

F SOMMAIRE

1. Un peu d'histoire	Page 18
2. Introduction à la pneumatique	Page 18
2.1 Engendrer des mouvements avec de l'air	Page 18
2.2 L'air se laisse comprimer	Page 19
2.3 Hausser la pression pour accroître la force	Page 19
2.4 La vanne à clapet anti-retour	Page 19
2.5 La vanne manuelle	Page 20
2.6 Le compresseur	Page 20
2.7 Augmenter la surface pour accroître la force	Page 21
3. Maquettes pneumatiques fonctionnelles	Page 21
3.1 Catapulte	Page 21
3.2 Porte coulissante	Page 21
3.3 Plateau tournant avec presse	Page 22
3.4 Mécanisme d'avance linéaire	Page 22
4. Maquettes de jeu pneumatiques	Page 23
5. En savoir plus sur la pneumatique	Page 23
6. Lorsque quelque chose ne fonctionne pas correctement	Page 24

1. Un peu d'histoire

Depuis des millénaires, l'homme utilise l'air comme un outil, par exemple pour faire du feu en s'aidant d'un soufflet.

En 260 av. J.C. environ, le Grec Ktesibios construisit le premier engin de tir à air comprimé. Outre un tendon, cet appareil faisait appel à de l'air comprimé dans un cylindre, ce qui accroissait énormément la portée du projectile. Rien d'étonnant, par conséquent, à ce que le mot grec „pneuma“, qui signifie „air“, ait donné son nom à cette technique, la „pneumatique“.

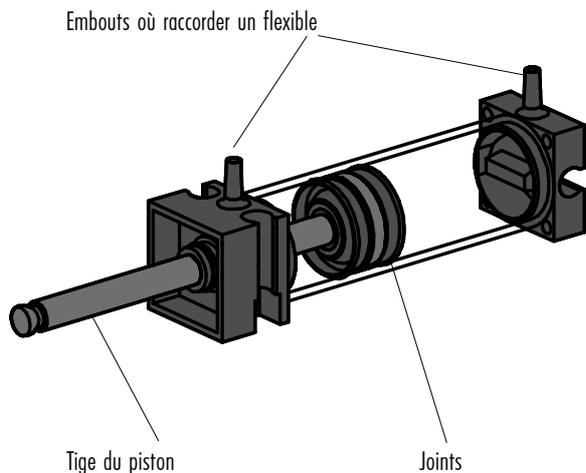
Au 19^{ème} siècle, avec l'industrialisation naissante, des appareils à commande pneumatique ont été utilisés principalement dans la construction des routes et dans les mines. L'industrie moderne n'existerait pas sans la pneumatique. Partout l'on trouve des machines et appareils automatique entraînées par l'air comprimé, chargés par ex. de monter et trier diverses pièces détachées, ou d'emballer des marchandises.

2. Introduction à la pneumatique

Tu l'as sûrement déjà constaté, on peut faire beaucoup de choses avec l'air. L'air peut par ex. entraîner une éolienne ; avec l'air, on peut gonfler un ballon ou bien souffler une bougie. La pneumatique a principalement pour but d'engendrer des mouvements à l'aide de l'air, et de transmettre des forces. Avec notre coffret Profi Pneumatic II, nous voulons surtout t'expliquer comment fonctionnent les organes pneumatiques. Dans ce but, nous allons te les décrire pas à pas et t'expliquer comment ils fonctionnent. En outre, le coffret contient de nombreux exemples de maquettes illustrant comment utiliser concrètement la pneumatique.

2.1 Engendrer des mouvements avec de l'air

Nous commencerons par générer un mouvement avec de l'air. Dans ce but, nous nous allons nous servir d'un appareil appelé vérin pneumatique.

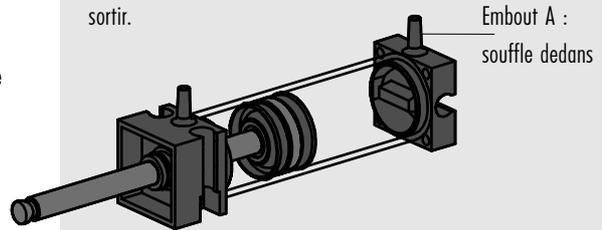


Le coffret contient deux vérins différents, le petit présente une tige de piston noire, le grand une tige de piston bleue. Nous reviendrons plus loin sur cette différence. Utilisons pour commencer la tige de piston bleue.

La tige de piston se déplace et sa jonction avec la paroi du vérin est étanche. Si tu insuffles de l'air dans le vérin par l'un des deux embouts, cela fera bouger la tige du piston. Nous appellerons „A“ l'embout provoquant la sortie de la tige de piston, et „B“ l'embout provoquant sa rentrée.

Essai :

Sur l'embout A, fixe un tronçon du flexible bleu et souffle vigoureusement dedans. Si tu as suffisamment de souffle, la tige de piston va sortir.



Souffle maintenant dans l'embout B tout en obturant l'embout A avec un doigt.



Que ce passe-t-il ?

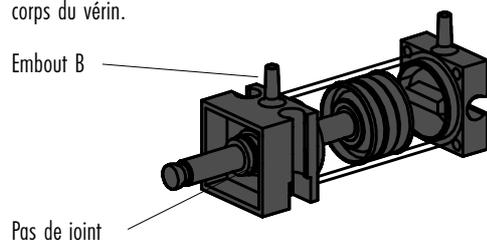
Exact : il ne se passe rien du tout. T'expliques-tu pourquoi ?

Explications :

L'air situé dans la partie inférieure du vérin ne peut pas s'échapper. Pour cette raison, la tige du piston ne se déplace pas. Si donc tu insuffles de l'air par un embout, il faut que l'autre embout reste toujours dégagé, sinon le piston ne pourra pas se déplacer. Le second embout doit pouvoir laisser l'air s'échapper.

Le vérin que nous avons utilisé et dont la tige de piston peut aussi bien sortir que rentrer, s'appelle un „vérin à double effet“.

Il existe aussi des „vérins à simple effet“. Leur tige de piston ne peut se déplacer que dans un sens sous l'effet de la pression. Pour générer un mouvement dans l'autre sens, on utilise souvent un ressort. Le petit vérin, celui avec la tige de piston noire, est un tel vérin à simple effet. Il ne présente pas de joint d'étanchéité à l'endroit où la tige du piston sort du corps du vérin.

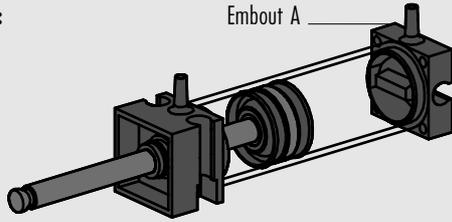


Pas de joint

Sur ce vérin, l'air s'échappe par là quant tu insuffles de l'air par l'embout B. Par contre, sa tige de piston se laisse déplacer plus facilement que la tige bleue. Nous allons t'expliquer plus loin l'intérêt du vérin à simple effet.

2.2 L'air se laisse comprimer

Essai :



Prend à nouveau en main le vérin équipé de la tige de piston bleue et sort complètement la tige. Bouche ensuite l'embout A avec un doigt et essaie de faire rentrer la tige de piston. Qu'observes-tu ?

Observation :

La tige de piston se laisse enfoncer un peu mais pas beaucoup. Si tu la relâches, elle revient comme un ressort sur sa position d'origine.

Résultat :

L'air que contient le vérin se laisse comprimer. Plus tu le comprimes et plus la pression régnant dans le vérin s'accroît. Cette pression, on peut la mesurer et aussi la calculer. L'unité exprimant la pression est le „bar“ ou le „pascal“.

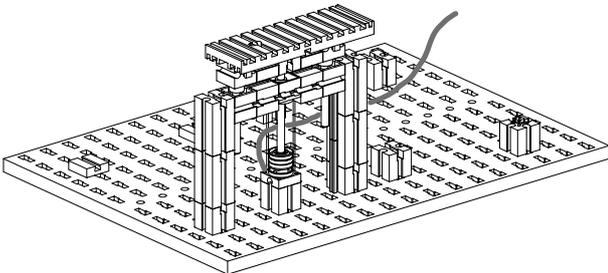
La formule servant à calculer la pression s'écrit comme ceci :

$$\text{Pression} = \frac{\text{Force}}{\text{Surface}} \quad \text{ou, en abrégé} \quad p = \frac{F}{A}$$

La valeur de la pression dépend donc de la force que tu appliques sur la surface ronde à l'intérieur du vérin.

2.3 Hausser la pression pour accroître la force

Nous voulons commencer par constater quelles forces le vérin nous permet d'exercer. Commence dans ce but par construire une petite plateforme élévatrice conformément aux instructions de montage figurant à partir de la page 5.



Nous allons effectuer quelques essais avec cette maquette :

Plateforme élévatrice, essai 1 (reporte-toi aux instructions de montage page 5) : Essaie d'abord de déplacer la plateforme élévatrice vers le haut : insuffle de l'air dans le vérin à l'aide d'un flexible. Tu auras beau t'efforcer, cela ne marchera pas.

Plateforme élévatrice, essai 2 (reporte-toi aux instructions de montage page 7) : Utilise maintenant un deuxième vérin, celui à la tige de piston bleue et fixe-le sur la plaque de montage à côté de la plateforme élévatrice. Sors complètement la tige de piston et raccorde à l'embout A le flexible qui aboutit au vérin de la plateforme élévatrice.

Appuie sur la tige de piston. Que se passe-t-il ? La plateforme se soulève. Fait sortir entièrement à nouveau la tige de piston, et tu verras la plateforme redescendre. Jusqu'ici, aucun problème.

Mais que se passe-t-il si tu poses par ex. un livre sur la plateforme et que tu essaies ensuite de la faire monter ?

Tu constates qu'il faut enfoncer la tige de piston assez profondément dans le vérin avant que le livre daigne se déplacer vers le haut. En outre, la plateforme élévatrice refuse désormais de sortir complètement. Pourquoi cela ?

Pour faire monter ce livre, qui est lourd, il faut une force plus élevée. Tu ne parviens à atteindre cette force qu'en augmentant la pression dans le vérin de la plateforme élévatrice. L'air comprimé occupe moins de place dans le vérin. Il n'y a plus assez d'air „comprimé“ dans le vérin pour faire sortir complètement la plateforme élévatrice. Il faudrait que nous puissions pomper plus d'air comprimé dans le vérin.

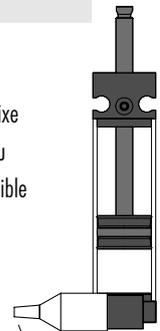
Dans ce but, nous allons nous servir d'une vanne à clapet anti-retour.

2.4 La vanne à clapet anti-retour

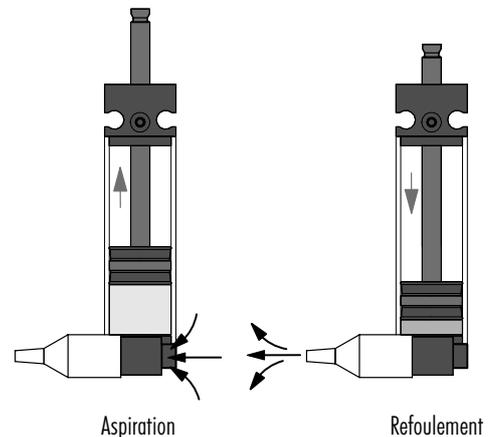


La vanne à clapet anti-retour se fixe tout simplement sur l'embout A du vérin. Tu peux ensuite fixer le flexible sur l'embout libre de la vanne.

Si maintenant tu fais sortir la tige de piston du vérin, la vanne à clapet anti-retour aspire de l'air ambiant et l'envoie dans le vérin. Une fois que tu repousses à nouveau la tige de piston vers l'intérieur du vérin, l'air est chassé par le second orifice ménagé sur la vanne à clapet anti-retour, et gagne le flexible, tandis que le premier orifice reste obturé. Nous venons de construire une pompe à air ressemblant à celle que tu utilises pour gonfler les pneus de ta bicyclette.



Embout où brancher le flexible

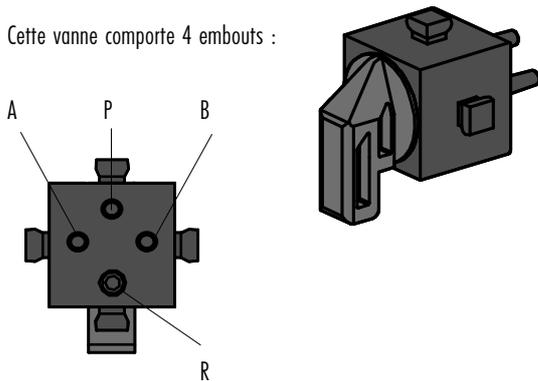


Plateforme élévatrice, essai 3 (reporte-toi aux instructions de montage page 7) : Raccorde maintenant cette pompe à main au flexible qui aboutit à la plateforme élévatrice. Maintenant, tu peux pomper dans le vérin de la plateforme élévatrice autant d'air que nécessaire pour qu'elle se soulève complètement.

Maintenant, il ne reste plus qu'un problème à résoudre : lorsque nous voulons faire monter la plateforme élévatrice, il suffit que l'air pénètre par l'embout inférieur dans le vérin. Pour que la plateforme élévatrice redescende, il faut que l'air pénètre par l'embout supérieur. Débrancher et rebrancher chaque fois le flexible est une opération énervante. Il existe en fait une bien meilleure solution.

2.5 La vanne manuelle

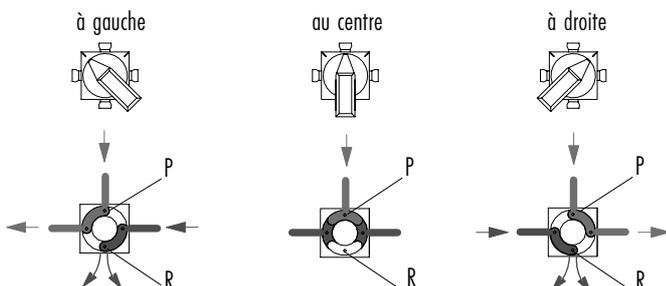
Cette vanne comporte 4 embouts :



L'embout du milieu est celui par lequel arrive l'air comprimé (nous l'appelons l'embout „P“). Les embouts gauche et droit (A et B) reçoivent les flexibles aboutissant au vérin. L'embout court au bas de la vanne est l'embout „R“, il sert à l'évacuation de l'air. Cet embout permet à l'air revenant du vérin de s'échapper (il s'agit donc d'air sortant). La vanne manuelle est commutable sur trois positions (centrale - gauche - droite). Une vanne à 4 embouts et trois positions de commutation s'appelle une vanne à 4/3 voies.

Plateforme élévatrice, essai 4 (reporte-toi aux instructions de montage page 8) : Raccorde la vanne comme décrit dans les instructions de montage. Lorsque le commutateur se trouve sur la position centrale, tous les embouts sont obturés, la plateforme élévatrice ne bouge pas. Si tu tournes le commutateur vers la gauche et pompes en même temps avec la pompe à air, la plateforme élévatrice monte. Si tu tournes le commutateur vers la droite, tu peux la faire redescendre.

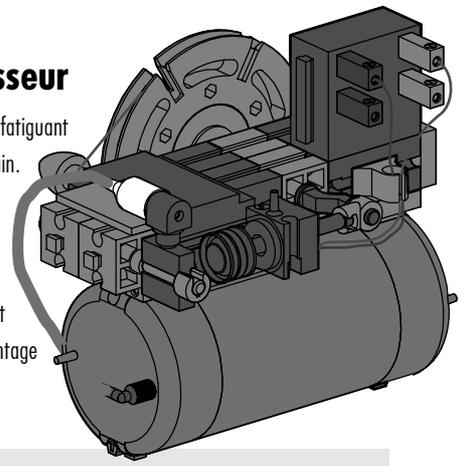
La figure ci-après t'explique comment l'air circule dans la vanne en fonction des différentes positions du commutateur :



2.6 Le compresseur

Avec le temps, cela devient fatigant bien sûr de pomper à la main.

Il existe une solution bien plus élégante : le compresseur. Assemble le compresseur comme décrit dans les instructions de montage à la page 11.



Plateforme élévatrice, essai 5 (reporte-toi aux instructions de montage page 9) : Fixe maintenant le compresseur sur la plaque de montage de la plateforme élévatrice, contre les deux briques rouges prévues à cet effet. Ensuite, raccorde à la plateforme élévatrice le compresseur à la place de la pompe à main.

Il est important que tu utilises, comme alimentation électrique, une pile alcaline de 9 V. Une pile-bloc „normale“ de 9 volts rendrait l'âme au bout de quelques minutes seulement. Il serait cependant encore préférable que tu utilises l'accu en kit fischertechnik (Réf. 34969), car il offre considérablement plus de puissance qu'une pile-bloc, son autonomie est bien plus longue et tu peux le recharger chaque fois qu'il faiblit.

Après l'enclenchement du compresseur, attend env. 15 secondes, temps nécessaire à ce que le réservoir d'air se soit rempli. Ensuite, tu peux faire monter et descendre la plateforme élévatrice sans devoir pomper constamment à la main.

Pour faire marcher le compresseur, nous utiliserons, comme pompe, le petit vérin pneumatique, celui équipé de la tige de piston noire. La tige de ce vérin à simple effet se laisse plus facilement déplacer que celle du grand vérin, ce qui permet au moteur fischertechnik de l'entraîner. Le réservoir d'air assure qu'il y aura toujours suffisamment d'air comprimé pour actionner le vérin pneumatique. La pression générée par le compresseur s'élève à 0,5 bar. Le piston du cylindre du compresseur doit toujours se déplacer facilement. Tu peux le lubrifier - parcimonieusement - avec une petite goutte d'huile sans acide (de l'huile au silicone). Si le compresseur reste assez longtemps sans servir, nous te recommandons d'enlever la courroie d'entraînement car elle pourrait se détendre et finir par patiner.

Plateforme élévatrice, essai 6 (reporte-toi aux instructions de montage page 9) : Utilise le compresseur sans réservoir d'air. Pour ce faire, pose un flexible de 20 cm de longueur, allant de la vanne à clapet anti-retour directement à l'embout P de la vanne manuelle. Qu'est-ce qui change dans le fonctionnement de la plateforme élévatrice ?

Observe bien : Autant en montée qu'en descente, la plateforme avance par à-coups parce que la pompe injecte de l'air par à-coups dans le circuit pneumatique. Le réservoir a pour but d'égaliser ces coups de bélier. Pour cette raison, les mouvements de la plateforme sont plus réguliers si tu intercales le réservoir d'air.

2.7 Augmenter la surface pour accroître la force

Problème :

Essaie de déterminer le poids maximal que tu peux poser sur la plateforme élévatrice et auquel elle se laisse encore tout juste déplacer.

Comment faire pour soulever des poids encore plus importants ?

Plateforme élévatrice, essai 7 (reporte-toi aux instructions de montage page 10) : Pour soulever de lourdes charges, utilise un second vérin pneumatique. Incorpore ce second vérin dans la plateforme élévatrice comme indiqué dans les instructions de montage puis branche-le conformément au plan illustré des flexibles.

Problème :

Pour quelle raison le poids que tu peux soulever double-t-il approximativement comparé au montage avec un seul vérin ?

Solution :

La formule $p = \frac{F}{A}$ donne, par permutation des termes : $F = p \cdot A$.

La force que tu peux exercer dépend donc de la pression et de la surface sur laquelle agit cette pression. La pression que le compresseur génère est toujours constante.

Si nous utilisons deux vérins au lieu d'un, la surface sur laquelle la pression s'exerce double par conséquent. Avec elle double aussi la force, donc le poids que tu peux soulever.

Cela te paraît trop compliqué ? Cela ne fait rien. Souviens-toi seulement de prendre un second vérin lorsque la force d'un seul ne suffit pas.

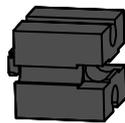
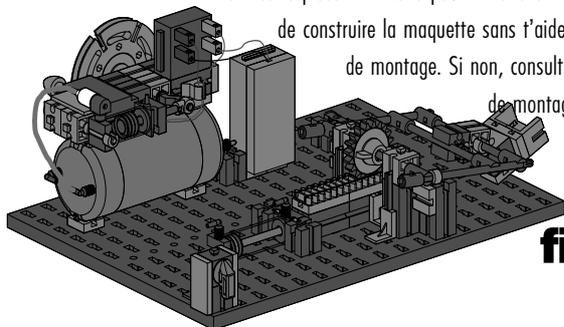
Nous voici parvenus à la fin du chapitre introductif. Comme tu le vois, la pneumatique est une discipline complexe mais aussi furieusement passionnante. Pour cette raison, passons tout de suite aux autres maquettes contenues dans le coffret. Divertis-toi bien.

3. Maquettes pneumatiques fonctionnelles

Dans ce chapitre, nous allons examiner quelques applications dont la réalisation, en „technique réelle“, fait souvent appel à la pneumatique. Nous allons construire une maquette illustrant chaque application, pour mieux comprendre comment tout cela fonctionne.

3.1 Catapulte

Au premier chapitre, nous avons indiqué que le Grec Ktesibios, en 260 av. J.C. env., avait construit la première pièce d'artillerie à air comprimé. Ce qu'il a inventé, nous l'appliquons depuis longtemps. As-tu idée de la façon dont cette pièce d'artillerie pouvait fonctionner ? Si oui, essaie de construire la maquette sans t'aider des instructions de montage. Si non, consulte notre proposition de montage dans les instructions situées à la page 13.



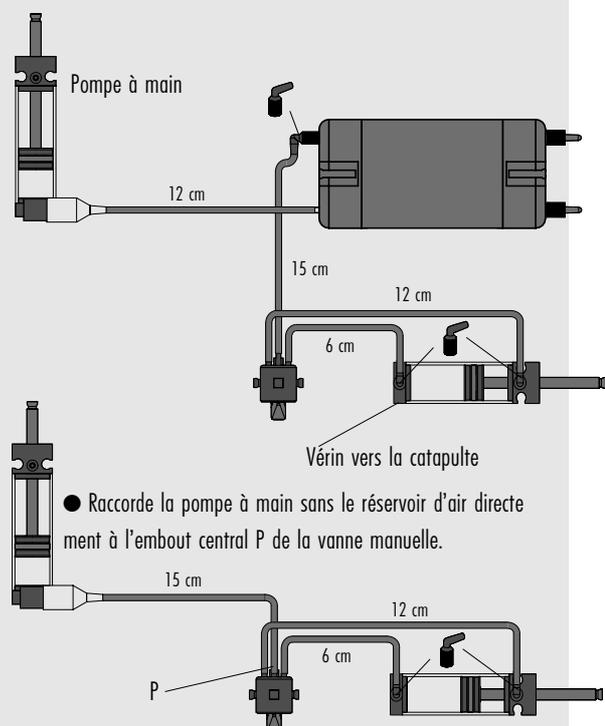
Dans notre modèle, l'air comprimé est généré par un compresseur. Avant d'actionner la catapulte pour la première fois, attend une quinzaine de seconde, temps nécessaire au réservoir d'air pour se remplir et pour débiter la pression maximale. Ensuite, catapulte simplement une brique noire 15 dans la pièce.

Problème :

La catapulte fonctionne sans doute bien, nous l'espérons, mais essaie maintenant de catapulter la brique encore plus loin. Réfléchis aux possibilités d'y parvenir. Quelle méthode fonctionne le mieux ?

Moyens :

- A la place du compresseur, utilise la pompe à main et remplis avec le réservoir d'air. Ouvre ensuite la vanne manuelle et observe à quelle distance la brique est catapultée.



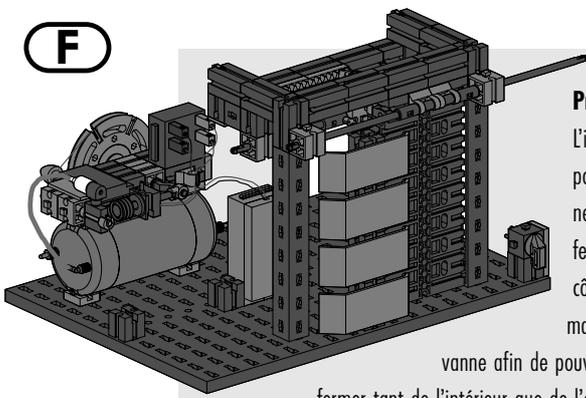
- Raccorde la pompe à main sans le réservoir d'air directement à l'embout central P de la vanne manuelle.

Ouvre la vanne de sorte que le vérin de la catapulte puisse sortir et enfonce ensuite le plus rapidement possible la tige de piston de la pompe à main.

De quelle manière obtiens-tu le meilleur résultat ?

3.2 Porte coulissante

Tu es certainement déjà passé de nombreuses fois par une porte coulissante. Ces portes sont entraînées par un mécanisme soit électrique soit pneumatique. Les portes des cars par ex. comportent fréquemment une commande pneumatique qui les fait s'ouvrir et se fermer. On entend un sifflement typique lorsque l'air s'échappe. Construis-toi maintenant une telle porte coulissante qui dans un premier temps s'ouvrira et se fermera au moyen d'une vanne. Tu trouveras les instructions de montage à la page 17 du manuel contenant les instructions de montage.

F**Problème :**

L'inconvénient de cette porte, c'est que tu ne peux l'ouvrir et la fermer que d'un seul côté. Incorpore maintenant une seconde

vanne afin de pouvoir l'ouvrir ou la fermer tant de l'intérieur que de l'extérieur.

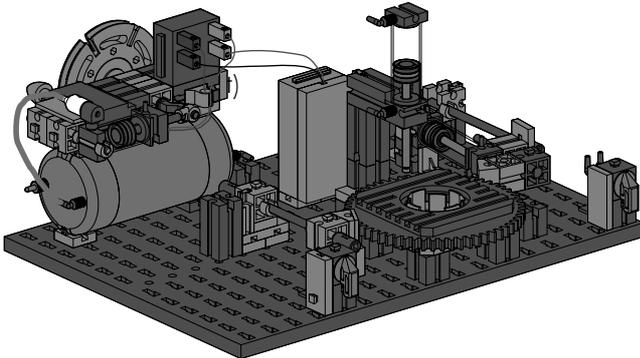
Solution :

Reporte-toi aux instructions de montage page 21.

Souviens-toi de ramener chaque vanne en position centrale après l'avoir actionnée. Sinon tu ne pourras pas actionner la porte au moyen de la seconde vanne.

3.3 Plateau tournant avec presse

Les machines avec lesquelles on fabrique des pièces dans les entreprises sont très fréquemment entraînées par de l'air comprimé. Notre machine se compose d'un plateau tournant et d'une presse. Assemble la maquette comme indiqué dans les instructions de montage, à la page 22.



Chacune des deux fonctions est commandée par sa propre vanne. Le plateau tournant a été conçu de telle sorte qu'à chaque sortie du vérin il avance d'un cran sans revenir en arrière lorsque le vérin s'escamote.

Essai :

Les deux fonctions, „Tourner“ et „Presser“, doivent être exécutées les unes après les autres. Combien de pièces peux-tu usiner en une minute ? Actionne les vannes l'une après l'autre et chronomètre ton temps.

Parviens-tu à les actionner avec une rapidité telle que le compresseur „s'essouffle“, c'est-à-dire qu'il ne parvient pas à produire suffisamment d'air comprimé pour commander les vérins à cette vitesse ?

Problème :

Dans la réalité d'une usine, de telles installations ne sont pas commandées à la main. Comment les commande-t-on automatiquement ?

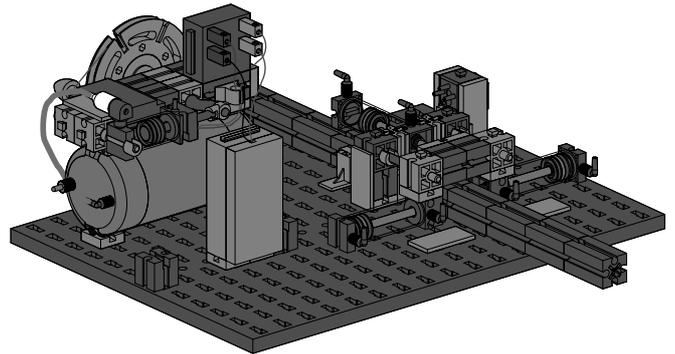
Solution :

A la place des vannes manuelles, on utilise des vannes qui s'ouvrent et se ferment lorsqu'elles reçoivent une impulsion. Ces vannes reçoivent leurs impulsions d'une commande programmable dite API (**A**utomate **P**rogrammable **I**ndustriel). Le programmeur indique selon quelle chronologie les vannes doivent être actionnées, il mémorise sa programmation et l'installation fonctionne sans que personne n'ait à ouvrir ni fermer de vannes manuellement en permanence.

Au chapitre 5, nous examinerons comment automatiser de telles installations avec fischertechnik.

3.4 Mécanisme d'avance linéaire

Sur la maquette précédente, tu as fait avancer le plateau tournant d'un cran chaque fois que tu actionnais la vanne. Il est également possible de générer un mouvement linéaire avec avancée cran par cran. A cette fin, construis la maquette „d'avance linéaire“ en suivant les instructions de montage page 26.



Comme tu le vois, cette maquette d'avance linéaire est bien plus difficile à réaliser que le plateau tournant. Il nous faut maintenant trois vérins pneumatiques.

Problème :

Peux-tu t'imaginer les applications faisant appel, dans la réalité, à ce dispositif d'avance linéaire ?

Solution :

Dans les scieries par exemple, pour transporter les troncs d'arbres qui doivent être sciés à une certaine longueur.

Il va de soi que dans des installations réelles on automatiserait ici aussi le fonctionnement. Mais les manipulations à la main suffisent amplement pour comprendre le principe de fonctionnement.

4. Maquettes de jeu pneumatiques

Le coffret „Profi Pneumatic“ contient, outre les maquettes fonctionnelles que nous avons examinées au chapitre 3, quatre autres maquettes, de jeu cette fois, aux fonctions fascinantes. Il s'agit des quatre applications suivantes : pose de conduites, chasse-neige, pelleuse et excavateur. Les fonctions employées sur ces maquettes ne sont pas, dans la pratique, exécutées sous pression pneumatique mais sous pression hydraulique. En pratique, on emploie de l'huile hydraulique à la place d'air comprimé pour déplacer les vérins. A la différence de l'air, l'huile est incompressible, raison pour laquelle on peut transmettre grâce à elle des forces beaucoup plus élevées qu'avec l'air.

Mais dans nos maquettes de jeu, la force de l'air comprimé suffit amplement. En outre, tu peux t'imaginer quelles salissures tu provoquerais de jouer avec de l'huile, surtout s'il en tombait par ex. sur la maquette. Si l'on employait de l'eau à la place de l'huile, les vérins risqueraient de s'entarter. L'emploi d'eau distillée n'est pas recommandable lui non plus en raison du risque sanitaire qu'elle poserait en cas d'avalent. Restons-en donc bien sagement à l'air comprimé et réjouissons-nous d'entendre les pétarades du compresseur, les sifflements des vannes au moment de les actionner, et ceux de l'air qui s'échappe des vérins. Ces maquettes se laissent bien sûr idéalement combiner avec d'autres coffrets. Ainsi par exemple l'excavateur pneumatique convient à merveille pour charger le camion benne de Cars&Trucks. Avec le camion à plateau surbaissé de Super Trucks, tu peux aussi transporter des conduites qui seront déchargées avec l'une des grues portuaires, et ensuite poser ces canalisations avec la maquette pneumatique à cet effet. A toi le plaisir de construire et de jouer.

Remarques :

- Il est particulièrement important, avec l'excavateur, que tu attendes env. 15 secondes après avoir enclenché le compresseur. C'est le temps nécessaire au réservoir d'air pour se remplir et pour débiter la pression maximale nécessaire au levage du bras de l'excavateur. Si la pression est insuffisante, le bras risque de ne pas se déplacer. Si tu viens d'exécuter plusieurs fonctions successives, laisse au compresseur le temps de recharger le réservoir d'air comprimé.
- Si tu fais marcher ces maquettes assez longtemps d'affilée, cela vaudra absolument le coup d'utiliser le kit d'accus (Réf. 34969) à la place d'une pile-bloc de 9 volts. Le pack d'accus a une autonomie nettement plus grande qu'une pile-bloc de 9 volts et peut se recharger périodiquement. Son intégration dans les maquettes ne pose aucun problème.

5. En savoir plus sur la pneumatique

Le thème fascinant de la pneumatique ne prend pas fin avec la dernière maquette de ce coffret „Profi Pneumatic“. Si maintenant tu as envie d'automatiser en plus les maquettes, le coffret Pneumatic Robots (Réf. 34948) est exactement ce qu'il te faut. Dans ce coffret, les maquettes ne sont plus commandées par des vannes manuelles mais par des vannes électromagnétiques raccordées à l'interface intelligente. Le logiciel LLWin permet ensuite de programmer et piloter ces maquettes par le biais d'un PC. Il s'agit d'une technique parmi les plus fines. Tu pourras réutiliser bien sûr les composants du coffret „Profi Pneumatic“, pour étendre et agrandir les maquettes. Tu peux par ex. te construire un „double compresseur“ équipé de deux moteurs, de deux réservoirs d'air et qui produira donc deux fois plus d'air. Ceci ouvre une infinité de possibilités.

Peut être retrouveras-tu de nouveau la pneumatique pendant ta formation ou dans l'exercice de ta profession. Tu constateras alors que la „pneumatique réelle“ fonctionne fondamentalement comme celle du coffret de maquettes fischertechnik, et que ce thème t'est depuis longtemps familier.

6. Que faire lorsque quelque chose ne fonctionne pas ?

Qu'y a-t-il de pire qu'une maquette finie de monter et de raccorder, mais qui refuse de marcher ? Pour cette raison, nous allons te donner ici quelques conseils sur les causes spécifiques possibles du dysfonctionnement, et t'expliquer comment tu pourrais le supprimer toi-même.

Défaut	Cause possible	Remède
Le compresseur ne tourne que très lentement. Le moteur s'immobilise dès qu'il faut comprimer de l'air.	Tu n'as pas utilisé de piles alcalines. Le cylindre du compresseur a marché à sec et ne se laisse déplacer que difficilement à la main. Dans ce cas, de la poussière d'abrasion apparaît bien visible dans le tube du vérin.	Utilise une pile-bloc alcaline de 9V ou les accus fischertechnik en kit (Réf. 34969) Vérifie les causes possibles de défectuosité du compresseur. Si le joint du piston ne s'est pas encore replié, lubrifie le vérin avec une petite goutte d'huile sans acide. Si le joint s'est retourné, change le vérin usé.
Le moteur du compresseur tourne mais le volant cinétique ne tourne pas.	L'anneau en caoutchouc est détendu ou graissé et patine	Nettoie l'anneau en caoutchouc et la pointe d'adaptation, contre le moteur, avec un peu d'eau et du savon. Change l'anneau en caoutchouc s'il est usé.
Le compresseur marche normalement en apparence, mais le vérin pneumatique qui lui est raccordé ne se déplace que très lentement ou pas du tout.	<p>Le réservoir d'air est vide.</p> <p>Le compresseur ne provoque aucune montée en pression, ou alors insuffisante. Vérification : Sur le réservoir d'air, obture toutes les sorties. Remplis le réservoir d'air (pendant env. 15 secondes). Lorsque tu ouvres un embout, un sifflement fort doit se faire entendre. S'il n'est que léger ou s'il n'y a pas de sifflement du tout, cela signifie que la pression est insuffisante.</p> <p>Causes possibles d'un compresseur défectueux</p> <p>Fuite dans le réservoir d'air. Vérification : comme ci-dessus, remplis le réservoir puis mets-le dans l'eau. Si des bulles apparaissent, c'est qu'il présente une fuite.</p> <p>Vanne à clapet anti-retour défectueuse Vérification : avec la pompe à main (voir page 11), donne 5 à 6 coups de pompe dans un vérin. Place ensuite le vérin dans l'eau pour vérifier si le vérin rempli d'air est étanche (aucune bulle ne doit apparaître). Si la tige de piston du vérin plein d'air se laisse facilement reculer, ou si elle ne sort pas correctement, cela signifie que la vanne à clapet anti-retour est défectueuse.</p> <p>Cylindre du compresseur pas étanche. Vérification : à l'aide de la pompe à main (voir page 3), pompe de l'air dans le indre du compresseur en te servant de l'embout A. Mets-le ensuite dans l'eau. Si des bulles montent, c'est que le cylindre n'est pas étanche. Attention : si tu injectes de l'air par l'embout B, des bulles monteront toujours.</p> <p>Vanne manuelle non étanche. Vérification : amène la vanne en position centrale. Mets successivement les 3 embouts sous pression puis maintiens la vanne sous l'eau. Si beaucoup de bulles jaillissent, c'est que la vanne fuit.</p> <p>Vérin pneumatique non étanche. Vérification : mets les deux embouts successivement sous pression puis maintiens le vérin sous l'eau. Si beaucoup de bulles jaillissent, c'est que le vérin fuit.</p>	<p>Amène toutes les vannes en position médiane et attend 15 secondes, temps nécessaire au réservoir pour se remplir.</p> <p>Vérifie les causes possibles de défectuosité du compresseur.</p> <p>Change le réservoir d'air.</p> <p>Change la vanne à clapet anti-retour.</p> <p>Change le cylindre du compresseur.</p> <p>Change la vanne manuelle.</p> <p>Change le vérin pneumatique.</p>
Le compresseur et tous les vérins sont en ordre. Néanmoins, la tige de piston de l'un des vérins ne sort pas	Flexible bouché à un endroit. Vérification : raccorde chaque flexible l'un après l'autre au compresseur. Tu peux entendre et sentir si de l'air traverse le flexible.	Le cas échéant, change le flexible s'il est obstrué.

