



DEPARTEMENT GENIE INDUSTRIEL

RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ANNEE :

TABLEAU DE BORD DE GESTION ET CONTROLE

Élaboré par :

OUAGGA MOHAMED

RACHCHAD OMAR

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2019/2020

Table des matières

Remerciements	3
Introduction	4
Section 1 :	6
Définitions	6
1.3.1.2 Les volets d'un tableau de bord :	8
1.3.1.2.1 Le volet organisationnel :	8
1.3.2 Les fonctions d'un tableau de bord :	10
1.3.3 Les limites d'un tableau de bord :	10
1.3.4 Les indicateurs :	11
Section 2 :	14
Présentation des tableaux de bord.....	14
2.1 Tableau de bord de gestion financière :	15
2.2 Tableau de bord de gestion de ressources humaines :	19
2.3 Tableau de contrôle industriel :	22
Conclusion.....	27
Bibliographie/Webographie :	28

Remerciements

Nous tenons à remercier tous les enseignants, les professeurs, et toute l'équipe pédagogique de l'Ecole Nationale supérieure d'Arts et Métiers Casablanca, qui ont contribué à notre formation ce qui nous a permis d'établir ce projet.

Nous remercions nos parents et nos familles qui nous ont soutenus durant toute la période d'étude et qui nous ont tellement encouragées.

Enfin, nous adressons nos vifs remerciements et nos profondes gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Introduction

Considérant la crise sanitaire que vit actuellement notre pays suite à la pandémie du Covid-19, une faible offre en terme de stages s'est présentée, par conséquent, nous sommes orientés vers la réalisation d'un projet technique à vocation industrielle au lieu d'un stage d'initiation habituel suivant les instructions du ministère concernant la continuité pédagogique des programmes de formation et les recommandations de notre école l'ENSAM de Casablanca en Juin. Notre choix de projet était : **La conception d'un tableau de bord de gestion et contrôle industriel**. Les tableaux de bord sont souvent utilisés dans l'industrie et le Business Intelligence, en effet, ils constituent une partie importante de ce dernier.

En tant qu'ingénieurs industriels, la plupart du temps nous sommes confrontés à des problèmes du monde réel qui nécessitent l'utilisation de Business Intelligence et par extension des tableaux de bord, cet outil est quelque chose sur lequel nous allons beaucoup compter, dans notre dernière année pour préparer notre PFE. Pour ces raisons, on était enthousiastes d'aller avec l'idée d'un tableau de bord comme une sorte de Software même s'il est implémenté dans Microsoft EXCEL.

Ce projet va nous permettre l'application des informations reçues durant le cursus universitaire, particulièrement la manipulation de Microsoft EXCEL, la programmation, la statistique, le contrôle et la surveillance industrielle et la visualisation graphique dynamique.

Notre travail va se concrétiser sous la forme des feuilles en EXCEL avec leurs bases de données générales et propres générées aléatoirement en utilisant des diverses fonctions en EXCEL. L'utilisateur sera capable de donner un sens à des quantités énormes de données, d'actualiser ces données en basant sur des filtres/segments et prendre des décisions factuelles en temps réel.

Dans ce rapport, nous définirons tout d'abord les concepts de la gestion, le contrôle industriel et le tableau de bord, ses différents voles et indicateurs, pour ensuite entamer l'implémentation de cet outil dans EXCEL pour créer trois feuilles, une pour la gestion financière d'une entreprise, l'autre pour la gestion des ressources humaines et la dernière pour la maitrise statistique des procédés. Enfin, on va expliquer et détailler le contenu, la théorie, les calculs concernés pour chaque feuille. Ce rapport se terminera par une conclusion qui met

l'accent sur les problèmes qu'on a rencontré durant ce projet et ce qu'il a présenté comme une alternative au stage.

La gestion d'entreprise au sens général et la maîtrise statique des procédés sont généralement faites à l'aide d'un ordinateur par des logiciels et des programmes désignés particulièrement pour ce genre des études et calculs. Notre projet est alors de remplacer ces logiciels par des l'utilisation des indicateurs de performances et des graphes pour une bonne visualisation des informations brutes et/ou des bases de données, qu'on va regrouper et présenter dans un tableau de bord.

Loin d'être un simple moyen de mesure, le tableau de bord est devenu un véritable outil d'aide à la décision favorisant un pilotage implicatif et proactif. On peut voir réellement son rôle et sa nécessité en cette période de crise à cause de la pandémie COVID-19, où on peut voir partout dans les chaines, les journaux, les sites web, les réseaux sociaux ...des tableaux de bords qui traduit le nombre d'affectation, le nombre de morts, le nombre de guérison, les pays les plus/moins affectés, son évolution par rapport au temps et lieu ...etc.

Et pour une entreprise le tableau de bord est un outil clé dans la gestion. Cet outil vous permet de garder le fil d'actualité de l'entreprise et de prendre les décisions en fonction du résultat. En d'autres termes, il permet un pilotage proactif tout en rendant possible l'entreprise innovante.

Nous attendrons, alors, que ce projet fournit un outil simple et efficace loin de compliquer la compréhension et la corrélation entre des données énormes seulement à l'aide de MS EXCEL, sans utiliser des autres logiciels et/ou langages de programmation qui sont comparativement plus difficile et nécessitent énormément d'effort pour faire les taches qu'on a mentionné.

Section 1 :

Définitions

1.1 La gestion :

La gestion d'entreprise ou est, d'après le Plan comptable général, est la mise en œuvre des ressources de l'entreprise en vue d'atteindre les objectifs préalablement fixés (chiffre d'affaires, parts de marché...) dans le cadre d'une politique déterminée.

La gestion est une discipline qui possède plusieurs dimensions. En effet, la gestion touche autant de domaines qu'il y a de ressources dans l'organisation.

Ainsi, on trouve :

- la gestion financière, c'est-à-dire la gestion des ressources de financement et des actifs financiers ;
- la gestion des stocks, pour le suivi des produits entrant ou sortant de l'entreprise ;
- la gestion de la production, pour le suivi des fabrications et l'organisation de la production ;
- la gestion commerciale, pour le suivi des ventes et des rapports avec la clientèle ;
- la gestion des ressources humaines, pour l'embauche, la formation, la promotion... du personnel de l'organisation.

La gestion des ressources humaines est l'ensemble des pratiques mises en œuvre pour administrer, mobiliser et développer les ressources humaines impliquées dans l'activité d'une organisation.

Ces ressources humaines sont l'ensemble des salariés de tous statuts (ouvriers, employés, cadres) appartenant à l'organisation mais aussi – et de plus en plus – liés à elle par des rapports de sujétion (ainsi, les prestataires extérieurs ou sous-traitants sont considérés comme faisant partie de fait du périmètre des ressources humaines de l'entreprise).

Dans un premier temps, cette fonction est entendue dans une perspective opérationnelle. Il s'agit d'administrer un personnel qui peut être numériquement important et réparti en différents niveaux de hiérarchie ou de qualification : (gestion de la paie, droit du travail, contrat de travail, etc.).

1.2 La maîtrise statistique des procédés :

La maîtrise statistique des procédés (MSP), est le contrôle statistique des processus.

Au travers de représentations graphiques montrant les écarts à une valeur donnée de référence, il sert à anticiper sur les mesures à prendre pour améliorer n'importe quel processus de fabrication industrielle.

Cette discipline utilise un certain nombre de techniques telles le contrôle de réception, les plans d'expérience, les techniques de régression, les diagrammes de Pareto, la capabilité, les cartes de contrôle, etc.

1.3 Le tableau de bord :

1.3.1 Le cadre conceptuel :

1.3.1.1 Définition du tableau de bord de gestion et de contrôle :

Un tableau de bord de gestion est un échantillon réduit d'indicateurs permettant à un gestionnaire de suivre l'évolution des résultats, les écarts par rapport à des valeurs de référence (objectifs fixés, normes interne ou externes, références statistiques), etc., le plus possible en temps réel, en se concentrant sur ceux qu'il considère comme les plus significatifs. Un indicateur est un paramètre ou une combinaison de paramètres qui représente l'état ou l'évolution d'un système, il est choisi en fonction des leviers d'action qui seront utilisés pour prendre d'éventuelles mesures correctives et donc en fonction de décisions à prendre dans le futur. Les données sont généralement issues d'un système d'information de gestion (SIG). *Robert Kaplan* et *David Norton* ont élaboré une méthode de conception d'un tableau de bord prospectif d'entreprise (balanced scorecard) qui s'inspire des travaux de Michael Porter relatifs à la chaîne de valeur dans l'entreprise. Le tableau de bord peut être considéré comme un outil de pilotage à la disposition d'un responsable ou de son équipe pour prendre des décisions et agir en vue de l'atteinte d'un but qui concourt à la réalisation d'objectifs stratégiques et considèrent que c'est un outil d'aide au management pour piloter, animer une équipe en développant une réflexion collective et organiser dans le but d'utiliser au mieux des ressources. Le tableau de bord prospectif permet de valider et d'ajuster la stratégie, le tableau de bord de pilotage permet de mettre l'opérationnel au service de la stratégie. Dans ce travail nous retiendrons la définition de *Voyer* qui nous semble actuelle et pertinente :

« Un tableau de bord de gestion (TBG) est une façon de sélectionner, d'agencer et de présenter les indicateurs essentiels et pertinents, de façon sommaire et ciblée, en général sous forme de « coup d'œil » accompagné de reportage ventilé ou synoptique, fournissant à la fois une vision globale et la possibilité de forer dans les niveaux de détail »

1.3.1.2 Les volets d'un tableau de bord :

1.3.1.2.1 Le volet organisationnel :

La mesure d'indicateurs constitue un élément indispensable pour l'atteinte des résultats mesurables. Dès que l'on parle d'indicateurs, on fait référence à la mesure et à la performance. L'amélioration de la performance amène les organisations à responsabiliser leurs gestionnaires

et à les rendre imputables. Un gestionnaire responsable saura qu'il est souhaitable d'utiliser des mécanismes de gestion plus rigoureux et orientés sur la performance qui produisent de l'information significative et objective pour lui permettre de rendre compte des éléments essentiels de son unité en relation avec les balises et les objectifs déterminés pour l'ensemble de l'organisation.

1.3.1.2.2 Le volet gestion :

Les préoccupations de base d'un gestionnaire sont de : planifier, organiser, diriger et contrôler. Le gestionnaire utilisera un tableau de bord de gestion pour avoir un bon portrait d'ensemble de son unité. Il aura la possibilité d'accéder aux détails pour mieux cerner les faits et les mettre en perspective, ainsi que percevoir les variables importantes et en relever les tendances et les exceptions. Il pourra alors être plus critique et réagir ou décider plus rapidement, parce qu'il est informé plus vite et mieux. Il peut fournir un feed-back plus précis à ses employés et rendre compte à ses supérieurs. Le tableau de bord de gestion joue donc un rôle d'appui à la décision et au dialogue.

1.3.1.2.3 Le volet information :

Les gestionnaires doivent être informés pour informer à leur tour. Ils espèrent que l'information qu'ils possèdent leur permette de suivre les activités en temps réel ainsi que mesurer et évaluer leurs résultats dans le bon contexte, au besoin et au gré des demandes venant des supérieurs. Ils souhaitent de plus que l'information significative soit présentée de façon succincte, pour pouvoir en retirer l'essentiel, assez sélective et spécifique pour permettre l'interprétation des résultats et des écarts dans le contexte propre à leur unité administrative. L'information doit être structurée, organisée et présentée de façon évocatrice et agréable à utiliser.

1.3.1.2.2 Le volet informatique :

Les technologies de l'information jouent un rôle critique en donnant aux organisations la possibilité de générer, de traiter, de stocker, de consolider, de présenter et de communiquer plus de données, pour plus de personnes, plus rapidement, plus clairement et à meilleur marché. Au lieu de produire plus de données et de papier, comme dans les années 1980 et d'imposer plus de travail à lire des rapports de plus en plus nombreux et complexes, les systèmes et les technologies de l'information de la fin des années 1990 visent à mettre le gestionnaire en contact plus direct avec l'information dont il a besoin. Le volet informatique permet aux gestionnaires de mieux travailler parce que l'information est filtrée et plus significative.

1.3.2 Les fonctions d'un tableau de bord :

Selon *Voyer* le tableau de bord a cinq fonctions : - La fonction de monitoring constant, de constat d'écart et d'alerte qui permet de faire ressortir les tendances, les écarts significatifs. - La fonction de déclencheur d'enquête et de guide d'analyse pour indiquer au gestionnaire qu'il est temps d'entreprendre une analyse plus poussée. La fonction de reportage et de reddition de comptes par sa structure même, permettant de rendre des comptes de façon macroscopique, tout en disposant d'une foule d'informations de gestion pour appuyer la reddition de comptes.

- La fonction de communication et de motivation en fournissant des données objectives, basées sur des faits et non sur des perceptions. Ainsi, la communication entre les gestionnaires s'en trouve facilitée. De plus, les indicateurs étant si bien documentés, les risques de confusion sur leur interprétation sont très minces.

- La fonction de contribution à la formulation des objectifs et des attentes dans une démarche de rétroaction sur les résultats obtenus. En effet, le gestionnaire réalisera peut-être, en fonction des résultats obtenus, que l'objectif fixé était irréaliste ou, au contraire, qu'il a été si facilement dépassé qu'il pourrait être bonifié.

1.3.3 Les limites d'un tableau de bord :

Le tableau de bord peut être un outil puissant et rentable. Pourtant il faut être prudent afin de ne pas étendre son application à des domaines pour lesquels il n'est pas conçu. Voici certaines Incites qu'il faut respecter afin d'optimiser l'utilisation du tableau de bord. D'une part, un tableau de bord ne doit pas être un instrument répressif ou de sanction. Des dimensions telles le dialogue et le partage de réflexions constituent la base de cet outil de gestion. S'il est utilisé comme outil de sanction, il ouvre donc la voie à des pratiques perverses telles que la contestation ou encore la modification de données. Dans le même ordre d'idées, un tableau de bord ne peut être un outil figé dans le temps. Étant donné qu'il se veut la représentation d'un système ouvert et vivant soit d'un programme ou d'un service. Il doit évoluer afin de se rapprocher le plus possible des réalités. Nous ne devons donc pas penser qu'un tableau de bord sera stable durant plusieurs années. Il faut au contraire veiller à l'évolution de ce dernier et à l'adapter aux nouvelles réalités de l'environnement.

D'autre part, le tableau de bord n'est pas un outil neutre. En effet, il est une représentation de la réalité telle que perçue par le responsable du projet. Les indicateurs sont le fruit d'une

réflexion et ils sont et ils sont indéniablement teintés par la perception de cette personne. Finalement, il est important de mentionner que le tableau de bord n'est qu'un support à la gestion et qu'il ne remplacera en aucun temps, le bon sens et les décisions qui doivent être prises par le gestionnaire.

En effet, le tableau de bord ne peut faire d'analyse, porter des diagnostics ou encore donner des explications face à une situation particulière. Ces tâches sont de la seule et unique responsabilité du gestionnaire qui consulte et utilise le tableau de bord de gestion.

1.3.4 Les indicateurs :

1.3.4.1 La définition :

Le concept d'indicateur n'est pas nouveau. Il est utilisé depuis de nombreuses années et ce, à plusieurs niveaux. Plusieurs définitions existent donc et viennent définir le concept. Le Conseil du trésor¹² dans son guide des indicateurs le définit comme « Toute mesure significative, relative ou non, utilisée pour apprécier les résultats obtenus, l'utilisation des ressources, l'état d'avancement des travaux ou le contexte externe. Selon *Voyer* « un indicateur est un élément ou un ensemble d'éléments d'information représentative par rapport à une préoccupation ou un objectif, résultant de la mesure tangible ou de l'observation d'un état, de la manifestation d'un problème, d'une réalisation ».

1.3.4.2 Les types d'indicateurs :

D'abord il faut mentionner que comme l'indicateur ne mesure qu'un seul aspect d'une manifestation, on risque de retrouver plusieurs indicateurs pour un même objectif. Le guide des indicateurs de gestion du Secrétariat du trésor ne parle que de deux types d'indicateurs qu'il regroupe en indicateur chiffré et en indicateur non chiffrable. Cependant *Voyer* élabore davantage sur les différentes notions chiffrables. Ainsi, on peut constater qu'un indicateur peut être la représentation de mesure de :

- Quantité (le volume de...le nombre de., le taux de ...)
- Qualité (valeur).
- Montant (coût).
- Temps (fréquence, délai)
- Composé (Fréquence rythme).

De plus, *Voyer* apporte des précisions importantes sur la notion d'indicateur à valeur ajoutée c'est-à-dire en lien avec la performance. De même, deux autres distinctions fondamentales sont à souligner soit les notions d'indicateurs opérationnels et d'indicateurs stratégiques. En effet, les premiers sont reliés au fonctionnement de l'organisation alors que les deuxièmes le sont à la mission et aux objectifs de l'organisation. Enfin, mentionnons les principes d'indicateurs quantitatifs et qualitatifs. Ces deux types de mesures, loin de s'opposer, peuvent se compléter efficacement, l'une permettant de chiffrer ou de mesurer un volume et l'autre qui s'exprime plus en termes de résultats liés à la perception par exemple. (Ex : les clients se montrent satisfaits).

1.3.4.3 Les qualités d'un bon indicateur :

Avant de décrire, de façon plus pointue, les caractéristiques d'un bon indicateur, un concept de base doit être défini. Il s'agit de la triade préoccupation-indicateur- cible. Ces trois éléments sont à la base de la mesure des résultats car ils constituent une combinaison efficace et pertinente de la préoccupation de gestion, de l'indicateur et de la cible, à travers lesquels on peut exprimer le résultat attendu. La préoccupation de gestion exprime l'engagement, ce que l'entreprise veut réaliser ou produire, bref le but poursuivi par les services et les programmes offerts. L'indicateur est plus précis et souvent plus restrictif que l'objectif, car il décrit le type de mesure ainsi que les différents éléments qui seront considérés dans le calcul ou le suivi de gestion. Finalement, la cible exprime le niveau, la hauteur du résultat espéré par rapport à une unité de mesure, l'étalon de l'indicateur choisi. Maintenant, pour être considéré comme un bon indicateur, celui-ci doit répondre aux quatre critères suivants. Ce sont, en quelque sorte, les exigences minimales auxquelles l'indicateur doit répondre afin de ne pas être constamment remis en question. C'est l'agencement de bons indicateurs qui permettra de développer un bon tableau de bord de gestion.

-Pertinence, cette notion réfère à la triade précédemment énoncée, chaque indicateur doit être choisi en fonction d'une préoccupation de gestion bien et illustrer le résultat, le phénomène ou l'objet que et l'on veut mesurer. Il doit donc être valide et mesurer réellement ce qu'il doit mesurer.

-Qualité, c'est-à-dire correctement défini et qui apporte une valeur ajoutée à l'information qui est déjà disponible. Il faut que l'information soit porteuse de sens, soit pour l'ensemble de l'organisation ou encore pour un groupe particulier d'individus qui la composent. Il faut que l'indicateur « dise », quelque chose et non qu'il présente uniquement de l'information

Finalement, il faut lorsqu'il est appliqué de façon répétitive, que l'indicateur propose des résultats constants.

-Convivialité, l'indicateur doit être simple, clair, facile à comprendre et à présenter. Son interprétation doit être la même pour tous, commune et partagée. Il n'existe qu'une seule définition et les limites de l'indicateur sont connues. Il doit pouvoir être compris par des non-spécialistes.

-Faisabilité, l'indicateur doit être relativement facile à obtenir et à produire. Il doit rencontrer les critères de faisabilité financière, organisationnelle et technique et les coûts liés à la cueillette et au traitement des données doit être raisonnable.

Section 2 :

Présentation des tableaux de bord

2.1 Tableau de bord de gestion financière :

La bonne représentation du tableau de bord est une nécessité qu'on doit bien prendre soin qui aide à la visualisation des données d'une façon lisible et professionnel.

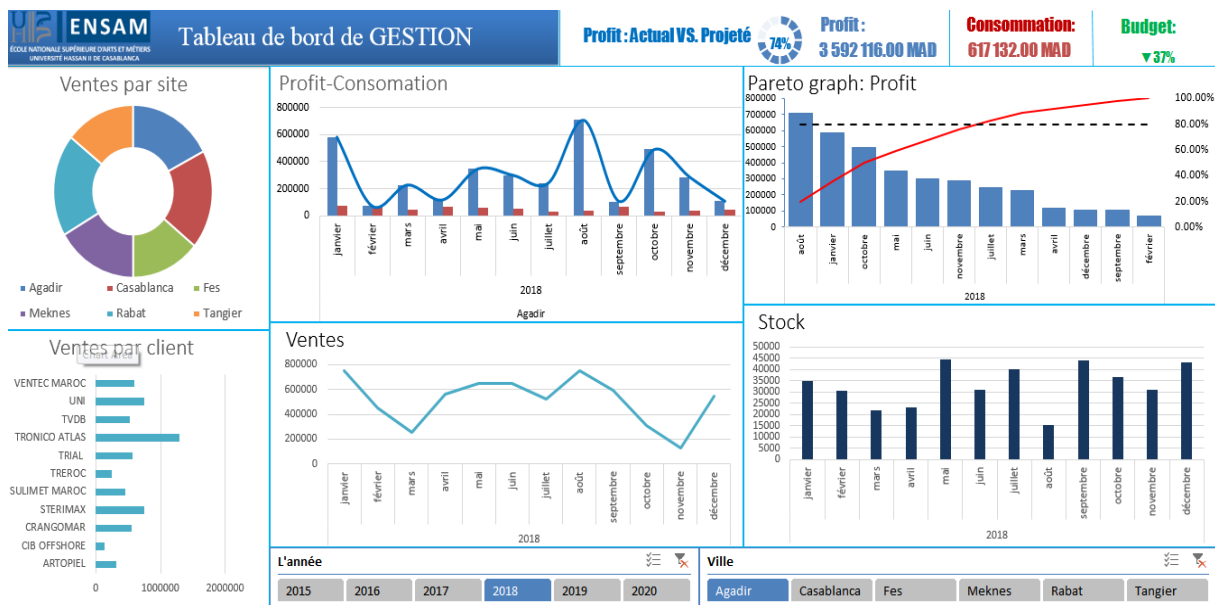


Figure 1 : Tableau de bord de gestion financière

Ce tableau de bord présente 4 volets décisifs pour une entreprise qui sont :

- Profit
- Consommation (ou bien les charges)
- Ventes
- Stock

Et pour chaque volet, on utilise un type de graphe spécifique qui montre une information précise qu'on veut visualiser, tout en restant dynamique (On peut toujours supprimer/ajouter/modifier des données de la bases données), et interactif avec l'utilisateur.

Profit/Consommation :

Le profit est le plus important volet, donc il le faut une représentation détaillée.

Le premier graphe nous présente le pourcentage du profit actuel/réel par rapport au profit désiré et un pourcentage de la différence entre le budget qu'on ne doit pas dépasser et ce qu'on a réellement consommé. Et en mentionnant la valeur du profit et des charges selon l'année et le site.



Figure 2 : Profit et consommation

Le 2ème graphe nous permet de suivre le profit et la consommation tout en comparant entre les deux par rapport aux mois et aux années :

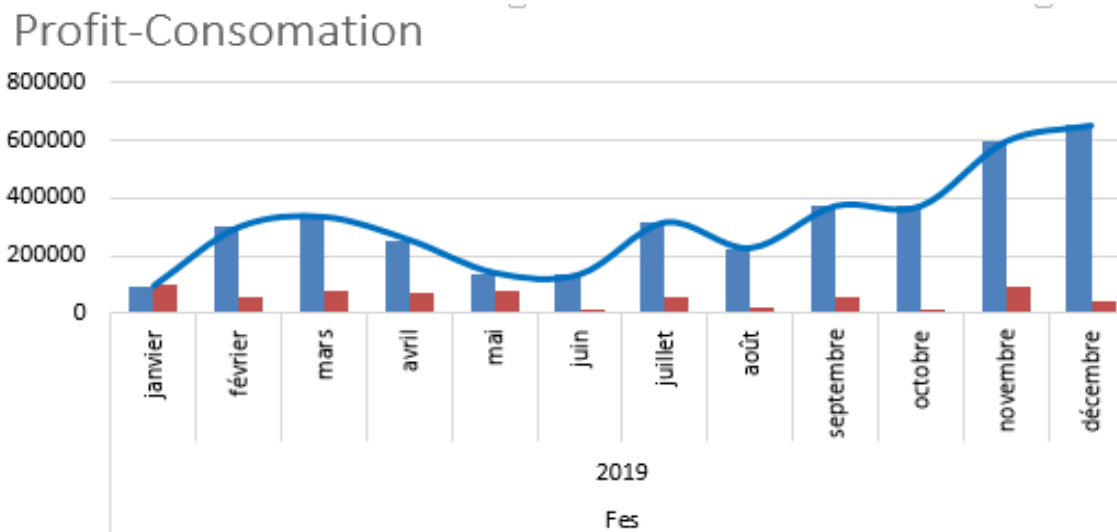


Figure 3 : graphe de ventes

Le 3ème graphe est un graphe utilisant la loi Pareto pour définir les mois où on a pu obtenir le plus de profit :

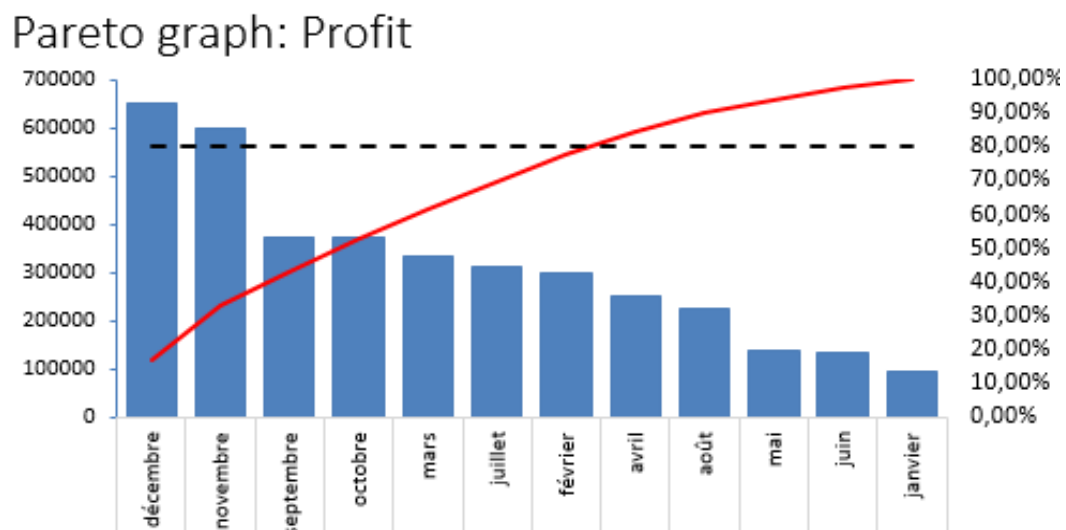


Figure 4 : Profit en Pareto graphe

Vente :

Vente est un pilier primordial qu'il faut absolument analyser. Pour cela, on a opté 3 différents graphes :

- Pie chart où on a modélisé l'ensemble des ventes pour chaque site qui va permettre de les comparer entre eux.



Figure 5 : Ventes par site

- Diagramme en barres ou on a modélisé les ventes par client pour savoir les meilleurs clients en termes de ventes.

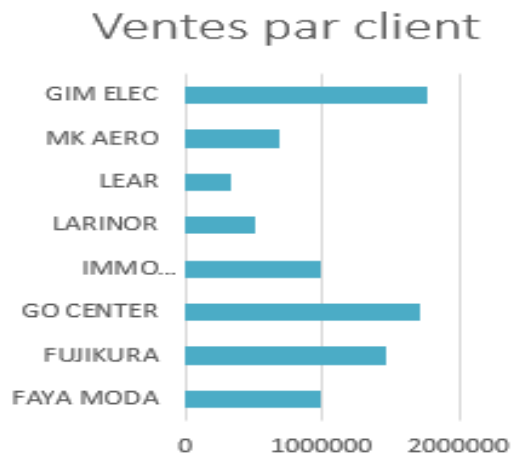


Figure 6 : Ventes par client

Une courbe qui représente l'évolution des ventes en fonction du temps pour voir les périodes ou les ventes diminuent/augmentent/stagnent :

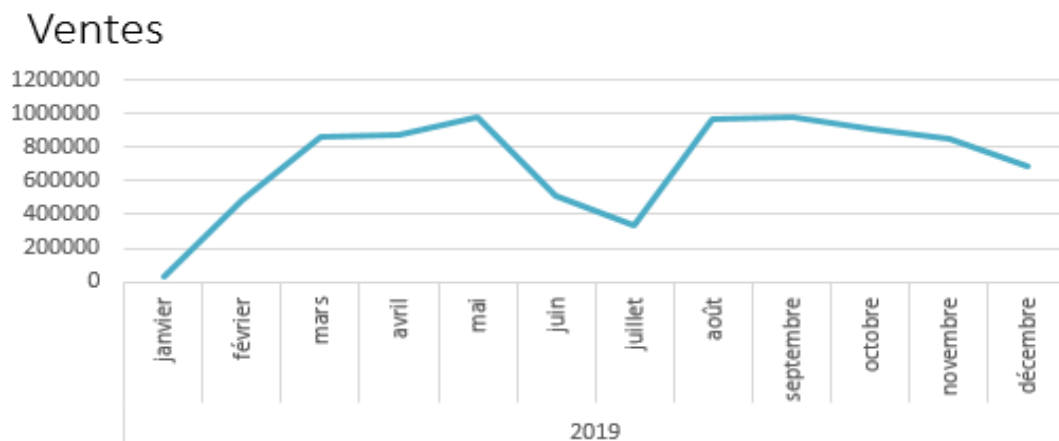


Figure 7 : Ventes

Stock :

Le stock est une entité importante qu'il lui faut une gestion dans on a procédé à un graphe en barre pour modéliser le stock sur les mois pour chaque année et mois :

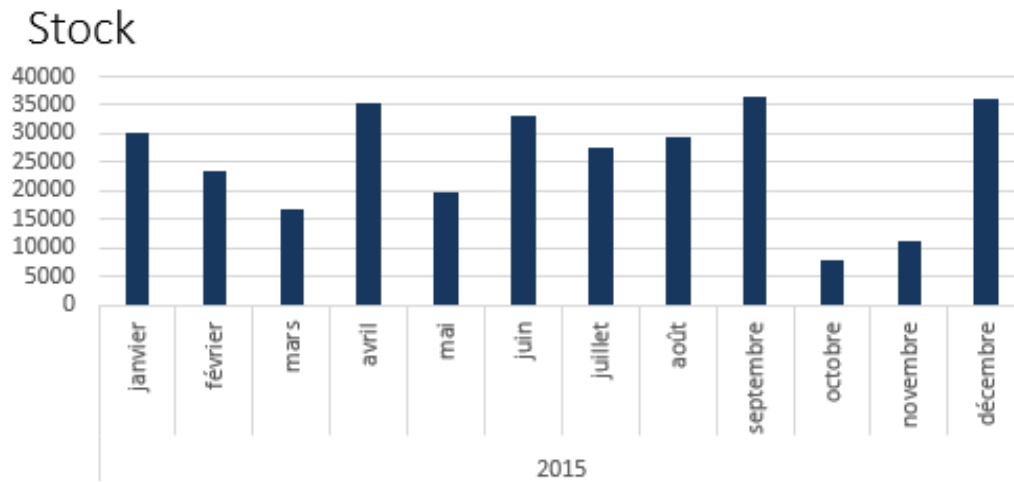


Figure 8 : Stock

Segment (Slicer) :

Les segments sont l'outil le plus important sans utilisation de VBA, on peut rendre le tableau de bord interactif.

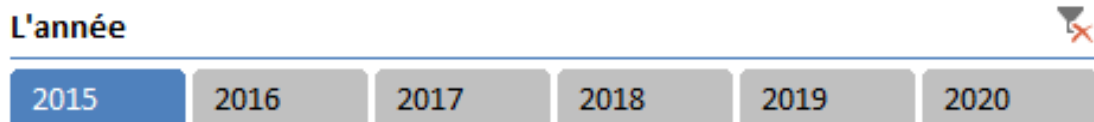


Figure 9 : Slicer des années

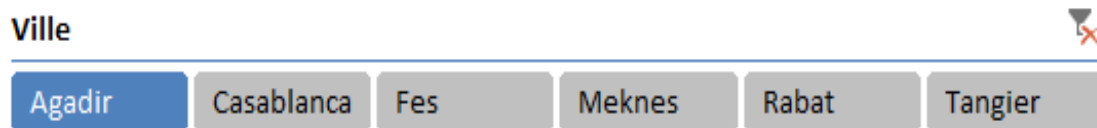


Figure 10 : Slicer des sites utilisés

L'utilisateur peut balayer entre les années et les sites, pour visualiser les informations de chacune sans aucune difficulté avec seulement un clic.

2.2 Tableau de bord de gestion de ressources humaines :



Tout d'abord, ce tableau est lui aussi dynamique et interactif.

Commençons par la barre en haut où on présente le nombre total d'employé en fonction du sexe et en indiquant aussi le salaire total et une vue global sur l'âge des employés. Et tous varie selon le site pour lequel on veut voir ces informations.

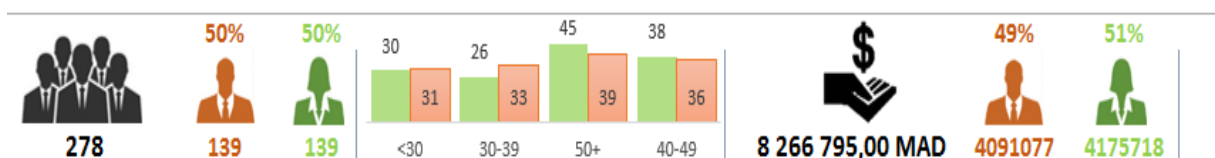


Figure 12 : Informations supplémentaires

Et passons au 1^{er} graphe nommé « Raisons de terminaison » où on peut avoir une idée sur les raisons pour laquelle les employés sortent par exemple si la plupart des raisons sont volontaire, on peut faire une petite enquête pour trouver ces causer pour en remédier.

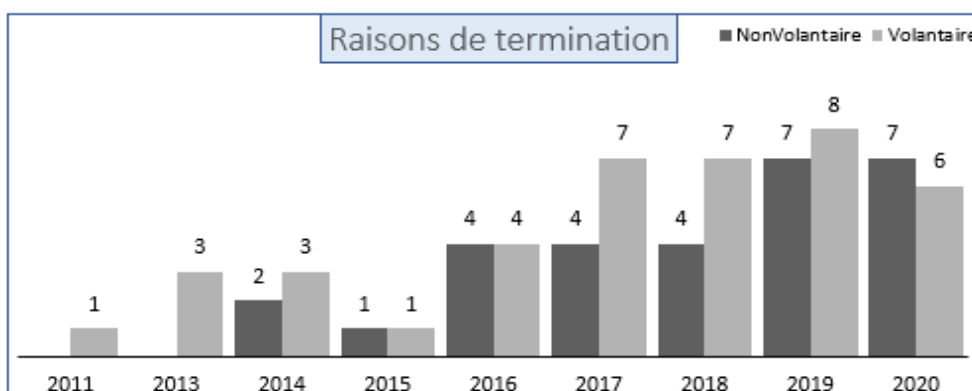


Figure 13 : Graphe de raisons de terminaison

Pour le 2^{ème} graphe nommé « Nombre d'embauches » nous informe sur le nombre des gens qu'en embauche, qu'on peut le traduire par exemple en cas d'augmentation considérable du nombre que vraiment on a le besoin et la société a été obligé suite aux charges imposé par la concurrence aux bien les demandes sur les services et les biens de la société augmentent.

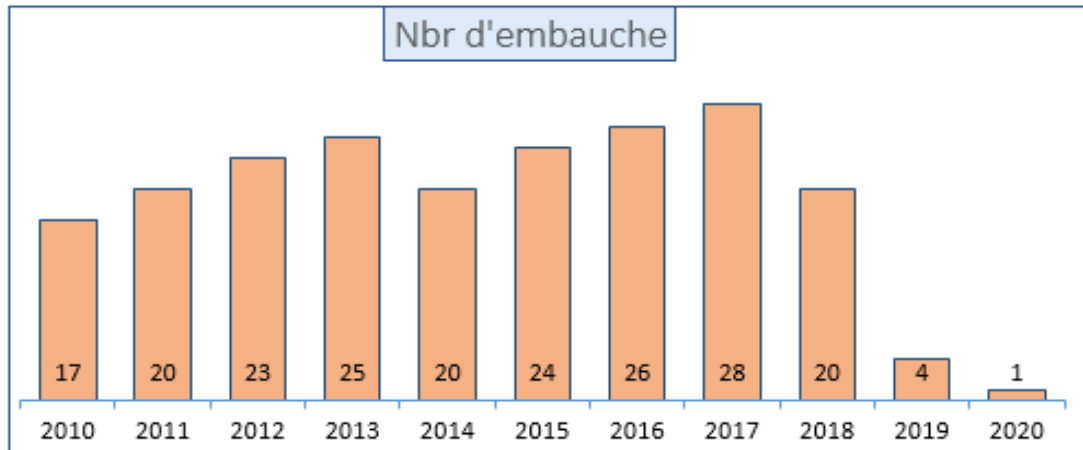


Figure 14 : nombre d'embauchés

Pour le 3^{ème} graphe nommé « Ans d'expérience », où on peut s'informer sur le nombre d'employés en fonction des ans d'expérience et s'il existe encore dans l'entreprise ou non, et par exemple, on peut remarquer la relation entre le nombre des gens qui ne sont plus dans l'entreprise et combien de temps ils ont passé dedans.

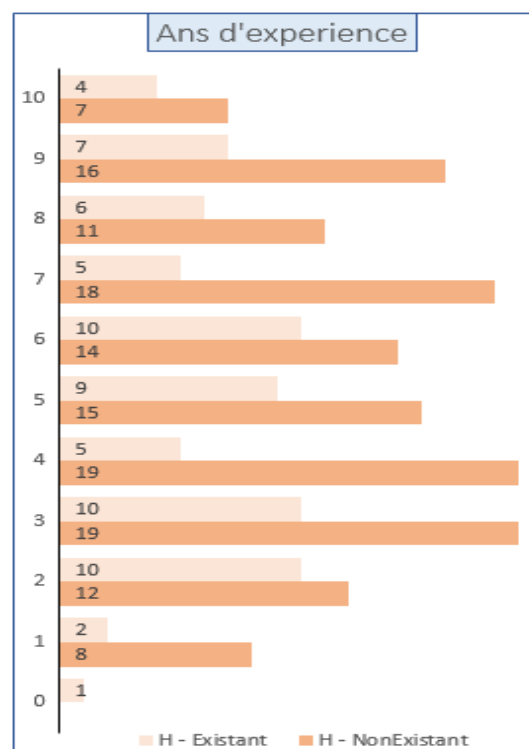


Figure 15 : Ans d'expérience

Et le dernier graphe regroupe le nombre d'employé en fonction du salaire.

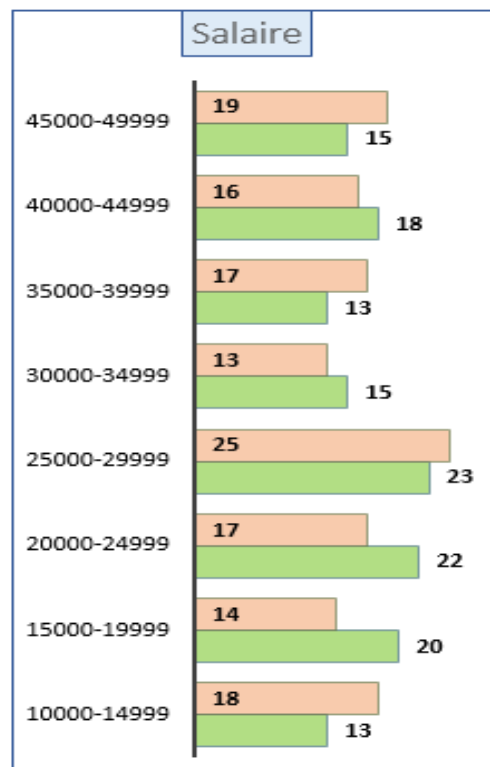


Figure 16 : Graphe de Salaire

Et le responsable ressource humaine peut trouver des informations précises sur n'importe quelle personne dans l'entreprise en saisissant soit l'ID qui lui a été affecté ou bien son nom et prénom.

Saisie ID	id-nom/prenom
NOM	id-nom/prenom
PRENOM	id-nom/prenom
SITE	id-nom/prenom
Departement	id-nom/prenom
SALAIRE	id-nom/prenom
AGE	id-nom/prenom
EXPERIENCE	id-nom/prenom
Embauche	id-nom/prenom
Existance	id-nom/prenom

Figure 17 : Formulaire de RH

2.3 Tableau de contrôle industriel :

Le troisième tableau de bord visualise 2 aspects importants de la maîtrise statistique des procédés : les cartes de contrôle \bar{X} , R et EWMA et l'analyse de capacité machine.

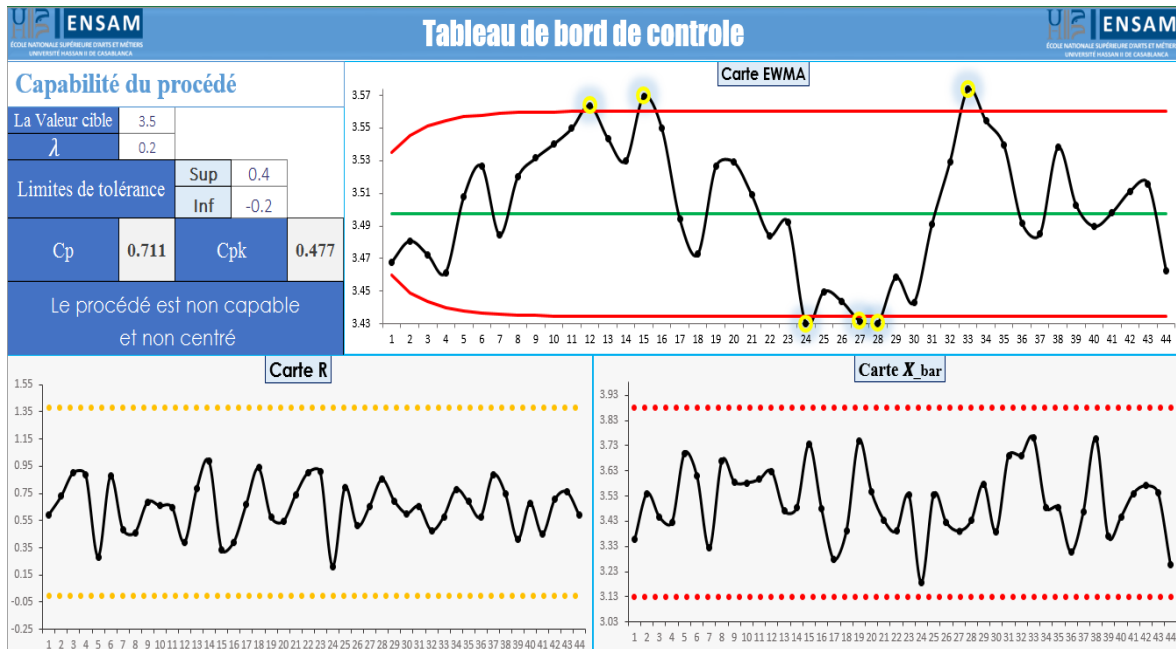


Figure 18 : Tableau de bord de contrôle

Les cartes de contrôles \bar{X} et R sont utilisés pour surveiller la moyenne et l'étendue d'une variable normalement distribuée simultanément, lorsque des échantillons sont prélevés à intervalles réguliers à partir d'un procédé commercial ou industriel. La "carte" consiste en effet en une paire de cartes : une pour surveiller l'écart-type du processus (tel qu'approché par l'étendue de l'échantillon) et une autre pour surveiller la moyenne du processus, faite avec \bar{x} et s. Les cartes \bar{X} et R tracent la valeur moyenne de la caractéristique de qualité sur toutes les unités de l'échantillon, \bar{x}_i , plus l'étendue de la caractéristique de qualité sur toutes les unités de l'échantillon comme suit :

$$R = x_{max} - x_{min}$$

La distribution normale est à la base de ces cartes et nécessite les hypothèses suivantes :

- La caractéristique de qualité à surveiller est adéquatement modélisée par une variable aléatoire distribuée normalement
- La procédure d'inspection est la même pour chaque échantillon et est effectuée de façon uniforme d'un échantillon à l'autre.

Les limites de contrôle pour ce type de carte sont :

- $D_3\bar{R}$ (en bas) et $D_4\bar{R}$ (en haut) pour surveiller la variabilité du processus

- $\bar{\bar{x}} \pm A_2 \bar{R}$ pour surveiller la moyenne du processus.

Où \bar{x} et $\bar{R} = \sum_{i=1}^m \frac{R_{max} - R_{min}}{m}$ sont les estimations du long terme de la moyenne et l'étendue des processus établis pendant la configuration de la carte de contrôle et A_2 , D_3 et D_4 sont des constantes anti-biasing propres à la taille de l'échantillon. Les constantes se trouvent généralement dans les annexes des manuels sur le contrôle statistique des procédés.

La figure suivante montre les cartes de R et \bar{X} , qu'on a fait avec EXCEL et Visual Basic for applications (VBA) dans le tableau de bord :

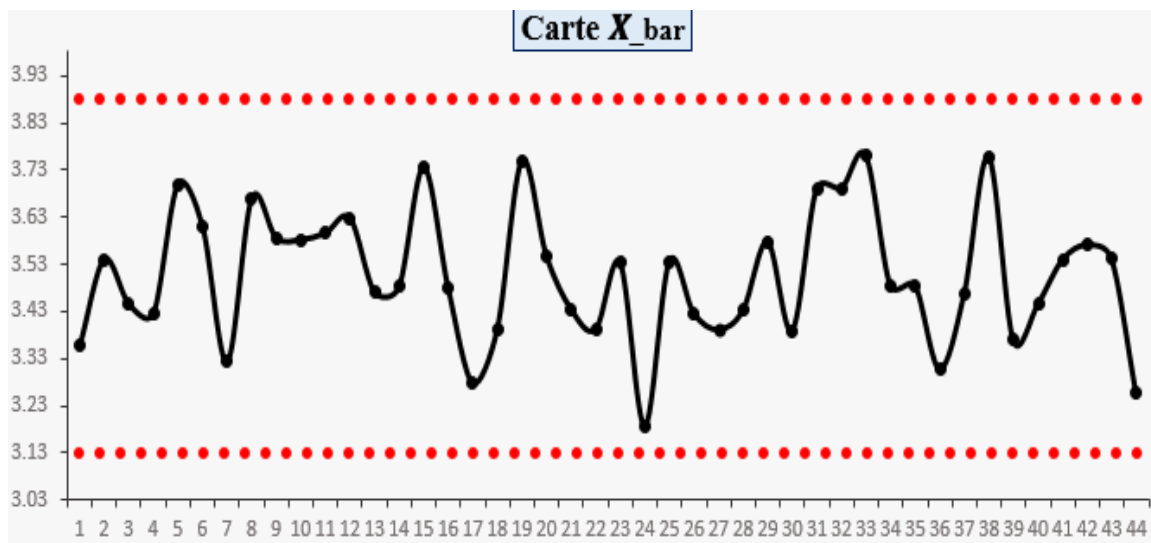


Figure 19 : Carte de \bar{X}

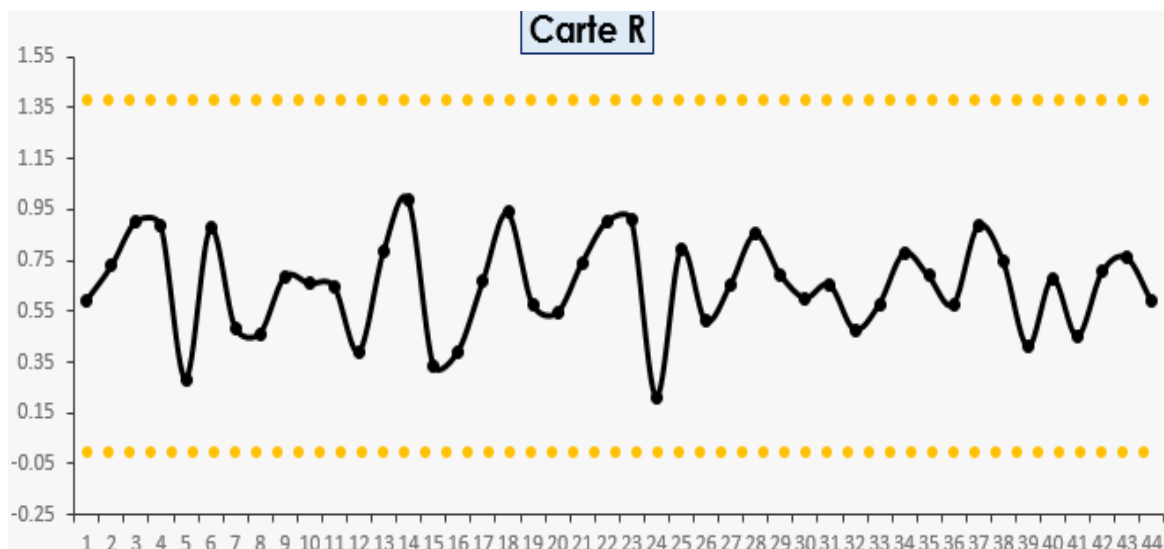


Figure 20 : Carte de Ranges "R"

Dans le contrôle de la qualité, la carte EWMA (ou carte de moyenne mobile à pondération exponentielle) est un type de carte de contrôle utilisé pour surveiller des variables ou des données de type attributs à l'aide de l'historique complet des outputs de l'entreprise ou du processus industriel surveillé. Alors que d'autres cartes de contrôle traitent individuellement des sous-groupes rationnels d'échantillons, la carte de l'EWMA suit la moyenne mobile pondérée exponentiellement de toutes les moyennes précédant de l'échantillon. L'EWMA pondère les échantillons dans un ordre décroissant de sorte que les échantillons les plus récents sont pondérés le plus fortement, tandis que les échantillons les plus éloignés contribuent très peu.

La carte de contrôle de l'EWMA exige qu'une personne bien informée choisisse deux paramètres avant la configuration :

Le premier paramètre est λ , le poids accordé à la moyenne la plus récente du sous-groupe. Ce paramètre doit satisfaire $0 < \lambda \leq 1$, mais la sélection de la "bonne" valeur est une question de préférence personnelle et d'expérience. Généralement on prend : $0,05 \leq \lambda \leq 0,25$ ou $0,2 \leq \lambda \leq 0,3$.

Le deuxième paramètre est L, le multiple de l'écart-type du sous-groupe qui établit les limites de contrôle. L est généralement réglé à 3 pour correspondre à d'autres cartes de contrôle, mais il peut être nécessaire de réduire légèrement L pour de petites valeurs de λ .

Au lieu de tracer directement les moyennes des , la carte EWMA calcule les observations successives z_i en calculant la moyenne des sous-groupes , puis en combinant cette nouvelle moyenne des sous-groupes avec la moyenne courante de toutes les observations précédentes z_{i-1} (on prend z_0 égale à la valeur cible souhaitée), en utilisant le poids spécialement choisi, comme suit :

$$z_i = \lambda \bar{x}_i + (1 - \lambda)z_{i-1}$$

Les limites de contrôle pour ce type de carte sont :

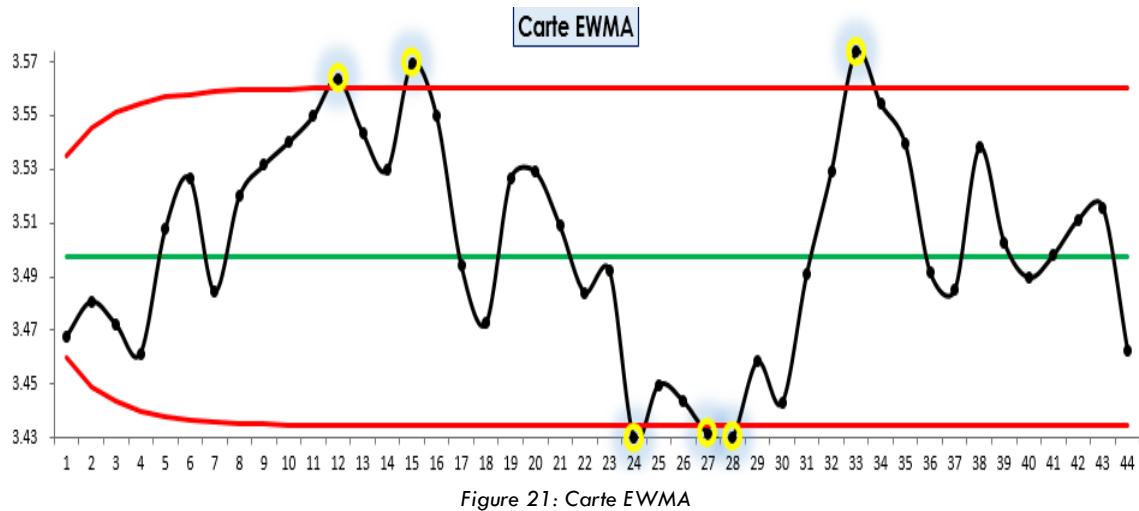
$$LSC \text{ (Limite supérieure de controle)} = T + L \frac{S}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\lambda}{2 - \lambda} [1 - (1 - \lambda)^{2i}]}$$

$$LIC \text{ (Limite inférieure de controle)} = T - L \frac{S}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\lambda}{2 - \lambda} [1 - (1 - \lambda)^{2i}]}$$

Où T (Target value-la valeur cible) et S sont les estimations de la moyenne à long terme du processus et de l'écart-type établis pendant la configuration de la carte de contrôle et n est le nombre d'échantillons dans le sous-groupe.

La carte EWMA est sensible aux petits changements dans la moyenne du processus, mais n'ont pas la capacité des cartes de R , S et \bar{X} à détecter les grands changements.

La carte EWMA est montrée dans la figure suivante extraite du tableau de bord de contrôle :



La capacité d'un processus est définie comme étant l'aptitude ou la capacité de ce processus à satisfaire les spécifications du client.

La capacité se calcule pour une caractéristique d'un procédé qui suit une loi normale.

Il y a 2 indicateurs de capacité :

La capacité machine qui s'intéresse à la dispersion instantanée et la capacité du procédé qui s'intéresse à la dispersion globale, on va se concentrer sur la dernière.

La capacité du procédé :

On vérifie la capacité du procédé sur un laps de temps long.

On calcul les indices de capacité à partir des échantillons prélevés.

Le premier indice de la capacité procédé : C_p ce nombre sans unité indique le rapport entre la dispersion (la variabilité du processus) et la plage entre les tolérances. Plus grand ce nombre et plus le processus est "capable". Moins l'indice est élevé est plus la variabilité s'étend vers les limites, voire les dépasse.

$$C_p = \frac{T_s - T_i}{6 \times \sigma(n - 1)}$$

Tel que :

T_s : Limite supérieure admissible de tolérance

T_i : Limite inférieure admissible de tolérance

$\sigma(n - 1)$: La déviation standard d'un échantillon à partir d'une population suivant la

correction de Bessel, $\sigma(n - 1) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$

Le deuxième indice de la capabilité procédé : Cpk Permet de vérifier le centrage de la moyenne du procédé.

$$C_{pk} = \min \left(\frac{T_s - \bar{\bar{X}}}{3 \times \sigma(n-1)}, \frac{\bar{\bar{X}} - T_i}{3 \times \sigma(n-1)} \right)$$

Tel que :

$\bar{\bar{X}}$: La moyenne des moyennes, $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{x}_i$

Dans la figure suivante extraite du tableau de bord on demande la valeur cible et les valeurs de tolérance supérieurs et inférieurs et le λ pour calculer C_p et C_{pk} et générer une conclusion suivant ces résultats.

Capabilité du procédé			
La Valeur cible	3.5		
λ	0.2		
Limites de tolérance		Sup	0.4
		Inf	-0.2
Cp	0.711	Cpk	0.477
Le procédé est non capable et non centré			

Figure 22 : Analyse de capabilité

Conclusion

Ce projet a été une expérience supplémentaire, formateur et très enrichissant pour nous. Il nous a permis d'élargir nos compétences en Microsoft Excel, statistique et Data science, tout en étant confronté aux difficultés de travailler en équipe et coordonner les missions entre les membres de groupe.

Nous nous sommes beaucoup utilisé les applications de vidéo conférence comme ZOOM et Microsoft Teams pour évaluer le travail effectué au fin de chaque jour et préparer pour la prochaine étape.

Bien que nous sachions que les stages sont décisifs dans la carrière d'un ingénieur en formation, la propagation du COVID-19 a rendu presque impossible de trouver des offres où les stagiaires peuvent acquérir l'expérience pratique et créer des networks avec des professionnels comme on s'y attend normalement. Le projet était, alors, notre dernier recours, il n'est peut-être pas aussi bénéfique, mais, on est présenté avec un défi sans précédent dans l'histoire de notre école et on doit s'adapter à une situation aussi sans précédent, et nous sommes reconnaissants d'en faire partie, et espérons que les stages à venir feront plus que compenser pour celui-ci.

À l'heure actuelle, le tableau de bord est prêt à être utilisé. Les feuilles EXCEL ont les tableaux de bord ainsi que les bases de données utilisées prêtes. L'utilisateur est présenté avec toute les détails de construction, de calcul et le choix d'ajouter et modifier le contenu des feuilles. On peut donc affirmer que le but qui nous avons fixé a été atteint.

Bibliographie/Webographie :

- **Wikipédia** , https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal,
Le 02/09/2020.
- **Library Gensis**, <https://libgen.is/>, Le 08/09/2020.