



Table des matières

Remerciements	2
Dédicace	3
INTRODUCTON	4
Table des figures.....	6
Table des tableaux	7
CHAPITRE I. Présentation de l'entreprise.....	10
1. Histoire de Coca-Cola	11
1.1. Coca cola aujourd'hui.....	12
1.2. Coca cola au Maroc	13
2. Présentation du Groupe NABC :	14
3. Compagnie des boissons gazeuses du Nord :	16
3.1. Historique de la CBGN :	16
3.2. Certification CBGN.....	16
3.3. Fiche d'identification de la CBGN	17
3.4. Structure de la CBGN.....	18
3.5. Les fournisseurs de la CBGN :	18
3.6. Organigramme de la CBGN :	18
CHAPITRE II. Description du processus de fabrication	20
1. Traitement de l'eau :	21
2. Traitement de l'eau de la production.....	21
3. Production de la boisson gazeuses :	24
3.1. Ligne de remplissage de verre :	25
3.2. Ligne de remplissage de PET :	28
4. Utilités auxiliaires :	28
4.1. Production de vapeur :	28
4.2. Production d'air comprimé :	28
4.3. Production du froid :	28
CHAPITRE III. Amelioration d'un convoyeur.....	29
1. Introduction :	30
2. LE PRINCIPE DE PARETO.....	30
3. DIAGRAMME DE PARETO	31
4. Problématique.....	32
4.1. Résultats de l'observation :	32
5. TRAITEMENT DU FICHER DES HISTORIQUE DES PANNES	32



6.	Dimensionnement de chaîne de manutention	37
6.1.	Hypothèses.....	37
6.2.	La masse totale à transporter	37
6.3.	Les conditions de fonctionnement	38
6.4.	Détermination de la résistance à la rupture :.....	39
6.5.	Fonctions des pièces de la chaîne à rouleaux	40
7.	Vérification des caractéristiques mécaniques de la chaîne :.....	40
7.1.	Détermination de la force nécessaire pour déplacer la chaîne.....	40
7.2.	Calcul de la masse M de la chaîne de manutention	41
7.3.	Détermination des coefficients F_r , F_s :.....	41
7.4.	La contrainte normale moyenne dans la plaque :	42
7.5.	Calcul de la contrainte maximale	43
7.6.	La condition de résistance en traction des plaques :.....	44
7.7.	Lubrification de la chaîne	45
8.	Calcul de la puissance du moteur	46
9.	Dimensionnement de l'ensemble chaîne-poulies	47
9.1.	Dimensionnement des poulies	47
9.2.	Dimensionnement de la chaîne.....	50
10.	Mise en place et installation de la solution :.....	51
11.	Synthèse :.....	51
	Conclusion.....	52
	Annexes	53
	Bibliographie	57



CHAPITRE I. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

Cette partie sera consacrée à la présentation de la CBGN, entreprise d'accueil : je donnerai une présentation de la CBGN. Je donnerai ensuite son historique suivi par son organigramme et un descriptif de ses différents départements. Je parlerai aussi des produits fabriqués aux ateliers de ladite entreprise.

1. Histoire de Coca-Cola

L'historique de The Coca-Cola Company a connu trois principales ères à l'échelle internationale depuis la découverte du produit et jusqu'à sa forme actuelle avec ses différentes sous-marques

De 1886 à 1892 :

Durant cette période, la marque a connu ses débuts, avec la découverte de la recette mystérieuse par le pharmacien John Styth Pemberton et qui était à la base un remède contre les maux de tête

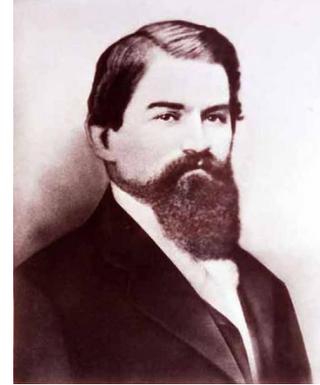


Figure 1: John Sith Pemberton

et les problèmes de digestion. Quelques temps plus tard la marque a été officialisée par Frank Robinson le comptable de Pemberton avec le même logo utilisé jusqu'à aujourd'hui. Puis la marque et la recette furent rachetées par Asa Griggs Candler l'homme d'affaires qui a mené la marque à ses succès grandioses.

De 1893 à 1904 :

Durant cette période, la boisson a commencé à se faire connaître dans les Etats Unis. Partant du principe que la soif est mondiale, Asa G. Candler a pensé à des méthodes inventives de pur marketing pour lancer son produit sur le marché, allant de la distribution gratuite du sirop de Coca-Cola à la distribution des accessoires portant le fameux cigle de la marque, ce qui a induit la nécessité de mettre en place de nouvelles unités de production pour couvrir le besoin du marché. Jusqu'à là, le produit a été commercialisé en flacons ou en gros emballages, or la popularité de la boisson a exigé la mise en place de nouvelles formes de consommation. Ceci a poussé l'homme d'affaire américain Joseph Biedenharn à être le premier à penser à conditionner Coca-Cola en bouteilles. Candler à l'époque, n'ayant pas vu les avantages de la mise en bouteilles, n'a pas été motivé pour le projet, ce qui l'a poussé cinq ans plus tard à vendre à un dollar symbolique l'exclusivité des droits de mise en bouteille et de vente du produit aux deux juristes Benjamin F. Thomas et Joseph B. Whitehead.

De 1905 à 1918 :

Le succès de la marque et du produit a incité plusieurs à l'imiter. Ceci n'a pas été apprécié par The Coca-Cola Company. Il fallait donc protéger la marque et le produit. Les publicités se sont donc concentrées sur l'authenticité de Coca-Cola, en rappelant les consommateurs à "exiger

l'authentique'' et à ''n'accepter aucune contrefaçon''. Action de plus, la marque a pensé à mettre en place une nouvelle forme d'emballage ''unique et identifiable même dans le noir'', d'où la naissance de la ''bouteille contour'' qui est effectivement reconnaissable dans le noir et qui compte parmi les symboles de la marque jusqu'à présent. En parallèle, la marque a continué à se propager en installant de nouvelles unités de production dans les Amériques et l'Europe ainsi que dans des territoires coloniaux.



Figure 2: Bouteille de Coca Cola

1.1. Coca cola aujourd'hui

La Compagnie Coca-Cola est aujourd'hui la plus grande compagnie de rafraîchissement du monde, elle produit plus de 400 marques et commercialise 4 des 5 marques de soft drinks les plus vendues au niveau mondial.

La multinationale est présente dans plus de 200 pays où des postes de travail sont créés et où des initiatives culturelles et environnementales sont développées

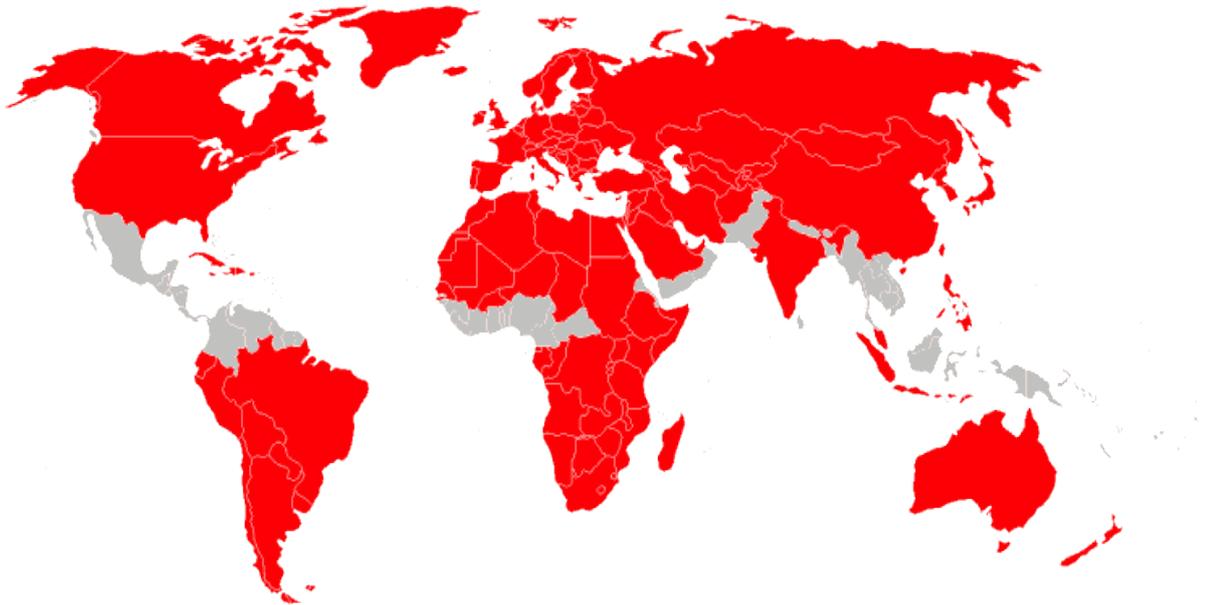


Figure 3: Coca Cola dans le monde

1.2. Coca cola au Maroc

The Coca-Cola Company s'est installée au Maroc en 1947, elle a pénétré le marché marocain par l'intermédiaire des soldats américains en poste à Tanger, qui avaient importé les premières caisses de Coca-Cola au Maroc. Des années plus tard, des unités de production ont été mises en place respectivement à Tanger, Casablanca, Fès, Oujda, Marrakech, Agadir et Rabat. L'industrie d'embouteillage, très active au Maroc, emploie près de 70 000 personnes de façon directe et indirecte, produisant ou distribuant les produits Coca-Cola.

Cette structure complexe implique une étude approfondie du comportement du consommateur afin de mieux cerner ses besoins. De ce fait, Coca-Cola est considéré comme étant une compagnie dotée d'une structure des plus performantes au Royaume.

❖ Couverture géographique :

- **ABC Oujda:** Atlas Bottling Company.
- **ABC Tanger:** Atlas Bottling Company.
- **CBGN Fès :** Campanie des Boissons Gazeuses du Nord.
- **CBGS Marrakech :** Campanie des Boissons Gazeuses du Sud.
- **SBGS Agadir :** Société des boissons gazeuses du Souss.
- **SCBG Casablanca :** Société Centrale des Boissons Gazeuses.



- **SCBG Sale** : Société Centrale des Boissons Gazeuses.

2. Présentation du Groupe NABC :

The Coca-Cola Company et l'Espagnol COBEGA SA se sont unis pour créer la Holding Equatorial Coca-Cola Bottling Company (ECCBC).

ECCBC est présente dans une dizaine de pays africains : Ghana, Guinée Conakry, Guinée Bissau, Guinée Equatoriale, Gambie, Libéria, Sierra Léone, Cap Vert, Sao tome, Mauritanie, Algérie et le Maroc.

NABC « North Africain Bottling Company » fut créé le 22 Décembre 2003 suite au regroupement de trois embouteilleurs marocains : (SCBG), (CBGN), (CBGS), et de la Société des Boissons Mauritaniennes (SOBOMA), le groupe s'est renforcé par l'acquisition de la Compagnie de Boissons Marocaines et Internationales (COBOMI).

NABC dispose actuellement de 5 sites de production au Maroc : 2 à Casablanca, 1 à Fès, 1 à Marrakech, 1 à Salé et un site Mauritanie basé à Nouakchott. Ces sites regroupent plusieurs lignes d'embouteillage de PET, verres et boîtes. Ces unités desservent sur le sol Marocain, des régions de Casablanca, Fès et Marrakech, à travers plusieurs centres de distribution.

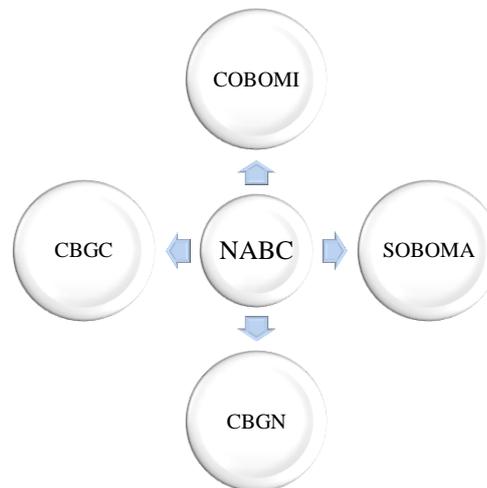


Figure 4: présentation du groupe NABC



❖ Produits :

The Coca-Cola Company produit une variété de produits, allant des boissons gazeuses jusqu'à l'eau de table en passant par les jus et les boissons énergétiques. La NABC quant à elle, elle produit toute une série de produits dans ses quatre usines et qui sont détaillés dans le tableau :

Type	Marque	1 er lancement sur le marché locale	Taille						
			Verre			PET			
			00.2	00.35	1	00.5	1	1.5	2
Boisson Gazeuse	COCA COLA	1945	•	•	•	•	•	•	•
	COCA COLA LIGHT	1995	•	•	•	•	•		
	COCA COLA ZERO	2007	•	•	•	•	•		
	FANTA ORANGE	1945	•	•	•	•	•	•	•
	FANTA EMON	1945	•	•	•	•	•		
	SHWEPPS TONIC	1945	•			•	•		
	SHWEPPS CITRON	1945		•	•	•	•	•	
	SPRITE	1961		•	•	•	•	•	
	POMS	1980		•	•	•	•	•	
	HAWAII	1991		•	•	•	•	•	



Eau gazeux	Bonaqua	1988					•	•		
Jus	Miami	1987					•	•		
Eau de table	Ciel	2000						•		
Boisson énergétique	Burn	2006					•	•		

Tableau 1: Produit Coca Cola

3. Compagnie des boissons gazeuses du Nord :

3.1. Historique de la CBGN :

La Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord (GBGN) est la filiale du groupe NABC présente à Fès. Elle l'a intégré en 2002, mais elle a vu le jour en 1952. Elle a connu différentes grades stations dans son parcours : au début elle a été spécialisée dans l'embouteillage de Coca-Cola et Fanta organe ; Ensuite, et après transmission à la zone industrielle (après avoir opéré durant 26 ans au centre-ville de Fès), pour augmenter sa part du marché La CBGN a commencé à produire Hawaï tropical, POM'S et SPRITE en plus d'avoir lancé la production de bouteilles en plastique PET.

La CBGN couvre la zone intérieure du pays, en disposant de sept centres de distributions dans Fès, Meknès, Er-Rachidia, Midelt, Azrou, Khénifra et Sidi-Slimane, avec un nombre de clients professionnels (cafés, restaurants et revendeurs) dépassant les 15000, une couverture moyenne de marché de presque 35%, des chemins de distribution dépassant les 70 et plus de 50 camions distributeur

3.2. Certification CBGN

- Certification ISO 9001/2000 (2005),

La norme ISO 9001 fait partie de la série des normes ISO 9000, relatives aux systèmes de gestion de la qualité, elle donne les exigences organisationnelles requises pour l'existence d'un système de gestion de la qualité

- Certification ISO 14001 (2004),



La norme ISO 14001 est la plus utilisée des normes de la série des normes ISO14000 qui concernent le management environnemental

- Certification OHSAS 18001 (2006),

Cette norme permet de mettre en place un système de management de santé et de sécurité au sein de l'entreprise pour assurer un développement durable.

- Certification HACCP (2003).

Cette norme permet de :

- Prouver votre engagement dans la sécurité alimentaire
- Apporter la confiance requise par les consommateurs, vendeurs et acheteurs de l'industrie agroalimentaire

3.3. Fiche d'identification de la CBGN

Raison sociale	Compagnie des boissons gazeuses du nord
Forme juridique	Société anonyme
Capital social	3 720 000 DHS
Activité	Embouteillage et distribution des boissons gazeuses non alcoolisées
Adresse	Quartier industriel sidi Brahim BP : 2284 – Fès
N° d'enregistrement	102054
N° Patente	13245421
Numéro RC	11 286
Directeur Général	Mr. MOHAMED RGUIGUE
Administrateur Directeur Général	Mr. Mly HFID MRINI
TEL / FAX	0535 965 000 / 0535 965 025
Effectif	Cadres 65
	Agents de maitrise 24



Employés	35
Ouvriers	395

Tableau 2: fiche d'identification de la CBGN

3.4. Structure de la CBGN

La CBGN couvre 60000 km² du territoire national avec une population de 4 millions environ dont 46% en milieu urbain et 54% en milieu rural.

La compagnie est dotée près de deux sites dont la production est principalement consacrée à l'usage locale la société emploie près de 500 personnes dont plus de 4% sont des cadres, sa part de marché tous produits confondus est estimés à plus de 80% du marché.

3.5. Les fournisseurs de la CBGN :

La compagnie collabore avec des fournisseurs nationaux :

- COSUMAR : sucre
- CARNAUD et CMB : les bouchons ;
- CASA MAZOUTE : Gasoil, essence....
- SIMI (Société d'Impression Moderne et Industrielle).

3.6. Organigramme de la CBGN :

Comme toute entreprise, La CBGN possède un organigramme permettant au personnel de s'organiser dans des départements et des services pour faciliter la transmission des informations et des éléments de la chaîne de production ainsi que l'organisation des relations entre les divers intervenants dans le parcours d'un produit dès la réception de la commande jusqu'à l'export du produit fini et toutes opérations annexes.

Ainsi, l'organigramme de l'entreprise se présente comme suit :

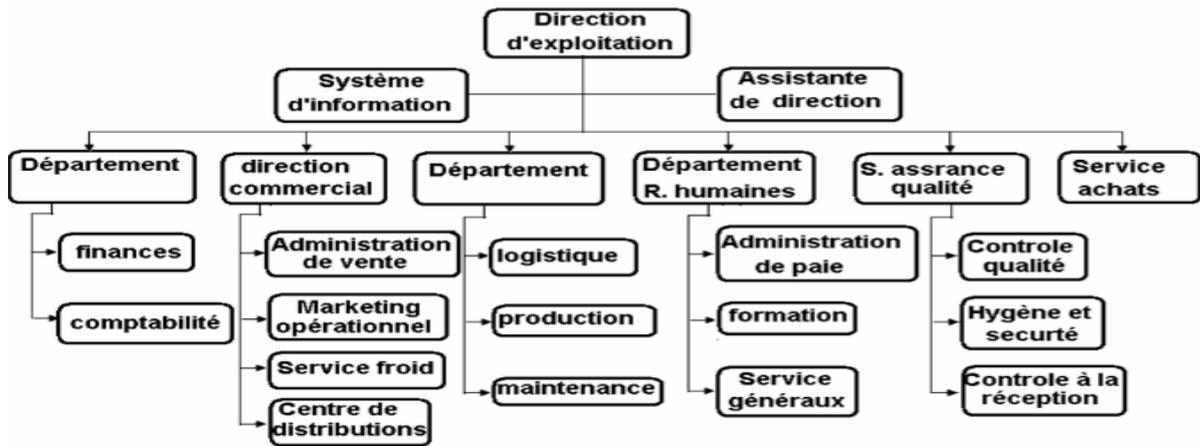


Figure 5: organigramme de la CBN



CHAPITRE II. DESCRIPTION DU PROCESSUS DE FABRICATION

Cette partie sera consacrée à la présentation du processus de fabrication des produits de haute qualité de la CBGN. Elle comportera un descriptif des différents composants du processus de fabrication de l'entreprise, ainsi que sa chaîne de valeurs accompagnée d'un descriptif détaillé montrant le chemin que prend un produit dès la commande exprimée par le client et jusqu'à la réception du produit final par ledit client.



1. Traitement de l'eau :

L'eau constitue l'élément majoritaire dans la production des boissons gazeuses. Pour cela, il s'avère très nécessaire de le traiter afin d'éliminer tous les constituants ayant un rôle dans l'impureté susceptible d'affecter le goût et l'aspect des produits. Parmi ces constituants on trouve :

Les matières en suspension : sont des microparticules (hétérogènes de formes et variées d'origines), susceptibles de provoquer une baisse rapide de la carbonatation et une formation de mousse lors du remplissage.

Les matières colloïdales : sont des particules infiniment petites (entre 0.1 et 1 à 2 microns). Elles ont une surface spécifique qui est considérable et chargée négativement dans la quasi-totalité des situations. Les particules sont ainsi soumises à des forces électrostatiques de répulsion qui les maintiennent en suspension indéfiniment.

Les matières organiques : les eaux sont chargées de matières organiques qui peuvent entraîner la formation de collerette ou de floc dans la boisson quelques heures ou plus après la fabrication.

Les micro-organismes : sont présents dans la plupart des eaux, ils peuvent se développer dans plusieurs jours ou semaines après la fabrication et changer le goût et l'aspect du produit fini.

Les substances sapides et odorantes : telles que le chlore, les chlorures et le fer qui peuvent réagir avec les arômes délicats des boissons et en modifiant le goût.

L'alcalinité : est due aux bicarbonates, aux carbonates ou aux hydroxydes, peuvent donner un goût anormal au produit fini.

2. Traitement de l'eau de la production

Afin de transformer l'eau de ville en une eau convenable à la production de la boisson, il faut la faire passer par les étapes suivantes :

- Les bassins de chloration
- Un décarbonateur
- Des filtres à charbon
- Des filtres polisseurs
- Des pompes pour la circulation d'eau



Stockage dans le Bassin 1 :

Ce bassin est destiné à la fois au stockage de l'eau et à sa chloration par l'injection d'une quantité de chlore comprise entre 1 et 3 ppm.

La capacité de ce bassin est d'environ 200 m³, le niveau d'eau à l'intérieur est contrôlé au moyen des sondes de niveau.

A noter que la teneur en chlore et les paramètres (goût, odorat et apparence) GOA, sont analysés quotidiennement.

Filtre à sable :

L'eau sortant du bassin 1 est transportée via des pompes vers les filtres à sable après avoir reçue une dose de sulfate d'aluminium qui représente l'agent coagulant, qui va déstabiliser les particules colloïdales pour former des floccs qui vont être éliminés au niveau de ces filtres.

Bien évidemment, après un certain temps estimé à 3 jours, les filtres à sables vont être chargés par les floccs, ce qui va déranger son bon fonctionnement, pour les débarrassés de ces particules, il sera lavé tous les 3 ou 4 jours par l'injection de l'eau à contre-courant.

L'efficacité de ces filtres est vérifiée par l'analyse des GOA, et la turbidité, il faut aussi vérifier l'état du sable, cette vérification peut conduire au changement du sable si nécessaire.

Le décarbonateur :

Il s'agit d'une grande cuve remplie par un lit de résines cationiques, un solide organique insoluble qui au contact de l'eau échange les cations qui contiennent avec les cations provenant de la solution.

Bassin 2 :

Le bassin 2 est un bassin qui reçoit l'eau sortante du décarbonateur, avec une capacité de 200 m³, une quantité de chlore est ajoutée de telle manière à obtenir une concentration de 6 à 8 ppm afin de désinfecter l'eau.

Le niveau dans ce bassin doit être contrôlé toutes les 4 heures, ainsi que la teneur du chlore dans l'eau sortante qui doit rester dans l'intervalle de 6 à 8 ppm.

Filtre à charbon :

Les filtres à charbon sont des cuves remplies par du charbon actif qui représente un agent adsorbant visant à éliminer le chlore et tous les substances pouvant donner un goût ou une odeur anormale à la boisson, ainsi que les substances organiques et les micro-polluants.

Filtres polisseurs :

La station renferme deux filtres polisseur, chaque filtre se compose d'un support pour filtre en papier ou cartouche en fibre chargé d'éliminer les particules de charbon actif éventuellement présentes dans l'eau à la sortie du filtre à charbon.

Les filtres polisseurs doivent être nettoyés avec une solution chlorée à chaque changement de papier ou de cartouche.

La stérilisation du filtre polisseur s'effectue deux fois par semaine ou selon les résultats des analyses microbiologiques

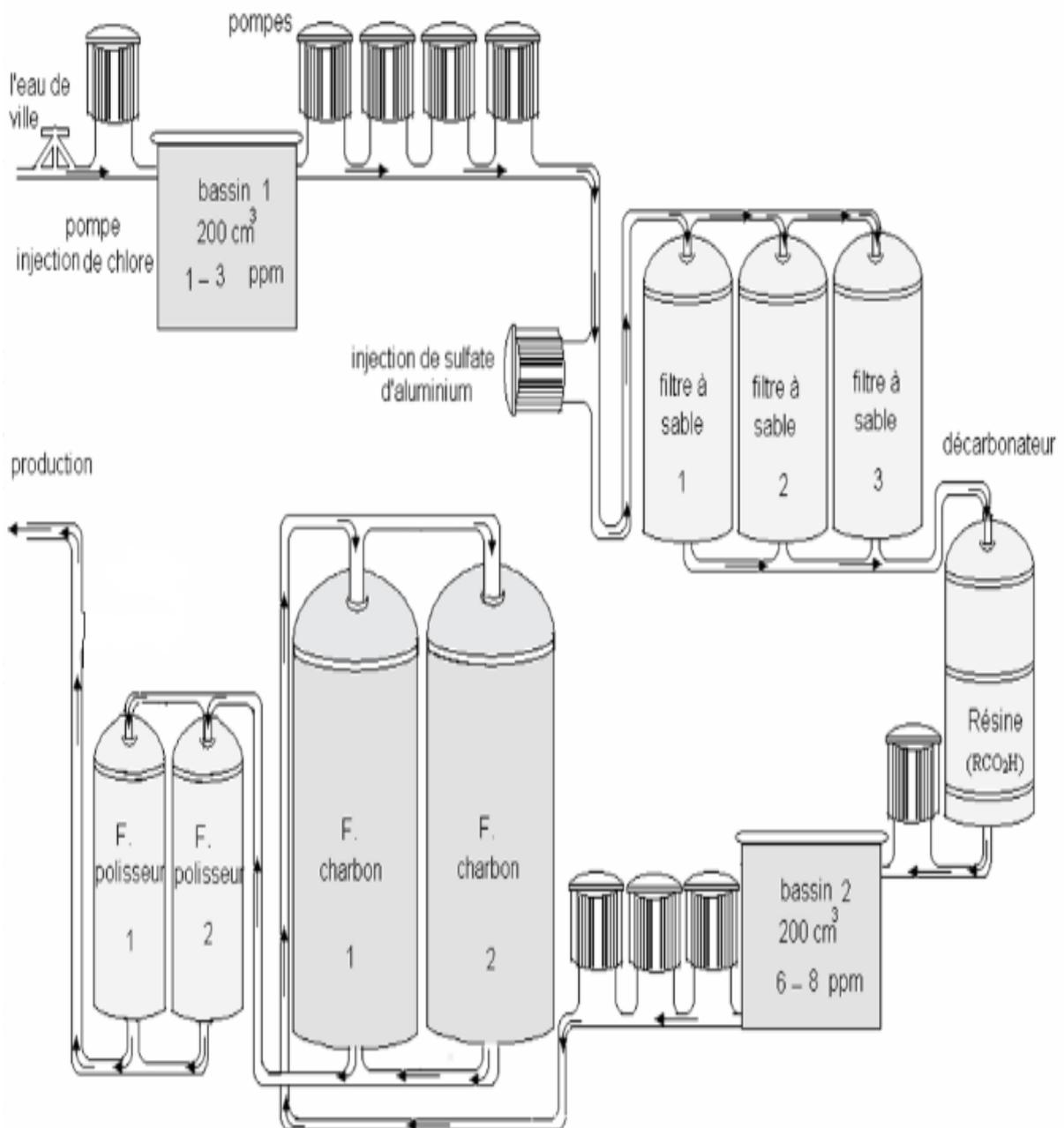


Figure 6: traitement de l'eau



3. Production de la boisson gazeuses :

C'est la station la plus importante vis-à-vis la préparation des produits que l'entreprise commercialise, à savoir les boissons gazeuses. Dans cette station se prépare le sirop fini avant dilution et gazéification. Elle dispose d'une multitude de machines qui permettent d'aboutir à un produit de qualité.

Préparation du sirop simple :

Cette étape commence par l'injection du sucre granulé, approvisionné par COSUMAR et contrôlé dans le laboratoire de la CBGN qui veille sur sa qualité et sur le respect des normes prescrites.

L'opération a lieu au niveau d'un tamis permettant d'arrêter les grands grains et de laisser passer les particules ayant la granulométrie désirée, à l'aide d'une vis, le sucre est ensuite transporté vers un silo de stockage qui assure l'alimentation de circuit et évite toute rupture probable pendant la fabrication.

En bas du silo, est installée une vanne munie de vérins pneumatiques qui permettent un ajustement automatique de l'alimentation du sucre selon les besoins en aval. Une deuxième vis sans fin amène le sucre vers une cuve de dissolution qui contient de l'eau traitée à la température de 60 °C

À la sortie, on récupère une solution de sucre, c'est le sirop qui va traverser dans un premier temps un filtre horizontal puis l'autre qui est vertical au sein duquel s'effectue l'agitation de la solution, les particules non dissoutes précipitent et sont recyclées dans la cuve de dissolution, le brix de la solution se fait à la sortie du filtre à l'aide du Visio brix.

Préparation du sirop fini

Le sirop fini est un mélange de sirop simple et de sirop concentré appelé aussi extrait de base, qui sont tous deux un mélange complexe d'arômes, d'acidifiants et de colorants, ce dernier est reçu, sous licence, dans de grands flacons.

La préparation du sirop fini commence par le contrôle des ingrédients du produit par un opérateur qui les introduit dans un récipient où se fait le mixage avec l'eau traitée, le mélange est ensuite envoyé à la cuve de sirop fini dans laquelle s'effectue le mixage avec le sirop simple à l'aide d'une pompe qui maintient l'agitation pendant 30 min. Le produit obtenu repose dans les environs de 15 min afin d'assurer sa désaération puis contrôlé par l'opérateur qui veille sur sa conformité en réglant tous les paramètres en question à savoir la température, les degrés brix et bien d'autres paramètres.

Le sirop fini va être envoyé vers le mixeur



Mixage

Le mixage constitue la dernière phase de production de la boisson, cette étape consiste à mélanger le sirop fini avec l'eau traitée refroidie par l'eau glycolée et du gaz carbonique dans des proportions bien définies.

3.1. Ligne de remplissage de verre :

▪ **Le dépalettiseur**

Le dépalettiseur, permet de dépalettiser les caisses remplies de bouteilles vides en palette puis les mètre sur les convoyeurs, ces caissiers sont placés les uns sur les autres sous forme d'un parallélogramme de 6 caissiers sur 4 caissiers pour le volume de 1l et 6 caissiers sur 5 caissiers pour le volume de 35cl et 20cl.

▪ **La deviseuse**

La deviseuse permet de dévisser les bouchons de plastique pour les bouteilles de verre de grande taille. En ce qui est des petites tailles fermées par capsules, l'opération est faite manuellement s'il en reste encore

▪ **La decaisseuse**

C'est une machine qui enlève les bouteilles vides des caisses et les pose sur le convoyeur qui alimente la laveuse des bouteilles et laisse échapper les caisses en destination de la laveuse des caisses.

▪ **La laveuse**

Les bouteilles rendues du marché doivent subir un lavage et nettoyage avec l'eau un détergent (NaOH) pour garantir une propreté, et une stérilisation avant soutirage. Le lavage des bouteilles passe par les étapes suivantes :

- La pré-inspection c'est l'opération qui consiste à la sélection des bouteilles conformes, effectuée par l'opérateur
- Le pré-lavage : est assuré par une eau adoucie tiède qui réchauffe légèrement la bouteille, permettant par la suite l'élimination des matières adhérant aux parois
- Le lavage à la soude caustique s'effectue à une température de 82°C combiné au triphosphate de sodium dont le rôle est d'empêcher le passage de la mousse en provenance de 'NaOH ' et de permettre la brillance des bouteilles
- Le pré rinçage : est une opération de rinçage des bouteilles afin d'éliminer les traces de détergent, se fait dans trois bains contenant une adoucie chaude, tiède et froide



- Rinçage finale : réalisé par l'eau froide chlorée de : 1 à 3 ppm pour éliminer les résidus caustiques et refroidir les bouteilles jusqu'à la température ambiante
- L'inspection visuelle par les mireurs : a pour but d'éliminer les bouteilles mal lavées et ébréchées
- L'inspection électronique : s'effectue avant le soutirage, dans le but de retirer les bouteilles contenant des matières étrangères.

- **La soutireuse**

La soutireuse remplit automatiquement avec une capacité de 80 bouteilles à la fois. Son travail commence par remplir les bouteilles par le gaz CO₂ pour éliminer toute trace d'air pouvant contaminer le produit, puis enchaîne par le versement du mélange préparé au mixeur avant de libérer la bouteille pour sa fermeture

- **La boucheuse**

La boucheuse composée d'une capsuleuse et d'une visseuse, sa tâche principale est de fermer les bouteilles de manière automatisée et synchronisée avec la soutireuse. La sélection du passage soit par la capsuleuse ou par la visseuse s'effectue lors des opérations de changement de série, selon que la taille à produire est la grande (bouchons vissés) ou les petites (bouchons capsulés).

- **La dateuse**

Son rôle est de marquer les dates de production et de péremption du produit, ainsi que son code de traçabilité et le marquage de douane indiquant que le produit est légal au point de vue des services de douane ;

- REMARQUE

Les bouteilles ainsi remplies et fermées sont contrôlées par une inspectrice lumineuse sur laquelle s'effectue un contrôle visuel des bouteilles pleines pour soustraire les bouteilles non conformes en matière de quantité remplie dedans

- **L'étiqueteuse**

L'étiqueteuse assure la mise et le maintien en position des étiquettes renseignant la marque et des informations générales à propos du produit sur les bouteilles

- **L'encaisseuse**

L'encaisseuse permettant de transférer les bouteilles du circuit bouteilles au circuit caisses en transportant les bouteilles de manière organisée et en les posant dans des caisses convenables

- **Le palettiseur**

Le palettiseur set à charger les caisses de bouteilles d'une façon semi automatisé remplies sur la palette

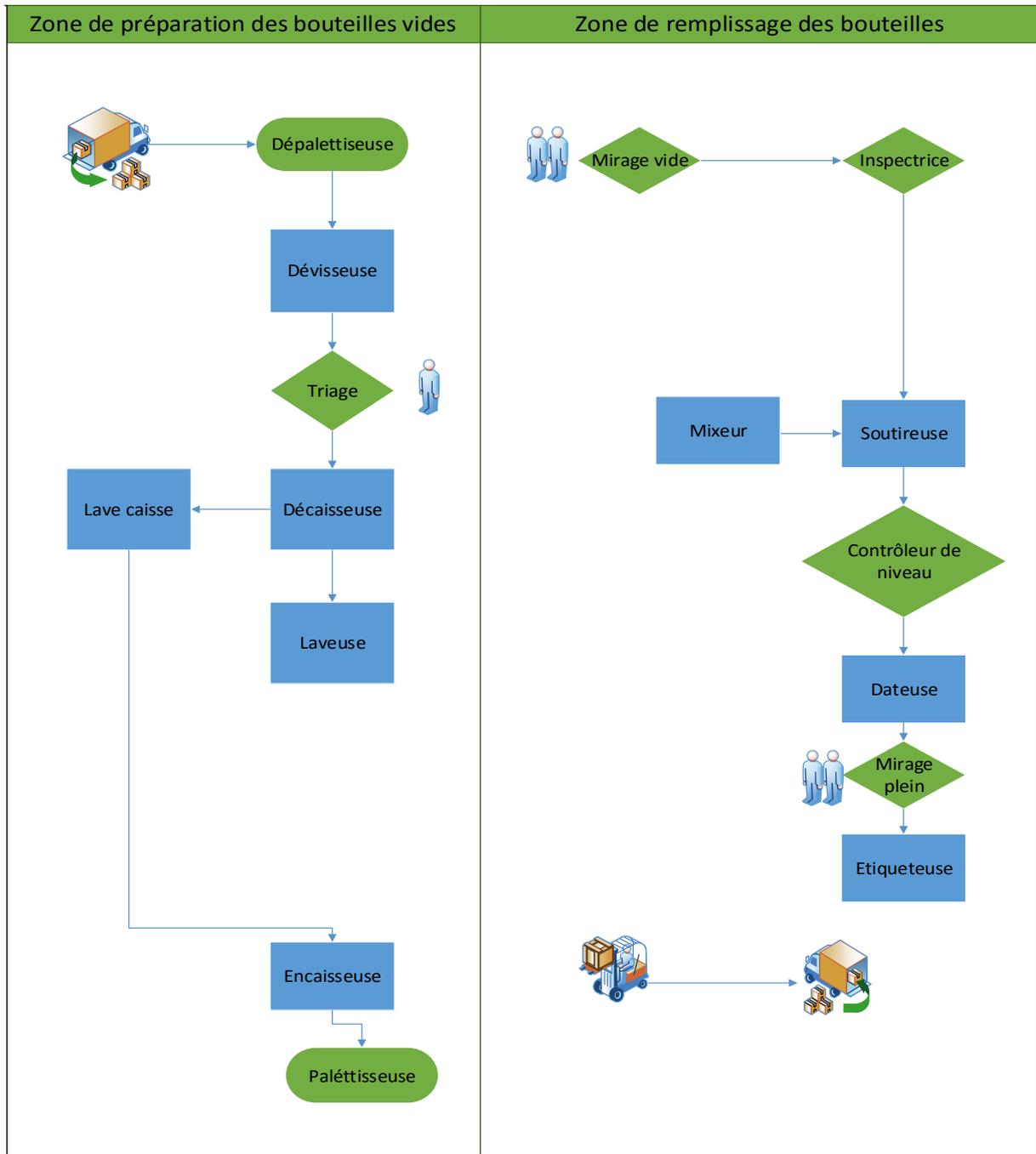


Figure 7: préparation et remplissage des bouteilles



3.2. Ligne de remplissage de PET :

L'arrêt des 2 lignes depuis l'année 2013 est due à la décision des hauts responsables du groupe NABC et aux grands investissements du groupe au niveau de (COBOMI).

4. Utilités auxiliaires :

Ces utilités comportent des stations de production de vapeur, d'air comprimé et de froid. Elles interagissent dans différents points avec les processus principaux, comme sera mentionné dans les paragraphes qui viendront.

4.1. Production de vapeur :

Cette station produit de la vapeur d'eau servant à la préparation du sirop ainsi que le chauffage des bassins de lavage des bouteilles et des caisses. Elle est composée de trois chaudières brûlant le fuel industriel, deux fonctionnent en permanence tandis que la troisième est préparée pour prendre la relève en cas de problème dans l'une des deux autres.

4.2. Production d'air comprimé :

La majorité des machines dont dispose l'unité de production de la CBGN fonctionnent à l'énergie pneumatique associée à l'énergie électrique. Ceci dit, une alimentation en air comprimé est indispensable pour le bon fonctionnement des machines. De ce fait, la CBGN dispose d'une installation produisant une pression moyenne de 7.5 bars par compresseur. Elle dispose de trois compresseurs ultra-performants et d'un quatrième à haute pression (42 bars) réservé à la ligne de PET qui n'est plus opérationnelle et qui attend un renouvellement total. Des réservoirs d'air comprimé sont aussi disponibles à cette station pour stocker l'air comprimé en cas de non utilisation.

4.3. Production du froid :

La préparation du sirop, ainsi que le remplissage des bouteilles, nécessite que les solutions mises en jeu soient refroidies dans différentes étapes. Ceci implique l'indispensabilité de disposer d'une station de production de froid. La CBGN dispose donc d'une station comportant cinq compresseurs de froid utilisant l'ammoniac comme fluide frigorigène pour refroidir de l'eau dans des échangeurs jusqu'à des températures très basses et qui sera utilisée par la suite pour échanger avec des solutions chaudes dans des échangeurs à plaques dans différents points des circuits principaux.



CHAPITRE III. AMÉLIORATION D'UN CONVOYEUR

Cette partie sera consacrée au traitement du sujet principal de ce travail : Suivi et amélioration d'un convoyeur. Le départ sera sous forme d'une mise en situation suivie de quelques bases et principes utilisés durant le travail. Ensuite un mode opératoire avec les résultats obtenus sur terrain suivis d'une analyse détaillée menant à des solutions à mettre en place pour déboucher à une synthèse résumant les résultats attendus suite aux actions proposées



1. Introduction :

Toute installation industrielle possède un rendement bien déterminé, qui est associé directement aux gains financiers qu'on peut générer à travers l'exploitation de ladite installation. Ce rendement est fortement lié à l'état de l'installation et à quel point se situe-t-elle dans son cycle de vie. Il est médiocre lors de la phase de jeunesse, maximal dans la phase de maturité et se décline lors de la phase de vieillissement.

Les services de maintenance, étant les premiers responsables du maintien en état des équipements de l'entreprise, leur enjeu principal est donc de veiller à garder les installations dans un état où le rendement est à son état maximum possible, c'est-à-dire durant la phase de maturité.

Un autre souci s'impose, et concerne le type d'actions entreprises par le service de maintenance pour atteindre son objectif. Les actions peuvent passer de l'amélioration et la remise en état jusqu'au remplacement total de quelques équipements, en fonction du coût total d'investissement pour chaque action et des bénéfices à en tirer.

Il sera donc intéressant d'effectuer une étude rigoureuse avant de décider quel type d'action fera l'objet de l'intervention des responsables de maintenance pour garder les installations en état de produire à rendement maximal.

2. LE PRINCIPE DE PARETO

Le principe de Pareto, aussi appelé loi de Pareto, principe des 80-20 ou encore loi des 80-20, est un phénomène empirique constaté dans certains domaines : environ 80 % des effets sont le produit de 20 % des causes. Il a été appliqué à des domaines comme le contrôle qualité. On considère souvent que les phénomènes pour lesquels ce principe est vérifié suivent une forme particulière de distribution de Pareto.

Le principe de Pareto doit son nom à l'économiste italien Wilfred Pareto, qui à la fin du XIXe siècle analyse les données fiscales de l'Angleterre, la Russie, la France, la Suisse, l'Italie et la Prusse. Bien que les niveaux d'inégalités soient variables selon les pays, il remarque partout un phénomène similaire : le pourcentage de la population dont la richesse est supérieure à une valeur x est toujours proportionnel à A/x^α , le coefficient α variant selon les pays¹. Cette distribution est aujourd'hui connue sous le nom de loi de Pareto. Bien que les travaux de Pareto n'impliquent pas nécessairement une répartition 80-20, le qualicien Joseph Jurant utilise en 1954 l'expression « principe de Pareto » pour signifier qu'environ 80 % des effets sont le produit de 20 % des causes.



3. DIAGRAMME DE PARETO

Le diagramme de Pareto permet de hiérarchiser les problèmes en fonction du nombre d'occurrences et ainsi de définir des priorités dans le traitement des problèmes.

Cet outil est basé sur la loi des 80/20

Ses objectifs sont :

- ✓ Faire apparaître les causes essentielles d'un phénomène ;
- ✓ Hiérarchiser les causes d'un phénomène ;
- ✓ Évaluer les effets d'une solution ;
- ✓ Mieux cibler les actions à mettre en œuvre.

Méthodologie

La démarche qu'il faut suivre pour réaliser une analyse à l'aide du diagramme de Pareto se fait en six étapes :

1. Établir la liste des données
2. Quantifier chacune de ces données ;
3. Effectuer la somme des valeurs obtenues ;
4. Calculer pour chaque valeur le pourcentage ;
5. Classer les valeurs décroissantes ;
6. Représenter le graphique des valeurs.

Le diagramme montre clairement que seule une petite partie des données occupe le plus grand pourcentage des valeurs. Ceci ne reflète pas parfois la réelle intensité du problème. Prenons l'exemple des accidents de circulation dans un carrefour, en classant le nombre d'accidents par leur type, on trouvera un classement selon le nombre de répétitions de chaque type. Ce classement ne serait pas bénéfique si on voulait remédier au problème des accidents, car il peut s'avérer que le type majoritaire n'engendre pas beaucoup de blessés par rapport à d'autres. Une action à prendre serait d'introduire le nombre de blessés dans l'analyse. En le faisant on obtiendra un nouveau classement cette fois-ci sur lequel on devra se baser pour réduire les blessés des accidents au niveau de ce carrefour et non pas le nombre d'accidents. Ceci dit lors d'une analyse par diagramme de Pareto, il faut quantifier les données selon le critère qui montre au mieux l'amplitude de ces dernières.



4. Problématique

La CBGN dispose de deux lignes d'embouteillage réservées aux bouteilles de verre. Ces deux lignes sont caractérisées par une capacité importante approchant les 24000 bouteilles par heure dans ses conditions optimales de fonctionnement. Ce chiffre reste théorique et reste loin d'être atteint et maintenu vu les différents aléas de fonctionnement que connaissent les installations industrielles. Ceci n'empêche qu'il soit possible et envisageable de l'approcher avec un taux élevé. Il est donc indispensable au service de maintenance, vu qu'il est le premier responsable de maintien en état des biens de production, d'effectuer une analyse rigoureuse pour déterminer les principales causes influençant sur les performances des équipements et d'entreprendre les actions adéquates permettant de les éliminer ou réduire leur effet.

4.1. Résultats de l'observation :

L'observation effectuée pendant 3 heures de chaque jour durant 6 jours a permis de constater la cause d'arrêt la plus fréquente et qui ne figure pas dans l'historique des pannes, vu que ce n'est pas forcément une panne. Cette cause d'arrêt est :

Le blocage et une chute de bouteilles au niveau de trois convoyeurs qui forment un angle de 90° entre eux et qui se trouvent entre la décatisseuse et la laveuse de la ligne 2.

Ce problème engendre un arrêt de production qui ne figure pas dans l'historique des pannes avec une moyenne de 1,5 min par heure donc 30h d'arrêt de production pour deux mois suit à ce problème donc un chiffre encore non négligeable.

5. TRAITEMENT DU FICHIER DES HISTORIQUE DES PANNES

Le fichier de l'historique que nous avons reçu pour servir de support d'études contient l'historique des pannes qu'ont connues les deux lignes de production durant les mois de mars et février de l'année courante.

Le tableau résumant les résultats figure dans ce qui suit.

MACHINES	TEMPS D'ARRET TOTAL
SOUTIREUSE	13.45
CONVOYEUR BOUTEILLES	9.57
PALETISSEUR	5.68
VISSEUSE	5.13
CAPSULEUSE	3,62
DECAISSEUSE	2.68
ENCAISSEUSE	2,17
LAVEUSE	25.2
ETIQUITEUSE	5,95
DATEUSE	1,13
MIXEUR	10,1
INSPECTRICE	2,22
DEPALETISSEUR	2,39
CONVOYEUR CAISSE	0,23

Tableau 3: Historique des pannes

5.1. ANALYSE

Comme déjà mentionné pour les arrêts non signalés dans l'historique, malgré qu'ils soient de courtes durées dispersées sur les heures de production, leur cumul multiplié par les cadences nominales engendre des chiffres très importants. Ceci dit, ces causes d'arrêt sont très critiques et



doivent être traitées avec le même degré d'importance qui sera associé aux autres causes d'arrêts retenues de l'analyse de l'historique.

Pour les résultats de l'historique, une analyse de type Pareto est indispensable pour limiter le champ d'action et optimiser l'étude et les opérations à entreprendre. Dans ce qui suit seront explicités les éléments de l'étude Pareto qui vont être exploités par la suite pour déterminer les causes les plus marquantes des arrêts intenses

Le tableau suivant représente les premières étapes de l'analyse Pareto, à savoir le choix du critère qui est ici la durée d'arrêt cumulée sur toute la durée couverte par le fichier de l'historique :

MACHINES	TEMPS D'ARRÊT	FREQUENCE	FRENQUE CUMULEE
LAVEUSE	25,2	28,15	28,15
SOUTIREUSE	13,45	15,02	43,17
MIXEUR	10,1	11,28	54,45
CONVOYEUR A BOUTEILLES ETIQUETEUSE	9,57	10,67	65,12
PALETISSEUR	5,68	6,34	78,1
WISEUSE	5,13	5,73	83,83
CAPSULEUSE	3,62	4,04	87,87
DECAISSEUSE	2,68	2,99	90,86
DEPALAITISSEUR	2,39	2,66	93,52
INSPECTRICE	2,22	2,47	95,99
ENCAISSEUSE	2,17	2,42	98,44
DATEUSE	1,13	1,26	99,7
CONVOYEUR A CAISSES	0,23	0,25	100

Tableau 4: les premières étapes de l'analyse Pareto

Après avoir rempli le tableau vient la phase de la représentation du diagramme Pareto afin d'avoir les équipements critiques.

L'historique suivant présente le diagramme Pareto obtenu à partir du tableau ci-dessus :

5.2. Diagramme de Pareto :

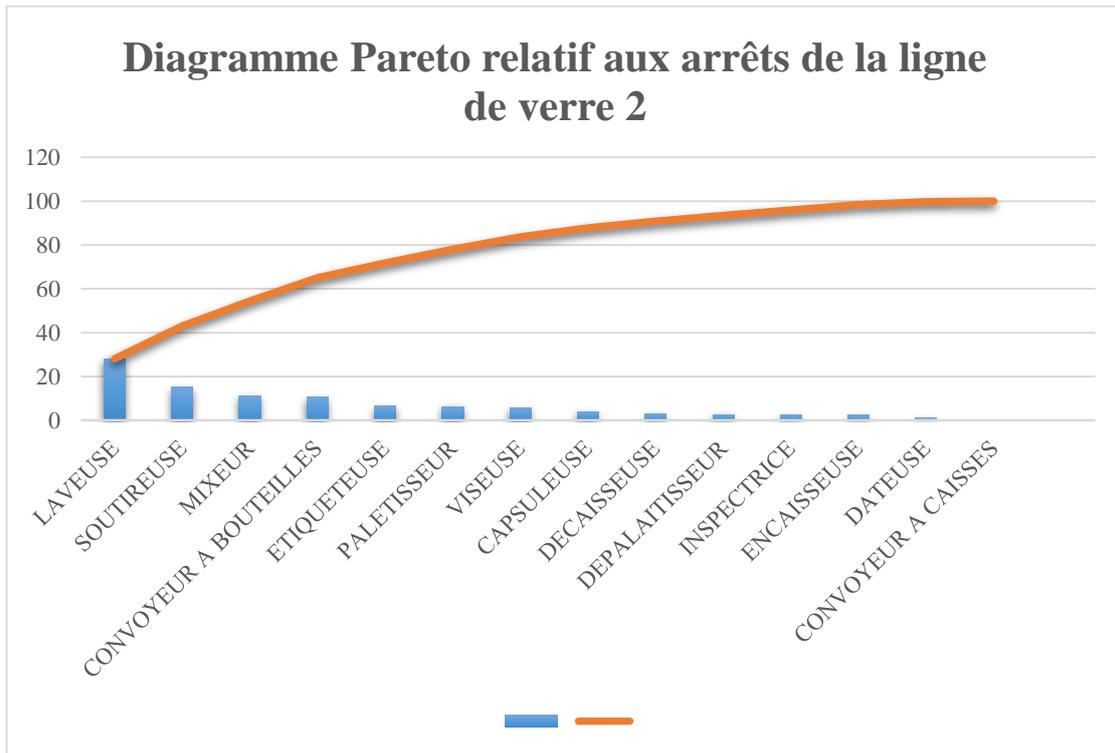


Figure 8: diagramme Pareto

L'analyse Pareto que nous traitons ici ne fait pas l'exemple parfait de la loi 20-80, vu que les voisinages de 20% des machines, qui correspond à 3 machines, ne cumule pas totalement 80% du total des durées d'arrêt, mais restent à plus 55%, pourcentage important surtout comparativement au nombre de machines mises en jeu. Ceci dit, on peut baser le restant de l'analyse sur la loi 20-80 adaptée

Les machines qui composeront la classe critique sont donc :

- Laveuse bouteilles O+H de la ligne verre 2 ;
- Soutireuse de la ligne verre 2 ;
- Mixeur de la ligne verre 2.

Il est donc impératif de tenir en compte en premier lieu ces différentes machines lors de la proposition de solutions, sans oublier le traitement des autres machines, car il se peut que les

actions à apporter à ces machines soient plus performantes et économiques que celles apportées aux machines critiques et donc leur prise en compte sera d'une utilité considérable.

5.3. ANALYSE DE RESULTAT

Les solutions proposées seront d'ordre organisationnel et technique. Ils varieront entre modifications sur les plans de maintenance, sur les méthodes de supervision, voire même sur la planification de production, et iront jusqu'à la conception et le dimensionnement de nouveaux équipements remplaçant quelques composants défectueuses.

Pour les actions de type organisationnel et industriel productique seront traitées séparément dans un autre travail réalisé par d'autres stagiaires.

5.4. SOLUTION

Nous nous sommes intéressés dans le cadre de ce projet à mettre en évidence une amélioration qui peut assurer d'une façon souple la transportation des bouteilles sans aucune perturbation ou bien arrêt de production

Donc pour le problème des convoyeurs qui forment un angle de 90° , nous avons pensé à mettre en place une seule table de convoyage. Nous allons aussi l'accompagner par un support du moteur d'entraînement et qui sera suffisamment contraint de telle sorte à ce que le problème de désaxage ou de perte de parallélisme entre arbres tournant ne soient plus rencontrés.

Nous allons commencer la conception de notre projet par le dimensionnement des chaînes de manutention du convoyeur et la chaîne de transmission liée au moteur.

Remarque : Avant d'entamer tout calcul, il est indispensable de schématiser la solution désirée de la table de convoyage.

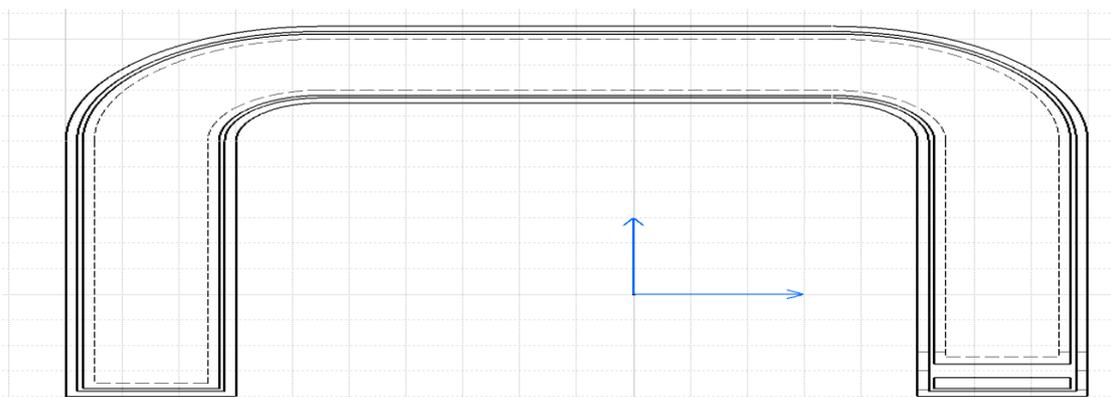


Figure 9: table de convoyage



6. Dimensionnement de chaîne de manutention

Pour garantir une sélection correcte des chaînes de transmission, il faut prendre en considération les facteurs suivants :

- Poids total transporté
- Vitesse du convoyeur
- Environnement de travail
- Lubrification
- Résistance à la traction, résistance à la rupture de la chaîne

6.1. Hypothèses

Afin de faciliter les calculs, certaines hypothèses ont été imposées :

- ✓ Largeur du convoyeur : 80 cm
- ✓ Longueur du convoyeur : 18 m
- ✓ Diamètre du tambour (entraîne la chaîne de manutention) : 40 cm.
- ✓ Masse de la chaîne : 2.6kg/m. (voir annexe 1).
- ✓ Masse des bouteilles : 70.kg/m.
- ✓ Pesanteur : $g=9,81 \text{ N.s}^{-2}$
- ✓ Coefficient de sécurité supérieur ou égal à 1,5
- ✓ $V=0.2\text{m/s}$.

6.2. La masse totale à transporter

C'est la masse des produits à transporter qui est la masse des bouteilles vide, de la chaîne et en plus de celle des deux tambours.

La masse de chaîne pour une longueur du convoyeur $M_1=470.48\text{kg}$

La masse des bouteilles pour une longueur du convoyeur $M_2=1260\text{kg}$.

La masse du tambour :

$$\text{On a } V_{\text{axe}}=S*L=\pi * \frac{d^2}{4} * L = 7.28*10^{-3}m^3$$

$$V_1= S*L=\pi * \frac{d^2}{4} * L= \pi * \frac{0.4^2}{4} * 1=1*10^{-1}m^3$$

$$V_2= S*L=\pi * \frac{d^2}{4} * L= \pi * \frac{0.3^2}{4} * 1=5.56*10^{-2}m^3$$



$$V=V1-V2= V=4.39*10^{-2}m^3$$

$$\text{Donc } V_{\text{tot}}=V_{\text{axe}}+V=V_{\text{tot}}=5.17*10^{-2}m^3$$

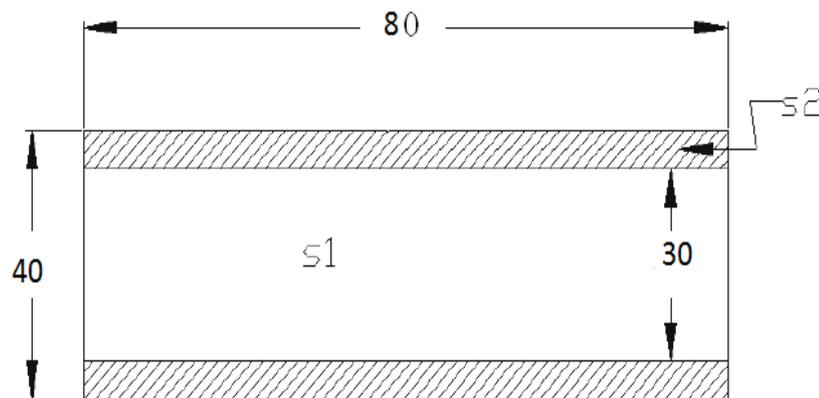
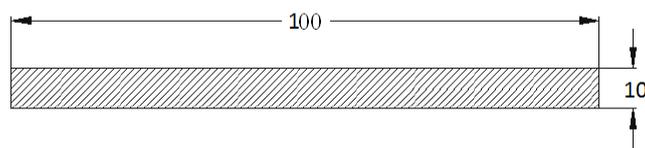
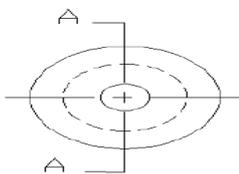
$$M_{\text{tam}}=\rho_{\text{acier}}*V_{\text{tot}}$$

$$= 7800 \text{ kg}/m^3*5.17* 10^{-2}m^3$$

$$= 403.2\text{kg}$$

Puisque on a deux tambours la masse totale des tambours est $M_{\text{tam}}=806\text{kg}$

$$\text{Donc } M_{\text{tot}}=2253\text{kg}$$



6.3. Les conditions de fonctionnement

L'environnement de travail est défini par les conditions de fonctionnement de la chaîne.

Les facteurs suivants doivent être considérés : - La propreté, le nettoyage - La température - Présence d'abrasifs (par exemple, la poussière, le sable, le gravier) - Humidité, des agents atmosphériques Ces facteurs influencent le dimensionnement de la chaîne, la qualité des matériaux, des allocations, des tolérances de fabrication, de galvanisation et des coefficients de sécurité



<u>Température</u>	<u>La charge maximale</u>	<u>Coefficient de correction -</u>
<u>- 40°C ~ - 20°C</u>	(Charge maximale admissible)	<u>X0.25</u>
<u>- 20°C ~ - 10°C</u>	(Charge maximale admissible)	<u>X0.30</u>
<u>- 10°C ~ 160°C</u>	(Charge maximale admissible)	<u>X1.00</u>
<u>160°C ~ 200°C</u>	(Charge maximale admissible)	<u>X0.75</u>
<u>200°C ~ 300°C</u>	(Charge maximale admissible)	<u>X0.50</u>

Tableau 5: Coefficient de correction

Dans notre cas, le coefficient de correction est égal à 1.

Sélection du type de chaîne

Pour choisir le type de chaîne, nous devons tout d'abord calculer la résistance à la rupture afin de sélectionner la chaîne convenable. -

6.4. Détermination de la résistance à la rupture :

Nous avons le poids transporté : $F=M \text{ tot} * g$

Avec : $M \text{ tot}= 2253\text{kg}$

AN : $F=1036 * 9.8=24852.8\text{N}$.

La contrainte admissible transmise aux matériaux de construction de la chaîne doit être correctement dimensionnée. Il est recommandé donc que la résistance à la rupture soit égale à 8 fois le poids du matériel transporté. ($k = 8$). D'où la résistance à la rupture de la chaîne doit être

$$F1=F*8$$

AN : $F1=22081.36 * 8 = 198822\text{N}$.

En se référant au type de chaînes choisi, ainsi que la résistance à la rupture, nous pouvons sélectionner la chaîne correspondante (voir annexe 2). Nous avons choisi des chaînes à rouleaux simples :

6.5. Fonctions des pièces de la chaîne à rouleaux



Figure 10: Chaîne à rouleaux simple

Les plaques transmettent toute la force et absorbent les chocs, elles constituent la partie critique de la chaîne en matière de résistance à la fatigue. Les plaques intérieures sont de ce point de vue davantage concernées que les plaques extérieures.

Les rouleaux protègent les douilles de la charge par à-coups. Pour assumer cette fonction, les rouleaux doivent être traités. En outre, le rouleau protège de l'usure la face de travail de la roue de la chaîne.

Les axes et les douilles constituent l'articulation de la chaîne. Ils assurent la résistance à l'usure de la chaîne à rouleaux. Pour cela, les axes standards et les douilles sont cémentés et trempés. Les axes sont reliés entre eux par la plaque extérieure et les douilles par la plaque intérieure par un ajustage serré.

7. Vérification des caractéristiques mécaniques de la chaîne :

7.1. Détermination de la force nécessaire pour déplacer la chaîne

La force de traction représente la force nécessaire pour déplacer la chaîne, les éléments mécaniques qui lui sont connectés et la charge transportée.

La formule utilisée pour le calcul de la force de traction d'un convoyeur :

$$T = \frac{9.81 * (M1 + M_{tot}) * Fr * Fs}{n}$$

Avec :

- M1 : la masse totale exacte à transporter
- M tot : la masse la chaîne de manutention
- n : nombre de chaine.
- Fr, Fs : les coefficients à déterminer selon les conditions de fonctionnement de la chaîne.



7.2. Calcul de la masse M de la chaîne de manutention

Après le choix de la chaîne, nous pouvons maintenant déterminer la masse de la chaîne en se référant à la masse linéique et le pas donnés par le catalogue. En effet,

La masse de la chaîne sélectionnée est : $M1=9.40 \text{ kg/m}$;

Le pas est : $p=50.80\text{mm}$;

Or la longueur totale de la chaîne :

$$L=2*a*d*\pi.$$

Avec a : la longueur du convoyeur

d : diamètre de tu tambour

Donc :

$$\text{AN : } L=2*18*0.4*\pi$$

$$L=45.23\text{m.}$$

Donc la masse de la chaîne :

$$M'=L*q$$

$$\text{AN: } M'=45.23*9.40$$

$$M'=425.16.\text{kg}$$

Pour notre cas nous avons opté pour un système de manutention à 2 chaînes

Donc $M''=850.34\text{kg}$

7.3. Détermination des coefficients F_r , F_s :

F_r : coefficient de frottement :

Le coefficient de frottement permet de déterminer la force nécessaire pour surpasser le frottement entre les deux surfaces en contact/

Surfaces en contact	Surface sèche	Surface lubrifiée
Chaînes en acier sur glissières en bois dur	0,44	0,29
Chaînes en acier sur glissières en acier	0.30	0.20
Chaînes en acier sur glissières irrégulières ou rouillées	0.35	0.25



Chaînes en acier sur glissières en polyéthylène haute densité	0.18	0.05
---	-------------	-------------

Tableau 6: Coefficient de frottement

Dans notre cas :

$$Fr=0.20.$$

Fs : coefficient de correction :

Ce coefficient de correction s'applique à la force de traction, en fonction des caractéristiques et de l'environnement de travail.

Conditions de travail	Fs
Environnement de travail	
- Relativement propre	1.0
- Milieu poussiéreux	1.2
- Humidité, ou corrosif	1.3
Les heures de travail par jour	
- Jusqu'à 10h	1.0
- Jusqu'à 24h	1.2

Tableau 7: Les valeurs du coefficient de correction

Le coefficient Fs est le produit de toutes les valeurs partielles de Fs correspondantes aux conditions de fonctionnement de la chaîne.

Dans notre cas :

$$Fs=1.3*1.2$$

$$= 1.56$$

La force de traction :

$$T = \frac{9.81 * (850.3 + 2536) * 0.20 * 1.56}{2}$$

$$T = 5181.79N.$$

7.4. La contrainte normale moyenne dans la plaque :

$$\sigma_{moy} = \frac{F}{4 * s}$$

Avec : F : l'effort appliqué sur la chaîne

S : la section de la plaque.

Calcul de l'effort appliqué sur la chaîne :

Nous avons : $F = M * g$

D'où : $F = 2536 * 9.8$

$F = 24852.8 \text{ N}$.

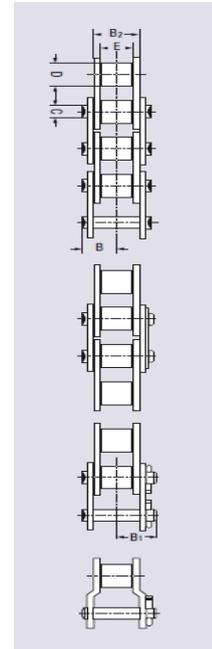
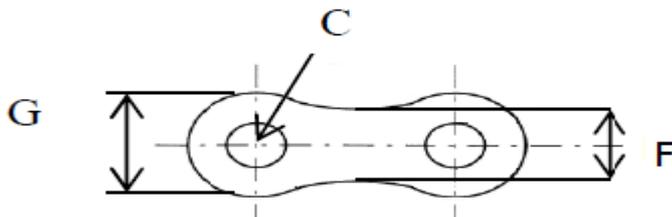
Détermination de la section S:

Nous avons d'après le catalogue :

- G = 48.26 mm

- F = 36.44 mm

- C = 14.29 mm



Et une épaisseur de $e = 8.50$

La formule utilisée pour calculer S est la suivante :

$$\begin{aligned} S &= (G - C) * e \\ &= (42.22 - 12.71) * 8.30 \\ &= 281.95 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

D'où :

$$\begin{aligned} \sigma_{moy} &= \frac{24852.8}{281.95} \\ &= 88.14 \end{aligned}$$

7.5. Calcul de la contrainte maximale

La concentration de contrainte donne la contrainte normale maximale dont il faut tenir compte :

$$\sigma_{max} = K * \sigma_{moy}.$$

- Avec : k : le coefficient de concentration de contrainte.

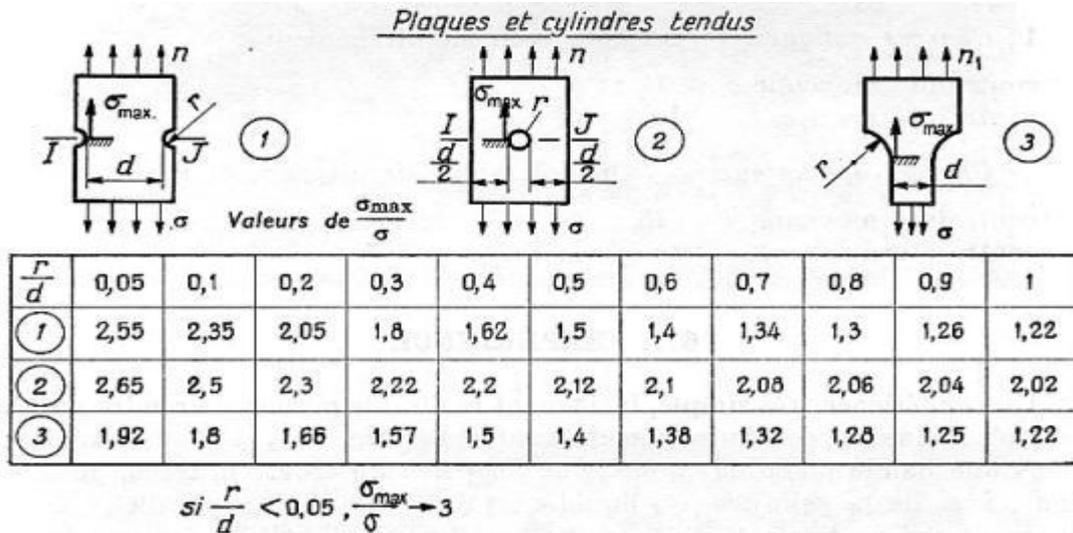


Figure 11: Valeurs du coefficient de concentration de contrainte

Nous avons : $\frac{c}{G} = \frac{12.71}{42.22} = 0.30$.

D'après le tableau (annexe) on trouve :

$$k = 1,57$$

Nous obtenons ainsi une contrainte maximale de :

$$\sigma_{max} = 138.38 \text{ MPa}$$

7.6. La condition de résistance en traction des plaques :

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{pe}$$

Avec : σ_{pe} : contrainte pratique élastique en traction en MPa

Et $\sigma_{pe} = \frac{\sigma_e}{s}$.

Tel que : $s = 1,75$ est un coefficient de sécurité

Or les plaques sont généralement en acier avec une contrainte de traction σ_e qui varie de 700 MPa à 1400 MPa, nous prenons pour notre calcul $\sigma_e = 700 \text{ MPa}$

Et : $\sigma_{pe} = \frac{\sigma_e}{s} = 400 \text{ MPa}$

Donc $\sigma_{max} \leq \sigma_{pe}$



✓ D'où la condition de résistance en traction est vérifiée.

Vérification de la contrainte de cisaillement des axes

La contrainte de cisaillement dans les axes :

$$T = \frac{F}{2s}$$

Où S est la section cisailée de l'axe, égale à

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 14.29^2}{4} \\ = 160.38 \text{ mm}^2$$

Nous trouvons ainsi la contrainte tangentielle :

$$T = \frac{24852.2}{320.76} = 77.47 \text{ MPa}$$

La condition de résistance au cisaillement :

$$T < T_{pc}$$

Avec :

T_{pc} : contrainte pratique de cisaillement :

$$T_{pc} = \frac{T_c}{s}$$

Or T_c : la limite en cisaillement est inférieure à la limite en traction. Pour les métaux la limite en cisaillement vaut en général entre 0,5 et 0,8 fois la limite en traction :

$$0.5 \cdot \sigma_e < T_c < 0.8 \cdot \sigma_e$$

Avec : Pour simplifier les calculs, nous prenons :

$$T_c = 0.5 \cdot \sigma_e = 350 \text{ MPa}$$

Donc :

$$T_{pc} = \frac{T_c}{s} = \frac{350}{1.75} = 200 \text{ MPa} > 77.47 \text{ MPa}$$

D'où la condition de résistance au cisaillement est aussi vérifiée

7.7. Lubrification de la chaîne

La durée de vie de la chaîne est très influencée par sa lubrification. Une bonne lubrification augmente la résistance à l'usure de la chaîne, sa résistance à la corrosion et la résistance à



l'oxydation de tous les éléments de la chaîne. La lubrification de la chaîne doit remplir ces critères principaux :

- Pour réduire l'usure de la chaîne et économiser l'énergie
- Pour protéger la chaîne contre la corrosion
- Pour assurer le bon fonctionnement de la chaîne.

- Systèmes de lubrification :

La sélection de lubrifiants et du système de lubrification permettent de déterminer la fiabilité et l'efficacité de la transmission des chaînes. Les systèmes de lubrification le plus souvent utilisés sont les suivants :

- Lubrification par bain d'huile
- Lubrification manuelle
- Lubrification compte-gouttes

Dans notre cas, la chaîne fonctionne à une vitesse de 12m/min, donc il est conseillé de choisir la lubrification compte-gouttes.

Pour que la lubrification soit efficace, à chaque opération, il faut appliquer une quantité suffisante de produit lubrifiant liquide dans les articulations de la chaîne. Le produit doit glisser entre les plaques et donc toujours être appliqué sur le bord des plaques.

Pour lubrifier, il convient de toujours utiliser de l'huile minérale fluide, de l'huile de machine. La viscosité de l'huile de lubrification doit être choisie de façon à ce qu'elle reste liquide à toutes les températures ambiantes.

8. Calcul de la puissance du moteur

Après avoir vérifié la résistance de la chaîne du convoyeur, nous pouvons maintenant calculer la puissance nécessaire pour entraîner le convoyeur

Nous avons déjà calculé le poids entraîné :

$$F=M''*g=3386*9.8=33186.13N.$$

Sachant que la vitesse égale à 0.2m/s, nous obtenons une puissance égale à :

$$\begin{aligned} P &= F * V = 33186.13 * 0.2 \\ &= 6637.22 \text{ Watt} \\ &= 6.6 \text{ KW.} \end{aligned}$$

Ce qui nous permettra par la suite d'effectuer le choix du moteur.

9. Dimensionnement de l'ensemble chaîne-poulies

Les chaînes sont principalement utilisées en transmission de puissance, le convoyage et la manutention. Elles permettent d'avoir des rapports de réduction constants, d'entraîner simultanément plusieurs arbres à un coût inférieur à celui d'une transmission par engrenage.



Figure 12: Chaîne de transmission

9.1. Dimensionnement des poulies

Choix du nombre de dents du pignon :

Il est recommandé de choisir un nombre de dents, dans tous les cas, supérieur à 15, ce minimum devant être porté à 21 si la transmission présente des charges irrégulières ou des à-coups.

En fonction de ces diverses considérations, le nombre de dents du pignon sera de préférence choisi parmi les nombres standards disponibles qui sont, chez la plupart des constructeurs et selon les recommandations des normes :

17- 19- 21 -23 et 25 dents

Alors que, pour les roues, on choisira parmi les nombres suivants

38- 57- 76- 95 et 114 dents

Ces valeurs, conseillées par les fabricants :

- Limitent les fluctuations du rapport de transmission,
- rendent l'usure des pignons et de la chaîne uniforme



Vu que nous avons des vitesses de rotation limitées, nous avons choisi un nombre de dents standards, ayant pris comme valeur : $Z_e=17$.

Calcul des diamètres

-Détermination de diamètre du pignon

Calcul du module :

Nous avons :

$$m > 2.34 \sqrt{\frac{F_t}{K * Re / S}}$$

Avec :

m : module

F_t : Effort tangentiel sur les dentures.

Re : contrainte pratique élastique en traction.

K : coefficient de largeur de denture. $7 < K < 12$

S : coefficient de sécurité.

- Calcul de l'effort tangentiel sur les dentures :

Nous avons : $F = \sqrt{F_t^2 + F_r^2}$

$$F = \sqrt{F_t^2 + F_r^2 \cdot \tan^2 \alpha} \propto$$

$$F_t = \frac{F}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}$$

Or nous avons la force F qui est dans notre cas le poids $F = 28821\text{N}$

Et : $\alpha = 20^\circ$ Angle de pression

D'où :

$$F_t = \frac{33186.13}{\sqrt{1 + \tan^2 20}} \\ = 31184.63\text{N}$$

Nous prenons 11 comme valeur de coefficient de largeur des dents et un coefficient de sécurité de 1,75, ainsi nous pouvons calculer la valeur du module de pignon :

A.N:

$$m \geq 2.34 \sqrt{\frac{31184.6}{11 * Re / 1.75}}$$

$$m \geq 2.34 \sqrt{\frac{30943}{11 * Re / 1.75}}$$



$$m \geq 2.34 \sqrt{\frac{30943}{11 \cdot 400 / 1.75}}$$

$$m \geq 8.13.$$

Or la valeur normalisée est : $m = 9$

Détermination de la valeur du pas :

Nous avons :

$$P = m \cdot \pi$$

D ou $P = 28.27 \text{ mm}$

D'après les catalogues des chaînes et pignons nous avons trouvé un pas de 31.75, ces chaînes sont en acier inoxydable (voir annexe3), donc une correction du module sera nécessaire et nous fixerons comme valeur du module :

$$m = 10,10 \text{ mm.}$$

Nous pouvons ainsi calculer le diamètre de petit pignon :

$$d = m \cdot Z_e$$

AN : $d = 10,10 \cdot 17 = 171,7 \text{ mm}$

Détermination du diamètre de la roue :

D'après les calculs faits nous pouvons calculer le rapport de réduction i .

Nous avons choisi alors un motoréducteur, de puissance 7.5 KW et vitesse d'entrée de 18 tr/min

Nous avons :

$$W_s = \frac{v}{r}$$

AN $= \frac{0.2}{0.2} = 1 \text{ rad/s}$

Or

$$N_s = \frac{W_s \cdot 60}{2 \cdot \pi} = 9.54 \text{ tr/min}$$

Donc le rapport de transmission :

$$I = \frac{N_e}{N_s}$$

AN $= \frac{18}{9.54}$

$$= 1,9$$

Nous pouvons ainsi obtenir le nombre de dent de la roue menée :

$$I = \frac{Z_s}{Z_e}$$

Or $Z_s = I * Z_e$

AN $= 32.3$

On prend comme nombre de dent : $Z_s = 33$

Nous pouvons maintenant calculer le diamètre de la roue :

$$D = m * Z_s$$

AN $D = 10.10 * 33$
 $= 333.3 \text{ mm}$

9.2. Dimensionnement de la chaîne

La longueur d'une chaîne dépend directement de son pas p et du nombre entier n des maillons qui la compose

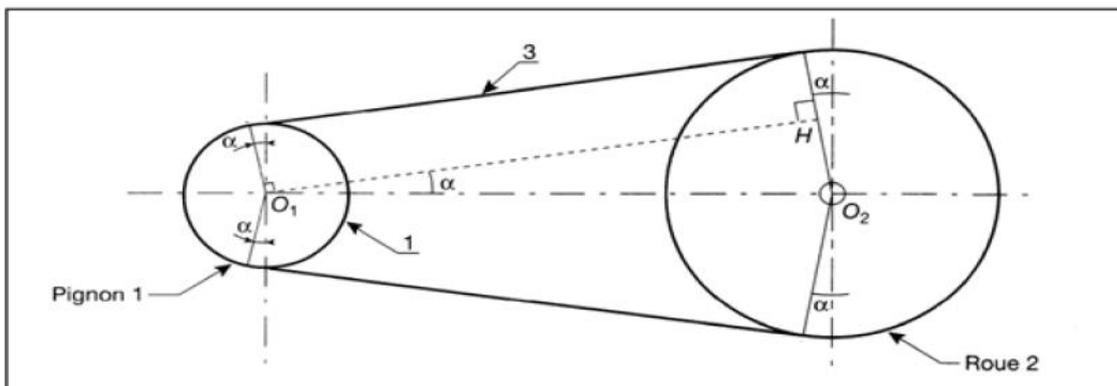


Figure 13: Dimensions de la chaîne

Nous avons la relation suivante :

$$L = 2 * e * \cos \alpha + \frac{p}{2} \left(\frac{\pi + 2\alpha}{\sin \frac{\pi}{z_1}} + \frac{\pi - 2\alpha}{\sin \frac{\pi}{z_2}} \right)$$

Avec :

e : l'entraxe en mm,

α : angle de limite de tangence de la chaîne par rapport au pignon en radians,

p : pas de la chaîne en mm,

Z_1 : nombre de dents du pignon moteur,

Z_2 : nombre de dents du pignon récepteur.

L'angle de limite de tangence α se calcule ainsi :



$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{D-d}{2e}\right)$$

Calcul de l'entraxe :

La valeur moyenne recommandée de l'entraxe est : $30p < e < 50p$ Nous avons pris comme valeur de l'entraxe : $e = 1270$ mm

A.N:

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{333.3-171.7}{2*1270}\right)$$
$$=0,052\text{rad}$$

D'où :

$$L=2*1270*\cos 0.052 + \frac{28.27}{2} \left(\frac{\pi+2*0.052}{\sin \frac{\pi}{17}} + \frac{\pi-2*0.052}{\sin \frac{\pi}{33}} \right)$$
$$L=3237.93\text{m}$$

Expression de la longueur de maillon théorique L_m :

$$L_m = \frac{L}{p}$$

AN :

$$L_m = \frac{3237.93}{28.27}$$
$$L_m = 114.53\text{mm}$$

10. Mise en place et installation de la solution :

Le fournisseur se charge de l'installation des équipements en fonction de l'espace réservé à cette opération et veille à tout mettre en place pour assurer le bon fonctionnement des dispositifs. Il adapte aussi les entraxes, les longueurs de convoyage, les convoyeurs existants tout en minimisant les rebuts et les éléments à minimiser.

11. Synthèse :

Cette action si elle est appliquée, permet de économiser 32 minutes productives pendant chaque journée de travail, avec une moyenne de 8 millions de bouteilles produites entre petite, moyenne et grande taille. Ce chiffre multiplié au prix de vente moyen et au taux de marge bénéficiaire moyen, données considérées confidentielles pour l'entreprise et ne peuvent être dénoncées par les responsables, s'alourdira sûrement vers des millions de MAD.



CONCLUSION

Cette expérience professionnelle m'a permis de m'intégrer davantage dans le monde professionnel en découvrant de nouveaux enjeux de l'industrie et des soucis majeurs qui préoccupent les industriels.

J'ai pu découvrir et opérer la façon par laquelle une entreprise procède pour la recherche des causes de défauts de ses processus pour les éliminer et améliorer son rendement et donc sa compétitivité dans le marché par des moyens analytiques très connus et utilisés dans tous les domaines.

Le travail que j'ai réalisé m'a apporté une nouvelle valeur ajoutée, qui réside en l'exploitation des méthodes d'analyse et de gestion de production ainsi que les méthodes améliorées pour le dimensionnement et choix des solutions technologiques adoptées par les industriels autres que les démarches académiques de calculs et de conception.

La supervision de la ligne de production et l'analyse d'historique par diagramme de Pareto m'ont permis de toucher la valeur précieuse du temps dans le monde de l'industrie, et que toute petite faille qui se reproduit quotidiennement et à laquelle on ne prête pas attention peut mener à des pertes catastrophiques surtout lorsqu'il s'agit des procédés de fabrication à cadence élevée.



ANNEXES



ANNEXE 1 : Chaîne 881MO k 325

Chain-Ref.	Code	Material	Flatness (max) mm	Polished hinges	Max. working load	Finish μm	Width L		R min.	SC	Weight Kg/m	
							mm	Inch				
SS 881 MO K325	10208	STANDARD	0.15	yes	5.400	0.6	82.5	3 1/4	500	45	2.60	
SS 881 MO K330	10209						83.8	3 1/4			2.65	
SS 881 M K450	10211		0.2				114.3	4 1/2	457		3.10	
SS 881 M K750	10212		0.3				190.5	7 1/2			4.90	
SSE 881 MO K325	10206	EXTRA PLUS	0.15		6.000	0.3	82.5	3 1/4	500		45	2.60
SSE 881 MO K330	10207						83.8	3 1/4				2.65
SSE 881 M K450	10201		0.2				114.3	4 1/2	457			3.10
SSE 881 M K750	10203		0.3				190.5	7 1/2				4.90
SSE 881 MO K325 HB	10213	EXTRA PLUS HB	0.15	6.000	0.3	82.5	3 1/4	500	45	2.60		
SSE 881 MO K330 HB	10214					83.8	3 1/4			2.65		

Standard length: 80 pitches (10 ft. - 3.048 m)

Breaking Load according to Standard ISO 4348 - DIN 8153

ANNEXE2 : Chaîne de manutention à rouleaux simple

Chaîne à rouleaux simple, Ansi																
n° chaîne	pas		dimensions en mm									force de rupture min. N	poids q kg/m	VF	VS	GG
	Ansi	pouces P	mm	B	B ₁ max.	B ₂ max.	C max.	D max.	E min.	F	G					
25-1	0,250	6,350	3,91	4,71	4,80	2,32	3,30	3,18	5,01	5,81	-	3470	0,130	*	*	*
35-1	0,375	9,525	5,89	6,79	7,46	3,59	5,08	4,78	7,80	9,04	-	7825	0,320	*	*	*
40-1	0,500	12,700	8,22	10,32	11,17	3,98	7,92	7,92	10,41	12,06	-	14100	0,620	*	*	*
50-1	0,625	15,875	10,15	12,40	13,84	5,09	10,16	9,52	13,01	15,08	-	22200	1,010	*	*	*
60-1	0,750	19,050	12,72	15,27	17,75	5,96	11,91	12,70	15,64	18,09	-	31800	1,450	*	*	*
80-1	1,000	25,400	16,50	19,85	22,60	7,94	15,87	15,88	20,82	24,13	-	56700	2,550	*	*	*
100-1	1,250	31,750	20,19	23,19	27,45	9,54	19,05	19,05	26,03	30,16	-	88500	3,950	*	*	*
120-1	1,500	38,100	25,53	29,83	35,45	11,11	22,22	25,40	31,24	36,19	-	127000	5,640	*	*	*
140-1	1,750	44,450	27,27	32,17	37,18	12,71	25,40	25,40	36,44	42,22	-	172400	7,380	*	*	*
160-1	2,000	50,800	32,76	37,06	45,21	14,29	28,57	31,75	41,65	48,26	-	226800	9,400	*	*	*
200-1	2,500	63,500	40,15	46,35	54,88	19,85	39,67	38,10	52,07	60,32	-	353800	15,900	*	*	*
240-1	3,000	76,200	48,95	55,35	67,81	23,81	47,63	47,63	62,48	72,39	-	510300	24,400	*	*	*

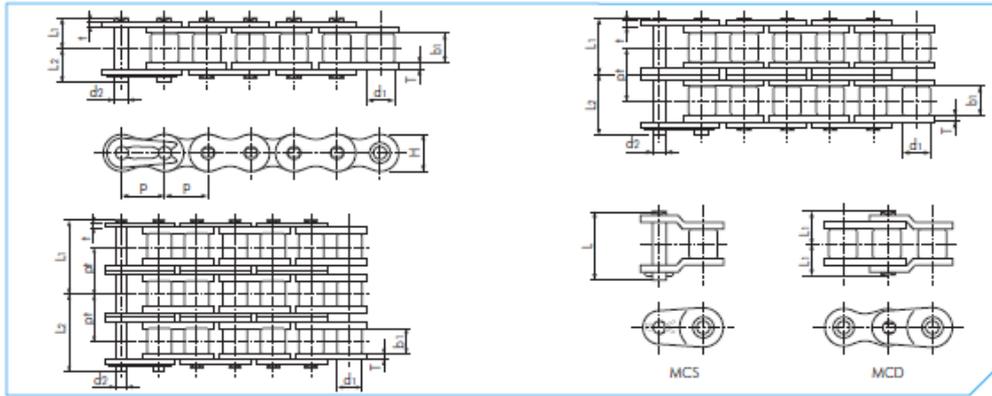


ANNEXE3 : Motoréducteur du convoyeur

n2 min ⁻¹	T2 Nm	fu	i	type	m kg	dim page
5,5 kW						
24	2090	1,9	57,77	MNHL70/3 MTA132S4	227	40
29	1730	2,3	48,33			
31	1644	2,4	44,50	MNHL70/2 MTA132S4	202	40
35	1456	2,8	39,60			
39	1306	3,1	35,59			
43	1185	3,4	32,25			
18	2787	0,8	76,10	MNHL60/3 MTA132S4	152	39
22	2280	1	63,36			
26	1929	1,2	53,26			
31	1644	1,4	45,76	MNHL60/2 MTA132S4	147	39
34	1499	1,55	40,74			
40	1274	1,8	35,43			
45	1132	2	31,44			
50	1019	2,3	28,18			
55	926	2,5	25,46			
66	772	3	21,19			
78	653	3,2	17,99			
90	566	3,7	15,50			
49	1040	1,15	28,76	MNHL50/2 MTA132S4	94	38
58	878	1,35	24,31			
67	760	1,45	20,90			
77	662	1,65	18,22			
87	586	1,85	16,04			
98	520	2,1	14,25			
116	439	2,5	12,07			
135	377	2,9	10,34			
157	325	2,9	8,94			
180	283	2,9	7,78			
208	245	2,7	6,72			
215	237	2,9	6,51			
256	199	3	5,47			
287	178	2,7	4,87			
381	134	2,7	3,67			
456	112	2,7	3,07			
78	653	0,85	17,85	MNHL40/2 MTA132S4	77	37
92	554	1	15,22			
107	476	1,2	13,14			
122	418	1,3	11,45			
139	367	1,35	10,06			
167	305	1,6	8,38			
199	256	1,75	7,04			
235	217	1,8	5,97			
277	184	1,9	5,06			
309	165	1,45	4,53			
370	138	1,65	3,78			
442	115	1,7	3,17			
617	83	1,65	2,27			
149	342	1	9,40	MNHL35/2 MTA132S4	70	36
169	301	1,1	8,26			
200	255	1,1	7,00			
235	217	1,3	5,97			
273	187	1,35	5,12			
7,5 kW						
5,9	11594	1,05	152,40	MNHL100/3 MTA160M6	474	42
6,6	10364	1,15	135,73			
7,5	9120	1,3	120,79			
8,3	8241	1,45	108,22			
10,2	7425	1,6	95,40	MNHL100/2 MTA132M4	451	42
12,2	6685	1,8	83,38			
14,4	6035	2,1	72,78			
17,0	5470	2,4	63,36			
20,0	4980	2,8	55,33			
23,5	4555	3,1	49,15			
27,5	4190	3,4	43,53			
32,0	3880	3,8	38,38			
37,0	3620	4,2	33,67			
42,5	3400	4,7	29,36			
49,5	3215	5,3	25,46			
58,0	3060	6,0	21,99			
68,0	2930	6,8	18,99			
80,0	2820	7,7	16,44			
94,0	2730	8,7	14,25			
110,0	2650	9,9	12,07			
128,0	2580	11,3	10,34			
149,0	2520	12,9	8,94			
173,0	2470	14,7	7,78			
201,0	2430	16,8	6,72			
233,0	2400	19,2	5,81			
270,0	2370	22,0	5,06			
313,0	2350	25,3	4,44			
363,0	2340	29,2	3,92			
420,0	2330	33,8	3,48			
485,0	2330	39,3	3,07			
560,0	2330	45,8	2,72			
645,0	2330	54,5	2,40			
740,0	2330	65,8	2,10			
855,0	2330	79,8	1,82			
990,0	2330	96,8	1,55			
1145,0	2330	117,0	1,35			
1320,0	2330	141,0	1,17			
1515,0	2330	169,0	1,00			
1735,0	2330	202,0	0,85			
2080,0	2330	241,0	0,72			
2550,0	2330	287,0	0,60			
3150,0	2330	342,0	0,50			
3880,0	2330	408,0	0,42			
4750,0	2330	486,0	0,36			
5780,0	2330	578,0	0,30			
7000,0	2330	688,0	0,25			
8450,0	2330	828,0	0,20			
10150,0	2330	1000,0	0,16			
12150,0	2330	1215,0	0,13			
14500,0	2330	1480,0	0,10			
17250,0	2330	1800,0	0,08			
20450,0	2330	2190,0	0,06			
24150,0	2330	2665,0	0,05			
28400,0	2330	3230,0	0,04			
33250,0	2330	3890,0	0,03			
39750,0	2330	4660,0	0,02			
48000,0	2330	5550,0	0,02			
58050,0	2330	6575,0	0,01			
70000,0	2330	7850,0	0,01			
84750,0	2330	9385,0	0,01			
102450,0	2330	11195,0	0,01			
123450,0	2330	13295,0	0,01			
148000,0	2330	15740,0	0,01			
176450,0	2330	18535,0	0,01			
209150,0	2330	21685,0	0,01			
246450,0	2330	25195,0	0,01			
288750,0	2330	29070,0	0,01			
346500,0	2330	33315,0	0,01			
419250,0	2330	37935,0	0,01			
507450,0	2330	42935,0	0,01			
611650,0	2330	48315,0	0,01			
732450,0	2330	54070,0	0,01			
880450,0	2330	60205,0	0,01			
1057450,0	2330	66725,0	0,01			
1266450,0	2330	73635,0	0,01			
1509450,0	2330	80940,0	0,01			
1789450,0	2330	88645,0	0,01			
2109450,0	2330	96755,0	0,01			
2574450,0	2330	105270,0	0,01			
3089450,0	2330	114185,0	0,01			
3759450,0	2330	124505,0	0,01			
4500450,0	2330	136230,0	0,01			
5419450,0	2330	149365,0	0,01			
6524450,0	2330	163905,0	0,01			
7824450,0	2330	179850,0	0,01			
9329450,0	2330	197200,0	0,01			
11049450,0	2330	216055,0	0,01			
13094450,0	2330	236410,0	0,01			
15474450,0	2330	258270,0	0,01			
18209450,0	2330	281635,0	0,01			
21319450,0	2330	306510,0	0,01			
24824450,0	2330	332890,0	0,01			
28754450,0	2330	360775,0	0,01			
34149450,0	2330	390160,0	0,01			
41049450,0	2330	421045,0	0,01			
49549450,0	2330	453430,0	0,01			
59749450,0	2330	487315,0	0,01			
71749450,0	2330	522700,0	0,01			
85649450,0	2330	559585,0	0,01			
101549450,0	2330	597970,0	0,01			
119649450,0	2330	637855,0	0,01			
140149450,0	2330	679240,0	0,01			
163249450,0	2330	722125,0	0,01			
189149450,0	2330	766510,0	0,01			
228049450,0	2330	812395,0	0,01			
280149450,0	2330	859780,0	0,01			
346649450,0	2330	908665,0	0,01			
427849450,0	2330	959050,0	0,01			
525049450,0	2330	1010935,0	0,01			
639649450,0	2330	1064320,0	0,01			
773049450,0	2330	1119205,0	0,01			
926849450,0	2330	1175590,0	0,01			
1103649450,0	2330	1233475,0	0,01			
1305949450,0	2330	1292860,0	0,01			
153749450,0	2330	1353745,0	0,01			
1799949450,0	2330	1416130,0	0,01			
2196949450,0	2330	1480015,0	0,01			
2732949450,0	2330	1545400,0	0,01			
3412949450,0	2330	1612285,0	0,01			
4240949450,0	2330	1680670,0	0,01			
5230949450,0	2330	1750555,0	0,01			
6388949450,0	2330	1821940,0	0,01			
7730949450,0	2330	1894825,0	0,01			
9274949450,0	2330	1969210,0	0,01			
11046949450,0	2330	2045095,0	0,01			
13074949450,0	2330	2122480,0	0,01			
15394949450,0	2330	2201365,0	0,01			
17944949450,0	2330	2281750,0	0,01			

ANNEXE4 : Chaîne de transmission

CHAINE A ROULEAUX RS GT4 WINNER (EUROPEENNE)



GT4 WINNER (BS)

Dimensions en mm

Réf. de chaîne TSUBAKI	Pas p	Diamètre du rouleau di	Longeur entre plaques intérieures bt	Axe			Plaque			Entraîne- ment pt	Charge min. à la rupture selon ISO 606 kN	Charge à la rupture selon norme TSUBAKI kN	Charge moyenne à la rupture selon norme TSUBAKI kN	Poids approx. kg/m									
				Diamètre dD	Longueur L1	Longueur L2	Longueur L	Epaisseur T	Epaisseur t						Hauteur H (max)								
RS05B-1	8.00 (0.315")	5.00	3.00	2.30	3.80	4.70	-	0.75	0.75	7.10	5.64	4.4	5.0	5.8	0.18								
RS05B-2					6.65	7.52	-									0.75	0.75	7.10	5.64	4.4	5.0	5.8	0.18
RS05B-3					9.45	10.34	-																
RF06B-1	9.525 (3/8")	6.35	5.72	3.28	6.10	7.70	15.10	1.30	1.00	8.20	10.24	16.9	17.0	18.7	0.75								
RF06B-2					8.40	10.00	18.20									1.30	1.00	8.20	10.24	16.9	17.0	18.7	0.75
RF06B-3					11.20	12.80	21.40																
RS08B-1	12.70 (1/2")	8.51	7.75	4.45	8.40	10.00	18.20	1.60	1.60	12.00	13.92	17.8	19.0	20.7	1.25								
RS08B-2					11.20	12.80	21.40									1.60	1.60	12.00	13.92	17.8	19.0	20.7	1.25
RS08B-3					15.30	16.90	24.50																
RS10B-1	15.875 (5/8")	10.16	9.65	5.08	9.55	11.25	20.80	1.50	1.50	14.70	16.59	22.2	23.0	25.3	0.95								
RS10B-2					17.85	19.55	39.40									1.50	1.50	14.70	16.59	22.2	23.0	25.3	0.95
RS10B-3					26.15	27.85	56.00																
RS12B-1	19.05 (3/4")	12.07	11.68	5.72	11.10	13.00	24.40	1.80	1.80	16.10	19.46	27.8	28.9	31.0	1.25								
RS12B-2					20.85	22.75	45.90									1.80	1.80	16.10	19.46	27.8	28.9	31.0	1.25
RS12B-3					30.60	32.50	65.40																
RS16B-1	25.40 (1")	15.88	17.02	8.28	17.75	19.95	39.30	4.00	3.20	21.00	31.68	106.0	106.0	141.0	5.40								
RS16B-2					20.85	22.75	45.90									4.00	3.20	21.00	31.68	106.0	106.0	141.0	5.40
RS16B-3					49.50	51.70	106.30																
RS20B-1	31.75 (1 1/4")	19.05	19.56	10.19	26.15	27.85	56.00	4.40	3.40	26.00	36.45	250.0	295.0	325.0	11.45								
RS20B-2					20.85	22.75	45.90									4.40	3.40	26.00	36.45	250.0	295.0	325.0	11.45
RS24B-1					26.65	31.85	61.70																
RS24B-H-1	29.30	34.20	73.40	8.00	5.60	33.40	72.25	630.0	716.0	788.0	32.00												
RS24B-2	50.80	56.00	112.80									6.00	5.60	33.40	48.36	280.0	335.0	369.0	14.65				
RS24B-3	75.10	80.20	161.10	7.50	6.00	36.20	58.55	450.0	500.0	550.0	21.75												
RS28B-1	44.45 (1 3/4")	27.94	30.99									15.90	32.45	37.45	74.40	7.50	6.30	36.40	59.56	360.0	374.0	411.0	18.80
RS28B-2				42.15	47.15	94.60	7.50	6.30	36.40	59.56	360.0		374.0	411.0	18.80								
RS28B-3				91.95	96.95	195.90																	
RS32B-1	50.80 (2")	29.21	30.99	17.81	32.10	37.70	73.30	8.50	8.00	52.90	72.25	630.0	716.0	788.0	32.00								
RS32B-2					61.25	66.85	134.50									8.50	8.00	52.90	72.25	630.0	716.0	788.0	32.00
RS32B-3					90.50	95.10	192.65																
RS40B-1	63.50 (2 1/2")	39.37	38.10	22.89	39.25	45.05	88.60	8.50	8.00	52.90	72.25	630.0	716.0	788.0	32.00								
RS40B-2					49.30	58.80	117.70									8.50	8.00	52.90	72.25	630.0	716.0	788.0	32.00
RS40B-3					111.50	117.00	235.30																
RS48B-1	76.20 (3")	48.26	45.72	29.23	49.30	58.80	117.70	12.10	10.00	63.80	91.21	1000.0	1000.0	1150.0	50.00								
RS48B-2					95.00	104.40	209.00									12.10	10.00	63.80	91.21	1000.0	1000.0	1150.0	50.00
RS48B-3					140.60	150.00	-																

Remarques:

1. Les rainurés pour le lubrifiant (LG) sont disponible de RS16B à RS24B.
2. Les attaches rapides sont de type à clip pour des dimensions allant jusqu'à RS16B et de type à goupille pour les dimensions allant de RS20B à RS48B.
3. RF06B est à plaques droites.
4. La plaque intermédiaire de la RF06B-2 et RS08B-2 est monobloc.
5. Un rivetage de type démontage facile est utilisé pour RS08B-1 à RS16B-1.
6. Le rivetage 2 points est utilisé pour toutes les dimensions, y compris les chaînes multiples.
7. Lorsqu'un maillon coudé simple est utilisé, veuillez calculer 35 % de résistance à la fatigue en moins.
8. La chaîne RS24B-H-1 est une chaîne RS24B-1 renforcée.



BIBLIOGRAPHIE

SERMS motorisation, motoréducteurs

CATALOGUE 1 | Chaîne de transmission - tsubaki.eu

- [1]. https://fr.wikipedia.org/wiki/The_Coca-Cola_Company
- [2]. <http://fr.coca-colamaroc.ma/notre-compagnie/le-systeme-coca-cola>
- [3]. <http://fr.coca-colamaroc.ma/notre-compagnie/125-ans-dhistoire>
- [4]. <http://fr.coca-colamaroc.ma/notre-compagnie/notre-activite>
- [5]. <http://fr.coca-colamaroc.ma/brands/descriptions-des-produits#coca-cola>