

## Introduction

Cet appareil est un *compresseur*.

Il sert à avoir une réserve *d'air comprimé*.

*Il convertit donc de l'énergie électrique en énergie pneumatique.*

L'énergie pneumatique est très utilisée dans l'industrie mais aussi par les particuliers bricoleurs pour les travaux de peinture, le dépoussiérage, pour gonfler des pneumatiques, ballons, piscine, matelas, ...



Il est donc intéressant d'estimer le rendement de ce genre de système et de voir comment l'améliorer.

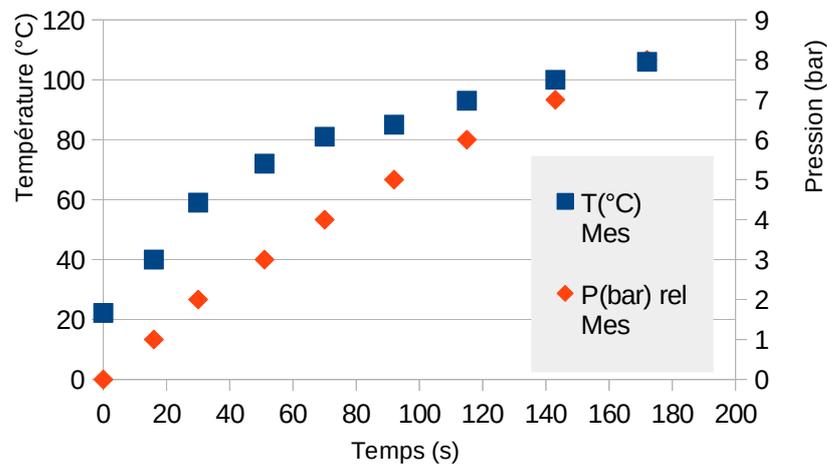
## Essais du compresseur

Mettre en marche le compresseur.

- Comment évolue la pression dans le réservoir ? \_\_\_\_\_
- Comment évolue la température en sortie de compresseur ? \_\_\_\_\_

Faire un relevé de la pression et de la température en sortie de compresseur en fonction du temps.

Utiliser un tableur pour obtenir les deux courbes (pression(t) et température(t)) comme ci-dessous.



## Problématique

Quand on met en marche le compresseur, on constate que la *pression* indiquée sur les mano monte, c'est ce que l'on attend d'un compresseur, mais on constate aussi que la *température* monte.

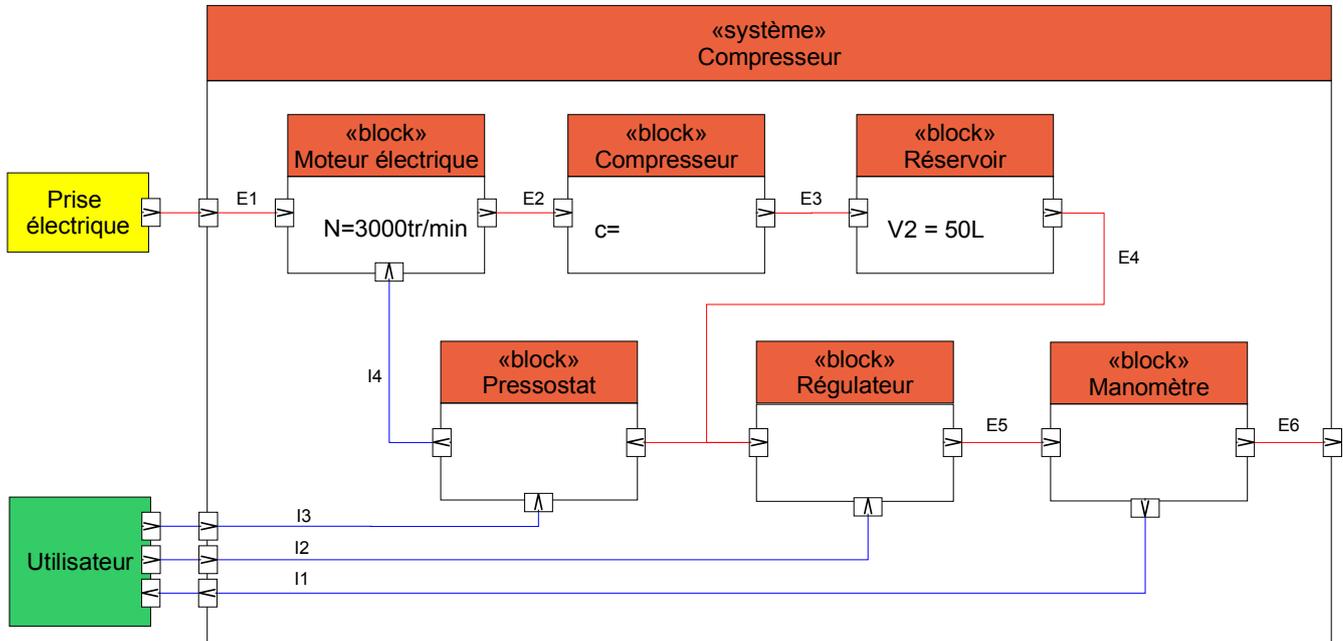
Cette élévation de température est potentiellement un problème pour deux raisons :

- Le mécanisme est lubrifié et les *huiles se dégradent si la température est trop élevée*.
- On peut imaginer que cet échauffement correspond à une *perte d'énergie*. Nous nous allons nous attarder particulièrement sur cet aspect.

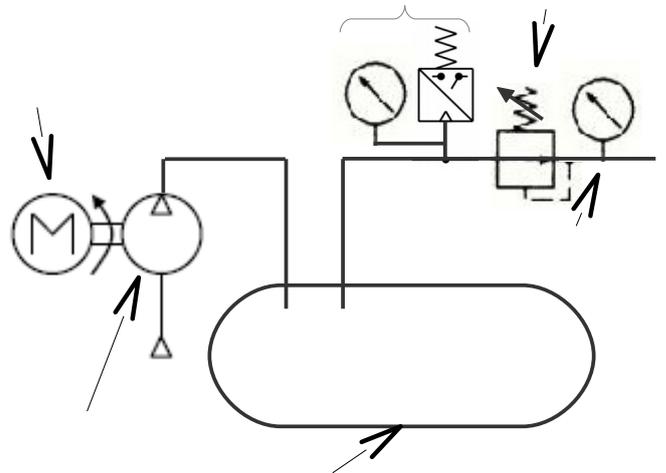
Avant de chercher à éliminer à tous prix cette perte d'énergie, il faut savoir si elle est significative ou négligeable. Pour ce faire nous allons tenter de calculer le *rendement thermodynamique du compresseur*.

## Description du système

### Analyse fonctionnelle globale



- En s'aidant de l'ibd ci-dessus compléter les légendes ci-dessous.

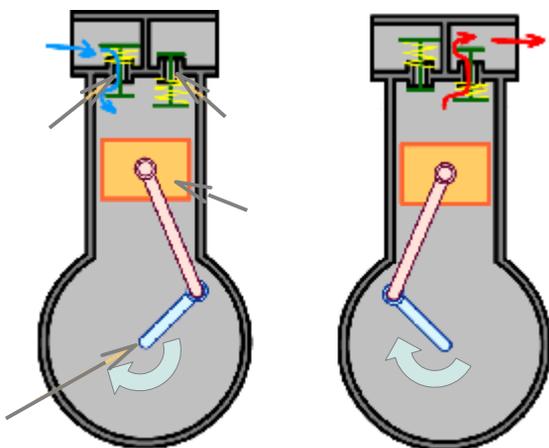


- En s'aidant de l'ibd ci-dessus compléter le tableau ci-dessous :

Grandeur	Désignation
E1	
E2	
E3	
E4	
E5	
E6	Énergie pneumatique
I1	
I2	
I3	
I4	Ordre de marche-arrêt

### Analyse fonctionnelle détaillée du compresseur

- Consulter le GDA à la rubrique compresseur que l'on trouve dans l'index.
- Compléter la légende ci-dessous et décrire le fonctionnement du compresseur.



Imaginons au départ que le piston est en position haute. Quand il descend, cela crée une dépression dans la chambre de compression.

La soupape d'admission s'ouvre donc, et laisse entrer l'air ambiant dans la chambre de compression.

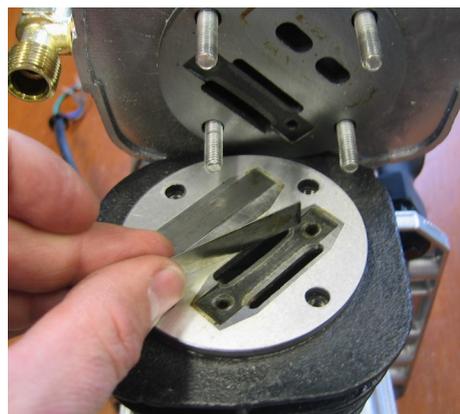
Une fois arrivé en bas, le piston remonte.

La soupape d'admission se referme.

La pression dans la chambre de compression Augmente. Quand elle atteint la valeur de la pression dans le réservoir, la soupape d'échappement s'ouvre. L'air comprimé est transvasé dans le réservoir.

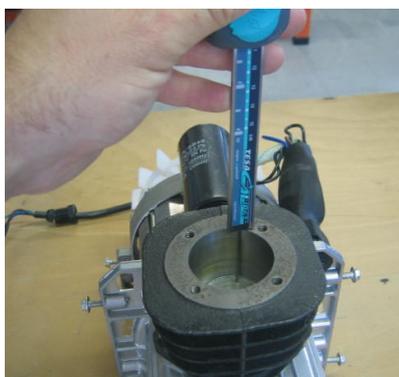
### Caractéristiques techniques du compresseur

- Démontez la culasse comme indiqué sur la photo ci-contre.
- Repérez sur la photo ci-contre les deux clapets.
- Relever les grandeurs ci-dessous à l'aide d'un pied à coulisse :



Mesure du diamètre du piston avec les becs du pied à coulisse.

Diamètre piston  $D_p = 46 \text{ mm}$



bec



Jauge de profondeur

Mesure de la course du piston avec la jauge de profondeur.

Course piston  $C_p = 38 \text{ mm}$

- En déduire le calcul de la cylindrée :

Cylindrée =

---



---



---



---



---



---



---



---

- Remonter la culasse en prenant garde à la disposition des clapets.

## Modélisation du compresseur et de son réservoir

**Objectif :** Modéliser le comportement thermodynamique du compresseur jusqu'à sa pression de service maximum (8bar), pour voir si les phénomènes thermodynamiques sont à l'origine de l'échauffement constaté.

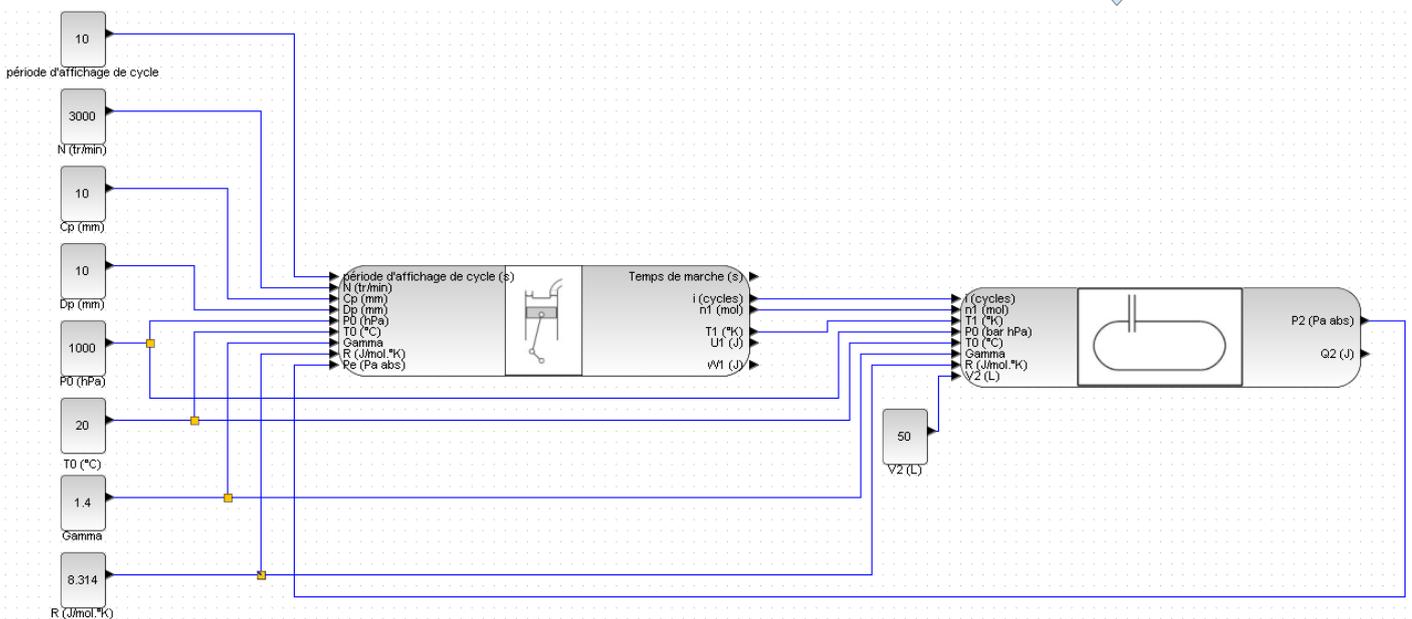
- Lancer Scilab



- Lancer Xcos : le module de programmation graphique de Scilab.



- Ouvrir le modèle : « compresseur+reservoir\_o » dans le répertoire Classe\Travail



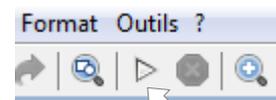
- Sur le modèle ci-dessus identifier les grandeurs d'entrée et définir leur valeur pour notre compresseur.

- Ajouter un graphique dans le modèle, de manière à tracer l'évolution de la pression dans le réservoir et la température en sortie de compresseur en fonction du temps.

- Lancer la simulation.

- Arrêter la simulation quand la pression atteint 8 bars.

- Reporter les courbes obtenues sur l'enregistrement des mesures.



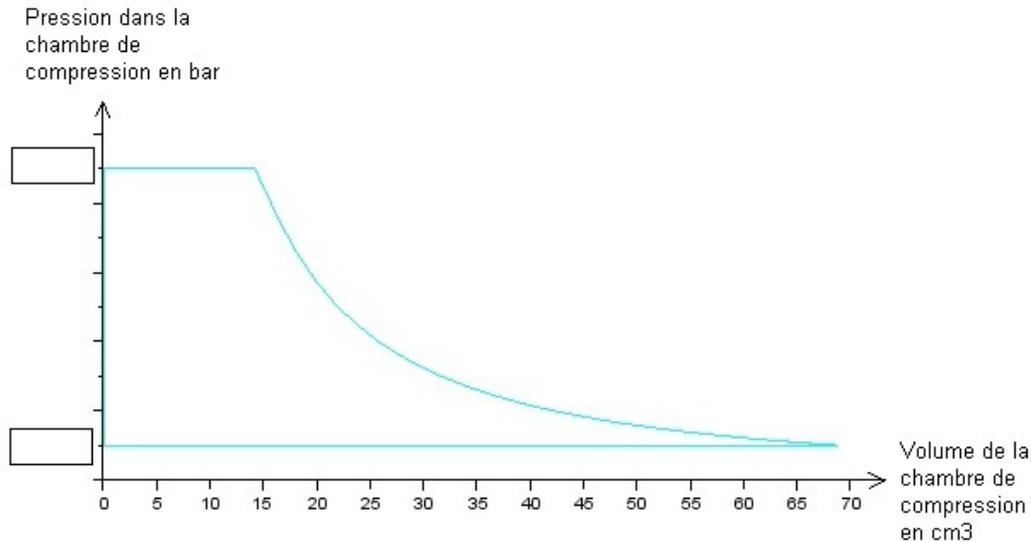
## Comparaison entre le modèle et le réel

- Les courbes évoluent-elles de manière comparable pour les basses pressions (inférieures à 3 bars) ?
- Y a t'il plus de différence aux alentours de la pression max ?

Pour essayer de comprendre d'où viennent ces différences, il faut ouvrir le modèle scilab du compresseur en double cliquant dessus et se rendre compte qu'une étude du comportement thermodynamique du compresseur est indispensable pour juger de la validité du modèle.

## Analyse du comportement thermodynamique du compresseur

Se reporter au DR thermodynamique pour faire ce qui suit.



1. Sur le graphique ci-dessus, repérer les 3 temps du cycle de compression.
2. Compléter les 2 valeurs caractéristiques sur l'axe de la pression.
3. Vérifier la valeur de la cylindrée.
4. Vérifier la valeur du volume à l'échappement dans l'hypothèse où la compression est adiabatique.

5. Vérifier la température en fin de compression dans l'hypothèse d'une compression adiabatique.

6. Conclure quant aux écarts.

7. Sur le graphique ci-dessus, repérer à quoi correspondent l'augmentation d'énergie interne, le travail de transvasement et l'enthalpie donnée à l'air sur le cycle.
8. Estimer l'ordre de grandeur de cette enthalpie, en faisant une approximation trapézoïdale.

• Sur le modèle Scilab, ajouter un graphique donnant l'évolution de l'enthalpie donnée au gaz en fonction du temps.

9. Comparer l'enthalpie trouvée sur Scilab et votre estimation.

## Analyse du comportement thermodynamique du réservoir

1. A quelle température l'air entre t-il dans le réservoir ? \_\_\_\_\_
2. L'air conserve t-il cette température ? \_\_\_\_\_
3. Calculer la perte d'énergie liée à ce refroidissement.

4. En déduire le rendement thermodynamique du réservoir.

## Estimation du rendement du compresseur dans son ensemble

Hypothèses : Rendement du moteur électrique à 60 %  
Rendement de la partie mécanique du compresseur à 90 %

1. Tracer la chaîne d'énergie du compresseur dans son ensemble.
2. Estimer son rendement global.

3. Proposer des solutions pour améliorer ce rendement.

*Calorifuger le réservoir, mais les pertes auront lieu dans le réseau de distribution.*

*Faire de la cogénération en refroidissant le compresseur pour faire du chauffage.*

## Conclusion sur l'intérêt de la modélisation multiphysique

La modélisation comportementale peut-elle aider à optimiser le rendement d'un système ? \_\_\_\_\_

Peut-on néanmoins se dispenser grâce à elle, d'une bonne connaissance théorique pour faire une analyse pertinente ? \_\_\_\_\_