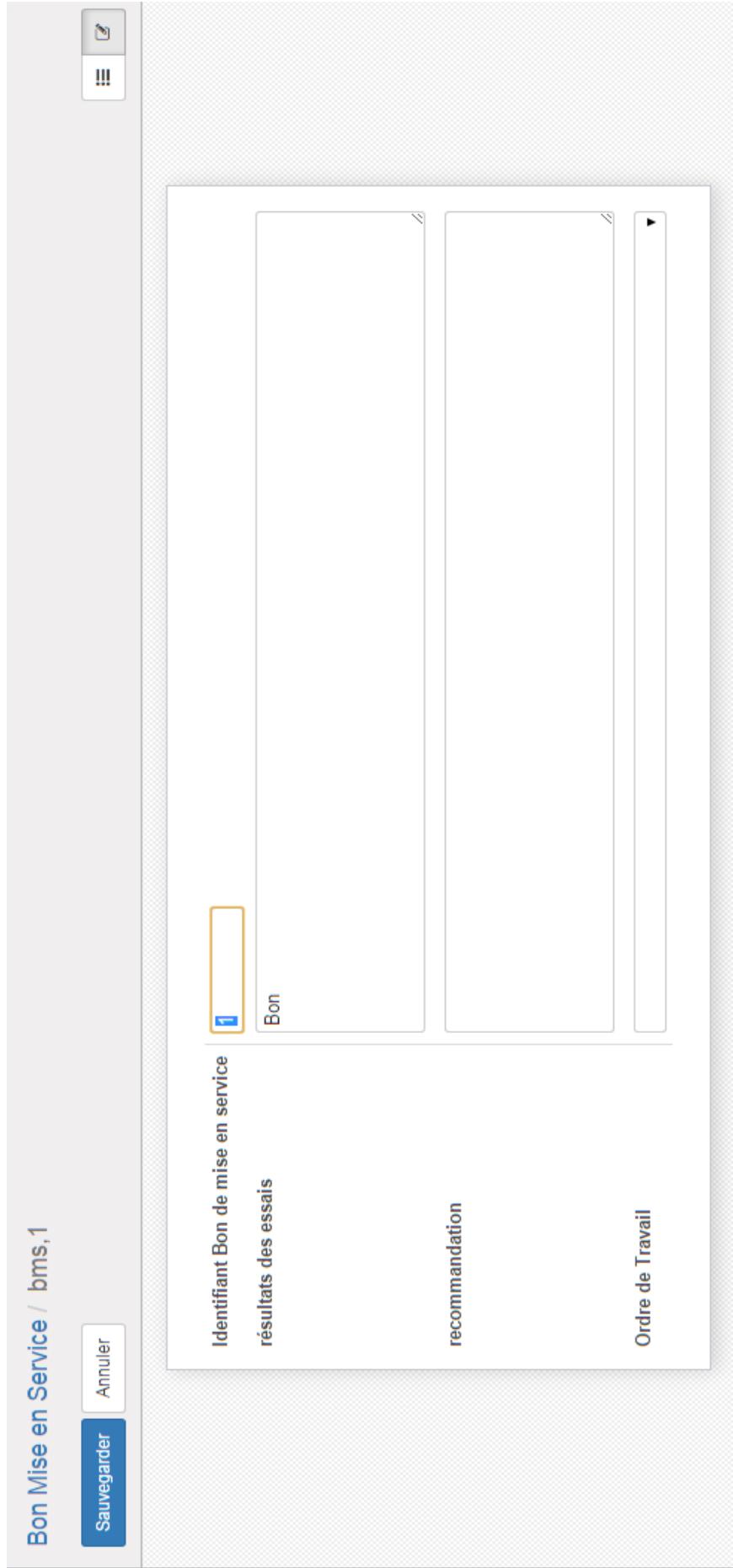


Figure 35 : Bon mise en service

4. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit brièvement le processus de réalisation de notre logiciel de la gestion de maintenance, on ne va pas s'arrêter juste là, on va continuer jusqu'à l'implémentation de la base des données et la démarche suivie pour la réalisation.

Chapitre 05 :

Gestion d'espace

1. Introduction :

Dans cette partie nous allons parler de la gestion d'espace et plus précisément, la gestion d'espace d'un terminal à conteneurs, mais avant d'approfondir cette dernière, on doit tout d'abord donner une petite définition sur la chaîne logistique et aussi jeter un coup d'œil sur les modes de transport, après nous définissons « que-est-ce qu'un terminal à conteneurs » et parlons aussi de la conteneurisation puisque le voie maritime est le premier mode de transport avec 9 milliards de tonnes de marchandises transportées par an (statistiques 2015) dont un milliard cinq cents cinquante millions de tonnes par an (statistiques 2012) transporté par conteneurs, ce chiffre représente presque 17% de la totalité des marchandises transportées par voie maritime, et ceci met le transport par conteneur dans la deuxième place après le pétrole brut, alors la conteneurisation est sans doute l'une des révolutions les plus marquantes du transport maritime.

Donc à la fin de ce chapitre, nous proposerons une méthode ou un algorithme qui nous aide à optimiser l'espace dans un terminal à conteneurs en maximisant l'utilisation des quais et minimisant en même temps le temps d'attente des navires en rade, aussi, nous présenterons un programme de simulation des modèles développés.

2. La chaîne logistique :

2.1. Définitions de la chaîne logistique :

Avec l'évolution du marché, la définition de la logistique a également évolué et recouvrera désormais des interprétations très diverses. D'une manière globale, nous trouvons la définition de Benabdelhafid.A, qui présente la chaîne logistique comme l'art de transférer ensemble, juste à temps, la matière et l'information, avec le souci permanent de la sécurité des personnes et des biens et de la préservation de l'environnement. Pour Mentzer et al. Une chaîne logistique est le réseau des organisations qui sont impliquées, grâce à des liens en amont et en aval, dans les différents processus et activités qui produisent de la valeur, sous la forme de produits et services livrés au consommateur final.

2.2. Gestion de la chaîne logistique (Supply Chain Management) :

Le Supply Chain Management(SCM) est le résultat d'un long processus d'évolution de la chaîne logistique. Ce n'est pas une fonction de l'entreprise et n'est pas non plus un service achetable à un prestataire de service, ni un module informatique ; c'est en fait une démarche de fonctionnement qui vise à assurer une gestion et une synchronisation de l'ensemble de processus, qui permet à une ou plusieurs entreprises de satisfaire les besoins de leurs clients. Le SCM gère toutes les activités associées aux flux et à la transformation des biens, depuis les matières premières jusqu'à la livraison au consommateur, ainsi que les flux d'informations associés.

Plusieurs définitions ont été données dans littérature pour le SCM. la gestion de la chaîne logistique est une coordination entre les fonctions internes et externes, d'une ou plusieurs entreprises, afin d'améliorer les performances de la chaîne logistique dans sa globalité. Pour Bendriss S la gestion de la chaîne logistique est un mode de gestion des flux physiques et d'informations visant à optimiser les processus de commandes, de production et de livraison.

Elle a été, également, définie comme une tâche d'intégration des unités organisationnelles tout au long du processus de la chaîne logistique.

Les concepts de la chaîne logistique et de la gestion de la chaîne logistique sont bien distincts. La chaîne logistique représente un environnement composé par différents maillons, alors que la gestion nécessite un effort volontaire d'un ensemble d'acteurs concernés par la coordination entre ces différents maillons.

3. Le transport :

Le transport est le déplacement de personnes ou de biens d'un endroit à un autre. Les transports modernes constituent un système. Chaque sous-système (selon le mode de transport) est constitué d'une infrastructure (linéaire pour les transports terrestres et ponctuelle pour les transports maritimes et aériens), de véhicules (individuels ou regroupés en rames) ou de flux continus (pour les transports par conduites : gazoducs, oléoducs) et de techniques d'exploitation particulières.

De nos jours, le transport de personnes (voyageurs) et le transport de marchandises (fret), plus ou moins confondus jusqu'à une époque récente, constituent deux systèmes de plus en plus indépendants, même s'ils utilisent parfois les mêmes infrastructures et plus rarement les mêmes véhicules. L'ensemble des opérations de transport de fret, ainsi que tous les services impliqués dans la réception, la livraison et la manutention des biens pour que ceux-ci soient livrés au moment voulu chez le destinataire constitue la logistique.

3.1. Les modes de transport les plus utilisés :

Chaque mode de transport est caractérisé par une structure technique (infrastructures, matériels), logistique et économique différente. Il en résulte que, pour assurer un type de trafic déterminé sur un trajet défini, il existe le choix entre plusieurs modes transport.

Le transport terrestre :

Dans le transport terrestre, nous distinguons, le transport routier et le transport ferroviaire.

Le transport routier :

Il s'exerce sur la route. Il englobe à la fois le transport routier de personnes, le transport routier de marchandises et le déménagement.

Le transport ferroviaire :

C'est un système de transport guidé, servant au transport de personnes et de marchandises. Il se compose d'une infrastructure spécialisée, de matériel roulant et de procédures d'exploitation faisant le plus souvent intervenir l'humain, même si dans le cas des métros automatiques cette intervention se limite en temps normal à de la surveillance.

Parmi les avantages de ce mode de transport, nous pouvons citer, son service en porte à porte, sans rupture de charge, ses délais relativement rapides et sa sécurité. Ce mode de transport est utilisé pour les moyennes et les courtes distances. Les délais du transport varient selon les pays parcourus et les conditions climatiques.

Le transport aérien :

Le transport aérien, désigne l'activité de transport effectuée par la voie des airs (avion, hélicoptère), il consiste à déplacer des passagers ou des frets par la voie aérienne. Ses principaux avantages sont sa rapidité, sa sécurité et sa capacité volumétrique. Il est plus particulièrement adapté au transport des denrées périssables et des biens de luxe. Cependant, son coût élevé reste un facteur désavantageux de son choix en comparaison avec les autres modes de transport.

Le transport maritime et fluvial :

Le transport maritime consiste à déplacer des marchandises ou des hommes par voie maritime. C'est le mode de transport le plus important pour le transport de marchandises (marine marchande). Le transport de personnes par voie maritime, a perdu beaucoup d'importance du fait de l'essor de l'aviation. Dans le paragraphe suivant, nous abordons le sujet avec plus de détails.

Année	Conteneurs	Marchandise en cargo	5 Principaux vracs	Ouil et gaz
1980	102	1123	608	1871
1985	152	819	900	1459
1990	234	1031	988	1755
1995	371	1125	1105	2050
2000	598	1928	1295	2163
2005	969	2009	1709	2422
2006	1076	2112	1814	2698
2007	1193	2141	1953	2747
2008	1249	2173	2065	2742
2009	1127	2004	2085	2642
2010	1275	2027	2335	2772
2011	1421	2084	2486	2794
2012	1480	2184	2665	2836
2013	1578	2300	2786	2904

Tableau 10 : Évolution du trafic maritime international.

Le transport maritime :

Associée aux transports terrestres que furent le portage (à dos d'animal ou d'homme) et le roulage (voies romaines), la navigation maritime constitua le premier système de transport. Elle favorisa, en premier lieu, les littoraux situés sur les mers les plus propices au trafic maritime à courte distance (cabotage), particulièrement de l'Asie du Sud-est, et plus encore celui de la Méditerranée et de l'Europe du nord-ouest. C'est donc d'abord de ces mers fermées que partit le développement des transports. La navigation maritime connut un premier saut technologique avec l'apparition au XIX^e siècle de la machine à vapeur. Celle-ci permit en effet d'accélérer les transports sur l'eau en s'affranchissant des contraintes naturelles (vents et courants) pesant sur les routes maritimes.

L'avènement du commerce électronique et des flux dématérialisés ne sonne pas le glas des transports internationaux. La conclusion en ligne de contrats portant sur des biens meubles accompagnera, au contraire, le développement de la fonction logistique et des transports internationaux.

Les sociétés de transport rapide sont ainsi indispensables aux opérateurs du commerce électronique pour assurer la livraison des produits commandés sur les réseaux. En amont de la relation entre le distributeur et le client final, l'activité économique repose sur des échanges entre des partenaires éloignés et le transport maritime s'avère alors indispensable. Une augmentation du tonnage et du trafic maritime accompagne ainsi la croissance de la production mondiale. Cela vaut bien sûr pour le transport de pondéreux et de matières premières, mais au-delà pour les biens de consommation et l'ensemble de la production industrielle.

3.2.Le transport de marchandise :

Le mot transport est formé par les racines latines «trans», à travers et «porte», porter. Il désigne le déplacement de personnes et de biens d'un endroit à un autre.

D'un point de vue technique, chaque moyen de transport comprend, d'une part, une infrastructure (chemin de fer, voie d'eau, route, aéroport...), c'est à dire une portion d'espace affectée exclusivement à une technique de transport, et d'autre part, un véhicule (locomotive, bateau, automobile, avion ...).

3.3.Intégration du transport de marchandises dans la chaîne logistique :

Nous pouvons constater que le transport joue un rôle crucial dans toutes les étapes de la chaîne logistique. Ce qui lui a permis d'être l'intérêt de plusieurs travaux de recherche dans la littérature. La gestion du transport joue un rôle critique dans la gestion de la chaîne logistique et influence les critères liés au coût total du produit, au délai de livraison, à la gestion des stocks et à la localisation géographique des fournisseurs.

Dans une chaîne logistique, le transport en général celui des marchandises (appelé également le fret) est un domaine très vaste dont l'optimisation n'a jamais aisé. Ainsi, il joue, un rôle capital au sein de l'économie par son implication dans la chaîne logistique, depuis la production jusqu'à la consommation, à toute échelle géographique. Le transport est considéré comme une composante intégrale du cycle de production-consommation.

Bien souvent, les entreprises et les individus doivent prendre des décisions sur les routes à emprunter afin d'acheminer du fret ou des individus à travers l'espace économique. Le transport peut représenter un pourcentage du prix total d'un bien. Ce pourcentage varie, selon la nature du bien et les distances parcourues.

3.4.Les porte-conteneurs

Les porte-conteneurs apparus dans les années 1970, sont destinés au transport de conteneurs à l'exclusion de tout autre type de marchandises. Le porte-conteneurs est maintenant le principal mode de transport maritime de fret dans les ports de commerce. Il fait partie intégrante du commerce mondial. Leur taille sans cesse croissante crée de nombreux problèmes architecturaux et portuaires. Leur capacité de chargement est estimée en (1973) à 3 000 EVP et en (2012) à 2 584 000 EVP.

Avant l'apparition de porte-conteneurs le transport de produits divers se faisait à l'aide de cargos. Les années 1970 ont vu le développement des échanges commerciaux entre les différents continents. Les porte-conteneurs, ont répondu à ce besoin de transport, en offrant une modularité et une flexibilité importantes, notamment avec l'automatisation des moyens de levage dans les ports. Ces porte-conteneurs sont chargés/ déchargés dans des terminaux à conteneurs.



Figure 36 : Exemple d'un porte-conteneurs.

Ports	Trafic en milliers d'EVP
Shanghai	31739
Singapour	29938
Hong Kong	24384
Shenzhen	22571
Busan	16175
Ningbo/Zhousan	14686
Ningbo	14512
Guangzhou	14230
Qingdao	13020
Jebel Ali Dubaï	13010
Rotterdam	11877
Tianjin	11500
Kaohsiung	9636
Klang	9603
Hambourg	9014
Anvers	8664
Los Angeles	7941
Keihin	7640
Tanjung Pelepas	7500
Xiamen	6461
Ghazaouet	7,5

Tableau 11 : Les 20 premiers ports à conteneurs dans le monde en 2011 en comparaison avec le port de Ghazaouet (2015).

4. Les terminaux à conteneurs

Un terminal à conteneur est une infrastructure portuaire, spécialisée dans le chargement et déchargement des conteneurs transportés par les porte-conteneurs. Il comporte ordinairement une darse avec un grand tirant d'eau ; un quai pour l'amarrage ; des portiques ou grues ; des réseaux de transport permettant l'inter modalité (routes et voies ferrées) et une surface consacrée à l'empilement des conteneurs.

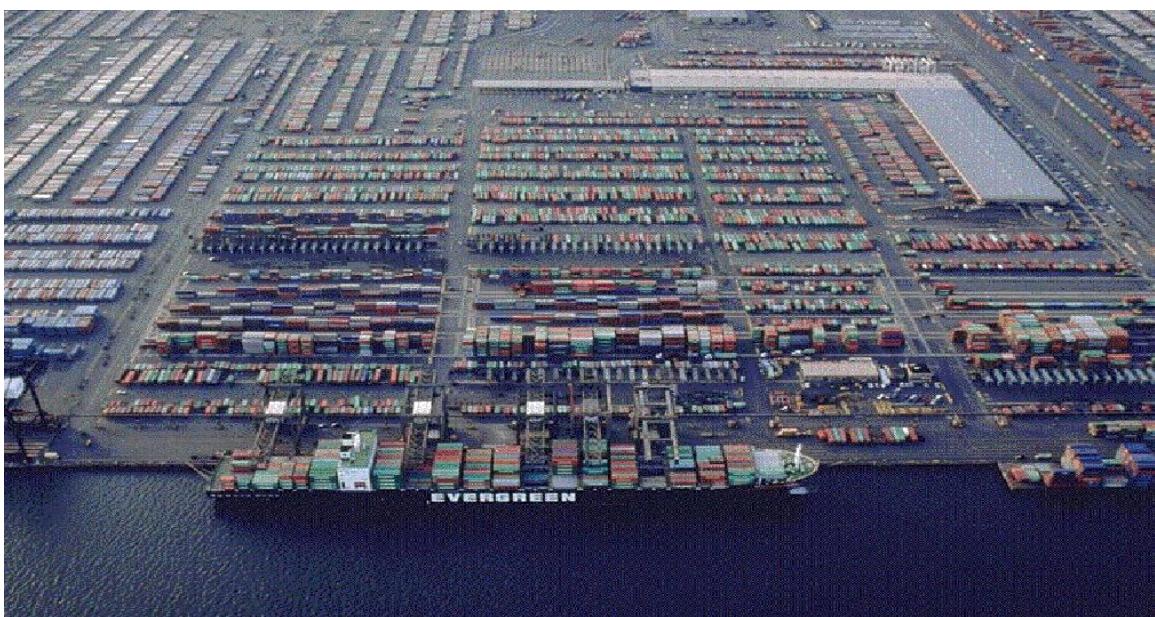


Figure 37 : Un exemple d'un terminal à conteneurs.

4.1. La conteneurisation :

La conteneurisation s'est développée durant ces vingt dernières années. Le conteneur est un moyen de transport qui a permis de réduire les coûts et les délais grâce à la standardisation. Dans cette section, nous voyons de plus près les concepts liés à la conteneurisation, ses composants, ses avantages et ses inconvénients.

Définition de conteneurs :

La Convention Internationale pour la Sécurité des Conteneurs (CSC) a normalisé en décembre 1972, la définition du conteneur :

« Le conteneur est un engin de transport de caractère permanent, et de ce fait assez résistant pour permettre un usage répété, spécialement conçu pour faciliter le transport des marchandises sans rupture de charge par un ou plusieurs modes de transport, conçu pour être assujetti et/ou manipulé facilement, des accessoires ayant été prévus à cet effet. »

Les conteneurs sont des boîtes généralement métalliques, leurs dimensions sont définies par la norme ISO (Organisation internationale de normalisation) de 20 pieds (6,058 m) ou 40 pieds (12,19m) de longueur, ils ont une hauteur de 8,6 pieds (2,591m) et une largeur de 8 pieds (2,438m). Ils sont destinés à contenir des marchandises et permettre leurs acheminements par différents modes de transport (route, rail, voies aérienne, fluviale et maritime).

Types de conteneurs :

Il existe trois catégories de conteneurs ; les conteneurs pour marchandises générales, les conteneurs pour marchandises spécifiques et les conteneurs pour usage spécifique.

- Les conteneurs d'usage général : appelés aussi conteneurs dry. Ils sont équipés de portes aux extrémités et destinés à des marchandises générales et sèches.



Figure 38 : Conteneur dry

➤ Les conteneurs pour usage spécifique :

- Conteneur à toit ouvert (Open top) : la structure de ce type de conteneur est identique à celui du dry, mais, le toit est mobile et est généralement bâché pour empotage vertical (pièces volumineuses ou/et indivisibles).



Figure 39 : Conteneur Open Top

- Conteneur plate-forme (Flats) : Ils sont à parois latérales ouvertes. Il existe deux types de Flats ; des conteneurs à parois d'extrémités fixes et d'autres à parois d'extrémités mobiles. Les Flats sont les seuls à admettre, sous certaines conditions, des marchandises en dépassement de hauteur et/ou de largeur.



Figure 40 : Conteneur plate-forme

➤ Les conteneurs pour marchandises spécifiques :

Ils sont utilisés pour les marchandises ayant une caractéristique thermique spéciale. On peut citer :

- Conteneur ventilé : la surface de ventilation de ce type de conteneur est augmenté par l'ouverture d'orifices de ventilation dans les longerons. Il est utilisé pour le stockage de certains fruits et légumes, café en sacs nécessitant la circulation de l'air.



Figure 41 : Conteneur ventilé

- Conteneur à température contrôlée muni d'un groupe générateur pouvant être branché sur le système électrique du porteur. On y distingue :
 - ✓ chauffé, maintient une température minimum.
 - ✓ réfrigéré (reefer ou refrigerated), pour la conservation des produits alimentaires.



Figure 42 : Conteneur réfrigéré

- Conteneur à atmosphère contrôlée, pour ralentir ou accélérer le mûrissement des fruits ou légumes.
- Conteneurs citernes : Ces conteneurs sont répartis en 2 grandes familles :
 - ✓ Les citernes chimiques
 - ✓ Les citernes alimentaires

Les conteneurs citernes sont utilisés donc pour des produits liquides, pulvérulents ou gazeux. Une citerne chimique ne peut pas contenir des produits alimentaires, alors qu'il est possible de transformer une citerne alimentaire pour la rendre chimique.



Figure 43 : Conteneur citerne

- Conteneurs pour vrac : Ils ont une structure adoptée aux marchandises qui ne sont pas emballées ou arrimées (vrac) à savoir farine, grains. Ils sont équipés de trappes de chargement sur le toit, et de trappes de déchargement au bas d'une extrémité.

La révolution du conteneur :

En moins de 50 ans, ce dernier s'est imposé comme le premier moyen d'échange de biens de consommation à l'échelle mondiale entraînant une véritable révolution dans les transports mondiaux. En 1960, la rotation d'un cargo de ligne de 10 000 tonnes de capacité, déployée sur le trajet Europe-Japon-Europe prenait cinq mois. Près de la moitié du temps était passée au port, avec des escales atteignant

parfois quatre ou cinq jours. En 2000, un grand porte-conteneurs offre une capacité de 60 000 tonnes et boucle le même trajet en deux mois avec des escales qui durent d'une dizaine à 36 heures. En même temps, l'automatisation a fait son chemin : le cargo fonctionnait avec un équipage de 35 hommes alors qu'aujourd'hui les porte-conteneurs n'ont plus besoin que d'une quinzaine de marins pour naviguer.

Le principe de la standardisation :

Un conteneur container, est une " boite " rectangulaire de dimension universelle : la clé de son succès réside dans sa standardisation. Les conteneurs secs dry de vingt et quarante pieds de longueur (environ six et douze mètres) sont les plus utilisés. Ils servent au transport des marchandises dites sèches, conditionnées en caisses, cartons, balles, palettes, etc. Mais d'autres conteneurs plus spécifiques ont été créés comme les conteneurs-citernes tank container et les plein-ciel open tops, les conteneurs frigorifiques reefer. Le conteneur standard de vingt pieds sert d'unité de référence pour estimer les capacités d'un navire et évaluer les flux. On parle alors en Equivalent Vingt Pieds-EVP Twenty Equivalent Unit-TEU ce qui correspond à un volume utile de 33 m³.

Chaque conteneur est identifié par une série d'inscriptions permanentes sur ses parois (propriétaire, numéro d'immatriculation, masse brute maximale, tare et charge utile). Presque toute la vaste gamme des marchandises transportées jadis comme marchandises non groupées peuvent faire actuellement l'objet d'un transport par conteneur. Ce sont essentiellement des biens d'équipement et de consommation plus ou moins élaborés qui empruntent cette voie.

Manutention et expéditions :

Deux termes définissent le chargement et le déchargement de la marchandise d'un conteneur : l'empotage et le dépotage. Tout ou presque peut se côtoyer dans un conteneur : des bouteilles d'huile avec des planches à voile, des tétines de biberons avec des caméras vidéo, etc. ; Toutefois le bon sens interdira l'empotage de produits dangereux avec des denrées alimentaires. Mais, il existe des cas de contaminations moins évidents, comme un chargement de carottes contaminées par l'odeur des oignons présents dans le même conteneur. L'empotage des marchandises dangereuses est quant à lui soumis à une réglementation stricte, contenue dans le code IMDG (International Maritime Dangerous Goods) et une signalétique spécifique est apposée sur le conteneur en fonction de la nature du produit. Il existe deux possibilités d'expédier les marchandises : soit par conteneur complet Full Container Load-FCL, c'est la solution la plus répandue où toute la marchandise appartient à un même client qui loue la boîte. Soit par groupage maritime Less than Container Load-LCL, cette méthode est utilisée pour les petits envois (1 à 10 m³). Dans ce cas, on regroupe les lots afin d'obtenir un conteneur complet et l'empotage est effectué par la compagnie maritime ou l'organisateur de transport (transitaire).

4.2.Les opérations dans un terminal à conteneurs

Les opérations de manutention se réalisent au terminal à conteneurs (ensemble de quais et parcs de stockage spécialisés par type de marchandises). Les navires se placent à quai au regard des portiques (grues de quai pour soulever les conteneurs). A bord du navire, les dockers désarriment les conteneurs qui sont liés les uns aux autres par les pièces de coin durant la traversée. Le portiqueur peut alors placer le spreader (structure où sont fixés les verrous permettant d'accrocher et de soulever le conteneur) à l'aplomb du conteneur et commencer le déchargement. Au pied de chaque portique un homme ou un système vidéo veille pour repérer l'immatriculation du conteneur et préciser sa position (rangement dans le parc de stockage ou placement sur remorque ou wagon) à un autre docker présent dans un cavalier gerbeur straddle carrier qui va se charger de la manœuvre.

Une fois le déchargement réalisé, les manœuvres s'inversent pour les opérations de chargement. A peine quelques heures suffisent. L'évolution technologique liée à la conteneurisation a profondément modifié les conditions de travail des dockers : ils sont moins nombreux, mais plus spécialisés et qualifiés. Les dockers préparent le matériel, participent à l'ouverture des panneaux de cale, guident les conducteurs de portiques et pilotent les chariots élévateurs à terre. Le pointeur est responsable de la gestion du parc à conteneurs.

Depuis son terminal informatique, il affecte les marchandises à des emplacements précis en fonction de leurs destinations. Il est également chargé d'identifier et de contrôler les conteneurs qui quittent le terminal. Le planificateur de navire ship planner est chargé d'organiser le plan de chargement sur un navire : il doit attribuer à chaque conteneur un emplacement précis à bord du navire. Il veille à ce que la stabilité du navire soit respectée. En effet, le placement des conteneurs est effectué de façon à faciliter leur déchargement dans la chronologie de leurs destinations c'est-à-dire les ports de débarquement.

5. Modèle mathématique :

Problèmes d'optimisation d'allocation et d'ordonnancement des postes à quai dans un terminal à conteneurs

Les notations utilisées dans le système (les entrées du système) :

Indice :

i (= 1, ..., I) ∈ B ensemble de postes à quai,
j (= 1, ..., T) ∈ V ensemble des navires entrants,
n (= 1, ..., N) ∈ P ensemble des zones de stockage,
k (= 1, ..., T) ∈ O ensemble des ordres de service.

Paramètre :

Si: le moment où le poste à quai i devient libre, pour la planification d'allocation des postes à quai,

Aj: le temps d'arrivée du navire j,

Ccjn: le nombre des conteneurs associés au navire j, qui vont être déchargés dans la zone n,

Cdjn: le nombre des conteneurs associés au zone n, qui vont être chargés dans le navire j,

din: la distance entre le poste à quai i, et la zone n,

Cij: le temps de traitement de navire j sur le poste à quai i.

Variables de décision (sortie du système) :

$$X_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{Si le navire } j \text{ est affecté au poste à quai } i \text{ dans l'ordre } k, \\ 0 & \text{Sinon,} \end{cases}$$

Les hypothèses considérées pour la formulation du problème :

1- Le processus de planification est considéré statique (SBAP). Tous les navires sont au port avant le début de plan de la planification ($\max A_j \leq \min S_i$),

2- Chaque poste à quai ne peut accueillir qu'un seul navire à la fois,

3- Chaque navire peut être affecté à au plus un poste à quai,

4- Le temps de manutention de navire dépend du poste à quai assigné,

5- Une fois un navire est amarré sur un poste à quai, il restera sur ce poste jusqu'à la fin de son séjour au port.

Exemple d'un plan de planification

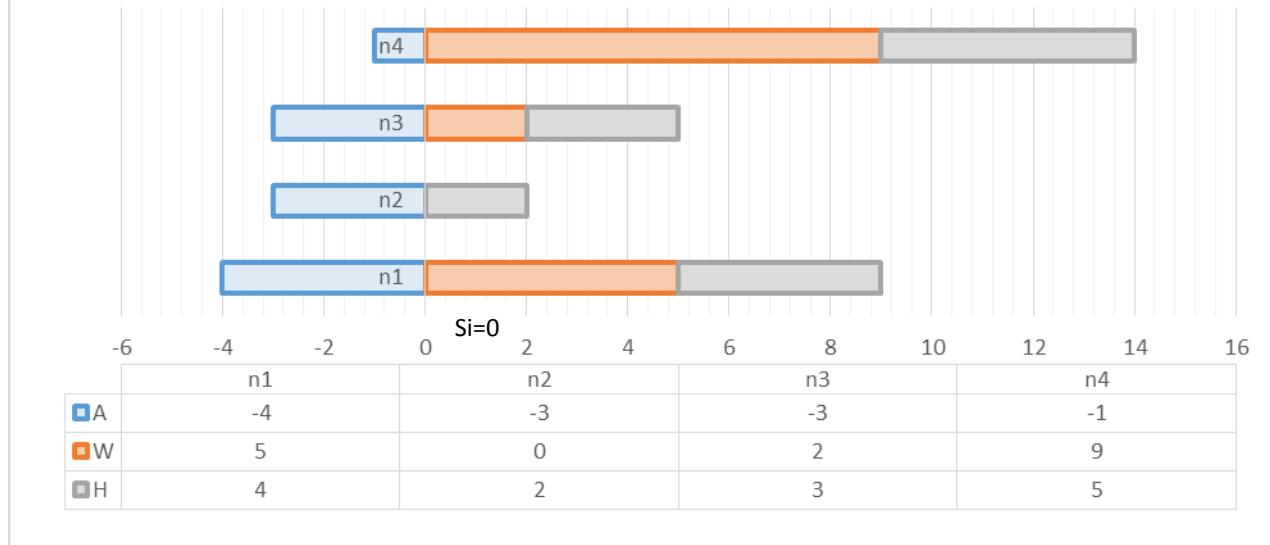


Figure 44 : Exemple d'un plan de planification

Le temps de traitement d'un navire j sur un poste à quai i sera :

$$\sum_{j \in V} \sum_{k \in O} (S_i - A_j) X_{ijk} + \sum_{j \in V} \sum_{k \in O} C_{ij} X_{ijk}$$

Le coût de transport des conteneurs = le nombre de conteneurs * la somme des distances parcourues par ces conteneurs.

Pour un navire j , affecté sur un poste à quai i , il est clair que le coût du transport des conteneurs (chargés/déchargés) par ce navire est :

$$\sum_{n \in P} (Cc_{jn} d_{in} + Cd_{jn} d_{in}) X_{ijk}$$

Alors que pour un ensemble de navires affectés sur i , le coût du transport de conteneurs :

$$\sum_{j \in V} \sum_{n \in P} \sum_{n \in P} (Cc_{jn} d_{in} + Cd_{jn} d_{in}) X_{ijk}$$

La modélisation de système :

La fonction objective :

$$1) F = \min \sum_{i \in B} \sum_{j \in V} \sum_{k \in O} (C_{ij} + S_i - A_j + \sum_{n \in P} (Cc_{jn} + Cd_{jn}) d_{in}) X_{ijk}$$

En respectant les contraintes suivantes :

$$2) \sum_{i \in B} \sum_{k \in O} X_{ijk} = 1 \quad \forall j \in V,$$

$$3) \sum_{j \in V} X_{ijk} \leq 1 \quad \forall i \in B, \forall k \in O$$

$$4) \sum_{n \in P} Cc_{jn} = Cc_j \quad \forall j \in V$$

$$5) \sum_{n \in P} Cd_{jn} = Cd_j \quad \forall j \in V$$

$$6) X_{ijk} \in \{0,1\} \quad \forall i \in B, \forall j \in V, \forall k \in O$$

$$7) S_i \geq A_j \quad \forall i \in B, \forall j \in V$$

➤ La fonction objective (1) est une fonction multi-objective qui minimise le coût total du transport de conteneurs (imports/exports), dans la zone portuaire et le temps d'attente et de manipulation des navires entrants.

➤ La contrainte (2) assure que chaque navire sera servi sur un poste à quai dans un ordre de service donné.

➤ La contrainte (3) assure que chaque poste à quai ne peut accueillir qu'un seul navire à la fois.

➤ La contrainte (4) garantit que le nombre des conteneurs chargés dans le navire j soit égal à la somme des conteneurs provenant de différents terminaux.

➤ La contrainte (5) assure que la somme des conteneurs affectés dans des terminaux différents à partir d'un navire j soit égal au nombre de conteneurs déchargés par ce navire.

➤ La contrainte (6) donne les valeurs que prenne la variable de décision.

➤ La contrainte (7) assure que dans le cas statique, les navires doivent arriver avant le début du plan de planification.

6. Simulation numérique et résultats :

Présentation Solveur excel :

Nous avons utilisé le solveur d'Excel pour déterminer la solution du problème que nous avons modélisé.

Le solveur d'Excel fonctionne de manière analogue à la valeur cible, tout en offrant des possibilités beaucoup plus importantes.

En particulier, il est possible de calculer un objectif à atteindre en fonction de plusieurs cellules variables, et non d'une seule comme avec la valeur cible.

Le solveur est une macro complémentaire d'Excel qui n'est pas incluse dans l'installation par défaut du logiciel. Il faut donc éventuellement l'ajouter.

6.1. La modélisation avec le solveur excel :

i	2
j	5
n	3
k	5

La notion i : les postes à quais

La notion j : les navires

La notion n : les zones de stockages

La notion k : les ordres de service

Aj	-5	-7	-2	-9	-3
----	----	----	----	----	----

Ccj	3	0	2	2	0
-----	---	---	---	---	---

Cdj	2	1	1	0	5
-----	---	---	---	---	---

Si	0	1
----	---	---

Ccjn	0	0	0	2	0
	3	0	0	0	0
	0	0	2	0	0

Cdjn	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	5
	0	1	1	0	0

Din	3	4
	5	2
	3	4

Cj	10	3	9	6	10
----	----	---	---	---	----

Si: le moment ou le poste à quai i devient libre, pour la planification d'allocation des postes à quai,

Aj: le temps d'arrivée du navire j,

Ccjn: le nombre des conteneurs associés au navire j, qui vont être déchargés dans la zone n,

Cdjn: le nombre des conteneurs associés au zone n, qui vont être chargés dans le navire j,

din: la distance entre le poste à quai i, et la zone n,

Cij: le temps de traitement de navire j sur le poste à quai i.

X1jk	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0
	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0

X2jk	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	1

X1 et X2 sont les variables de décision

Sumj	1	0	0	1	0
------	---	---	---	---	---

La solution obtenue :

quai 1	1	3			
quai 2	4	2	5		

Les navires j affectés au poste à quai i

i=1						
	N	n1	n3			
Aj	-5	-2				
wj	0	25				
hj	25	9				

Tableau 12 : Pour chaque navire affecté au poste à quai 1

i=2	N	n4	n2	n5		
	Aj	-9	-7	-3		
	wj	1	9	13		
	hj	8	4	10		

Tableau 13 : Pour chaque navire affecté au poste à quai 2

aj : le temps d'arrivée de chaque navire.

wj : le temps d'attente pour chaque navire.

hj : le temps de traitement de chaque navire.

La fonction objective :

f.o	141
-----	-----

Total n	max n
2	100
10	100
4	100

ordonnancement de quai 1

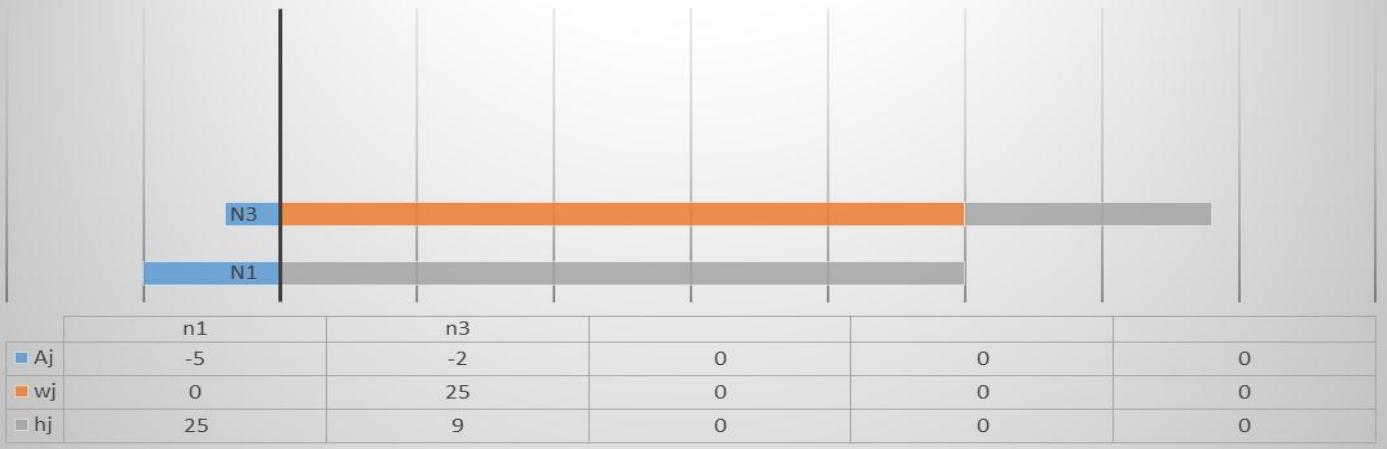


Figure 46 : Résultats d'ordonnancement du quai (1) de l'exemple

ordonnancement de quai 2

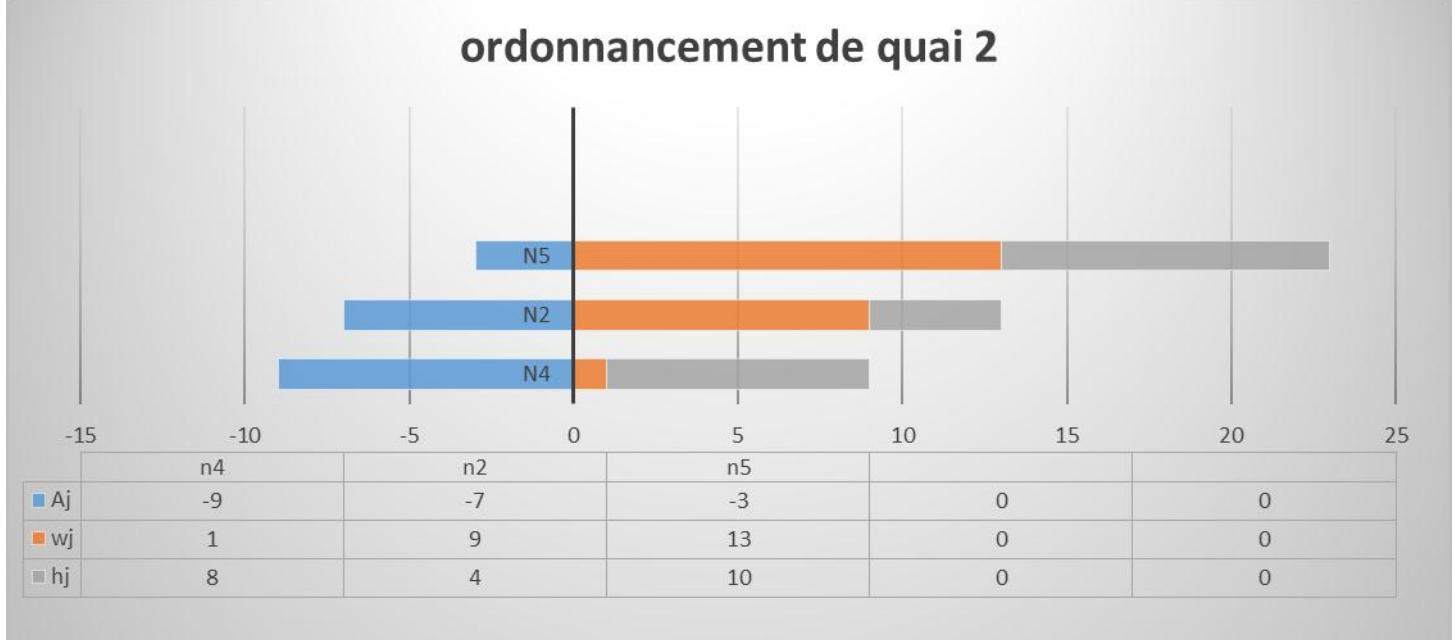


Figure 45 : Résultats d'ordonnancement du quai (2) de l'exemple

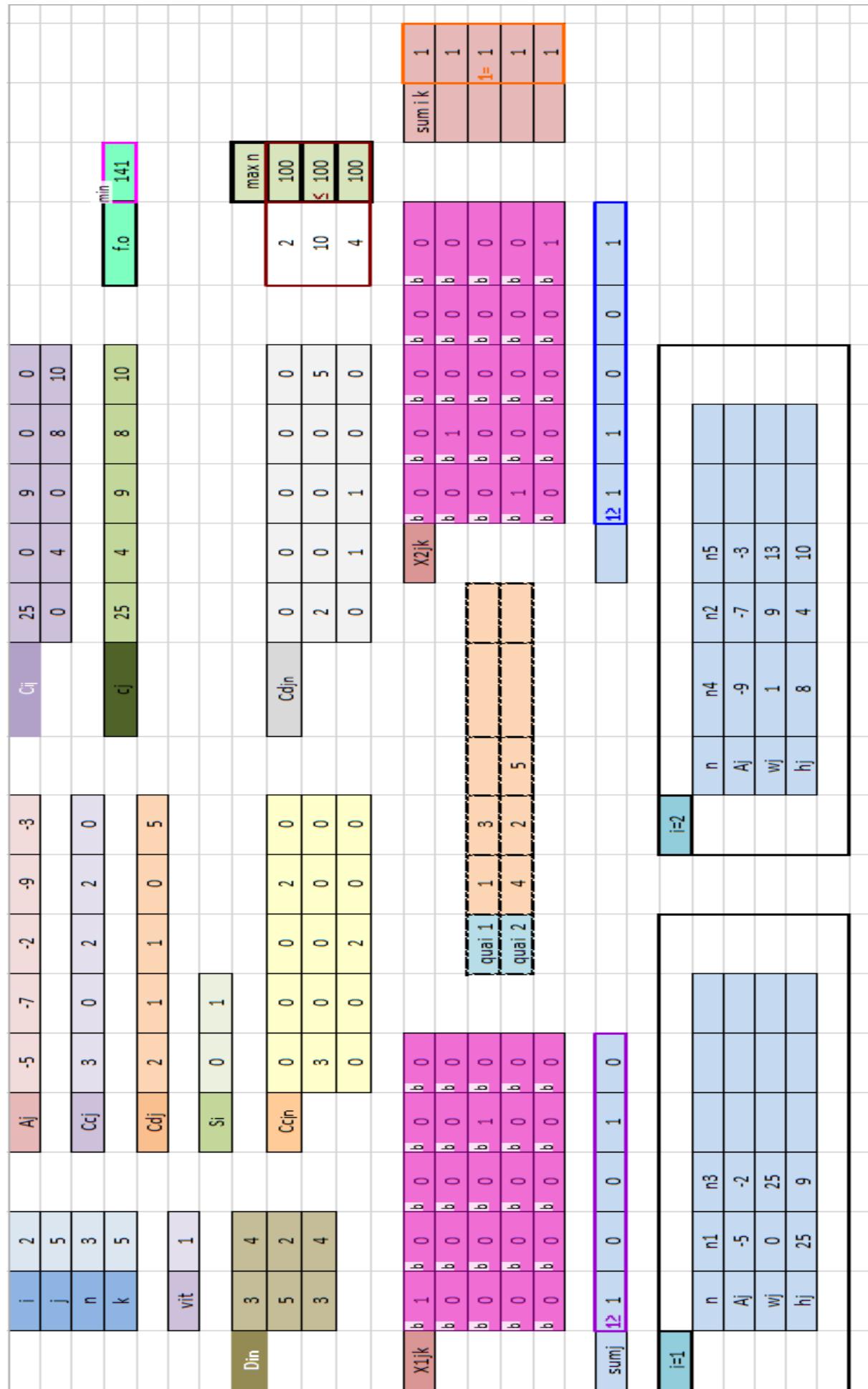


Figure 47 : Vision globale du Solveur d'Excel

6.2.La simulation avec Lingo :

Fonction objective: Maximiser l'utilisation des postes à quai.

Local optimal solution found.

Objective value: 2200.000

Total solver iterations: 33555

Variable	Value	Reduced Cost
CMAX	2200.000	0.000000
SI(P1)	0.000000	0.000000
SI(P2)	1.000000	0.000000
CI(P1)	2200.000	0.000000
CI(P2)	2141.000	0.000000
CM(P1)	0.000000	0.000000
CM(P2)	0.000000	0.000000
CM(P3)	0.000000	0.000000
AJ(N1)	-5.000000	0.000000
AJ(N2)	-7.000000	0.000000
AJ(N3)	-2.000000	0.000000
AJ(N4)	-9.000000	0.000000
AJ(N5)	-3.000000	0.000000
CJ(N1)	1400.000	0.000000
CJ(N2)	140.0000	0.000000
CJ(N3)	1000.000	0.000000
CJ(N4)	1000.000	0.000000
CJ(N5)	800.0000	0.000000
VR(N1)	12.00000	0.000000
VR(N2)	22.00000	0.000000
VR(N3)	21.00000	0.000000
VR(N4)	24.00000	0.000000
VR(N5)	11.00000	0.000000

Fonction objective: maximiser l'utilisation de poste à quai et minimiser la distance parcourue par l'engin

Objective value: 41039.00

Total solver iterations: 12

Variable	Value	Reduced Cost
VR(N1)	13.00000	0.000000
VR(N2)	25.00000	0.000000
VR(N3)	12.00000	0.000000
VR(N4)	21.00000	0.000000
VR(N5)	23.00000	0.000000
CCJN(N1, Z1)	30.00000	0.000000
CCJN(N1, Z2)	0.000000	0.000000
CCJN(N1, Z3)	70.00000	0.000000
CCJN(N2, Z1)	0.000000	0.000000
CCJN(N2, Z2)	0.000000	5.000000
CCJN(N2, Z3)	0.000000	1.000000
CCJN(N3, Z1)	0.000000	0.000000
CCJN(N3, Z2)	200.0000	0.000000
CCJN(N3, Z3)	0.000000	0.000000
CCJN(N4, Z1)	500.0000	0.000000
CCJN(N4, Z2)	0.000000	5.000000
CCJN(N4, Z3)	0.000000	1.000000
CCJN(N5, Z1)	0.000000	0.000000
CCJN(N5, Z2)	0.000000	5.000000
CCJN(N5, Z3)	0.000000	1.000000
CDJN(N1, Z1)	0.000000	0.000000
CDJN(N1, Z2)	200.0000	0.000000
CDJN(N1, Z3)	400.0000	0.000000
CDJN(N2, Z1)	70.00000	0.000000
CDJN(N2, Z2)	0.000000	5.000000
CDJN(N2, Z3)	0.000000	1.000000
CDJN(N3, Z1)	0.000000	0.000000
CDJN(N3, Z2)	300.0000	0.000000
CDJN(N3, Z3)	0.000000	0.000000
CDJN(N4, Z1)	0.000000	0.000000
CDJN(N4, Z2)	0.000000	5.000000
CDJN(N4, Z3)	0.000000	1.000000
CDJN(N5, Z1)	400.0000	0.000000
CDJN(N5, Z2)	0.000000	5.000000
CDJN(N5, Z3)	0.000000	1.000000
CIJ(P1, N1)	10500.00	0.000000
CIJ(P1, N2)	0.000000	0.000000
CIJ(P1, N3)	7500.000	0.000000
CIJ(P1, N4)	0.000000	0.000000
CIJ(P1, N5)	0.000000	0.000000
CIJ(P2, N1)	0.000000	0.000000
CIJ(P2, N2)	1050.000	0.000000
CIJ(P2, N3)	0.000000	0.000000
CIJ(P2, N4)	7500.000	0.000000
CIJ(P2, N5)	6000.000	0.000000

6.3.Les statisques de l'entreprise portuaire de Ghazaouet :

code	description
sijour-pla	Le temps de séjour des conteneurs pleins
sijour-tem	Le temps de séjour des conteneurs dans la zone temporaire
sijour-srok	Le temps de séjour des conteneurs dans la zone de stockage
sijour-vi	Le temps de séjour des conteneurs dans la zone de visite
sijour-ap-vi	Le temps de séjour des conteneurs dans la zone d'enlèvement
con_n	Nombre de conteneurs par navire
con_p_moi	Nombre de conteneurs par mois
n_p_moi	Nombre de navires par mois
duréé_sijour-pla	
sijour-tem	
sijour-srok	
sijour-vi	
sijour-ap-vi	
sijour-vid	
tr_con_n	
tr_n_cont_m	
n_n_pmoi	
tr_n_n_pmoi	
sijour-pla	

	sijour-vid	con_n	con_p_moi	n_p_moi
max	489	298	870	11
moyen	5	114	13	1
min	0	0	1	1
L'écart-type	62,1364775	75,98821532	274,0861904	3,40117851
variance	3860,94184	5774,208868	75123,23977	11,56801525

Tableau 15 : Statistique (1)

	sijour-pla	sijour-tem	sijour-srok	sijour-vi	sijour-ap-vi
max	600	3	590	5	2
moyen	29	2	22	3	1
min	1	0	0	1	0
L'écart-type	77,2244397	0,85892799	75,955628	1,58849	0,67371202
variance	5963,61408	0,73775729	5769,2575	2,523302	0,45388789

Tableau 14 : Statistique (2)

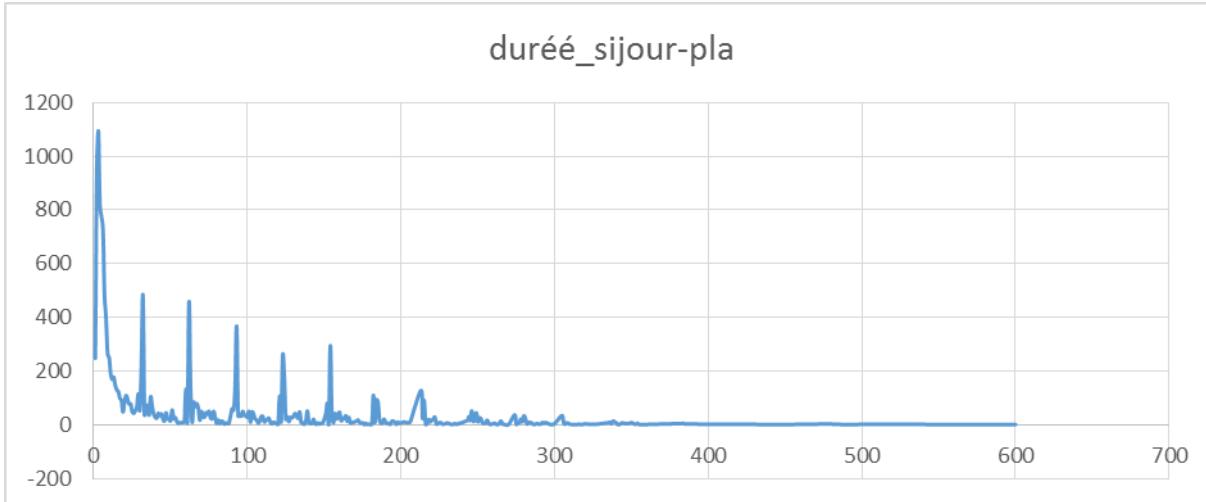


Figure 48 : Durée de séjour des conteneurs pleins (Nombre Conteneurs/Nombre de jours)

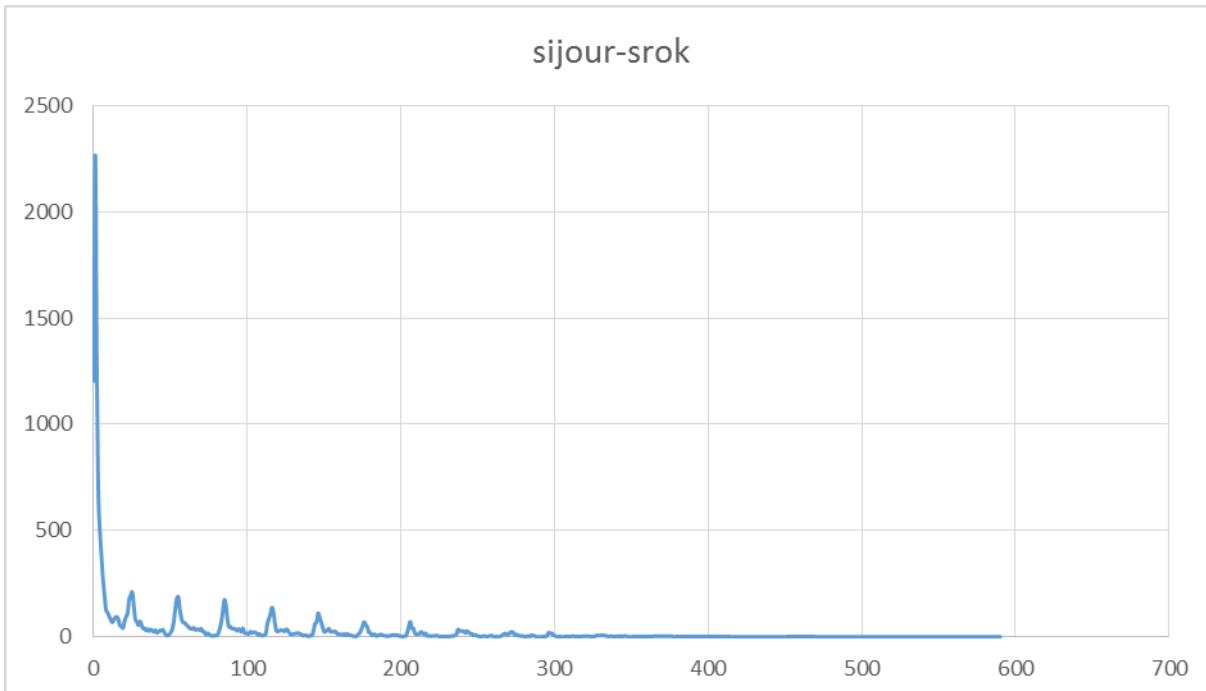


Figure 49 : Nombre de conteneur dans la zone de stockage/ nombre de jour

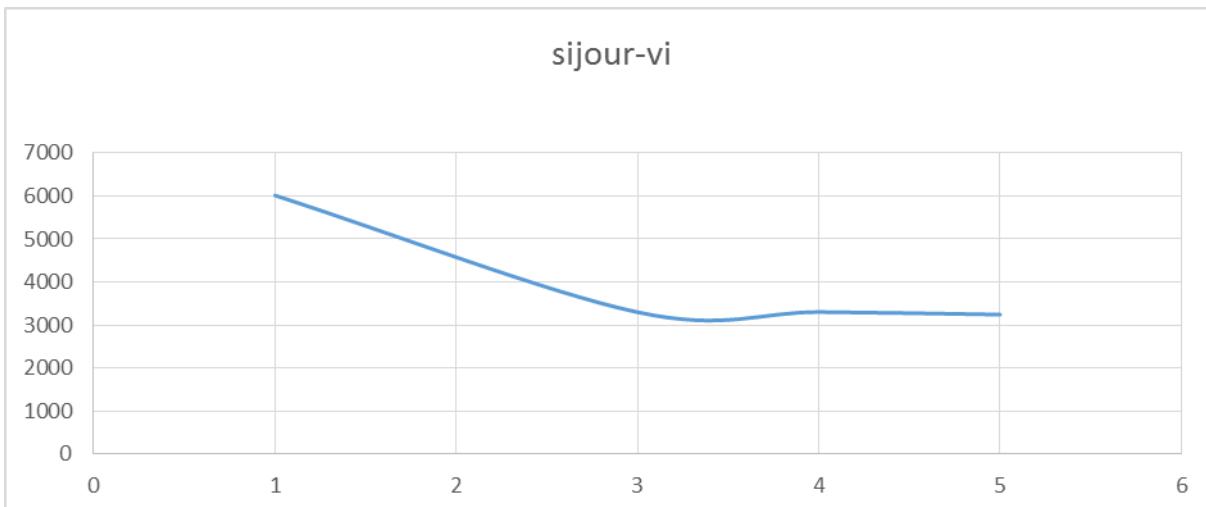


Figure 50 : Nombre de conteneur dans la zone de visite/ nombre de jour

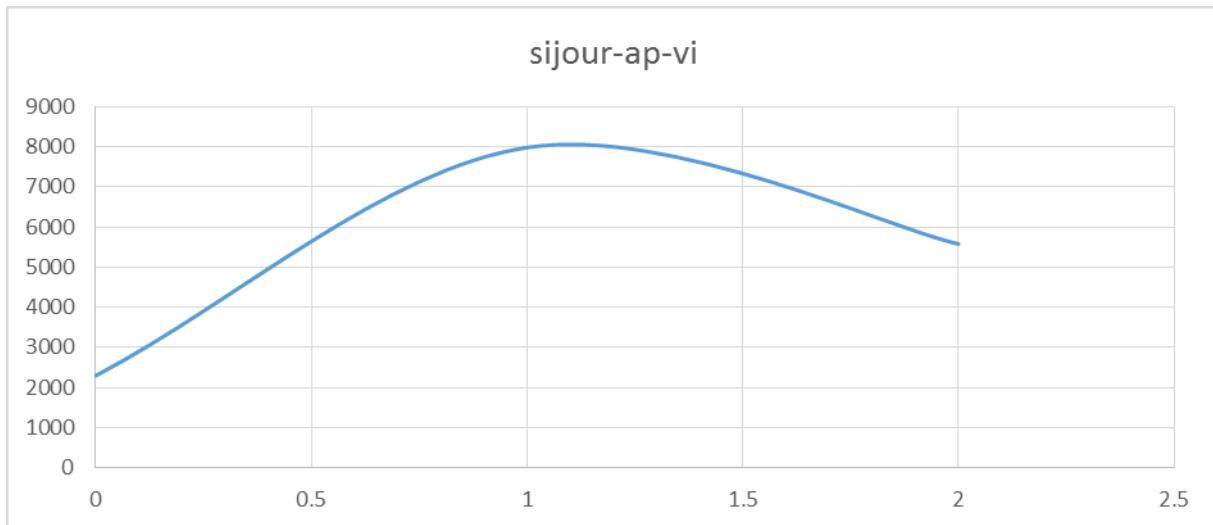


Figure 51 : Nombre de conteneur dans la zone d'enlèvement/ nombre de jour

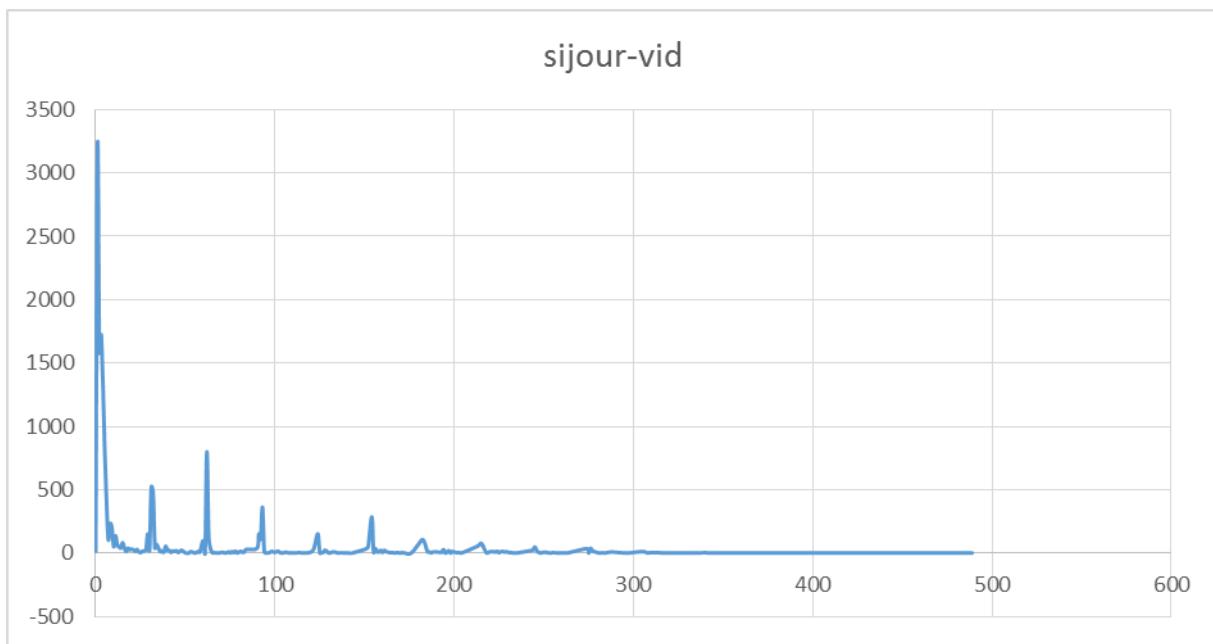


Figure 52 : Durée de séjour des conteneurs vides (Nombre Conteneurs/Nombre de jours)

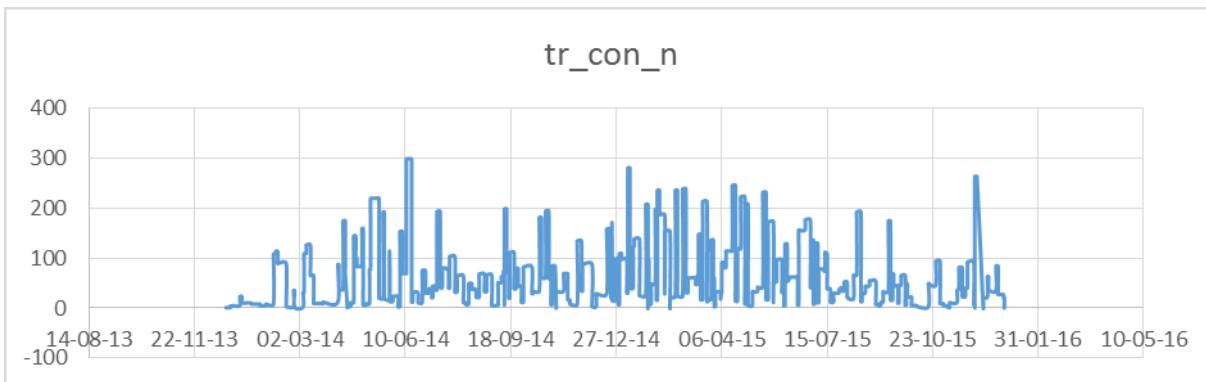


Figure 53 : Nombre des conteneurs par navire

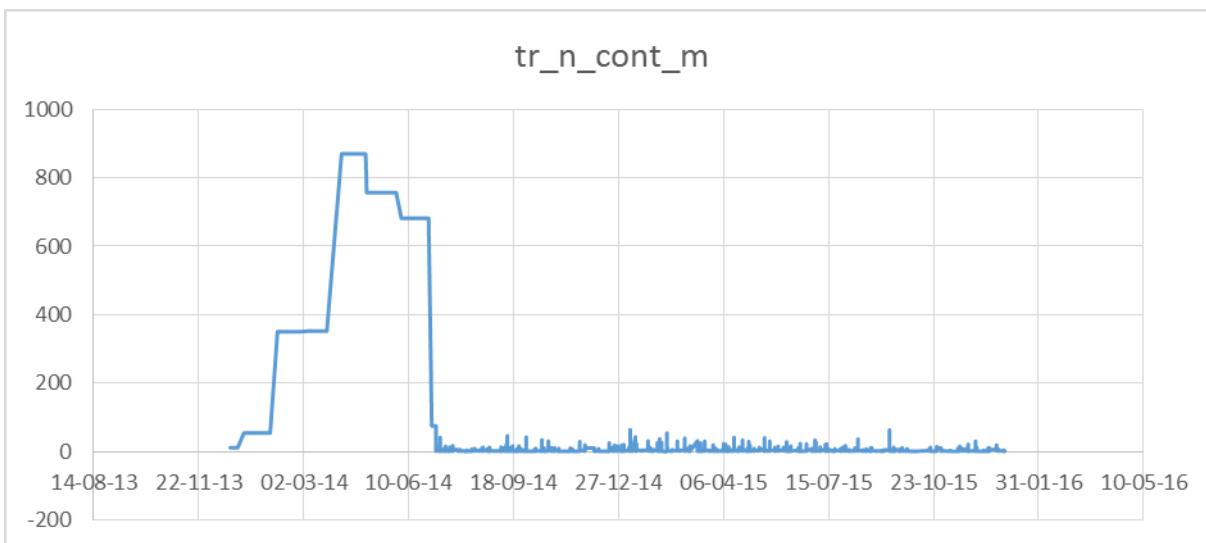


Figure 54 : Nombre de conteneurs par mois

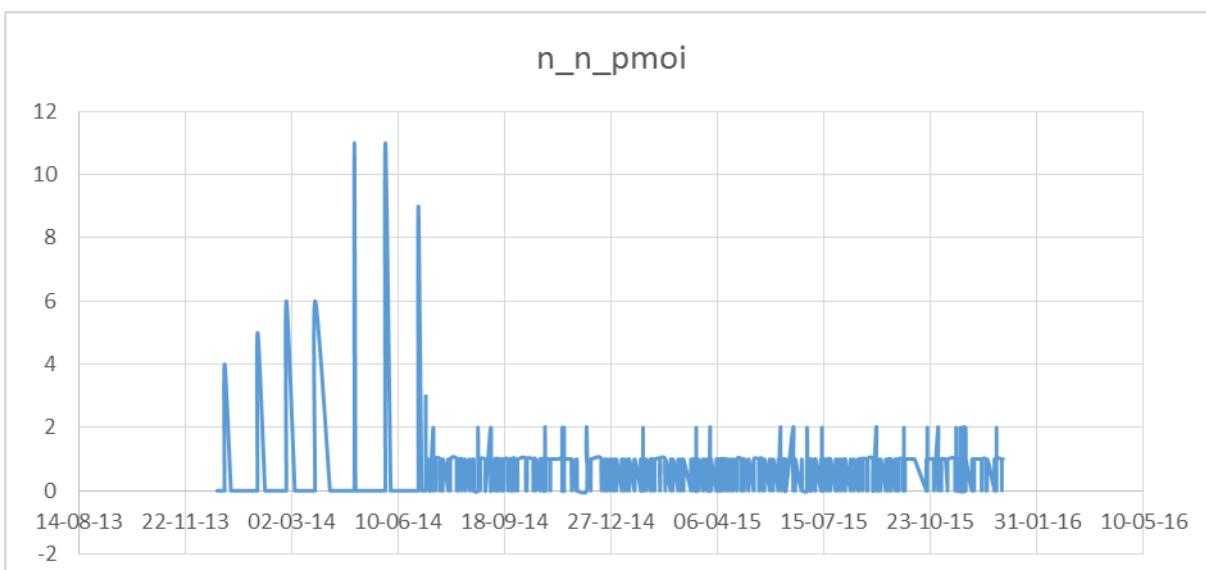


Figure 55 : Nombre de navires par mois

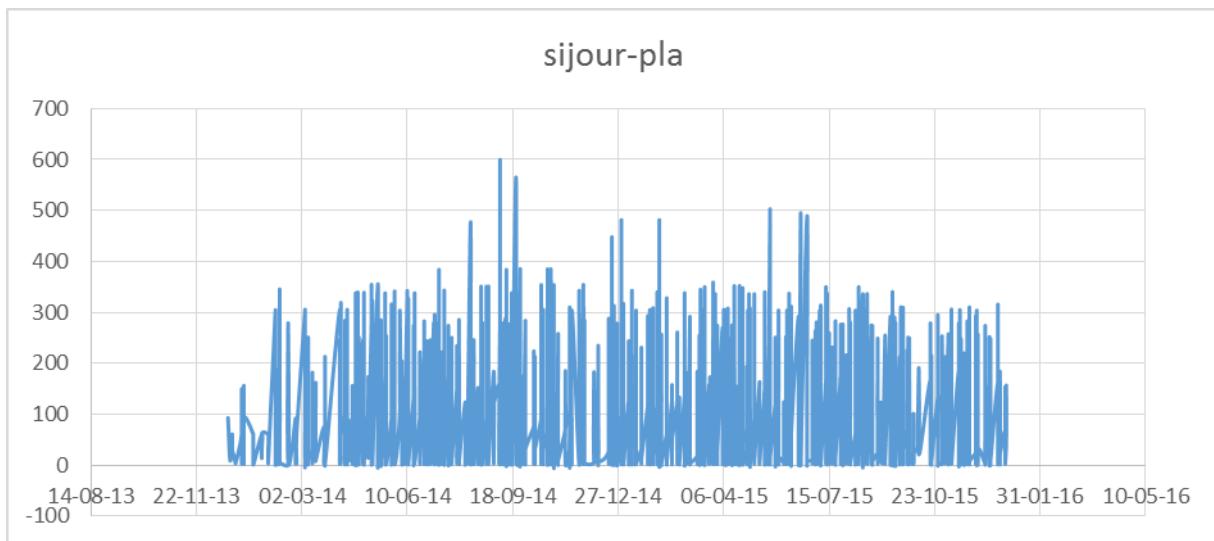
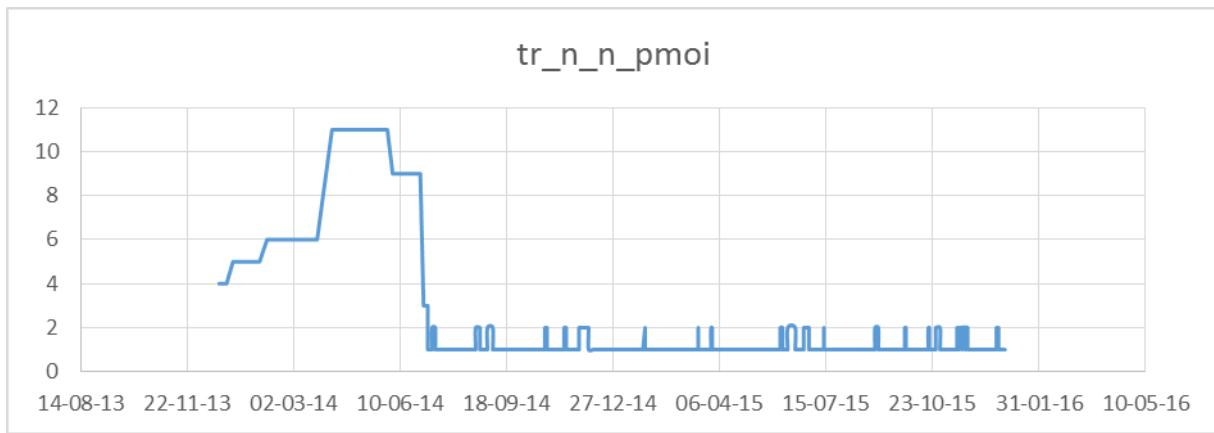


Figure 56 : Temps de séjour plein

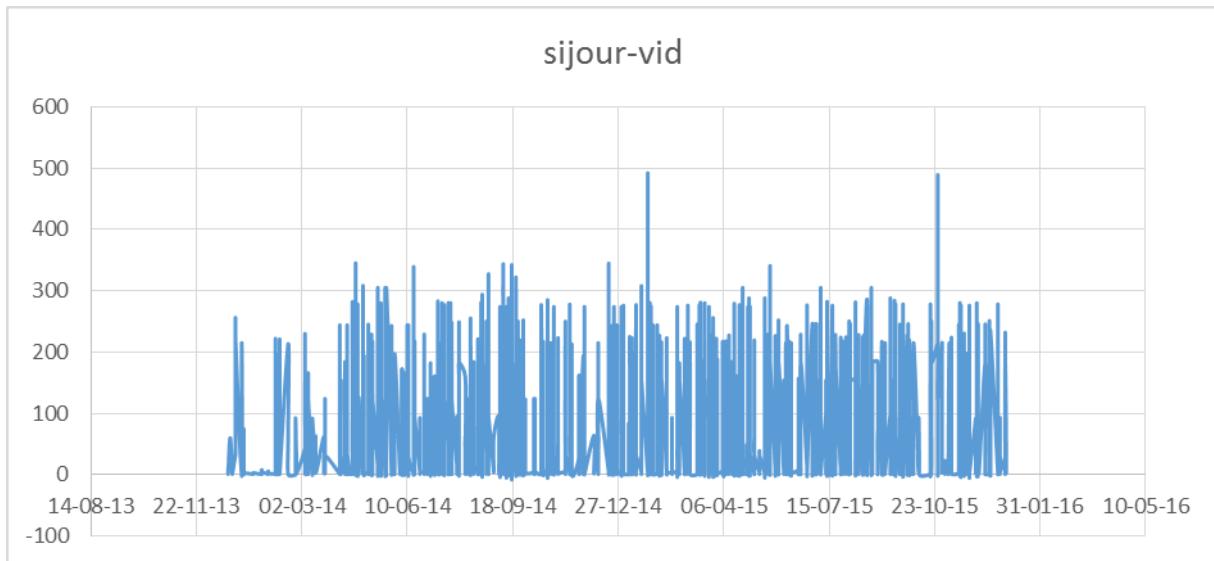


Figure 57 : Temps de séjour vide

6.4.La simulation avec Arena :

Nous avons fait la simulation du port sur Arena, le model et les résultats de 2 ans sont ci-dessous :

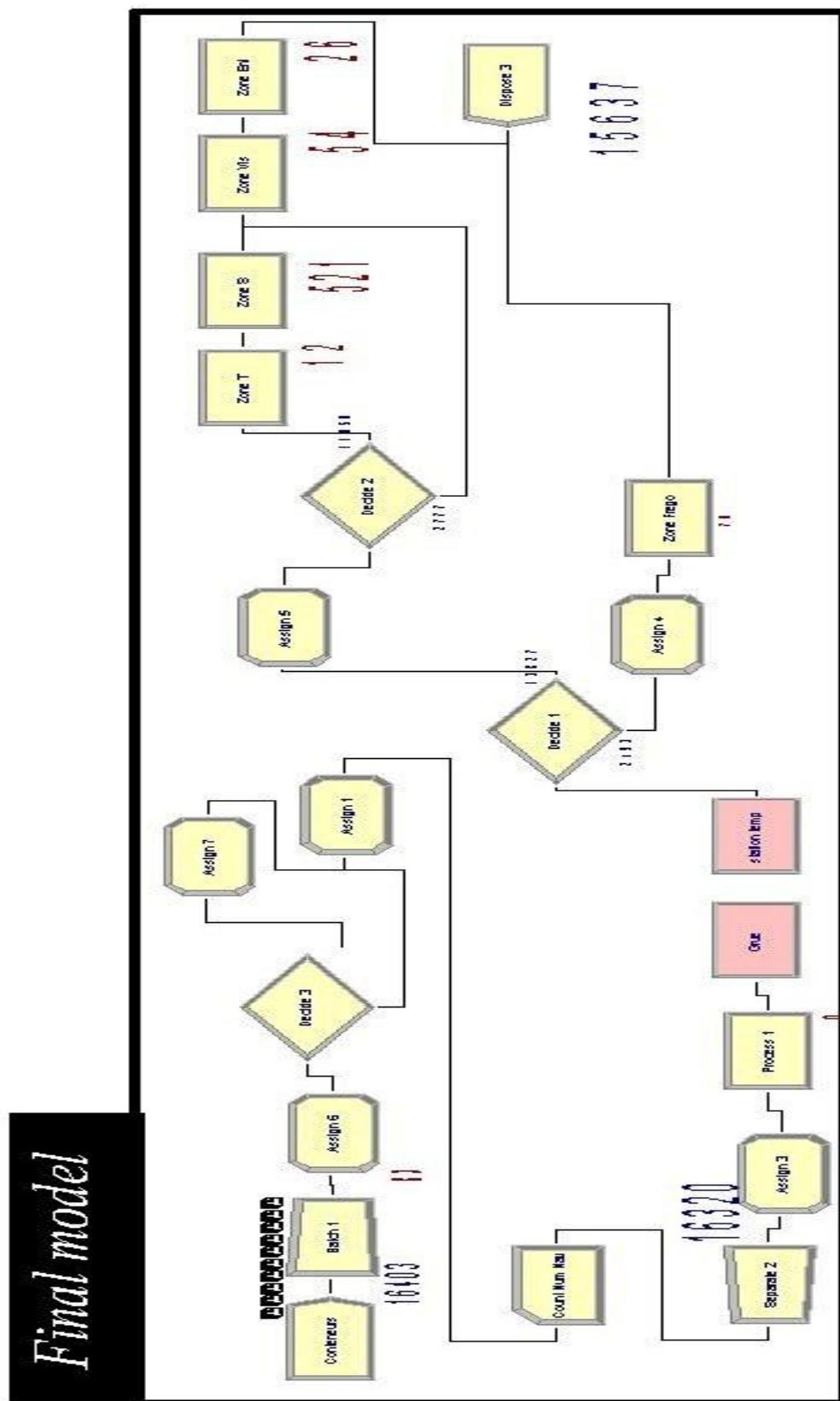


Figure 58 : Modèle Arena

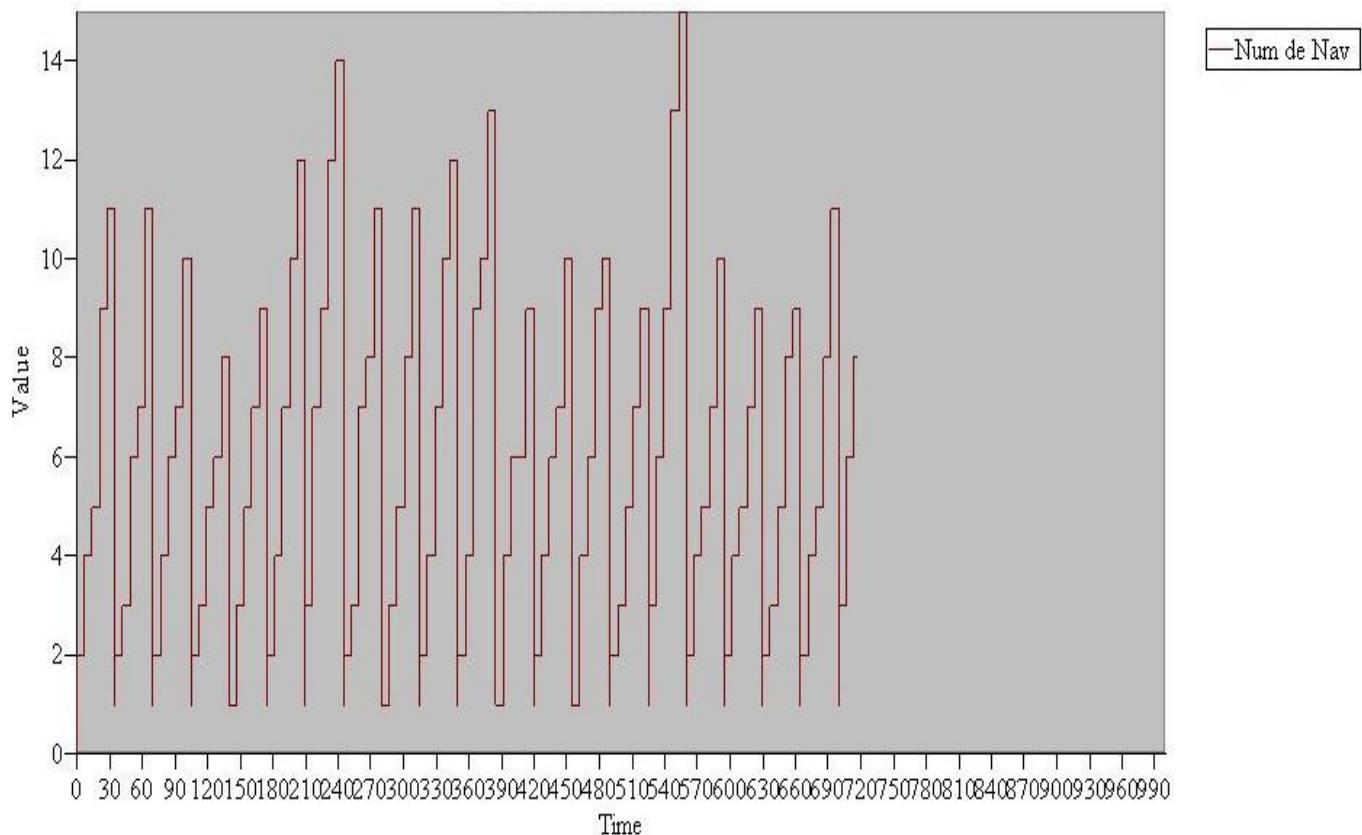


Figure 59 : La courbe d'arrivée des navires (jours/navires)

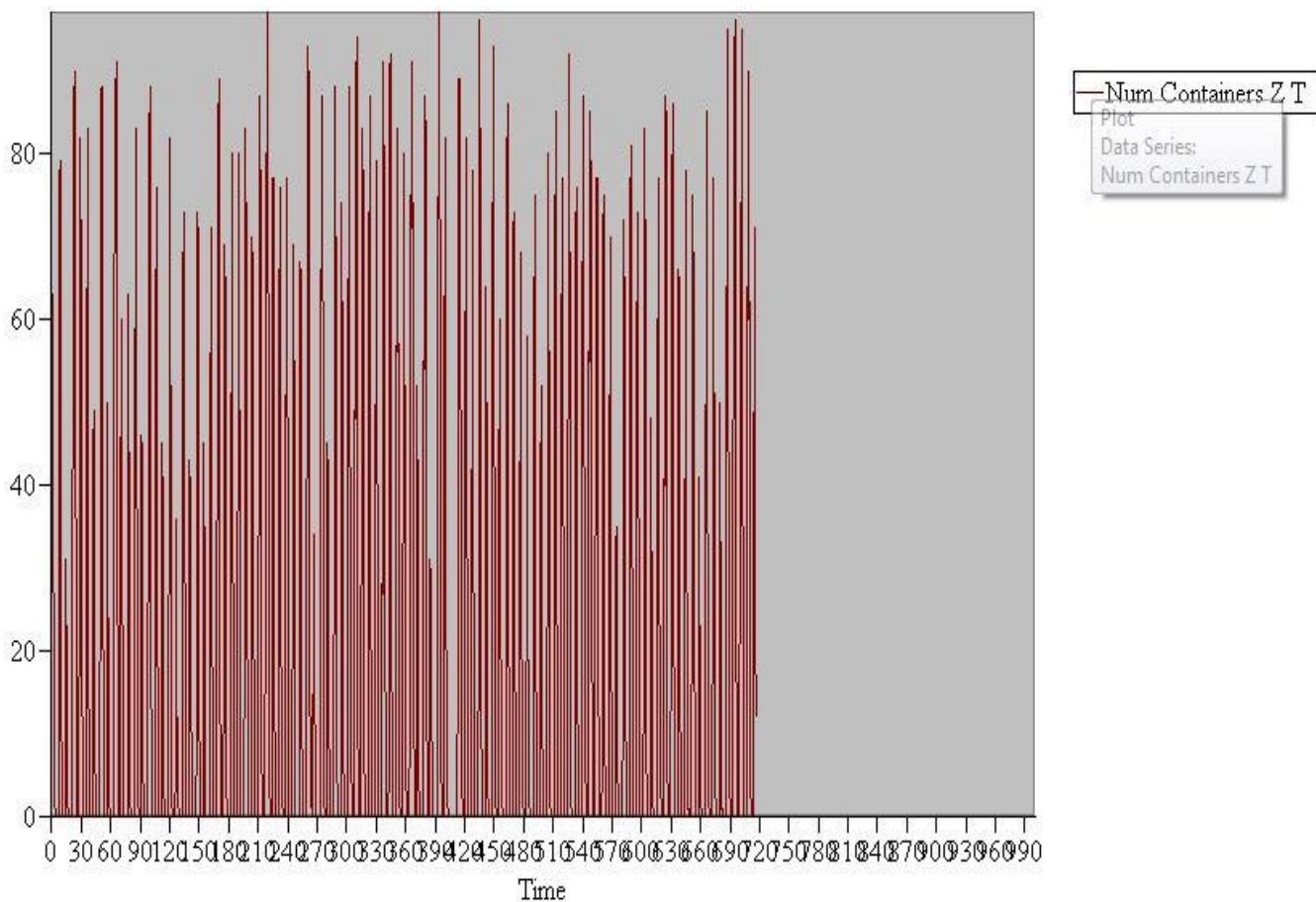


Figure 60 : Le séjour de conteneurs dans la zone temporaire (jours/conteneurs)

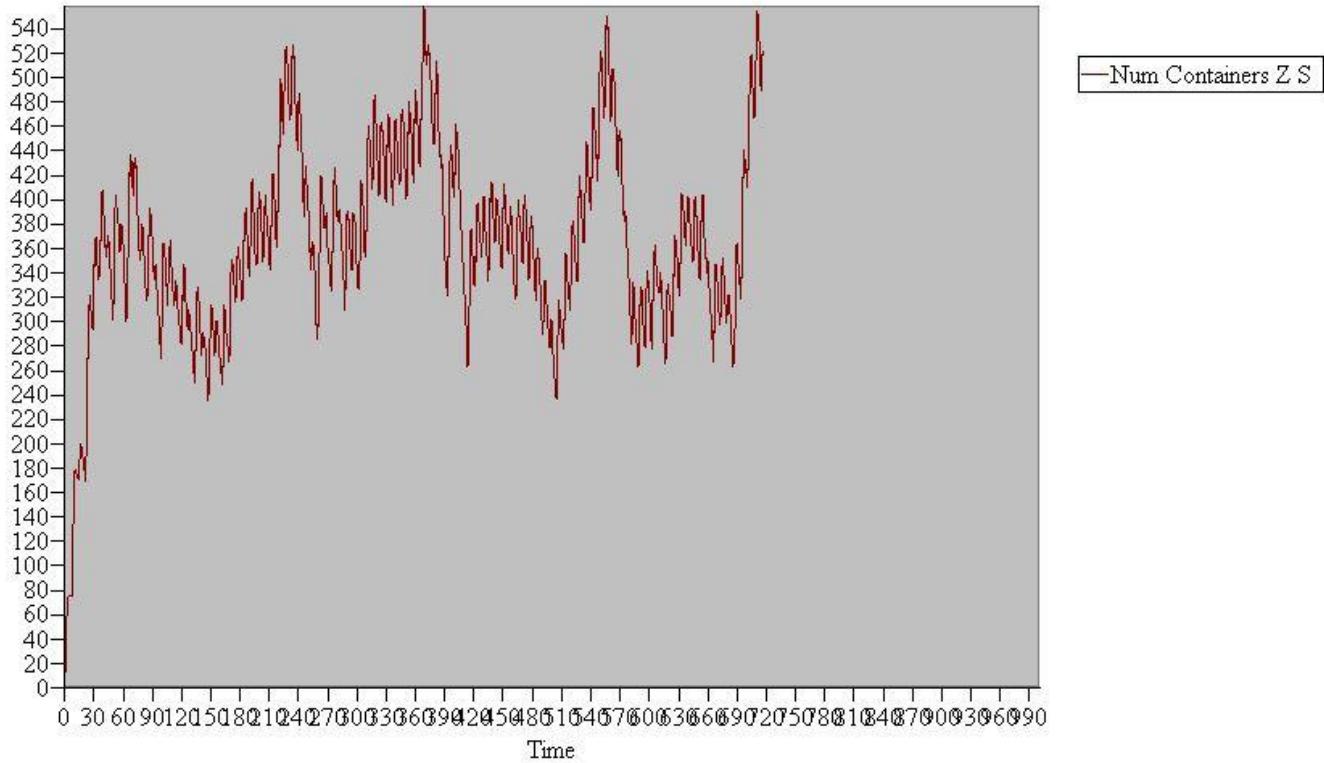


Figure 61: Le séjour de conteneurs dans la zone de stockage (jours/conteneurs)

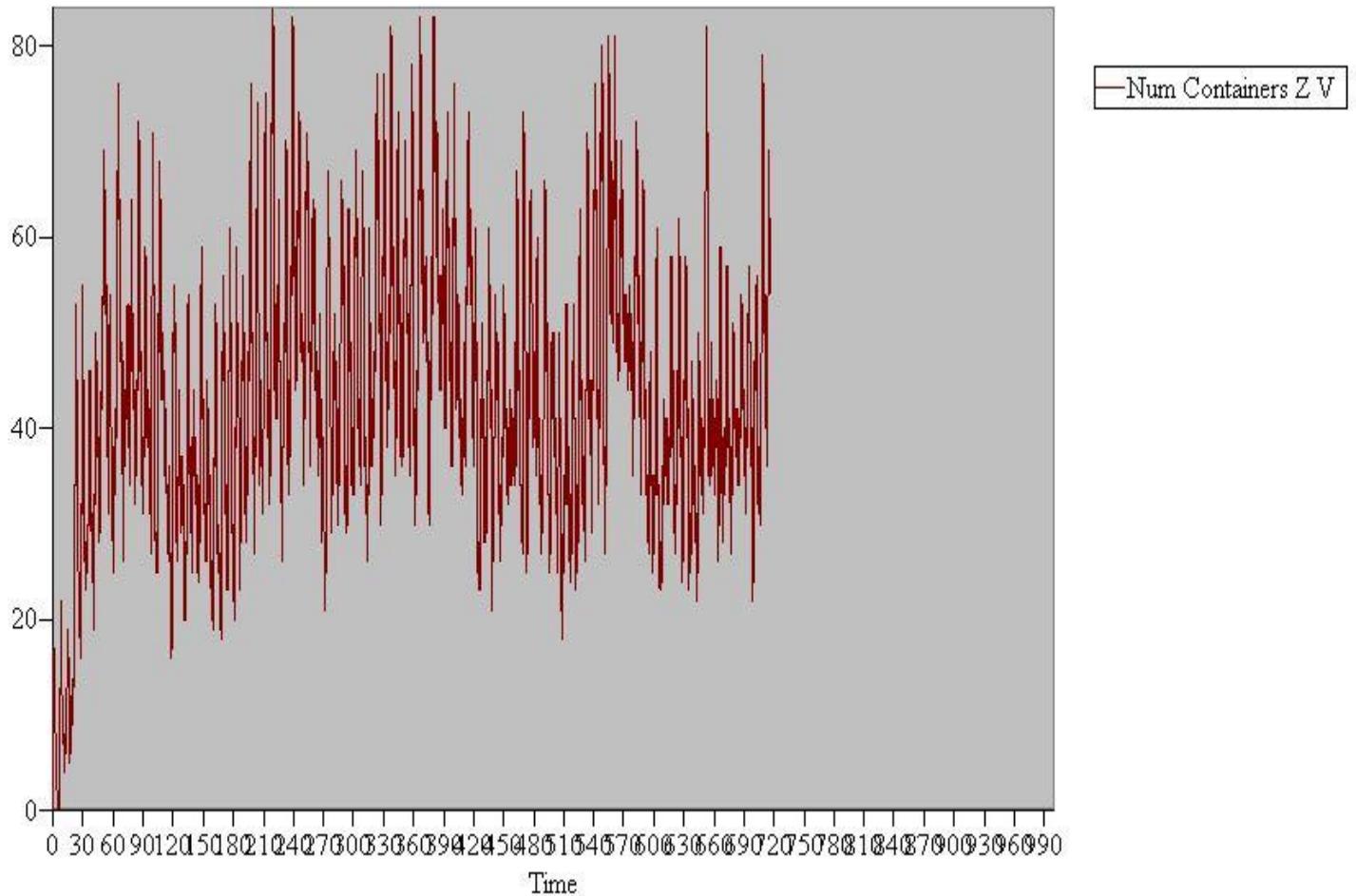


Figure 62 : Le séjour de conteneurs dans la zone de visite (jours/conteneurs)

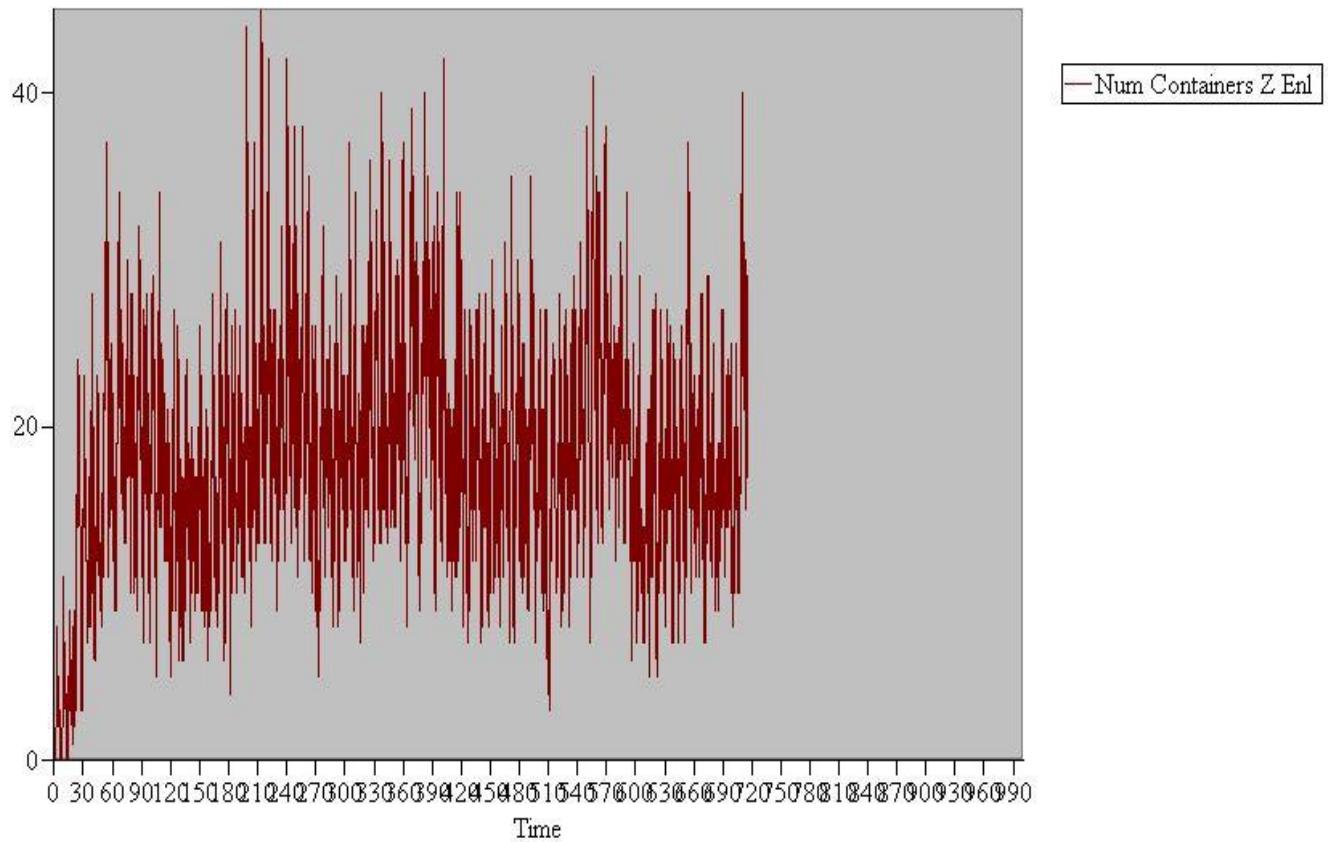


Figure 63 : Le séjour de conteneurs dans la zone d'enlèvement (jours/conteneurs)

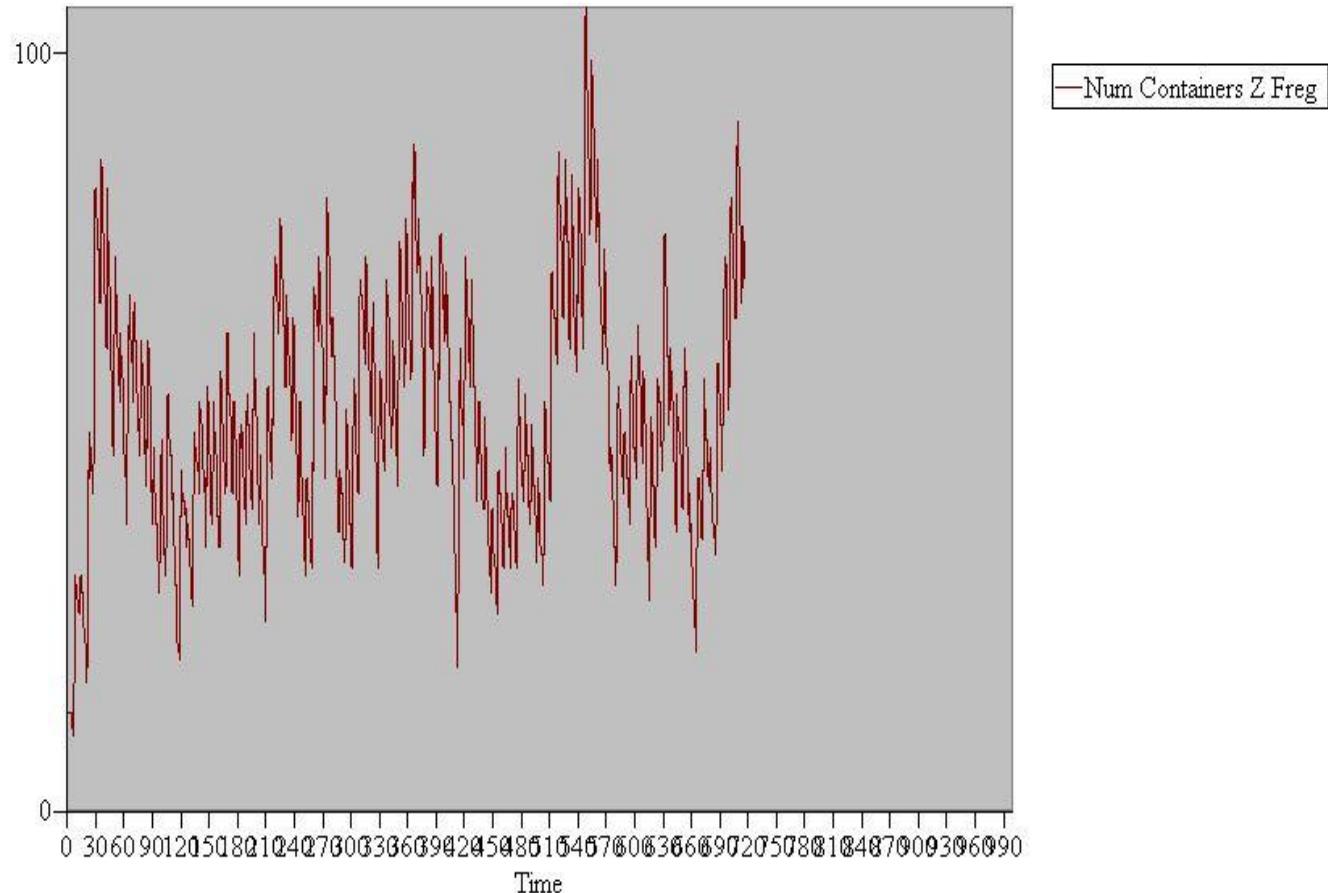
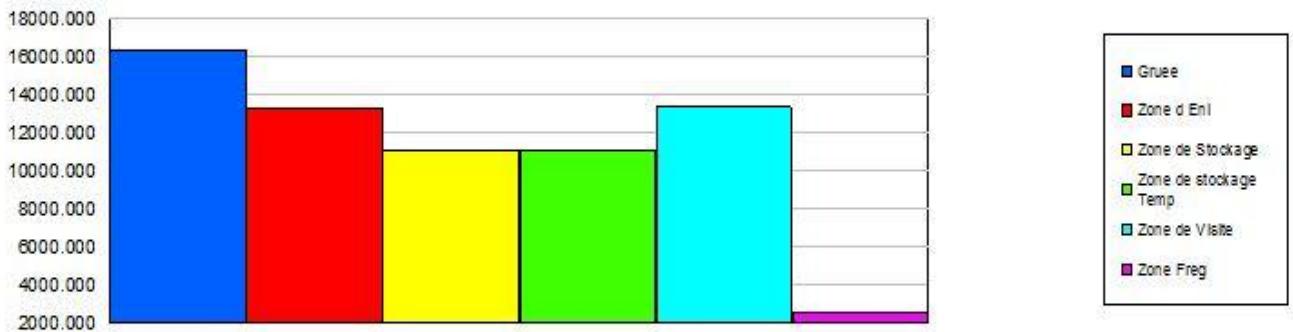


Figure 64 : Le séjour de conteneurs dans la zone d'enlèvement (jours/conteneurs)

Total Number Seized

Value

Gruee	16320.00
Zone d Enl	13240.00
Zone de Stockage	11038.00
Zone de stockage Temp	11050.00
Zone de Visite	13294.00
Zone Freg	2493.00



User Specified

Counter

Count

Value

Count Num Nav	222.00
---------------	--------

Figure 65 : Le rapport d' Arena

4. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons traité un problème d'optimisation d'allocation et d'ordonnancement des postes à quai dans un terminal à conteneurs, nous avons choisis de travailler avec le solveur d'Excel pour résoudre ce problème et faire une simulation, en premier lieu on a donné un exemple de deux (2) quais et cinq navires (5) et trois (3) zones de stockages, pour la planification et l'ordonnancement, nous avons utilisé le solveur d'Excel pour avoir les résultats optimaux.

Conclusion générale :

Ce projet a été très bénéfique, puisque il nous a permis de fondre dans le milieu professionnel et aussi accueillir une riche connaissance concernant le domaine portuaire.

Alors dans ce travail, nous avons traité deux (2) parties au sein de l'entreprise portuaire de Ghazaouet, la première partie s'intéresse à la gestion de la maintenance, que nous avons détaillée afin de pouvoir construire un Modèle Conceptuelle des Données (MCD) et un Modèle Logique des Données (MLD), qui vont nous permettre ensuite de développer le logiciel de gestion de maintenance (GMAO) ; la deuxième partie de notre travail couvre la gestion d'espace, plus précisément, la gestion des terminaux à conteneurs, dans cette partie nous avons travaillé avec la méthode d'optimisation dénommée « Berth Allocation » pour la modélisation du système, afin de minimiser le temps en rade des navires d'une part, et d'autre part maximiser l'utilisation des quais, tout ça en optimisant l'espace de stockages des conteneurs.

Enfin, notre travail ne va pas s'arrête après la soutenance, au contraire, nous allons nous engager sur le développement de GMAO afin de l'intégrer à l'ERP qui est en phase très avancée de développement.

[1]	http://www.portdeGhazaouet.com
[2]	François Monchy et Jean-Pierre Vernier
[3]	MAINTENANCE Méthodes et organisations 3e édition
[4]	Association Française de Normalisation AFNOR X 60-000
[5]	Association Française de Normalisation AFNOR X 60-010
[6]	LAROUSSE
[7]	https://www.fichier-pdf.fr/2016/12/23/52-les-niveaux-de-maintenance/52-les-niveaux-de-maintenance.pdf
[8]	PROCEDURE PRO-12/00 (GESTION DES MAINTENANCES PREVENTIVE ET CURATIVE) EPG
[9]	http://ineumann.developpez.com/tutoriels/merise/initiation-merise/
[10]	http://www.educaz.net/systegraweme-dinformation-ch1.html
[11]	http://www.memoireonline.com/09/12/6100/m_Conception-et-realisation-d'une-application-de-suivi-de-distribution-des-medicaments-de-l-action-d16.html
[12]	https://www.adins.com/fr/openerp/description
[13]	https://fr.wikipedia.org/wiki/Odoo
[14]	http://cbao.fr/differents-mode-acces-aux-donnees.html
[15]	https://fr.wikipedia.org/wiki/Gestion_de_maintenance_assist%C3%A9e_par_ordinateur
[17]	Odoo Development Essentials Daniel Reis
[18]	Système de gestion de maintenance assistée par ordinateur Série technique de l'OMS sur les dispositifs médicaux
[19]	http://www.portdeGhazaouet.com
[20]	François Monchy et Jean-Pierre Vernier
[21]	MAINTENANCE Méthodes et organisations 3e édition
[22]	Association Française de Normalisation AFNOR X 60-000