

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION
AND SCIENTIFIC RESEARCH

HIGHER SCHOOL IN APPLIED SCIENCES
--T L E M C E N--



المدرسة العليا في العلوم التطبيقية
École Supérieure en
Sciences Appliquées

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا في العلوم التطبيقية
-تلمسان-

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : Génie industriel

Spécialité : Management industriel et logistique

Présenté par :

Abd-El-Krim GUERROUZ

Mohammed El amine Abid

Thème

**Développement d'un outil d'aide à la
décision pour le service maintenance
de Général Emballage SPA**

Soutenu publiquement, le 06/07/2022, devant le jury composé de :

M Mehdi SOUIER	Professeur	ESM. Tlemcen	Président
M Fouad MALIKI	MCB	ESSA. Tlemcen	Directeur de mémoire
M Mustapha MEZGHRANI	Directeur maintenance	Général Emballage SPA	Co- Directeur de mémoire
Mme Amina OHOUD	MCB	ESSA. Tlemcen	Examineur
M Mohammed BENNEKROUF	MCA	ESSA. Tlemcen	Examineur
Mme Latêfa GHOMRI	Professeur	Univ. Tlemcen	Invité
M Mohammed DAHANE	HDR	Univ. Lorraine	Invité

Année universitaire : 2021 /2022

Remerciement

Au terme de ce travail nous tenons compte à exprimer nos sincère gratitude et profonde reconnaissance à :

Notre encadrant et chef de filière Mr Fouad MALIKI pour nous avoir formé durant ces trois années agréablement passées, ainsi que notre co-encadreur Mr Mustapha MEZGHRANI de nous avoir acceptés parmi son équipe au sein de général emballage SPA, et de mettre à notre disposition tout le support (tangibile ou pas) dont nous avons besoin pour mener à bien ce projet, Mdm. Katia AMIMEUR et M. Omar TOUTOU pour tout le temps qu'ils ont consacrés pour nous aider à mieux adapter notre outil selon le besoin de l'entreprise, leur précieux conseils et orientations qu'ils nous avaient adressé durant toute la période de réalisation de ce modeste travail et nous vous sommes très reconnaissantes de bien vouloir porter intérêt à ce travail.

Aux membres de notre jury, pour le grand honneur qu'ils nous font en acceptant de juger ce modeste travail.

A l'ensemble de nos enseignants qui ont contribué dans la pertinence de notre formation.

Enfin, nous adressons nos remerciements à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

Dédicace :

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance aux gens qui nous sont chères et qui ont contribué d'une quelconque façon dans ce modeste exploit, et que nous considérons comme facteur nécessaire dans notre réussite.

Nous dédions ce modeste travail à nos familles respectives pour avoir toujours été présents pour nous, pour nous avoir permis d'arriver à ce jour-ci où l'on espère les rendre fières après 19ans d'attention portée envers nous pour nous permettre les meilleures conditions d'études afin de s'épanouir dans notre domaine ; à Mounir, Annah, Foufa et Sid-Ali.

Résumé :

Répondant aux contraintes liées à la complexité de la lecture des données significative nécessaire pour la gestion des entreprises, les industriels ont tendance faire appel à des prestataires pour tarif exorbitants, afin d'élaboration des outils d'analyse et traitement de données facilitant la lecture des informations s'y trouvant, ou dans le cas échéant, accepter de travailler avec une visibilité moins claire, chose qui ne permet pas une bonne gestion de son activité.

A cette fin, notre travail a abouti à l'élaboration d'un outil d'aide à la décision, permettant de calculer puis visualiser à temps réel grâce à la technologie de la business intelligence, des indicateurs de performance ainsi que des ratios, dans des tableaux de bords dynamiques, qui assurent la traçabilité des données dans le temps, et donc nous donne un historique en appliquant un filtre (par jour, mois ou année, par machine, par rubrique, par intervenant, ...). Nous allons présenter dans ce travail les étapes à suivre pour choisir les bons indicateurs pour élaborer un tableau de bord permettant de mieux gérer ses activités, et à la fin, nous allons exposer les étapes suivies lors de la transformation des tableaux de bords du service maintenance chez Général Emballage SPA, où l'on a re-digitalisé leurs tableaux afin qu'ils soient prêts à visualiser les données significatives de la maintenance prédictive d'une façon appropriée.

Mots clefs : Gestion de la maintenance ; tableaux de bord ; indicateurs de performance ; KPI ; business intelligence ; Power BI.

Abstract:

Responding to the constraints related to the complexity of the significant data reading necessary for the management of companies, the manufacturers have tended to call on service providers for exorbitant rates, in order to develop tools for analysing and processing data to facilitate the reading of the information contained therein, or, where appropriate, to agree to work with less clear visibility, which does not allow for good management of its activity.

To this end, our work has led to the development of a decision-support tool, which allows real-time calculation and visualization using business intelligence technology, performance indicators and ratios, in dynamic dashboards, which ensure the traceability of data over time, and thus gives us a history by applying a filter (per day, month or year, per machine, per heading, per stakeholder, etc.). In this work, we will present the steps to follow to select the right indicators to develop a dashboard to better manage your activities. and at the end, we will explain the steps taken during the transformation of the service dashboards at Général Emballage SPA, where their tables have been re-digitized so that they are ready to view meaningful predictive maintenance data in an appropriate way.

Keywords : Maintenance management ; dashboards ; performance indicators ; KPIs ; business intelligence ; Power BI.

ملخص:

استجابة للقيود المتعلقة بتعقيد قراءة البيانات الهامة اللازمة لإدارة الشركات، يميل الصناعيون إلى دعوة مقدمي الخدمات للحصول على معدلات باهظة، من أجل استحداث أدوات لتحليل البيانات ومعالجتها لتيسير قراءة المعلومات الواردة فيها، أو، عند الاقتضاء، الموافقة على العمل بشكل أقل وضوحاً، الذي لا يسمح بالإدارة الجيدة لنشاطها.

ولهذه الغاية، أدى عملنا إلى تطوير أداة دعم القرار، والتي تسمح بالحساب والتصور في الوقت الفعلي باستخدام تقنية ذكاء الأعمال ومؤشرات الأداء والنسب، في لوحات القيادة الديناميكية، والتي تضمن إمكانية تتبع البيانات بمرور الوقت، وبالتالي تمنحنا تاريخاً من خلال تطبيق مرشح (في اليوم أو الشهر أو السنة، لكل آلة، لكل عنوان، لكل صاحب مصلحة، وما إلى ذلك). في هذا العمل، سنقدم الخطوات التي يجب اتباعها لاختيار المؤشرات الصحيحة لتطوير لوحة معلومات لإدارة أنشطتك بشكل أفضل. وفي النهاية، سنشرح الخطوات المتخذة أثناء تحويل لوحات معلومات الخدمات في Général Emballage SPA ، حيث تمت إعادة رقمنة جداولها بحيث تكون مستعدة لعرض بيانات الصيانة التنبؤية الهادفة بطريقة مناسبة.

الكلمات الرئيسية: إدارة الصيانة؛ ولوحات القياس؛ ومؤشرات الأداء؛ مؤشرات الأداء الرئيسية؛ والاستخبارات التجارية؛

TABLE DES MATIÈRES.

Introduction générale.....	1
I. Chapitre 1 : généralités sur la maintenance industrielles	4
I.1. Introduction	5
I.2. Petite motivation	5
I.3. Définitions	6
3.1 La maintenance	6
3.2 La défaillance	6
3.2.1 Défaillance partielle	6
3.2.2 Défaillance complète	6
3.2.3 Défaillance intermittente	6
3.2.4 Défaillance mineure (soft failure)	6
3.2.5 Défaillance majeure (hard failure).....	6
3.3 Dégradation	6
3.4 Maintenir	6
3.5 Rétablir	6
3.6 État déterminé (état spécifié).....	7
I.4. Typologies de la maintenance	7
4.1 Maintenance corrective	7
4.1.1 Maintenance corrective curative	7
4.1.2 Maintenance corrective palliative	7
4.2 Maintenance préventive	7
4.2.1 Maintenance conditionnelle	8
4.2.2 Maintenance systématique	8
4.2.3 Maintenance prévisionnelle	8
4.3 Maintenance prédictive (PdM)	9
4.3.1 Les diagnostique (détection des défaillances).....	9
4.3.2 Les pronostique (prédiction des défaillances)	9
I.5. Les niveaux de la maintenance	11
5.1 Le niveau I	11

5.2	Le niveau 2	11
5.3	Le niveau 3	12
5.4	Le niveau 4	12
5.5	Le niveau 5	12
I.6.	Les échelons de la maintenance	12
6.1	La maintenance sur site	13
6.2	La maintenance en atelier	13
6.3	La maintenance chez le constructeur ou une société spécialisée	13
I.7.	Évaluation des risques	13
I.8.	Conclusion	14
II.	Chapitre 2 : généralités sur la Business Intelligence	15
II.1.	Introduction	16
II.2.	Présentation de la Business Intelligence	16
2.1	Historique de la BI	16
2.2	Définition de la BI	17
2.3	Les Domaines d'utilisation de la BI	17
2.4	Les principaux avantages de la Business intelligence pour l'entreprises.....	18
2.4.1	Une meilleure qualité de données	18
2.4.2	Une satisfaction accrue des clients	18
2.4.3	Mieux identifier les tendances du marché	18
2.4.4	Efficacité opérationnelle accrue	19
2.4.5	Faciliter la prise de décision grâce à des indicateurs pertinents	19
2.4.6	Améliorer la visibilité sur les chiffres, les écarts, les anomalies	19
II.3.	Le processus décisionnel de la BI	19
3.1	Chaine décisionnelle	19
3.2	Les phases de la chaine décisionnelle	20
3.2.1	La collecte des données	20
3.2.2	La modélisation et le stockage des données	20
3.2.4	L'exploitation et l'analyse des données	20
3.3	Les outils de la chaine décisionnelle	21

3.3.1	Outils de collecte	21
3.3.2	Les outils de stockage	21
3.3.3	Les outils de l'exploitation et l'analyse des données	22
3.3.4	Les outils de visualisation	23
3.4	Outils de construction des tableaux de bord	24
II.4.	Les enjeux et l'avenir de la BI	26
4.1	La qualité de données	26
4.1.1	Définitions	26
4.1.2	Comment définir la qualité de données décisionnelle	26
4.2	La BI et le Big Data	27
4.3	La BI et l'IA	27
II.5.	Conclusion	27
III. Chapitre 3	: les indicateurs de performance clefs	28
III.1.	Introduction	29
III.2.	Définition	29
III.3.	Typologies des indicateurs	29
III.4.	Définir ses indicateurs	30
III.5.	Choisir ses indicateurs	32
5.1	Un indicateur doit être utilisable à temps réel	32
5.2	L'indicateur doit mesurer un ou plusieurs objectifs	33
5.3	L'indicateur doit induire l'action	34
5.4	L'indicateur doit être constructible	34
5.5	L'indicateur doit être présenté sur le poste de travail	34
III.6.	Déroulement de la phase du choix des indicateurs	35
6.1	Etape 1 : étude des causes	35
6.2	Etape 2 : sélection des indicateurs	35
III.7.	Construire ses indicateurs	36
III.8.	Cas d'étude	37
8.1	Stage pratique	37
8.1.1	Introduction	37
8.1.2	L'entreprise	37

8.1.3	Le cadre du stage	42
8.2	Management des activités de la maintenance	42
III.9.	Conclusion	45
IV.	Chapitre 4 : Travail réalisé	46
IV. 1.	Introduction	47
IV. 2.	Le tableau de bord des KPI's	47
2.1	Le tableau de bord développé	47
2.2	La source de données de ce tableau de bord	48
2.3	Les éléments de ce tableau de bord et leurs interprétations	48
IV. 3.	Les arrêts machines journaliers	51
3.1	L'ancien tableau de bord	51
3.2	Le tableau de bord développé	51
3.3	La source de données de ce tableau de bord	52
3.4	Les composants du tableau de bord et leurs interprétations	52
IV. 4.	Synthèse hebdomadaire des activités maintenance	53
4.1	L'ancien tableau de bord	53
4.2	Le tableau de bord développé	53
4.3	La source de données de ce tableau de bord	54
4.4	Les composants de ce tableau de bord et leurs interprétations	55
IV. 5.	Tableau de bord de la gestion des ressources humaines	55
5.1	L'ancien tableau de bord	55
5.2	Le tableau de bord développé	56
5.3	La source de données de ce tableau de bord	56
5.4	Les composants du tableau de bord et leurs interprétations	56
IV. 6.	KPI pour la corrélation des activités maintenance et production	57
6.1	Reactive-Proactive Ratio (RPR)	57
6.2	Maintenance-Production Ration (MPR)	57
IV. 7.	Conclusion	59
	Conclusion générale	60
	Références	62

LISTE DES FIGURES.

Chapitre 1 : généralités sur la maintenance industrielles.

Figure 1 : logigramme du choix de la forme de maintenance convenable	8
Figure 2 : développement de la maintenance dans le temps.....	10
Figure 3 : résumé des types de maintenance.....	11
Figure 4 : les niveaux de maintenance.....	12
Figure 5 : les échelons de la maintenance.....	13

Chapitre 2 : généralités sur la Business Intelligence.

Figure 6 : Historique d'apparition de nouvelles technologies.....	16
Figure 7 : les apports de la BI.....	17
Figure 8 : La chaîne décisionnelle de la BI.....	20
Figure 9 : Le processus ETL.....	21
Figure 10 : Data Warehouse et Data-Mart.....	22
Figure 11 : Présentation des cubes OLAP.....	22
Figure 12 : Présentation du tableau de bord.....	23
Figure 13 : Présentation de Power BI Desktop.....	24
Figure 14 : Présentation de Power BI Service.....	25
Figure 15 : Présentation de Power BI Mobile Apps.....	25
Figure 16 : Présentation de Power BI Report Server.....	26
Figure 17 : Impact d'une donnée de mauvaise qualité.....	26

Chapitre 3 : les indicateurs de performance clefs.

Figure 18 : le choix des objectifs	31
Figure 19 : le message émis	31
Figure 20 : le message reçu	31
Figure 21 : interprétation du message	32
Figure 22 : réactualisation périodique du tableau de bord	32
Figure 23 : réactualisation événementielle du tableau de bord.....	33
Figure 24 : indicateur mesuré en unité différente avec celle de l'objectif	33
Figure 25 : l'utilisation de l'outil informatique dans la présentation des données	34
Figure 26 : choix des indicateurs	35
Figure 27 : construction des indicateurs	36
Figure 28 : types de cartons produits par Général Emballage SPA	38
Figure 29 : machine à carton ondulé	38
Figure 30 : caisse Nestlé	39
Figure 31 : un BOX	39
Figure 32 : barquette jus Ifruit	39
Figure 33 : PAV jus Rouiba	39
Figure 34 : boîte pour pizza	40

Figure 35 : boîte d'archives	40
Figure 36 : caisse pour fruit Slatna	40
Figure 37 : organigramme de la direction de l'entreprise	41
Figure 38 : Synthèse hebdomadaire globale des activité maintenance	43
Figure 39 : temps de charge mensuel des intervenant maintenance	43

Chapitre 4 : le travail réalisé.

Figure 40 : Tableau de bord pour le suivi des KPI's développé sous PowerBI	47
Figure 41 : Sources de données du tableau de bord des KPI's.....	48
Figure 42 : composant du tableau de bord des KPI's	49
Figure 43 : ancien tableau des résumés journaliers des arrêts	51
Figure 44 : Tableau de bord résumé des arrêts machines développé sous PowerBI	51
Figure 45 : Source de données du tableau de bord résumé des arrêts machines	52
Figure 46 : ancien tableau de la synthèse hebdomadaire de l'activité maintenance	53
Figure 47 : Tableau de bord synthèse hebdomadaire de l'activité maintenance développé sous PowerBI	53
Figure 48 : Source de données du tableau de bord synthèse hebdomadaire de l'activité maintenance	54
Figure 49 : ancien tableau de bord de la gestion du personnel	55
Figure 50 : Tableau de bord de la gestion du personnel développé sous PowerBI	56
Figure 51 : Source de données du tableau de bord de la gestion du personnel	56

LISTE DES TABLEAUX.

Tableau 1 : critères du choix d'indicateurs.....	35
Tableau 2 : les temps considérés dans le calcul des KPI.	45
Tableau 3 : calcul des taux de rendement économique, globale et synthétique	50
Tableau 4 : les paramètres d'évaluation du RPR.....	53
Tableau 5 : les paramètres d'évaluation du MPR.....	53
Tableau 6 : matrice de décision du KPI.....	53

Introduction générale.

Introduction générale

De nos jours, l'accroissement et le développement de la technologie permet d'être plus efficace dans ce qu'on entretient, dans le monde professionnel, il n'est plus un secret pour personne que le suivi du développement technologique est une condition sine qua non pour rester dans la compétitivité, et donc, garder son entreprise en vie. En effet, les nouvelles machines permettent une plus grande flexibilité, une plus grande cadence de production, d'autant plus qu'elle consomment moins en terme d'énergie et de ressource vu qu'elles ont un plus faible taux de rebut... les capteurs intelligents et la technologie de l'internet des objets (**IOT**), l'utilisation de l'intelligence artificielle, la block-chain, etc. certes, permettent une meilleure maîtrise de son système, un meilleur control de ce dernier, et permettent également l'optimisation de sa gestion.

Cependant, avec tout ce développement régie une quantité énorme d'informations (ce que l'on appelle la **big-data**) à suivre, à gérer ; effectivement plus le nombre d'information est grand mieux nous comprenons notre système que nous manageons, donc pour rester dans la même optique, et continuer de suivre le développement technologique, les entreprises se trouvent contraintes de s'adapter encore une fois pour gérer sa data. Et c'est de là qu'est né une discipline appelé « **informatique décisionnelle** ».

La **business intelligence** (BI) étant un des chapitres les plus récents de l'informatique décisionnelle, elle représente un terrain de recherche qui intéresse et les entreprises, et les universitaires. Comme étant un processus d'analyse des données, il permet la présentation des informations pour aider les managers à prendre des décisions éclairées à temps réel et avec une marge d'erreur négligeable.

C'est sur la base de cette vision que nous nous somme motivés de réaliser un outil d'aide à la décision. Dans le but d'aider à mieux visualiser les données du service maintenance de l'entreprise Général Emballage SPA, qui s'est déjà inscrite dans la liste des entreprise ayant optés pour une politique de maintenance prédictive, et qui s'aligne donc parfaitement avec le principe de la quatrième révolution industrielle aussi connue sous le nom de l'**industrie 4.0**, et qui a donc commencé la récolte de données considérables et nécessaires pour ce faire ; nous nous sommes mis d'accord pour élaborer un outil, par le biais d'une mise à jour, retranscription de la data et développement d'autres tableaux de bord permettant au service maintenance une visibilité plus élargie, avec une grande facilité d'exploitation, de synthèse, et d'analyse issues des différents croisements de ces données. Ceci concerne dans une première étape le projet pilote mis en œuvre au niveau de l'unité d'Akbou, avec bien sûr une projection à moyen terme d'élargir ce même projet pour les deux autres unités restantes (Sétif et Oran).

(visualiser le numérique dans des graphes dynamiques) de ces derniers, sous support Microsoft office **Power BI** permettant de visualiser en temps réel les informations souhaitées relatives aux chapitres suivants :

Introduction générale

- KPI (MTBF, MTTR, TRS, TRG, TRE).
- Tableau de résumés des arrêts techniques.
- Tableau de gestion de la ressource humaine.
- Tableau hebdomadaire de l'activité maintenance.

La data visualisation ainsi acquise, va nous permettre non seulement une vision assez élargie et complète d'une situation donnée, mais aussi de pouvoir lire et se prononcer sur d'éventuelles actions ou solutions à mettre en œuvre de façon à prédire et à anticiper tout événement qu'il soit d'origine anomalie ou piste d'amélioration.

A cet effet, notre mémoire est subdivisé en quatre chapitres, que nous allons présenter comme suite :

Dans le premier chapitre, nous donnerons des concepts généraux sur la maintenance, sa pertinence et son importance dans l'industrie, par la suite, nous allons parler des politiques de maintenance enregistrées, et de comment et pourquoi adopter une telle philosophie, pour en finir, nous parlerons des différents échelons et niveaux de maintenance.

Dans le deuxième chapitre, nous allons faire une introduction à la business intelligence, et ce, pour se familiariser avec ce concept.

Dans le troisième chapitre, nous allons présenter une initiation réfléchi sur l'élaboration des KPI, en outre, nous allons expliquer comment définir, choisir puis construire des indicateurs de performance de tel sorte qu'il répondent au mieux à un besoin, et pour clôturer le chapitre, nous allons parler de notre stage passé chez Général Emballage SPA usine d'Akbou.

Dans le quatrième chapitre, nous allons exposer le travail qu'on a fait chez général emballage, et expliquer quelles étaient les étapes qu'on a suivi dans notre l'élaboration de chaque tableau de bord, et évidemment l'intérêt et l'objectif de chaque tableau de bord, et l'apport de notre projet pour le service maintenance, après nous proposons un KPI permettant de corréliser les activité de la maintenance avec celles du service production, afin d'évaluer l'efficacité des activités de la maintenance. Pour finir, nous allons donner quelques pistes d'amélioration et aspirations pour de futures projets.

Chapitre I : généralités sur la maintenance industrielle.

Chapitre 1

I.1. Introduction :

Dans le domaine industriel, et en guise de rester dans la compétition, l'entreprise se retrouve toujours obligée de s'adapter au progrès technologique, pour des fins qui sont communes entre toutes les entreprises : augmenter sa part du marché et son chiffre d'affaire par conséquent, ceci revient à dire moins de coûts contre plus de productivité et une meilleure qualité en un délai raisonnable. Or, tout arrêt de la production lié à une **défaillance** imprévue devient trop onéreux (coût des produits défectueux, coût de réparation de la défaillance et coût lié au délai) et pèse lourd pour l'entreprise, ce qui va engendrer : (i) la détérioration de la qualité des produits, (ii) la non satisfaction des clients faute du non-respect des délais, (iii) le risque de perdre des parts du marché. Par conséquent, les entreprises doivent adopter un **plan de maintenance** dans le but de maintenir ses biens dans un état assurant la production voulue au coût optimal.

I.2. Petite motivation : (histoire tiré de [2])

Le directeur commercial d'une entreprise regrette des retards de livraison ponctuels ou réguliers, les clients se plaignent et les commerciaux s'inquiètent, il le signale au responsable de la production auquel il réclame une correction immédiate, faute de quoi les objectifs de vente risqueraient de ne pas être atteints et des clients pourraient être tentés par la concurrence. Le responsable de production recherche la cause profonde des retards car il faut apporter une solution rapide au problème, la décision qui est prise est de s'attaquer déjà aux symptômes : « Augmenter les stocks de produits finis » et « Envoyer des commandes en express lorsque c'est nécessaire ». Le directeur financier signale une dérive des coûts logistiques et du besoin en fonds de roulement, l'augmentation des stocks de produits finis est en effet gourmande en capital, pour compenser les hausses de stocks de produits finis, la direction financière a décidé donc de : Comprimer les coûts de maintenance et de production en réduisant les stocks de maintenance. Le mois suivant, les dépenses de maintenance ont été comprimées et les stocks de maintenance ont été réduits de façon plus ou moins importante mais les problèmes de service client et de perte de volumes de vente subsistent, pire, ils sont plus importants ! L'amélioration obtenue est une amélioration répondant à des objectifs à court terme. **Il aurait été préférable de prendre le problème dans l'autre sens en commençant par fiabiliser les processus de production, notamment par une maintenance véritablement efficace et pertinente.** Non seulement les coûts de maintenance auraient été réduits, mais ils l'auraient été durablement. Il en aurait été de même pour les stocks de maintenance, de plus, cette nouvelle fiabilité aurait permis d'augmenter la confiance des commerciaux dans les processus de production, les stocks de produits finis auraient pu être réduits et le service client.

MORALE DE L'HISTOIRE : Certes, la réalité est bien plus complexe, l'enseignement de cet exemple, même caricatural, veut que « maîtriser l'excellence de la maintenance permet bien entendu de diminuer les coûts de maintenance mais cela permet surtout à l'ensemble de l'entreprise d'atteindre l'excellence ». En effet, la maintenance n'est pas un processus mineur de l'entreprise, mais un processus

Chapitre 1

essentiel. De nombreux dysfonctionnements observés dans d'autres fonctions prennent leur origine dans ce processus.

I.3. Définitions :

3.1 La maintenance : d'après ^[3], la maintenance représente un ensemble d'actions qui permettent de **maintenir**, ou de **rétablir un bien** dans un **état spécifié** ou en mesure d'**assurer un service déterminé**.

3.2 Défaillance : selon ^[4], c'est une **altération** ou une **cessation** d'un bien à accomplir sa **fonction requise**. On peut classer les défaillances de plusieurs façons, la première étant basée sur l'effet de la défaillance sur la fonction du bien :

3.2.1 Défaillance partielle : s'il y a **altération** d'aptitude du bien à accomplir sa fonction requise.

3.2.2 Défaillance complète : s'il y a **cessation** d'aptitude du bien à accomplir sa fonction requise.

3.2.3 Défaillance intermittente : si le bien retrouve son aptitude au bout d'un temps limité sans avoir subi d'action corrective externe.

La deuxième porte sur la gravité de la défaillance :

3.2.4 Défaillance mineure (soft failure) : généralement graduelle et progressive, elle fait référence à un composant qui se détériore au de-là d'un seuil prédéterminé au cours de la vie du composant (la dégradation peut être discrète ou continue).

3.2.5 Défaillance majeure (hard failure) : elle indique une défaillance malencontreuse d'un composant causée par des facteurs aléatoires, et dans la pratique, la plupart des défaillances peuvent être interprétées comme un mode de dégradation particulier lorsque la détérioration est à un degré élevé, comme une fracture provoquée par l'usure.

3.3 Dégradation : perte des performances d'une fonction assurée par un équipement, sans conséquence fonctionnelle sur l'ensemble.

3.4 Maintenir : conserver dans un bon état, et faire durer la durée de vie d'un bien, il contient la notion de « **prévention** » sur un système en fonctionnement.

3.5 Rétablir : contient la notion de « **correction** » qui suit la perte d'une fonction, on peut rétablir le fonctionnement d'un bien à son état initial (on parle dans ce cas de la maintenance **curative** : as good as new "**AGAN**"), tout comme on peut le rétablir à un état spécifié (on parle dans ce cas de la maintenance **palliative**).

Chapitre 1

3.6 État déterminé (état spécifié) : il implique la prédétermination des objectifs à atteindre, avec quantification des niveaux caractéristiques. (Exemple : 5000 pièces/heure).

I.4. Typologies de la maintenance :

Avec chaque révolution industrielle est venue un type de la maintenance qui préconise la fiabilité du système et la réduction des coûts, nous allons voir les types de maintenance qui existent :

4.1 Maintenance corrective : ce sont les opérations de maintenance (localiser, diagnostiquer, corriger et essayer) effectuées **après** défaillance ou dégradation de sa fonction, afin de lui permettre d'accomplir au moins provisoirement, une fonction requise. [3]

4.1.1 Maintenance corrective curative : elle englobe les activités de maintenance de type réparation, modification ou amélioration qui présentent un caractère **permanent**, elle a pour but de rétablir les biens dans un état spécifié, ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise. [5]

4.1.2 Maintenance corrective palliative : elle regroupe les activités de maintenance du type dépannage qui présentent un caractère **provisoire**, elle permet à un bien d'accomplir **provisoirement** tout ou partie de sa fonction requise. Elle est toujours suivie par une maintenance curative quand c'est possible.

4.2 Maintenance préventive : elle est effectuée selon des critères **prédéterminés**, dans l'intention de **réduire** la **probabilité** de **défaillance** d'un bien ou la dégradation d'un service rendu [3]. Contrairement à la maintenance corrective qui est considérée être une maintenance réactive, la maintenance préventive s'inscrit dans la maintenance proactive, et elle a pour but de :

- Augmenter la **durée de vie** du matériel.
- Diminuer la **probabilité de défaillance** en service.
- Diminuer les **temps d'arrêts** en cas de révision ou de panne.
- Prévenir les **interventions coûteuses** de maintenance corrective.
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions.
- Éviter les consommations anormales d'**énergie** et de **lubrifiants**.
- Améliorer les **conditions de travail** du personnel de production.
- Diminuer le **budget** de maintenance.
- Supprimer les causes d'**accidents graves**.

Il existe trois types de maintenance préventive :

Chapitre 1

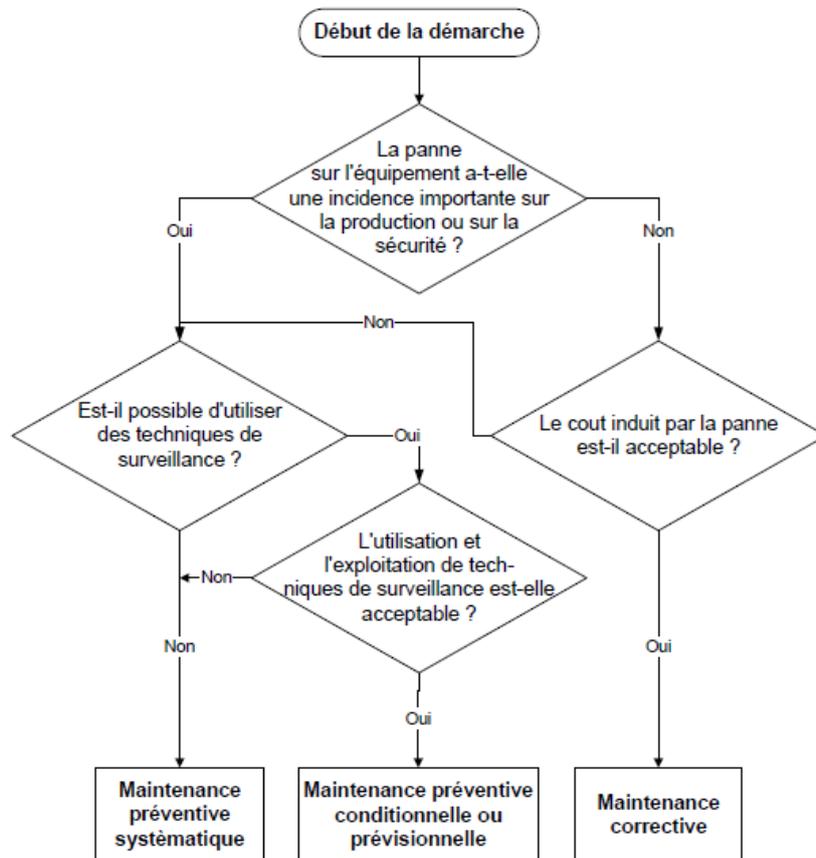
4.2.1 Maintenance conditionnelle : elle est basée sur **une surveillance du fonctionnement** du bien et/ou des **paramètres significatifs** de ce fonctionnement et intégrant les actions qui en découlent. Cette surveillance peut être exécutée selon un calendrier, ou à la demande, ou de façon continue selon le besoin, et ce n'est que dans le cas où certains paramètres atteignent des seuils prédéfinis qu'une intervention aura lieu. [5]

4.2.2 Maintenance systématique : elle est faite dans des **lapses des temps préétablis** ou selon un **nombre d'unités d'usage** (longueur, poids, distance parcourue, quantité, ...) défini, mais **sans contrôle préalable** de l'état du bien. Elle s'applique généralement sur des équipements : (i) soumis à une réglementation sécuritaire, (ii) présentant des coûts de défaillance très élevés, (iii) ligne de fabrication automatisée et (iv) pour lesquels une défaillance peut entraîner des accidents graves. [5]

4.2.3 Maintenance prévisionnelle : elle est comme une forme de maintenance préventive conditionnelle améliorée, elle exécutée en suivant des **prévisions extrapolées** de l'analyse et de l'évaluation de l'**historique des paramètres significatifs** de la dégradation du bien.

Choix du type de maintenance :

Figure 1 : logigramme du choix de la forme de maintenance convenable. [5]



Chapitre 1

4.3 Maintenance prédictive (PdM) : étant une maintenance proactive, elle représente l'avant-garde du développement technique dans la maintenance, en effet, depuis son apparition, la maintenance préventive est considérée comme un chapitre révolu de la maintenance proactive. En s'appuyant sur la technologie qu'offre les industries qui s'inscrivent dans la quatrième révolution industrielle (industrie 4.0), la maintenance prédictive permet l'anticipation des défaillances à venir sur un équipement, autrement dit, c'est une stratégie de maintenance qui surveille l'état réel d'un bien pour décider du moment opportun pour faire une maintenance (une action de maintenance ne se fait que lorsque certains indicateurs montrent des signes de diminution des performances ou de défaillance prochaine), ce qui s'inscrit parfaitement dans le cadre d'une maintenance conditionnelle ou condition based-maintenance en anglais (**CBM**). Nous trouvons dans la littérature qu'il existe deux approches de la maintenance prédictive ^[6], la distinction peut se faire par le biais des techniques utilisées, et les résultats fournis, nous citons :

4.3.1 Les diagnostique (détection des défaillances) : où la défaillance est déterminée en temps réel grâce à des capteurs IOT qui signalent les vibrations entre autre autres paramètres significatifs qui sont la cause d'une éventuelle défaillance ou anomalie. ^[7]

4.3.2 Les pronostique (prédiction des défaillances) : dont le but est d'estimer la durée de vie utile (remaining useful life "**RUL**") du ou des composants surveillé(s). ^{[8] [9] [10] [11]}

Les méthodes actuelles de prédiction des **RUL** peuvent être divisées en deux :

- **Model-driven** methods ^[11].
- **Data-driven** methods ^{[8] [14] [15]}. Les méthodes d'estimation du **RUL** existantes prennent en considération les statistiques, et les informations de dégradation des composants, on distingue alors trois types de données exploitables :
 - Les données sur la durée de vie indiquant combien de temps il a fallu à des machines similaires pour tomber en panne.
 - L'historique d'exécution jusqu'à l'échec de machines similaires à celles qu'on étudie.
 - Une valeur de seuil connue d'un paramètre de fonctionnement (qui veut dire une éventuelle anomalie).

La mise en œuvre de la **PdM** peut être résumée dans ces trois points :

- Tout d'abord, il est nécessaire de définir le modèle opérationnel du composant/système analysé et son mode de défaillance pour établir l'objectif de l'approche **PdM**.

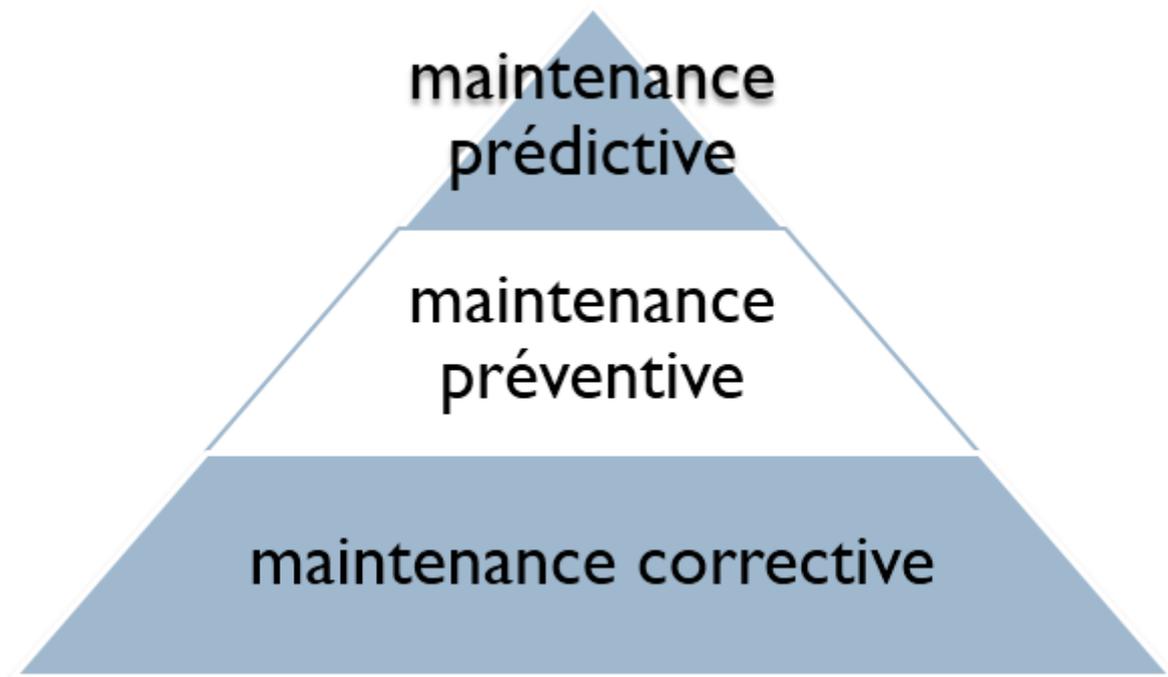
Chapitre 1

- En outre, il est nécessaire de collecter et de manipuler les données (i.e. : la sélection, l'analyse, le traitement, la modélisation et l'évaluation des données) pour tester la faisabilité du modèle.
- Et enfin, l'implémentation d'un système d'aide à la décision permet de choisir l'action de maintenance la plus appropriée.

Lors de l'élaboration de la modélisation de la dégradation/fiabilité et de la prise de décision en matière de maintenance, la prise en considération de la dépendance des composants est une condition sine qua non dans la signification des résultats. Généralement trois catégories de dépendances sont prises en considération [8] : les dépendances structurelles [16], les dépendances stochastiques [17], et les dépendances économiques [18], cependant d'autres dépendances intéressantes existent en l'occurrence : la dépendance du temps (occurrence de panne ou d'action d'entretien), dépendance physique (adjacence), dépendance fonctionnelle, de cause d'arrêt, etc.

L'objectif de la PdM donc est de réduire le coût de la maintenance en réduisant le nombre d'interventions de maintenance (et éliminer les interventions inutiles notamment), tout en augmentant l'utilisation des ressources avec un taux de fiabilité toujours optimal, Lukas Baur, vice-président de TeamViewer déclara [17] que "les services chargés de la maintenance sont parfois à l'origine de 60% des dépenses opérationnelles. Notre ambition est de réduire ces dépenses en utilisant l'intelligence artificielle pour analyser les données" raison de plus pour faire appel à une politique de maintenance prédictive.

Figure 2 : développement de la maintenance dans le temps.



Chapitre 1

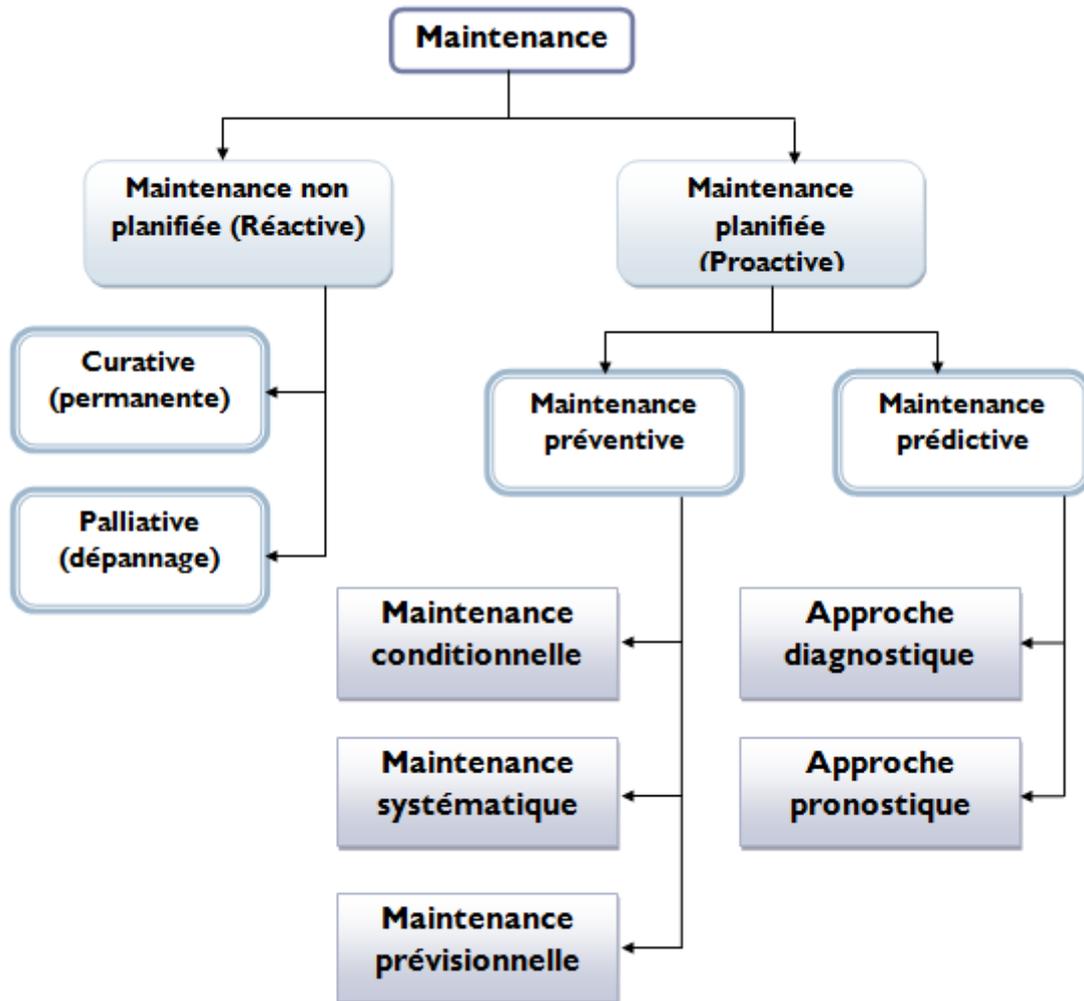


Figure 3 : résumé des types de maintenance.

I.5. Les niveaux de la maintenance :

Le niveau de maintenance caractérise la complexité de l'intervention réalisée, une politique de maintenance bien définie doit clairement identifier les **niveaux de maintenance** réalisés à l'intérieur de l'entreprise. Un niveau de maintenance se définit par rapport : (i) à la **nature** de l'intervention, (ii) à **qualification** de l'intervenant, (iii) aux **moyens** mis en œuvre. On distingue donc cinq niveaux de maintenance :

5.1 Le niveau 1 : il représente les réglages simples qui ne nécessitent pas de démonter ou d'ouvrir l'équipement. Exécuté par le personnel de la production avec un outillage léger défini dans des procédures.

5.2 Le niveau 2 : ce sont les dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et d'opérations mineurs de la maintenance préventive (rondes). Exécuté par un technicien habilité sur place, avec un outillage léger défini dans des procédures, ainsi que des pièces de rechanges retrouvées à proximité et sans délai.

Chapitre 1

5.3 Le niveau 3 : consiste en l'identification et diagnostique des pannes, réparation par changement de composants fonctionnels, réparation mécanique mineur. Exécuté par un technicien spécialisé, sur place ou en local de maintenance, avec l'outillage prévu plus des appareils de mesure, banc d'essai...

5.4 Le niveau 4 : tous les travaux importants de la maintenance à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Fait par une équipe encadrée par un technicien spécialisé dans un atelier central, avec de l'outillage général plus spécialisé, matériel d'essai, de contrôle...

5.5 Le niveau 5 : tous les travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparation importante, confié à une équipe complète et polyvalente dans un atelier central de maintenance ou à une entreprise prestataire de service, faite avec des moyens proches de la fabrication par le constructeur.

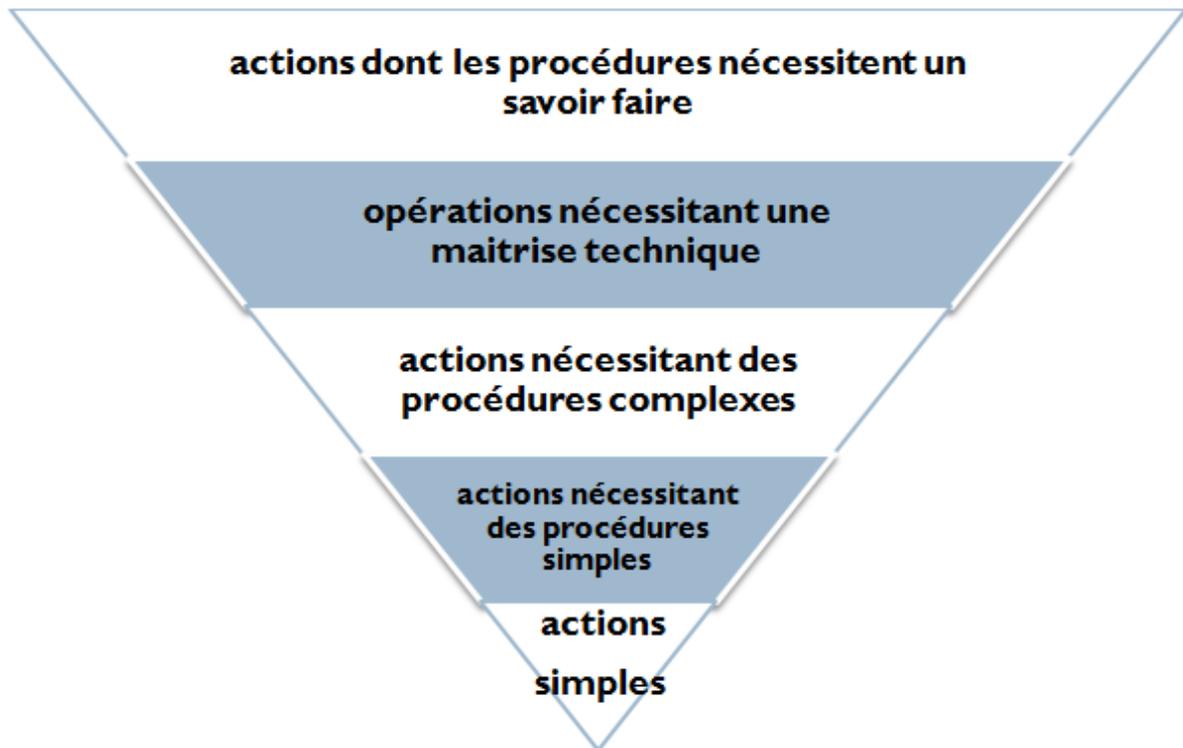


Figure 4 : les niveaux de maintenance.

I.6. Les échelons de la maintenance :

Il ne faut pas confondre le niveau de la maintenance avec la notion d'échelon de maintenance, cette dernière spécifie l'endroit où les intervention sont effectuées. On distingue généralement trois échelons qui sont :

Chapitre 1

6.1 La maintenance sur site : l'intervention est directement réalisée sur le matériel en place.

6.2 La maintenance en atelier : le matériel à réparer est transporté dans un endroit, sur un site, approprié à l'intervention.

6.3 La maintenance chez le constructeur ou une société spécialisée : le matériel est transporté pour que soient effectuées les opérations nécessitant des moyens spécifiques.

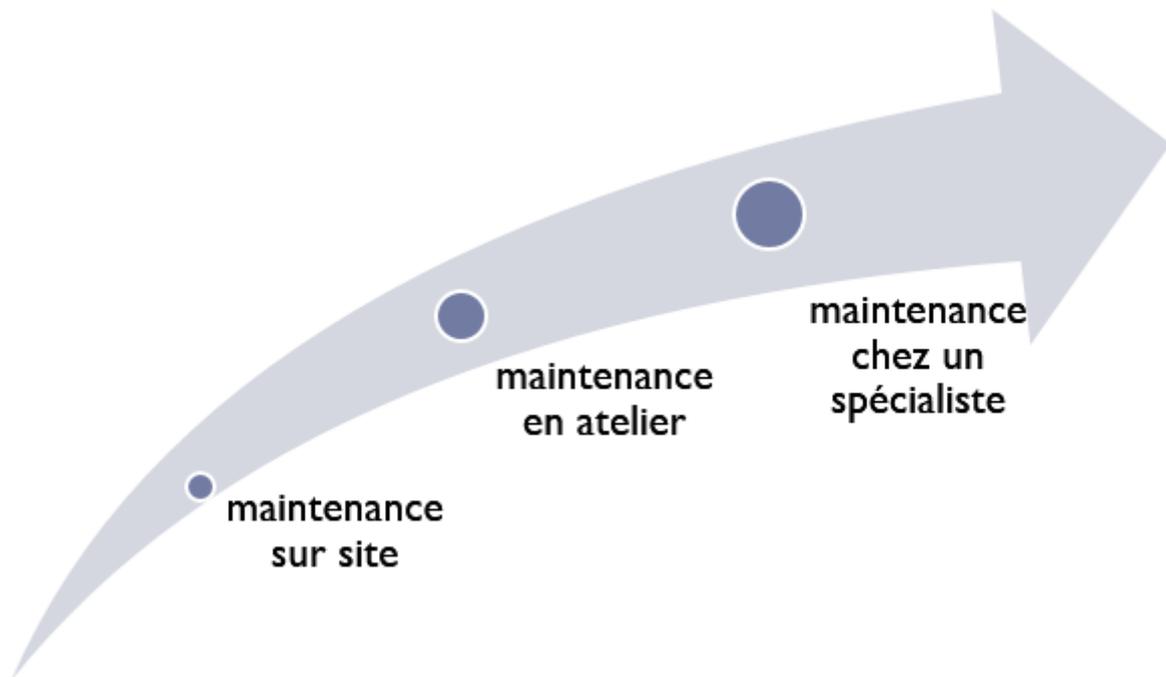


Figure 5 : échelons de la maintenance.

I.7. Évaluation des risques :

Le but de la maintenance dans une entreprise étant d'assurer la fiabilité et la disponibilité du système et de ses composants, une gestion de la maintenance basée sur une bonne étude et les bons outils est nécessaire pour assurer le maintien du cap de cette dernière, et donc une évaluation émérite des risques est inévitable, de nombreux outils ont été mis en place pour l'évaluation en l'occurrence la méthode **AMDEC** (Analyse des Modes de Défaillance de leur Effet et leur Criticité) et des outils informatiques d'aide à la gestion **GMAO** (gestion de la maintenance assistée par ordinateur) sont utilisés pour cette fin. Mais là n'est pas la question, il faut savoir quels sont les paramètres à suivre pour une évaluation implacable, et qui devrait faire ce travail. Avec le temps et le développement des savoirs dans ce domaine de recherche, il a été dit qu'il serait convenable de (stipuler la méthode **AMDEC**) :

- Constituer un groupe de travail pluridisciplinaire afin d'analyser de défaillance de tous les angles possibles.

Chapitre 1

- Faire une analyse fonctionnelle du procédé (ou de la machine).
- Analyser les défaillances potentielles.
- Évaluer les défaillances et **déterminer** leur **criticité**.
- Définir et planifier les actions requises.

Comme on peut le constater, une bonne évaluation des risques doit toujours être axée sur la criticité des défaillances (tenir compte de la gravité de la défaillance, sa fréquence et de sa non-détectabilité), en prenant compte de tous les scénarios éventuels. Le groupe de travail doit donc décider d'un seuil de criticité, au-delà de ce seuil l'effet de la défaillance sera considéré non supportable, et une action est nécessaire par conséquent.

Équation 1 : formule de la criticité.

$$C = G . F . N$$

La criticité ← C
La gravité ← G
La fréquence ← F
La non-détection ← N

Ceci dit, un service de maintenance dans une entreprise aussi bon et émérite soit-il, doit avoir la pièce de rechange nécessaire en disponibilité le moment requis, par conséquent, et en guise de récapitulation, l'activité de maintenance est fortement liée aux activités de production et exploitation, d'assurance qualité, de la gestion des stocks et logistique. "*Quand la maintenance tousse, c'est toute l'entreprise qui s'enrhume !*" CUIGNET, Renaud [2].

I.8. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons défini le rôle de la maintenance dans une entreprise, et donc sa vitalité, nous avons aussi parlé des différents types de la maintenance qu'on peut trouver et de leurs objectifs respectivement.

Chapitre II : généralités sur la Business Intelligence.

Chapitre 2

II.1. Introduction :

L'avènement de la business intelligence lors des vingt dernières années a largement contribué à l'amélioration des méthodes de récolte et d'analyse de données pour les entreprises, ceci a permis de développer plusieurs outils basés sur le BI qui présentent des interfaces ergonomiques et conviviales pour les utilisateurs.

Ce chapitre définit le concept de la business intelligence, un historique de la BI ainsi que son intérêt et ses domaines d'utilisation sont présentés. Les détails relatifs à la chaîne décisionnelle de la BI incluant les étapes de collecte, intégration, restitution et exploitation sont étoffés avec quelques exemples de tableaux de bord et de logiciels intégrateurs comme le power BI.

II.2. Présentation de la Business Intelligence :

2.1 Historique de la BI : Le terme business intelligence est apparu pour la première fois en 1958, lorsqu'un informaticien nommé Hans Peter Luhn ^[25], collaborant chez IBM s'est servi d'une solution informatique pour but d'exploiter les données venant des différents services de l'entreprise en vue de faciliter le processus de prise de décision.

Cette solution basée sur des machines de traitement de données sert à extraire et transformer des documents afin de créer des profils ce qui facilitera par la suite aux organisations l'utilisation des données retournées. Depuis lors, la BI est en plein développement et elle est devenue l'une des disciplines les plus répandues dans le domaine de l'aide à la décision notamment avec l'apparition de nouvelles technologies qu'on citera ci-dessous :

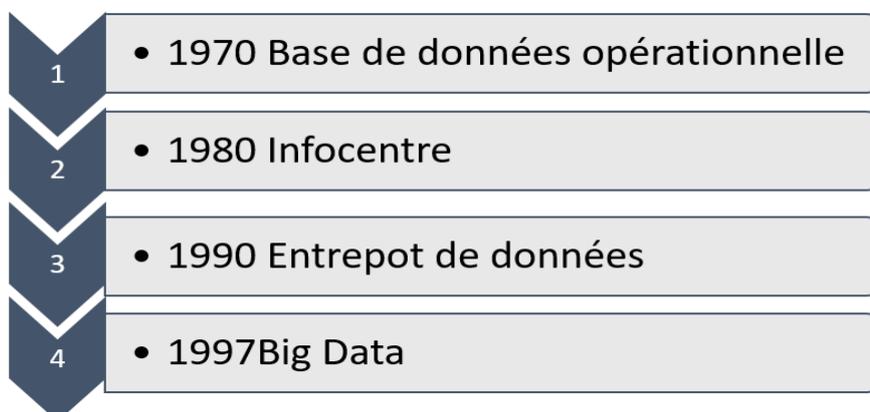


Figure 6 : Historique d'apparition de nouvelles technologies. ^[35]

Chapitre 2

Grace aux travaux de l'informaticien **Howard Dresner** ^[25], l'an 1989 fut l'apparition de la notion du « Data Warehouse ». Cette notion qui vient comme réponse au besoin de pouvoir stocker les données dans des unités particulières indépendantes des systèmes de production.

2.2 Définition de la BI : La Business Intelligence dite aussi informatique décisionnelle est l'ensemble des moyens des outils et méthodes permettant de collecter, intégrer, distribuer et restituer les données afin de faciliter aux preneurs de décisions dans une organisation le pilotage de leurs activités. En d'autres termes c'est l'ensembles des techniques d'analyses de l'information qui servent à améliorer et optimiser les décisions et les performances d'une entreprise.

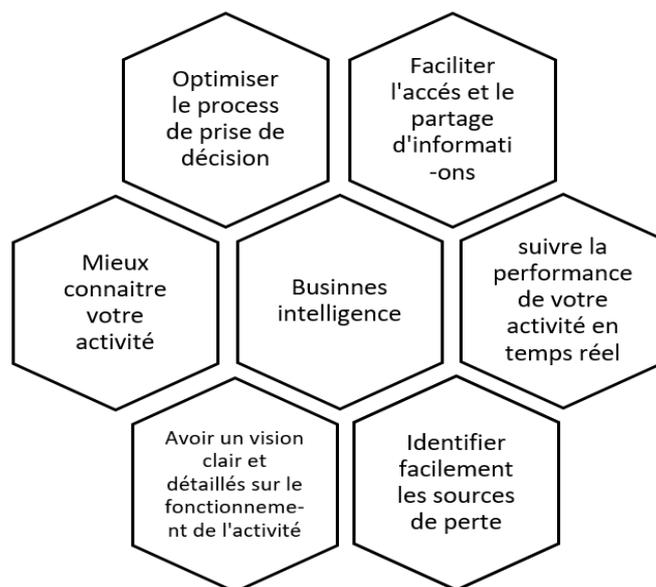


Figure 7 : les apports de la BI. ^[25]

Ainsi, la BI regroupe une large variétés d'outils permettant de collecter des données en provenance de systèmes internes et de sources externes, de les préparer et les analyser en guise de créer des rapports, des tableaux de bord, des visualisations pour rendre les résultats d'analyse compréhensible pour les responsables d'une entreprise.

2.3 Les Domaines d'utilisation de la BI : La business intelligence était au départ réservé au domaine comptable et financier, mais vu l'informatisation du domaine industriel et les quantités de données énormes générées par tous les services de l'entreprise, il devenu intéressant voir indispensable d'exploiter ces données en guise de guider son activité, parmi ces domaines on site :

- Les finance :
 - Suivi du chiffre d'affaire.
 - Gestion de la trésorerie.
 - Analyse de la rentabilité de l'entreprise.
 - Mesurer les couts.

Chapitre 2

- Commercial – Force de vente :
 - Analyse du comportement des clients.
 - Couverture de la cible.
 - Adapter la politique de prix.
 - Suivre l'évolution des ventes
- Le marketing :
 - Analyse multicanal.
 - Retour sur investissement d'une campagne.
 - Impact sur les ventes.
- La logistique :
 - Pilotage des entrepôts.
 - Optimisation des transports et des approvisionnements.
 - Optimiser la chaîne de distribution.
- Les ressources humaines :
 - Suivi des effectifs.
 - Cout de recrutement.
 - Masse salariale.ir
 - Cout et heure de formation.
- La maintenance :
 - Améliorer la politique de maintenance.
 - Suivi des pannes et des interventions.
 - Cout des actions de maintenance.
 - Gestion du magasin des pièces de rechanges.

2.4 Les principaux avantages de la Business intelligence pour l'entreprises : la BI nous permet effectivement ^[28] :

2.4.1 Une meilleure qualité de données : Les données collectées dans les systèmes de production au sein des entreprises sont rarement d'une qualité irréprochable d'où la nécessité d'une transformation et correction des données brutes avant de passer à leur exploitation.

2.4.2 Une satisfaction accrue des clients : Les techniques de la Business Intelligence aident les entreprises à mieux comprendre les comportements des clients et donc adapter ses actions pour un meilleur ciblage, une meilleure fidélisation et une meilleure anticipation des besoins de ces clients.

2.4.3 Mieux identifier les tendances du marché : Avoir une vision clair et globale permet aux décideurs de mieux repérer les nouvelles opportunités, et les nouveaux risques sur le marché ce qui constitue un réel avantage concurrentiel.

Chapitre 2

2.4.4 Efficacité opérationnelle accrue : Les outils de la Business Intelligence permettent d'unifier les sources de données ce qui facilite l'accès à l'information et donc permet aux gestionnaires de se concentrer sur la compréhension de ces dernières.

2.4.5 Faciliter la prise de décision grâce à des indicateurs pertinents : Intégrer la Business Intelligence dans le processus de prise de décision propre à l'entreprise permet de suivre en temps réel les mesures de performances clés relatifs à l'activité concerné et donc par conséquent réaliser un meilleur pilotage de cette dernière.

2.4.6 Améliorer la visibilité sur les chiffres, les écarts, les anomalies : Les outils de visualisation de la business intelligence permet d'avoir une vision détaillée, globale, partielle, cumulée..., ce qui permet d'avoir une meilleure visibilité sur les données chiffrées, et donc, facilitera :

- Le repérage des fluctuations, des écarts et des anomalies ;
- L'anticipation des défaillances de l'entreprise ;
- L'analyse concurrentielle.

La capacité de gérer et de manipuler une grande quantité de données est un avantage concurrentiel en soi. Les solutions de la BI procurent des outils qui vont au-delà de l'analyse standard ce qui permet aux décideurs d'anticiper les changements et d'être proactif.

II.3. Le processus décisionnel de la BI :

3.1 Chaîne décisionnelle : La chaîne décisionnelle est une chaîne de traitement de l'information permettant de transformer les données collectées en informations pouvant être utilisées à des fins décisionnels, voir [29]. Elle se compose de 4 étapes distinctes chacune avec ses techniques et ses outils que nous allons détailler ci-dessous.

Chapitre 2

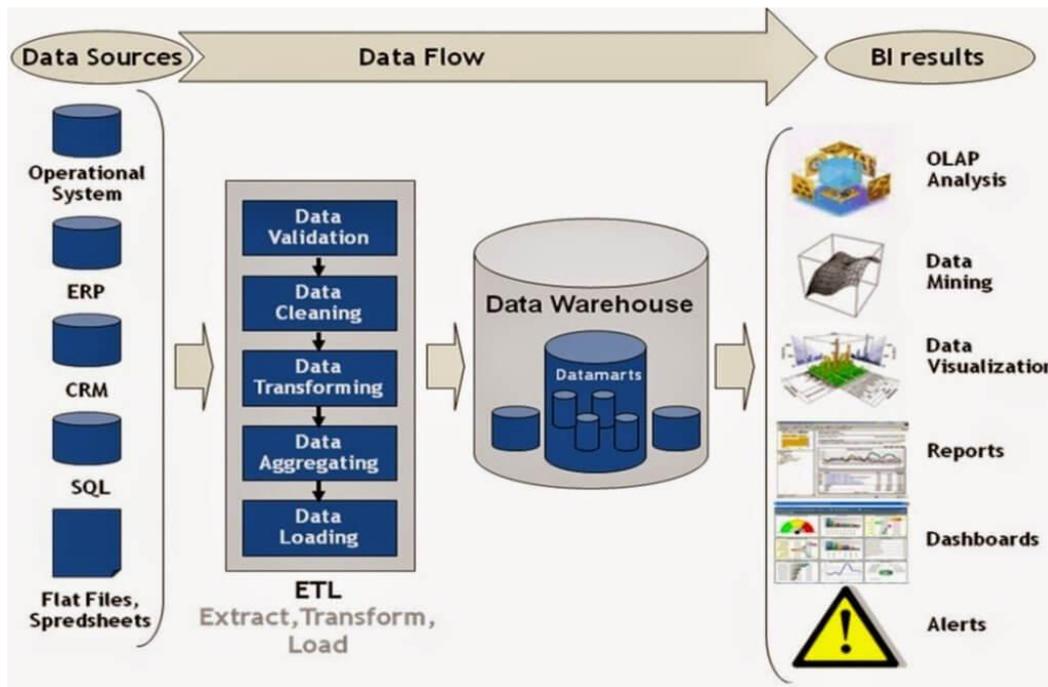


Figure 8 : La chaîne décisionnelle de la BI. [36]

3.2 Les phases de la chaîne décisionnelle : elles sont au nombre de quatre :

3.2.1 La collecte des données : cette première phase consiste à collecter, nettoyer et consolider les données venant des différents systèmes d'informations de l'entreprise par le biais des outils ETL pour Extract, Transform, Load.

3.2.2 La modélisation et le stockage des données : Dans cette phase les données sont structurées, centralisées et rendus disponible pour l'usage décisionnel, on entrepose ces données dans un Data Warehouse.

3.2.3 La Distribution ou la restitution des données : Elle sert à restituer l'information afin qu'elle soit exploitable pour les fins décisionnels et facile à analyser pour ensuite la distribuer aux utilisateurs.

3.2.4 L'exploitation et l'analyse des données : après avoir nettoyé, consolidé et stocké les données, celles-ci sont désormais prêtes à être analysées par le biais de multitudes d'outils tel que les cubes OLAP (Online Analytical Processing), le Data Mining (fouille de données) ou encore les tableaux de bord pour visualiser les indicateurs clés de performances.

Chapitre 2

3.3 Les outils de la chaîne décisionnelle :

3.3.1 Outils de collecte : Les outils ETL : les ETL (Extract, Transform, Load) permettent de récupérer les données auprès de différentes sources. Ces données seront ensuite formatées, nettoyées et consolidées en vue qu'elles soient stockées dans les bases de données conçues pour le stockage. L'objectif de l'ETL est de produire des données fiables, significatives et accessible en vues d'une meilleure exploitation par l'analytique.

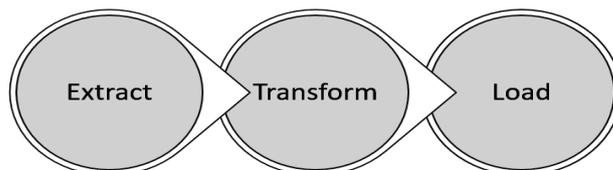


Figure 9 : Le processus ETL. [29]

3.3.2 Les outils de stockage : on distingue deux types d'outils de stockage d'informations :

3.3.2.1 Le Data Warehouse : Entrepôt de données est une base de données utilisée pour stocker les données opérationnelles de l'entreprise en vue de faciliter l'accès à ces informations et les orienter aux besoins métiers.

Les objectifs principaux des data warehouse :

- Regrouper, organiser les données provenant de sources divers.
- Intégrer et stocker les informations pour donner à l'utilisateur une vue orientée métier.
- Retrouver et analyser les informations facilement et rapidement.

3.3.2.2 Le Data mart : Magasin de données, version plus petite du Data Warehouse qui traite un seul sujet, ventes par exemple.

Chapitre 2

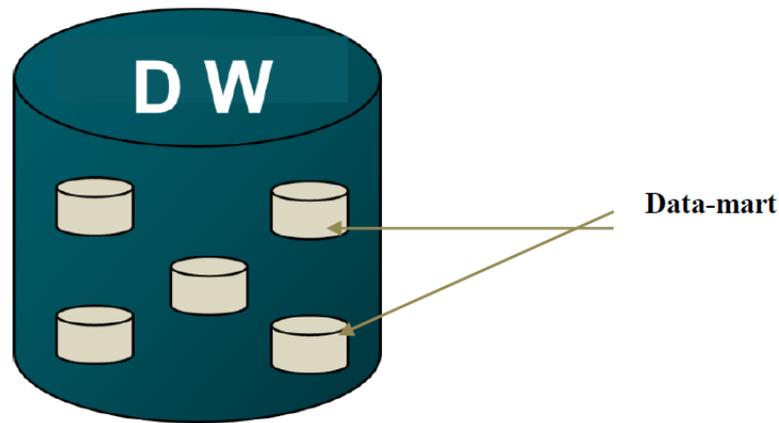


Figure 10 : Data Warehouse et Data-Mart. [35]

3.3.3 Les outils de l'exploitation et l'analyse des données :

3.3.3.1 Les outils du type OLAP : OLAP ou Traitement Analytique en Ligne, est un système de traitement informatique qui permet aux utilisateurs d'analyser les données multidimensionnelles de manière interactive sous plusieurs onglets. Les bases de données configurées pour OLAP utilisent un modèle de données multidimensionnel, permettant des requêtes analytiques complexes avec un temps d'exécution rapide. Voir [26]

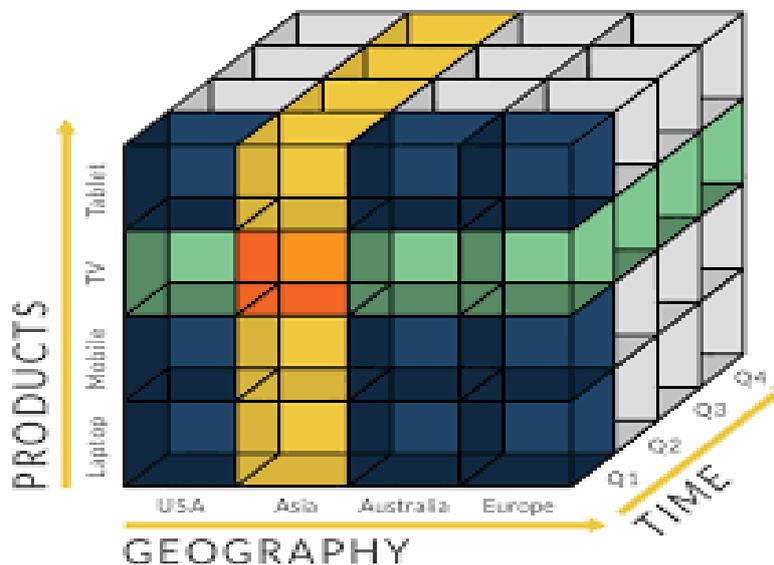


Figure 11 : Présentation des cubes OLAP. [37]

3.3.3.2 Le data mining : ou l'exploration des données, elle permet de faire des analyses approfondies permettant d'extraire des résultats pertinents depuis de grande quantité de données et d'exploiter d'éventuelles corrélations visibles. Voir [27]

Chapitre 2

3.3.4 Les outils de visualisation :

3.3.4.1 Le Reporting : en français c'est la communication de données, elle consiste en la présentation des résultats d'une activité ou d'un secteur de l'entreprise sous forme de rapports.

3.3.4.2 Les tableaux de bord : Le tableau de bord est un outil de pilotage, présentant synthétiquement les activités et les résultats de l'entreprise par processus, sous forme d'indicateurs qui permettent de suivre la réalisation des objectifs fixés et de prendre des décisions nécessaires. Voir [31]

Un tableau de bord doit :

- Permettre aux décideurs d'identifier les écarts le plus rapidement possible et d'effectuer des actions correctives.
- Etre un outil de communication en interne.
- Mettre en évidence les objectifs de l'entreprise et sa stratégie.

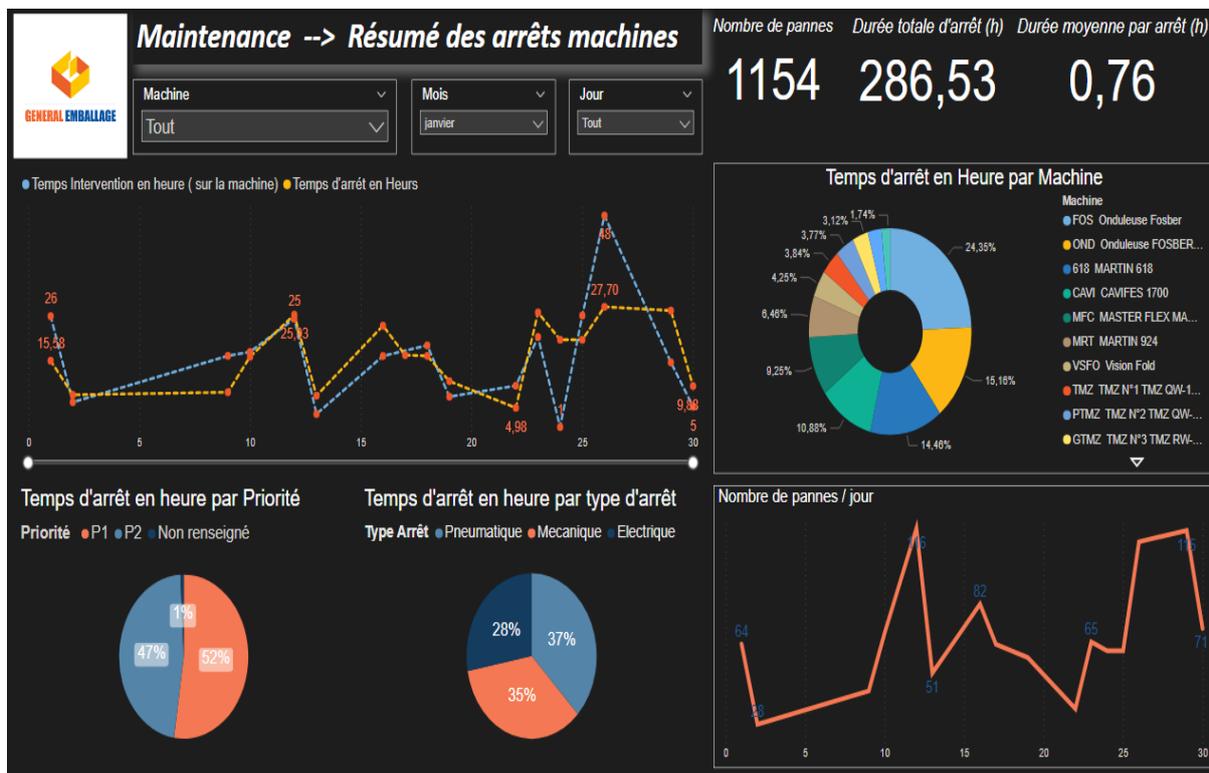


Figure 12 : Présentation du tableau de bord.

Les différents types de tableaux de bord :

- 1- **Les tableaux de bord stratégique :** il est axé comme son nom l'indique, sur la stratégie de l'entreprise, c'est donc un outil de pilotage à long terme.
- 2- **Les tableaux de bord budgétaire :** il consiste à comparer les prévisions budgétaires et les chiffres réels. Ce tableau de bord est un outil de pilotage à long terme.

Chapitre 2

- 3- **Les tableaux de bord opérationnel** : il permet de suivre l'avancement des plans d'actions mis en place par le chef ou la direction de l'entreprise, c'est donc un outil de pilotage à long terme.

3.4 Outils de construction des tableaux de bord :

- **POWER BI** : C'est une solution de Business Intelligence développée par Microsoft. Il permet aux utilisateurs d'analyser de consolider les données et de créer des visualisations personnalisées et interactives avec une interface suffisamment simple. Dans ce qui suit nous allons détailler plus sur les éléments principaux de l'écosystème power BI :
- **Power BI Desktop** : c'est une application bureau gratuite qui peut être installée directement sur un ordinateur local elle permet de se connecter à des données de les transformer et de les visualiser.

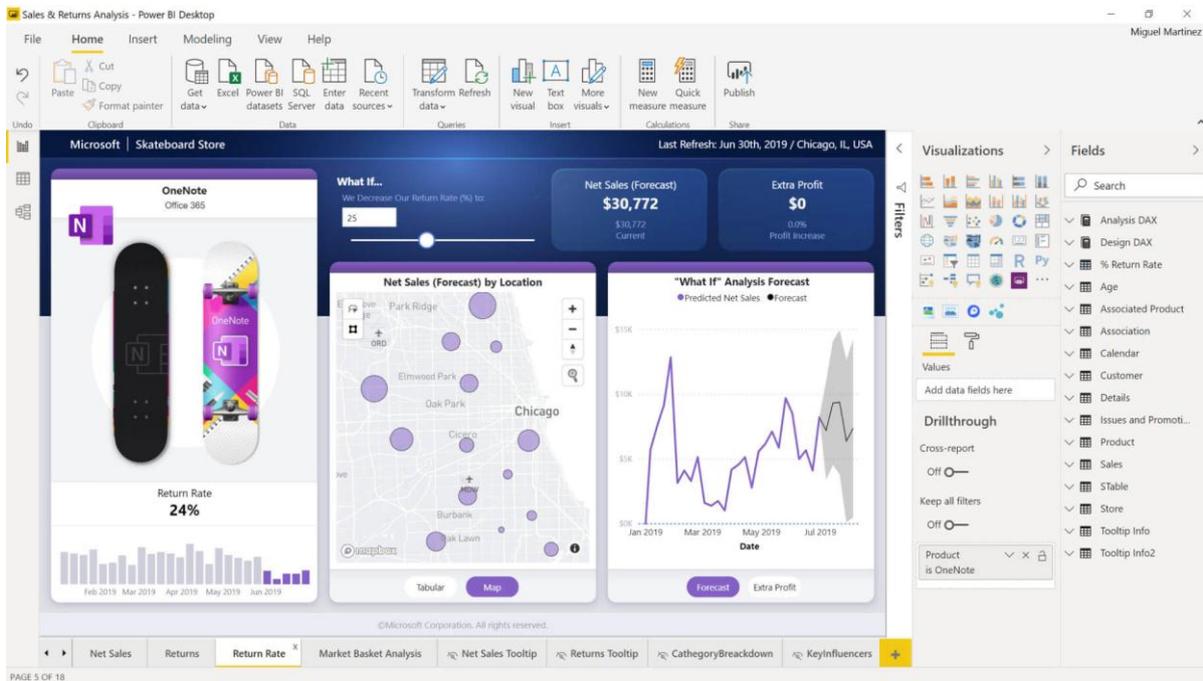


Figure 13 : Présentation de Power BI Desktop. [38]

- **Power BI Service** : Ce composant est le hub central basé sur le cloud de la solution Power BI où les utilisateurs accèdent et interagissent avec leurs rapports Power BI. Les utilisateurs peuvent créer des tableaux de bord à partir de leurs rapports et peuvent utiliser les fonctions en libre-service pour modifier et créer de nouvelles visualisations. Surtout, les utilisateurs peuvent ensuite partager les informations trouvées et collaborer avec des collègues sur des rapports et des tableaux de bord. Voir [32]

Chapitre 2

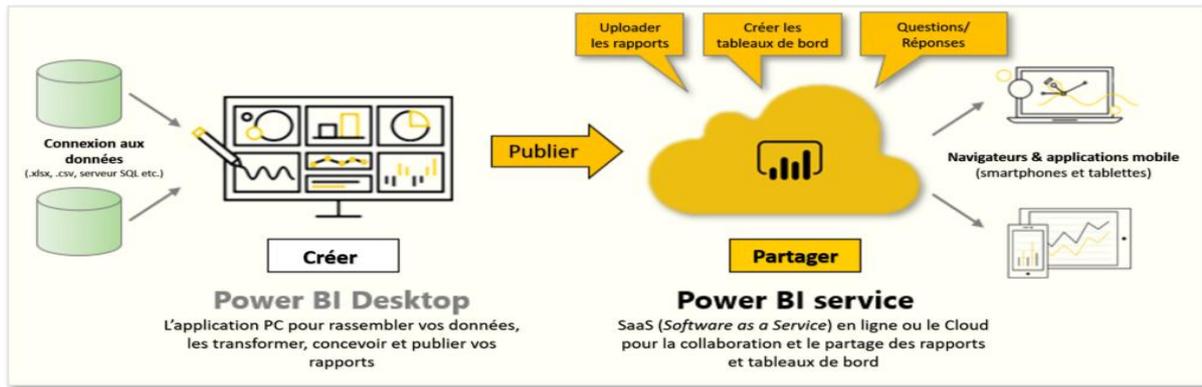


Figure 14 : Présentation de Power BI Service. [39]

- Power BI Mobile Apps : Le composant Mobile de Power BI permet aux utilisateurs d'interagir avec leurs rapports publiés à l'aide de leurs smartphones ou tablettes via une application téléchargeable. Il permet d'accéder aux rapports à la volée, n'importe où, à tout moment. Vous pouvez personnaliser les alertes de données et obtenir des mises à jour des données en temps réel. Power BI Mobile prend en charge les appareils Windows, iOS et Android. Voir [33]

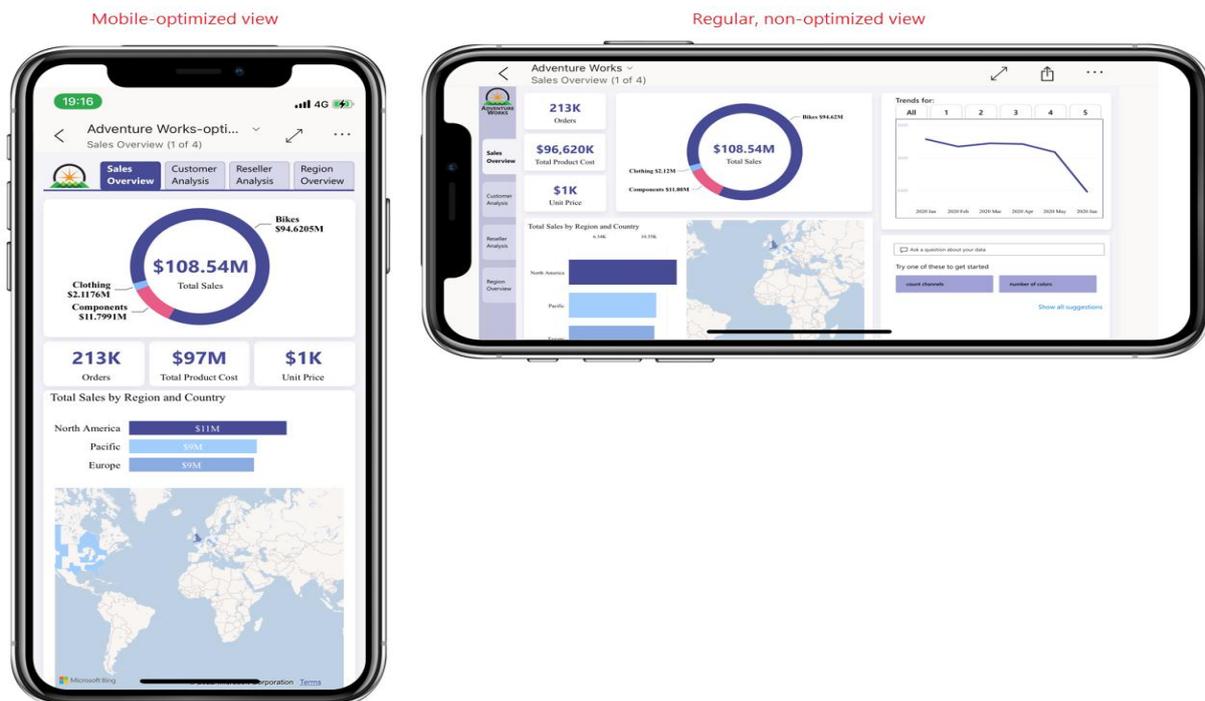


Figure 15 : Présentation de Power BI Mobile Apps. [40]

- Power BI Report Server : C'est un serveur de rapports sur site avec un portail Web dans lequel on affiche et gère des rapports et des KPI. Avec cela viennent les outils pour créer des rapports Power BI, des rapports paginés, des rapports mobiles et des KPI.

Chapitre 2

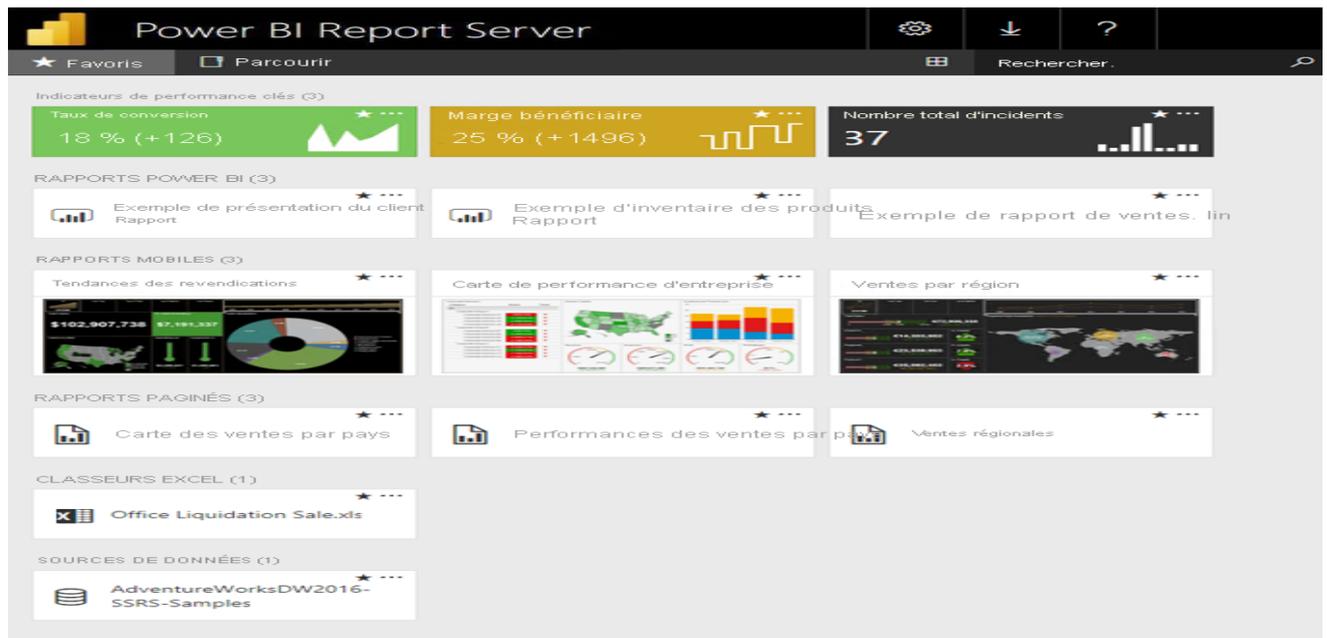


Figure 1 : Présentation de Power BI Report Server. [41]

II.4. Les enjeux et l'avenir de la BI :

4.1 La qualité de données :

4.1.1 Définitions : La qualité de données est une mesure de l'état des données fondée sur divers facteurs, mesurer le niveau de qualité de données peut aider les organisations à repérer d'éventuelles erreurs qui doivent être corrigées, et à évaluer si les données présentent dans leur système d'information et adapté à leurs besoins, voir [30].

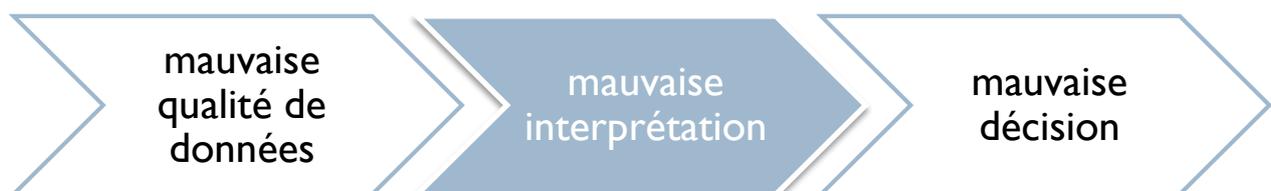


Figure 2 : Impact d'une donnée de mauvaise qualité.

4.1.2 Comment définir la qualité de données décisionnelle : la qualité d'une donnée se mesure sur cinq critères, à savoir, la donnée doit être :

- **Accessible :** une donnée de qualité doit être présente dans le système d'information et accessible par le processus et les utilisateurs.
- **Valide :** la donnée ne comporte pas une valeur aberrante, elle se nourrit dans la plage des valeurs acceptables.
- **Consistante :** Si la donnée est redondante et présente en plusieurs endroits à la fois, elle porte toujours la même valeur à un instant donné.

Chapitre 2

- **Précision :** elle est jugée suffisamment précise pour l'usage que l'on en attend.
- **Utile :** elle répond parfaitement au besoin et à l'utilisation que l'on en attend.

4.2 La BI et le Big Data : Le Big Data peut être considéré comme une composante de la Business Intelligence, puisqu'il permet aux entreprises de rassembler des informations par-delà ses propres sources internes. Il permet d'envisager de nouvelles solutions pour les systèmes décisionnels existants comme les méthodes de stockage avancées. Voir [27] [25]

4.3 La BI et l'IA : La Business Intelligence et l'intelligence Artificielle sont complémentaires, la BI fait référence à la prise de décision, elle fournit des informations que l'utilisateur en a besoin, tant dis que l'IA fait référence à l'intelligence informatique et permet aux développeur de trouver des réponses à des questions qui ne sont pas encore posées.

Donc l'idéal est de commencer par la BI pour synthétiser et visualiser les données pour ensuite la suivre par l'IA en guise d'amélioration en terme de décision et de scénarios possibles. Voir [27]

II.5. Conclusion :

Il est clair que l'utilisation de la BI est devenu une évidence pour avoir des données fiables et bien gérer le flux d'Informations de l'entreprise. Ceci permettra aussi d'avoir des indicateurs de performances assurant un suivi permanent de l'activité de l'entreprise et s'évaluer par rapport aux objectifs fixés au préalable. Dans ce contexte, ce projet réalisé au sein de l'entreprise GENERAL EMBALLAGE vise à utiliser ce concept afin de permettre aux managers d'avoir les indicateurs des opérations de maintenance permettant ainsi à l'entreprise de s'inscrire dans une stratégie de développement continue.

Chapitre III : Les indicateurs de performance clefs.

Chapitre 3

III.1. Introduction :

Peter Drucker disait qu'on ne pourrait pas piloter ce qu'on ne peut pas mesurer, effectivement avec le développement technologique accompagné par la rude concurrence, les enjeux de la lecture des informations et leur interprétation sont devenus plus importants, et les contraintes deviennent de plus en plus complexes : à savoir plus gourmande (big data), mais aussi plus difficile à traiter, suivre et comprendre. Dans ce chapitre nous allons aborder un sujet considéré être le centre d'intérêt de toute entreprise peu importe son domaine d'activité, nous allons parler des indicateurs de performance clefs (**KPI**), leurs intérêts, comment choisir et comment faire ses **KPIs**, ainsi que comment peut-on piloter son entreprise grâce à ces indicateurs, une partie de ce chapitre sera dédiée donner un exemple de **KPIs** utilisés dans le service maintenance d'une entreprise spécialisée dans la fabrication et la transformation du carton ondulé dénommé Général Emballage SPA.

III.2. Définition :

Acronyme de Key performance indicators en anglais, les KPIs (voulant dire indicateurs de performances clefs) sont des indicateurs permettant de mesurer les performances d'un système, machine ou autres, en guise d'aide à la décision dans les organisations, autrement dit, les KPIs représentent un outil vital pour la gestion des entreprises.

En gros, les indicateurs représentent un ensemble d'informations qui contribuent à l'appréciation d'une situation, de ce, ils permettent d'évaluer l'efficacité des actions faites, en extrapolant les indicateurs de performance sur les objectifs stratégiques ou tactiques de l'entreprise.

III.3. Typologies des indicateurs :

Il existe maintes façons pour caser les indicateurs par types distincts, Agathe HUEZ classe les indicateurs de performance clefs dans ^[21] comme suite :

- Les indicateurs en **relation avec l'activité** de l'entreprise/service (**activity metrics** en anglais), comme par exemple le nombre de produits développés par le département R&D durant le 1^{er} trimestre de l'année.
- Les indicateurs qui concernent l'**impact des actions** de l'entreprise sur son marché (**impact metrics** en anglais), donnons l'exemple de la part du marché sur une catégorie de produit ou sur un marché donné.

En parallèle, Alain Fernandez dans ^[20] avait fait la distinction entre les indicateurs en se basant sur le rôle qu'ils jouent pour le décideur comme suite :

- **Les indicateurs d'alerte** : ils signalent les anomalies dans un système qui nécessite une intervention à court terme (un signal d'alerte peut alarmer une déficience d'un instrument, l'avarie d'un appareil ou même la dérive du bateau ;

Chapitre 3

donnons l'exemple d'une augmentation d'un coût lié à un service donné, ou la diminution de la qualité ponctuelle d'un produit, ...). En général, un indicateur d'alerte signale un dysfonctionnement, et donc un état anormal nécessitant une intervention réparatrice.

- **Les indicateurs d'équilibrage** : permettant l'observation de l'état du système, ainsi que le jugement de son cap vers les objectifs fixés au préalable, ces indicateurs qui servent notamment à maintenir le cap, peuvent être la raison d'une correction s'ils indiquent une dérive (le signal d'équilibrage sera donné par les instruments de bord qui permettent de suivre la route fixée, à titre d'exemple : ces indicateurs permettent de mesurer « la fiabilité des délais » et faire une comparaison avec l'objectif fixé ainsi qu'avec un historique ; dans cette optique, une tendance sera tracée pour vérifier si à l'échéance donnée, l'objectif sera atteint, autrement dit, si le cap serait maintenu). En guise de récapitulatif, un indicateur d'équilibrage suit l'avancement par rapport aux objectifs préétablis, les actions qui en ressortent peuvent aller d'une simple action corrective, jusqu'à remettre en cause l'objectif si celui-ci se révèle impossible à atteindre

- **Les indicateurs d'anticipation** : munis d'une vision plus large, ils peuvent induire des changements dans la stratégie de l'entreprise/service et de ses objectifs (un signal d'anticipation pourrait être une information de prévision, ou encore la position de la concurrence, en somme, c'est toute information dont régit un changement de stratégie de course, comme par exemple les visualisations des avis de terrain des commerciaux de l'entreprise sur l'évolution de la part de marché des produits concernés). En gros, un indicateur d'anticipation nous informe sur le système dans son environnement, et permet également de reconsidérer la stratégie actuelle.

Ceci dit, pour que le tableau de bord permettant la bonne gestion de l'organisation soit à la hauteur, il est impératif qu'il soit implémenté par les bons indicateurs, et dans cette optique, il faudrait suivre certaines phases qui vont assurer ce travail.

III.4. Définir ses indicateurs :

La mise en place des KPI efficaces de nos jours fait partie des préoccupations majeures des entreprises, en effet, le suivi de ses KPI est la première étape dans le pilotage des entreprises, et de ce fait, les indicateurs doivent impérativement offrir une vision claire du système au dépend des objectifs fixés par le biais de feed-back, qui servent à mesurer l'effet des actions entreprises ^[20]. Pour ce faire, on doit passer par trois étapes qui aideront à identifier et définir les KPI dont on a besoin ^[21] :

- **Etape 1** : identification des besoins auxquels les indicateurs doivent répondre. (Une réflexion approfondie en amont est condition sine qua non pour la détermination des indicateurs pertinents.)
- **Etape 2** : les indicateurs doivent être alignés avec la stratégie de l'entreprise et ses objectifs.

Chapitre 3

- **Etape 3** : les indicateurs doivent fournir selon le cas où l'on se situe, un ou des plans d'action pour maintenir ou retrouver le bon cap. (Un indicateur qui n'est pas actionnable est un indicateur inutile.)

Pour résumer, un bon indicateur de performance doit répondre à un besoin précis préétabli, ce qui nous alignerait avec la stratégie de l'entreprise/service, et nous donnera par conséquent des plans d'action.

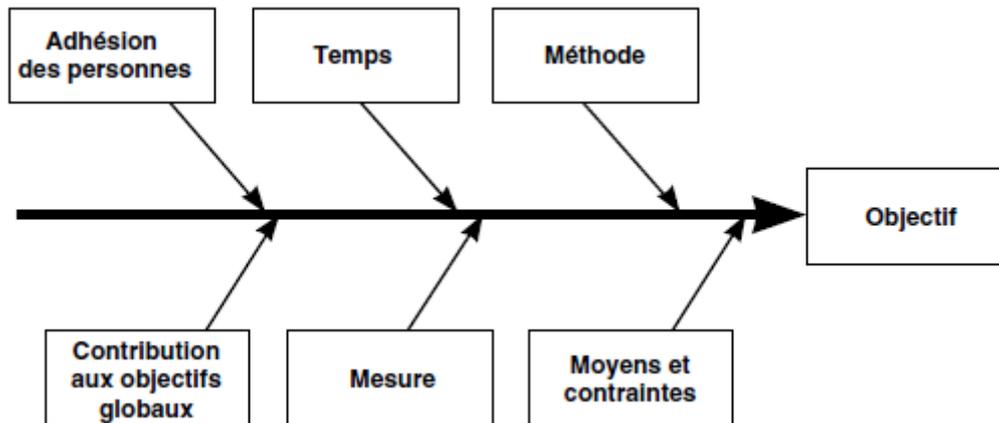


Figure 18 : le choix des objectifs. [20]

Cependant, trop d'indicateurs n'est pas une bonne chose pour la gestion, en effet, ce ne sont pas tous les indicateurs qui sont demandés pour un objectif donné, et il est moins évident de suivre beaucoup d'indicateur, les comprendre et trouver l'action qui convient, effectivement, l'information signifiante doit impérativement être extraite du bruit (ensemble d'informations/données dénuées de signification), réellement, il est nécessaire de ne pas inonder d'informations le récepteur afin qu'il puisse extraire l'information voulu ; d'autant plus que l'on sait que le nombre d'indicateurs augmente proportionnellement avec le nombre de données manipulées, il serait donc judicieux de limiter les données suivies.

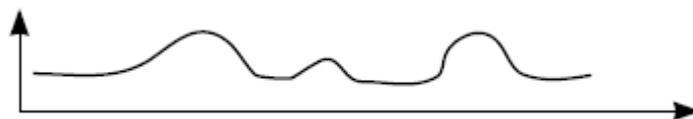


Figure 19 : le message émis. [20]



Figure 20 : le message reçu. [20]

Chapitre 3

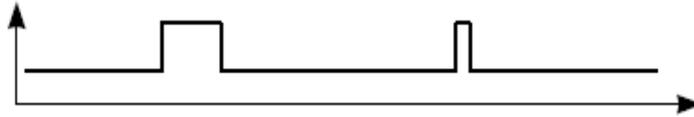


Figure 21 : interprétation du message. [20]

III.5. Choisir ses indicateurs :

Un tableau de bord étant un instrument d'optique sophistiqué, extrapole l'état du système suivi par rapport à des objectifs fixés au préalable ; il nous procure une vision qui est non seulement un constat de la situation, mais s'intègre également dans une dimension dynamique qui permet de mesurer le progrès, et d'anticiper notamment les éventuelles dérives.

Etant donné que la qualité et la pertinence des indicateurs figurants dans un tableau de bord sont positivement proportionnels avec la facilité d'interprétation et la qualité de décision qui peuvent en ressortir, il est donc nécessaire de bien choisir les indicateurs à imputer dans son tableau de bord. Dans cette optique, Alain Fernandez dans son ouvrage [20] a proposé cinq critères pour le choix des indicateurs :

5.1 Un indicateur doit être utilisable à temps réel : en effet il serait judicieux voir nécessaire de disposer de l'information au moment nécessaire (donnons l'exemple des industries 4.0, et dans le cadre de la maintenance prédictive, on suit à temps réel des paramètres significatifs en guise de détecter les éventuelles anomalies susceptibles de causer une panne), ceci dit, l'information doit être réactualisée à son propre rythme d'évolution en phase avec le besoin de prise de décision (certains indicateurs représentent un synthèses sur une période donnée, et donc il faut un cumul d'information suffisamment significatif sur une semaine un mois un trimestre voir une année pour que le résultat soit pertinent).

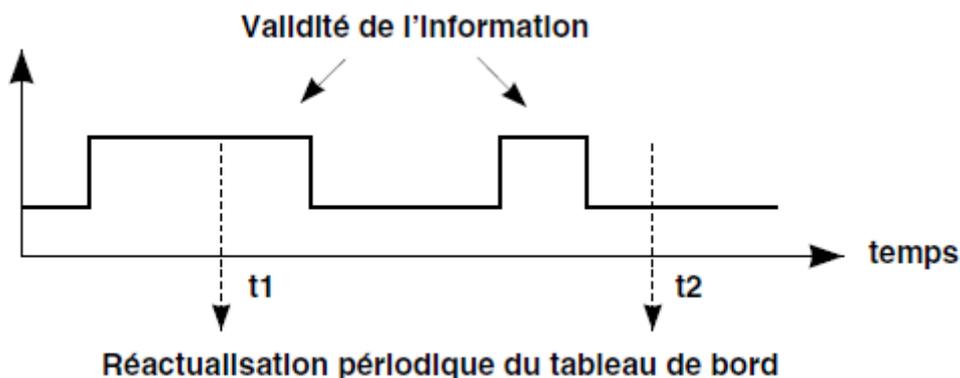


Figure 22 : réactualisation périodique du tableau de bord. [20]

Chapitre 3

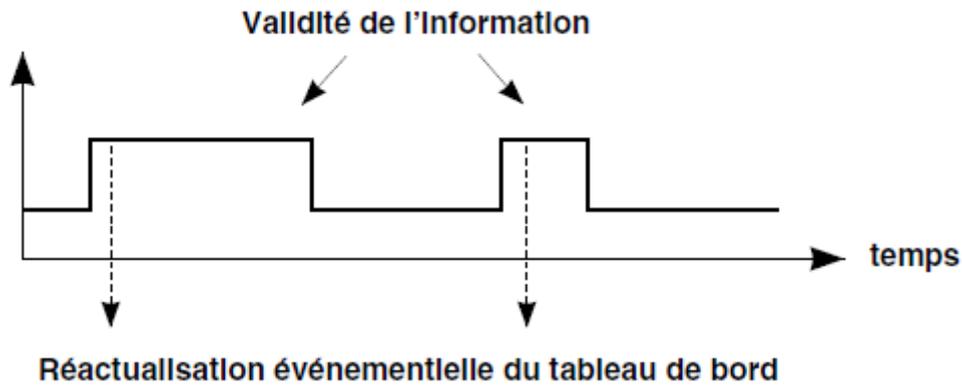
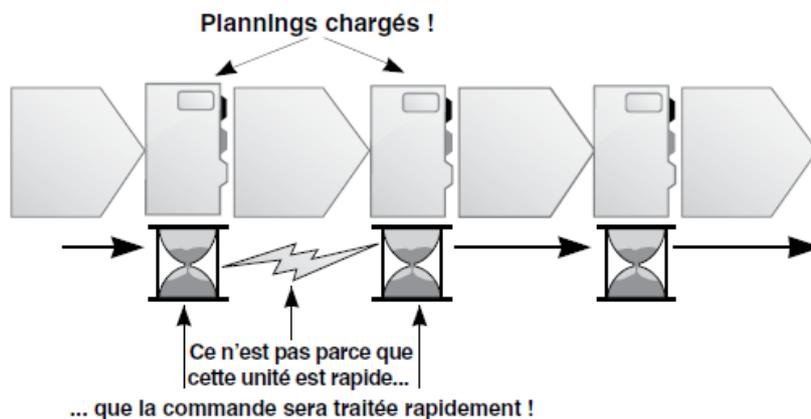


Figure 23 : réactualisation événementielle du tableau de bord. [20]

Sur le schéma de la figure 5, nous pouvons voir une réactualisation périodique, nous constatons donc qu'à l'instant t_1 on a eu la chance d'avoir rafraîchi l'indicateur durant la plage de validité et de disponibilité de l'information, ce qui n'est pas le cas à l'instant t_2 . Et donc on peut dire que ce n'est pas toujours bien de réactualiser ses tableaux de bord par période, et pour régler ce problème, une réactualisation événementielle est une bonne solution comme figuré dans le schéma de la figure 6.

5.2 L'indicateur doit mesurer un ou plusieurs objectifs : après avoir défini et sélectionné nos objectifs, les indicateurs que nous allons choisir devront logiquement mesurer la performance de notre système selon ces objectifs, et donc, ils seront choisis selon : (i) l'unité à piloter, (ii) les objectifs sélectionnés, et (iii) le besoin précis des décideurs. Il n'est pas nécessaire pour autant de chercher quelque chose d'original, ce qui importe c'est que l'indicateur choisi s'exprime dans l'unité de mesure définie pour l'objectif qu'on cible, Alain Fernandez [20] a donné l'exemple de la diminution du temps de traitement d'une commande comme objectif, il explique donc dans son ouvrage qu'il serait inutile de placer un indicateur qui mesure la vitesse de traitement d'une ressource spécifique (ce n'est pas parce que une unité est rapide, que la commande sera traitée rapidement), mais opter plutôt pour un indicateur mesurant le temps de traitement.

Figure 24 : indicateur mesuré en unité différente avec celle de l'objectif. [20]



Chapitre 3

5.3 L'indicateur doit induire l'action : l'utilisation d'un tableau de bord en principe ne devrait pas nous induire à faire des constats à posteriori, mais au contraire, les indicateurs y figurant doivent nous permettre de rester toujours dans la proactivité, et donc, de permettre eux décideurs de prendre les décisions nécessaires pour rectifier une dérive, amplifier une action et notamment saisir les opportunités, et le tout avant qu'il ne soit tard. Et c'est pour ce que nous devrions éviter les indicateurs qui reportent seulement des constats sur le succès ou l'échec de l'objectif visé, et s'orienter vers les indicateurs qui nous permettront de juger le progrès sur le plan établi, ainsi que le chemin qui reste à parcourir ; et ce n'est que comme ça que notre tableau permettra aux décideurs de prendre position sur l'attitude à tenir tant qu'il est encore temps de réagir.

Un indicateur n'est ni un instrument de motivation ni, son corollaire, un instrument de stress. L'indicateur est un instrument de pilotage. ^[20]

5.4 L'indicateur doit être constructible : bien évidemment ça ne servirait à rien de mettre en place un indicateur qu'on ne pourrait pas construire.

5.5 L'indicateur doit être présenté sur le poste de travail : la présentation de l'indicateur est un choix de première importance, effectivement, l'appréciation du sens porté par nos indicateurs dépend majoritairement de sa forme (la façon dont on le présente). Aujourd'hui, et comme expliqué dans le chapitre précédent, l'outil informatique non seulement aide et facilite la visualisation des données ainsi que leur lecture, mais aussi proposent un lot considérable de composants visuels, permettant de construire une interface bourrée de sens, à moindre effort, moindre coût, et facilitant la conceptualisation et l'interprétation, la traçabilité des informations lues.

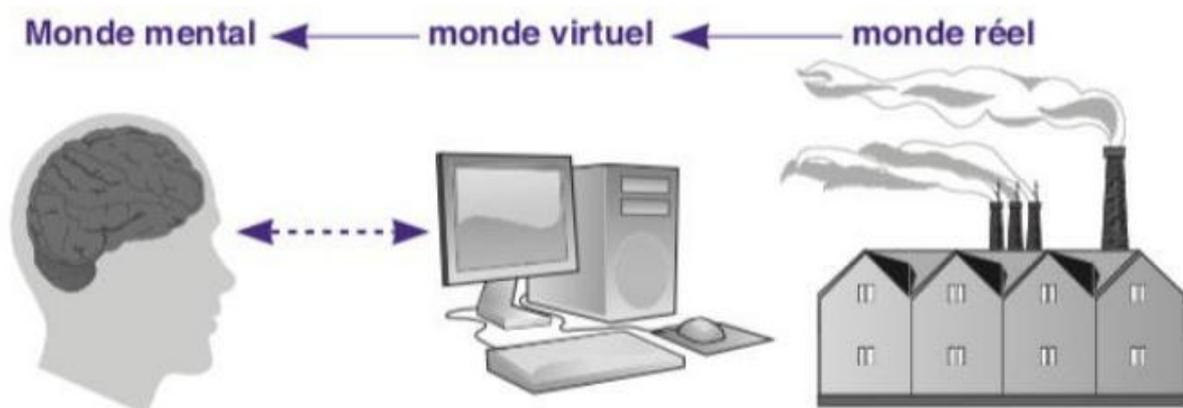


Figure 25 : l'utilisation de l'outil informatique dans la présentation des données. ^[20]

Chapitre 3

Tableau I : critères du choix d'indicateurs.

Indicateur	Constructible	Temps réel	Mise à jour	Objectifs	Présentation

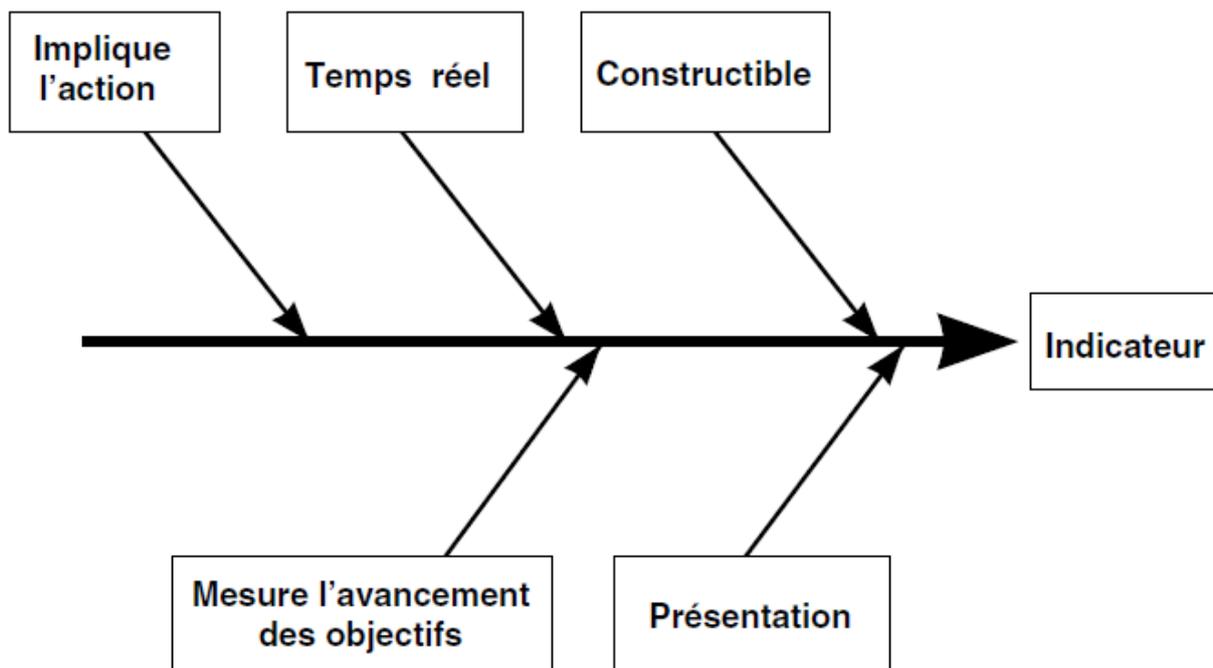
III.6. Déroulement de la phase du choix des indicateurs :

Le choix des indicateurs se déroule en deux étapes :

6.1 Etape 1 : étude des causes : à l'issue d'un brainstorming, le groupe de travail aurait travaillé sur l'affinement et la personnalisation du diagramme d'Ishikawa (causes-effets) mais détailler les spécificités, un diagramme global ferait suffi pour présenter les causes d'un bon indicateur.

6.2 Etape 2 : sélection des indicateurs : dans cette étape, nous allons exposer le diagramme établi dans la 1^{ère} phase, pour chaque indicateur, chaque critère sera noté de 0 à 3 (nous utilisons une échelle à quatre divisions pour éviter la position refuge du ni oui ni non ^[20]), à ce stade nous pouvons procéder de deux façons : (i) soit la notation se fait en commun en se référant au diagramme causes-effets, soit (ii) chaque participant note selon son penchant et à la fin les notes seront additionnées par critère. Alain Fernandez ^[20] a conseillé l'utilisation la 1^{ère} façon en guise d'enrichir l'échange. Le groupe va donc sélectionner de la liste les indicateurs les plus pertinents, en étant sûr qu'il y a cohérence entre les indicateurs choisis (il ne faut pas que les indicateurs choisis mènent à des comportements paradoxales).

Figure 26 : choix des indicateurs. ^[20]



Chapitre 3

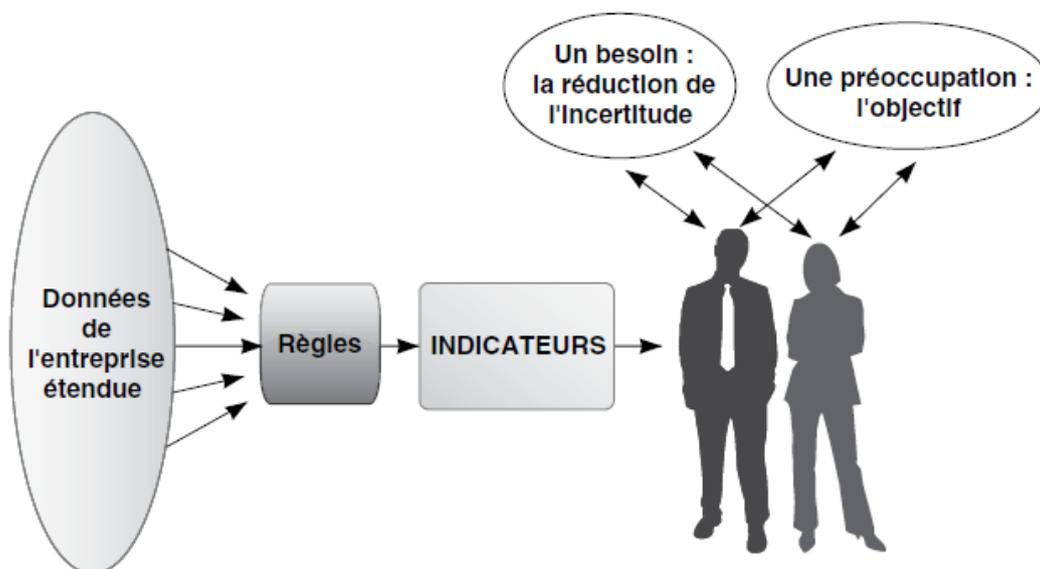
III.7. Construire ses indicateurs :

C'est une étape qui vient forcément après les phases d'acquisition des données de l'entreprise/service, du choix et sélection des indicateurs. Pour que ces données deviennent pertinentes, elles doivent subir un traitement de mise en forme qu'on va appeler **les règles de construction** ^[20], ces règles prennent en considération :

Les historiques : consolider les informations extraites et stockées dans les historiques est un premier exemple de règle de construction ^[20], en effet, une synthèse des informations contenues serait faisable grâce à des fonctions de statistique permettant l'analyse de données. Notons que les techniques de lissages ne sont pas recommandées si l'on veut avoir à la fin une donnée significative et pertinente, dicit Boris CYRURLNIK « *Le lissage des courbes pour émettre des théories cohérentes est une erreur, c'est dans l'aspérité de la courbe, l'exception, l'étrangeté que se trouve l'information.* »

La codification de la connaissance : effectivement pour construire un indicateur on ne se limite pas aux règles liées simplement aux calculs et formules de consolidation, mais plutôt ces règles de construction doivent **porter dans un certain sens, la mise en application des connaissances du groupe** ^[20]. En effet, un indicateur et selon sa présentation, peut nous donner une information plutôt qualitative au lieu de délivrer une information quantitative brute qui serait éventuellement ambiguë et qui représentera des difficultés lors de sa lecture et interprétation (présentation des indicateurs dans une carte de chaleur allant de la plage froide pour les meilleures valeurs jusqu'aux plages chaudes en rouge graduellement pour les plus mauvaises). Et donc le groupe de travail constitué des preneurs de décision ainsi que les utilisateurs de ces informations, devront constituer ensemble ces règles de construction, et notamment modifier, ajouter ou supprimer au fur et à mesure que l'équipe apprend et suivant la conjoncture en guise d'enrichir d'avantage la base commune.

Figure 27 : construction des indicateurs. ^[20]



Chapitre 3

En guise de récapitulatif, la collecte des informations permet la construction d'indicateurs de performance clefs, qui seront les in-put des visuels de tableaux de bords permettant de piloter son organisation, et chaque tableau de bord doit :

- Assurer une perception cohérente de la mesure de la performance,
- Avoir un nombre limité d'indicateurs pour qu'il soit mieux lisible,
- Comporter que les indicateurs ayant un sens précis pour son utilisateur
- Faciliter la communication et aider à la décision
- Etre intrinsèquement cohérent.

III.8. Cas d'étude :

8.1 Stage pratique :

8.1.1 Introduction : dans ce stage que nous avons fait durant la période du 1^{er} mai jusqu'au 2 juin 2022 à Général Emballage SPA dans la zone d'activité TAHERACHT-AKBOU wilaya de BEJAIA, nous avons comme mission de développer un outil d'aide à la décision dans le cadre d'un projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en génie industriel, et bien sûr cet outil devra répondre aux besoins de l'entreprise pour qu'il soit validé.

8.1.2 L'entreprise : Général Emballage SPA est une entreprise qui active dans le cadre de l'industrie du carton ondulé depuis l'an 2002, créée en l'an 2000 par Mr. Ramdane BATOUCHE (actuel PDG) avec un capital de 32 millions DZD d'après ^[1], aujourd'hui leader du marché en Algérie, Général Emballage est aussi 1200 employés répartis sur les trois sites industriels (Akbou, Oran et Sétif) avec un capital de 19 milliards DZD ^[22], l'entreprise dispose sur les sites des machines qui lui permettent de faire deux types de process (fabrication et transformation du carton ondulé), et dans le cadre écologique, elle a mis en place une unité chargé de récupérer les déchets du carton et du papier notamment dans toutes ses formes pour une fin qui est le recyclage, cette même unité est munie de nombreux centres de collecte dispersés dans tout le pays.

Nous allons parler un peu des deux processus que fait l'usine d'Akbou, il faut savoir déjà que l'usine d'Akbou est divisée en deux site, le nouveau site qui a commencé l'exploitation en l'an 2012, dédié pour la transformation du carton ondulé, et l'ancien site disposant de deux lignes (de marques FOSBER ET MEDESA) qui produisent le carton, ainsi que de nombreuses machines pour la transformation du carton.

- **La production du carton ondulé :** notons que trois types de cartons peuvent être produits par un train onduleur (carton : simple face, double face et double cannelure aussi connu sous le nom double-double), le process consiste à encoller du papier de couverture plane maintenu à distances équivalentes à l'aide d'un papier de cannelure sous formes sinusoïdale pour offrir de la rigidité et de la résistance au

Chapitre 3

carton. Les plaques de carton produites dans cette partie peuvent être des produits finis (vendus comme intercalaire utilisé pour la séparation des étages d'une palette), ou produit semi fini, qui sera transféré vers la partie transformation du carton.

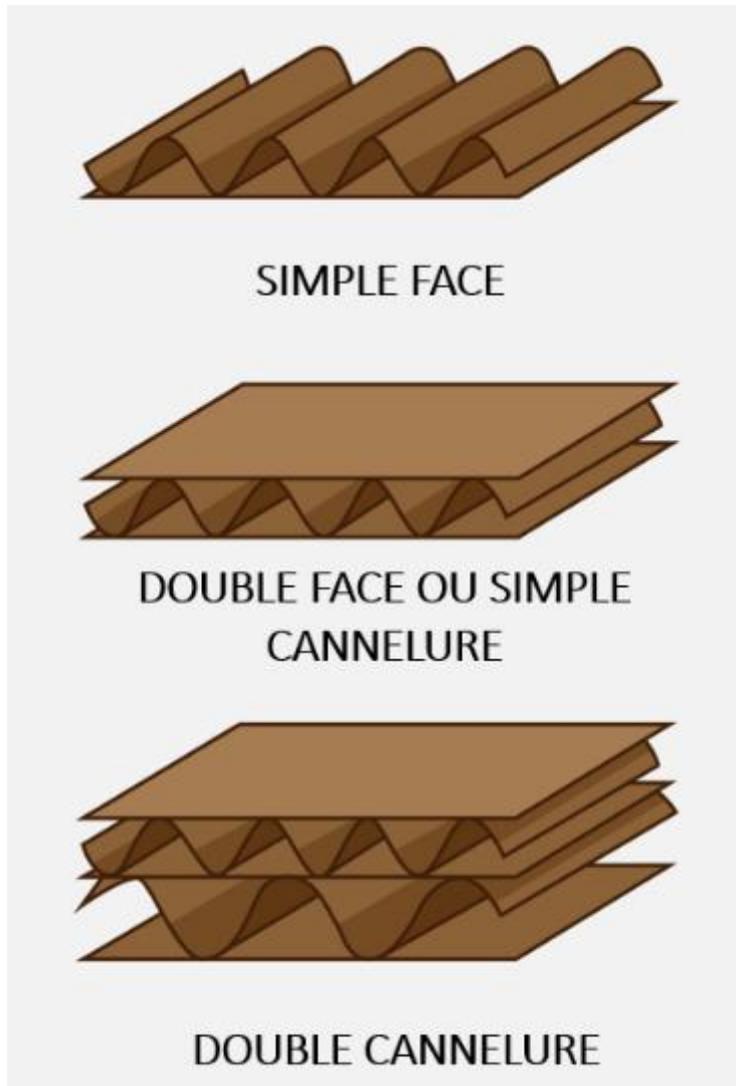


Figure 28 : types de cartons produits par Général Emballage SPA. [23]

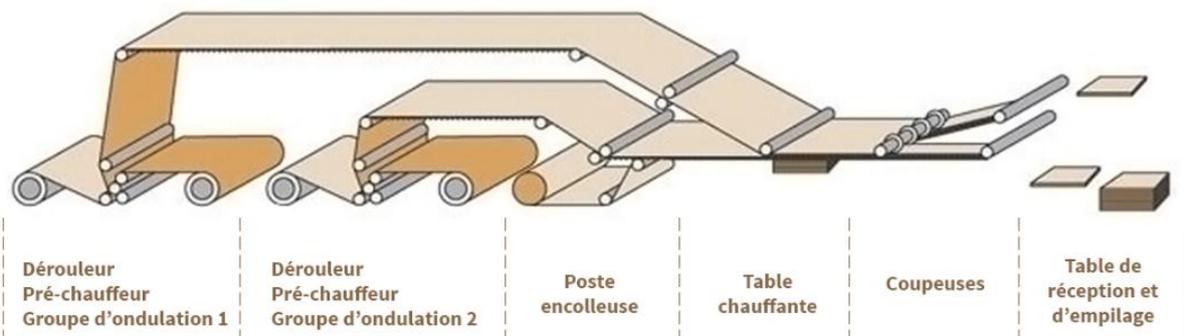


Figure 29 : machine à carton ondulé. [24]

- **La transformation du carton ondulé** : dans cette étape, plusieurs processus sont appliqués sur le carton, selon la commande du client, les 10

Chapitre 3

machines présentes pour la partie transformation permettent de faire tout type de transformation sur le carton ondulé (emboîter, rouler, découper, ...) avec réalisation de post impression haute résolution, utilisant jusqu'à six couleurs avec verni intégral ou sélectif.

À l'issue de ces transformations, plusieurs produits en ressortent, nous citons : les caisses américaines, les BOX, les barquettes et découpes, PAV (prêt à vendre) / PLV (publicité sur lieu de vente), aliments à emporter, bureau et archivage, plateaux fruits et légumes ; que nous allons voir (respectivement) dans les figures ci-dessous. [22]

Figure 20 : caisse Nestlé. [22]



Figure 31 : un BOX. [22]

Figure 32 : barquette jus Ifruit. [22]



Figure 33 : PAV jus Rouiba. [22]

Chapitre 3

Figure 34 : boîte pour pizza. [22]

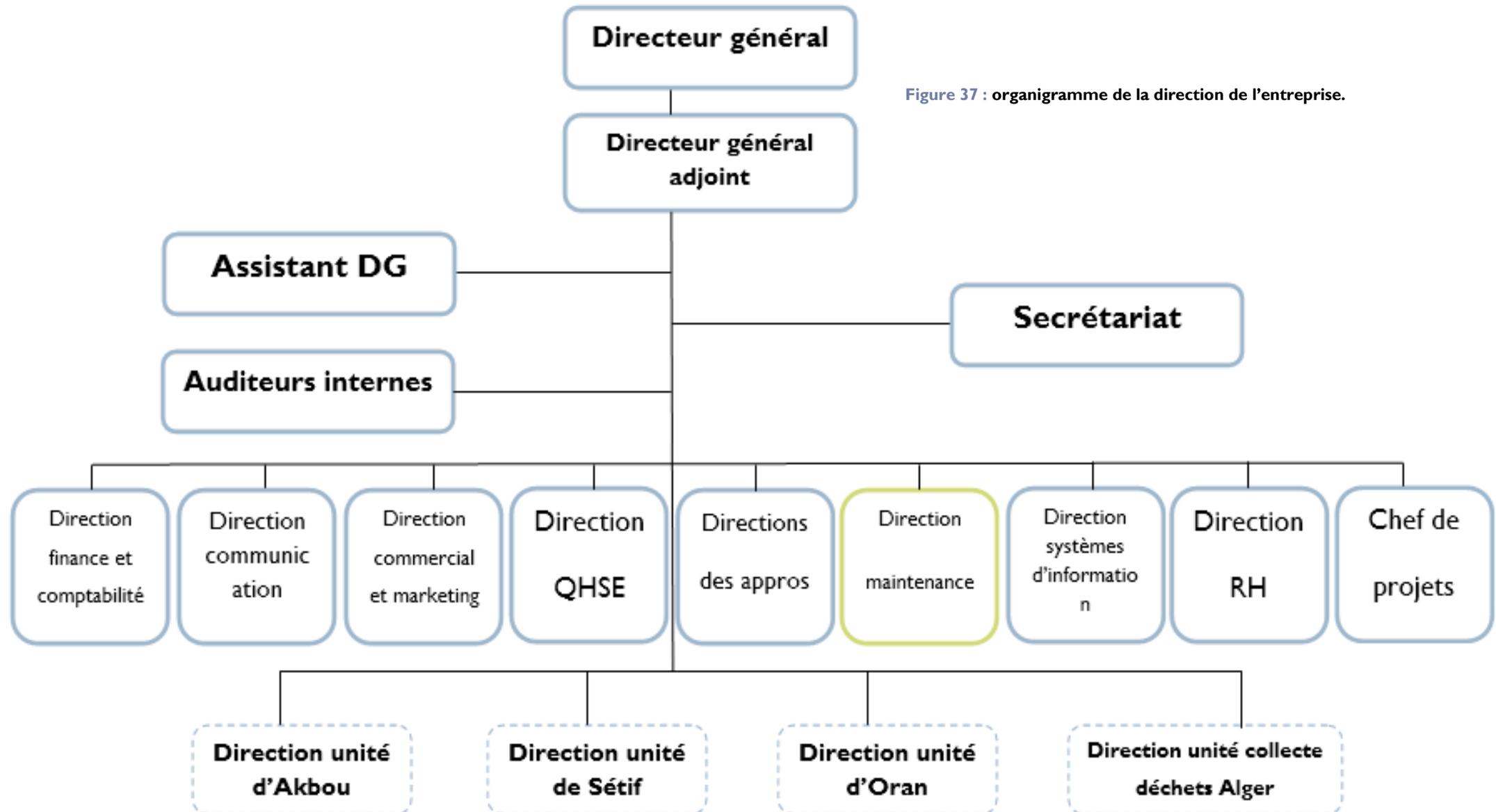


Figure 35 : boîte d'archives. [22]



Figure 36 : caisse pour fruit Slatna. [22]

Chapitre 3



Chapitre 3

8.1.3 Le cadre du stage : après avoir été reçus dans le bureau du directeur de la maintenance Mr. Mustapha MEZGHRANI le 1er jour du stage, une réunion a été faite en guise d'exposer les différents besoins et attentes du service de maintenance, afin de développer ensemble une ou des idées de projets qui pourraient intéresser l'entreprise, et ce, dans le cadre de la migration d'une politique de maintenance préventive à une politique de maintenance prédictive en vue de s'aligner avec les principes de la quatrième révolution industrielle (industrie 4.0) ; une fois le besoin mieux encadré, Mdm. Katia AMIMEUR qui travaille dans le bureau des méthodes maintenance fut invitée pour rejoindre la séance de brainstorming, et la charger du suivi du projet en s'assurant de nous offrir tout le support nécessaire. Une fois la séance de travail terminée, nous avons accompagné Mdm. AMIMEUR dans son bureau là où nous avons rencontré un à un les trois techniciens chargés de nous faire visiter les 3 sites (production, transformation 1 et transformation 2) afin de comprendre le processus de l'entreprise, et éventuellement trouver des pistes d'améliorations sur lesquelles nous travaillerons dans notre projet ; une fois la visite terminée l'après-midi, nous avons récupéré un échantillon de données du service maintenance pour les analyser afin d'évaluer la faisabilité des différentes alternatives ; au cours du reste de la journée et du jour qui en suit, nous avons analysé et imaginé différentes alternatives dont nous citons quelques-unes : (i) le calcul de la durée de vie utile des machines (projet qui s'inscrit parfaitement dans la stratégie de l'entreprise visant à migrer vers une politique de maintenance prédictive), (ii) application permettant de définir la priorité d'intervention sur les anomalies (P1, P2 et P3) à l'aide d'un algorithme basé sur le machine learning qui définit la criticité de l'anomalie et prend en considération la disponibilité des pièces de rechange gérées dans le magasin PDR, (iii) simulation du système en intégrant les indicateurs de la maintenance pondérés pour faire une projection à long terme, et estimation des KPI afin de trouver les bonnes actions à entreprendre de façon proactive pour amortir et éventuellement éviter les scénarios non désirés. Durant le troisième jour, nous avons fait une deuxième réunion avec Mr. Le directeur pour discuter une dernière fois des alternatives qu'on ait proposé, et nous nous sommes tous mis d'accord sur la primordialité de notre projet actuel qui est le développement d'un outil d'aide à la décision, permettant la visualisation des données du service via une discipline permettant aux entreprises de culminer, il s'agit de la business intelligence (informatique décisionnelle), et ce, par le biais d'une retranscription des tableaux de bord du service en premier temps, à l'aide du logiciel sous Microsoft office PowerBI dans des graphes dynamiques, stratégique qui offre un meilleur aperçu des indicateurs mesurant la performance du service et avec moindre erreur, nos tableaux de bords permettrons également une meilleure traçabilité des données avec une option de filtrage plus efficace, ensuite il serait intéressant d'utiliser cet outil en guise de suivre les informations prélevées via les rondes journalières que fait le service maintenance en guise d'alternative en attendant de se procurer des capteurs IOT permettant un suivi à temps réel des paramètres significatifs dans le cadre d'une maintenance prédictive.

Chapitre 3

8.2 Management des activités de la maintenance : pour assurer la bonne gestion des activités du service, un nombre de tableaux a été mis en place pour suivre et contrôler sa performance, mentionnant certains tableaux :

- Synthèse hebdomadaire globale des activité maintenance : c'est un tableau permettant de calculer par ligne différents ratios liés à l'exploitation du temps pour la maintenance préventive et corrective (P1, P2 et P3 distinctement).

Figure 38 : Synthèse hebdomadaire globale des activité maintenance.

DIRECTION MAINTENANCE											Date du jour :	18/05/2022
DONNEES SOURCES : GMAO / DIMOMAIN												
Unité de Production : AKBOU / Structure Maintenance												
Synthèse Globale de l'Activité Maintenance Hebdomadaire : Service Des Méthodes												
Semaine N° :.....	CHARGE & RATIOS MAINTENANCE HEBDOMADAIRE (MPR et CORR P1, P2, & P3).											
	Résumé de la Charge Globale de l'Activité Maintenance Sur la Semaine de 7/7 Jours			Résumé Maintenance Préventive Week-End Vendredi-Samedi (Incluant le Correctif P3 Planifié).				Résumé Maintenance Correctif P1/P2 (Dim au Jeudi)			Manque A Gagner	
Lignes de Production	Total Heures Disponib Effectif Maintenance Semaine de 7/7 Jours	Total Heures Maintenance Réalisées Semaine de 7/7 Jours	RATIO% (Taux).	Total Heures Préventives Dispo Vendredi / Samedi	Total Heures Préventives réalisées Vendredi / Samedi	Total Heures CORR Planifié (P3) Réalisées Ven / Sam	RATIO% (Taux)	Total Heures Maintenance Disponibles Dim-> Jeudi	Total Heures Maintenance Réalisées Dim-> Jeudi	RATIO% (Taux).	Total Heures Disponibles Non Utilisées	
Onduleuse FOSBER	Valeur FIXE = 07 jours X 07 Heures X Nombre d'Employés Présents.	Total Heures BT Fosber	#VALEUR!	Valeur FIXE = 02 jours X 07 Heures X Nombre d'Employés Présents.			#VALEUR!	Valeur FIXE = 05 jours X 07 Heures X Nombre d'Employés Présents.		#VALEUR!	#VALEUR!	
Transformation 924 M		Total Heures BT 924 NT	#VALEUR!				#VALEUR!		#VALEUR!			
Transformation 924 P		Total Heures BT 924 RS	#VALEUR!				#VALEUR!		#VALEUR!			
Transformation Exper-Cut Line 1.6		Total Heures BT BOBST	#VALEUR!				#VALEUR!		#VALEUR!			
Utilités, et Divers..		Total Heures BT Utilités	#VALEUR!				#VALEUR!		#VALEUR!			
TOTAL			#VALEUR!			#VALEUR!			#VALEUR!	#VALEUR!		

- **Gestion du personnel :** c'est un tableau rafraichi de façon mensuelle, qui permet le suivi le temps de charge du des techniciens de la maintenance.



INDUSTRIE DU CARTON ONDULE CORRUGATED CARDBOARD INDUSTRY

SEGE SOCIAL & Usine d'Alger: Z.A.C Taharachi Akbou 05001 - W. Bejaia - Algérie
 Tél. : 00 213 34 19 51 97 / 98 - Fax : 00 213 34 19 51 89 / 95
 E-mail : contact@generalemballage.com
 Usine SETIF : Z.E.A. Sème Tranche N° 15 B - BP 390 bis - 19000 SETIF
 Tél. : 00 213 36 93 51 30 / Fax : 00 213 36 93 60 96
 E-mail : ge.setif@generalemballage.com
 Usine ORAN : 21 Hassi Amour N° 04 - 804 N°10 commune Hassi Boucif 31121 Oran
 Tél. : 00 213 40 23 57 20 / Fax: 00 213 40 23 79 65
 E-mail : ge.oran@generalemballage.com
 www.generalemballage.com

Temps de charge mensuel maintenance Onduleuses et Transformations du mois de MARS 2022

Intervenants en Surface Onduleuses Atelier

Matricule	Intervenant	Temps de charge (h) Réaliser	Nombre de jours Travailler	Temps de Charge(h) en Moyenne/Jours	Temps d'intervention Préventif + Renovation + inspection	Temps d'intervention Correctif + Divers (Travaux programmer au cours de la semaine)	Nombre d'interventions
2042	Mazouzi Nassim	19,50	2	9,75	2	17,5	7
2033	ARROUM Nadir	249,91	27	9,26	241,41	8,5	32
2205	SIDI ALI Nabil	222,66	26	8,56	102,09	120,57	35
2113	ABBAS Kamel	195,41	24	8,14	174,66	20,75	30
2250	NAIT AMARA Loucif	204,82	26	7,88	192,07	12,75	40

Figure 39 : temps de charge mensuel des intervenant maintenance.

Chapitre 3

En plus de ça, le service maintenance calcul d'autres KPI considérés fondamentaux en matière de maintenance, on calcul les deux indicateurs : (i) le MTBF (mean time between failures), il représente la durée moyenne du bon fonctionnement d'un équipement, ou autrement dit, le temps moyen entre deux pannes successive ; et (ii) le MTTR (mean time to repair), il indique le temps moyen passé dans la réparation d'un bien ; ces indicateurs permettent effectivement de réaliser le concept FMD (fiabilité-maintenabilité-disponibilité) ; le TRS (taux de rendement synthétique) est aussi calculé par la structure maintenance, car cet indicateur permet de suivre les taux d'utilisation machines, c'est le rapport entre la production réelle et théorique, et il est lié aux activités des trois structures (maintenance, production et qualité), en effet il est calculé à partir du produit de trois taux (disponibilité, performance et qualité) :

- Le taux de disponibilité qui est fortement lié aux activités de la maintenance vu qu'il est influencé par les pannes machines, cependant beaucoup de facteurs peuvent régir une panne machine, donc il faudrait remonter jusqu'à la source du problème. Il est égal au : $\frac{\text{le temps brut}}{\text{le temps requis}}$

- Le taux de performance, il est directement lié aux activités de la maintenance car il est influencé par les micros arrêts ainsi que les baisses de cadence. Son calcul est le suivant : $\frac{\text{le temps net}}{\text{le temps brut}}$

- Le taux de qualité qui reflète notamment les pertes dû à des défauts de qualité du produit. Il est calculé comme suite : $\frac{\text{le temps util}}{\text{le temps net}}$

Le calcul de ces indicateurs au niveau de ce service se fait comme suite :

$$MTBF = \frac{\text{heures ouvrables} - \sum \text{durée de panne}}{\text{nombre de pannes}}$$

$$MTTR = \frac{\sum \text{durée de panne}}{\text{nombre de pannes}}$$

$$TRS = \frac{\text{le temps utile}}{\text{le temps requis}}$$

Chapitre 3

				Disponibilité	Performance	Qualité
				B/R	N/B	U/N
T Temps total	Fermeture atelier	O Temps d'ouverture	Arrêts planifiés	NR Temps non requis		
			R Temps requis	Pannes		
			B Temps brut	Micros arrêts	N Temps net	Rebuts retouchés
						U Temps utile

Tableau 2 : les temps considérés dans le calcul des KPI.

III.9. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons passé en revue les différents types d'indicateurs qui existent, la méthodologie à suivre pour définir son besoin et choisir les indicateurs qui lui conviennent jusqu'à l'arrivée au stade de construction, pour finir nous avons fait un petit rapport de stage fait à l'usine de général emballage site d'Akbou, où l'on a eu à travailler sur les tableaux de bord de la structure maintenance. Le travail fait sera durant le stage sera exposé dans le chapitre qui suit.

Chapitre IV : Travail réalisé.

Chapitre 2

IV. 1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons présenter notre outil d'aide à la décision développé sous le logiciel Microsoft office PowerBI, tel que nous exposons les quatre tableaux de bord : (i) les indicateurs de performance clefs, (ii) les arrêts machines journaliers, (iii) synthèse hebdomadaire des activités maintenance et (iv) gestion des ressources humaines. Nous allons montrer pour chaque tableau de bord, l'ancien tableau de bord utilisé par l'entreprise, la source de données utilisée pour implémenter notre tableau de bord et qui est issue d'une transformation des données des anciens tableaux, et bien sûr le nouveau tableau de bord qui est une retranscription développée des anciens tableaux, et qui nous permettent une meilleure visibilité et facilite la prise de décision avec moins d'erreurs possibles. Pour finir, nous allons proposer un indicateur de performance clef, permettant de corrélérer entre les activités de la maintenance et celles de la production, afin de déterminer l'efficacité des interventions de la maintenance.

IV. 2. Le tableau de bord des KPI's :

2.1 Le tableau de bord développé : Ce tableau de bord permet de suivre les indicateurs de performances clés de l'activité maintenance. Il permet responsables de la structure maintenance de piloter efficacement leur activité et de repérer facilement les changements au niveau de leur structure. Les KPI's élaborés avec leurs interprétations sont détaillés ci-dessous.

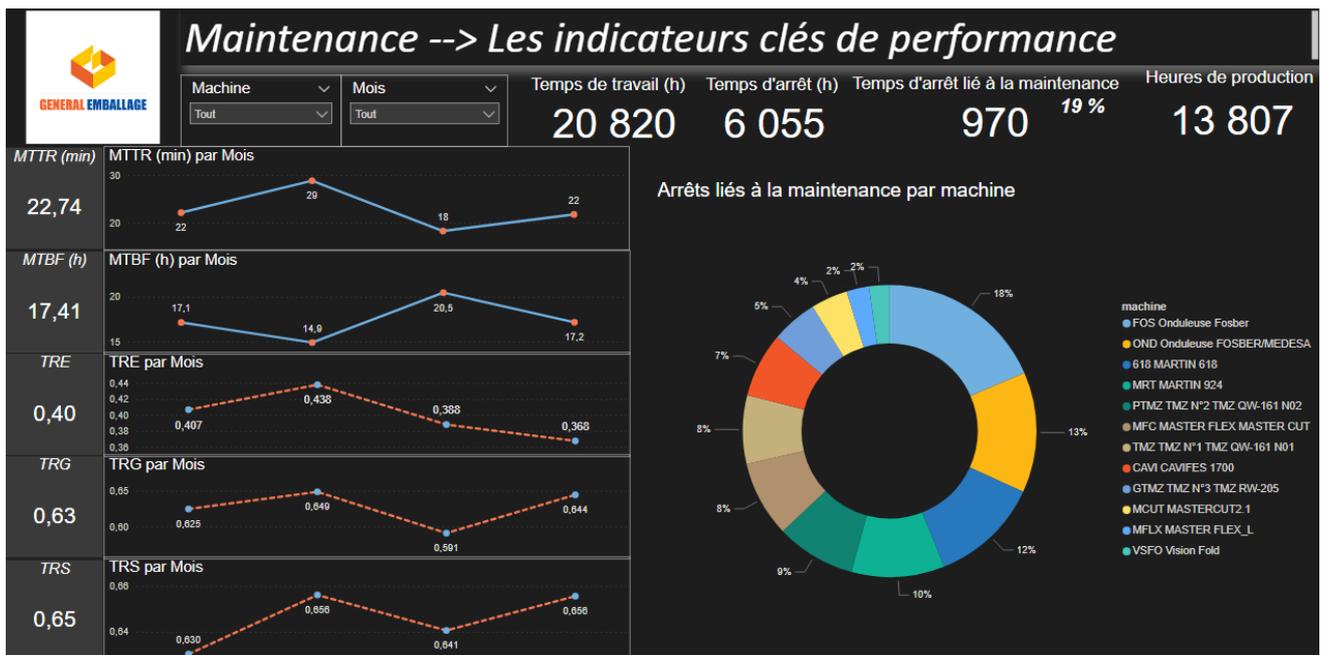


Figure 40 : Tableau de bord pour le suivi des KPI's développé sous PowerBI.

Chapitre 2

mois	machine	temps total	heures ouvrables	temps de travail	heures de production	temps d'arrêts	arrêts liés à la maintenance	portion du temps d'arrêt	n.panne	MTBF	MTTR	MTTR(m)	TRS	TRG	TRE
janv-22	FOS Onduleuse Fosber	744	536,38	536,38	416,07	119,05	80,05	67,24%	418	1,09	0,19	11,49	77,57%	77,57%	55,92%
janv-22	OND Onduleuse FOSBER/MEDESA	744	534,75	529,30	397,77	107,52	55,77	51,87%	265	1,81	0,21	12,63	75,15%	74,38%	53,46%
janv-22	618 MARTIN 618	744	522,43	518,87	377,90	133,65	40,38	30,22%	235	2,05	0,17	10,31	72,83%	72,33%	50,79%
janv-22	CAVI CAVIFES 1700	744	432,97	432,97	275,03	151,97	28,55	18,79%	34	11,89	0,84	50,38	63,52%	63,52%	36,97%
janv-22	GTMZ TMZ N°3 TMZ RW-205	744	326,52	324,95	156,47	149,97	9,03	6,02%	28	11,34	0,32	19,36	48,15%	47,92%	21,03%
janv-22	MCUT MASTERCUT2.1	744	535,48	535,48	426,93	62,05	10,03	16,17%	45	11,68	0,22	13,38	79,73%	79,73%	57,38%
janv-22	MFC MASTER FLEX MASTER CUT	744	534,83	522,73	329,88	141,40	41,30	29,21%	152	3,25	0,27	16,30	63,11%	61,68%	44,34%
janv-22	MFLX MASTER FLEX_L	744	535,08	522,97	326,80	166,63	4,20	2,52%	4	132,72	1,05	63,00	62,49%	61,07%	43,92%
janv-22	MRT MARTIN 924	744	534,45	517,97	399,37	103,88	18,22	17,54%	111	4,65	0,16	9,85	77,10%	74,72%	53,68%
janv-22	PTMZ TMZ N°2 TMZ QW-161 N02	744	302,20	302,18	122,27	158,08	10,60	6,71%	38	7,67	0,28	16,74	40,46%	40,46%	16,43%
janv-22	TMZ TMZ N°1 TMZ QW-161 N01	744	478,13	478,13	246,97	183,27	19,60	10,69%	93	4,93	0,21	12,65	51,65%	51,65%	33,19%
janv-22	VSFO Vision Fold	744	351,78	351,78	156,53	167,05	13,25	7,93%	27	12,54	0,49	29,44	44,50%	44,50%	21,04%
févr-22	FOS Onduleuse Fosber	672	485,88	484,18	417,98	66,05	30,62	46,35%	217	2,10	0,14	8,47	86,33%	86,03%	62,20%
févr-22	OND Onduleuse FOSBER/MEDESA	672	487,00	478,02	394,78	69,08	26,47	38,31%	197	2,34	0,13	8,06	82,59%	81,06%	58,75%
févr-22	618 MARTIN 618	672	487,72	480,40	403,92	74,03	19,20	25,93%	94	4,98	0,20	12,26	84,08%	82,82%	60,11%
févr-22	CAVI CAVIFES 1700	672	386,40	386,30	248,37	123,65	20,07	16,23%	13	28,18	1,54	92,62	64,29%	64,28%	36,96%

Figure 41 : Sources de données du tableau de bord des KPI's.

2.2 La source de données de ce tableau de bord : La source de

données de notre tableau de bord est un fichier Excel avec 16 colonnes :

- Une colonne date pour filtrer les mois.
- Une colonnes Machine pour permettre à l'utilisateur du tableau de bord d'appliquer des filtres par machines.
- Sept colonnes (Temps total, temps ouvrable, temps de travail, heures de production, temps d'arrêt, nombre de pannes et arrêts liés à la maintenance) pour nous permettre de faire le calcul des KPI's.
- Six colonnes qui représentent les KPI's à suivre (Portion du temps d'arrêt lié à la maintenance, MTBF, MTTR, TRS, TRG, TRE), La méthode de calcul de chaque KPI's est la suivante :

- Portion du temps d'arrêt lié à la maintenance =
$$\frac{\text{Temps d'arrêt lié à la maintenance}}{\text{Temps d'arrêt globale}}$$
- MTBF =
$$\frac{\text{heures ouvrables} - \text{arrêts liés à la maintenance}}{\text{nombre de pannes}}$$
- MTTR =
$$\frac{\text{Temps d'arrêt lié à la maintenance}}{\text{Temps d'arrêt globale}}$$
- TRS =
$$\frac{\text{heures de production}}{\text{Temps de travail}}$$
- TRE =
$$\frac{\text{heures de production}}{\text{Temps total}}$$
- TRG =
$$\frac{\text{heures de production}}{\text{heures ouvrables}}$$

2.3 Les éléments de ce tableau de bord et leurs interprétations :

- Temps de travail** : il représente le temps fictif ou les machines ont faites de la production.
- Le temps d'arrêt** : il représente le temps d'arrêt globale autrement dit ce résultat inclue les arrêts liés à la production et ceux de la qualité. On récupère cette information à partir du système d'information lié à la maintenance
- Temps d'arrêt lié à la maintenance** : Cette colonne nous donne en heure les arrêts liés à la maintenance parmi tous les arrêts.
- Portion du **temps d'arrêt lié à la maintenance** (en %)
- Total heures de production disponible.

Chapitre 2

Temps de travail (h)	Temps d'arrêt (h)	Temps d'arrêt lié à la maintenance	Heures de production
20 820	6 055	970 ^{19 %}	13 807

Figure 42 : composant du tableau de bord des KPI's.

6. Graphe pour le suivi mensuel de la valeur du MTTR on peut également appliquer un filtre par machine pour suivre la valeur de cet indicateur par machine : MTTR ou temps moyen de réparation, cette valeur nous permet de prévoir approximativement le temps requis pour réparer une panne sur une machine donnée ce qui permet au directeur de faire des plannings de maintenance plus efficace.
7. Graphe pour le suivi mensuel de MTBF avec possibilité de filtrer par machine : l'intérêt du calcul du MTBF ou le temps de bon fonctionnement est d'avoir plus d'information sur la fiabilité des équipements utilisés et aussi de prévoir les pannes et donc d'adapter sa stratégie maintenance.
8. Graphe pour le suivi mensuel du TRS avec possibilité de filtrer par machine : **Le taux de rendement synthétique (TRS)** : c'est l'indicateur qui permet de suivre le taux d'utilisation des machines, c'est le rapport entre la production réelle et théorique. La formule qui nous permet de le calculer est la suivante :

$$TRS = \frac{\text{le temps utile}}{\text{le temps requis}}$$

Notons que plus le TRS se rapproche de la valeur 1, plus nos sont exploités. Le TRS est dépendant de trois paramètres : (i) le taux de disponibilité qui est fortement lié aux activités de la maintenance vu qu'il est influencé par les pannes machines, cependant beaucoup de facteurs peuvent régir une panne machine, donc il faudrait remonter jusqu'à la source du problème ; (ii) le taux de performance, il est directement lié aux activités de la maintenance car il est influencé par les micros arrêts ainsi que les baisses de cadence ; (iii) le taux de qualité qui reflète notamment les pertes dû à des défauts de qualité du produit.

$$i = \frac{\text{le temps brut}}{\text{le temps requis}}$$

$$ii = \frac{\text{le temps net}}{\text{le temps brut}}$$

$$iii = \frac{\text{le temps util}}{\text{le temps net}}$$

Le TRS est aussi calculé en multipliant les paramètres décrits ci-dessus.

9. Graphe pour le suivi mensuel du TRG avec possibilité de filtrer par machine. **Le taux de rendement global (TRG)** : permettant de mesurer le taux d'utilisation des équipements de l'usine par rapport à leur potentiel total, cet indicateur contrairement au précédent, prend en considération les arrêts planifiés, et donc, il permet de faire une mesure plus générale de l'exploitation des biens de production. La formule permettant de le calculer est :

Chapitre 2

$$TRG = \frac{\textit{le temps utile}}{\textit{le temps d'ouverture}}$$

10. Graphe pour le suivi mensuel du TRE avec possibilité de filtrer par machine.

Le taux de rendement économique (TRE) : il mesure le ratio d'occupation des moyens de production. Il inclut tous les temps y compris les temps de fermeture des ateliers, il rapporte donc le temps de fonctionnement au temps total de possession du bien. Autrement dit, il mesure la rentabilité d'exploitation des biens. Le taux est calculé comme suite

$$TRE = \frac{\textit{le temps utile}}{\textit{le temps total}}$$

			Disponibilité	Performance	Qualité		
			B/R	N/B	U/N		
T Temps total	Fermeture atelier		NR Temps non requis				
	O Temps d'ouverture	Arrêts planifiés					
		R Temps requis	Pannes				
			B Temps brut			Micros arrêts	
						N Temps net	Rebuts retouches
		U Temps utile					

Tableau 3 : calcul des taux de rendement économique, globale et synthétique.

11. La valeur de chacun des indicateurs (MTBF, MTTR, TRS, TRG, TRE) sur toutes les périodes et pour toute l'usine avec possibilité de filtrer par moi et par machine.

Chapitre 2

IV. 3. Les arrêts machines journaliers :

3.1 L'ancien tableau de bord :

 <small> SIEGE SOCIAL : 5, Avenue d'Alger, S.A.C. Industrielle Akbou 08001 - W. Béjaïa - Algérie Tél : 00 213 24 184 07 70 - Fax : 00 213 24 184 08 70 E-mail : contact@generalemballage.com Adresse : 5, Avenue d'Alger, Akbou, Algérie 08001 - 19000 BE.TP Tél : 00 213 24 184 07 70 - Fax : 00 213 24 184 08 70 E-mail : contact@generalemballage.com Adresse : 5, Avenue d'Alger de 08 00 01 10 Commune Hassi Boucif 31121 Oran Tél : 00 213 41 28 22 22 - Fax : 00 213 41 28 22 22 E-mail : general@generalemballage.com www.generalemballage.com </small>												
DIRECTION MAINTENANCE												
DONNEES SOURCES : GMAO / DIMOMAIN / PC-TOPP												
Unité de Production : AKBOU Structure Maintenance												
Résumé des Arrêts Journaliers										Service Des Méthodes		Date : 15/05/2022
Résumé du : __/__/2022. A : __/__/2022.												
Production - PC-TOPP (ERP).					Maintenance - DimoMaint (GMAO).							
Machine	Nbr de panne	Origine Ou Cause de la panne	Temps d'Arrêt en Heures	Nature de l'Arrêt	N° BT	Priorité	Temps Interv en H	Temps Indispo en H	Surface / Equipe	Intervenant	Descriptif Des Travaux Réalisés.	
FOS Onduleuse Fosber												
Sous - TOTAL												
OND Onduleuse FOSBER/MEDESA												
Sous - TOTAL												
MARTIN 618												

Figure 43 : ancien tableau des résumés journaliers des arrêts.

3.2 Le tableau de bord développé : Ce temps de bord donné une vision globale sur les activités quotidiennes du département maintenance, on peut également aller plus en détail en appliquant les filtres disponibles sur ce tableau. Ainsi nous pourrons faire des analyses journalière, mensuelle, par machine ou pour toute l'usine par une seule clique ce qui optimise le processus de prise de décision et le réduit le temps requis pour la communication des résultats et des conclusions.

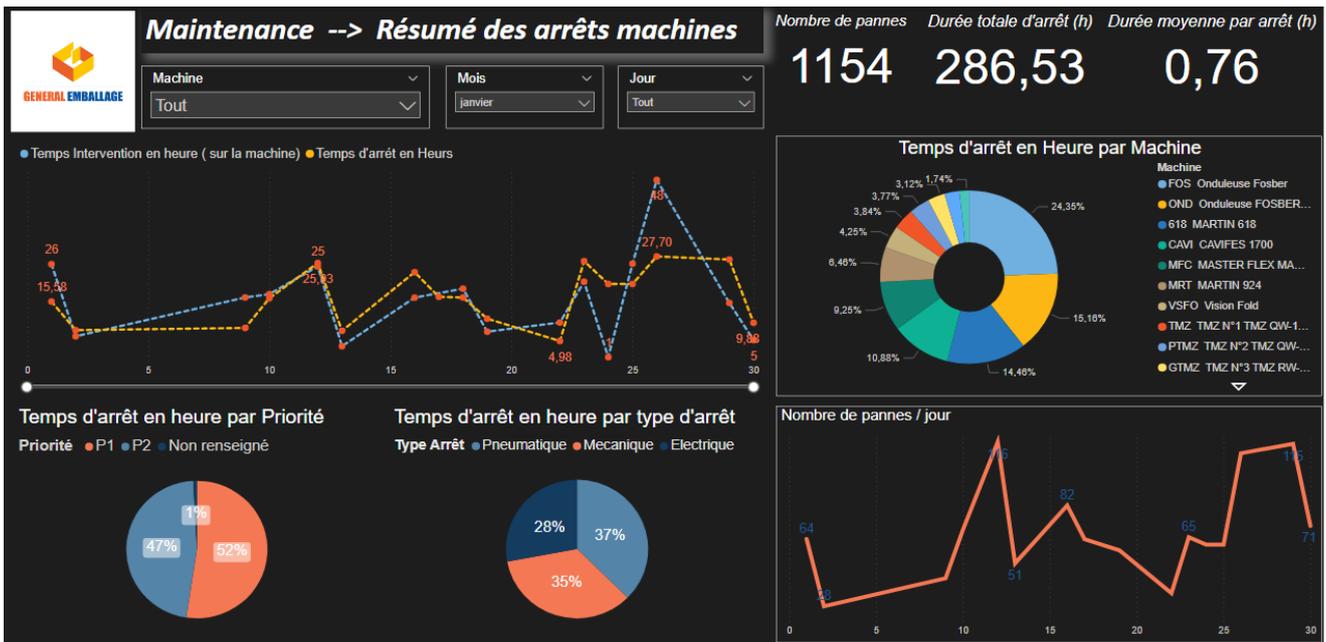


Figure 44 : Tableau de bord résumé des arrêts machines développé sous PowerBI.

Chapitre 2

3.3 La source de données de ce tableau de bord :

Production - PC-TOPP(ERP)		DimoMaint	Production - PC-TOPP(ERP)		Maintenance - DimoMaint (GMAO)							
Date	Machine	Nbr de panne (Nbre de BT)	Organe	Temps d'arrêt en Heurs	N° BT	Priorité	Type Arrêt	Temps Interv. en H	Temps Indispo en H	Surface/Equip	Anomalie	Intervenant
01/01/2022	FDS Chaudière Foster	3	Smart	0,67	85560	P1	Electrique	1	1	Surface	Non renseigné	Ourabah Nadim/layout Dihad
01/01/2022	FDS Chaudière Foster	4	Presse à balles	2,38	85410	P2	Mecanique	10	10	Equipe	Non renseigné	Mayout Dihad/Ourabah Nadir
01/01/2022	CND Chaudière FOSBER/MEDESA	6	Aspirateurs	2,18		Non renseigné	Pneumatique			Surface	Non renseigné	
01/01/2022	CND Chaudière FOSBER/MEDESA	6	SJM	0,77	85688	P1	Electrique	1	1	Equipe	Non renseigné	Ben azzoug Karim/Ferrah Salem

Figure 45 : Source de données du tableau de bord résumé des arrêts machines.

La source est une base de données Excel avec 13 colonnes. Cette base de données est alimentée à partir des deux systèmes d'information PC-TOPP (ERP) et DimoMaint (GMAO)

3.4 Les composants du tableau de bord et leurs interprétations :

- **Nombre de pannes** : donne le nombre de pannes par mois, par machine ou pour toute l'usine.
- **Durée totale d'arrêt** : c'est la durée d'arrêt globale en heure pour toute les machines, ou on peut filtrer par machine.
- **Durée moyenne par arrêt** : cette valeur nous permet de prévoir approximativement la durée moyenne des prochains arrêts.
- **Anneau présentant le temps d'arrêt en heure par machine** : cette représentation nous permet de déceler les machines qui causes les plus de pannes, et donc en les ciblant avec des plans d'action et en agissant sur ces machines là nous allons réduire d'une façon significative les arrêts de cette machine est donc par la suite réduire la durée total d'arrêt pour toute l'usine.
- **Temps d'arrêt en heure et nombre de pannes par jour** : le suivi de ces deux indicateurs sur tout le mois permet à l'utilisateur de détecter les tendances et de remarquer les changements et les fluctuations pour ensuite élaborer des plans d'action pour tenter d'équilibrer ces derniers en les minimisant.
- **Temps d'arrêt en heure par type d'arrêt** : c'est un indicateur qui nous permet de repérer les types d'arrêts qui causent le plus d'arrêt, en ayant cette information il sera plus facile de détecter les causes principales des pannes et même d'orienter sa stratégie maintenance en formant le personnel pour ce type de pannes.
- **Temps d'arrêt par priorité** : il existe pour les interventions trois types de priorités :
 - PI : Intervention immédiate (concerne les anomalies qui sont liées à la sécurité, ou à la qualité du produit.)
 - P2 : intervention requise dans les 24 heures qui suivent la demande d'intervention
 - P3 : Correctif planifié pour le week-end
 La part de chaque priorité dans les arrêts nous permet d'avoir une vision sur l'urgence des interventions effectuées, et donc savoir si la maintenance de l'entreprise est plus proactive ou réactive, autrement dit, savoir si le service maintenance arrive à maitriser les pannes, à les prévoir et à les éviter par une

Chapitre 2

maintenance préventive efficace ou il a tendance à travailler toujours en urgence en agissant là plus part du temps en mode pompier.

IV. 4. Synthèse hebdomadaire des activités maintenance :

4.1 L'ancien tableau de bord :

DIRECTION MAINTENANCE			Date du jour :			18/05/2022				
DONNEES SOURCES : GMAO / DIMOMAIN										
Unité de Production : AKBOU /			Structure Maintenance							
Synthèse Globale de l'Activité Maintenance Hebdomadaire :			Service Des Méthodes							
Semaine N° :	CHARGE & RATIOS MAINTENANCE HEBDOMADAIRE (MPR et CORR P1, P2, & P3).									
	Résumé de la Charge Globale de l'Activité Maintenance Sur la Semaine de 7 / 7Jours			Résumé Maintenance Préventive Week-End Vendredi-Samedi (Incluant le Correctif P3 Planifié).				Résumé Maintenance Correctif P1/P2 (Dim au Jeudi)		Manque A Gagner
Lignes de Production	Total Heures Disponib Effectif Maintenance Semaine de 7/7 Jours	Total Heures Maintenance Réalisées Semaine de 7/7 Jours	RATIO % (Taux).	Total Heures Préventives Dispo Vendredi / Samedi	Total Heures Préventives réalisées Vendredi / Samedi	Total Heures CORR Planifié (P3) Réalisées Ven / Sam	RATIO % (Taux)	Total Heures Maintenance Disponibles Dim → Jeudi	Total Heures Maintenance Réalisées Dim → Jeudi	Total Heures Disponibles Non Utilisées
Onduleuse FOSBER		Total Heures BT Fosber	#VALUE!				#VALUE!			#VALUE!
Transformation 924 NT		Total Heures BT 924 NT	#VALUE!				#VALUE!			#VALUE!
Transformation 924 RS	Valeur FIXE = 07 jours X 07 Heures X Nombre d'Employés Présents.	Total Heures BT 924 RS	#VALUE!	Valeur FIXE = 02 jours X 07 Heures X Nombre d'Employés Présents.			#VALUE!	Valeur FIXE = 05 jours X 07 Heures X Nombre d'Employés Présents.		#VALUE!
Transformation Exper-Cut Line 1.6		Total Heures BT BOBST	#VALUE!				#VALUE!			#VALUE!
Utilités, et Divers..		Total Heures BT Utilités	#VALUE!				#VALUE!			#VALUE!
TOTAL			#VALUE!				#VALUE!			#VALUE!

Figure 46 : ancien tableau de la synthèse hebdomadaire de l'activité maintenance.

4.2 Le tableau de bord développé : L'intérêt de ce tableau de bord et qu'il permet d'avoir une vision plus au moins globale de toutes les activités de la maintenance mais aussi sur une durée relativement courtes (la semaine). Donc il facilite la détection des écarts et des sources de perte pour ensuite les éliminer avant qu'elles influent sur le rondement globale du département.

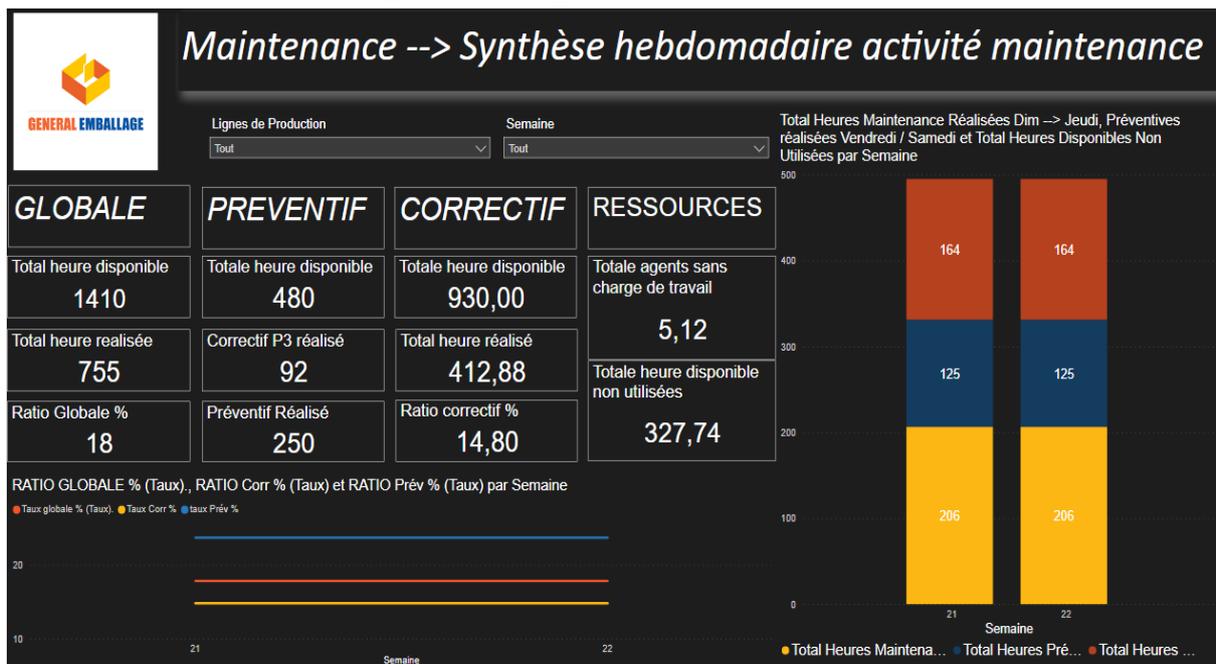


Figure 47 : Tableau de bord synthèse hebdomadaire de l'activité maintenance développé sous PowerBI.

Chapitre 2

4.3 La source de données de ce tableau de bord :

		Résumé de la Charge Globale de l'Activité Maintenance Sur la Semaine de 7 / 7Jours			Résumé Maintenance Préventive Week-End Vendredi-Samedi (Incluant le Correctif P3 Planifié).				Résumé Maintenance Correctif P1/P2 (Dim au Jeudi)			Disponibilité Ressources	
Semaine	Lignes de Production	Total Heures Disponib Effectif Maintenance Semaine de 7/7 Jours	Total Heures Maintenance Réalisées Semaine de 7/7 Jours	RATIO GLOBALE % (Taux)	Total Heures Préventives Dispo Vendredi / Samedi	Total Heures Préventives réalisées Vendredi / Samedi	Total Heures CORR Planifié (P3) Réalisées Ven / Sam	RATIO Préventif % (Taux)	Total Heures Maintenance Disponibles Dim -> Jeudi	Total Heures Maintenance Réalisées Dim -> Jeudi	RATIO Corr % (Taux)	Total Heures Disponibles Non Utilisées	Total Agents Sans Charge de Travail /jour
21	Onduleuse FOSBER	352,5	55,42	15,72	120	6,25	20	21,88	232,5	29,17	12,55		
21	Transformation 924 NT		21,84	6,20		12	1,17	10,98		8,67	3,73		
21	Transformation 924 RS		17,67	5,01		12		10,00		5,67	2,44		
21	Transformation Exper-Cut		15,97	4,53		3,83		3,19		12,14	5,22		
21	Utilités, et Divers...		77,73	22,05		28,33	1,83	25,13		47,57	20,46		
21	TOTAL	352,50	188,63	53,51	120,00	62,41	23,00	71,18	232,50	103,22	44,40	163,87	2,56

Figure 48 : Source de données du tableau de bord synthèse hebdomadaire de l'activité maintenance.

Cette source de données est un fichier Excel représentant une synthèse hebdomadaire de toute l'activité maintenance, elle est devisée en 4 blocs :

1. Résumé hebdomadaire globale des activités maintenance

On trouve dans ce bloc une analyse superficielle globale de l'activité maintenance à savoir :

- Total heure disponible pour la maintenance
- Total heures réalisées
- Ratio globale = $\frac{\text{Total heures réalisées}}{\text{Total heures disponibles}}$

2. Résumé hebdomadaire des activités de le maintenance corrective (dimanche → jeudi)

Les mêmes informations citées dans le premier bloc sont inscrites dans ce deuxième bloc mais elles prennent en considération que les activités réalisées dans le cadre de la maintenance corrective.

- Taux du correctif = $\frac{\text{Total heures réalisées correctif}}{\text{Total heures disponibles correctif}}$

3. Résumé hebdomadaire des activités de le maintenance Préventive(Vendredi → Samedi) :

Suit la même logique des deux tableaux de bord précédents on se focalisant sur les activités de la maintenance préventive.

- Taux du préventif = $\frac{\text{Total heures réalisées préventif}}{\text{Total heure disponible préventif}}$

4. Disponibilité des ressources : Ce quatrième bloc communique les informations concernant l'utilisation des ressources disponible qui se résument dans le nombre d'intervenants sans charge par jour et le temps en heure disponible non utilisé.

Chapitre 2

4.4 Les composants de ce tableau de bord et leurs interprétations :

- L'architecture du tableau de bord suit la même logique du fichier Excel, les quatre blocs figurent avec les mêmes informations et avec leurs ratios respectifs. La communication de ces informations permet au directeur de la structure maintenance de situer son activité par rapport à l'objectif fixé qui d'atteindre les 20% de la maintenance corrective par rapport au 80% de la maintenance préventive.
- Histogramme imbriqué qui regroupe les heures globales réalisées dans la maintenance préventive, les heures globales réalisées dans la maintenance corrective et le total d'heure disponible non utilisées, l'intérêt de représenter ces trois informations sur la même échelle est de faciliter à l'utilisateur la comparaison entre les trois valeurs.
- Un graphe représente les valeurs des trois ratios (ratio globale, ratio maintenance préventive, ratio maintenance corrective) par semaine. L'entreprise vise à maximiser c'est ratios en guise de minimiser les pertes et de profiter aux maximum de la ressource temps disponible, donc la visualisation de ces ratios sur une échelle du temps bien détaillée permet de détecter facilement les écarts est donc d'élaborer par la suite des plans d'action afin de les minimiser.

IV. 5. Tableau de bord de la gestion des ressources humaines :

5.1 L'ancien tableau de bord :



GENERAL EMBALLAGE
INDUSTRIE DU CARTON ONDULE
CORRUGATED CARDBOARD INDUSTRY

SIÈGE SOCIAL : Le Maine d'Alger : Z.A.C. Taharouf Abou 06001 - W. Béjaïa - Algérie
Tel : 00 213 34 19 51 97 7 95 - Fax : 00 213 34 19 51 99 7 95
E-mail : contact@generalemballage.com
Le Maine BETIF : Z.E.A. Béjaïa Tranche N° 15 B1 - BP 390 bis - 19000 BETIF
Tel : 00 213 34 93 61 40 21 Fax : 00 213 34 93 61 40 95
E-mail : gpe.ams@generalemballage.com
Le Maine ORAN : Z.I. Hassan Avenue N° 04 - BOU N°10 commune Hassi Boucif 31121 Oran
Tel : 00 213 40 23 97 50 Fax : 00 213 40 23 79 65
E-mail : gpe.oran@generalemballage.com
www.generalemballage.com

Temps de charge mensuel maintenance Onduleuses et Transformations du mois de MARS 2022

Intervenants en Surface Onduleuses Atelier

Matricule	Intervenant	Temps de charge (h) Réaliser	Nombre de jours Travailler	Temps de Charge(h) en Moyenne/Jour	Temps d'intervention Préventif + Réovation inspection	Temps d'intervention Correctif + Divers (Travaux programmer cours de la semaine)	Nombre d'interventions
2042	Mazouzi Nassim	19,50	2	9,75	2	17,5	7
2033	ARROUM Nadir	249,91	27	9,26	241,41	8,5	32
2205	SIDI ALI Nabil	222,66	26	8,56	102,09	120,57	35
2113	ABBAS Kamel	195,41	24	8,14	174,66	20,75	30
2250	IAIT AMARA Louci	204,82	26	7,88	192,07	12,75	40
600	ZEGANE Hamidou	151,97	24	6,33	144,22	7,75	24
2261	IEGHAR AbdelGha	130,17	28	4,65	123,67	6,5	22
1097	AKHEDMIT Sofian	63,83	18	3,55	49	14,83	30
0637	OUICHER Allaoua	7,00	22	0,32	7	0	2

Figure 49 : ancien tableau de bord de la gestion du personnel.

Chapitre 2

5.2 Le tableau de bord développé : Ce tableau de bord englobe tous les indicateurs utilisés par la structure maintenance de l'entreprise GENERAL EMBALLAGE pour mesurer la performance de son personnel.

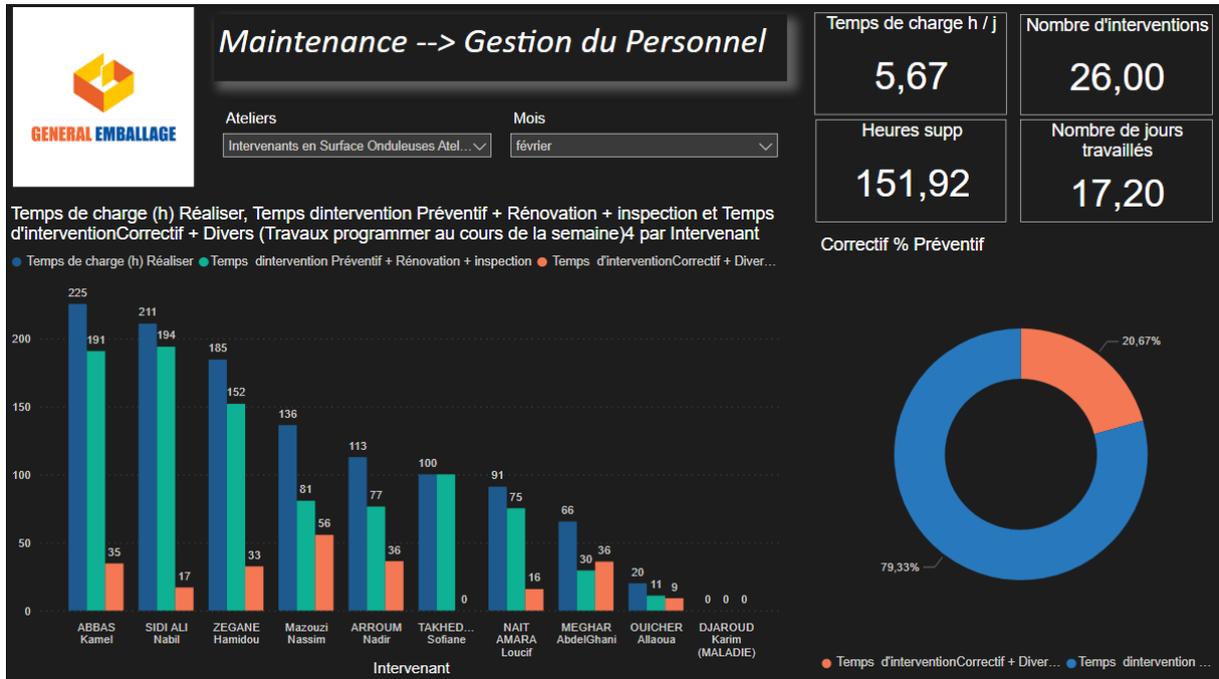


Figure 50 : Tableau de bord de la gestion du personnel développé sous PowerBI.

5.3 La source de données de ce tableau de bord :

Mois	Matricule	Intervenant	Temps de charge (h) Réaliser	Heure réalisée journalière normale	heures supp	Nombre de jours Travailler	Temps de Charge(h) en Moyenne/Jour	Nombre d'interventions	Temps d'intervention Préventif + Rénovation + inspection	Temps d'interventionCorrectif + Divers (Travaux programmer au cours de la semaine)4	Ateliers
janv-22	0600	ZEGANE Hamidou	122,08	105	17,08	15	8,138666667	25	194	17	Intervenant en Surface Onduleuses Atelier
janv-22	2205	SIDI ALI Nabil	144,43	140	4,43	20	7,2215	33	190,75	36,67	Intervenant en Surface Onduleuses Atelier
janv-22	1460	DJAROUD Karim	38,68	38,68	0,00	6	6,446666667	10	152	32,5	Intervenant en Surface Onduleuses Atelier
janv-22	1865	TAKNINT Makhlouf	115,24	115,24	0,00	19	6,065263158	40	80,75	55,66	Intervenant en Surface Onduleuses Atelier
janv-22	2113	ABBAS Kamel	134,3	134,3	0,00	23	5,839130435	51	75,25	15,84	Intervenant en Surface Onduleuses Atelier
janv-22	2250	NAIT AMARA Loucif	121,66	121,66	0,00	21	5,793333333	52	76,50	45,16	Intervenant en Surface Onduleuses Atelier

Figure 51 : Source de données du tableau de bord de la gestion du personnel.

La source de données qui alimente ce tableau de bord est une base de donnée Excel qui contient 12 colonnes, cette base de données est alimentée chaque mois en insérant pour chaque intervenant son temps de charge réalisé en heure tout en spécifiant le nombre d'heure travaillé dans le préventif ainsi que le correctif, son nombre de jours travaillés est son temps d'interventions globale, les autres colonnes sont calculée à partir de ces informations saisies.

5.4 Les composants du tableau de bord et leurs interprétations :

- Le temps de charge en heure / jour : c'est un temps de charge moyen par employé, cette information nous indique le taux d'occupation moyen des employés.
- Nombre moyen d'interventions par intervenant.
- La nombre total d'heures supplémentaires travaillées.
- Nombre moyen de jours travaillées : Autrement dit cette information nous donne une vision sur le taux d'absentéisme des intervenants.

Chapitre 2

- Anneau du préventif par rapport au correctif : cette visualisation nous donne le pourcentage des interventions effectués dans correctif ainsi que celui du préventif par rapport aux interventions totales. Ceci s'inscrit dans la politique du département maintenance de l'entreprise GENERAL EMBALLAGE qui vise à minimiser au maximum les interventions correctives.
- Histogramme groupé qui donne pour chaque intervenant le temps de chargé réalisé ainsi que la portion de ce temps passé dans le préventif et le correctif, ceci nous aide à repérer les employés qui ont tendance à intervenir dans le préventif plus que le correctif ou le contraire, ceci nous aide à améliorer notre affectation des tâches pour plus d'efficacité.

IV. 6. KPI pour la corrélation des activités maintenance et production :

Nous voulons appliquer un indicateur de performance clef introduit par Ferreira et Silva [34] dans le but de mesurer l'efficacité des activités de la maintenance en se référant au volume de travail réalisé par l'entreprise (production de l'entreprise), cet indicateur ayant déjà fait ses preuves dans une ligne de découpage de fromage, il a suscité notre intérêt et c'est comme ça que nous nous sommes motivés à le réaliser.

Pour mesurer l'apport de la maintenance dans le rendement de l'entreprise, ce KPI a été défini en deux phases, tel qu'on a calculé un ratio dans chaque phase, et à la fin une matrice de décision contenant des plages de valeurs de ces ratios va nous permettre d'entreprendre les actions nécessaires de façon proactive.

6.1 Reactive-Proactive Ratio (RPR) : afin d'évaluer les travaux entrepris par le service maintenance, nous comparons les interventions faites dans un cadre proactif et correctif, l'évaluation sera déterminée au dépend de la valeur du RPR.

$$RPR = \frac{T_{react}}{T_{proact}} \times \frac{N_{react}}{N_{proact}} \times \frac{C_{react}}{C_{proact}}$$

T_{react} : Durée totale des opérations de maintenance réactive, pendant une certaine période.

N_{react} : Nombre d'opérations de maintenance réactive, pendant une période donnée.

C_{react} : Coût des opérations de maintenance réactive, pendant une certaine période.

T_{proact} : Durée totale des opérations de maintenance proactive, pendant une certaine période.

N_{proact} : Nombre d'opérations de maintenance proactive, pendant une période donnée.

C_{proact} : Coût des opérations de maintenance proactive, pendant une certaine période.

6.2 Maintenance-Production Ration (MPR) : de la même façon qu'avec le RPR, nous comparons l'ensemble de tâches du service maintenance (proactives et réactive) avec le travail fait par le service production. Le calcul du ratio est fait comme suite :

$$MPR = \frac{T_{maint}}{T_{prod}} \times \frac{N_{maint}}{N_{set-up}} \times \frac{C_{maint}}{C_{prod}}$$

Chapitre 2

$$T_{\text{maint}} : T_{\text{proact}} + T_{\text{react}}$$

$$N_{\text{maint}} : N_{\text{proact}} + N_{\text{react}}$$

$$C_{\text{maint}} : C_{\text{proact}} + C_{\text{react}}$$

T_{prod} : Temps total du fonctionnement réel, pendant une certaine période de temps.

$N_{\text{set-up}}$: Nombre de mises en place, pendant une période donnée.

C_{prod} : Coût de la production, pendant une certaine période.

Tableau 4 : les paramètres d'évaluation du RPR.

RPR	Evaluation
$0 < RPR < 0.15$	Équipement en très bon état.
$0.15 < RPR < 0.25$	L'équipement est en bon état, cependant, il est possible d'évaluer si le processus ou l'équipement peut avoir quelques problèmes, en fonction des valeurs variables.
$0.25 < RPR < 0.5$	L'équipement est dans des conditions raisonnables. Une évaluation doit être faite afin de déterminer les causes possibles, qu'elles proviennent de l'équipement ou du processus.
$RPR > 0.5$	Il est obligatoire de vérifier ce qu'il faut faire pour remédier aux dysfonctionnements qui ont pu se produire.

Tableau 5 : les paramètres d'évaluation du MPR.

MPR	Evaluation
$0 < MPR < 0.15$	La production se déroule sans problème, l'équipement fonctionne comme souhaité.
$0.15 < MPR < 0.25$	La production se déroule bien et l'équipement a une performance raisonnable.
$0.25 < MPR < 0.5$	Une production avec des performances raisonnables, toute fois, il se peut qu'il soit nécessaire d'évaluer d'éventuelles amélioration du process.
$MPR > 0.5$	Il faut évaluer les causes possibles de l'échec des performances et prendre des mesures immédiates pour atténuer ces mêmes causes.

Tableau 6 : matrice de décision du KPI.

RPR > 0.5	Raisonnable		Mauvais	Très mauvais
0.25 < RPR < 0.5	Bon	Raisonnable		Mauvais
0.15 < RPR < 0.25	Très bon	Bon	Raisonnable	
0 < RPR < 0.15	Excellent	Très bon	Bon	Raisonnable
	0 < MPR < 0.15	0.15 < MPR < 0.25	0.25 < MPR < 0.5	MPR > 0.5

L'implémentation de ce KPI n'a pas été terminée malheureusement faute du délais de temps accordé, et donc nous n'avons pas pu collecter l'ensemble des données nécessaires pour le calcul des deux ratios.

Chapitre 2

IV. 7. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté le fruit de notre travail tout au long de ce projet, nous avons bel et bien exposé les quatre tableaux de bord développés sous PowerBI pour le service maintenance de l'entreprise Général Emballage SPA, en suite nous avons proposé de mettre en place un indicateur de performance clé permettant de rapporter l'ajout de la maintenance dans le rendement de l'entreprise.

Conclusion générale.

conclusion générale

La gestion et l'analyse des données en temps réel sont devenu indiscutables vu les enjeux économiques qui en en régissent. Ainsi, les données collectées au niveaux des machines, ainsi que l'ensemble de l'enceinte de l'entreprise peuvent nous prévenir des anomalies qu'on pourrait : (i) éviter dans le meilleur des cas ou (ii) amortir dans le pire des cas, elles nous permettent également de mesurer notre rendement sur une période donnée de façon générale (entreprise) ou particulière (machines, service, ...), et de détecter la source d'un problème éventuel (goulot de production, immobilisation du capital, etc.)

Ce mémoire que nous avons réalisé en guise d'obtenir le diplôme d'ingénieur avait pour ambition de développer un outil d'aide à la décision, ce en transformant les anciens tableaux de bord du service maintenance de Général Emballage SPA en tableaux graphiques dynamique, permettant la visualisation des données souhaitées à temps réel, avec une option de filtrer les informations facilement en un simple clic de souris.

L'expérience que nous avons menée dans l'application de visualisation des données sous Microsoft office Power BI, et dans notre stage nous a permis d'acquérir des connaissances utiles sur la data-visualisation en premier lieu, mais surtout sur la gestion de la maintenance, notamment la maintenance prédictive ainsi que la communication orale et écrite au sein d'une entreprise.

En guise d'aspirations pour de futurs projets, notamment dans le même service de la même entreprise, en premier lieu, il serait intéressant de créer un **canal de communication** entre notre outil et la GMAO de l'entreprise, pour une fin qui est la **collecte des données** de façon **automatique** et **spontanée**, en suite, et pour contribuer dans la migration de l'entreprise vers une politique de maintenance entièrement proactive (maintenance prédictive), il faudrait utiliser l'intelligence artificielle pour la business intelligence, et ce pour que la source de donnée de notre outil qui serait suffisamment large pour garantir un **bon apprentissage** de l'algorithme permettant le **calcul de la durée de vie utile** des bien, pour enfin signaler le besoin de faire une maintenance sur un point donnée au moment qu'il faut. Une autre alternative serait intéressante, elle consiste à faire un tableau de bord pour la gestion du magasin des pièces de rechange.

Toutefois, nous espérons que ce modeste travail puisse apporter un plus et constituer un support supplémentaire aux promotions à venir.

Liste des références.

Références

- 1- Wikipédia
- 2- CUIGNET, Renaud. Management de la maintenance-3e éd. Dunod, 2018.
- 3- ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION (AFNOR).
- 4- Norme NF X 60 –01 I.
- 5- Slides cours maintenance industrielle. Mr. KAHOUADJI H.
- 6- FLORIAN, Eleonora, SGARBOSSA, Fabio, et ZENNARO, Ilenia. Machine learning-based predictive maintenance: A cost-oriented model for implementation. *International Journal of Production Economics*, 2021, vol. 236, p. 108114.
- 7- STETCO, Adrian, DINMOHAMMADI, Fateme, ZHAO, Xingyu, et al. Machine learning methods for wind turbine condition monitoring: A review. *Renewable energy*, 2019, vol. 133, p. 620-635.
- 8- HAN, Xiao, WANG, Zili, XIE, Min, et al. Remaining useful life prediction and predictive maintenance strategies for multi-state manufacturing systems considering functional dependence. *Reliability Engineering & System Safety*, 2021, vol. 210, p. 107560.
- 9- XIA, Tangbin, DONG, Yifan, XIAO, Lei, et al. Recent advances in prognostics and health management for advanced manufacturing paradigms. *Reliability Engineering & System Safety*, 2018, vol. 178, p. 255-268.
- 10- LEI, Yaguo, LI, Naipeng, GUO, Liang, et al. Machinery health prognostics: A systematic review from data acquisition to RUL prediction. *Mechanical systems and signal processing*, 2018, vol. 104, p. 799-834.
- 11- WANG, Biao, LEI, Yaguo, LI, Naipeng, et al. A hybrid prognostics approach for estimating remaining useful life of rolling element bearings. *IEEE Transactions on Reliability*, 2018, vol. 69, no 1, p. 401-412.
- 12- YU, Wennian, KIM, Il Yong, et MECHEFSKE, Chris. An improved similarity-based prognostic algorithm for RUL estimation using an RNN autoencoder scheme. *Reliability Engineering & System Safety*, 2020, vol. 199, p. 106926.
- 13- LEI, Yaguo, LI, Naipeng, GONTARZ, Szymon, et al. A model-based method for remaining useful life prediction of machinery. *IEEE Transactions on Reliability*, 2016, vol. 65, no 3, p. 1314-1326.
- 14- ELSHEIKH, Ahmed, YACOUT, Soumaya, et OUALI, Mohamed-Salah. Bidirectional handshaking LSTM for remaining useful life prediction. *Neurocomputing*, 2019, vol. 323, p. 148-156.
- 15- AHMAD, Wasim, KHAN, Sheraz Ali, ISLAM, MM Manjurul, et al. A reliable technique for remaining useful life estimation of rolling element bearings using dynamic regression models. *Reliability Engineering & System Safety*, 2019, vol. 184, p. 67-76.
- 16- DINH, Duc-Hanh, DO, Phuc, et IUNG, Benoit. Degradation modeling and reliability assessment for a multi-component system with structural dependence. *Computers & Industrial Engineering*, 2020, vol. 144, p. 106443.
- 17- BERRADE, María Dolores, SCARF, Philip A., et CAVALCANTE, Cristiano AV. Conditional inspection and maintenance of a system with two interacting components. *European Journal of Operational Research*, 2018, vol. 268, no 2, p. 533-544.

Références

- 18- CHENG, Guo Qing, ZHOU, Bing Hai, et LI, Ling. Joint optimization of lot sizing and condition-based maintenance for multi-component production systems. Computers & Industrial Engineering, 2017, vol. 110, p. 538-549.
- 19- Maintenance prédictive : définition et intérêt dans l'industrie. Article du journal en ligne www.journaldunet.fr
- 20- Les nouveaux tableaux de bord des managers. Alain Fernandez. Edition Eyrolles.
- 21- 4 règles pour construire des KPIs qui ont du sens. Agathe HUEZ. Article en ligne trouvé sur www.toucantoco.com
- 22- Site officiel de Général Emballage SPA. www.generalemballage.com
- 23- <https://www.shipiti.com>
- 24- <https://www.rossmann.ro>
- 25- Business Intelligence ou informatique décisionnelle : définition et outils, lien <https://www.lebigdata.fr/business-intelligence-definition#:~:text=La%20cha%C3%A9ne%20d%C3%A9cisionnelle%20est%20la,souvent%20en%20quatre%20cat%C3%A9gories%20distinctes.>
- 26- support de formation Business Intelligence GO MY CODE
- 27- Hadji Souad,Ramdani.Mémoire de fin d'etude.Année 2019/2020.Université mouloud mammeri de Tizi-Ouzou
- 28- Le “reporting BI” (business intelligence), définition et avantages;, lien : <https://www.celge.fr/article-conseil/reporting-bi-business-intelligence-definition-avantages>
- 29- Découvrez ce qu’est la Business Intelligence ou BI (informatique décisionnelle), lien: [https://www.oracle.com/fr/database/business-intelligence-definition.html#:~:text=La%20Business%20Intelligence%20\(BI\)%20est,prendre%20des%20d%C3%A9cisions%20business%20%C3%A9clair%C3%A9es.](https://www.oracle.com/fr/database/business-intelligence-definition.html#:~:text=La%20Business%20Intelligence%20(BI)%20est,prendre%20des%20d%C3%A9cisions%20business%20%C3%A9clair%C3%A9es.)
- 30- Qualité des données;, Lien :<https://www.lemagit.fr/definition/Qualite-des-donnees>
- 31- Le tableau de bord : outil de pilotage pour l’entreprise;, lien <https://www.lecoindesentrepreneurs.fr/le-tableau-de-bord/#:~:text=Le%20tableau%20de%20bord%20est,entreprise%20%C3%A0%20prendre%20des%20d%C3%A9cisions.>
- 32- Quels sont les composants de Power BI ?;, lien : <https://www.pa.com.au/products/microsoft-power-bi/faq/what-are-the-components-of-power-bi/>
- 33- Qu'est-ce que le serveur de rapports Power BI ? ;, lien : <https://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/report-server/get-started>
- 34- FERREIRA, S., SILVA, F. J. G., CASAIS, R. B., et al. KPI development and obsolescence management in industrial maintenance. Procedia Manufacturing, 2019, vol. 38, p. 1427-1435.
- 35- Figure 1: Hadji Souad,Ramdani.Mémoire de fin d'etude.Année 2019/2020.Université mouloud mammeri de Tizi-Ouzou
- 36- Figure 3:Le Self-Service Big Data avec Dataiku, lien :<https://www.data-transitionnumerique.com/big-data-dataiku/>
- 37- Gloire et déclin du cube OLAP (au bénéfice des BDD en colonnes), lien : <https://www.cartelis.com/blog/declin-cube-olap>

Références

- 38- Power bi Desktop, lien: <https://powerbicdn.azureedge.net/cvt-60257d3a120c80e6d6f4cb10f7566de4e5731866ad69d5ca2aed0ec40202c208/pictures/pages/desktop/hero.jpg>
- 39- Power BI service, lien :<https://reportingsavvy.com/wp-content/uploads/2020/12/Workflow-1024x417.png>
- 40- Power BI Mobile, lien : <https://docs.microsoft.com/fr-fr/power-bi/create-reports/media/power-bi-create-mobile-optimized-report-about/power-bi-mobile-optimized-report-portrait-landscape.png>
- 41- Power BI report server, lien: <https://docs.microsoft.com/fr-fr/power-bi/report-server/media/get-started/power-bi-report-server-overview.png>

Résumé :

Répondant aux contraintes liées à la complexité de la lecture des données significative nécessaire pour la gestion des entreprises, les industriels ont tendance faire appel à des prestataires pour tarif exorbitants, afin d'élaboration des outils d'analyse et traitement de données facilitant la lecture des informations s'y trouvant, ou dans le cas échéant, accepter de travailler avec une visibilité moins claire, chose qui ne permet pas une bonne gestion de son activité.

A cette fin, notre travail a abouti à l'élaboration d'un outil d'aide à la décision, permettant de calculer puis visualiser à temps réel grâce à la technologie de la business intelligence, des indicateurs de performance ainsi que des ratios, dans des tableaux de bords dynamiques, qui assurent la traçabilité des données dans le temps, et donc nous donne un historique en appliquant un filtre (par jour, mois ou année, par machine, par rubrique, par intervenant, ...). Nous allons présenter dans ce travail les étapes à suivre pour choisir les bons indicateurs pour élaborer un tableau de bord permettant de mieux gérer ses activités, et à la fin, nous allons exposer les étapes suivies lors de la transformation des tableaux de bords du service maintenance chez Général Emballage SPA, où l'on a re-digitalisé leurs tableaux afin qu'ils soient prêts à visualiser les données significatives de la maintenance prédictive d'une façon appropriée.

Mots clefs : Gestion de la maintenance ; tableaux de bord ; indicateurs de performance ; KPI ; business intelligence ; Power BI.

Abstract:

Responding to the constraints related to the complexity of the significant data reading necessary for the management of companies, the manufacturers have tended to call on service providers for exorbitant rates, in order to develop tools for analysing and processing data to facilitate the reading of the information contained therein, or, where appropriate, to agree to work with less clear visibility, which does not allow for good management of its activity.

To this end, our work has led to the development of a decision-support tool, which allows real-time calculation and visualization using business intelligence technology, performance indicators and ratios, in dynamic dashboards, which ensure the traceability of data over time, and thus gives us a history by applying a filter (per day, month or year, per machine, per heading, per stakeholder, etc.). In this work, we will present the steps to follow to select the right indicators to develop a dashboard to better manage your activities. and at the end, we will explain the steps taken during the transformation of the service dashboards at Général Emballage SPA, where their tables have been re-digitized so that they are ready to view meaningful predictive maintenance data in an appropriate way.

Keywords : Maintenance management ; dashboards ; performance indicators ; KPIs ; business intelligence ; Power BI.

ملخص:

استجابا للقيود المتعلقة بتعقيد قراءة البيانات الهامة اللازمة لإدارة الشركات، يميل الصناعيون إلى دعوة مقدمي الخدمات للحصول على معدلات باهظة، من أجل استحداث أدوات لتحليل البيانات ومعالجتها لتيسير قراءة المعلومات الواردة فيها، أو، عند الاقتضاء، الموافقة على العمل بشكل أقل وضوحاً، الذي لا يسمح بالإدارة الجيدة لنشاطها.

ولهذه الغاية، أدى عملنا إلى تطوير أداة دعم القرار، والتي تسمح بالحساب والتصوير في الوقت الفعلي باستخدام تقنية ذكاء الأعمال ومؤشرات الأداء والنسب، في لوحات القيادة الديناميكية، والتي تضمن إمكانية تتبع البيانات بمرور الوقت، وبالتالي تمنحنا تاريخاً من خلال تطبيق مرشح (في اليوم أو الشهر أو السنة، لكل آلة، لكل عنوان، لكل صاحب مصلحة، وما إلى ذلك). في هذا العمل، سنقدم الخطوات التي يجب اتباعها لاختيار المؤشرات الصحيحة لتطوير لوحة معلومات لإدارة أنشطتك بشكل أفضل. وفي النهاية، سنشرح الخطوات المتخذة أثناء تحويل لوحات معلومات الخدمات في **Général Emballage SPA**، حيث تمت إعادة رقمنة جداولها بحيث تكون مستعدة لعرض بيانات الصيانة التنبؤية الهادفة بطريقة مناسبة.

الكلمات الرئيسية: إدارة الصيانة؛ ولوحات القياس؛ ومؤشرات الأداء؛ مؤشرات الأداء الرئيسية؛ والاستخبارات التجارية؛