



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de génie électrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Automatique
Automatique et Informatique Industriel

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
BENALI Abd erraouf

Le : lundi 26 mai 2025

Conception et simulation d'un système de commande automatisée d'une presse pneumatique

Jury :

Mr.	ATHMANE Zitouni	Pr	Université de Biskra	Président
Mme.	MEGHERBI Hassina	Pr	Université de Biskra	Examineur
Mr.	SAADOUNE Achour	Pr	Université de Biskra	Encadreur

Année universitaire : 2024/2025



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de génie électrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Automatique
Automatique et Informatique Industriel

Conception et simulation d'un système de commande automatisée d'une presse pneumatique

Le : lundi 26 mai 2025

Présenté par :

BENALI Abd erraouf

Avis favorable de l'encadreur :

Pr. SAADOUNE Achour

Signature Avis favorable du Président du Jury

Cachet et signature

Remerciements

بسم الله الرحمن الرحيم

La première et la dernière chose est pour Allah qui me donne la capacité suffisante pour terminer ce travail.

Je veux remercier mon superviseur mon encadreur Pr. SAADOUNE Achour, pour ses conseils, ses encouragements et ses conseils qu'il a prodigués au patient tout au long de mon séjour en tant qu'étudiant. J'ai été extrêmement chanceuse d'avoir un superviseur qui se souciait tellement de mon travail et qui a répondu à mes questions et mes requêtes si rapidement.

Je tiens également à remercier les membres du jury... qui ont bien voulu lire et examiner notre travail.

Un grand merci à tous les professeurs de génie électrique qui m'ont enseigné dans le cadre de la spécialisation en automatisation industrielle et informatique à l'université de Biskra.

A tous mes collègues de la promotion 2024/2025.

Un merci spécial à tous ceux qui m'ont soutenu pour terminer ce travail.

Dédicaces

Louange à Allah, par la grâce duquel les bonnes actions sont accomplies. Je dédie ce modeste travail aux êtres qui me sont les plus chers.

A mon cher père, *Ce mémoire de fin d'études représente bien plus qu'un simple travail académique. Il est le fruit de nombreuses années d'apprentissage, de sacrifices et de détermination des qualités que tu m'as transmises. C'est avec beaucoup d'émotion et une profonde gratitude que je te le dédie aujourd'hui. Tu aurais été fier, je l'espère, de ce chemin parcouru.*

Papa, tu restes à jamais dans mon cœur, mon guide silencieux, mon repère dans ce monde incertain. Que Dieu t'accorde Sa miséricorde et t'accueille dans Son vaste paradis.

A ma chère mère, *Aucune dédicace très chère maman, ne pourrait exprimer la profondeur des sentiments que j'éprouve pour vous, vos sacrifices innombrables et votre dévouement firent pour moi un encouragement. Vous avez guetté mes pas, et m'avez couvé de tendresse, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Vous m'avez aidé et soutenu pendant de nombreuses années avec à chaque fois une attention renouvelée. Puisse Dieu, tout puissant vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.*

A mes chers frères et soeurs, *À ceux qui ont attendu longtemps pour récolter le fruit de mon travail et qui ont été des partenaires dans chaque sourire et chaque larme. Vous êtes mon soutien.*

À celui qui a été mon ami, mon parent et mon soutien, à celui qui partagera le voyage de la vie avec moi, que Dieu le protège et prenne soin de lui.

A mes chères amies, *pour leurs aides et supports dans les moments difficiles je souhaite le meilleur dans leur vie.*

A toute ma famille, *À tous ceux qui m'ont soutenu et rendu heureux, même avec un mot, et à tous ceux que ma plume a oubliés et que mon cœur a retenus.*

Louange à Allah pour ce qui reste et pour ce qui est, louange à Allah pour toujours et à jamais.

Résumé :

L'objectif de ce travail de fin d'études est la conception et la mise en œuvre d'un système de commande automatisée pour une presse pneumatique, à l'aide du logiciel Automation Studio. Le projet porte sur le développement d'un système pneumatique complet, intégrant la modélisation, la simulation, ainsi que la commande automatique de la presse.

ملخص :

يهدف هذا المشروع النهائي إلى تصميم وتنفيذ نظام تحكم آلي لمكبس هوائي، باستخدام برنامج

. Automation Studio

يتضمن المشروع تطوير نظام هوائي كامل، يدمج النمذجة والمحاكاة والتحكم التلقائي في المكبس

Sommaire :

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I : Description du système pneumatique.

I.1	Introduction	2
I.2	Définition et Fonctionnement Général de system pneumatique	2
I.2.1	1.2.1. définition	2
I.2.2	Les avantages du système pneumatique	3
I.2.3	Les inconvénients du système pneumatique	4
I.3	Les composants du système pneumatique	5
I.3.1	Génération et stockage de l'air comprimé	5
I.3.1.1	Compresseur	5
I.3.1.2	Réservoir d'air (cuve)	9
I.3.1.3	Séparateur d'eau	11
I.3.2	Traitement et distribution de l'air	12
I.3.2.1	Filtre à air	12
I.3.2.2	Régulateur de pression	13
I.3.2.3	Lubrificateur	14
I.3.2.4	Unité FRL(group de condionnement	15
I.3.3	Composants de commande et de contrôle	16
I.3.3.1	Distributeurs (valves pneumatiques)	16
I.3.3.2	Capteurs	18
I.3.4	Actionneurs	19
I.3.4.1	Vérins pneumatiques	19
I.3.4.2	Moteurs pneumatiques	21
I.4	Étude d'un Système Pneumatique	22
I.4.1	Modélisation : Schémas avec FluidSIM, AutoCAD	22
I.4.2	Simulation : MATLAB/Simulink, Automation Studio	23
I.5	Domaines d'application de pneumatiques	23

I.6	Conclusion	24
-----	------------------	----

Chapitre II : Modélisation et simulation du système de presse pneumatique.

II.1	Introduction	25
II.2	Classification des Presses	25
II.2.1	Classification Selon la nature de transmission de l'énergie	25
II.2.1.1	Presses Mécaniques	25
II.2.1.2	Presses Hydrauliques	26
II.2.1.3	Presses Pneumatiques	27
-	Les avantages de la presse pneumatique	28
-	Les inconvénients de la presse pneumatique	29
II.2.2	Classification le nombre de coulisseaux	29
II.2.2.1	Presses simple effet	29
II.2.2.2	Presses double effet	30
II.2.2.3	Presses triple effet	30
II.2.3	Classification selon le Mode de Fonctionnement	31
II.2.3.1	Presses Manuelles	31
II.2.3.2	Presses Semi-Automatiques	31
II.2.3.3	Presses Automatiques	32
II.3	Critères de choix d'une presse	32
II.4	sécurités sur les presses.....	33
II.5	Dimensionnement d'un Circuit Pneumatique pour une Presse	33
II.5.1	Étapes du Dimensionnement	33
II.6	Simulation du circuit pneumatique	37
II.6.1	définition d'Automation Studio	37
II.6.2	Les versions de Automation studio	38
II.6.2.1	Version professionnelle	38
II.6.2.2	Version éducative	38
II.6.3	Bibliothèques d'Automation Studio	38

II.6.4	Présentation de quelques modules.....	39
II.6.4.1	Module AS Pneumatique	39
II.6.4.2	Module AS Hydraulique	39
II.6.4.3	Module AS Électrique	39
II.7	Conclusion	40

Chapitre III : Dimensionnement et automatisation du système de presse pneumatique.

III.1	Introduction	41
III.2	Enonce du problème	41
III.3	Description du cycle	41
III.4	Dimensionnement des éléments du circuit pneumatique	41
III.4.1	Dimensionnement du vérin A	49
III.4.1.1	Principe de fonctionnement	42
III.4.1.2	Application	42
III.4.1.3	Calcul du force ou un effort en sortie de tige	43
III.4.1.4	Calcule du pression	44
III.4.1.5	Calcul du force ou un effort de rentrée de tige	45
III.4.1.6	Calcul de débit d'air	47
III.4.1.7	Calcul de Vitesse maximale	48
III.4.2	Dimensionnement du vérin B	49
III.4.2.1	Principe de fonctionnement	50
III.4.2.2	Application	50
III.4.2.3	Calcul du force ou un effort en sortie de tige	52
III.4.2.4	Calcule du pression	53
III.4.2.5	Calcul du force ou un effort de rentrée de tige	53
III.4.2.6	Calcul de débit d'air	54
III.4.2.7	Calcul de Vitesse maximale	55
III.5	L'environnement de logiciel automation studio	57

III.5.1 Schéma du circuit pneumatique	57
III.5.2 Paramètres des vérins	60
III.5.3 Résultats de la simulation	61
III.5.3.1 Le circuit	61
III.5.3.2 Grafcet	64
III.5.3.3 Ladder	67
III.6 Conclusion	70
Conclusion générale	71
Bibliographique	72

Liste des figures :

Chapitre I : Description du système pneumatique.

Figure I.1: Structure des systèmes pneumatiques .	2
Figure I.2: Exemple d'un schéma d'une installation pneumatique .	5
Figure I.3: Compresseur à piston.	6
Figure I.4: Compresseur à vis.	6
Figure I.5: Compresseur à palettes .	7
Figure I.6: Compresseur centrifuge .	8
Figure I.7: Compresseur axial .	8
Figure I.8: Symbole de Compresseur .	9
Figure I.9: Types de réservoirs d'air .	10
Figure I.10: Symbole de réservoirs d'air .	10
Figure I.11: séparateur d'eau .	11
Figure I.12: Symboles de séparateur d'eau .	12
Figure I.13: filtre à air .	12
Figure I.14: Symbole de filtre à air .	13
Figure I.15: régulateur de pression .	13
Figure I.16: symbole de régulateur de pression .	14
Figure I.17: lubrificateur .	14
Figure I.18: symbole de lubrificateur .	15
Figure I.19: group de conditionnement.	15
Figure I.20 : symbole de group de conditionnement.	15
Figure I.21: Distributeurs .	16
Figure I.22: types des distributeurs .	17
Figure I.23: électrovanne .	17
Figure I.24: symbole de capteur .	19
Figure I.25: Vérins pneumatiques .	20
Figure I.26: les type de virens et ses symboles.	21
Figure I.27: Moteur Pneumatique .	21
Figure I.28: symbole de Moteur Pneumatique .	22

Chapitre II : Modélisation et simulation du système de presse pneumatique.

Figure II.1: structure schématique de classification des presses .	25
---	----

Figure II.2: presse mécanique	26
Figure II.3: presse hydraulique	26
Figure II.4: presse pneumatique.....	28
Figure II.5: Presse simple effet	29
Figure II.6: Presse double effet.....	30
Figure II.7: Presse triple effet	30
Figure II.9: Presses manuelles	31
Figure II.10: Presses Semi-Automatiques	31
Figure II.11: Presses Automatiques	32
Figure II.12: diamètre de verin.	33
Figure II.13: l'effort de pousser la tige	34
Figure II.14: l'effort de rentrée de la tige	35
Figure II.15: schéma de dimensionnement d'un ressort.	36
Figure II.16: interface de logiciel automation studio	37

Chapitre III : Dimensionnement et automatisation du système de presse pneumatique.

Figure III.1: verin de base (recommandation CNOMO 060702).	42
Figure III.2: Courbe du course et le diamètre de tige en fonction du force	44
Figure III.3: effort de rentrée de tige.	45
Figure III.4: compacteur de fut métallique	49
Figure III.5: la pression et le diamètre de piston en fonction du force	52
Figure III.6: la vitesse et le diamètre de piston en fonction du masse	56
Figure III.7: schéma de circuit	58
Figure III.8: grafcet de circuit	59
Figure III.9: circuit API ladder	59
Figure III.10: Paramètre de vérin A	60
Figure III.11: Paramètre de vérin B	60
Figure III.12: Le circuit est dans un état d'arrêt	61
Figure III.13: la tige du vérin A étendre	61
Figure III.14: retour du tige de vérin A	62
Figure III.15: la tige du vérin B étendre	62
Figure III.16: retour du tige de vérin B	63
Figure III.17: Quand on appuie sur le bouton" STOP"	63
Figure III.18: Quand on appuie sur le bouton" START".....	64

Figure III.19: la tige du vérin A étendre .	64
Figure III.20: retour du tige de vérin A .	65
Figure III.21: la tige du vérin B étendre .	65
Figure III.22: retour du tige de vérin B .	66
Figure III.23: Quand on appuie sur le bouton" STOP".	66
Figure III.24: Quand on appuie sur le bouton" START".	67
Figure III.25: la tige du vérin A étendre .	67
Figure III.26: retour du tige de vérin A .	68
Figure III.27: la tige du vérin B étendre .	68
Figure III.28: retour du tige de vérin B .	70
Figure III.29: Quand on appuie sur le bouton" STOP".	70

Liste des tableaux :

Chapitre II : Modélisation et simulation du système de presse pneumatique.

Tableau II.1 : avantages et inconvénients des presses mécaniques et des presses hydrauliques.	27
---	----

Chapitre III : Dimensionnement et automatisation du système de presse pneumatique.

Tableau III.1: le diamètre normalisé du vérin.	43
Tableau III.2: le diamètre standard de tige par rapport l'alésage .	45
Tableau III.3: les force de pousée et de traction en fonction d'alésage.	47
Tableau III.4: la surface en fonction d'alésage .	47
Tableau III.5: le diamètre normalisé du vérin.	51
Tableau III.6: la surface en fonction d'alésage .	54
Tableau III.7: les composants et ses fonctions.	57

Liste des abréviations :

AS : Automation Studio .

API : Automate programmable industriel .

ISO : Organisation internationale de normalisation .

CNOMO : Comité de Normalisation des Moyens de Production .

ILS : Interrupteur a Lames Souples.

Introduction générale

Introduction général :

Dans un contexte industriel en constante évolution, l'automatisation des systèmes de production est devenue une nécessité pour améliorer l'efficacité, la précision et la sécurité des opérations. Parmi les équipements largement utilisés dans divers secteurs industriels, la presse pneumatique occupe une place importante en raison de sa capacité à générer des forces importantes avec une grande réactivité de leur capacité à effectuer des tâches telles que le formage, l'emboutissage, le découpage et l'assemblage de matériaux. Ces machines, qui utilisent la force générée par l'air comprimé, sont largement utilisées dans des secteurs tels que l'automobile, l'aéronautique, la métallurgie et la fabrication de produits en série.

Les presses pneumatiques sont appréciées pour leur simplicité et leur rapidité. Cependant, un contrôle manuel ou semi-automatique peut limiter leur efficacité et leur répétabilité, entraînant des erreurs de production, une consommation d'énergie excessive et des risques accrus pour les opérateurs. D'où la nécessité de concevoir et d'implémenter un système de commande automatisée qui permet un contrôle précis des paramètres de fonctionnement (force, vitesse, position du vérin, etc.) tout en garantissant une supervision en temps réel du processus.

Cependant, pour garantir un fonctionnement optimal et sécurisé de ces presses, il est crucial de disposer d'un système de commande fiable et performant. Un système de commande bien conçu permet non seulement de contrôler avec précision les mouvements de la presse, mais aussi d'intégrer des fonctionnalités avancées telles que la détection d'anomalies, la gestion des cycles de travail et l'adaptation aux différents types de matériaux. C'est dans ce contexte que s'inscrit ce mémoire de fin d'études, qui a pour objectif de concevoir et d'implémenter un système de commande pour une presse pneumatique.

Pour expliquer notre démarche de conception nous avons répartie ce travail en trois chapitres.

Le premier chapitre sera consacré aux description général de système pneumatique et ses composants essentiel .

Le deuxième chapitre est dédié aux généralités sur les presses, modélisation et simulation de système de presse pneumatique et présentons un aperçu du logiciel d'automation studio.

Le troisième chapitre fait l'objet d'une étude analytique sur le dimensionnement et Automatisation du système de presse pneumatique.

Finalement, une conclusion générale.

Chapitre I :

Description du

système pneumatique

I.1 Introduction :

Les systèmes pneumatiques jouent un rôle essentiel dans de nombreux domaines industriels, offrant une solution efficace et fiable pour la transmission d'énergie et le contrôle des mouvements mécaniques. Dans ce chapitre, nous aborderons les principes fondamentaux des systèmes pneumatiques, en mettant l'accent sur leurs composants clés, leur fonctionnement et leurs applications. Nous examinerons également les avantages et les limites de cette technologie, ainsi jetez un œil sur l'étude d'un système pneumatique.

I.2 Définition et Fonctionnement Général de system pneumatique :

I.2.1 définition :

La pneumatique est une discipline essentielle de l'ingénierie. Elle implique l'utilisation de gaz ou d'air sous pression pour produire un mouvement mécanique, sur la base des principes de la dynamique des fluides et de la pression. L'utilisation de la pneumatique s'étend des appareils portables compacts aux machines de grande taille, ce qui met en évidence sa polyvalence. Ce domaine a connu un développement et une diversification considérables, devenant un élément indispensable de l'ingénierie moderne.

Dans sa forme la plus simple, un système pneumatique utilise de l'air comprimé pour effectuer un travail. Il commence par une source d'air comprimé qui est le plus souvent un compresseur. Un compresseur typique convertit l'énergie électrique en énergie potentielle sous forme d'air comprimé. C'est cette énergie potentielle qui est stockée et distribuée dans les conduites d'air à diverses fins.[2]

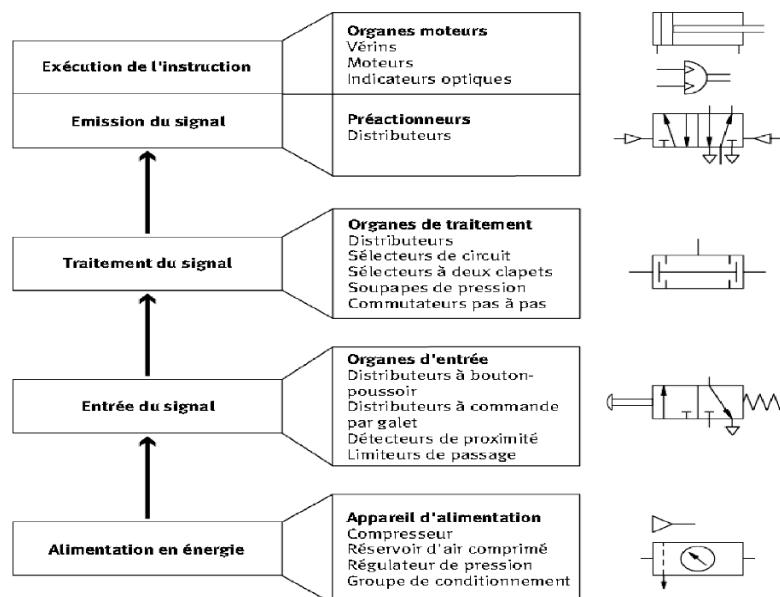


Figure I.1:Structure des systèmes pneumatiques .

I.2.2 Les avantages du système pneumatique :

Les systèmes pneumatiques sont largement utilisés dans l'industrie en raison de leurs nombreux avantages. Voici les principaux :

. Sécurité et Fiabilité

Pas de risque d'explosion ou d'incendie : contrairement aux systèmes électriques ou hydrauliques, l'air comprimé n'est pas inflammable.

Grande fiabilité : les composants pneumatiques sont robustes et ont une longue durée de vie avec peu d'entretien.

. Simplicité et Facilité d'Utilisation

Systèmes simples à concevoir et à installer.

Facile à entretenir : les composants sont standardisés et interchangeables.

Réponse rapide : les actionneurs pneumatiques réagissent rapidement aux commandes.

. Coût Abordable

Moins cher que l'hydraulique : les composants pneumatiques coûtent généralement moins cher que les systèmes hydrauliques ou électriques.

Faible coût d'entretien : pas besoin de lubrification complexe ni de fluides coûteux comme dans l'hydraulique.

. Écologique et Propre

Aucun fluide polluant : contrairement aux systèmes hydrauliques qui utilisent de l'huile, l'air comprimé est propre et ne cause pas de pollution.

Recyclage de l'air : l'air peut être évacué dans l'atmosphère sans danger.

. Adaptabilité et Polyvalence

Utilisable dans divers environnements : industrie, médical, automobile, agroalimentaire, etc.

Fonctionne dans des conditions extrêmes : peut être utilisé dans des environnements poussiéreux, humides ou à haute température.

Facile à automatiser : idéal pour les applications industrielles nécessitant de la rapidité et de la répétabilité.

. Vitesse et Réactivité

Grande vitesse de fonctionnement : les vérins pneumatiques ont un temps de réponse plus rapide que les vérins hydrauliques.

Bonne précision dans le contrôle des mouvements. [2]

I.2.3 Les inconvénients du système pneumatique :

Malgré ses nombreux avantages, un système pneumatique présente aussi certains inconvénients qui peuvent limiter son utilisation dans certaines applications. Voici les principaux :

.Faible Efficacité Énergétique

Consommation d'énergie élevée : la production et la compression de l'air nécessitent beaucoup d'énergie, ce qui entraîne des pertes thermiques.

Rendement inférieur à l'hydraulique : une partie de l'énergie est perdue sous forme de chaleur et de fuites d'air.

.Pression et Force Limitées

Pression inférieure aux systèmes hydrauliques : généralement limitée entre 6 et 10 bars, alors que l'hydraulique peut atteindre des centaines de bars.

Ne convient pas aux applications nécessitant de très grandes forces (exemple : machines lourdes, presses industrielles de haute capacité).

.Fuites et Pertes d'Air

Fuites fréquentes : les raccords et les conduits peuvent présenter des fuites, réduisant l'efficacité du système.

Bruit élevé : les fuites d'air et les échappements peuvent générer du bruit, nécessitant parfois des silencieux.

.Stabilité et Précision Moins Bonnes

Difficulté à obtenir un mouvement précis et stable : l'air étant compressible, il peut provoquer des variations de vitesse et de position.

Moins précis que l'hydraulique ou l'électrique dans des applications nécessitant un contrôle très précis du mouvement.

.Besoin d'un Compresseur et d'un Réseau de Conduites

Installation plus encombrante : nécessite un compresseur d'air et un réseau de distribution, ce qui peut prendre de l'espace et nécessiter un entretien régulier.

Maintenance des filtres et de la lubrification : l'air doit être filtré et parfois lubrifié pour éviter l'usure des composants.

.Sensibilité aux Conditions Environnementales

Impact de la température et de l'humidité :

En hiver, l'humidité dans l'air comprimé peut geler et bloquer les conduits.

En environnement humide, l'eau peut corroder certains composants. [3]

I.3 Les composants du système pneumatique :

Les systèmes pneumatiques sont généralement composés de composants tels que des compresseurs, des réservoirs d'air, des vannes, des vérins pneumatiques et des conduites, etc. Ces composants sont reliés entre eux et fonctionnent ensemble pour transmettre et contrôler la puissance pneumatique. Chaque composant joue un rôle important dans le fonctionnement du système.

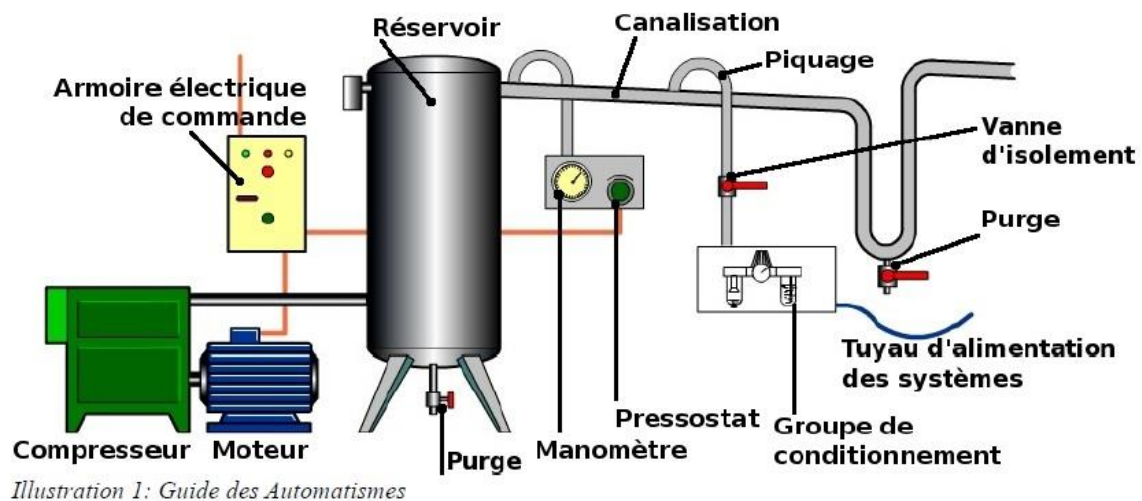


Figure I.2: Exemple d'un schéma d'une installation pneumatique .[31]

Voici les principaux composants :

I.3.1 Génération et stockage de l'air comprimé :

I.3.1.1 Compresseur :

Les compresseurs sont des dispositifs essentiels dans les systèmes pneumatiques, car ils génèrent l'air comprimé nécessaire au fonctionnement des équipements. Leur choix dépend des besoins en pression, en débit d'air et des contraintes spécifiques à chaque application.

Rôle des Compresseurs :

Le compresseur aspire l'air ambiant, l'augmente en pression et le stocke dans un réservoir pour être utilisé dans divers processus industriels et systèmes automatisés.

Fonctions principales :

- Fournir de l'air comprimé à une pression adaptée.
- Maintenir un débit d'air constant pour assurer le bon fonctionnement du système.
- Alimenter des actionneurs pneumatiques (vérins, moteurs pneumatiques, etc.).
- Servir de source d'énergie pour les outils pneumatiques et les machines industrielles.[9]

Types de compresseurs :

- On distingue deux grandes catégories de compresseurs :

A. Compresseurs volumétriques

Ils fonctionnent en réduisant le volume d'air pour augmenter sa pression. On en distingue trois principaux types :

A.1. Compresseur à piston:

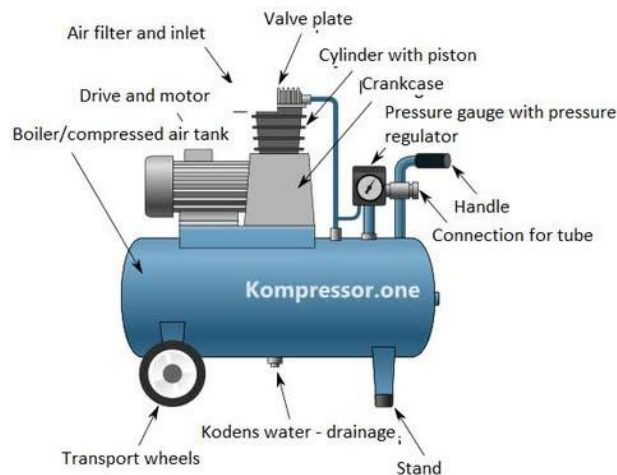


Figure I.3:Compresseur à piston. [32]

* **Fonctionnement:** Un piston se déplace dans un cylindre, aspirant et comprimant l'air.

* **Avantages:** Simple, robuste, efficace pour les hautes pressions.

* **Inconvénients:** Bruyant, nécessite une lubrification.

* **Applications:** Petites et moyennes industries, garages, ateliers.

A.2. Compresseur à vis:

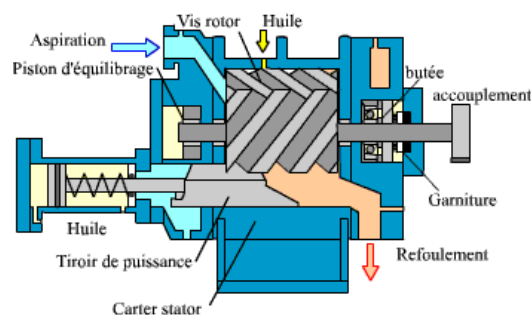


Figure I.4:Compresseur à vis. [33]

- * **Fonctionnement:** Deux vis hélicoïdales tournent, comprimant l'air entre elles.
- * **Avantages:** Fonctionnement continu, peu de vibrations, compact.
- * **Inconvénients:** Coût élevé, entretien complexe.
- * **Applications:** Industries nécessitant un débit d'air stable et important.

A.3. Compresseur à palettes :

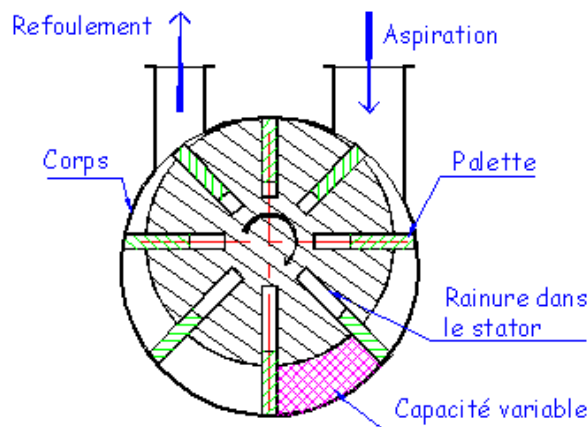


Figure I.5:Compresseur à palettes . [9]

- * **Fonctionnement:** Des palettes coulissantes créent des chambres de compression.
- * **Avantages:** Moins bruyant, compact, bon rendement.
- * **Inconvénients:** Moins adapté aux hautes pressions.
- * **Applications:** Machines de production automatisées, emballage. [9]

B. Compresseurs dynamiques

Ils fonctionnent en augmentant la vitesse de l'air pour créer de la pression. On distingue deux types principaux :

B.1. Compresseur centrifuge :

- * **Fonctionnement:** Une roue à aubes accélère l'air, qui est ensuite ralenti pour augmenter sa pression.
- * **Avantages:** Débit d'air élevé, peu d'entretien.
- * **Inconvénients:** Ne convient pas aux très hautes pressions.
- * **Applications:** Industrie chimique, fabrication automobile.

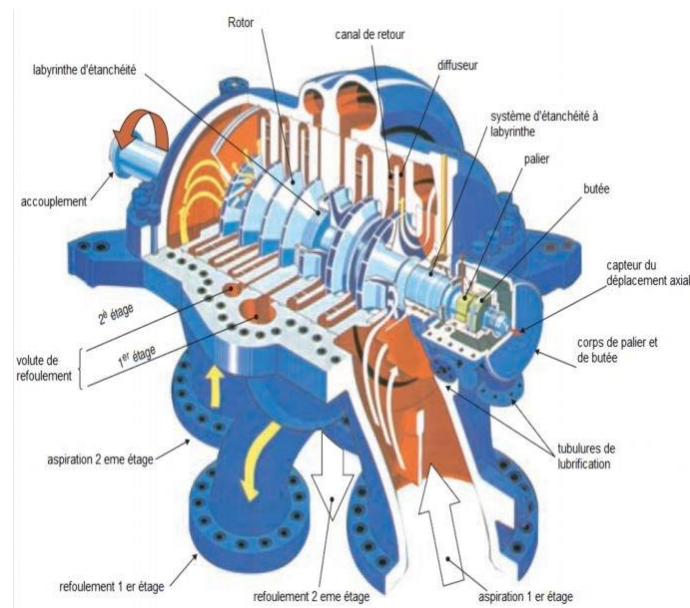


Figure I.6:Compresseur centrifuge . [34]

B.2. Compresseur axial :

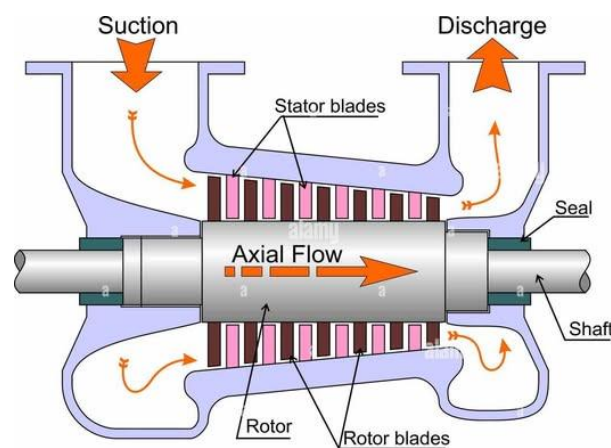


Figure I.7:Compresseur axial . [35]

- * **Fonctionnement:** L'air est comprimé en passant par plusieurs rangées d'aubes fixes et mobiles.
- * **Avantages:** Très grande capacité de débit.
- * **Inconvénients:** Très coûteux, réservé aux industries lourdes.
- * **Applications:** Turbines, centrales électriques, aviation.

- Critères de choix d'un compresseur :

Le choix du compresseur dépend de plusieurs facteurs :

*** Pression de service:**

- Basse pression (0,5 à 2 bar) : compresseurs à palettes.
- Moyenne pression (2 à 10 bar) : compresseurs à piston ou à vis.
- Haute pression (> 10 bar) : compresseurs à piston multi-étages.

*** Débit d'air nécessaire:**

- Faible débit : compresseurs à piston monocylindre.
- Débit moyen : compresseurs à vis.
- Grand débit : compresseurs centrifuges ou axiaux.

*** Conditions d'utilisation:**

- Milieu industriel continu : compresseur à vis ou centrifuge.
- Ateliers et garages : compresseur à piston.
- Zones sensibles au bruit : compresseur à palettes. [9]

- Symbole :

Figure I.8:Symbole de Compresseur . [30]

I.3.1.2 Réservoir d'air (cuve) :

Un réservoir d'air (cuve) est un composant essentiel dans un système d'air comprimé. Voici un aperçu de ses caractéristiques, rôles et types :

Rôle du réservoir d'air :

- **Stockage de l'air comprimé :**
 - Permet de conserver un volume d'air sous pression pour répondre aux besoins de l'application sans solliciter en permanence le compresseur.
- **Régulation de la pression :**
 - Maintient une pression stable dans le système, même en cas de variations dans la demande
- **Réduction des cycles de charge/décharge :**

- Diminue la fréquence des démarrages du compresseur, ce qui prolonge sa durée de vie.
- **Élimination de la condensation :**
 - Agit comme une chambre de décantation où l'humidité contenue dans l'air peut se condenser et être évacuée via une purge. [6]

Types de réservoirs d'air :**1. Selon l'orientation :**

- **Vertical** : Occupe moins de place au sol, idéal pour des espaces restreints.
- **Horizontal** : Plus stable, souvent utilisé pour les systèmes mobiles ou portatifs.

2. Selon le matériau :

- **Acier** : Courant, robuste et durable, mais sensible à la corrosion.
- **Acier inoxydable** : Résiste mieux à la corrosion, utilisé pour des applications spécifiques (alimentaire, médical). [6]

**Figure I.9:Types de réservoirs d'air.****- Symbole :****Figure I.10:Symbole de réservoir d'air . [30]**

I.3.1.3 Séparateur d'eau :

Un séparateur d'eau dans un système pneumatique est une composante essentielle pour maintenir la qualité de l'air comprimé. Il joue un rôle clé dans l'élimination de l'humidité qui pourrait endommager les équipements pneumatiques et réduire leur efficacité. Voici un résumé détaillé de son rôle, son fonctionnement .

Rôle du séparateur d'eau :

- **Élimination de l'humidité** : Retirer l'eau condensée présente dans l'air comprimé.
- **Protection des équipements** : Éviter la corrosion, les blocages ou les dysfonctionnements dans les outils pneumatiques, les vannes et les cylindres.
- **Amélioration de la durée de vie** : Prolonger la durée de vie des équipements pneumatiques en minimisant l'exposition à l'humidité.
- **Amélioration de la qualité de production** : Dans certaines industries (peinture, électronique, alimentation), un air sec et pur est indispensable. [10]

Fonctionnement d'un séparateur d'eau :

1. **Entrée de l'air comprimé** : L'air comprimé humide entre dans le séparateur.
2. **Processus de séparation** :
 - L'air subit un mouvement cyclonique (vortex) ou est forcé de changer de direction rapidement.
 - Ce mouvement entraîne la condensation des gouttelettes d'eau, qui sont ensuite collectées dans un réservoir.
3. **Évacuation de l'eau** :
 - Une purge automatique ou manuelle évacue l'eau collectée pour empêcher son accumulation. [10]

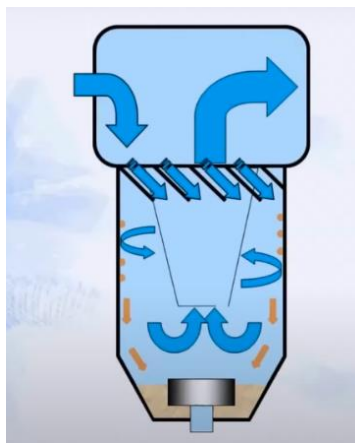


Figure I.11:séparateur d'eau .

- Symbole :

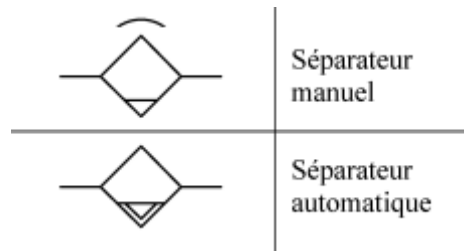


Figure I.12: Symboles de séparateur d'eau . [30]

I.3.2 Traitement et distribution de l'air :

I.3.2.1 Filtre à air :

Un filtre à air dans un système pneumatique est un composant essentiel utilisé pour éliminer les impuretés de l'air comprimé avant qu'il ne soit utilisé par les équipements. Cela inclut les particules solides, l'eau, l'huile et d'autres contaminants qui pourraient endommager les composants ou réduire leur efficacité.

Fonctions du filtre à air :

1. Protection des équipements :

- Préserve les actionneurs, vannes et outils pneumatiques contre l'usure et les dommages causés par les particules solides.

2. Amélioration de l'efficacité :

- Élimine les dépôts qui peuvent altérer les performances des équipements.

3. Réduction de l'humidité :

- Certains filtres intègrent des séparateurs d'eau pour éliminer les gouttelettes d'eau présentes dans l'air comprimé. [1]

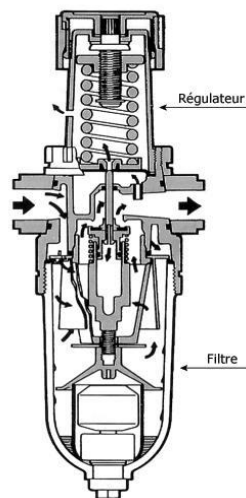


Figure I.13: filtre à air .

- Symbole :



Figure I.14:Symbole de filtre à air . [30]

I.3.2.2 Régulateur de pression :

Le régulateur de pression est un composant clé dans les systèmes pneumatiques. Son rôle principal est de maintenir la pression d'air à un niveau prédéfini et constant, indépendamment des variations de la pression d'entrée ou du débit d'air demandé. Il est souvent utilisé pour protéger les équipements pneumatiques et garantir leur bon fonctionnement.

Fonctionnement du régulateur de pression :

1. **Entrée d'air comprimé** : L'air comprimé entre dans le régulateur à une pression variable.
2. **Chambre de régulation** : Un diaphragme, un ressort et une soupape interne contrôlent la pression de sortie.
3. **Sortie d'air** : La pression régulée est maintenue constante à la sortie pour alimenter les composants en aval. [4]

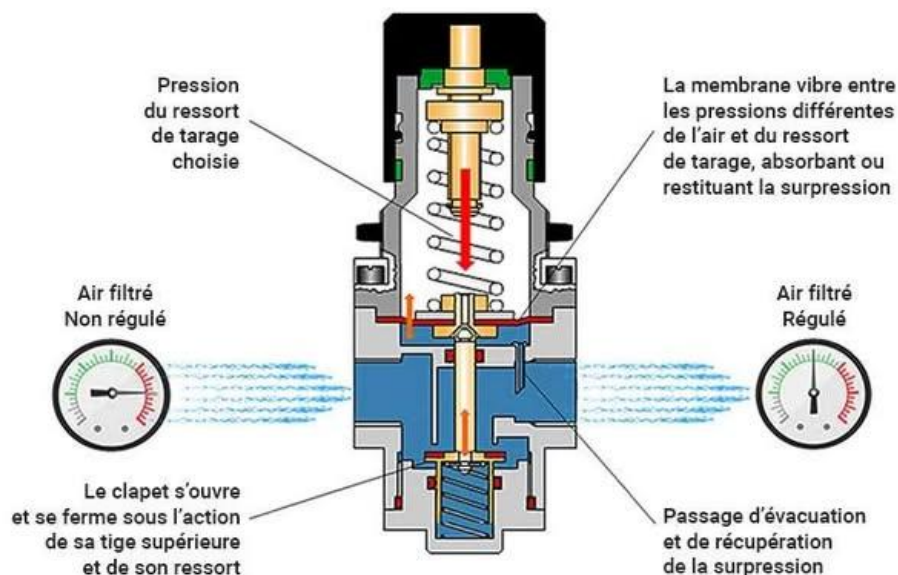


Figure I.15:régulateur de pression . [4]

- Symbole :

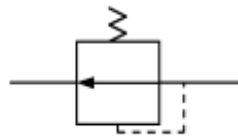


Figure I.16:symbole de régulateur de pression . [30]

I.3.2.3 Lubrificateur :

Le lubrificateur est une composante essentielle dans un système pneumatique. Il est utilisé pour introduire une petite quantité d'huile dans le flux d'air comprimé afin de lubrifier les composants en aval, comme les vérins, les vannes, et autres équipements pneumatiques mobiles. Cela réduit l'usure, améliore la performance et prolonge la durée de vie des équipements.

Fonctionnement d'un lubrificateur :

1. **Entrée d'air comprimé** : L'air comprimé arrive dans le lubrificateur après avoir été filtré et régulé.
2. **Atomisation de l'huile** : L'air comprimé passe à travers un réservoir contenant de l'huile. Une buse ou un mécanisme d'injection atomise l'huile en fines gouttelettes.
3. **Sortie d'air lubrifié** : L'air transportant les gouttelettes d'huile alimente les composants pneumatiques. [11]

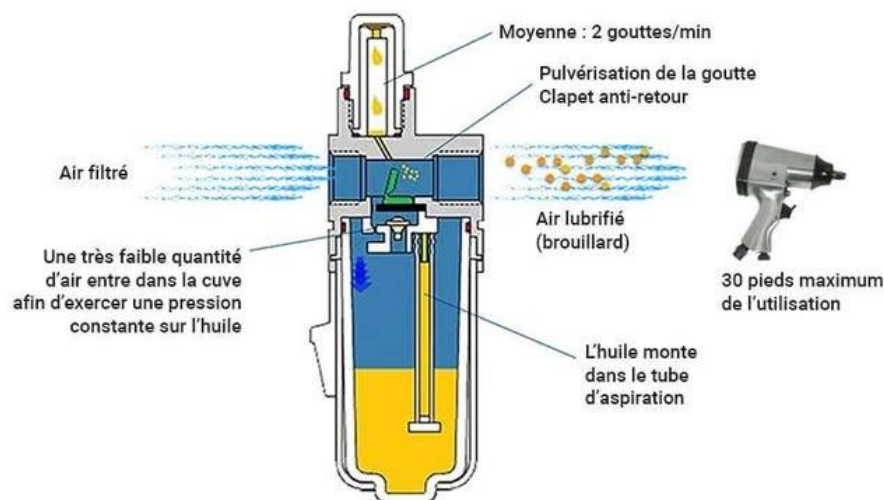


Figure I.17:lubrificateur . [4]

- Symbole :



Figure I.18:symbole de lubrificateur . [30]

I.3.2.4 Unité FRL (group de conditionnement) :

Une unité FRL comprend un filtre (F), un régulateur (R) et un lubrificateur (L)

Un système filtre, régulateur, lubrificateur (FRL) est un système intact ou modulaire utilisé pour traiter l'air comprimé et éliminer les contaminants avant d'utiliser l'air dans les applications en aval. Le module de filtration élimine les contaminants, tels que l'eau, l'huile ou la saleté, tandis que le détendeur contrôle la pression dans un compresseur d'air. Les systèmes FRL AVENTICS sont faciles à installer, fournissent des débits élevés sur une large plage de températures, et sont conviennent parfaitement aux applications automobiles et de pneus, d'emballage, d'agroalimentaire et de procédé. [17]



Figure I.19:group de conditionnement. [36]

- Symbole :



Figure I.20 : symbole de group de conditionnement. [30]

I.3.3 Composants de commande et de contrôle :

I.3.3.1 Distributeurs (valves pneumatiques) :

Les distributeurs pneumatiques, aussi appelés valves pneumatiques, sont des composants essentiels dans un système pneumatique. Leur rôle est de contrôler la direction, le débit et parfois la pression de l'air comprimé circulant dans le circuit. Ils permettent ainsi d'actionner des vérins, moteurs et autres dispositifs pneumatiques en fonction des besoins de l'automatisation industrielle.



Figure I.21:Distributeurs . [37]

- Fonction des distributeurs pneumatiques :

Les distributeurs agissent comme des commutateurs qui dirigent l'air comprimé vers les différentes parties du circuit. Ils permettent :

- **D'alimenter ou couper l'air comprimé** dans un circuit.
- **D'inverser la direction du flux d'air** pour commander le mouvement des vérins pneumatiques.
- **De dépressuriser une partie du circuit** (échappement d'air). [5]

- Classification des distributeurs :

A. Selon le nombre de voies et de positions :

Un distributeur est défini par deux éléments :

1. **Le nombre de voies** (orifices) : Cela indique combien de connexions sont possibles (entrée, sortie, échappement).
2. **Le nombre de positions** : Indique combien d'états différents peut prendre la valve. [5]

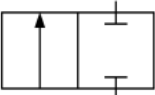
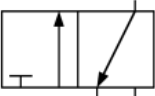
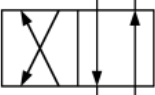
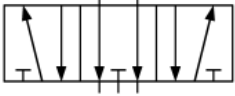
Code	Symbole	Nb orifices	Nb positions	
2/2		2	2	Il interdit le passage de l'air entre le distributeur et le vérin (sécurité par blocage de charge en mouvement).
3/2		3	2	Pour le pilotage d'un vérin simple effet ou d'une ventouse par exemple.
4/2		4	2	Simple dans le principe mais difficile à fabriquer, il est dans la pratique remplacé par un 5/2.
5/2		5	2	Pour le pilotage d'un vérin double effet. C'est le distributeur le plus courant.
5/3		5	3	Pour le pilotage d'un vérin double effet. Par rapport au 5/2, il bénéficie d'une position monostable qui bloque l'entrée et la sortie du vérin. Ceci permet d'arrêter le vérin n'importe où dans sa course

Figure I.22:types des distributeurs .

B. Selon le mode de commande :

Les distributeurs peuvent être activés de plusieurs façons :

- **Commande manuelle** : Par levier, bouton-poussoir, pédale.
- **Commande mécanique** : Par cames, ressorts.
- **Commande pneumatique** : Activée par une pression d'air.
- **Commande électrique (électrovanne)** : Activée par un signal électrique (solénoïde). [5]

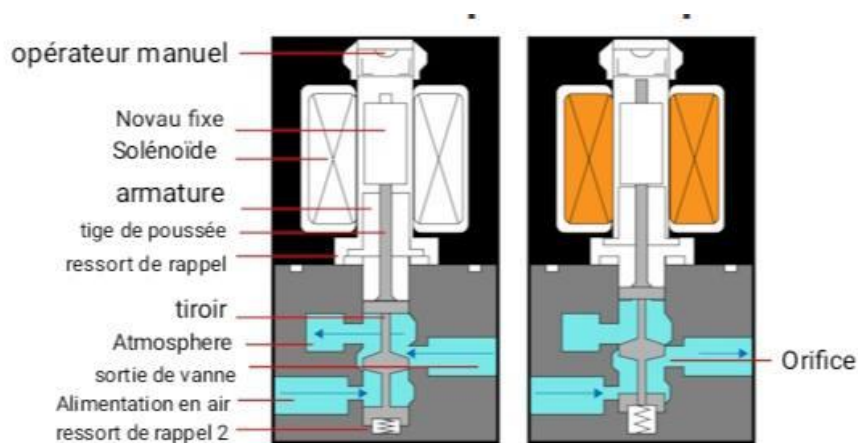


Figure I.23:électrovanne .

I.3.3.2 Capteurs :

Les capteurs jouent un rôle essentiel dans un système pneumatique en permettant la surveillance et l'automatisation du processus. Ils détectent divers paramètres (pression, position, débit, température) et envoient des signaux aux automates ou aux systèmes de contrôle pour ajuster le fonctionnement des équipements pneumatiques.

- Types de Capteurs Pneumatiques :**A. Capteurs de Pression :**

- **Fonction** : Mesurent la pression de l'air comprimé dans un circuit.

- **Types** :

Pressostats (tout ou rien) : Déclenchent un signal lorsque la pression atteint un seuil prédéfini.

Capteurs de pression analogiques : Transmettent une valeur continue de pression sous forme de signal électrique (ex : 4-20 mA ou 0-10V).

- **Application** : Contrôle de la pression dans un réservoir d'air, surveillance des fuites.

B. Capteurs de Position :

- **Fonction** : Détectent la position des vérins pneumatiques.

- **Types** :

Capteurs magnétiques : Placés sur le corps du vérin, ils détectent la position du piston grâce à un aimant intégré.

Capteurs inductifs : Détectent la présence d'un objet métallique sans contact.

Capteurs optiques : Utilisent un faisceau lumineux pour détecter la présence ou l'absence d'un élément en mouvement.

- **Application** : Contrôle de la fin de course des vérins, automatisation des séquences de mouvement.

C. Capteurs de Débit :

- **Fonction** : Mesurent le débit d'air dans un circuit pneumatique.

- **Types** :

Débitmètres à effet thermique : Détectent la vitesse du flux d'air grâce à une différence de température.

Capteurs à ultrasons : Mesurent la variation de vitesse des ondes ultrasonores à travers l'air comprimé.

- **Application** : Détection des fuites, optimisation de la consommation d'air.

D. Capteurs de Température :

- **Fonction** : Surveillent la température de l'air comprimé.

- **Types** :

Thermocouples : Mesurent la température par effet thermoélectrique.

Capteurs à résistance (PT100, NTC, PTC) : Mesurent la température avec une variation de résistance électrique.

- **Application** : Protection des composants sensibles à la chaleur (ex : compresseur).

E. Capteurs de Niveau

- **Fonction** : Détectent le niveau d'un fluide (huile, condensats) dans un séparateur d'eau ou un lubrificateur.

- **Types** :

Capteurs à flotteur : Fonctionnent par déplacement mécanique d'un flotteur en fonction du niveau du fluide.

Capteurs capacitifs : Mesurent la variation de capacité électrique selon la présence d'un fluide.

- **Application** : Surveillance du niveau d'huile dans un lubrificateur pneumatique. [12]

Symbole :

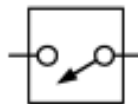


Figure I.24:symbole de capteur . [30]

I.3.4 Actionneurs :**I.3.4.1 Vérins pneumatiques :**

Les vérins pneumatiques sont des actionneurs essentiels dans les systèmes pneumatiques. Ils convertissent l'énergie de l'air comprimé en un mouvement linéaire ou rotatif, permettant d'automatiser divers processus industriels.

- Fonctionnement d'un Vérin Pneumatique :

Un vérin pneumatique est composé d'un cylindre et d'un piston qui se déplace sous l'effet de la pression d'air. L'air comprimé est dirigé vers une chambre du cylindre, ce qui entraîne le déplacement du piston et la sortie ou la rentrée de la tige.

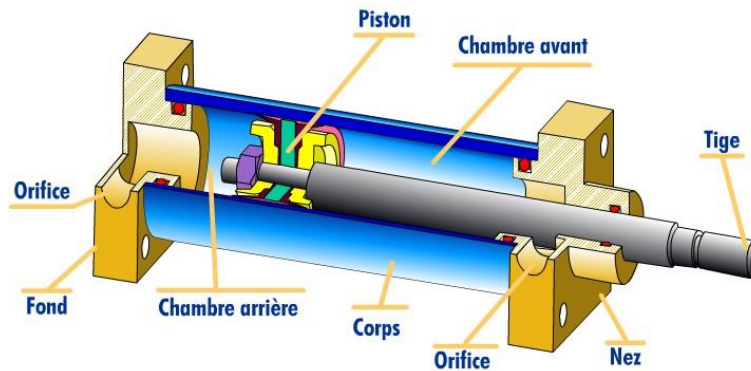


Figure I.25:Vérins pneumatiques. [7]

- Types de Vérins Pneumatiques :

- Vérin à simple effet :

- Ce sont des vérins qui effectuent un travail dans un seul sens.
- La course de retour à vide est réalisée par la détente d'un ressort de rappel incorporé dans le corps du vérin.
- Utilisé pour des mouvements simples (ex : éjection de pièces).

- Vérin à double effet :

- Ce type de vérin absorbe mieux les forces latérales grâce au double palier de la tige
- Permet un **aller-retour contrôlé** sans ressort.
- Utilisé pour des mouvements répétés nécessitant de la force dans les deux sens.

- Vérin sans tige (guidé) :

- Le mouvement est transmis par un chariot magnétique ou mécanique.
- Idéal pour des déplacements longs et linéaires (ex : transport de pièces).

- Vérin rotatif :

- Convertit l'air comprimé en un **mouvement de rotation**.
- Utilisé pour actionner des bras robotiques et systèmes de serrage. [8]

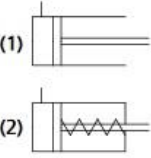
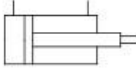
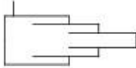
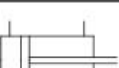
 (1) (2)	Vérin à simple effet (1) à rappel par force non définie (2) à rappel par un ressort		Vérin différentiel
	Vérin à double effet avec amortisseur fixe d'un côté		Vérin télescopique à simple effet
	Vérin à double effet avec amortisseurs réglables des deux côtés		Vérin télescopique à double effet
	Vérin à double effet à simple tige		Multiplicateur de pression à une seule nature de fluide (ici pneumatique)

Figure I.26:les type de virens et ses symboles.

I.3.4.2 Moteurs pneumatiques :

Les moteurs pneumatiques sont des actionneurs utilisés dans les systèmes pneumatiques pour transformer l'énergie de l'air comprimé en mouvement rotatif. Ils sont largement utilisés dans les applications industrielles nécessitant un couple élevé, une vitesse ajustable et un fonctionnement sécurisé dans des environnements difficiles.

- Fonctionnement d'un Moteur Pneumatique :

Le moteur pneumatique fonctionne en utilisant la pression de l'air comprimé pour entraîner un mécanisme rotatif. L'air sous pression pénètre dans le moteur et pousse des éléments mobiles (pales, pistons ou turbines), générant ainsi une rotation continue.

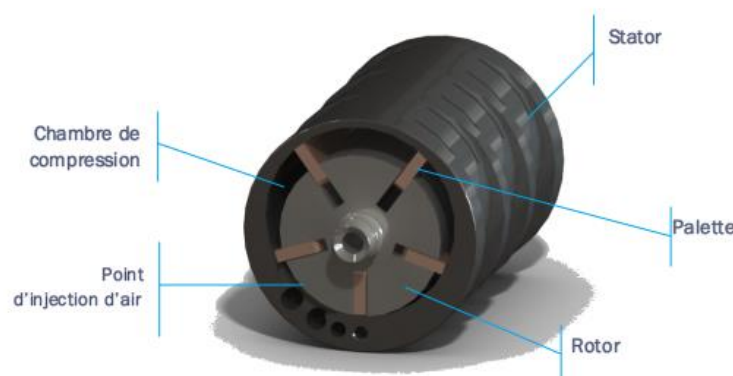


Figure I.27:Moteur Pneumatique . [15]

- Types de Moteurs Pneumatiques :**- Moteurs à palettes :**

Composés d'un stator cylindrique contenant un rotor excentré équipé de palettes mobiles. L'air comprimé est introduit, provoquant la rotation du rotor. Ce type de moteur est compact, économique et adapté à de nombreuses applications industrielles.

- Moteurs à pistons :

Constitués de plusieurs cylindres où l'air comprimé agit sur des pistons pour générer un mouvement rotatif. Ils offrent un couple de démarrage élevé et sont idéaux pour des applications nécessitant des vitesses faibles avec des charges importantes.

- Moteurs à engrenages :

Utilisent l'air comprimé pour déplacer des engrenages, produisant ainsi un mouvement rotatif. Ils sont moins courants mais peuvent être adaptés à des applications spécifiques. [15]

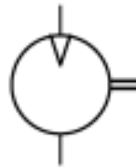
Symbole :

Figure I.28:symbole de Moteur Pneumatique . [30]

- **Tuyaux et raccords :**

Assurent le transport de l'air comprimé entre les différents composants du système.

I.4 Étude d'un Système Pneumatique :**I.4.1 Modélisation : Schémas avec FluidSIM, AutoCAD :****- FluidSIM (Festo) :**

- Logiciel spécialisé pour la modélisation et la simulation de systèmes pneumatiques, hydrauliques et électropneumatiques.

- Permet de créer des schémas de circuits interactifs avec des composants préconfigurés.
- Simule le comportement dynamique des composants (vérins, électrovannes, capteurs...).
- Idéal pour l'enseignement et la formation en automatisme industriel.

- AutoCAD (Autodesk) :

- Logiciel de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) utilisé pour le dessin technique.
- Permet de réaliser des schémas détaillés en 2D et 3D de systèmes pneumatiques.

- Possibilité d'importer des bibliothèques de symboles pneumatiques.
- Compatible avec d'autres logiciels de simulation pour une intégration complète .

I.4.2 Simulation : MATLAB/Simulink, Automation Studio :

- MATLAB/Simulink (MathWorks) :

- **MATLAB** : Utilisé pour l'analyse et le calcul numérique des systèmes pneumatiques.
- **Simulink** : Environnement de modélisation et simulation basé sur des blocs fonctionnels.

- Automation Studio (Famic Technologies) :

- Logiciel spécialisé pour la modélisation, simulation et validation des systèmes pneumatiques, hydrauliques, électriques et d'automatisme.
- Fournit une interface graphique intuitive avec des bibliothèques de composants normalisés.
- Permet la co-simulation avec des API, PLC et microcontrôleurs.

I.5 Domaines d'application de pneumatiques :

- Industrie Automobile :

- **Freinage pneumatique** des camions, bus et trains.
- **Suspensions pneumatiques** pour améliorer la stabilité et le confort.
- **Systèmes d'assemblage et de fabrication** (presses pneumatiques, vérins).
- **Manipulation et transport de pièces** par ventouses pneumatiques.

- Industrie Manufacturière :

- **Automatisation des machines-outils** avec des **vérins et électrovannes**.
- **Presses pneumatiques** pour **sertir, poinçonner, emboutir et découper** des matériaux.
- **Transport pneumatique** des matériaux en poudre ou en granulés.
- **Systèmes de convoyage et tri automatisé**.

- Robotique et Automatisation :

- **Bras manipulateurs pneumatiques** pour les chaînes de production.
- **Systèmes de préhension par ventouses** pour manipuler des objets délicats.
- **Vérins pneumatiques** pour les mouvements des robots industriels. [2]

I.6 Conclusion :

une compréhension approfondie des systèmes pneumatiques et de leurs caractéristiques permet de maximiser leur potentiel tout en minimisant leurs limitations, contribuant ainsi à des opérations industrielles plus efficaces et durables. Ce chapitre a permis de mettre en lumière les principes de base de leur fonctionnement, les composants essentiels qui les constituent, ainsi que leurs applications. Leur utilisation de l'air comprimé comme source d'énergie en fait une solution économique, sûre et adaptée à des environnements exigeants.

Chapitre II : Modélisation et simulation du système de presse pneumatique

II.1 Introduction :

Les presses pneumatiques jouent un rôle crucial dans l'automatisation et le contrôle des processus industriels. Leur simplicité, leur fiabilité et leur polyvalence en font une solution privilégiée dans de nombreuses applications. Cependant, leur efficacité dépend d'une conception et d'une maintenance appropriées, ainsi que d'une compréhension approfondie de leurs principes de fonctionnement. Ce chapitre a pour objectif de fournir une base solide pour comprendre et optimiser l'utilisation des systèmes pneumatiques dans divers contextes industriels.

II.2 Classification des Presses :

Les presses sont des machines utilisées pour déformer, assembler ou découper des matériaux sous l'effet d'une force. Elles sont classées selon leur nature de transmission l'énergie, leur nombre de coulisseaux et leur mode de fonctionnement.

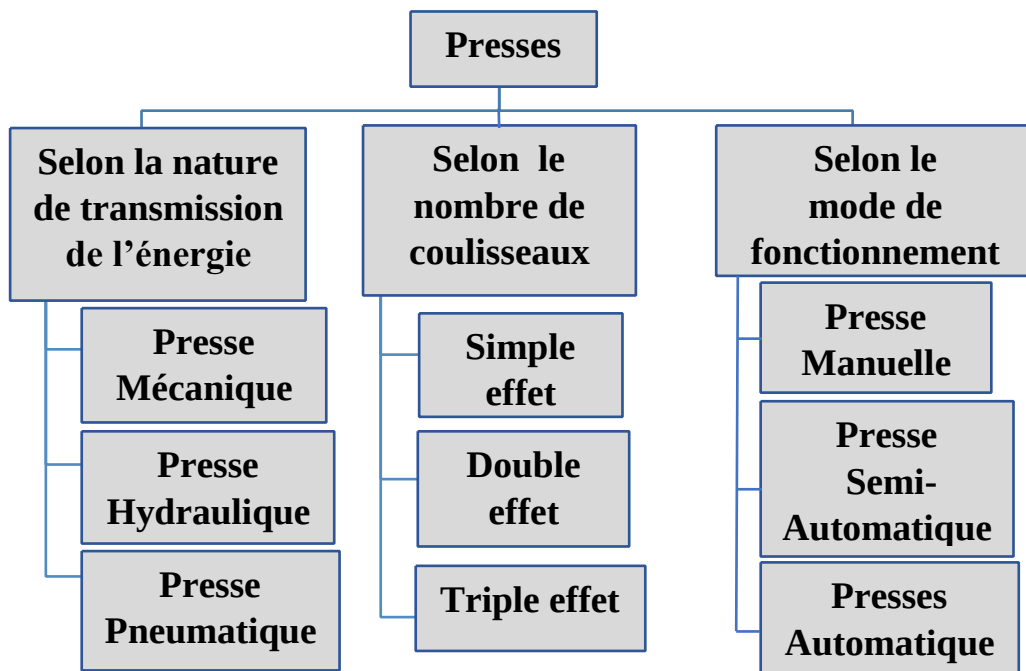


Figure II.1:structure schématique de classification des presses .

II.2.1 Classification Selon la nature de transmission de l'énergie :

II.2.1.1 Presses Mécaniques :

Elles utilisent une force mécanique de base, souvent appliquée par un vérin, pour déformer le métal d'une forme à une autre. Par exemple, un type appelé presse plieuse, est utilisé pour plier la tôle à une forme particulière, comme le dos d'un ordinateur ou la partie avant d'un four.

Un type appelé poinçonneuse utilise l'énergie mécanique appliquée pour percer des trous dans une forme métallique. L'une des applications les plus importantes est la presse à estamper, qui utilise des matrices soigneusement découpées pour déformer le métal dans une forme spécifique en utilisant l'énergie mécanique.



Figure II.2: presse mécanique . [14]

II.2.1.2 Presses Hydrauliques :

Elles utilisent un fluide hydraulique, un liquide non compressible qui agit comme un levier pour appliquer une pression sur le métal. Une force de compression agit sur le liquide dans une zone, et sans autre relâchement.

Le fluide se déplace dans une autre zone, entraînant une autre pièce de la machine avec cette force transférée. Les presses hydrauliques peuvent créer des formes complexes et sont utilisées pour des opérations de forge, de moulage, de poinçonnage et de formage.



Figure II.3: presse hydraulique . [14]

- les avantages et les inconvénients des presses mécaniques et des presses hydrauliques :

Presse	Mécanique	hydraulique
Avantages	-Les presses sont très fiables. Elles peuvent créer une grande quantité de tonnage pression. -Elles sont idéales pour l'hydroformage qui est une technique de formation des métaux nécessitant la présence d'un agent liquide, et elles sont lentes ce qui donne suffisamment de temps au métal pour se former. -Le tonnage de la presse est facilement ajusté ce qui permet des opérations avec petit tonnage pour les matrices fragiles.	-Un moteur plus puissant que celui de la presse mécanique parce qu'il n'y a pas un volant d'inertie pour stocker l'énergie. -Arrêt du coulisseau à n'importe quelle position de travail. -Modification de la course du Coulisseau. -Très souples. - Vitesse de réglage et de travail lente. - Vitesse d'approche et de retour rapide.
Inconvénients	-La presse ne peut pas être surchargée car le système est protégé par deux soupapes de décharge séparément ajusté. - Difficulté d'arrêt du coulisseau en cas de danger. - Réglage d'approche du coulisseau difficile.	-toujours être La maintenance de la presse hydraulique est plus difficile que celle de la presse mécanique car les pannes de cette dernière sont facilement détectables. - Les presses hydrauliques demandent beaucoup de maintenance : Risque de pannes (joints, pompes...etc.). L'huile doit présenter à l'intérieur de la presse. -Lentes dans les cadences élevées.

Tableau II.1:avantages et inconvénients des presses mécaniques et des presses hydrauliques.[22]

II.2.1.3 Presses Pneumatiques :

Elles utilisent la puissance de la compression du gaz pour actionner leurs mécanismes. Dans une presse pneumatique, le gaz est comprimé dans une zone, ce qui le force à se dilater dans une autre zone, produisant une force avec laquelle une pièce peut être façonnée dans une autre conformation. Ces presses sont utilisées dans des applications telles que les opérations de cisaillement, de poinçonnage, de pliage, de formage et d'extrusion.



Figure II.4: presse pneumatique. [14]

- Les avantages de la presse pneumatique :

- La source d'air est très pratique. L'air peut être évacué directement après utilisation. Il n'y a aucune pollution dans le processus.
- La viscosité de l'air étant faible, la force de frottement lors du transport du gaz est également faible. L'air peut donc être fourni de manière centralisée et transporté sur une longue distance.
- La presse pneumatique a une bonne adaptabilité à l'environnement de travail. En particulier dans les environnements de travail difficiles tels que les environnements inflammables, explosifs, poussiéreux, à fort magnétisme, aux radiations, aux vibrations, etc., elle présente un degré de sécurité et de fiabilité supérieur à celui des presses hydrauliques et des presses servo électriques.
- L'action pneumatique est rapide, la réponse est rapide et peut être réglée facilement. Le contrôle automatique peut être réalisé par des signaux de pression d'air.- Les composants pneumatiques se caractérisent par une structure simple, un faible coût et une longue durée de vie. Il dispose d'un mécanisme de protection automatique qui sera activé en cas de surcharge. Il est facile à normaliser, à sérialiser et à généraliser. [16]

- Les inconvénients de la presse pneumatique :

- La stabilité de la vitesse de travail est médiocre.
- La force de sortie ou le couple de la presse pneumatique est faible lorsque la pression de travail est faible (0,3 à 1 MPa).
- Le processus de purification de l'air est plus compliqué car les impuretés et la vapeur d'eau présentes dans la source de gaz doivent être purifiées.
- En raison de la faible viscosité de l'air et de la faible lubrification, un dispositif de lubrification séparé est nécessaire.
- Il y a un bruit fort dans le processus d'évacuation de l'air. [16]

II.2.2 Classification selon le nombre de coulisseaux :**II.2.2.1 Simple effet :**

Ce type de presse comporte un seul coulisseau actionné par une ou plusieurs bielles.

Elles sont spécifiquement destinées aux opérations de reprise équipées d'un coussin inférieur logé sous la table qui est destinée à assurer l'effet du serre-flan.



Figure II.5: Presse Simple effet. [14]

II.2.2.2 Double effet :

Ce type de presse comporte deux coulisseaux indépendants l'un de l'autre, l'un central porte le poinçon et l'autre extérieur porte le serre-flan. Le coulisseau qui porte le serre-flan entre en contact en premier avec la tôle pour assurer le serrage avant que le poinçon amorce sa descente. Il doit rester immobile durant tout le travail de poinçonnage.

Les deux coulisseaux sont actionnés par le même arbre moteur à l'aide d'un mécanisme complexe qui procure deux cinématiques différentes.



Figure II.6: presse à double effet. [14]

II.2.2.3 Triple effet :

Elle est similaire à la précédente. Elle possède en plus un troisième coulisseau inférieur qui a sa propre cinématique. Ce type de presse est souvent utilisé pour la carrosserie qui nécessite des contres emboutis peu profonds ce qui permet d'éviter une opération de reprise sur une autre presse.



Figure II.7: presse triple effet. [14]

II.2.3 Classification selon le Mode de Fonctionnement :**II.2.3.1 Presses Manuelles :**

Les presses manuelles sont des machines actionnées par un opérateur, sans assistance motorisée. Elles utilisent un levier, une vis ou un vérin manuel pour générer la force nécessaire à des opérations simples.



Figure II.8:Presses manuelles .[38]

II.2.3.2 Presses Semi-Automatiques :

- Nécessitent une intervention humaine pour charger/décharger les pièces.



Figure II.8:Presses Semi-Automatiques . [39]

II.2.3.3 Presses Automatiques :

Les presses automatiques sont des machines entièrement autonomes qui effectuent des opérations de pressage sans intervention humaine continue. Elles sont équipées de systèmes programmables (PLC, CNC) pour un contrôle précis et une production en grande série.



Figure II.10:Presses Automatiques . [40]

II.3 Critères de choix d'une presse :

Pour choisir une presse sur laquelle on travaille, nous devons prendre en considération les principaux facteurs suivants :

- type de travail à faire,
- la capacité de la presse qui dépend de l'effort nécessaire pour la réalisation des opérations,
- les dimensions de l'outil et de la pièce,
- la longueur de déplacement des coulisseaux,
- la cadence de production,
- entretien et mise en œuvre,

II.4 sécurités sur les presses :

La sécurité au sein de l'atelier est un paramètre très important qui permet de travailler en toute sécurité. Les constructeurs des machines ont mis divers dispositifs qui assurent la protection des utilisateurs :

- Alimentation automatique : le dispositif d'alimentation automatique est indispensable lorsqu'il s'agit de satisfaire aux impératifs de sécurité et de la productivité.
- Protection par appareil à bracelets : protection efficace pour les mains dans la mesure où aucun risque d'accrochage n'est possible.
- Protection optique : la machine s'arrête automatiquement si la main de l'opérateur traverse les rayons lumineux.
- Protection bi manuelle : la commande du coulisseau nécessite l'action simultanée sur deux boutons.
- protection à l'aide d'une cage qui isole l'opérateur de la zone dangereuse. [18]

II.5 Dimensionnement d'un Circuit Pneumatique pour une Presse :

Le dimensionnement d'un circuit pneumatique pour une presse repose sur plusieurs critères notamment la force nécessaire, la pression d'air disponible et les composants adaptés pour garantir un fonctionnement efficace.

II.5.1 Étapes du Dimensionnement :

A. Définition des Paramètres Clés

- **Force de pressage requise (F)** → Dépend du type de travail (ex. sertissage, découpe).
- **Pression de service (P)** → Généralement entre **6 et 10 bar** dans les systèmes pneumatiques industriels.
- **Course du vérin (L)** → Distance de déplacement nécessaire.
- **Vitesse de travail (V)** → Vitesse d'approche et de retour du vérin.

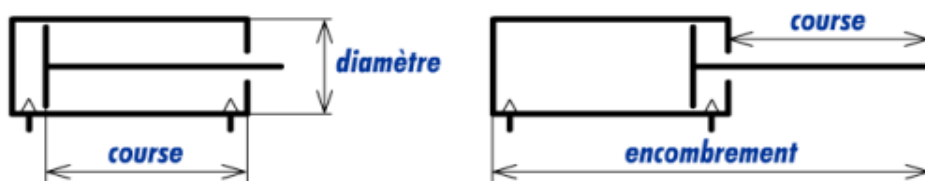


Figure II.11: diamètre de vérin. [20]

B. Calcul du Vérin Pneumatique :**B.1. Vérin double effet :****- Effort théorique :**

L'air comprimé situé dans la chambre arrière applique une poussée **sur toute la surface qui l'emprisonne** – entre autre, sur toute la surface du piston.

Il en résulte **un effort axial théorique** développé par le vérin et **transmis en bout de tige**.



Figure II.12:l'effort de pousser la tige . [20]

$$F_t = P \cdot S$$

Ft : effort théorique axial

P : pression de service à l'intérieur de la chambre du vérin

S : surface du piston sur laquelle la pression s'applique. [27]

- Effort réel :

Lorsqu'un vérin est en conditions réelles d'utilisation, il développe un **effort de poussée réel inférieur à l'effort théorique** car il faut tenir compte :

- **Des frottements internes au vérin,**
- **De la contre pression** qui est établie dans la chambre opposée pour obtenir un mouvement régulier.

On estime, en usage général, les forces qui s'opposent à l'effort de poussée à environ **3 à 20%** de l'effort obtenu (et 10% en général). [20]

$$F_r = F_t - F_f \quad , \quad F_r = 90\% \cdot F_t$$

Ft : effort théorique axial

Fr : effort réel

Ff : forces de frottement et divers

- Calculs et unités pratiques :

La formule $F = P.S$ permet de **déterminer l'effort développé par un vérin** donné ou de déterminer **la section** nécessaire pour développer un effort donnée. [27]

$$F = P.\pi.R^2 = F = \frac{\pi D^2}{4} . P$$

Attention aux unités :

En automatisme, l'unité de pression employée est **le bar** (et non le pascal), il en résulte un choix d'unités pratiques, permettant des calculs simples.

P est exprimé en **bar** R est exprimé en **cm**

S est exprimé en **cm²**

F est exprimé en **daN** (déca-newton)

D est exprimé en **cm**

Selon l'effort (Ft ou Fr) choisi dans le calcul, on déterminera un rayon théorique ou réel du piston.

- Calcul de l'effort de rentrée de tige :

Les calculs que nous venons d'aborder permettent de déterminer un vérin pour **un effort axial en poussant**. La **méthode de calcul est la même** pour le mouvement de rentrée de tige mais **la surface du piston** sur laquelle la pression de l'air comprimé agit **n'est plus la même**. En effet, il faut tenir compte **de la tige du piston**. [20]

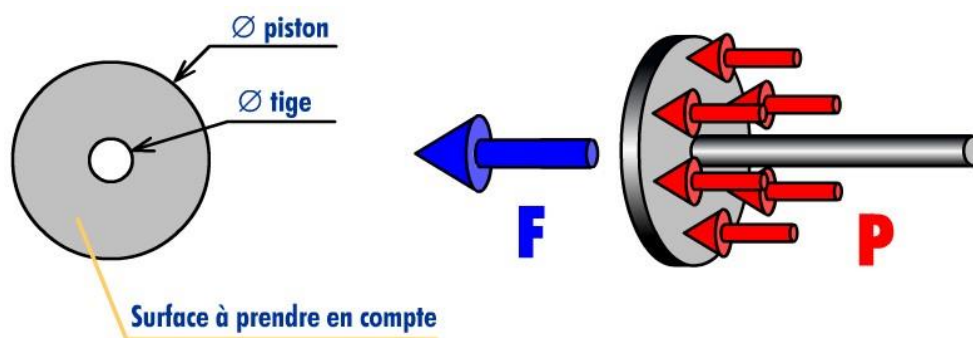


Figure II.13:l'effort de rentrée de la tige . [20]

$$S = S_{\text{piston}} - S_{\text{tige}}$$

Soit

$$S = \pi . (R_{\text{piston}}^2 - R_{\text{tige}}^2)$$

$$F = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} . P$$

B.2. Vérin simple effet :

(Vérin avec ressort de rappel ou retour par charge)

- Force utile :

$$F = \frac{\pi D^2}{4} \cdot P - F_{\text{ressort}}$$

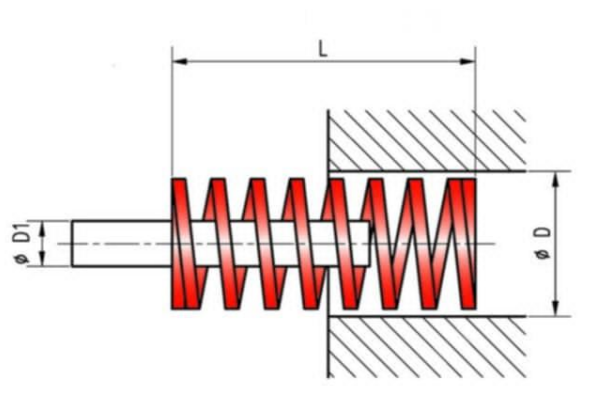


Figure II.14:schéma de dimensionnement d'un ressort.[21]

C. Vitesse maximal du presse :

$$v = \frac{L}{t_{\text{demi-cycle}}} = \frac{L \times N}{30} \quad [25]$$

D. Débit d'air nécessaire (Q) :[23]

$$Q = P \times V \quad [23]$$

E. Choix du Réservoir d'Air

- Capacité recommandée : **10 à 20 fois le volume du vérin** pour éviter les fluctuations de pression.

F. Sélection des Composants

- **Compresseur** → Doit fournir un débit suffisant pour alimenter la presse.
- **Distributeur pneumatique** → Commande le mouvement du vérin.
- **Régulateur de pression** → Assure une pression stable.
- **Lubrificateur** → Protège le circuit contre l'usure.

II.6.2 Les versions de Automation studio :

Deux versions principales du logiciel sont proposées :

II.6.2.1 Version professionnelle :

qui est un outil de modélisation et de simulation.

- Conception :

Le premier volet d'Automation Studio est son volet de conception : le logiciel permet de concevoir des GRAFCETS, des circuits électriques, des schémas et des dessins de façon plus générale. Il contient une bibliothèque de symboles, qui permet d'intégrer des éléments standardisés dans les schémas, comme par exemple des interrupteurs, des générateurs, des bobines, des borniers et des armoires électriques pour le volet électrique, et des éléments comme des moteurs, des transmissions, la servo-direction et des dispositifs de contrôle pour le volet hydraulique et pneumatique.

- Simulation

Les systèmes modélisés sur Automation Studio peuvent être testés par le logiciel avant qu'un vrai modèle ne soit construit. La simulation effectuée tient en compte diverses contraintes techniques, comme la viscosité des fluides, les transferts thermiques, les pertes de pression, etc. Pendant la modélisation, les composants utilisés s'animent et se colorisent en fonction de leur comportement pendant la simulation.

II.6.2.2 Version éducative :

qui est une version modifiée de la première, conçue pour les établissements d'enseignement.

La version éducative d'Automation Studio est un outil disposant de moins de fonctionnalités que la version professionnelle, et qui est destinée à des établissements d'enseignement des écoles de matières techniques. La modélisation et la simulation du logiciel doivent servir d'exemple et d'illustration suite à un cours théorique.

Cette version est utilisée par des universités telles que l'université de Montréal (Canada), Texas A&M (États-Unis) et Lews Castle College (Grande-Bretagne). Les matières qui sont enseignées avec l'appui du logiciel sont par exemple l'électromécanique, l'électricité et l'électronique, et les technologies industrielles de façon plus générale.

II.6.3 Bibliothèques d'Automation Studio :

Les bibliothèques d'Automation Studio correspondent à des ensembles de symboles (pour des normes comme ISO, IEC, JIC et NEMA). Ces éléments servent à adapter les modèles réalisés aux différentes normes requises par ces organismes.

Les bibliothèques d'Automation Studio comporte 14 catégories :

- Électrotechnique.
- Hydraulique proportionnelle et servovalve.

- Outils d'analyse de systèmes.
- Pneumatique proportionnel.
- Dimensionnement de composants fluides et électriques.
- Design de tiroirs et de configurateurs de pompes.
- Nomenclatures et rapports.
- Catalogue électronique.
- Diagramme échelle.
- Synoptique et panneau de contrôle.
- Électronique numérique.
- GRAFCET.
- Électricité de commande.
- Simulation multi-fluide.

II.6.4 Présentation de quelques modules :

II.6.4.1 Module AS Pneumatique :

Le module AS pneumatique d'Automation Studio est similaire au volet hydraulique, la différence étant que les circuits d'AS Pneumatique sont dédiés aux circuits dans lesquels circulent des gaz. De fait, les contraintes techniques qui sont prises en compte ne sont plus les mêmes : l'hydrodynamique et la mécanique des fluides laissent la place à la mécanique des gaz.

II.6.4.2 Module AS Hydraulique :

Le module hydraulique d'Automation Studio est un aspect du logiciel conçu pour l'ingénierie des systèmes hydrauliques en particulier. Il intègre une bibliothèque de symboles spécifique. Il utilise des modélisations comme celle de Bernoulli et la méthode du gradient. C'est le principal aspect d'Automation Studio. Le module AS Hydraulique est utilisé pour concevoir et simuler des circuits hydrauliques, en intégrant des éléments de thermodynamique (contraintes thermiques internes et externes) et des éléments de schématisation (vue en coupe, dimensionnement). Une sous-bibliothèque du module AS hydraulique proportionnelle et servovalve introduit des éléments tels que les dispositifs de commande et de contrôle : contrôle PID, CANbus, servo-direction.

II.6.4.3 Module AS Électrique :

Le volet électrique d'Automation Studio est utilisée pour modéliser des circuits électriques comportant des contraintes supplémentaires de câblage, telles que la numérotation de fils, d'utilisation de borniers, de goulottes et d'autres outils plus classiques d'ingénierie électrique. [24]

II.7 Conclusion :

La modélisation et la simulation d'un système de presse pneumatique jouent un rôle essentiel dans l'optimisation de ses performances, la réduction des coûts de développement et l'amélioration de son efficacité énergétique. À travers cette étude, nous pouvons créer un modèle mathématique prenant en compte les différents composants du système, notamment le compresseur, les vérins, les vannes de commande et les capteurs.

Chapitre III : Dimensionnement et automatisation du système de presse pneumatique

III.1 Introduction :

Le contrôle automatisé est devenu une partie importante et intégrante des processus industriels et de fabrication modernes.

Il peut être utilisé pour optimiser les performances des systèmes dynamiques, améliorer la qualité et réduire les coûts. Il peut également être utilisé pour augmenter les taux de production, réduire la pénibilité de nombreuses opérations manuelles routinières et répétitives, etc.

Par conséquent, dans ce chapitre, nous avons présenté et simulé les étapes de base du circuit.

III.2 Enonce du problème :

Dans cette cahier des charges, un bidon métallique dont le poids 4 kg sera recyclé en le faisant d'abord passer à travers un vérin A dont le piston à un diamètre de 25 mm et cours 400 mm. qui le pousse dans une cabine de machine de compactage, puis en l'écrasant avec un presse pneumatique (vérin B) dont le piston à un diamètre de 160 mm (si c'est possible) et cours de 500 mm .

Avec pression de service 6 bar et le pression max est 8 bar .

Caractéristiques de bidon :

Matériau : métal.

Capacité nominale : 30 litres.

Hauteur = 466 mm.

Diamètre ext = 328 mm - Int = 305mm.

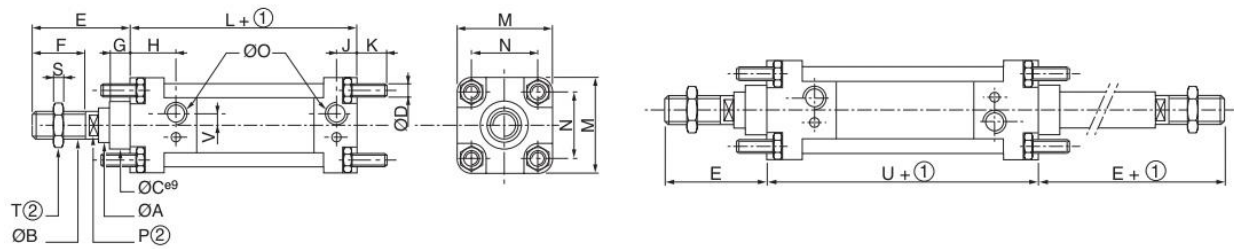
Poids moyen : 4 kg.

III.3 Description du cycle :

- 1- Début du compactage.
- 2- pousser le bidon à l'aide du vérin A.
- 3- retour du vérin A.
- 4- l'action du le vérin B et écraser le bidon .
- 5- Termination de compactage.
- 6- retour du vérin B.

III.4 Dimensionnement des éléments du circuit pneumatique :

Tous les fabricants de vérins proposent une série de vérins CNOMO (Conseil de NOrmalisation de la Machine-Outil). Les dimensions des vérins sont identiques, quelques soit le fabricant, ce qui permet l'interchangeabilité des éléments et un coût limité des composants.



- ① Course
② Cote sur plats

Ø	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	S
25	12	M10 x 1,5	25	M6	45	20	15	14	14	17	80	40	28	G1/8	8	5
32	12	M10 x 1,5	25	M6	45	20	15	18	11,5	17	80	45	33	G1/8	8	5
40	18	M16 x 1,5	32	M6	70	36	15	29,5	11	17	110	52	40	G1/4	13	8
50	18	M16 x 1,5	32	M8	70	36	15	29,5	14	23	110	65	49	G1/4	13	8
63	22	M20 x 1,5	45	M8	85	46	20	33	16	23	125	75	59	G3/8	17	10
80	22	M20 x 1,5	45	M10	85	46	20	33	16	28	125	95	75	G3/8	17	10
100	30	M27 x 2	55	M10	110	63	20	30	30	28	145	115	90	G1/2	22	13,5
125	30	M27 x 2	55	M12	110	63	20	36,5	18	34	145	140	110	G1/2	22	13,5
160	40	M36 x 2	65	M16	135	85	25	39	20	42	180	180	140	G3/4	32	18
200	40	M36 x 2	65	M16	135	85	25	39	20	42	180	220	175	G3/4	32	18

Figure III.1:verin de base (recommandation CNOMO 060702). [29]

III.4.1. Dimensionnement du vérin A :

III.4.1.1 Principe de fonctionnement :

- L'air comprimé pousse le fond du piston qui se déplace à l'intérieur d'un cylindre. Le piston est solidaire de la tige à qui il transmet le mouvement et la force.

III.4.1.2 Application :

Transformer la charge de kg en dan en utilisant la formule $F = m \times g$:

On prendra :

$$g = 10 \quad , \quad m = 4 \text{ kg}$$

où

$$F = m \times g = 40 \text{ N} = 4 \text{ daN}$$

1.Calculer la section du piston en cm^2 en utilisant la formule

$$S = F / P = 4 / 6 = 0.67 \text{ cm}^2$$

2.Calculer le rayon du piston en cm en utilisant la formule:

$$r = \sqrt{(S / \pi)} = \sqrt{(0.67 / \pi)} = 0.46 \text{ cm}$$

3.Convertir le rayon du piston r en diamètre en mm:

$r = 4.6 \text{ mm}$

donc

$d = 9.2 \text{ mm}$

A l'aide du document < ASCO numatics > le diamètre normalisé du vérin est :

Cela devrait être plus grand que le résultat que nous avons.

Ø (mm)	Ø raccord. (G) ⁽¹⁾	cOURSE (mm)	code ⁽²⁾	référence	cOURSE maxi. (mm)
25	G 1/8	25	43701270	PCN 25 A 25 - DM	2000
		50	43700999	PCN 25 A 50 - DM	
		75	43701271	PCN 25 A 75 - DM	
		100	43701000	PCN 25 A 100-DM	
		125	43701272	PCN 25 A 125-DM	
		150	43701001	PCN 25 A 150-DM	
		200	43701002	PCN 25 A 200-DM	
		250	43701003	PCN 25 A 250-DM	
		300	43701273	PCN 25 A 300-DM	
		400	43701274	PCN 25 A 400-DM	
32	G 1/8	à préciser	43751263...	PCN 25 A ⁽²⁾ -DM	2000
		25	43701275	PCN 32 A 25 - DM	
		50	43701004	PCN 32 A 50 - DM	
		75	43701276	PCN 32 A 75 - DM	
		100	43701005	PCN 32 A 100-DM	
		125	43701277	PCN 32 A 125-DM	
		150	43701006	PCN 32 A 150-DM	
		200	43701007	PCN 32 A 200-DM	
		250	43701008	PCN 32 A 250-DM	
		300	43701278	PCN 32 A 300-DM	
40	G 1/4	400	43701279	PCN 32 A 400-DM	2000
		à préciser	43751264...	PCN 32 A ⁽²⁾ -DM	
		25	43701280	PCN 40 A 25 - DM	
		50	43701009	PCN 40 A 50 - DM	
		75	43701281	PCN 40 A 75 - DM	
		100	43701010	PCN 40 A 100-DM	
		125	43701282	PCN 40 A 125-DM	
		150	43701011	PCN 40 A 150-DM	
		200	43701012	PCN 40 A 200-DM	
		250	43701013	PCN 40 A 250-DM	
50	G 1/4	300	43701014	PCN 40 A 300-DM	2000
		400	43701015	PCN 40 A 400-DM	
		à préciser	43751265...	PCN 40 A ⁽²⁾ -DM	
		25	43701283	PCN 50 A 25 - DM	
		50	43701016	PCN 50 A 50 - DM	
		75	43701284	PCN 50 A 75 - DM	
		100	43701017	PCN 50 A 100-DM	
		125	43701285	PCN 50 A 125-DM	
		150	43701018	PCN 50 A 150-DM	
		200	43701019	PCN 50 A 200-DM	
63	G 3/8	250	43701020	PCN 50 A 250-DM	2000
		300	43701021	PCN 50 A 300-DM	
		400	43701022	PCN 50 A 400-DM	
		à préciser	43751266...	PCN 50 A ⁽²⁾ -DM	
		25	43701286	PCN 63 A 25 - DM	
		50	43701023	PCN 63 A 50 - DM	
		75	43701287	PCN 63 A 75 - DM	
		100	43701024	PCN 63 A 100-DM	
		125	43701288	PCN 63 A 125-DM	
		150	43701025	PCN 63 A 150-DM	
80	G 3/8	200	43701026	PCN 63 A 200-DM	2000
		250	43701027	PCN 63 A 250-DM	
		300	43701028	PCN 63 A 300-DM	
		400	43701029	PCN 63 A 400-DM	
		500	43701030	PCN 63 A 500-DM	
		600	43701031	PCN 63 A 600-DM	
		à préciser	43751267...	PCN 63 A ⁽²⁾ -DM	
		25	43701289	PCN 80 A 25 - DM	
		50	43701032	PCN 80 A 50 - DM	
		75	43701290	PCN 80 A 75 - DM	
100	G 1/2	100	43701033	PCN 80 A 100-DM	2000
		125	43701291	PCN 80 A 125-DM	
		150	43701034	PCN 80 A 150-DM	
		200	43701035	PCN 80 A 200-DM	
		250	43701036	PCN 80 A 250-DM	
		300	43701037	PCN 80 A 300-DM	
		400	43701038	PCN 80 A 400-DM	
		500	43701039	PCN 80 A 500-DM	
		600	43701040	PCN 80 A 600-DM	
		à préciser	43751268...	PCN 80 A ⁽²⁾ -DM	
		25	43701494	PCN 100 A 25 - DM	2000
		50	43701329	PCN 100 A 50 - DM	
		75	43701495	PCN 100 A 75 - DM	
		100	43701330	PCN 100 A 100 - DM	
		125	43701496	PCN 100 A 125 - DM	
		150	43701331	PCN 100 A 150 - DM	
		200	43701332	PCN 100 A 200 - DM	
		250	43701333	PCN 100 A 250 - DM	
		300	43701334	PCN 100 A 300 - DM	
		400	43701335	PCN 100 A 400 - DM	
		500	43701336	PCN 100 A 500 - DM	2000
		600	43701337	PCN 100 A 600 - DM	
		700	43701338	PCN 100 A 700 - DM	
		800	43701339	PCN 100 A 800 - DM	
		900	43701340	PCN 100 A 900 - DM	
		1000	43701341	PCN 100 A 1000-DM	
		à préciser	43751278...	PCN 100 A ⁽²⁾ -DM	

* Les détecteurs magnétiques de positions sont à commander séparément:
- modèle "Profil T" (type ILS ou magnéto-résistif)

⁽¹⁾ Raccordement taraudé: G = ISO 16030
⁽²⁾ Code pour course non standard, à préciser.
(Course mini : 5 mm)

Tableau III.1: le diamètre normalisé du vérin. [29]

Donc :

$D_{\text{piston}} = 25 \text{ mm}$

III.4.1.3 Calcul du force ou un effort en sortie de tige :

Calculer l'effort F développé en sortie de tige par un vérin dont le piston à un diamètre de 25 mm et sous une pression de 6 bars.

- Convertir le diamètre du piston de mm en cm :

$$D_{\text{piston}} = 25 \text{ mm d'où } d = 2.5 \text{ cm}$$

- Calculer la section du piston en cm^2 en utilisant la formule :

$$S_{\text{piston}} = (\pi \cdot D_{\text{piston}}^2) / 4 = (\pi \cdot 2.5^2) / 4 = 4.91 \text{ cm}^2$$

3. Calculer l'effort F en utilisant la formule :

$$F = p \times S_{\text{piston}} = 6 \times 78.54 = 29.46 \text{ daN}$$

Donc :

$$D_{\text{piston}} = 2.5 \text{ cm}$$

$$S_{\text{piston}} = 4.91 \text{ cm}^2$$

$$F = 29.46 \text{ daN}$$

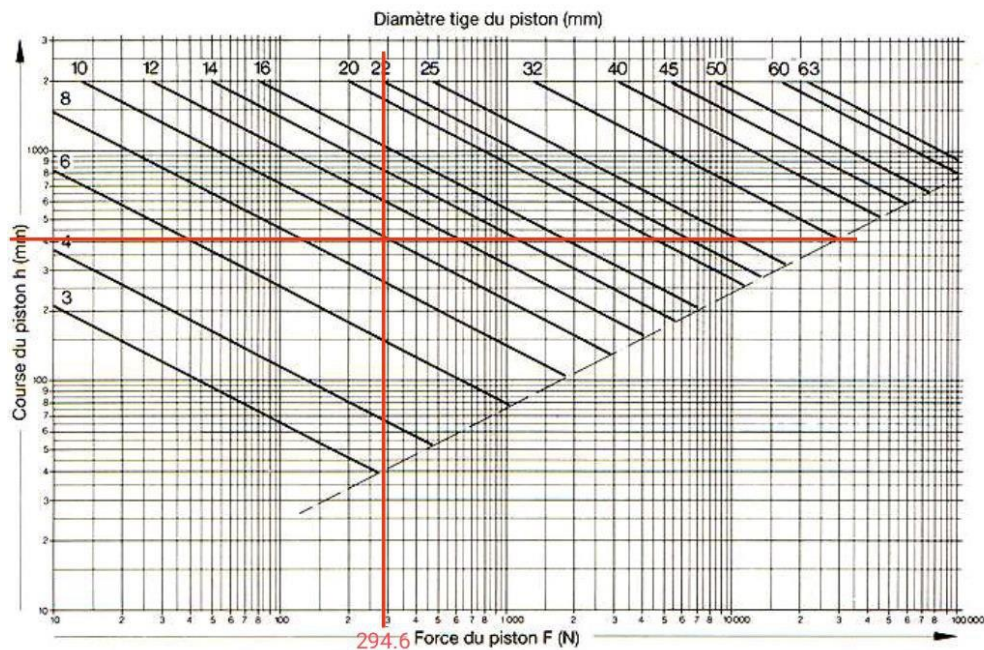


Figure III.2: Courbe du course et le diamètre de tige en fonction du force.[14]

- Comme le montre la Figure III.2, nos calculs sont corrects.

III.4.1.4 Calcul de la pression :

Sachant que l'on doit pousser (en sortie de tige) une charge de 4 kg avec un vérin dont le piston a un diamètre de 25 mm. :

1. Transformer la charge de kg en daN en utilisant la formule $F = m \times g$:

On prendra :

$$g = 10 \quad , \quad m = 4 \text{ kg}$$

d'où

$$F = m \times g = 4 \times 10 = 40 \text{ N} = 4 \text{ daN}$$

2. Convertir le diamètre du piston de mm en cm :

$$d = 25 \text{ mm d'où } d = 2.5 \text{ cm}$$

3. Calculer la section du piston en cm^2 en utilisant la formule :

$$S = (\pi \cdot d^2) / 4 = (\pi \cdot 2.5^2) / 4 = 4.91 \text{ cm}^2$$

4. Calculer la pression nécessaire en utilisant la formule :

$$p = F / S = 4 / 4.91 = 0.8 \text{ bar}$$

donc :

$$F = 4 \text{ daN}$$

$$p = 0.8 \text{ bar}$$

III.4.1.5 Calcul du force ou un effort de rentrée de tige :

Ici, il faut tenir compte du diamètre de la tige du vérin car l'effort presseur sera appliqué sur la surface du piston moins celle de la tige .

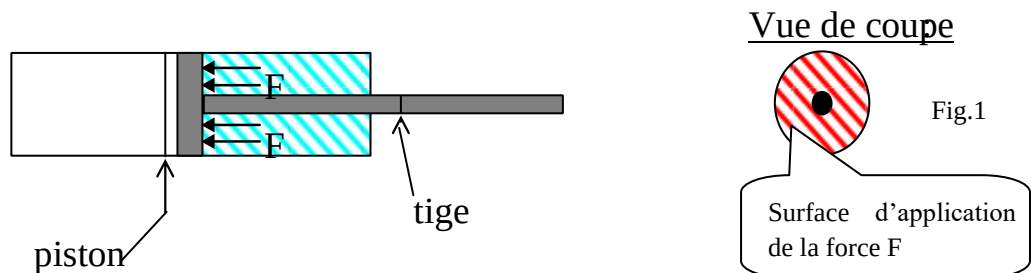


Figure III.3:effort de rentrée de tige. [28]

- Le calcul de la surface sera donc le suivant :

- Diamètre de tige :

Alésage en mm	Diamètre de tige en mm
8	3
10	4
12	6
16	6
20	8
25	10
32	12
40	16
50	20
63	20
80	25
100	25
125	32

Tableau III.2: le diamètre standard de tige par rapport l'alésage .[13]

D'après le Tableau III.2, nous concluons que le diamètre de tige standard par rapport le diamètre de piston 25mm est :

$$d_{\text{tige}} = \mathbf{10 \text{ mm}}$$

1. Convertir le diamètre du piston et de la tige de mm en cm :

$$D_{\text{piston}} = \mathbf{25 \text{ mm}}$$

d'où

$$D_{\text{piston}} = \mathbf{2,5 \text{ cm}}$$

$$d_{\text{tige}} = \mathbf{10 \text{ mm}}$$

d'où

$$d_{\text{tige}} = \mathbf{1 \text{ cm}}$$

2. Calculer la section de la tige en cm^2 en utilisant la formule :

$$S_{\text{tige}} = (\pi \cdot d_{\text{tige}}^2) / 4 = (\pi \cdot 1^2) / 4 = \mathbf{0,79 \text{ cm}^2}$$

Et on a :

$$S_{\text{piston}} = \mathbf{4.91 \text{ cm}^2}$$

3. Calculer la section utile en rentrée de tige en cm^2 :

$$S_{\text{utile}} = S_{\text{piston}} - S_{\text{tige}} = 4.91 - 0.79 = \mathbf{4.12 \text{ cm}^2}$$

4. Calculer l'effort F permettant de rentrer la tige en utilisant la formule :

$$F = p \times S_{\text{utile}} = 6 \times 4.12 = \mathbf{24.72 \text{ daN}}$$

donc :

$$S_{\text{tige}} = \mathbf{0.79 \text{ cm}^2}$$

$$S_{\text{utile}} = \mathbf{4.12 \text{ cm}^2}$$

$$F = \mathbf{24.72 \text{ daN}}$$

Alésage en mm	Diamètre de tige en mm	Poussée en Newton à 6 bar	Traction en Newton à 6 bar
8	3	30	25
10	4	47	39
12	6	67	50
16	6	120	103
20	8	188	158
25	10	294	246
32	12	482	414
40	16	753	633
50	20	1178	989
63	20	1870	1681
80	25	3015	2721
100	25	4712	4418
125	32	7363	6881

Tableau III.3 : les force de poussée et de traction en foction d'alésage.[13]

Comme le montre Tableau III.3, nos calculs sont corrects.

III.4.1.6 Calcul de débit d'air :

On a :

$$S_{\text{piston}} = 4.91 \text{ cm}^2 = 4,91 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$S_{\text{utile}} = 4.12 \text{ cm}^2 = 4.12 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Alésage (mm)	Mouvement	Surface utile cm ²
12	poussée traction	1,13 1
16	poussée traction	2,01 1,73
20	poussée traction	3,14 2,64
25	poussée traction	4,91 3,78
32	poussée traction	8,04 6,91
40	poussée traction	12,56 10,55
50	poussée traction	19,63 16,49
63	poussée traction	31,16 28,02
80	poussée traction	50,24 45,36
100	poussée traction	78,54 70,5
125	poussée traction	122,66 114,67
160	poussée traction	201,06 188,49
200	poussée traction	314,15 301,59

Tableau III.4 :la surface en foction d'alésage . [21]

Et comme le montre le Tableau III.4, nos calculs sont corrects.

- **Volumes balayés :**

- **Volume côté piston (aller) :**

$$V_1 = S_{\text{piston}} \cdot L = 4,909 \times 10^{-4} \cdot 0,4 = \mathbf{1,964 \times 10^{-4} \text{ m}^3}$$

- **Volume côté tige (retour) :**

$$V_2 = S_{\text{tige}} \cdot L = 4,125 \times 10^{-4} \cdot 0,4 = \mathbf{1,650 \times 10^{-4} \text{ m}^3}$$

- **Volume total à 6 bar (par cycle complet aller-retour) :**

$$V_{\text{service}} = V_1 + V_2 = (1,964 + 1,650) \times 10^{-4} = \mathbf{3,614 \times 10^{-4} \text{ m}^3}$$

- **Consommation d'air à pression atmosphérique :**

$$V_{\text{air}} = (S_1 + S_2) \cdot L \cdot \frac{P_{\text{service}} + P_{\text{atm}}}{P_{\text{atm}}}$$

$$V_{\text{atm}} = V_{\text{service}} \cdot \frac{6 + 1}{1} = 3,614 \times 10^{-4} \cdot 7 = 2,53 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = \mathbf{2,53 \text{ L}}$$

Consommation d'air par cycle complet = **2,17**

- **Débit d'air (selon la fréquence) :**

Si le vérin effectue n cycles par minute :

$$\mathbf{Q_{\text{atm}} = 2,53 \cdot n \text{ L/min}}$$

III.4.1.7 Calcul de Vitesse maximale :

Pour calculer la **vitesse maximale du vérin**, on utilise une formule simple basée sur la **course** et le **nombre de cycles par minute** :

On prendre :

$$\text{Nombre de cycles par minute} = \mathbf{40 \text{ cycles/min}}$$

Formule générale :

- **Cycle = aller + retour**

donc :

$$T_{\text{cycle}} = \frac{60}{N} \quad (\text{en secondes par cycle})$$

Chaque cycle comprend 2 courses → 1 aller + 1 retour Donc **durée d'un mouvement (aller ou retour) :**

$$t_{\text{demi-cycle}} = \frac{T_{\text{cycle}}}{2} = \frac{60}{2N} = \frac{30}{N}$$

- **Vitesse (en m/s) :**

$$v = \frac{L}{t_{\text{demi-cycle}}} = \frac{L \times N}{30}$$

- $L = 0,4 \text{ m}$
- $N = 40 \text{ cycles/min}$

$$v = \frac{0,4 \times 40}{30} = \frac{16}{30} = 0,533... \text{ m/s}$$

- **Vitesse maximale du vérin :**

$$\boxed{0,53 \text{ m/s}} \quad (\text{soit } 53 \text{ cm/s})$$

III.4.2 Dimensionnement du vérin B :

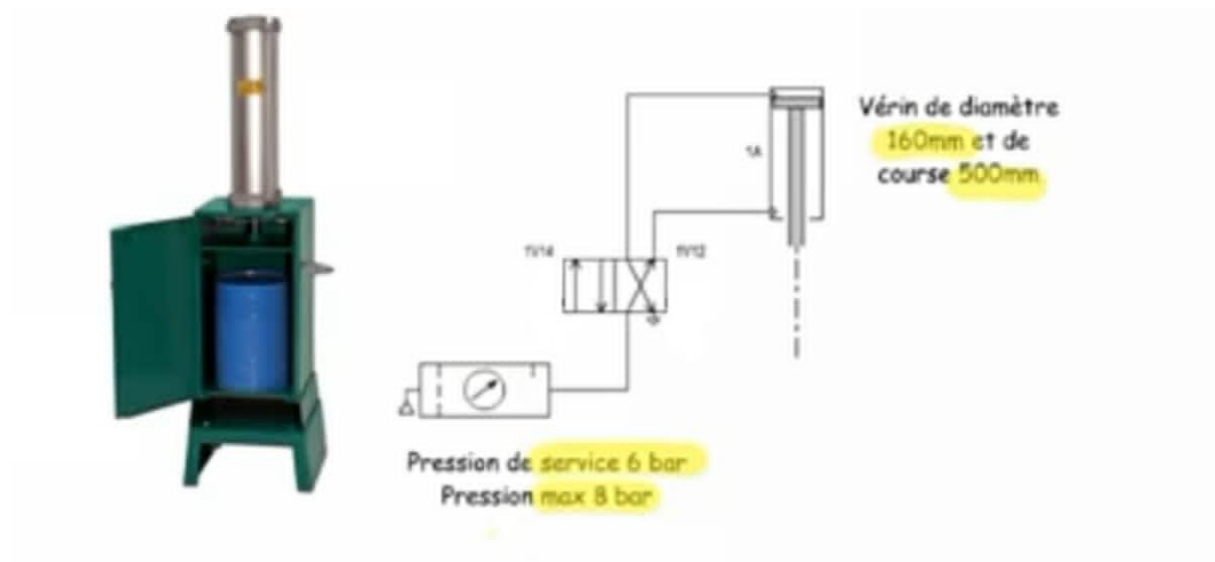


Figure III.4:compacteur de fut métallique . [29]

III.4.2.1 Principe de fonctionnement :

Le vérin pneumatique utilisé dans une opération de compactage fonctionne selon le principe de l'action directe de la pression de l'air comprimé sur le piston, afin de produire un mouvement linéaire de poussée sur une charge à compacter.

III.4.2.2 Application :

Pour commencer nous devons calculer l'effort théorique maximum que pourra fournir le vérin:

Convertir le diamètre du piston de mm en cm :

$$D_{\text{piston}} = 160 \text{ mm}$$

d'où

$$R_{\text{piston}} = 8 \text{ cm}$$

Calculer la section du piston en cm^2 en utilisant la formule:

$$S_{\text{piston}} = \pi \times R_{\text{piston}}^2 = \pi \times 8^2 = 201.06 \text{ cm}^2$$

Calculer l'effort F en dan en utilisant la formule:

$$F = p \times S_{\text{piston}} = 6 \times 201.06 = 1206.36 \text{ daN}$$

En considérant que : **1kg = 1daN**

Force théorique maximum < force recommandée .

le vérin n'a pas assez de poussée.

- Pour atteindre cette poussée de 1600kg il faut :

1) Augmenter la pression de service :

Transformer la charge de kg en dan en utilisant la formule **$F = m \times g$** :

On prendra :

$$g = 10 \quad , \quad m = 1600 \text{ kg}$$

où

$$F = m \times g = 1600 \text{ daN}$$

Convertir le diamètre du piston de mm en rayon du piston en cm:

$$d = 160 \text{ mm}$$

d'où

$$R = 8 \text{ cm}$$

Calculer la section du piston en cm³ en utilisant la formule:

$$S = \pi \times R^2 = \pi \times 8^2 = 201.06 \text{ cm}^2$$

Calculer la pression Pen bar en utilisant la formule:

$$P = F / S = 1600 / 201.06 = 7.95 \text{ bar}$$

Le pression est disponible dans l'atelier ms la solution est ne pas possible parce que ce calcul est théorique et il est proche de pression max et peut meme dépasser .

2) Augmenter le diamètre du verin :

Calculer la surface nécessaire du piston en cm³ en utilisant la formule avec la pression de service:

$$S = F / P = 1600 / 6 = 266.7 \text{ cm}^2$$

Calculer le rayon du piston en cm en utilisant la formule:

$$R = \sqrt{(S / \pi)} = \sqrt{(266.7 / \pi)} = 9.21 \text{ cm}$$

Convertir le rayon du piston r en diamètre en mm:

$$R = 18.42 \text{ cm}$$

donc

$$d = 184.2 \text{ mm}$$

A l'aide du document < ASCO numatics > le diamètre normalisé du vérin est :

Cela devrait être plus grand que le résultat que nous avons :

SELECTION DU MATERIEL											
Ø (mm)	Ø raccord. (G) ⁽¹⁾	cOURSE (mm)	code *	référence	cOURSE max. (mm)	Ø (mm)	Ø raccord. (G) ⁽¹⁾	cOURSE (mm)	code *	référence	cOURSE max. (mm)
125	G 1/2	25	43701497	PCN 125 A 25 - DM	2000	200	G 3/4	25	43701503	PCN 200 A 25 - DM	2000
		50	43701355	PCN 125 A 50 - DM				50	43701407	PCN 200 A 50 - DM	
		75	43701498	PCN 125 A 75 - DM				75	43701504	PCN 200 A 75 - DM	
		100	43701356	PCN 125 A 100 - DM				100	43701408	PCN 200 A 100 - DM	
		125	43701499	PCN 125 A 125 - DM				125	43701505	PCN 200 A 125 - DM	
		150	43701357	PCN 125 A 150 - DM				150	43701409	PCN 200 A 150 - DM	
		200	43701358	PCN 125 A 200 - DM				200	43701410	PCN 200 A 200 - DM	
		250	43701359	PCN 125 A 250 - DM				250	43701411	PCN 200 A 250 - DM	
		300	43701360	PCN 125 A 300 - DM				300	43701412	PCN 200 A 300 - DM	
		400	43701361	PCN 125 A 400 - DM				400	43701413	PCN 200 A 400 - DM	
		500	43701362	PCN 125 A 500 - DM				500	43701414	PCN 200 A 500 - DM	
		600	43701363	PCN 125 A 600 - DM				600	43701415	PCN 200 A 600 - DM	
		700	43701364	PCN 125 A 700 - DM				700	43701416	PCN 200 A 700 - DM	
		800	43701365	PCN 125 A 800 - DM				800	43701417	PCN 200 A 800 - DM	
		900	43701366	PCN 125 A 900 - DM				900	43701418	PCN 200 A 900 - DM	
		1000	43701367	PCN 125 A 1000 - DM				1000	43701419	PCN 200 A 1000 - DM	
160	G 3/4	à préciser	43751279... ⁽²⁾	PCN 125 A ⁽³⁾ -DM	2000			à préciser	43751281... ⁽²⁾	PCN 200 A ⁽³⁾ -DM	
		25	43701500	PCN 160 A 25 - DM				25	43701500	PCN 160 A 25 - DM	
		50	43701381	PCN 160 A 50 - DM				50	43701381	PCN 160 A 50 - DM	
		75	43701501	PCN 160 A 75 - DM				75	43701501	PCN 160 A 75 - DM	
		100	43701382	PCN 160 A 100 - DM				100	43701382	PCN 160 A 100 - DM	
		125	43701502	PCN 160 A 125 - DM				125	43701502	PCN 160 A 125 - DM	
		150	43701383	PCN 160 A 150 - DM				150	43701383	PCN 160 A 150 - DM	
		200	43701384	PCN 160 A 200 - DM				200	43701384	PCN 160 A 200 - DM	
		250	43701385	PCN 160 A 250 - DM				250	43701385	PCN 160 A 250 - DM	
		300	43701386	PCN 160 A 300 - DM				300	43701386	PCN 160 A 300 - DM	
		400	43701387	PCN 160 A 400 - DM				400	43701387	PCN 160 A 400 - DM	
		500	43701388	PCN 160 A 500 - DM				500	43701388	PCN 160 A 500 - DM	
		600	43701389	PCN 160 A 600 - DM				600	43701389	PCN 160 A 600 - DM	
		700	43701390	PCN 160 A 700 - DM				700	43701390	PCN 160 A 700 - DM	
		800	43701391	PCN 160 A 800 - DM				800	43701391	PCN 160 A 800 - DM	
		900	43701392	PCN 160 A 900 - DM				900	43701392	PCN 160 A 900 - DM	
		1000	43701393	PCN 160 A 1000 - DM				1000	43701393	PCN 160 A 1000 - DM	
		à préciser	43751280... ⁽²⁾	PCN 160 A ⁽³⁾ -DM				à préciser	43751280... ⁽²⁾	PCN 160 A ⁽³⁾ -DM	

* Les détecteurs magnétiques de positions sont à commander séparément:
- modèle "Profil T" (type ILS ou magnéto-résistif)

⁽¹⁾ Raccordement taraudé: G = ISO 16030

⁽²⁾ Code pour course non standard, à préciser.

⁽³⁾ Course mini : 5 mm)

Tableau III.5 : le diamètre normalisé du vérin. [29]

Donc :

$D_{\text{piston}} = 200 \text{ mm}$

III.4.2.3 Calcul du force ou un effort en sortie de tige :

1. Convertir le diamètre du piston de mm en cm :

$$D_{\text{piston}} = 200 \text{ mm d'où } d = 20 \text{ cm}$$

2. Calculer la section du piston en cm^2 en utilisant la formule :

$$S_{\text{piston}} = (\pi \cdot D_{\text{piston}}^2) / 4 = (\pi \cdot 20^2) / 4 = 314.16 \text{ cm}^2$$

3. Calculer l'effort F en utilisant la formule :

$$F = p \times S_{\text{piston}} = 6 \times 314.16 = 1884.96 \text{ daN}$$

Donc :

$D_{\text{piston}} = 20 \text{ cm}$

$S_{\text{piston}} = 314.16 \text{ cm}^2$

$F = 1884.96 \text{ daN}$

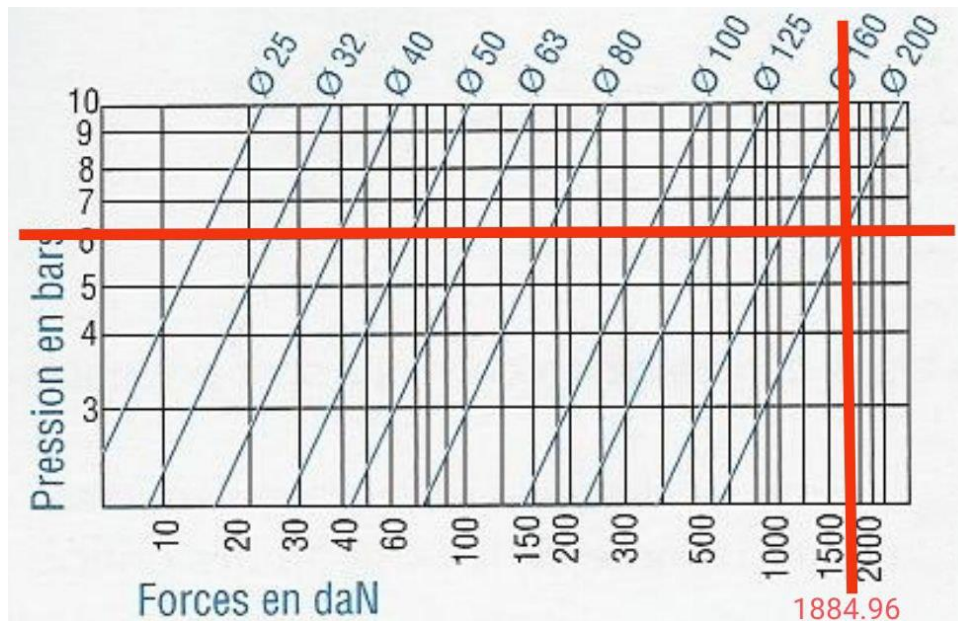


Figure III.5: la pression et le diamètre de piston en fonction du force . [28]

- Comme le montre la Figure III.5, nos calculs sont corrects.

III.4.2.4 Calcule du pression :

1. Transformer la charge de kg en daN en utilisant la formule $F = m \times g$:

On prendra :

$$g = 10 \quad , \quad m = \mathbf{1600 \text{ kg}}$$

d'où

$$F = m \times g = 1600 \times 10 = \mathbf{1600 \text{ daN}}$$

2. Convertir le diamètre du piston de mm en cm :

$$d = 200 \text{ mm d'où } d = \mathbf{20 \text{ cm}}$$

3. Calculer la section du piston en cm^2 en utilisant la formule :

$$S = (\pi \cdot d^2)/4 = (\pi \cdot 20^2)/4 = \mathbf{314.16 \text{ cm}^2}$$

4. Calculer la pression nécessaire en utilisant la formule :

$$p = F / S = 1600 / 314.16 = \mathbf{5.1 \text{ bar}}$$

donc :

$$F = \mathbf{1600 \text{ daN}}$$

$$p = \mathbf{5.1 \text{ bar}}$$

III.4.2.5 Calcul du force ou un effort de rentrée de tige :

- Le calcul de la surface sera donc le suivant :

1. Convertir le diamètre du piston et de la tige de mm en cm :

$$D_{\text{piston}} = \mathbf{200 \text{ mm}}$$

d'où

$$D_{\text{piston}} = \mathbf{20 \text{ cm}}$$

$$d_{\text{tige}} = \mathbf{50 \text{ mm}}$$

d'où

$$d_{\text{tige}} = \mathbf{5 \text{ cm}}$$

2. Calculer la section de la tige en cm^2 en utilisant la formule :

$$S_{\text{tige}} = (\pi \cdot d_{\text{tige}}^2)/4 = (\pi \cdot 5^2)/4 = \mathbf{19.63 \text{ cm}^2}$$

Et on a :

$$S_{\text{piston}} = 314.16 \text{ cm}^2$$

3. Calculer la section utile en rentrée de tige en cm^2 :

$$S_{\text{utile}} = S_{\text{piston}} - S_{\text{tige}} = 314.16 - 19.63 = 294.53 \text{ cm}^2$$

4. Calculer l'effort F permettant de rentrer la tige en utilisant la formule :

$$F = p \times S_{\text{utile}} = 6 \times 294.53 = 1767.18 \text{ daN}$$

donc :

$$S_{\text{tige}} = 19.63 \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{utile}} = 294.53 \text{ cm}^2$$

$$F = 1767.18 \text{ daN}$$

III.4.2.6 Calcul de débit d'air :

On a :

$$S_{\text{piston}} = 314.16 \text{ cm}^2 = 3,14 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$S_{\text{utile}} = 294.53 \text{ cm}^2 = 2,945 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

Alésage (mm)		Mouvement	Surface utile cm^2
12		poussée traction	1,13 1
16		poussée traction	2,01 1,73
20		poussée traction	3,14 2,64
25		poussée traction	4,91 3,78
32		poussée traction	8,04 6,91
40		poussée traction	12,56 10,55
50		poussée traction	19,63 16,49
63		poussée traction	31,16 28,02
80		poussée traction	50,24 45,36
100		poussée traction	78,54 70,5
125		poussée traction	122,66 114,67
160		poussée traction	201,06 188,49
200		poussée traction	314,15 301,59

Tableau III.6: la surface en fonction d'alésage . [21]

Comme le montre Tableau III.6, nos calculs sont corrects.

- **Volumes balayés (aller + retour) :**

- **Volume à l'aller (côté piston) :**

$$V_1 = S_{\text{piston}} \cdot L = 3,1416 \times 10^{-2} \cdot 0,5 = 1,5708 \times 10^{-2} \text{ m}^3$$

- **Volume au retour (côté tige) :**

$$V_2 = S_{\text{tige}} \cdot L = 2,945 \times 10^{-2} \times 0,5 = 1,473 \times 10^{-2} \text{ m}^3$$

- **Volume total à pression de service (par cycle complet) :**

$$V_{\text{service}} = V_1 + V_2 = (1,571 + 1,473) \times 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$V_{\text{cycle}} = 3,044 \times 10^{-2} \text{ m}^3$$

- **Volume d'air à pression atmosphérique :**

$$V_{\text{air}} = (S_1 + S_2) \cdot L \cdot \frac{P_{\text{service}} + P_{\text{atm}}}{P_{\text{atm}}}$$

$$V_{\text{atm}} = V_{\text{service}} \cdot \frac{6 + 1}{1} = 3,044 \times 10^{-2} \cdot 7 = 0,21308 \text{ m}^3 = 213.08 \text{ l}$$

Consommation d'air par cycle complet = 182.64 L

- **Débit d'air (en fonction des cycles/minute) :**

Si le vérin effectue **n cycles/min**, alors :

$$Q_{\text{atm}} = 213.08 \cdot N$$

L/min

III.4.2.7 Calcul de Vitesse maximale :

Pour calculer la **vitesse maximale du vérin**, on utilise une formule simple basée sur la **course** et le **nombre de cycles par minute** :

On prendra :

$$\text{Nombre de cycles par minute} = 40 \text{ cycles/min}$$

Formule générale :

- **Cycle = aller + retour**

donc :

$$T_{\text{cycle}} = \frac{60}{N} \quad (\text{en secondes par cycle})$$

Chaque cycle comprend 2 courses $\rightarrow$ 1 aller + 1 retour Donc **durée d'un mouvement (aller ou retour) :**

$$t_{\text{demi-cycle}} = \frac{T_{\text{cycle}}}{2} = \frac{60}{2N} = \frac{30}{N}$$

- **Vitesse (en m/s) :**

$$v = \frac{L}{t_{\text{demi-cycle}}} = \frac{L \times N}{30}$$

- $L = 0,5 \text{ m}$
- $N = 40 \text{ cycles/min}$

$$v = \frac{0,5 \times 40}{30} = \frac{20}{30} = 0,666... \text{ m/s}$$

- **Vitesse maximale du vérin :**

$$\boxed{0,67 \text{ m/s}} \quad (\text{soit } 67 \text{ cm/s})$$

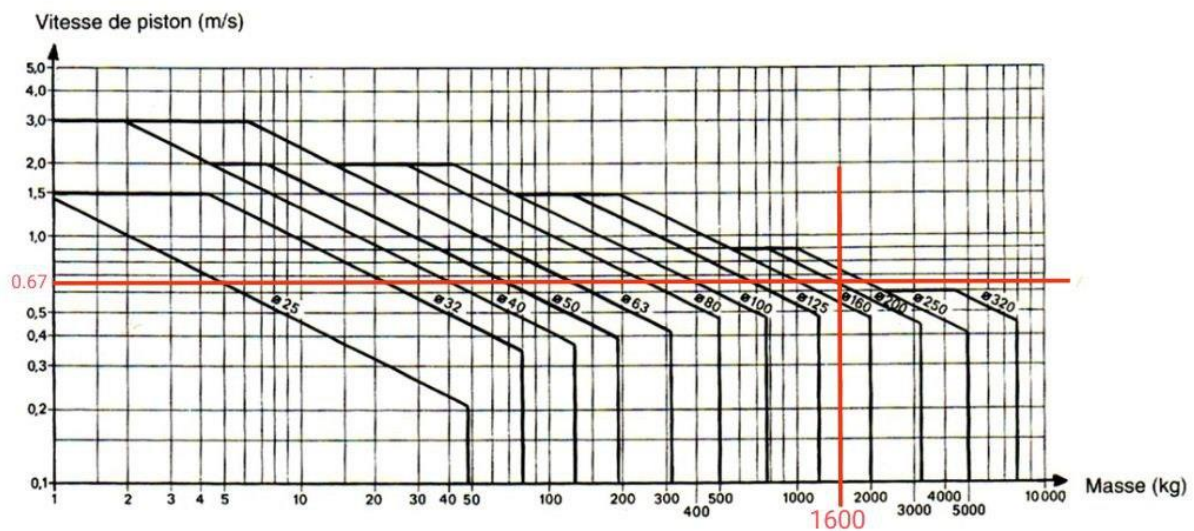


Figure III.6: la vitesse et le diamètre de piston en fonction du masse . [19]

Comme le montre Figure III.6, nos calculs sont corrects.

III.5 L'environnement de logiciel automation studio :

- Après avoir effectué le dimensionnement théorique des vérins en fonction des contraintes pneumatique et des exigences fonctionnelles du système, il est essentiel de valider et simuler ces choix à l'aide d'un outil de simulation performant. Automation Studio permet de modéliser et d'analyser avec précision les circuits pneumatiques intégrant les vérins dimensionnés.

- Cette partie pratique vise à reproduire le schéma du système automatisé dans Automation Studio, afin de vérifier le bon fonctionnement des composants sélectionnés, notamment les vérins, et d'observer leur comportement dans différentes conditions de fonctionnement. Grâce à la simulation, il devient possible de détecter d'éventuelles incohérences, d'ajuster les paramètres techniques, et d'assurer la fiabilité du système avant toute mise en œuvre réelle.

III.5.1 Schéma du circuit pneumatique :

- Liste des matériels utilisés :

Composant	Fonction
Unité de conditionnement	Ensemble de composants (filtre, régulateur, lubrificateur) qui prépare l'air comprimé avant son utilisation.
Clapet anti-retour	Dispositif qui autorise le passage de l'air dans une seule direction et empêche le retour.
Réducteur de débit	Élément utilisé pour contrôler la vitesse du vérin en limitant le débit d'air.
Capteur	Dispositif détectant une présence, une position ou un mouvement, et générant un signal.
Compteur	Appareil qui enregistre ou compte le nombre d'actions, de cycles ou de pièces.
Échappement	Orifice par lequel l'air comprimé est évacué du système après usage.
Alimentation en air comprimé	Source d'air sous pression nécessaire au fonctionnement du circuit pneumatique.
Vérin double effet	Vérin pneumatique où l'air comprimé agit alternativement sur les deux faces du piston pour produire un mouvement aller-retour.
Distributeur 5/2	- Composant avec 5 orifices et 2 positions, permettant de contrôler un vérin double effet avec différentes logiques (centre fermé, sous pression, ou échappement).
Par commande électrique .	- Se dit d'un distributeur ou d'un système piloté par un signal électrique (capteur.).

Tableau III.7: les composants et ses fonctions.

START : Bouton poussoir de démarrage le circuit .

STOP : Bouton poussoir d'arrêt le circuit.

RESET : Bouton poussoir recalculer les cycles du décompteur.

CTD : décompteur.

Cr1 : Le bobine de distributeurs 1 (so1).

Cr3 : Le bobine de distributeurs 2 (sol2).

Cr5 : Le bobine de décompteur.

Crm, Cr2, Cr4, Cr6 : des bobines.

Fr : Bobine d'un relais clignotant pour la lampe jaune.

STANDBAY : Indicateur lumineux pour la lampe rouge.

RUNNING : Indicateur lumineux pour la lampe verte.

COMPLETED : Indicateur lumineux pour la lampe jaune.

A1, A2 : Les capteurs du vérin A.

B1, B2 : Les capteurs du vérin B.

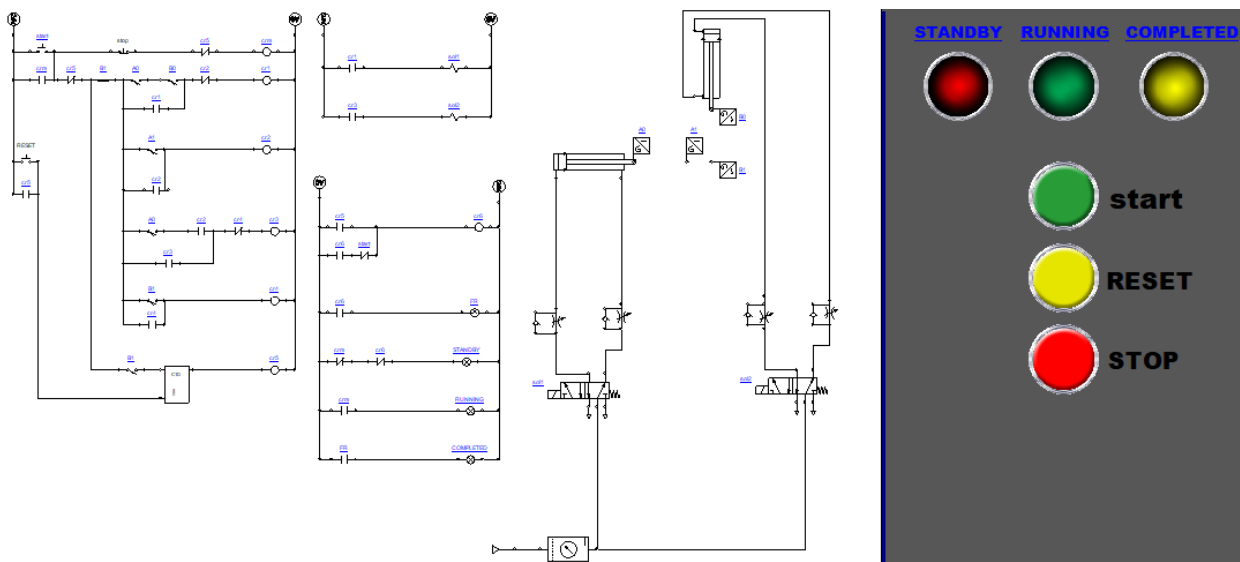


Figure III.7:schéma de circuit .

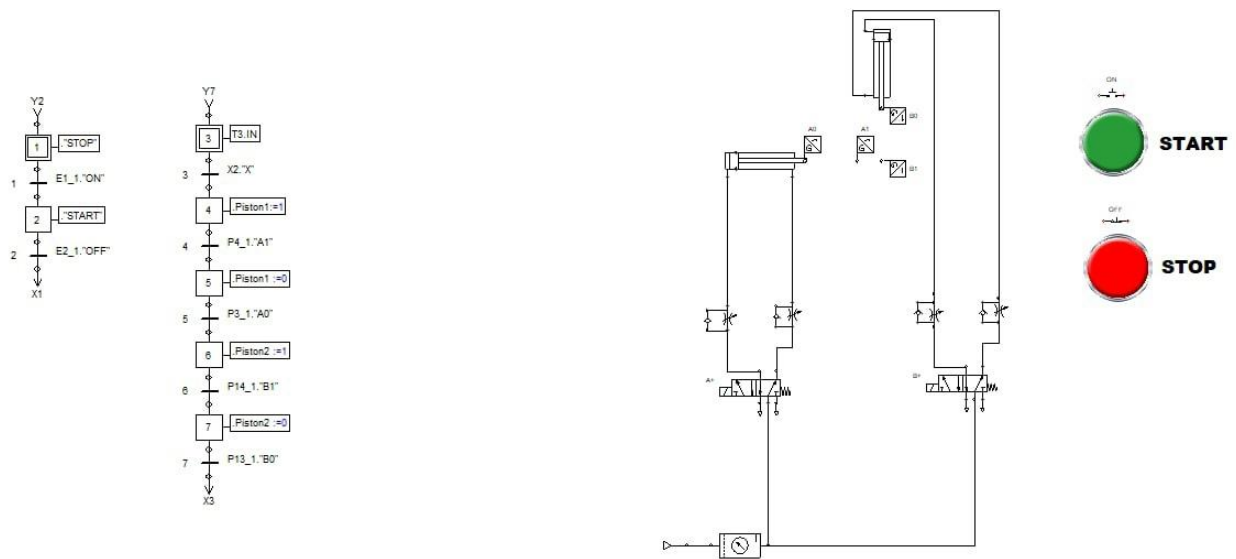


Figure III.8:grafcet de circuit .

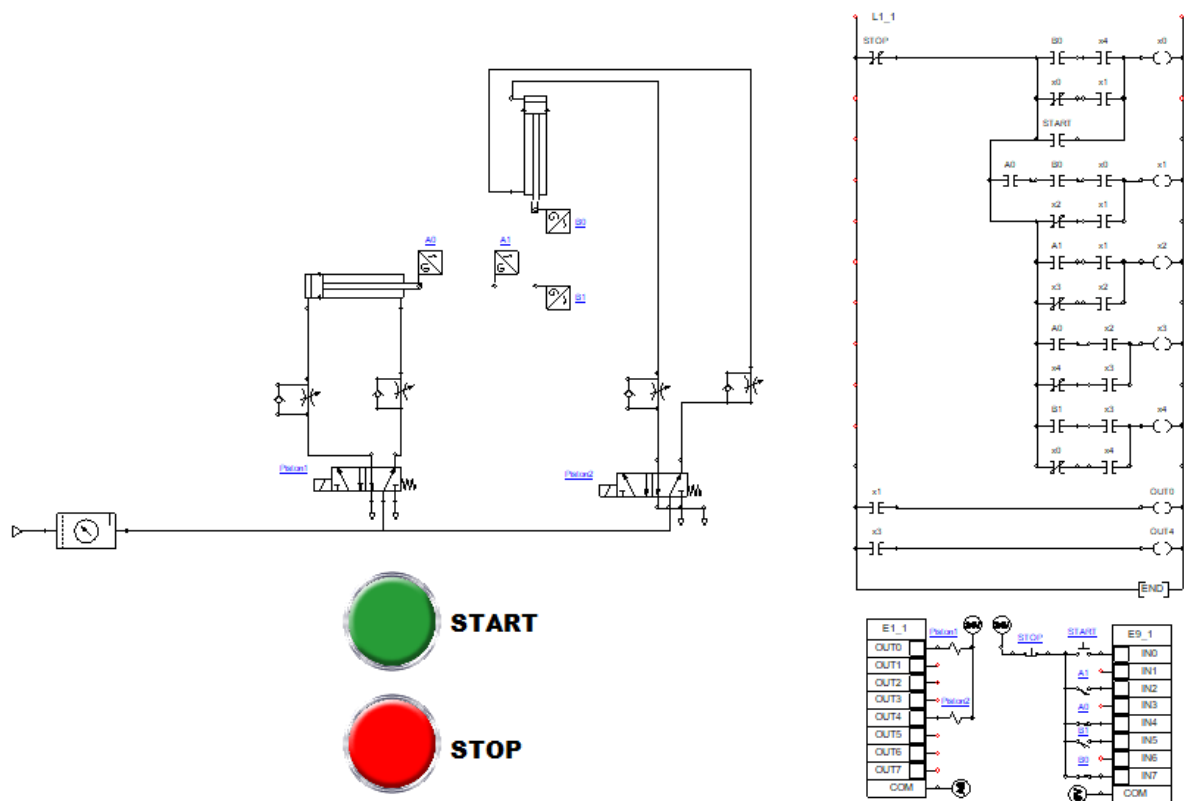


Figure III.9:circuit API ladder .

III.5.2 Paramètres des vérins :

d'après les calculs et le dimensionnement des vérins on peut taper les paramètres suivants :

- Vérin A :

Techniques - Caractéristiques					
★	Course (L)	☐	400	mm	☐
★	Diamètre de la tige (d)	☐	10	mm	☐
★	Diamètre du piston (D)	☐	25	mm	☐
★	✕ Surface couronne (Ar)	☐	4,1233	cm ²	☐
★	✕ Surface piston (Ap)	☐	4,9087	cm ²	☐
★	✕ Volume côté piston	☐	196,3494	cm ³	☐
★	✕ Volume côté tige	☐	164,9335	cm ³	☐
★	Volume résiduel en extension	☐	5	cm ³	☐
★	Volume résiduel en rétraction	☐	5	cm ³	☐
Techniques - Données externes					
★	Charge extérieure (M)	☐	4	kg	☐
★	Extension du contact de la tige	☐	5	%	☐
★	Force extérieure de poussée	☐	294	N	☐
★	Force extérieure de traction	☐	247	N	☐
Condition d'opération					
★	Force maximale	☐	294	N	☐
★	✕ Force minimale	☐	-294	N	☐
★	Pression maximale	☐	8	bar	☐
★	Vitesse maximale	☐	0,5	m/s	☐

Figure III.10:Paramètre de vérin A .

- Vérin B :

Techniques - Caractéristiques					
★	Course (L)	☐	500	mm	☐
★	Diamètre de la tige (d)	☐	50	mm	☐
★	Diamètre du piston (D)	☐	200	mm	☐
★	✕ Surface couronne (Ar)	☐	294,5241	cm ²	☐
★	✕ Surface piston (Ap)	☐	314,159	cm ²	☐
★	✕ Volume côté piston	☐	15707,95	cm ³	☐
★	✕ Volume côté tige	☐	14726,2031	cm ³	☐
★	Volume résiduel en extension	☐	5	cm ³	☐
★	Volume résiduel en rétraction	☐	5	cm ³	☐
Techniques - Données externes					
★	Charge extérieure (M)	☐	1600	kg	☐
★	Extension du contact de la tige	☐	5	%	☐
★	Force extérieure de poussée	☐	1885	daN	☐
★	Force extérieure de traction	☐	1767	daN	☐
Condition d'opération					
★	Force maximale	☐	1885	N	☐
★	✕ Force minimale	☐	-500	N	☐
★	Pression maximale	☐	8	bar	☐
★	Vitesse maximale	☐	0,7	m/s	☐

Figure III.11:Paramètre de vérin B .

III.5.3 Résultats de la simulation :

Le schéma de notre simulation du circuit pneumatique de notre étude est illustré dans les figures suivantes :

III.5.3.1 Le circuit :

1- Au repos, le voyant rouge est allumé, indiquant que les tiges ne sont pas étendus. C'est parce que les deux distributeurs restent sur le côté gauche et les bobines "STANDBY" ce qui allume le voyant rouge sont alimentés.

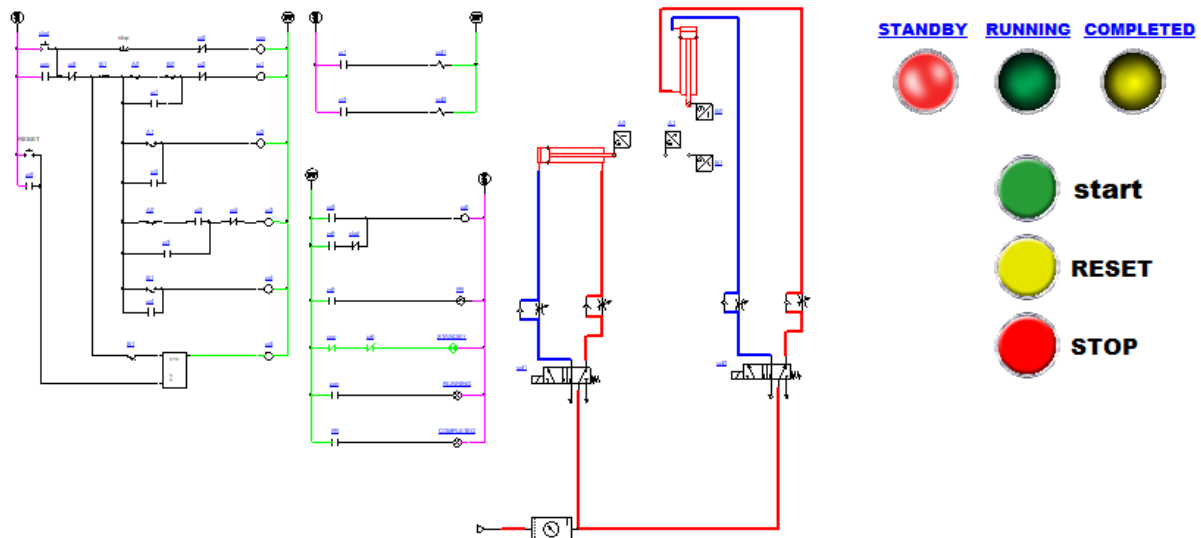


Figure III.12: Le circuit est dans un état d'arrêt .

2- Lorsque vous appuyez sur le bouton start, le système commence à fonctionner et le voyant vert s'allume avec le déplacement du distributeur vers la droite et alimente la chambre du vérin A qui pousse le bidon. Et ça par allumage de bobine cr1, ce qui donne un courant électrique à "Sol 1".

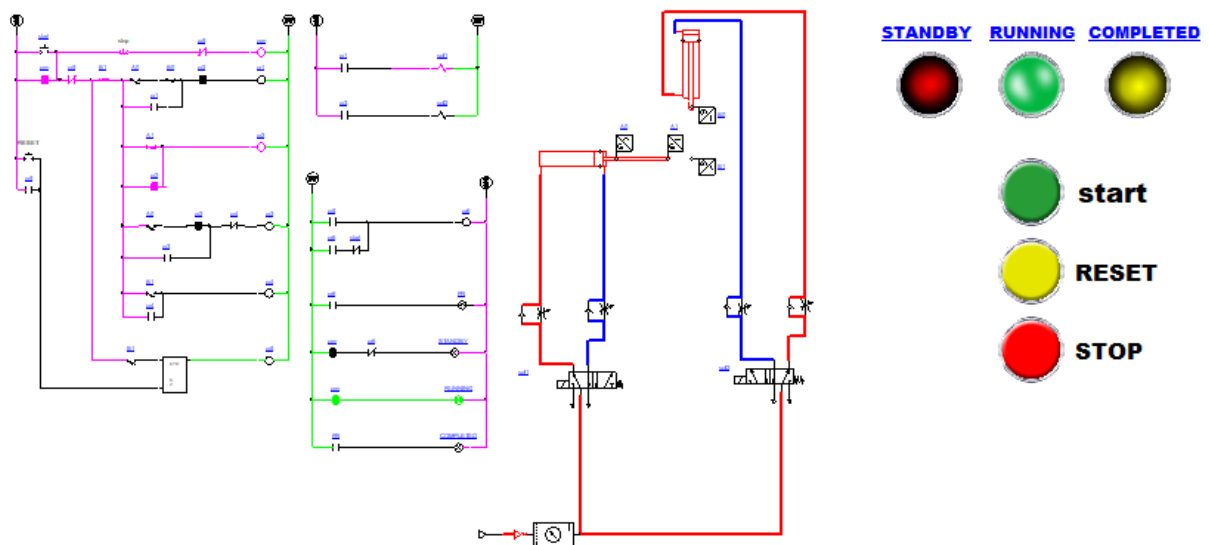


Figure III.13: la tige du vérin A étendre .

3- Au moment où le capteur "A1" capture le piston A , le distripiteur déplacer vers la gauche, ce qui a conduit à retour du piston A .

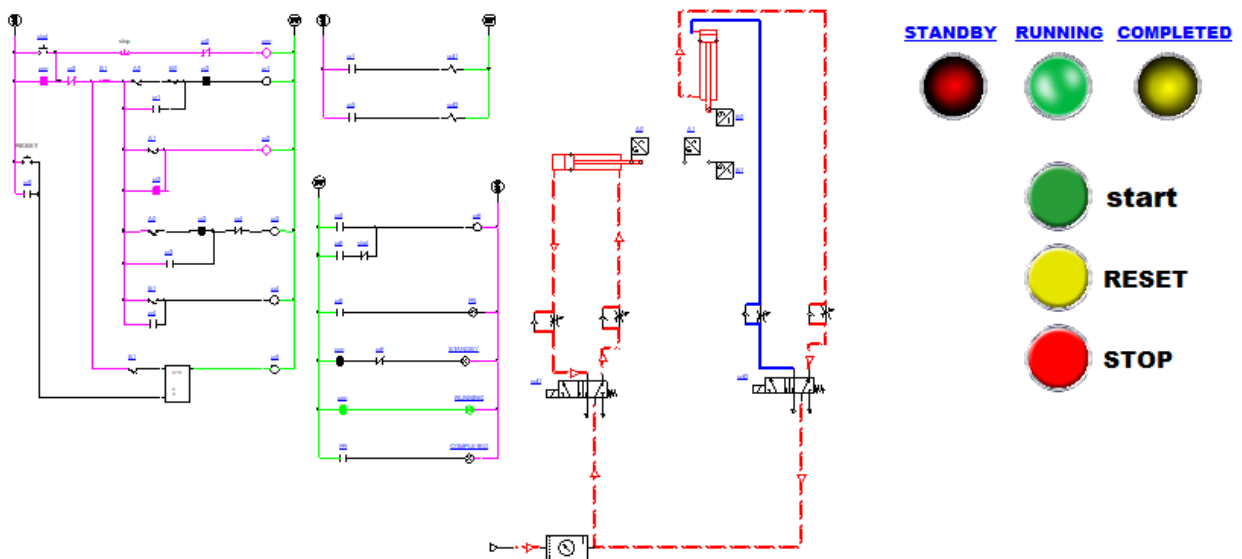


Figure III.14:retour du tige de vérin A .

4- le presage de bidon avec le déplacement de la distributeur vers la droite et alimente la chambre du vérin B,Et ça par allumage de bobine cr3, ce qui donne un courant électrique à "Sol 2".

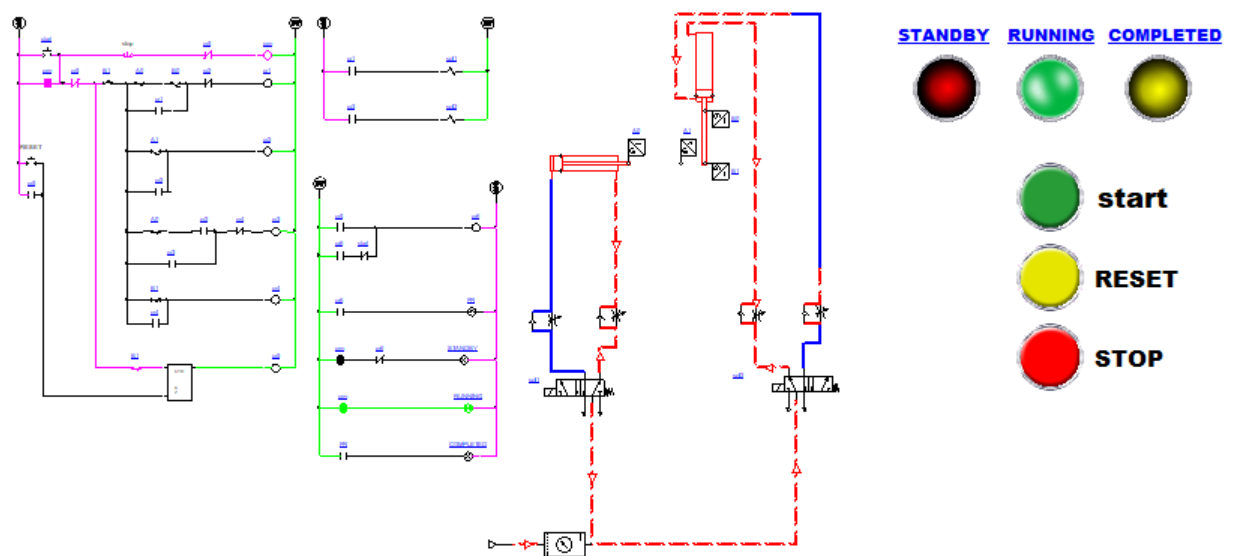


Figure III.15:la tige du vérin B étendre .

5- Au moment où le capteur "B1" capture le piston B , le distripiteur déplacer vers la gauche, ce qui a conduit à retour du piston B , et lorsque le compteur a terminé de compter, la lumière jaune commence à clignoter, en raison du allumage de la bobine "completed", , et le compteur se préparera automatiquement à compter depuis le début, en attendant que le bouton de démarrage "START" soit à nouveau appuyé pour démarrer.

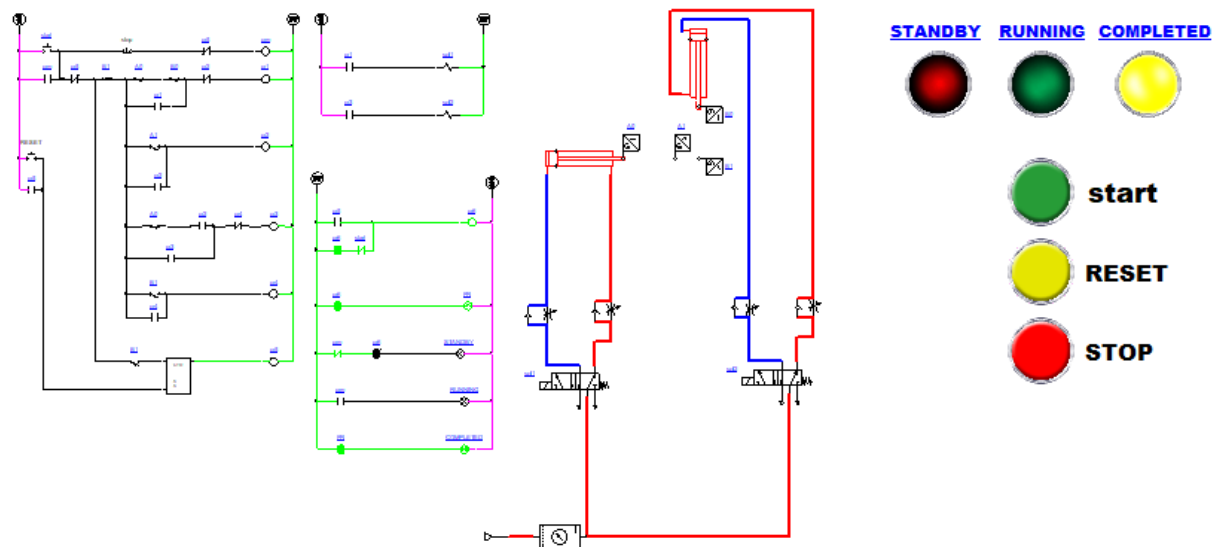


Figure III.16:retour du tige de vérin B .

Remarque :

- Si nous voulons arrêter le système au moment où nous le voulons, nous pouvons appuyer sur le bouton "STOP " et il s'arrêtera et le voyant rouge s'allumera.

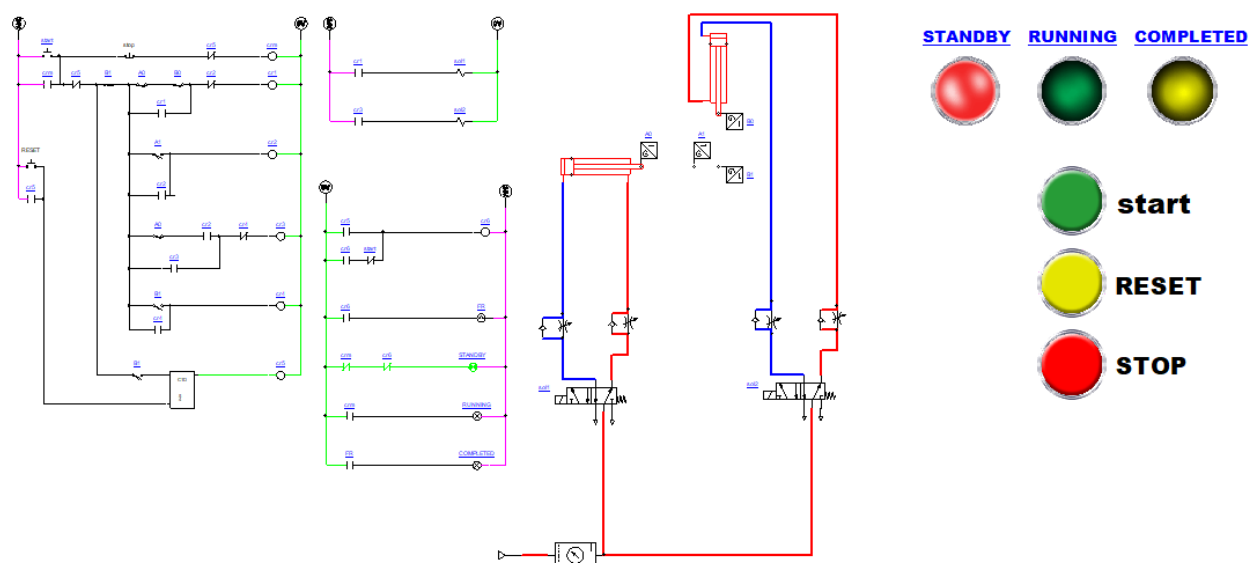


Figure III.17:Quand on appuie sur le bouton" STOP" .

- Et si nous voulons que le compteur recommence à compter depuis le début, nous pouvons appuyer sur le bouton "RESET".

III.5.3.2 Grafcet :

- Dans le grafcet, nous n'avons que deux boutons : le bouton démarrage "START" et le bouton d'arrêt "STOP".

1- Lorsque vous appuyez sur le bouton "START" :

A- étape 1 :

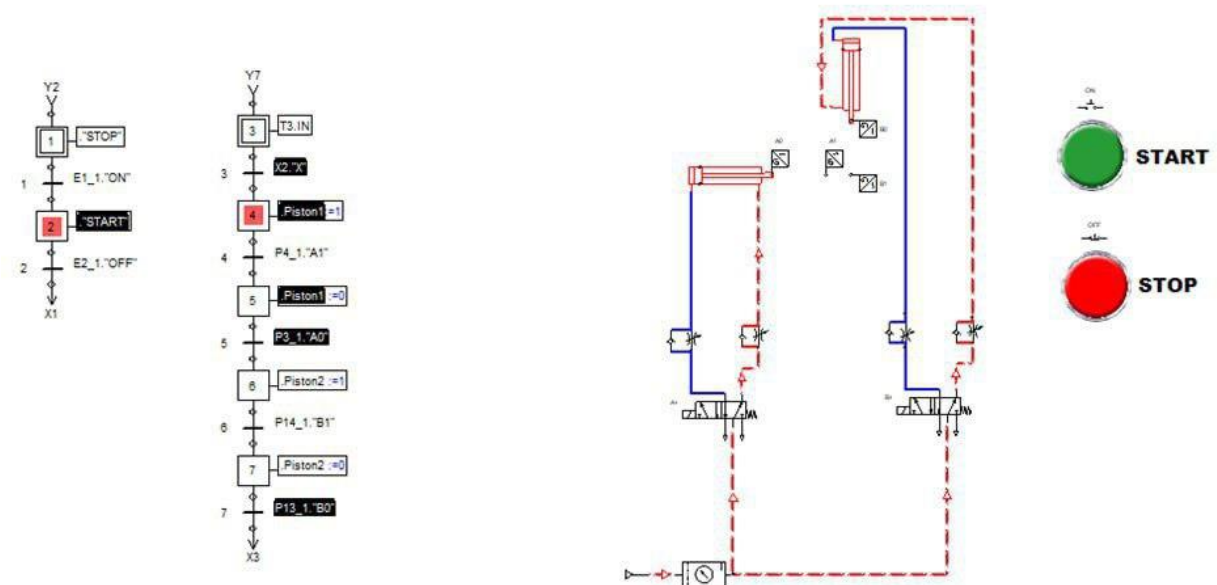


Figure III.18: Quand on appuie sur le bouton " START".

B- étape 2 :

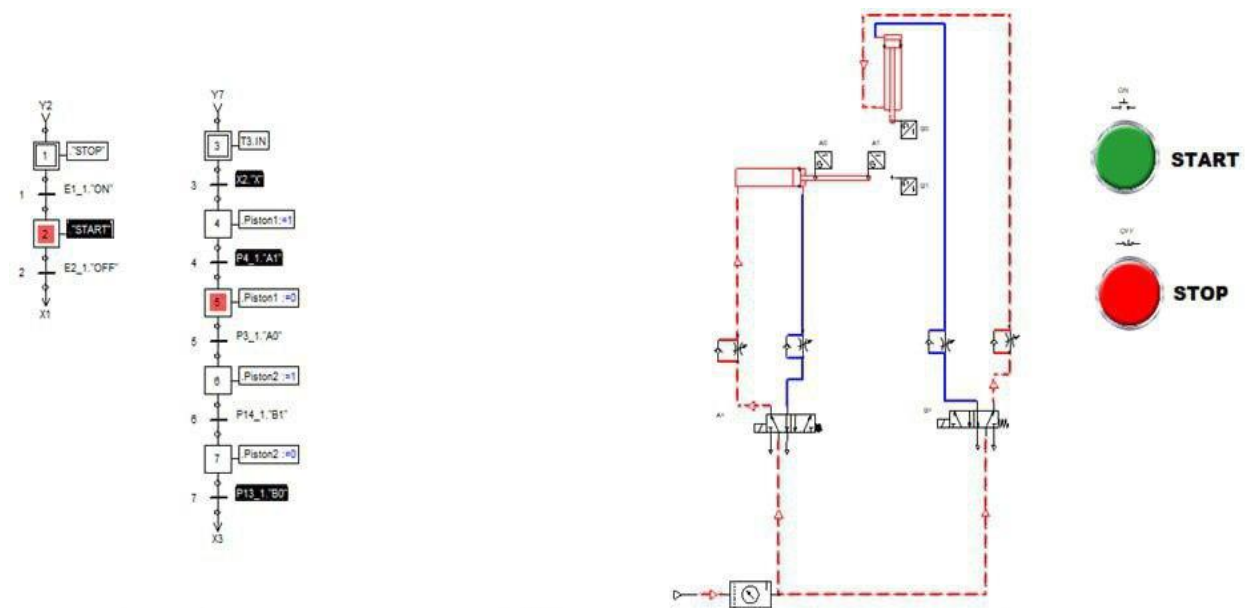


Figure III.19: la tige du vérin A étendre .

C- étape 3 :

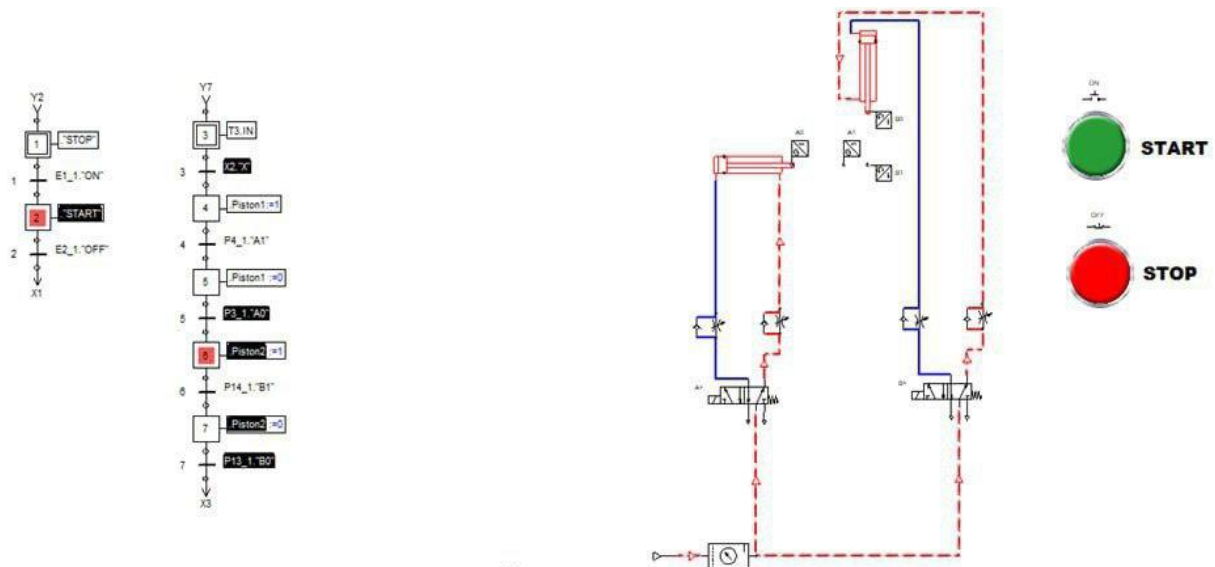


Figure III.20:retour du tige de vérin A .

D- étape 4 :

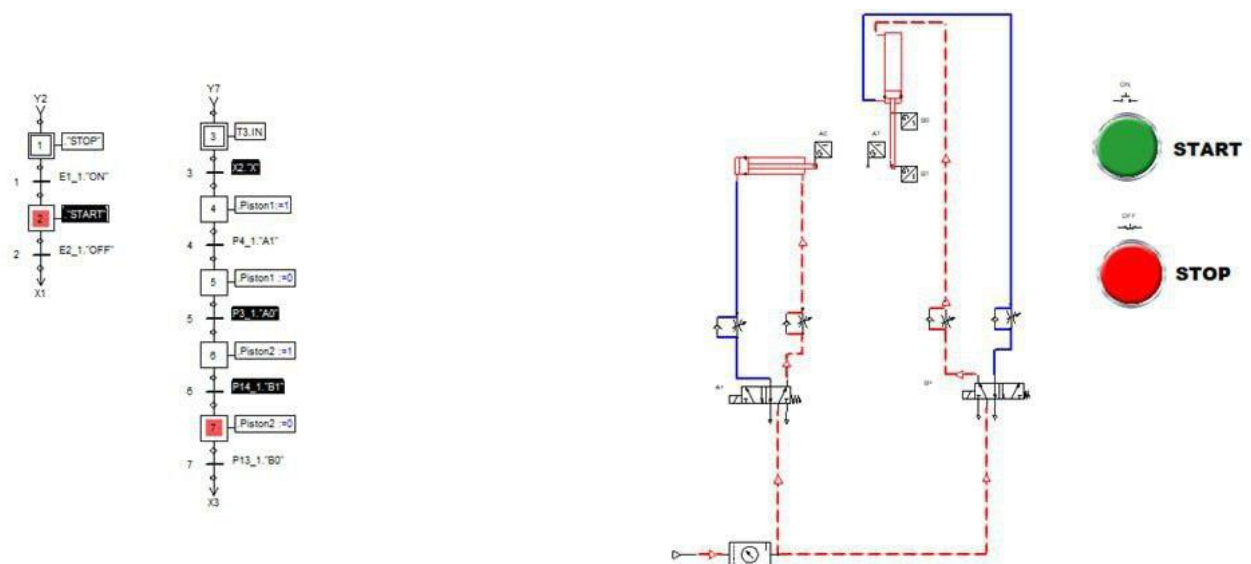


Figure III.21:la tige du vérin B étendre .

E- étape 5 :

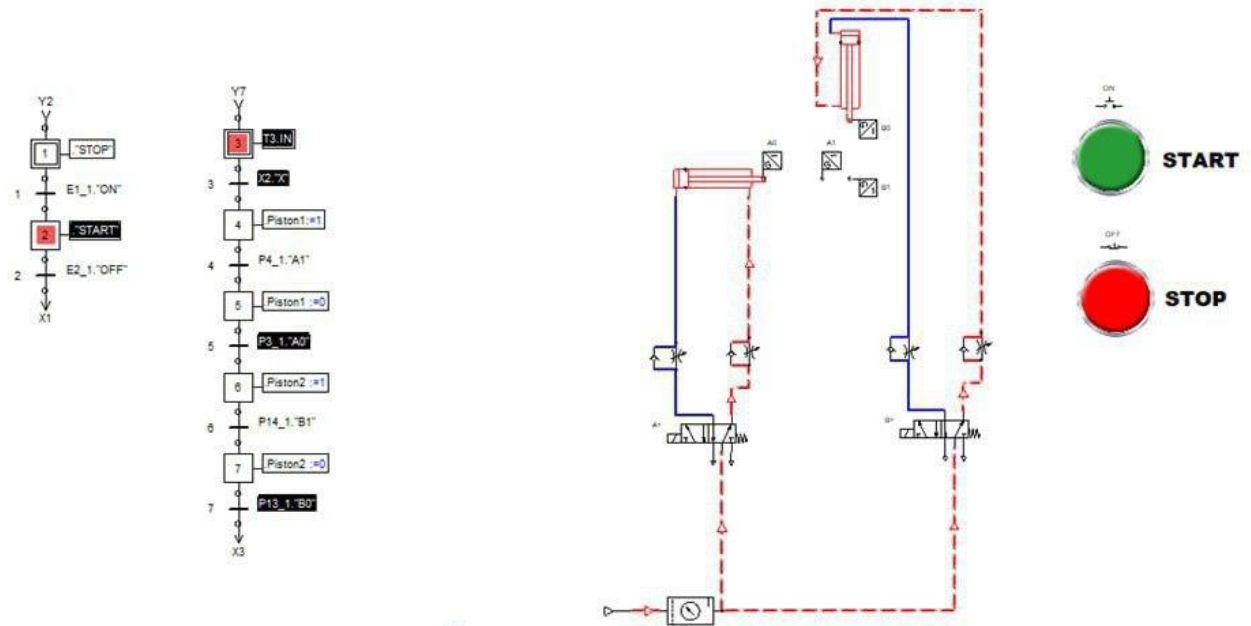


Figure III.22:retour du tige de vérin B .

2- Lorsque vous appuyez sur le bouton "STOP" :

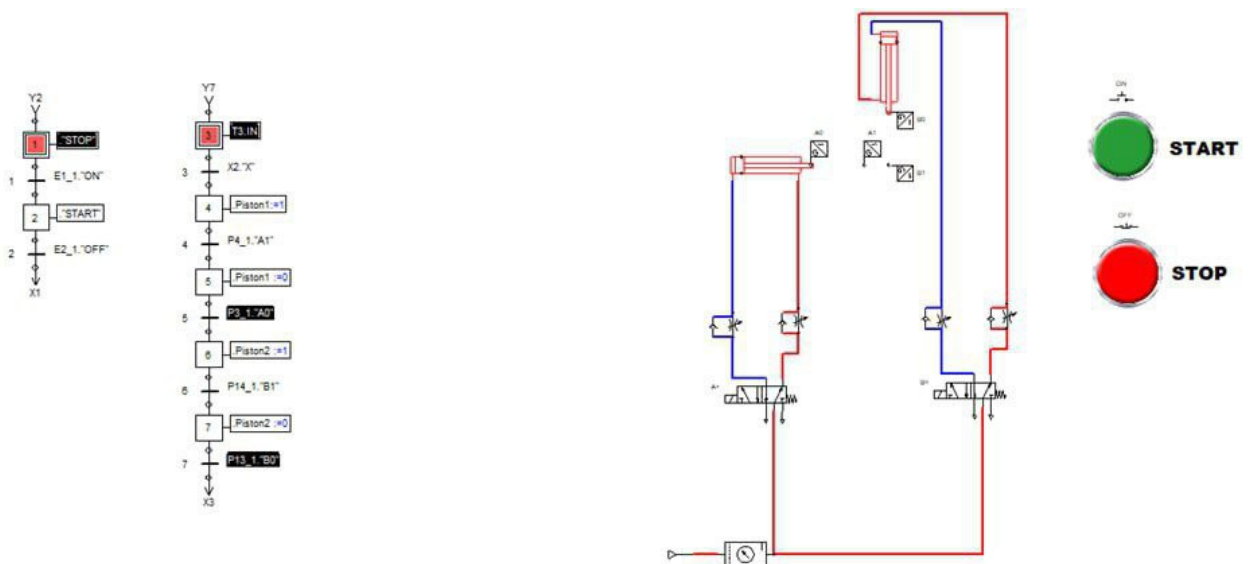


Figure III.23:Quand on appuie sur le bouton" STOP".

III.5.3.3 Ladder :

Et dans Ladder, il n'y a également que deux boutons : le bouton démarrage "START" et le bouton d'arrêt "STOP" .

1- Lorsque vous appuyez sur le bouton "START" :

A- étape 1 :

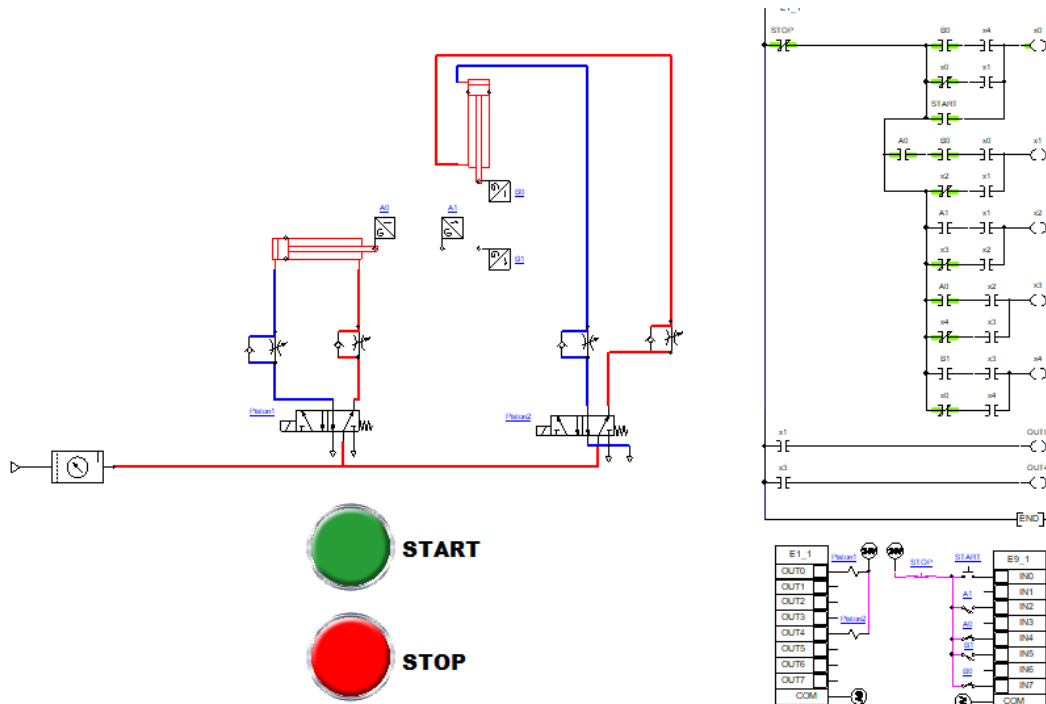


Figure III.24:Quand on appuie sur le bouton" START".

B- étape 2 :

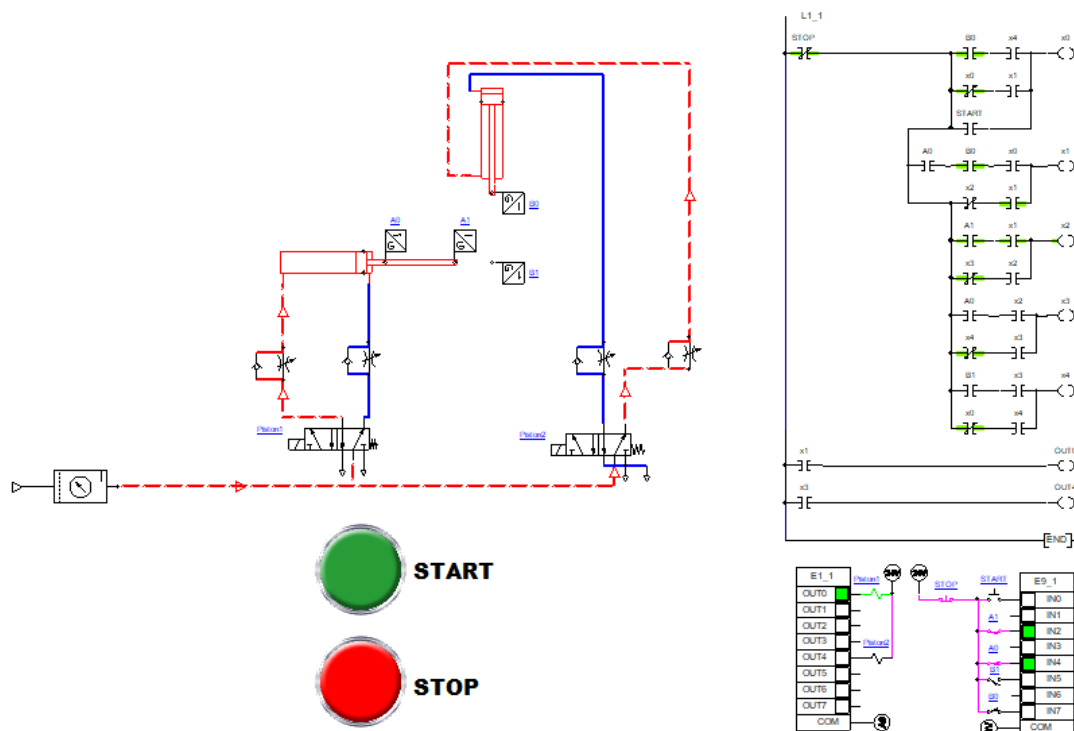


Figure III.25:la tige du vérin A étendre .

E- étape 5 :

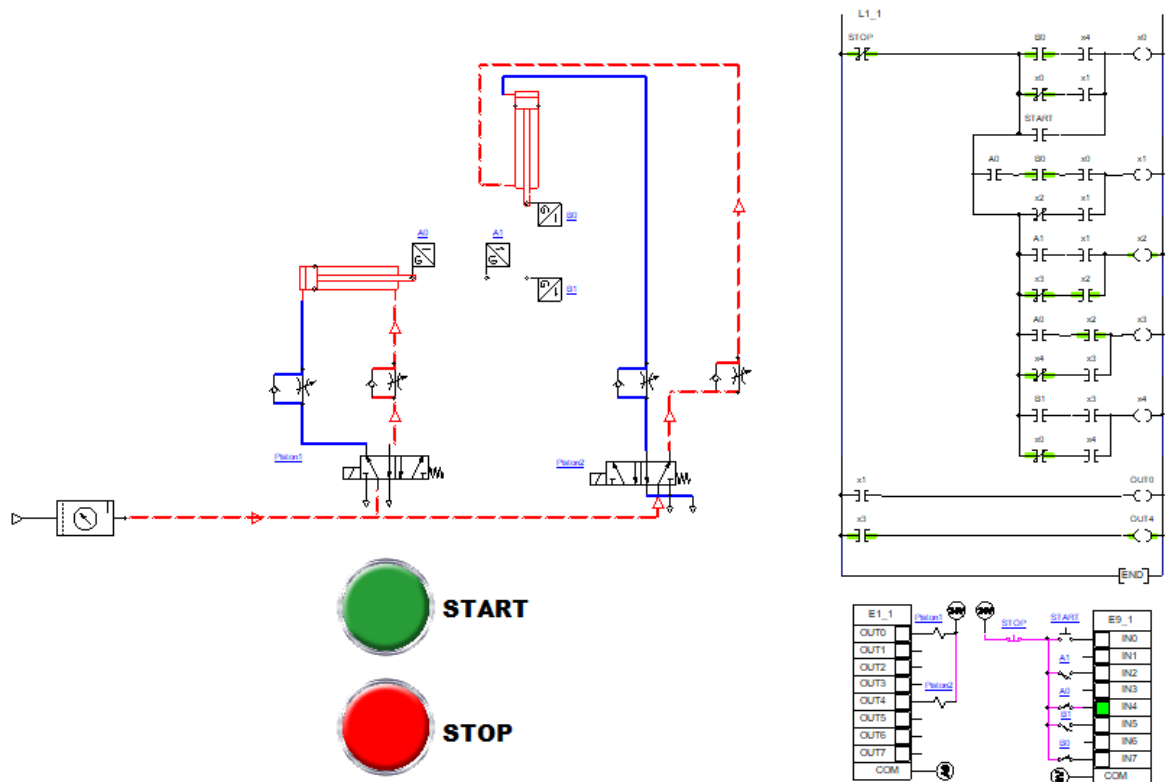


Figure III.28:retour du tige de vérin B .

2- Lorsque vous appuyez sur le bouton "STOP" :

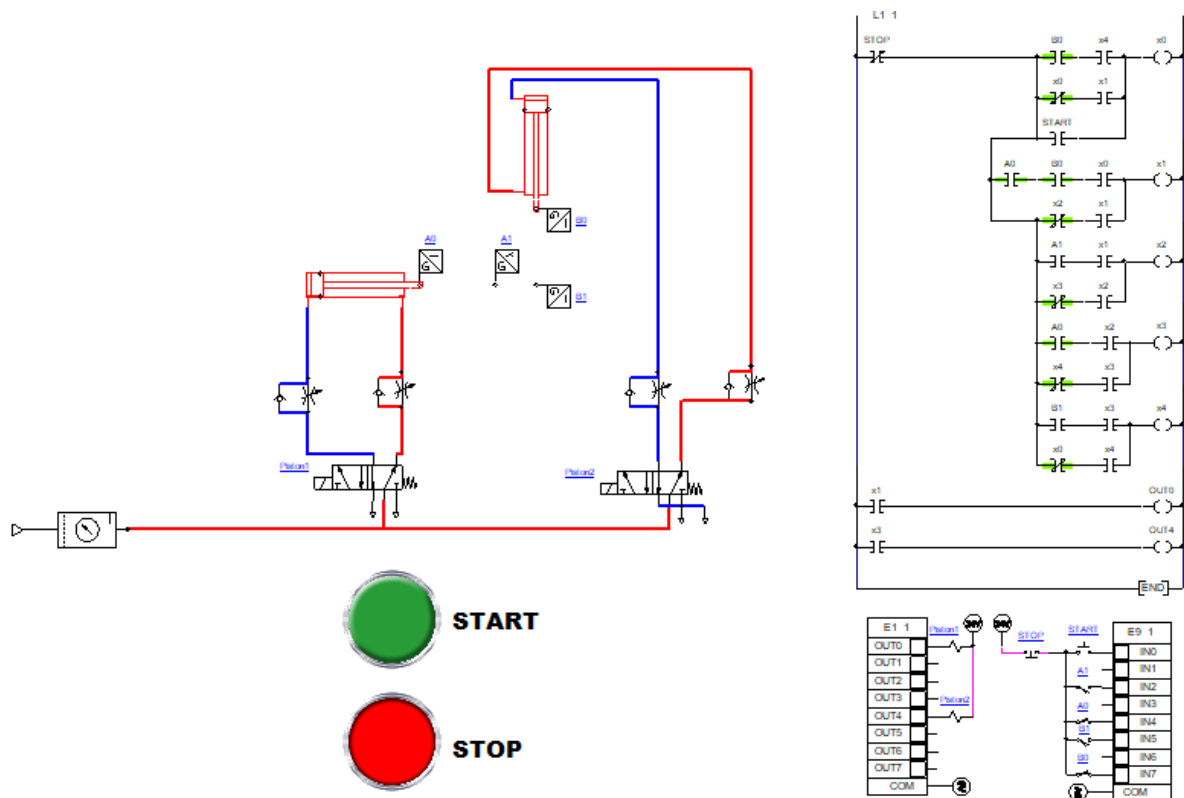


Figure III.29:Quand on appuie sur le bouton" STOP".

III.6 Conclusion :

- À travers une étude théorique rigoureuse, nous avons pu identifier les paramètres essentiels influençant le choix du vérin, notamment la force nécessaire, la pression d'alimentation, la course et le type de vérin (simple ou double effet). En appliquant les formules adéquates, nous avons déterminé les dimensions optimales du vérin répondant aux exigences du système. La phase de simulation avec Automation Studio a permis de valider les choix théoriques. Elle a offert une visualisation claire du fonctionnement du vérin dans le circuit pneumatique automatisé. Cette simulation nous a également permis de détecter d'éventuelles erreurs de conception, d'améliorer le contrôle du vérin et d'optimiser la performance globale du système.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Dans ce mémoire, nous avons étudié la simulation d'un système de presse pneumatique utilisé pour écraser des bidons métalliques, dans le but de faciliter leur recyclage. Grâce au logiciel Automation Studio, nous avons pu créer et tester un modèle du système sans avoir besoin de construire un prototype réel.

La simulation nous a permis d'analyser les performances dynamiques du système, de valider les séquences de commande, et d'optimiser les paramètres pneumatiques. Elle a également mis en lumière l'intérêt de la modélisation pour anticiper d'éventuels défauts de conception avant la mise en œuvre réelle.

Ce travail ouvre la voie à des développements ultérieurs, notamment l'intégration de technologies intelligentes et la migration vers des solutions hybrides, mêlant pneumatique, électronique et informatique industrielle.

En fin, nous espérons que ce travail sera utile à tous.

Bibliographique

Bibliographique :

- [1] [content/blog-discovery/maintenance/choisir-filtre-air-comprime \(fr.rs-online.com \)](#)
- [2] [blog/post/en-everything-you-need-to-know-about-pneumatics?\(proax.ca\)](#)
- [3] [document/Systeme-pneumatique\(fr.scribd.com\)](#)
- [4] [blogue/frl-preparer-lair-au-point-dapplication\(info.topring.com\)](#)
- [5] [/journal/blog-articles/distributeur-pneumatique-id_1122682/ \(www.festo.com\)](#)
- [6] [compressors/wiki/compressed-air-articles/what-is-an-air-receiver \(atlascopco.com\)](#)
- [7] [cours/les-systemes-automatisees/lessons/le-verin-pneumatique/\(bpmei-prades.com\)](#)
- [8] Dr. Amar ZERROUT, Cours de Systèmes Hydrauliques et Pneumatiques(UED 3.1), Laboratoire de Contrôle, Essai, Mesure et Simulation Mécanique En vue de l'obtention du diplôme de Master, Département de Mécanique, Université Hassiba Ben Bouali de Chlef
- [9] ABAIDI ADEL, Étude d'amélioration de productivité du compresseur CD301A au niveau de l'unité d'OHANET, En vue de l'obtention du diplôme de Master, Département de Génie des Procèdes, Université KASDI-MERBAH Ouargla 2021/2022.
- [10] [compressors/wiki/compressed-air-articles/what-is-oil-water-separator \(atlascopco.com\)](#)
- [11] [pages/lubrificateur pneumatique Les trois types raux de,l'alimentation point unique. \(tameson.fr \)](#)
- [12] AZOUZ Sidali et DAMARDJI Walid, Automatisation et Supervision d'une presse à vulcaniser les pneumatiques, En vue de l'obtention du diplôme de Master, Département d'Automatique et d'Electrotechnique, Université SAAD DAHLAB de BLIDA 2019/2022.
- [13] [conseils-techniques-pneumatique. \(fr.rubix.com\)](#)
- [14] HAMADOU Wissam, Conception et implémentation d'un système de commande automatisée d'une presse hydraulique, En vue de l'obtention du diplôme de Master, Département de génie électrique, Université Mohamed Khider de Biskra 2023/2024.
- [15] [moteur-pneumatique-fonctionnement-caractristiques-techniques-utilisation- \(blog.modec.fr\)](#)
- [16] [/news=advantages-and-disadvantages-of-pneumatic-press-\(shuntecpres.com\)](#)
- [17] [/catalog/filters-regulators-lubricators-\(emerson.com\)](#)
- [18] MEZIANE Samia et AZI Lynda, Etude et conception d'un outil de découpage d'une barre de liaison d'un moteur électrique, EN VUE D'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER , DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE, UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI - TIZI-OUZOU.
- [19] [cd_bac_mei/eleve/td /CALCULS PNEUMATIQUE ELEVE.pdf \(lpmei.com \)](#)

- [20] [dimensionnement-et-choix-des-verins.html/google_vignette\(bibiomaint.com\)](http://dimensionnement-et-choix-des-verins.html/google_vignette(bibiomaint.com))
- [21] [senga/composants-pneumatiques \(pdf.directindustry.fr \)](http://senga/composants-pneumatiques(pdf.directindustry.fr))
- [22] BOUDISSA Sofiane et BENKANOUN Omar, ETUDE ET CONCEPTION D'UN POINCON ET D'UNE MATRICE POUR LA FABRICATION D'UN SUPPORT GALET DE TRANSFORMATEUR, En vue de l'obtention du diplôme de Master académique en Génie Mécanique, Département de Génie Mécanique, UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU 2018/2019
- [23] [base-documentaire/mecanique-th7/transmission-de-puissance-hydraulique-et-pneumatique-42187210/automatisation-pneumatique-bm6100/consommation-des-verins \(techniques-ingenieur.fr\)](http://base-documentaire/mecanique-th7/transmission-de-puissance-hydraulique-et-pneumatique-42187210/automatisation-pneumatique-bm6100/consommation-des-verins(techniques-ingenieur.fr))
- [24] TOUMI FAKHREDDINE, DIMENSIONNEMENT ET SIMULATION D'UNE INSTALLATION HYDRAULIQUE INDUSTRIELLE , Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master, Département Électromécanique, BADJI MOKHTAR- ANNABA UNIVERSITY UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR- ANNABA
- [25] [temps-et-vitesse-de-course-du-verin-pneumatique /Comment calculer la vitesse du piston \(tameson.fr\)](http://temps-et-vitesse-de-course-du-verin-pneumatique/Comment calculer la vitesse du piston(tameson.fr))
- [26] Exercice de dimensionnement de vérin pneumatique/(youtube.com)
- [27] [/document/chapitre-2\(fr.scribd.com\)](http://document/chapitre-2(fr.scribd.com))
- [28] <https://fr.scribd.com/document/406525803/c-12-62>
- [29] document/Catalogue-Verins-Actionneurs-Verins-Actionneurs-Speciaux-437-00343
< **ASCO numatics** > (scribd.com)
- [30] [BTS ET/Schematisation pneumatique/Activite schematisation pneumatique helpndoc/Symbolespneumatiques2.html\(lefrancoisjj.fr\)](http://BTS ET/Schematisation pneumatique/Activite schematisation pneumatique helpndoc/Symbolespneumatiques2.html(lefrancoisjj.fr))
- [31] [cours/les-systemes-automatisees/lessons/lair-comprime/\(bpmei-prades.com\)](http://cours/les-systemes-automatisees/lessons/lair-comprime/(bpmei-prades.com))
- [32] [07-seiten/5140-kolbenkompressor.php\(kompressor.one\)](http://07-seiten/5140-kolbenkompressor.php(kompressor.one))
- [33] [2015/07/compresseur-vis.html?m=1\(clima-tunisie.blogspot.com\)](http://2015/07/compresseur-vis.html?m=1(clima-tunisie.blogspot.com))
- [34] [figure/Schema-descriptif-dun-compresseur-centrifuge_fig2_326658464\(researchgate.net\)](http://figure/Schema-descriptif-dun-compresseur-centrifuge_fig2_326658464(researchgate.net))
- [35] [/search/images?k=centrifugal+compressor\(stock.adobe.com\)](http://search/images?k=centrifugal+compressor(stock.adobe.com))
- [36] [de/produkt/sg-d17-digitaler-luftregler-mit-manometer/?add-to-cart=6737\(axatool.com\)](http://de/produkt/sg-d17-digitaler-luftregler-mit-manometer/?add-to-cart=6737(axatool.com))
- [37] [/catalogue/distributeurs-commande-manuelle-et-electrique-eco/distributeur-a-commande-electrique-86-MV-5-38.php\(airtec-france.fr\)](http://catalogue/distributeurs-commande-manuelle-et-electrique-eco/distributeur-a-commande-electrique-86-MV-5-38.php(airtec-france.fr))
- [38] [presses/\(emg.fr\)](http://presses/(emg.fr))
- [39] [presses/secabo/presse-semi-auto-tc5-lite.html\(coudreetbroder.com\)](http://presses/secabo/presse-semi-auto-tc5-lite.html(coudreetbroder.com))
- [40] [materials-testing/fr/produit/carver/presses-hydrauliques-automatiques-et-compactes-\(geneq.com\)](http://materials-testing/fr/produit/carver/presses-hydrauliques-automatiques-et-compactes-(geneq.com))