

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة عين تموشنت - بلحاج بوشعيب
Université de Ain Témouchent - BELHADJ Bouchaib -
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Electrotechnique



Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Domaine : Sciences & Technologies

Filière : Electromécanique

Spécialité : Electromécanique

Thème

Etude de l'automatisation du processus de recyclage du papier

Présenté par : Mr BOUKACEM Abdelkader
Mr BENZIDI Cheikh

Soutenu en Septembre 2021 devant le Jury :

Dr AISSOU Massinissa	M.C.A	U.A.T.B.B	Président
Mr MECIRDI Noredine	M.A.A	U.A.T.B.B	Examineur
Dr ZEBENTOUT Abdel-Djawad	M.C.A	U.A.T.B.B	Encadrant

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dédicaces

Du profond de mon cœur ,Je dédie ce mémoire

A mon père,

Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras. Pour son enseignement continu à m'inculquer les vraies valeurs de la vie et pour ses précieux conseils.

Puisse Dieu, à te garder et à prolonger ta vie.

A ma mère,

Aucune dédicace ne serait exprimée mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être .

Que ce mémoire soit l'exaucement de vos vœux tant formulés , le fruit de vos innombrable sacrifices. Puisse Dieu, le très haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie

A ma grand-mère

Ce qui ne m'a pas épargné en appelant Dieu pour mon succès. Que Dieu vous bénisse la santé et prolonge votre vie

À mes chers sœurs Bouchra ,Fatima Zohra ,et mon frère Mohamed Amine

Qui m'encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur

Et sans oublier mes chères amis Ahmed, Cheikh

Abdelkader

Dédicaces

*Je dédie ce travail qui n'aura jamais pu voir le jour sans les
soutiens indéfectible de*

Ma chère mère

Mon cher père

Dont le mérite, les sacrifices et les qualités humaines m'ont
permis de vivre ce jour

A mes frères et ma sœur

Noureddine et sa femme **Sihem** et leurs fils **Soufien**,

Ikram et ses fils **Rimas** et **Yasser**

Mohamed, Houari, Islem, Khalil

A tous les gens qui m'aiment

Ikhlas, Abd-el-rahim, Saif-eddine,

Abd-el-kader, Abd-el-ghani

Cheikh

Remerciements

Tout d'abord, nous rendons grâce à Allah créateur de l'univers et maître des destinées, pour nous avoir permis de suivre la bonne voie, celle de la foi et du savoir, et pour nous avoir guidés et soutenus lors de l'élaboration de cet humble travail.

Nos vifs remerciements vont particulièrement à notre promoteur Mr ZEBENTOUT Abdel-Djawad de nous avoir proposé ce sujet et dirigé tout au long de notre travail.

Nos sincères remerciements vont aussi aux membres de jury pour l'honneur qu'ils ont fait en acceptant de juger ce travail à :

Mr AISSOU Massinissa d'avoir accepté de présider ce jury.

Et Mr MECIRDI Noredine qui a consacré son temps pour l'examen de ce mémoire.

Nous tenons aussi à remercier chaleureusement tous nos enseignants du département d'électrotechnique qui nous ont suivis de long de nos études.

C'est avec un réel plaisir que nous s'adressons nos sincères reconnaissances et nos profondes gratitude à tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin pour réaliser cette étude.

Table des matières

Dédicaces	i
Remerciements	1
Table des matières	i
Liste des abréviations	iii
Liste des figures	iv
Liste des tableaux	vi
Introduction Générale.....	2
CHAPITRE I	4
Généralités sur le recyclage et le papier	4
I-1- Historique	4
I-2- Le recyclage et le papier.....	5
I-3- Caractéristiques de conservation de papier	7
I-4- Consommation de papier dans le monde.....	7
I-5- Procédé de fabrication du papier	8
I-6- La fabrication des pâtes à papier à partir du bois	8
I-6-1- La fabrication des pâtes mécaniques	9
1-6-2- La fabrication des pâtes chimiques.....	9
I-7 -Les inconvénients de la fabrication de papier non recyclé.....	10
1-8- Le papier recyclé	10
I-9- Les produits papiers-cartons recyclés.....	10
I-10- Le recyclage et l'économie.....	12
I-11- le recyclage et l'environnement	12
I-12- Le recyclage du papier en Algérie.....	13
I-13- Conclusion.....	14
CHAPITRE II.....	16
Processus de recyclage du papier.....	16
II-1- Introduction.....	16
II-2- Cycle de recyclage de papier	16
II-2-1- Collecte des papiers et des cartons (Etape 01).....	17

II-2-2- Tri des papiers (Etape 02)	19
II-2-3- Fabrication de la pâte à papier (Etape 03)	23
II-2-4- Bobinage de papier (Etape 04).....	24
II-2-5- Impression, façonnage et routage du papier (Etape 05).....	27
II-2-6- Distribution du papier (Etape 06)	28
II-3- Conclusion	28
Chapitre III.....	31
Programmation par Grafcet du compacteur semi-automatique	31
III-1- Introduction	31
III-2- La presse à balles verticale	31
III-3- Rôle du compactage.....	32
III-4- Eléments de compacteur semi-automatique	32
III-5- Principe de fonctionnement d'un compacteur	33
III-6- Système de fonctionnement de vérin du compactage.....	34
III-7- Algorithme de fonctionnement du compacteur	36
III-8- Grafcet de fonctionnement du compacteur.....	37
III-9- Conclusion	40
Conclusion Générale	42
Bibliographie.....	44
Webographie	47
Résumé.....	49

Liste des abréviations

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

CEN : Comité Européen de Normalisation

CNR : Cercle National du Recyclage

CTMP : pâte chimique thermomécanique

CTP : Centre Technique du Papier

EN : européen normes

ISO : international organisation for Standardisation

NF : normes Française

TMP : pâte thermomécanique

FCR : Cellulose Fibre Recycling

OM : Ordures-Ménagères.

RESY : Recycling System

DCV : Début de compactage

B.D: Bouton de descente

AND : Agence Nationale des Déchets

VPM: Vieux Papiers Mélanges

AND : Agence Nationale des Déchets

DS : Déchets spéciaux

Liste des figures

-----CHAPITRE I-----

Figure I.1 : Schéma sur le recyclage

Figure I.2 : Structure microscopique des fibres d'une feuille de papier

Figure I.3 : Volume de papiers et cartons consommé dans le monde de 2009 à 2017

Figure I.4 : Logo APUR et sa signification

Figure I.5 : Boucle de Möbius

Figure I.6 : Logo RESY

-----CHAPITRE II-----

Figure II.1 : Cycle de recyclage de papier.

Figure II.2 : Collecte auprès des imprimeurs.

Figure II.3 : Mécanisme d'aspiration et de convoyage.

Figure II.4 : Technique d'aspiration et de convoyage.

Figure II.5 : La collecte sélective.

Figure II.6 : Tri de la Matière du secondaire et de la grande distribution.

Figure II.7 : tri sélectif des déchets.[w8]

Figure II.8 : crible vibrant.

Figure II.9 : crible rotatif.

Figure II.10 : Séparateur lourd/léger LA1400 Greenpro.

Figure II.11 : Schéma de principe « tri hydraulique »

Figure II.12 : Schéma du défibrage et du désencrage des produits papiers.

Figure II.13 : Les transferts dans la feuille de papier.

Figure II.14 : Le calandrage de papier.

Figure II.15 : Le super calandrage

Figure II.16 : Technique de bobinage.

Figure II.17 : La machine de bobinage.

-----CHAPITRE III-----

Figure III.1 : Compacteur semi-automatique presse à balle verticale

Figure III.2 : Eléments de compacteur semi-automatique vertical

Figure III.3 : Schéma de fonctionnement du vérin hydraulique du compacteur

Figure III.4 : Algorithme de fonctionnement du compacteur.

Figure III.5 : Grafcet de fonctionnement du vérin hydraulique

Figure III.6 : Grafcet de point de vue de système.

Liste des tableaux

-----CHAPITRE II-----

Tableau II.1 : Les types de canaux de distribution

-----CHAPITRE III-----

Tableau III.1 : Eléments de système de fonctionnement du vérin hydraulique du compacteur.

Tableau III.2 : Différentes désignations de grafcet de point de vue de système.

Introduction Générale

Introduction Générale

La consommation de papier augmente avec le développement et la richesse d'un pays. Le papier était fabriqué à partir de fibres de cellulose obtenues à partir de sous-produits forestiers (petits bois d'éclaircie, copeaux, délignification de feuillus ou de conifères), transformés en pâte. Presque tous les produits à base de papier sont recyclables, mais en tant que matière première secondaire. Ils peuvent être utilisés pour fabriquer des produits comparables. Compte tenu de son importance économique, le dépôt papier est constitué de différents circuits, notamment industriels, commerciaux et ménagers (journaux, magazines, produits de bureau, emballages ménagers, etc.). Il est précisé que 93% des fibres récupérées proviennent du circuit industriel et commercial. Il existe deux modes de recyclage: la mise en pâte et le compactage.

Le pulpage qui permet de récupérer les fibres de carton afin de fabriquer de nouveaux papiers ; et le compactage qui permet de fabriquer des panneaux destinés à l'industrie du meuble et de la construction sans ajout de liant. Les matériaux sont déchiquetés, chauffés, compressés et refroidis. [1]

Ce processus de recyclage permet de réutiliser plusieurs fois les fibres de cellulose qui composent le papier ou le carton et les fibres d'une ressource naturelle renouvelable.

A cet effet, ce travail vise à l'étude de l'automatisation de processus de recyclage de papier.

Pour atteindre nos objectifs, nous avons organisé notre travail en trois chapitres :

Dans le premier chapitre, nous aborderons les généralités sur le papier et le recyclage ;

Dans le deuxième chapitre, l'automatisation du processus de recyclage du papier est présenté en détail ;

Et dans le troisième chapitre, nous prendrons du processus de recyclage "la fonction de compactage" comme cas d'étude, et nous présenterons la programmation par Grafcet du compacteur semi-automatique ;

Enfin la dernière partie rassemblera la conclusion finale et mettra en évidence les perspectives de ce travail.

CHAPITRE I
Généralités sur le recyclage
et le papier

CHAPITRE I

Généralités sur le recyclage et le papier

I-1- Historique

En Chine, la tradition attribue l'invention du papier à son nom Kai Lun (mort en 121 après JC) Président des ateliers impériaux, Shangfang Ling qui Codifie l'art de la fabrication du papier en recommandant l'utilisation de fibres de bambou, écorce de mûrier, en particulier de lin et de chanvre. Il est le père du papier moderne et Commis aux certificats senior pour la papeterie. Ainsi l'histoire de cette invention est enregistrée dans Histoire de Han, Hu Han Shuo, écrite au 5^{ème} siècle. [2]

Cet art de fabriquer le papier restera chinois et japonais jusqu'au VIII^{ème} siècle avant de passer chez les Arabes, à la suite de la bataille de Samarkand en 751. Ces derniers comprennent rapidement tout le profit qu'ils peuvent tirer du papier pour propager l'Islam. [3]

Dès lors, à mesure que les Arabes progressent vers l'Occident, le papier y fait son apparition : on le retrouve à Bagdad en 793, au Caire en 900, à Xàtiva (San Felipe, Espagne) en 1056, en Sicile en 1102, à Fabriano (Italie) en 1276. [4]

Au 13^{ème} siècle apparaissent en France les premiers documents d'archives écrits sur papier, tels que les "Minutes de Notaire marseillais" (1248) ou le "Registre des Enquêteurs d'Alphonse de Poitiers" (1243), mais c'est au 14^{ème} siècle que sont construits les premiers moulins à papier français : à Troyes (1348) et Essones (1354). [w1]

En 1798 à Essonne, le français Louis Nicolas Robert invente une première machine à fabriquer des feuilles de papier, depuis l'introduction du formulaire dans la cuve à pâte jusqu'au séchage final. [5]

Au XIX^e siècle, le papier acquiert tous les discours de la noblesse et Processus de fabrication L'industrie manufacturière subit une transformation majeure, car elle passe de l'artisanat aux industries lourdes. C'est L'invention (brevet obtenu en 1799) d'une machine à papier "à grande échelle" Le français Louis Nicholas Robert (1761-1828) Cela amènerait l'industrie papetière à l'ère industrielle. [6]

A la fin du XIX^e siècle, l'industrie papetière est devenue une industrie lourde. En 1931, Arno Asplund de Suède a développé une méthode de production de pâte raffinée mécaniquement

qui a été utilisée dans l'industrie de 1956 à 1960. Ce procédé est à l'origine du TMP et du CTMP. [7]

L'histoire du papier tel que nous le connaissons aujourd'hui remonte au début du XXe siècle: il s'agit du «bois de papier», c'est-à-dire du papier fabriqué à partir de la cellulose que l'on trouve dans le bois de grume. Ceci est juste une forme de papier très moderne. «Papier» est un mot ancien qui a beaucoup changé de sens. Au moment de l'invention du papier bois, la matière première était considérée comme inépuisable. L'idée du recyclage du papier à base de bois s'est développée notamment depuis les années 1970. [8]

Le recyclage du papier imprimé est une partie importante de l'industrie du papier Canadien. Vers la fin des années 80, de nombreux États américains savaient que les décharges se remplissent rapidement et deviennent de plus en plus difficiles installation coûteuse, nécessite l'incorporation de fournisseurs de papier journal fibres recyclées dans du papier qui entrent dans leur état. [9]

Aujourd'hui, 95 % de la matière première utilisée pour la fabrication des papiers et cartons provient du bois (rondins, plaquettes ou fibres recyclées), 5 % ayant comme origine des pailles de graminées (alfa, sorgho, riz, céréales...) ou des résidus industriels (bagasse), notamment en zone tropicale. [10]

Dans ce chapitre, nous allons donner des généralités sur le recyclage du papier, et mettre en évidence tous les aspects qui l'entourent à savoir ses caractéristiques, sa consommation, son procédé de fabrication et l'impact du recyclage sur l'économie et l'environnement.

I-2- Le recyclage et le papier

Le recyclage est le processus d'élimination des déchets (industriels ou ménagers) dans des produits arrivés en fin de vie utile. Il permet de réintroduire certaines matières dans la fabrication de nouveaux produits. [w26]

L'organisation du service impliqué dans le recyclage des produits en fin de vie autoriser spécifiquement toutes les entreprises et/ou tous les particuliers autoriser le recyclage des déchets. Ci-dessous un schéma simplifié processus de recyclage, de la collecte à la fabrication de nouveaux produits des déchets. [11]

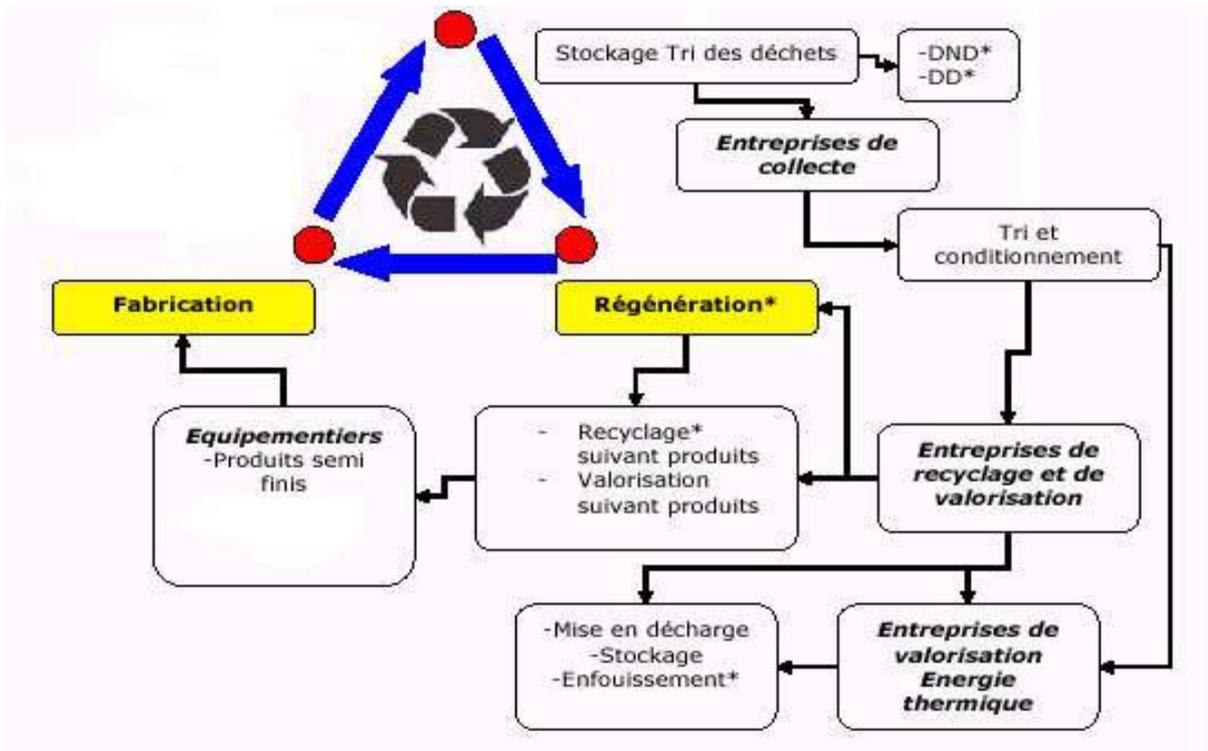


Figure I.1 : Schéma sur le recyclage

Il existe de nombreux matériaux recyclés tels que certains métaux, plastiques, verre, pierre concassée, etc. Et dans notre recherche, nous étudierons les mécanismes de recyclage du papier.

(Du latin papyrus) est une matière fabriquée à partir de fibres cellulosiques végétales. Il se présente sous forme de feuilles minces et est considéré comme un matériau de base dans les domaines de l'écriture, du dessin, de l'impression, de l'emballage. Il est également utilisé dans la fabrication de composants divers, comme les filtres. [12]

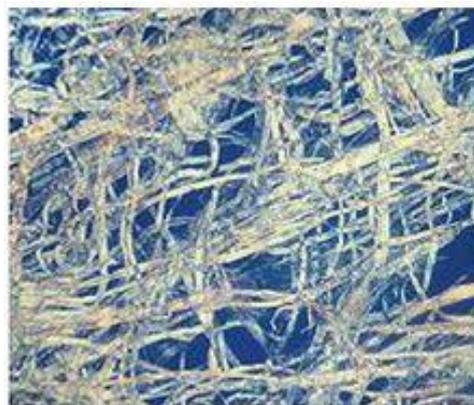


Figure I.2 : Structure microscopique des fibres d'une feuille de papier.[w2]

I-3- Caractéristiques de conservation de papier

Des normes spécifiques ont été élaborées pour définir les caractéristiques dites minimales d'un papier " permanent ou longue durée de conservation. Le papier permanent doit répondre à des exigences minimales, adopté par toutes les normes en la matière [13] :

- Il doit avoir un pH légèrement alcalin, d'environ 7,5 à 9,5 (cette exigence n'inclut pas l'utilisation de méthode de liaison acide)
- Il doit contenir des réserves alcalines (carbonate de calcium ou de magnésium, le rapport est 2% à 3%).
- Doit avoir une bonne résistance mécanique initiale.

I-4- Consommation de papier dans le monde

La consommation mondiale de papier dépasse 420 millions de tonnes, ce qui équivaut à la production de l'industrie. En moyenne, chaque personne consomme 57 kg de papier et de carton chaque année. La Chine à elle seule consomme 113 millions de tonnes de papier et de carton chaque année. Il est suivi de près par les États-Unis, qui en produisent plus de 70 millions de tonnes. La France est le huitième pays consommateur avec près de 9 millions de tonnes de consommation. [14]

La consommation mondiale de papier et carton est passée de 371 millions de tonnes en 2009 à 398 millions de tonnes en 2013, mais est restée stable de 2011 à 2013.

En 2013, la région Asie-Pacifique était la région la plus productrice de papier et carton (46 %), contre 26 % en Europe et 22 % en Amérique du Nord.

En 10 ans (de 1998 à 2008), la consommation mondiale de papier et carton a augmenté de 2,7%. [w3]

L'histogramme ci-dessous représente la consommation apparente de papiers et cartons dans le monde de 2009 à 2017.

Ainsi en 2011, la consommation mondiale apparente de papiers et cartons dépassait 400 millions de tonnes.

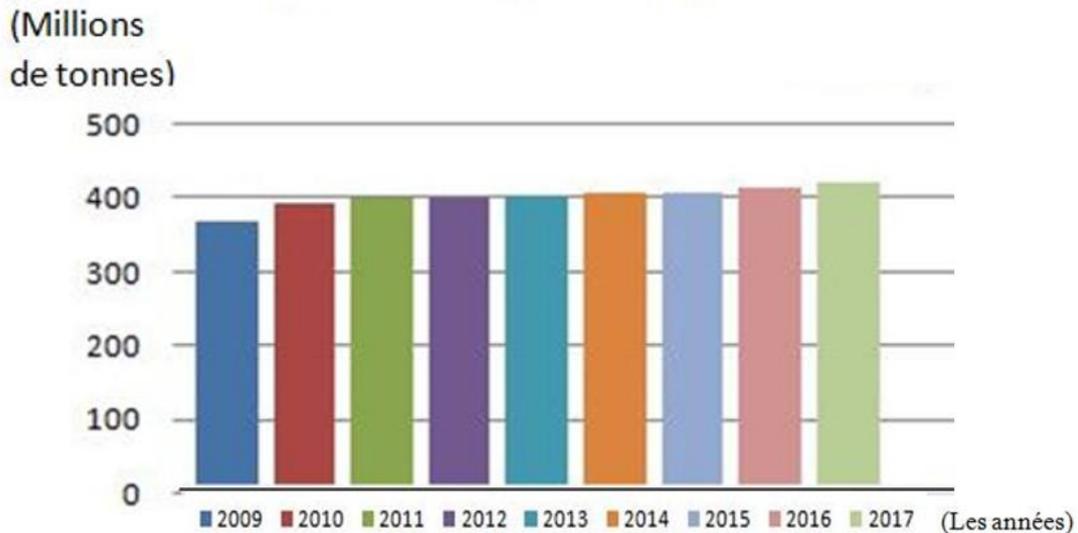


Figure I.3 : Volume de papiers et cartons consommé dans le monde de 2009 à 2017.[w15]

I-5- Procédé de fabrication du papier

Pour fabriquer du papier, il faut donc trouver les fibres de cellulose. Pour cela, il y a deux Possibilités : [12]

- Que ce soit à travers des fibres de cellulose dans le bois ou des fibres de cellulose d'origine naturelle bois, certaines plantes (chanvre, lin, fibre de canne à sucre), textiles naturels (coton). Ces fibres sont reliées entre elles par une substance appelée lignine (C'est une sorte de "ciment"). Le papier fait de bois s'appelle papier vierge. Il peut s'agir d'un beau papier blanc ou de papier coloré ou brouillon. Tout dépend de la qualité de finition que vous souhaitez apporter au papier.
- Soit fabriqué en recyclant des fibres de cellulose à partir de vieux papiers. Parce que nous réutilisons la fibre de cellulose existante, c'est facile et très écologique déjà en train de fabriquer du nouveau papier. Dans ce cas, ce papier sera appelé papier recyclé. Il existe également sous différentes formes de qualité : blanc, couleur, brouillon.

I-6- La fabrication des pâtes à papier à partir du bois

La préparation de la pâte implique l'extraction des fibres de cellulose du bois. Ces fibres cellulosiques sont appelées « *fibres cellulosiques vierges* » et n'ont jamais été utilisées pour fabriquer de la pâte ou du carton auparavant.

Chaque pâte ou mélange de pâte convient à un type de papier spécifique. Par conséquent, la méthode utilisée dépend du type de carton à produire. [16]

I-6-1- La fabrication des pâtes mécaniques

Sous le nom de "pâte mécanique", de nombreuses pâtes sont combinées entre elles, et le processus de fabrication est principalement mécanique. Le bois est en effet « pulvérisé » et défibré à la meuleuse ou à la lime.

La pâte conserve les composants de base du bois : cellulose, hémicellulose et lignine. La pâte mécanique est appelée pâte à haut rendement car ces procédés permettent d'obtenir de très bons rendements en bois, de 90 à 95 %. à décrit la fabrication des pates mécanique a son dossier thématique qui réalisé à l'initiative du Cercle National du Recyclage « récupération et recyclage des produits papiers-cartons en France ».il consiste les différents pates :

- La pâte de meule.
- La pâte de raffineur.
- La pâte thermomécanique.
- La pâte chimicothermomécanique. [17]

1-6-2- La fabrication des pâtes chimiques

Le terme « pâtes chimiques » comprend les pâtes dont le procédé de fabrication comprend des réactifs chimiques. Le bois est en fait "brûlé" par divers processus chimiques. La fabrication de pâte chimique consiste à éliminer tout ou partie des composants non cellulosiques.

La pâte chimique est fabriquée comme suit :

- Procédé alcalin (ou procédé Kraft).
- Processus acide. [18]
 - Aujourd'hui, le papier est largement utilisé par les médias et les entreprises, sur des supports tels que le papier journal, les magazines, les catalogues ou les affiches publicitaires, les cartons d'invitation et le papier de bureau .Il existe dans l'emballage de tous les produits que nous consommons...etc.
 - À l'échelle mondiale, 42 % du bois récolté commercialement est utilisé pour la fabrication du papier et 17 % du bois provient de forêts vierges ! Autrement dit, les forêts « naturelles » doivent absolument conserver leur richesse biologique.

Cependant, le papier est un excellent exemple d'économie circulaire : le produit final est aussi une matière première qui sera recyclée en une nouvelle génération de produits. [w4]

I-7 -Les inconvénients de la fabrication de papier non recyclé

- Il faut beaucoup d'eau pour extraire la cellulose : 10 à 15 litres d'eau par kg de papier. La production de papier 100 % recyclé permet de diviser par deux la consommation : 5 à 6 litres d'eau.
- Le séchage d'une tonne de papier nécessite jusqu'à 5 000 kWh d'énergie, tandis qu'une tonne de papier recyclé nécessite 2 500 kWh. Par conséquent, l'énergie nécessaire pour produire un tableau blanc de format A4 équivaut à l'énergie d'une ampoule de 75 W allumée pendant une heure ;
- Émissions de polluants tels que le dioxyde de carbone, les principaux gaz à effet de serre d'origine humaine et les composés soufrés, en particulier les pluies acides. Réduire de moitié les émissions de dioxyde de carbone du papier recyclé ;
- Si le blanchiment de la pâte implique du chlore (procédé de plus en plus rare), les matières organiques peuvent contaminer l'eau utilisée, notamment le chlore organique. Ces substances dangereuses, généralement cancérigènes, persisteront dans l'environnement et s'accumuleront dans la chaîne alimentaire.
- L'utilisation de produits chimiques dans le processus de fabrication du papier recyclé est éliminée au stade de la production de pâte et considérablement réduite au stade du blanchiment. Cela réduit considérablement la charge de chlore organique (comme les dioxines, les PCB, etc.) dans les eaux usées.
- Il faut 2 à 3 tonnes de bois (environ 17 arbres) pour fabriquer une tonne de papier. Avec une tonne de vieux papiers, vous pouvez obtenir 900 kilogrammes de papier recyclé. [w5]

1-8- Le papier recyclé

Si le papier contient au moins 50 % de fibres de cellulose issues de vieux papiers (post-consommation) ou de déchets industriels (pré-consommation), on parle de papier recyclable.

Il existe du papier 100 % recyclé ou un mélange de fibres recyclées et de fibres vierges dans des proportions différentes. Bien entendu, le papier le plus respectueux de l'environnement sera du papier 100 % recyclé post-consommation, non désancré et non blanchi. [w5]

I-9- Les produits papiers-cartons recyclés

Pour les membres de l'Association des producteurs et utilisateurs de papiers et cartons recyclés (APUR), les papiers et cartons recyclés sont composés d'au moins 50 % de fibres

recyclées. L'association APUR a créé une marque du même nom gérée et contrôlée par elle. La marque s'adresse principalement aux fabricants et transformateurs de papier et carton utilisés à des fins graphiques. Le logo indique le pourcentage de fibres de cellulose recyclées utilisées dans la fabrication ou la transformation. Cela garantit l'authenticité des informations fournies aux consommateurs. [19]

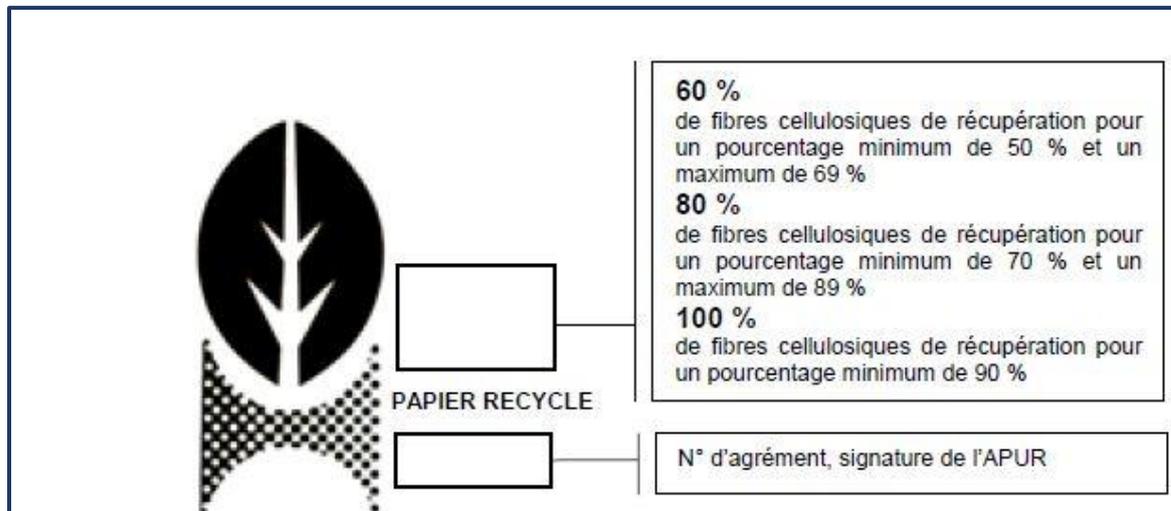


Figure I.4 : Logo APUR et sa signification. [19]

Le symbole de l'anneau Möbius est largement utilisé. Ce symbole ne peut être utilisé que dans deux sens distincts, "recyclable" ou "contient recyclable". Dans ce dernier cas, la teneur Möbius est rejeté sous d'autres formes en raison de significations différentes.



Figure I.5 : Boucle de Möbius.[19]

La boucle de Möbius est déclinée sous d'autres formes pour des significations différentes. Un organisme allemand, le RESY (Recycling system), constitué de fabricants de papiers pour ondulé et de caisses cartons et de récupérateurs charge ces derniers de reprendre et de recycler tous les emballages de transport en carton ondulé marqué d'un logo spécifique, attestant l'adhésion au système. (RESY. www.resy.de)



Figure I.6 : Logo RESY.[w16]

I-10- Le recyclage et l'économie

Dans un contexte de marché très volatil, où la concentration et l'internationalisation s'opèrent les opérateurs industriels accélèrent et comme les investissements sont de plus en plus lourds (1,5 à 3 milliards de francs pour une nouvelle usine), le développement du recyclage a permis d'ajuster hiérarchie de certains facteurs de production et de localisation :

- Réduire le coût des fournitures,
- Réduire la consommation d'énergie,
- Augmentation des coûts « environnementaux » (effluents, boues) et certains coûts techniques (additifs),
- Réduction de 3% à 10% du coût total des produits,
- Implantation de nouvelles unités dans des zones à fort pourcentage de déchets papier, notamment vers les mégapoles ("jungle urbaine"). Apier et à la huitième place des producteurs Papier carton.

Le recyclage a également permis pour certains pays pauvres en ressources forestières (par exemple : Irlande) pour développer une industrie papetière structurée particulièrement dépendante dépôt propre de vieux papiers, voire, comme en Asie du sud-est, pour asseoir son développement dans une large mesure sur l'importation de vieux papiers, faute de dépôts nationaux suffisants. [12]

I-11- le recyclage et l'environnement

Il est indéniable que le recyclage favorise in fine la gestion rationnelle des ressources forestières, il évite ou retarde la mise en place de nouvelles décharges ou incinérateurs et c'est en effet le seul procédé de traitement de ces déchets qui ne le fait pas il ne détruit pas le gisement mais au contraire le renouvelle.

Dans le même temps, le recyclage peut entraîner des « surcoûts » importants pour l'environnement :

- Collecte des ordures,
- Traitement des eaux usées,
- Traitement et incinération des boues de désencrage.

Son développement atteindra sa propre limite, et se produira aujourd'hui, dans la plupart des cas, dans le cadre des politiques de déchets, notamment Europe (directive Cee 91/156 et 94/62) :

- Réduire le volume d'emballage à la source ;
- Recyclage et recyclage des emballages usagés (par recyclage ou incinération récupération d'énergie);
- Maintenance à long terme des décharges qui ne servent qu'au stockage des déchets ultimes (c'est-à-dire dites "déchets dans les déchets", générés par le recyclage précédent). [10]

Comme en matière économique, le recyclage n'est pas, en termes de protection de l'environnement, il n'y a pas de doctrine, ni de solution globale, mais une réelle opportunité qui restera dans son bilan pas encore évalué. [20]

I-12- Le recyclage du papier en Algérie

Une étude de l'industrie en Algérie a été menée par le cabinet d'audit et de conseil Grant Thornton, développé à la demande de SGP Gephac, 2013. Grâce à l'analyse, la recherche a compilé une liste des départements un par un. Toutes activités industrielles de cellulose, papier et carton, climatisation et conditionnement en Algérie.

La rentabilité et le fonctionnement du secteur sont désormais en danger. En raison du manque à long terme de matières premières, l'étude a souligné que « les produits finis de cette industrie sont fabriqués en Algérie, et la quantité n'est certainement pas suffisante pour répondre à la demande." les conséquences sont aussi désastreuses pour l'activité du transformateur les riverains condamnés les obligent à importer des produits semi-finis. Pour les clients finaux du service utilisateur « contraints d'importer des produits finis, emballer leurs produits ou imprimer leurs magazines". [w6]

Le pays se classe désormais au 39e rang des importateurs mondiaux de pâte à papier zéro exportations.

A l'heure actuelle, la récupération est estimée à 100 000 tonnes/an, avec des objectifs à court terme, 200 000 tonnes/an, selon les experts. Le secteur de la valorisation des vieux papiers est-elle se développe timidement et il reste encore un énorme potentiel à exploiter. Le vieux papier considéré comme une ressource capitale pour le recyclage. [w7]

Les stratégies adoptées par les principaux pays producteurs de pâtes et papiers et du carton, obligeant l'état à priver le pays de ressources partiellement ou totalement une entreprise forestière développe l'industrie du recyclage du papier et du carton pour se protéger répondre au risque de pénurie. En fait, ils sont le même leader mondial, réalisant les enjeux économiques liés au secteur de la récupération, qui tiennent également des registres le taux de récupération et le taux de récupération de ces dépôts bon marché, notamment renouvelable. C'est pourquoi l'Algérie n'a pas de matières premières pour son activité de base dans l'industrie du papier. [12]

I-13- Conclusion

Aujourd'hui, le papier et le carton sont omniprésents dans nos vies à travers leurs différents usages. Le papier a su accompagner le changement technologique et social en innovant et en s'adaptant aux besoins des consommateurs. Un matériau écologique qui a également su répondre aux préoccupations des utilisateurs vis-à-vis de l'environnement.

Comme nous le savons tous, le papier est fabriqué à partir d'arbres abattus dans la forêt. Actuellement, des milliers de tonnes sont utilisées dans la production de papier de base chaque semaine dans le monde ; sans parler du taux d'émission de gaz des usines de fabrication.

Cependant, pour les opérations de recyclage du papier, la forêt est en sécurité car le papier sera traité qui a déjà été utilisé. De plus, dans le recyclage, les émissions de CO₂ et la consommation d'eau et d'énergie sont beaucoup plus faibles.

Dans le chapitre II, nous allons présenter toutes les étapes de recyclage de papier pour bien comprendre le fonctionnement des procédés industriels.

CHAPITRE II
Processus de recyclage du
papier

CHAPITRE II

Processus de recyclage du papier

II-1- Introduction

Le papier et le carton sont collectés auprès des entreprises et des collectivités. Ils sont stockés dans des trémies, puis transportés par camions ou barges sur les voies navigables jusqu'aux centres de traitement pour être valorisés par classification et conditionnement. Ils deviennent FCR.[w8]

Les nouvelles matières premières issues de ce recyclage seront consommées par les papetiers et transformées en carton, essuie-tout, papier journal, papier à lettres, etc. C'est le cycle de vie du papier. Il existe différents types de chaîne de recyclage de papier. Certains usines utilise la méthode de recyclage qui contient 3 étapes par contre des autres utilise le mécanisme de 5 étapes et d'autres usines qui dépendent de sa fabrication de papier recycler avec 6 étapes .

II-2- Cycle de recyclage de papier

Dans notre étude, pour avoir une idée bien précise, nous allons présenter la chaîne de recyclage du papier réalisé en 6 étapes. Sur la figure II.1 sont illustrées quelques étapes.

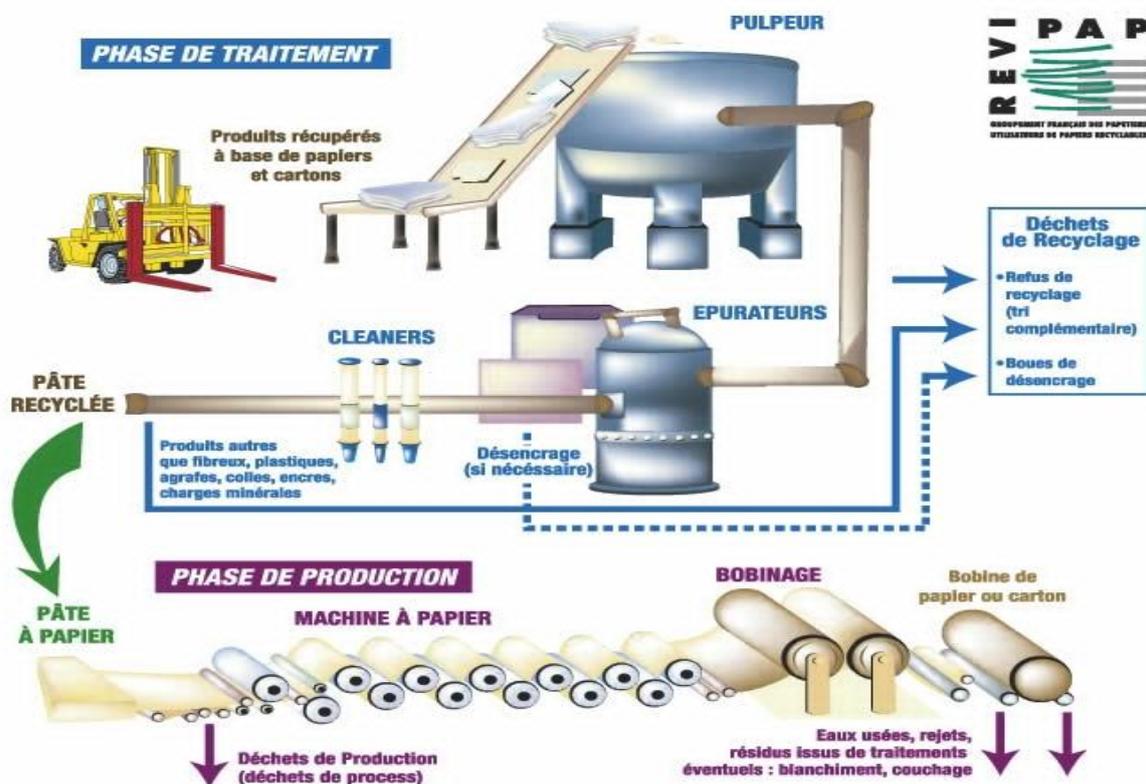


Figure II.1 : Cycle de recyclage de papier.[w17]

II-2-1- Collecte des papiers et des cartons (Etape 01)

a. La collecte de déchets auprès des imprimeurs



Figure II.2 : Collecte auprès des imprimeurs.[w8]

La grande quantité de vieux papiers produits par les imprimeries et les imprimeries commerciales est une source importante de matériaux.

A domicile, l'équipe recycle principalement les déchets dits, c'est-à-dire les papiers jetés lors de la phase de calibrage des équipements, ainsi que les solides et restes tombés lors du processus de mise en forme post-presse.

- La valorisation des déchets consiste à fournir dans les petites usines :

Les poubelles empilables, également appelées poubelles à palettes, étaient autrefois transportées par des chariots élévateurs (ou transpalettes), et les opérateurs peuvent marcher directement sur le côté de la machine pour ramasser les chutes de papier.

- Dans les grandes et moyennes usines :

La trémie classique ou trémie Tautliner à un volume allant de 15 à 30 mètres cubes, selon la densité du matériau de stockage.

« Le compacteur ou la presse », si le volume est trop important, peut densifier le produit avant de le transformer en papier recyclé, et en même temps peut réduire le coût de transport et la fréquence de livraison.

❖ Technique

Tout d'abord, le système d'aspiration et de convoyage est installé directement sur la ligne de production à grande vitesse pour collecter le papier restant, puis le transporter jusqu'à la station de déchets de papier, puis les renvoyer au compacteur.

Le système de filtre rotatif de séparation air-matière nettoie les matières recyclées en séparant l'air du papier, puis filtre les poussières générées par la découpe.

Une fois sa pleine capacité atteinte, le système de gestion à distance enverra automatiquement un signal d'alarme.[w8]



Figure II.3 : Mécanisme d'aspiration et de convoyage.[w8]

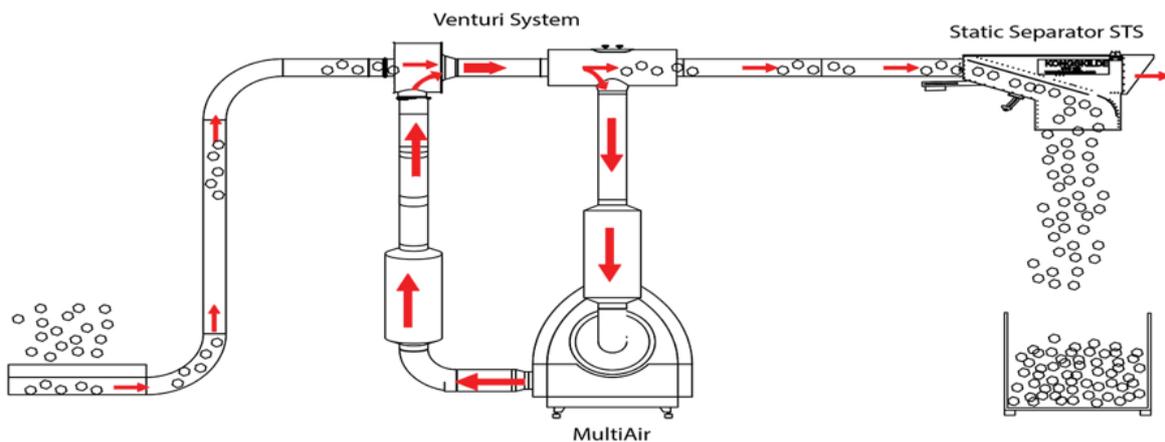


Figure II.4 : Technique d'aspiration et de convoyage.[w18]

b. La collecte sélective

Tri à la source, à l'aide de poubelles bleues réservées au papier, ou de poubelles jaunes pouvant également collecter les déchets d'emballages. À l'avenir, les matières recyclées seront collectées par les collectivités coopératives du groupe, puis transférées à l'usine de Paprec par l'OM, qui est responsable de Fine-ajuster le tri et les emballer.



Figure II.5 : La collecte sélective.[w8]

II-2-2- Tri des papiers (Etape 02)

a. Matières du secondaire et de la grande distribution

S'il n'y a pas de ligne de tri inutile pour ce type d'élimination des déchets, ces centres s'appuient sur l'expertise de leurs opérateurs pour identifier les différents papiers/carton de qualité, qui sont d'abord vidés à l'étage de « l'usine » En fonction de leurs propriétés, mettre dans la case appropriée, également appelée « unité ». En cas de vérification du pré-tri par le client, les bacs matières seront vidés directement dans ces conteneurs.

Après tri et recyclage, le matériau est placé sur le tapis de la presse à balles, et la presse à balles effectuera l'emballage final. Au cours de ce processus, le chariot élévateur, le responsable de la presse et l'opérateur du chariot élévateur affectés au chargement des balles effectueront trois contrôles de qualité finaux en séquence.[w8]



Figure II.6 : Tri de la Matière du secondaire et de la grande distribution. [w8]

b. Matière issue du tri sélectif des déchets

L'activité de certaines déchetteries s'articule principalement autour du traitement de la collecte sélective. Pour ce faire, la série de dernière génération détecte les poids, formes et tailles d'articles préalablement triés à la main et les place sur 90 tapis en séparant les objets creux (principalement plastique/métal) des objets plats (papier/carton), puis l'envoi à 8 trieurs optiques, qui réaliseront une deuxième partie portant sur les résines et les couleurs des matériaux examinés (bouteilles plastiques, papiers à dessin, papiers d'emballage, etc.).

Les opérateurs amont et aval impliqués dans ce traitement automatique des déchets - appelé ici « hyper-tri » - sont davantage responsables de la qualité du produit à obtenir à partir d'un tri simple et pur des déchets.[w8]



Figure II.7 : tri sélectif des déchets.[w8]

L'objectif principal du processus de tri est d'obtenir un ou plusieurs fractions de déchets pouvant subir une ou plusieurs étapes de des transformations pour devenir de nouvelles matières premières secondaires.

c. Tri Automatique

Le tri automatique prend plusieurs formes, permet par exemple d'effectuer les mêmes tâches que les humains, mais avec une plus grande productivité. Il permet aussi d'effectuer des tâches qu'un homme ne sait pas faire, comme se séparer des critères tels que le magnétisme ou la densité. [21]

Les techniques utilisées dans le tri des papiers sont généralement dérivées de celles utilisées dans les industries métalliques. Ils sont basés sur les propriétés physiques des matériaux tels que :

- Volume : le flux de papier passe à travers des équipements tels que des tamis qu'il définira différentes fractions en fonction de la taille.
- Densité : cette propriété est utilisée pour séparer différentes fractions en les exposant soit à flux d'air ou immersion dans l'eau .L'allée sur la table vibrante permet également d'effectuer cette séparation.
- Couleur : Cette propriété visuelle est actuellement très peu utilisée dans les papiers.

d. Tri mécanique

- Tri mécanisé par crible balistique (selon la taille)

L'écran balistique est recyclable selon les principales séries de produits (carton, papier) pour classer les vieux papiers selon leurs caractéristiques, poids, taille et forme. C'est un tapis incliné en mouvement circulaire ; les objets creux (bouteilles, aérosols) rebondissent et tombent comme des objets mettez la plaque (papier et carton) sur la ceinture et tirez-la vers le haut. [w9]

Les deux technologies les plus courantes sont les tamis vibrants ou crible à tambour rotatif et crible à étoiles différentes tailles qui permettent une coupe 0/d1, peuvent être suivies de deux coupes d1/d2 est différent. Les particules dépassant une certaine taille sont amenées en haut de l'écran.une séquence continue permet d'obtenir des coupes multiples.



Figure II.8 : crible vibrant.[w19]



Figure II.9 : crible rotatif.[w20]

- *Tri mécanisé par séparation hydraulique*

Dans ce cas, le liquide permet séparez les deux parties, lumière et le poids est de l'eau. par la différence selon la densité, les éléments les plus légers (papier, carton, etc.) restent a la surface de l'eau et sont ensuite balayés par des brosses placées verticalement ou dans le sens d'écoulement de la matière a recycler. [22]

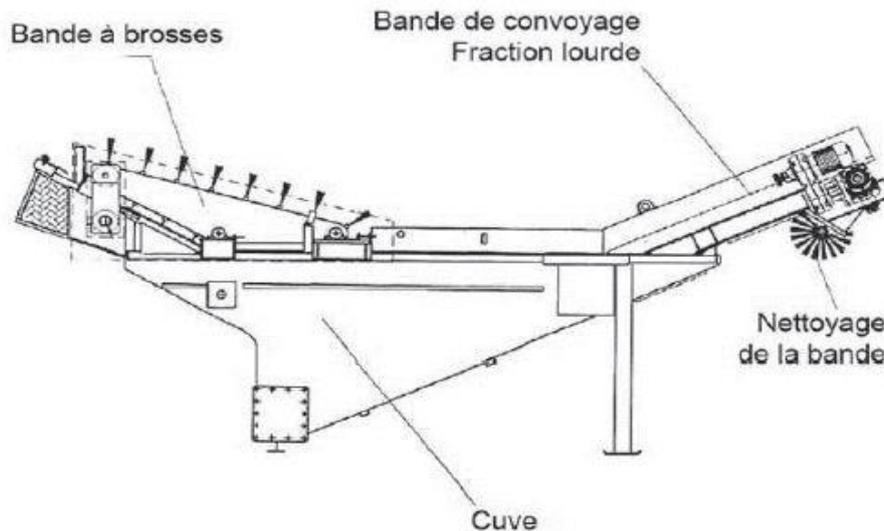


Figure II.10 : Séparateur lourd/léger LA1400 Greenpro.[22]

- *Tri mécanisé par séparation aéraulique*

Les équipements de tri pneumatique se composent généralement de trois éléments de base : Convoyeur d'alimentation, soufflante et sa buse de distribution d'air et un Tambouriner. Placés dans l'air flow, les éléments lourds passent au travers, Les plus légers ont été relevés et évacués.

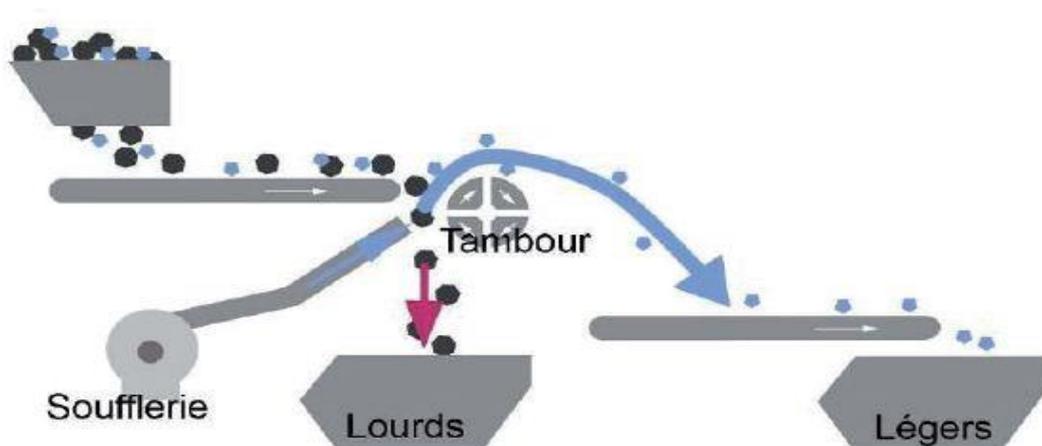


Figure II.11 : Schéma de principe « tri hydraulique »[22]

II-2-3- Fabrication de la pâte à papier (Etape 03)

La première étape du processus de fabrication d'une nouvelle pâte est la suspension de fibres. Les fibres sont remises en suspension en broyant les balles dans un pulpeur et en mélangeant les fibres avec de l'eau. Cela ressemble à un énorme mélangeur. Les fibres sont maintenant sous forme de pulpe et seront pompées. La séparation peut également se faire par différence de densité. Adapté à l'élimination des particules les plus lourdes (trombones, agrafes), ce principe sera utilisé dans des équipements plus complexes, comme l'élimination des vernis d'encre.

Une autre façon est d'agir dans l'eau. Étant donné que la plupart des encres sont à base de matériaux à base huileuse, il est facile de les séparer par flottation en fonction de la résistance à l'eau de l'encre à l'aide de la technologie de désencrage du papier.

Lorsque la suspension fibreuse est passée par toutes ces étapes, il ne reste plus qu'à relancer l'opération. Égoutter et broyer davantage. Après séchage, suivi d'un nouveau broyage, les étapes de purification et de détartrage sont répétées.

Le dernier procédé concerne le blanchiment, c'est le blanchiment de la pulpe et des feuilles. Cela repose sur l'utilisation exclusive de peroxyde d'hydrogène hydrosulfate de sodium et son influence est très limitée.[17]

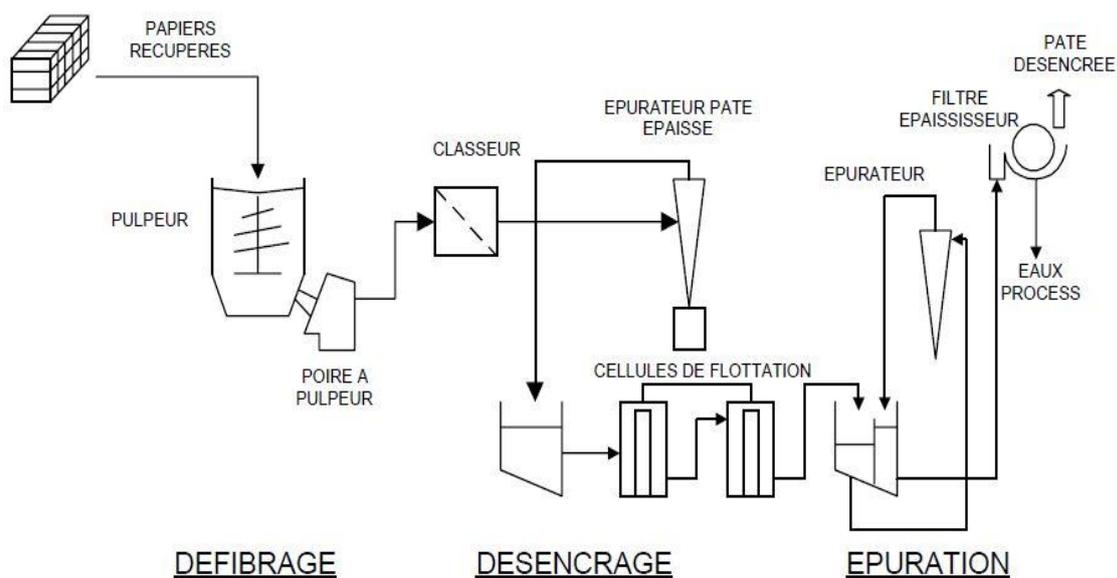


Figure II.12 : Schéma du défibrage et du désencrage des produits papiers.[17]

II-2-4- Bobinage de papier (Etape 04)

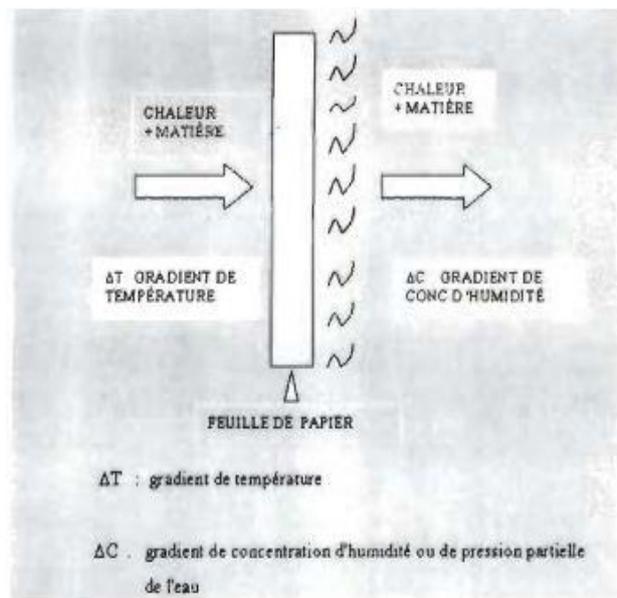
a. Le séchage

Le séchage est le processus de séchage du papier état de l'eau. Quand la technologie de filature mécanique atteint leurs limites économiques.

Il y a deux processus de base impliqués dans le processus de séchage, qui conduisent à Mécanisme de transmission double :

- a) Échange de chaleur ou transfert d'énergie au papier afin de fournir la chaleur nécessaire pour changer l'état de l'eau ;
- b) Échange de substances ou transfert de masse sous forme de vapeur d'eau, milieu donneur, papier, dans le milieu récepteur, dans la chambre du séchoir.

Figure II.13 : Les transferts dans la feuille de papier.[23]



Le transfert d'énergie de la vapeur au papier est le premier dans l'ordre chronologique. On peut classer les techniques de séchage selon les schémas de transfert d'énergie. Cela nous amène à distinguer deux grandes catégories :

1/Le transfert de chaleur se produit à l'extérieur de la feuille. Se compose de trois groupes [23] :

- ❖ Transfert de chaleur par contact :

C'est le mode de transfert applicable aux multi ou monocylindre. Le Chauffage de la surface dans un séchoir traditionnel assuré par la condensation de vapeur saturée les avantages suivants :

- isotherme;
- Capacité de transfert de chaleur spécifique élevée(chaleur latente de condensation de l'ordre de 2000 kJ/kg);

- Coefficient de transmission élevé dû à la condensation
- La possibilité de produire de l'énergie motrice dans la turbine amont II a un très bon rendement thermodynamique du fait que la source. Un séchoir à froid fait bon usage de la chaleur résiduelle.
- ❖ Transfert de chaleur par convection :

Il faut distinguer la convection sur la surface extérieure de la feuille et convection interne par circulation d'air à travers la plaque.

- ❖ Transfert de chaleur par rayonnement.

2/Le transfert de chaleur fait au sein de la feuille :

Cela signifie que la convection sur la surface interne du papier, lorsque la porosité le permet, entraîne des taux d'évaporation élevée lorsque l'interface d'évaporation est à l'intérieur du papier.

Cependant, pour les derniers points d'humidité à extraire, son efficacité sera limitée à diffusion des calories et de la masse dans la paroi des fibres. [24]

b. Le calandrage et couchage

- Calandrage :

Ce traitement consiste également à presser et à frotter le papier, mais ici le « repassage » des bretelles est effectué. Ces calendriers comprennent douze à vingt-quatre rouleaux alternés de métal et de cellulose pressée. Le papier est lisse et brillant.

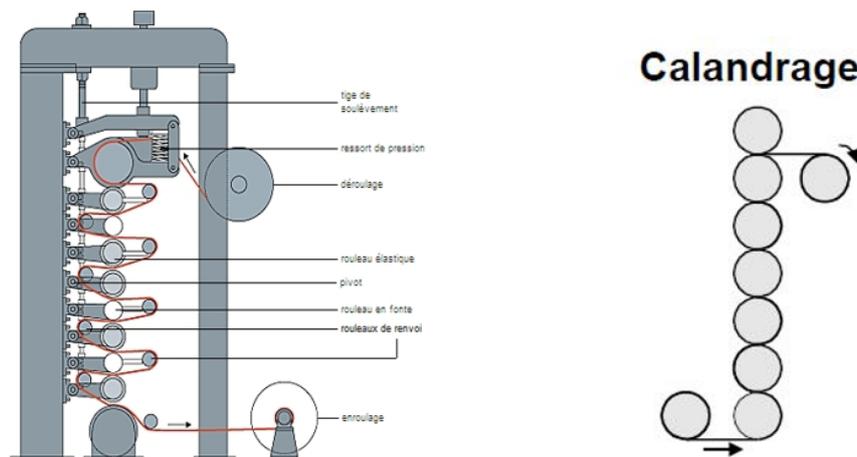


Figure II.14 : Le calandrage de papier.[w21]

Il existe aussi un procédé appelé le super calandrage. Dans ce cas le papier peut subir un processus de lissage supérieur (combustion à haute température, haute pression avec un plus grand nombre de tours). Ce papier est très brillant. [17]

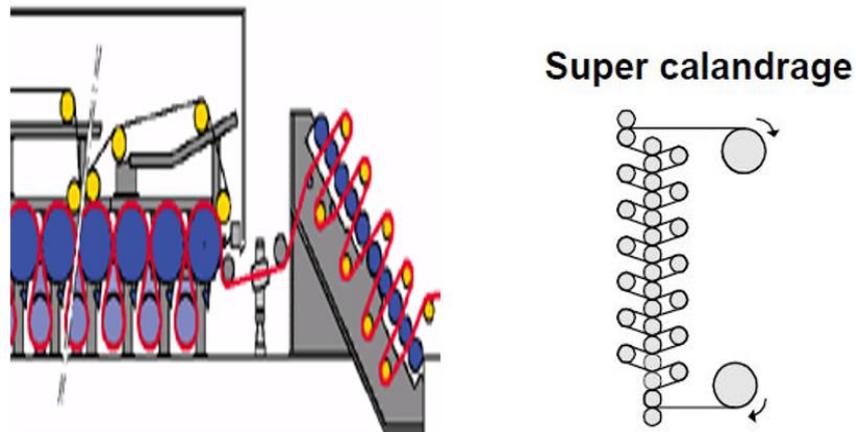


Figure II.15 : Le super calandrage.[w22]

➤ Le couchage :

Une fine couche de particules minérales (généralement du kaolin et du carbonate de calcium) est déposée sur la plaque. Ce traitement améliore le rendu et la précision des impressions.

c. Le bobinage

La bobineuse est une unité de production indépendante de la machine à papier. La qualité du bobinage est très importante, car si le bobinage échoue, cela peut détruire tous les efforts consacrés à la première étape de la production. Exécution et contrôle corrects. La fonction principale de ce type de système est Il se compose des étapes suivantes : déroulement, entraînement par friction, serrage et rembobiner.[23] Dans les enrouleurs, Les différences incluent les changements de diamètre et d'inertie des poulies (bobineuse/rembobinée), densité du produit, module d'élasticité de la bande et section de la bande. Notez également que la tension est affectée par l'humidité et le changement température, bruit de mesure, glissement entre la bande et le cylindre, largeur de bande des boucles de vitesse internes et vitesse de la ligne de traitements, phénomène de frottement non linéaire et couplage électrique/mécanique. En raison du fort couplage entre la vitesse et la tension, ces perturbations affectant la vitesse seront transférées à la tension de la courroie en raison de la flexibilité de la courroie.[23]

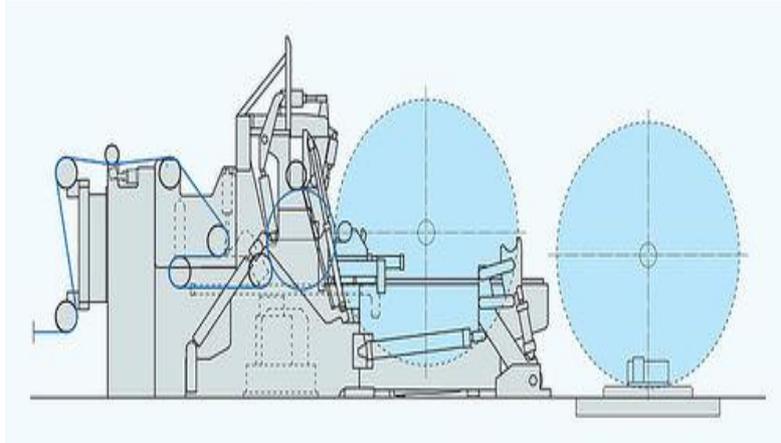


Figure II.16 : Technique de bobinage.



Figure II.17 : La machine de bobinage.[23]

II-2-5- Impression, façonnage et routage du papier (Etape 05)

Après avoir reçu le fichier informatique, le pilote d'imprimante divise le papier matriciel en données de couleur CMJN à quatre couleurs (Cyan Magenta Jaune Noir, c'est-à-dire les trois couleurs primaires et la valeur que les imprimantes utilisent pour reproduire une large gamme de nuances), et signale qu'elles se décomposent différentes plaques de couleurs, puis superposez des pigments au micron près pour trouver la bobine initiale.

L'encre quant à elle est d'abord déposée par un encrier pneumatique sur des cylindres porte-plaques en caoutchouc, avant d'être transférée sur des blanchets (types de tampons d'impression), qui se chargent de leur répartition uniforme sur le papier.

L'impression réelle se fait couleur après couleur. Chaque groupe de teinture a sa propre palette, et le nombre de couleurs détermine le prix d'impression.[w8]

II-2-6- Distribution du papier (Etape 06)

Les distributeurs de papier recyclé (ou papier neuf) et de papier d'impression peuvent représenter le dernier niveau d'expertise avant l'utilisation finale - et le redémarrage du cycle de recyclage du papier - ou être chargés d'établir des liens entre les imprimeurs et les diffuseurs de l'industrie de l'imprimerie.

Les modes de fonctionnement de ces entreprises varient selon le type de fichier ou de réseau cible, et parce que le fait de recycler du papier nécessite une connaissance approfondie de tous les aspects de chaque marché.

Ainsi, les ventes d'une entreprise sont basées non seulement sur les canaux de vente et les segments d'activité sélectionnés, mais également sur sa stratégie commerciale. Cela nécessite également une étroite collaboration entre la chaîne d'approvisionnement et les fabricants et les distributeurs. [w10]

Canal ultra court	Canal court	Canal long
Le producteur vend directement son produit au client final, sans intermédiaire	Un intermédiaire s'intercale entre le producteur et le consommateur	Le circuit comporte au moins deux intermédiaires.

Tableau II.1 : Les types de canaux de distribution.[w23]

II-3- Conclusion

Avec le développement des ordinateurs, la consommation de papier a augmenté principalement en raison de la commodité de l'impression personnelle. En effet, de nombreux documents et papiers électroniques sont aujourd'hui imprimés inutilement, et le papier que nous utilisons est composé de fibres de cellulose.

Ces fibres peuvent être fabriquées directement à partir de bois (comme le bois de scierie mince) ou de papier recyclé. Si le papier contient plus de 50 % de fibres recyclées, on parle de papier « recyclé ». Il est broyé et mis en suspension dans l'eau pour produire de la pâte à partir de carton recyclé. Production de pâtes recyclées après fermentation, affinage et vieillissement. Ce type de pâte est couramment utilisée pour fabriquer du carton et du papier ondulés domestiques ou industriels.

Ainsi, après avoir présenté les différentes étapes du cycle de recyclage du papier, dans ce qui suit, nous allons présenter "le compacteur ou la presse à balle" qui est un appareil utilisé dans la première étape du recyclage du papier, nous réaliserons aussi son algorithme et son Grafset.

Chapitre III
Programmation par Grafcet
du compacteur semi-
automatique

Chapitre III

Programmation par Grafcet

du compacteur semi-automatique

III-1- Introduction

En raison du compactage de grands volumes de déchets et de matières recyclables, les compacteurs utilisent des systèmes à presse hydraulique - ils sont compacts et rapides, permettant ainsi de maîtriser le flot croissant de déchets et de matières recyclables dans les domaines de la logistique et dans le domaine commercial.

Dans cette partie de notre étude, nous allons étudier le compacteur qui est une machine utilisée dans la première étape de recyclage de papier et nous donnerons son algorithme de fonctionnement et nous réaliserons son programme de fonctionnement par le langage Grafcet.

III-2- La presse à balles verticale

Dans le domaine de compactage, il existe trois types de compacteur :

- Le compacteur manuel.
- Le compacteur semi-automatique
- Et le compacteur automatique.[w12]

Parmi ces types, nous étudierons précisément le compacteur semi-automatique presse à balle verticale. Ce dernier a un crochet qui se fait manuellement et par l'avant de la presse.

Les presses à balles verticales peuvent compresser divers matériaux, tels que des boîtes en carton, afin que vous puissiez recycler vos déchets. En fait, grâce à notre ensacheuse verticale la plus puissante, les sacs poubelles recyclables peuvent peser jusqu'à 500 kilogrammes et peuvent facilement être revendus aux industries qui les rachètent pour la production. Le compactage est rendu possible par le vérin qui compacte le matériau.[w13]

Figure III.1 : Compacteur semi-automatique presse à balle verticale.[w24]



III-3- Rôle du compactage

- a. Le compactage à la source réduit le nombre de manipulations au sein de l'entreprise.
- b. Réduire l'espace de stockage des déchets.
- c. Réduire le temps de traitement.
- d. Emballage pour réduire les coûts de transport.
- e. Permettre un stockage propre des déchets tout en limitant les risques d'incendie possibles.
- f. Les déchets triés et conditionnés sont considérés comme des matières premières négociables avec le recycleur.[w25]

III-4- Eléments de compacteur semi-automatique

Ce compacteur semi-automatique presse à balle verticale se compose de différents éléments (voir fig. III.2) qui sont [25] :

- Structure monobloc de la chambre de compactage (A)
- Porte de chargement (supérieure) (B).
- Porte d'expulsion (inférieure) (C).
- Plateau de compactage (D).
- Fermetures portes (E).

- Groupe hydraulique:
 - Moteur (M).
 - Pompe
 - Vérin (V).
 - Réservoir (G).
 - Eléments hydrauliques.
- Equipement électrique:
 - Tableau de commande.
- Système expulseur de balle (H).

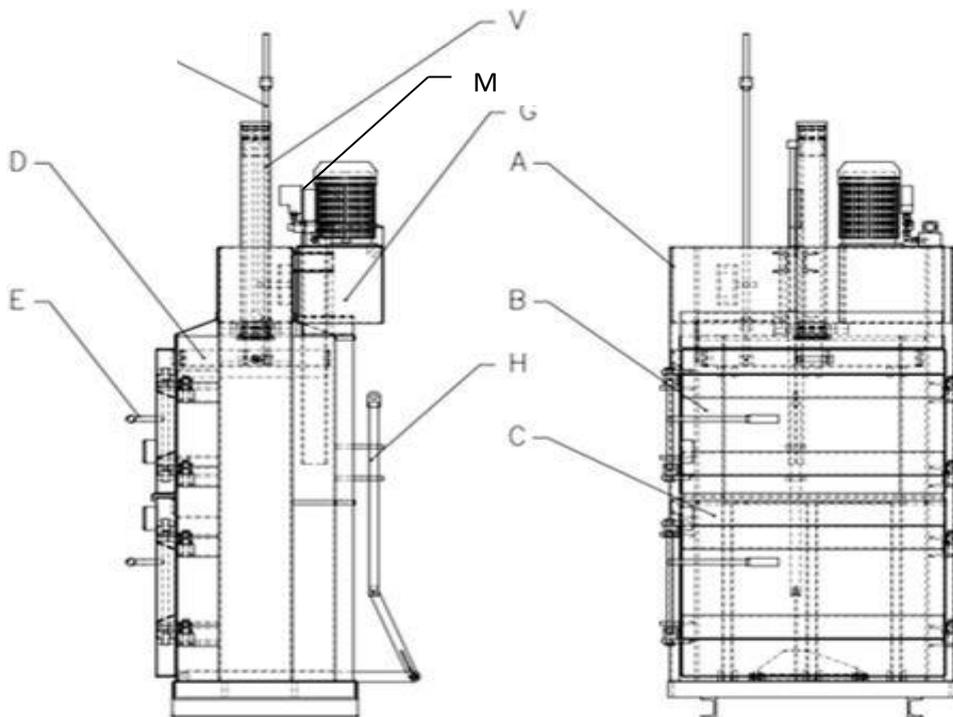


Figure III.2 : Eléments de compacteur semi-automatique vertical. [25]

III-5- Principe de fonctionnement d'un compacteur

Les principales étapes représentant le fonctionnement de compacteur sont :

- Conditions de démarrage « tension au tableau (La lampe orange est allumé) / crochet de l'extracteur de balle non attaché (partie postérieure de la presse) ou sangle intérieure détachée / plateau de compactage arrêté en position haute / Ouvrir les deux portes ».

- Couper les cordes de ligature textiles à la longueur souhaitée et les placer dans les rainures au fonds de la chambre de compactage, laisser l'anneau de la corde devant la presse, et le reste derrière la presse. Et fermeture la porte inférieure.
- Alimenter le compacteur par le déchet de papier par la porte supérieure « à la main ».
- Fermeture la porte supérieure et appuyer sur le bouton de "Descente" de l'armoire de commande. Lorsque le plateau de compactage arrive à la butée de fin de course inférieure, il remonte automatiquement jusqu'à la butée de fin de course supérieure, ouvrir la porte supérieure, charger la presse à nouveau et répéter la procédure précédente, et lorsque la plate-forme reste en position basse et ne se relève pas, donc la balle est prête « minimaux 75 kg ».
- Ouvrir la porte supérieure quand la balle est prête, mettre le plateau en position pour le cerclage.
- Ouvrir la porte inférieure et ramenez les liens et coupez le lien et attachez- le dans la boucle effectuée au tout début.
- Retourne le plateau de vérin hydraulique de compactage à l'état initial par le bouton «Montée».
- Positionnez une palette devant la presse et procédez à l'aide du bouton «d'éjection».

Lorsque le plateau de compactage est en position haute ou quand la balle se termine, les arrêts sont normaux et la LED rouge s'allume, et un arrêt d'urgence se produit lorsque le bouton d'arrêt d'urgence rouge sur le panneau de commande est enfoncé. Et un arrêt d'urgence automatique « Cet arrêt se produit automatiquement lorsqu'on essaye d'accéder à une zone protégée, par exemple ouvrir un porte ». [w14]

III-6- Système de fonctionnement de vérin du compactage

Le moteur entraîne la pompe par engrenage et accouplement, pour pomper l'huile vers le distributeur (Électrovalve), en franchissant la valve pour contrôler le vérin de compactage vers le bas (F.C descente) et vers le haut (F.C montée) par Prise de pression (Pressostat), sur la figure III.3 est illustré le schéma de fonctionnement du vérin hydraulique du compacteur et sur le tableau III.1 sont énumérés les différents constituants du schéma.

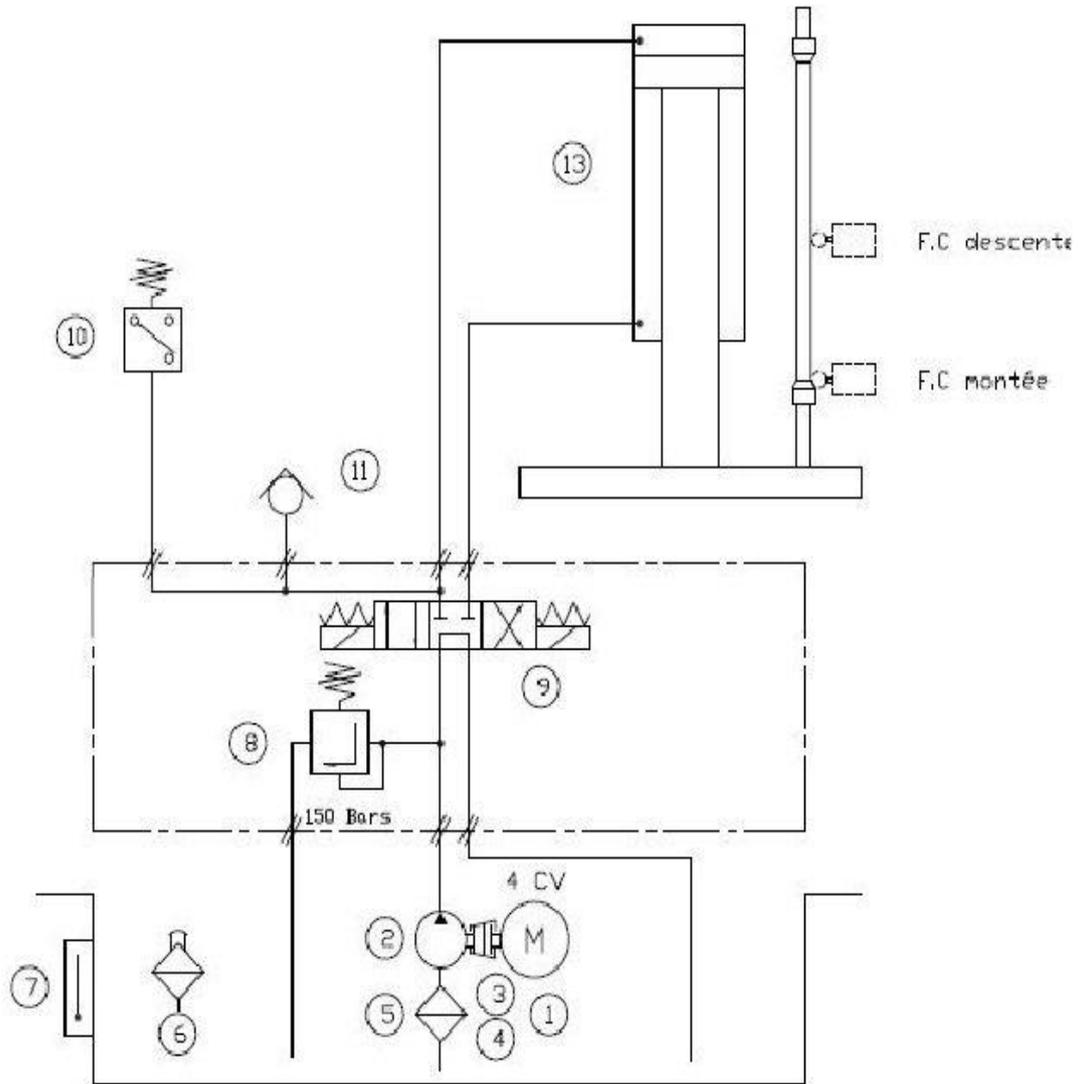


Figure III.3 : Schéma de fonctionnement du vérin hydraulique du compacteur. [25]

N°	Eléments du schéma	N°	Eléments du schéma
1	MOTEUR 4CV 1500 tr/min	7	Niveau d'huile
2	Pompe	8	Valve
3	Engrenage	9	Électrovalve
4	Accouplement	10	Pressostat
5	Filtre	11	Prise de pression
6	Couvercle plein	13	Vérin de compactage

Tableau III.1 : Eléments de système de fonctionnement du vérin hydraulique du compacteur.

III-7- Algorithme de fonctionnement du compacteur

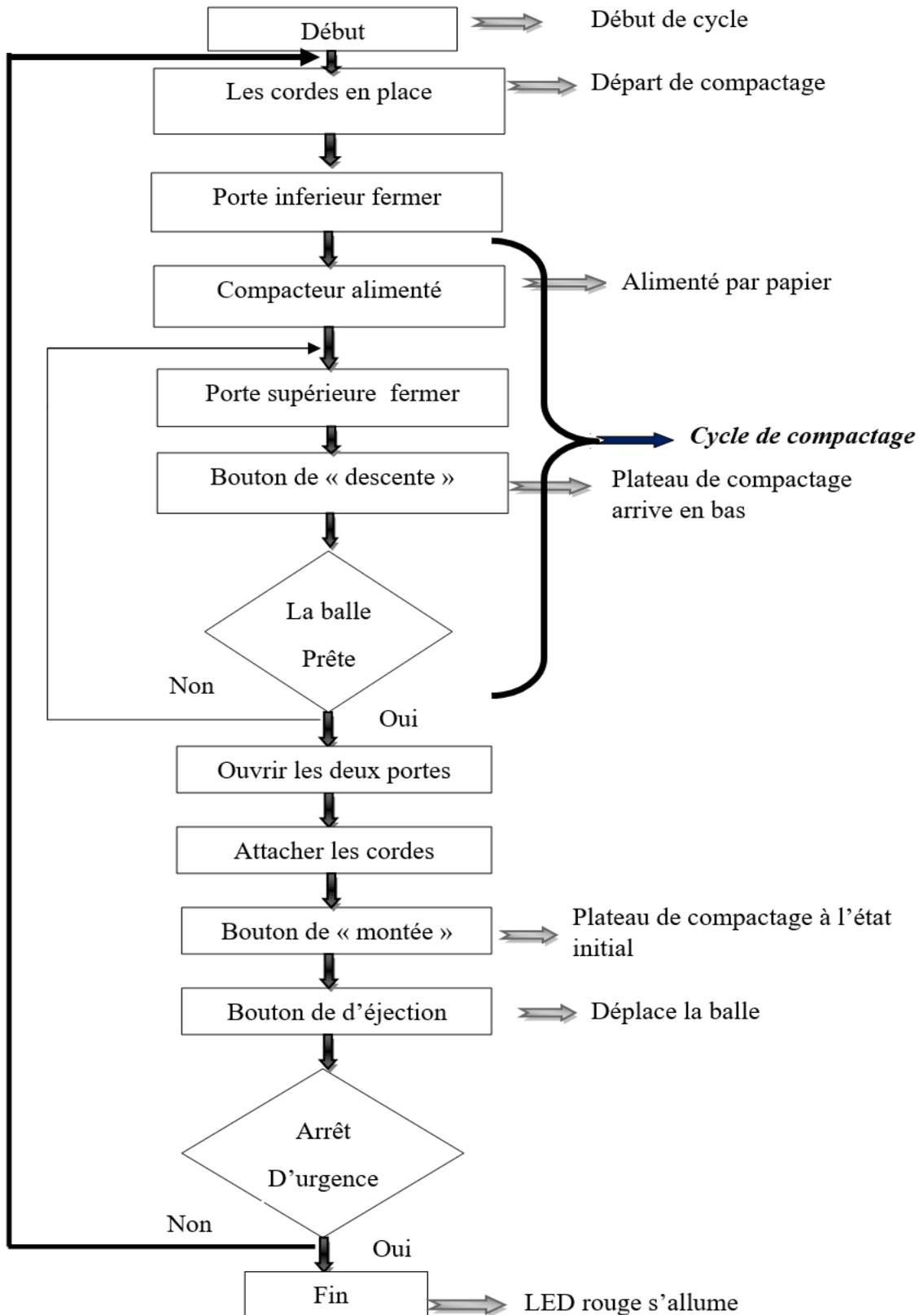


Figure III.4 : Algorithme de fonctionnement du compacteur.

III-8- Grafcet de fonctionnement du compacteur

Dans cette partie de notre étude, nous allons présenter le programme Grafcet que nous avons réalisé et qui permet la commande du compacteur.

Où :

Dcy : Début de compactage

F.c.b.v.h : Fin de course bas vérin hydraulique

F.c.h.v.h : Fin de course haut vérin hydraulique

De.V.H : Descendre vérin hydraulique

Mo.V.H : Monter vérin hydraulique

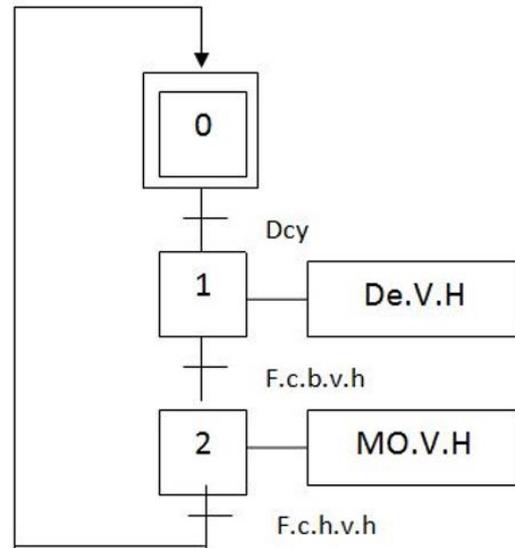


Figure III.5 : Grafcet de fonctionnement du vérin hydraulique

Sur la figure III.6 est représenté le Grafcet qui décrit le fonctionnement global du système. Il traduit le cahier des charges sans préjuger de la technologie adoptée. C'est un Grafcet de point de vue système qui est une interprétation de l'algorithme exposé sur la figure III.4

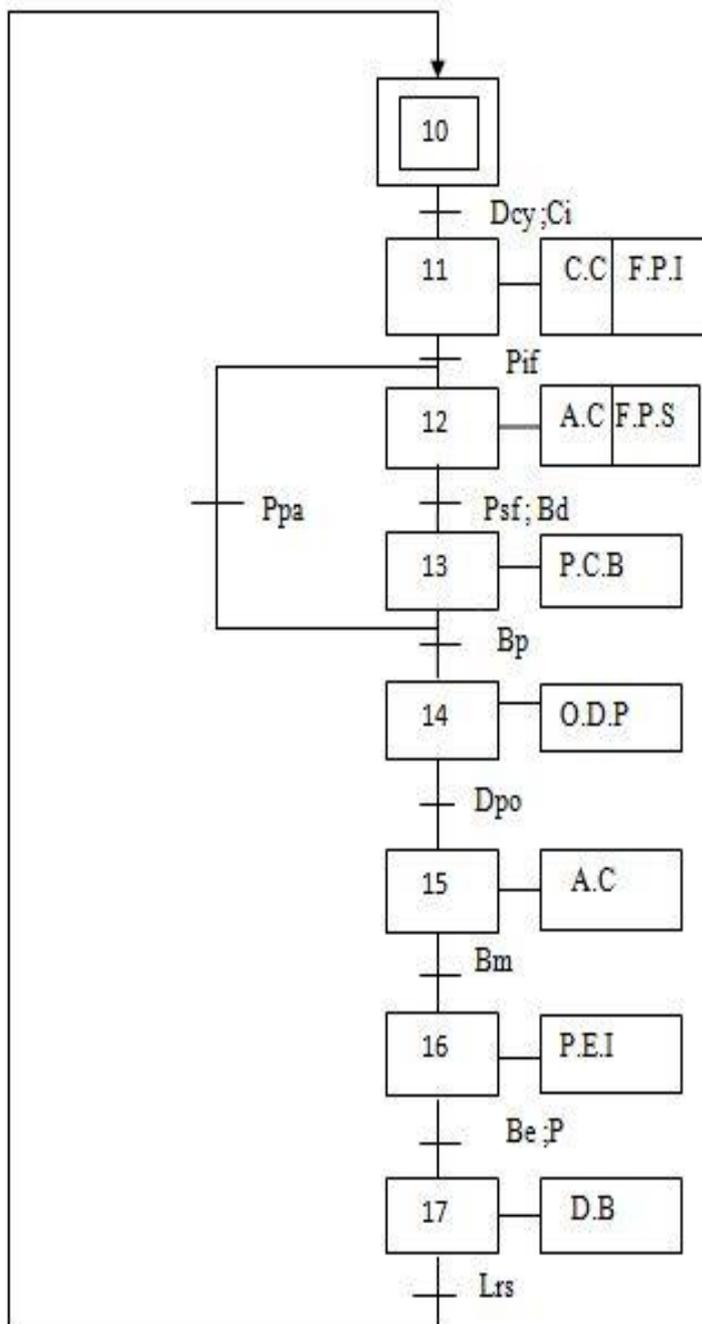


Figure III.6 : Grafcet de point de vue de système.

Sur le tableau III.2 sont représenté les différentes désignations du Grafcet

Symbole	Désignation
Dcy	Début de cycle de compactage
Ci	Condition initiale

F.P.I	Fermer la porte inferieure
F.P.S	Fermer la porte supérieure
Bd	Bouton de descente
Bm	Bouton de montée
Be	Bouton d'éjection
Pif	Porte inferieure fermée
Psf	Porte supérieure fermée
O.D.P	Ouvrir les deux portes
Bp	Balle prête
P	Palette
Rpa	Remonte le plateau automatiquement
Dpo	Deux portes ouvrir
Lrs	Led rouge s'allume
C.C	Mettre les cordes en place dans le Compacteur
A.C	Alimenter le Compacteur par papier
P.C.B	Plateau de Compactage arrivé en Bas
A.C	Attacher les cordes dans boucle effectuée au tout début
P.E.I	Plateau de compactage à l'Etat Initial
D.B	Déplacer la Balle

Tableau III.2 : Différentes désignations de grafcet de point de vue de système.

III-9- Conclusion

Les presses à balles verticales est conçue pour traiter principalement des matériaux simples comme le papier, le carton. Ils sont principalement utilisés dans les supermarchés, les centres commerciaux, les petites entreprises, les professionnels du recyclage, les collectivités locales et diverses industries.

L'équipement de compactage est actionné avec un vérin, qui appliquera une poussée continue au matériau pour les compacter. Sur la presse à déchets verticale, la presse à balles est attachée manuellement à l'avant de la presse à balles.

Le compacteur doit être vidé plus ou moins régulièrement, selon la capacité de la déchetterie ou du centre de tri, et le compacteur produit des colis de déchets propres qui doivent être collectés.

Dans ce chapitre, nous avons essayé de mettre en place l'algorithme de fonctionnement ainsi que le Grafcet de point de vue système du compacteur semi-automatique qui est un élément essentiel dans le cycle de recyclage du papier.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Le recyclage du papier est un processus développé par de nombreux scientifiques sur une décennie, jusqu'à ce qu'ils facilitent ce processus dans une large mesure, comme leur invention de compacteur du papier.

Le but de notre travail est de confirmer l'importance du compacteur du papier à travers notre étude de celui-ci. En conséquence, nous disons que la presse à balle « le compacteur » est l'une des machines les plus importantes utilisées dans le recyclage du papier car elle facilite grandement la réalisation des autres étapes.

Et plus de compactage signifie moins de transport et de recyclage. La réduction des transports signifie une réduction des coûts de transport et des émissions de dioxyde de carbone. La séparation à la source peut également produire une meilleure qualité des déchets pour le recyclage. Grâce à cette machine d'impression, nous passerons moins de temps à nous occuper des ordures et plus de temps sur les activités principales. Nous serons également surpris par l'espace que nous obtenons.

Ainsi, à travers ce mémoire nous avons mis en évidence l'importance du recyclage et présenté en dernier la manière de programmer le compacteur.

Comme perspective, on peut prendre tout le système de recyclage (différentes étapes) et essayé de faire des programmes en Ladder ou Grafcet et commander tout le cycle et automatiser toute la chaîne de recyclage.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] TAHRAOUI. N ; 2006 : Analyse des déchets ménagers solides de la ville de Chlef
- [2] Fan Ye, Hou Han shu, Pékin, Zhonghua Shuju, 1965, chap. 78, p. 2513.
- [3] Pierre-Claude REYNAUD, Histoire de papier. La papeterie auvergnate et ses historiens, Clermond-Ferrand, Presses universitaires Biais-Pascal, coll. «Études sur le Massif central», 2001,p 410
- [4] Gérard Coste (EFPG/IRFIP).2004.le papier, un matériau complexe .p 01
- [5] Drège Jean-Pierre ;2018 : Les débuts du papier. In: Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles- Lettres, 131^e année, N. 4, 1987. pp. 642-652
- [6] Devost, A., 1982."L'imprimerie au Québec: son historique, ses aspects socio-économiques
- [7] Bruner RS, Morgan DR, Kenny GR, Gaddis PG, Lee D, Roggow JM .2003. System and method for sensing white paper, US Patent No. 6,570,653
- [8] Bernard langellier ;1998. Le papier : histoire et recyclage
- [9] Lapointe, M., Marchildon, L., Chabot, B., 1990."L'impact des lois sur les problèmes de pollution liés au recyclage du papier journal", Journal des pâtes et papiers, pp. 22-26.
- [10] ROY.C ;1998 ; Fibrinoscopie : Recycler et économiser du papier Et le marché mondial de la fibre ; p205
- [11] Mirakoff Alexandra ; Eberlin Ludovic ; Gesnel Corentin ; Messaraa Cyril.2007. Projet tutoré DUT 1^{ère} année :le recyclage .p05
- [12] LOUCIF I .2016. Etude de la valorisation des déchets en papiers et cartons au sein de Tonic Industrie (Approche économique, sociale et écologique) mémoire master : Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.p 13
- [13] LAVEDRINE, BERTRAND.1990. *La conservation des photographies*. Paris : Presses du CNRSC .p 160
- [14] Samsó R .2019.l'industrie des papiers et cartons : consommation mondiale apparente 2009-2017 ses techniques, les risques pour la santé et la sécurité, la prévention de ces risques",

- [15] Lapointe, M., Marchildon, L., Chabot, B.,1990. "L'impact des lois sur les problèmes de pollution liés au recyclage du papier journal", Journal des pâtes et papiers, pp. 22-26
- [16] CEN - Comité Européen de Normalisation. Papiers et cartons - Liste européenne des sortes standard de papiers et cartons récupérés. Norme européenne EN 643. Novembre 2001
- [17] Nicolas Olek Paul Deffontaine, Bertrand Bohain.2002. Cercle national du recyclage. Recuperation et recyclage des produits papiers-cartons en france.p 13.
- [18] Michel Massus ; Bernard Majani. 1997. Les Echos - Etudes. La filière papier-carton – Enjeux, rupture et perspectives.
- [19] APUR - Association des Producteurs et des Utilisateurs de papiers et cartons Recyclés. Garantis recyclés. Octobre 1997
- [20] BOUTIN, C., LIÉNARD, A., LAGRANGE, C; ALEXANDRE, O., 1996, Éléments de comparaison techniques et financiers des filières d'épuration adaptées aux petites collectivités, 8es rencontres de l'ARPE, « quelle station d'épuration choisir en 2005? », Nice (FRANCE), 9 octobre 1996, 30 p
- [21] ADEME.2014.Guide de conception et de fonctionnement des installations de traitement des déchets. P 55
- [22] Saker Abdelkader.2016 ; Etude d'un centre de tri de déchets ;,mémoire de Master en mécatronique .université :Badji Mokhtar Annaba
- [23] Fouad moukhtari.2010.these thèse présentée à l'université du québec à trois-rivières comme exigence partielle du doctorat en génie électrique : commande des systèmes hamiltoniens à ports commandés -application aux systèmes multimachines.p 27
- [24] Yong li.2001. mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en science des pâtes et papiers : développement d'un nouveau modèle de simulation d'une sécherie multi-cylindrique.p35
- [25] NILSEN MAGHREB .,2007. manuel de sécurité, de fonctionnement et de maintenance presses verticales modèle npv

Webographie

Webographie

- [w1] - www.lepapier.fr/histoire.html
- [w2] - <https://fr.wikipedia.org/wiki/Cellulose>
- [w3] - <https://www.planetoscope.com/papier/379-consommation-mondiale-de-papier.html>
- [w4] - <https://www.comptoir-emballage.com/mag/les-differentes-utilisations-du-papier/>
- [w5] - <https://www.recygo.fr/blog/dossier/papier-recycle>
- [w6] - <https://www.grantthornton.dz/>
- [w8] - <https://www.paprec.com/fr>
- [w7] - <https://www.elwatan.com/9fevrier>
- [w9] - <http://projet-romainville-bobigny.syctom.fr>
- [w10] - <https://etudeslogistiques.sergebillconsulting.com/les-canaux-de-distributions/>
- [w11] -
www.hg.systems.com/wcontent/uploads/2021/01/2018_05_HG_Messebroschu%CC%88re_UF_Einzelseiten_FR
- [w12] - <https://www.techni-contact.com > top-catalogue>
- [w13] - www.galicier.fr/presse-balles-verticale-6)
- [w14] - <http://www.decoval.fr>)
- [w15] - <https://fr.statista.com/statistiques/561149/consommation-mondiale-papiers-carton>)
- [w16] - <https://www.bam.bzh/blog/estampille-lne-et-estampille-resy-a-quoi-correspondent-elles>
- [w17] - <https://le-recyclage-du-papier-55.websself.net/accueil>
- [w18] - <https://kongskilde-industries.com/fr/solution/transport-des-rouleaux-de-papier-absorbant>)
- [w19] - <http://fr.dscrusher.com/v3/products/feeder-screen/zk-linear-vibrating-screen.html>
- [w20] - <https://www.directindustry.fr/prod/itr-recycling-technologies/product-224578-2330240.html>
- [w21] - https://www.larousse.fr/encyclopedie/images/Calandre_%C3%A0_papier/1005331

[w22] - <http://cerig.pagora.grenoble-inp.fr/memoire/2005/calandrage-papier-magazine.htm>

[w23] - <https://etudeslogistiques.sergebillconsulting.com/les-canaux-de-distributions>

[w24] - <https://www.eco-nielsen.com/npv-xs.html>

[w25] - <https://particuliers.engie.fr/electricite/conseils-electricite/conseils-installation-electrique/panneau-de-comptage>

[w26] - <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/developpement-durable-recyclage-5774>

Résumé :

Aujourd'hui, le papier et le carton sont omniprésents dans nos vies à travers leurs différents usages. Le papier a su accompagner le changement technologique et social en innovant et en s'adaptant aux besoins des consommateurs. Dans notre travail, nous avons étudié le procédé de recyclage du papier et les différentes phases (cycles) qui permettent de réutiliser le papier utilisé et ses déchets. Ensuite, nous avons essayé de mettre en place l'algorithme de fonctionnement ainsi que le Grafcet de point de vue système du compacteur semi-automatique qui est un élément essentiel dans le cycle de recyclage du papier.

Mots clés : papier, recyclage, grafcet, cycle, compacteur semi-automatique.

المخلص:

اليوم، الورق والكرتون منتشران في كل مكان في حياتنا من خلال استخداماتهما المختلفة. تمكن الورق من دعم التغيير التكنولوجي والاجتماعي من خلال الابتكار والتكيف مع احتياجات المستهلكين. لقد درسنا في عملنا عملية إعادة تدوير الورق والمراحل (الدورات) المختلفة التي تسمح بإعادة استخدام الورق المستعمل ومخلفاته. بعد ذلك، حاولنا إعداد خوارزمية التشغيل بالإضافة إلى Grafcet من وجهة نظر النظام للضاغط شبه الأوتوماتيكي والذي يعد عنصرًا أساسيًا في دورة إعادة تدوير الورق.

الكلمات المفتاحية: الورق، التدوير، grafcet، الدورة، الضاغط شبه الأوتوماتيكي.

Abstract:

Today, paper and cardboard are omnipresent in our lives through their different uses. Paper has been able to support technological and social change by innovating and adapting to consumers' needs. In our work, we have studied the paper recycling process and the different phases (cycles) that allow reusing the used paper and its waste. Then, we tried to set up the operating algorithm as well as the Grafcet from the system point of view of the semi-automatic compactor which is an essential element in the paper recycling cycle.

Mots clés : papier, recyclage, grafcet, cycle, semi-automatic compactor.