

1 MISE EN CONTEXTE

Le compresseur pneumatique de la Figure 1 est commercialisé dans les grandes surfaces et les magasins de bricolage au tarif d'environ 20€. Il permet de gonfler des pneus de véhicules légers, des ballons, des matelas pneumatiques... Il est alimenté par l'allume-cigare de la voiture et permet de transformer la puissance électrique en puissance pneumatique.



Figure 1 - Photo du mini-compresseur

Spécifications

- Alimentation : 12V – 15A
- Compresseur : Monocylindre débitant $36 L \cdot min^{-1}$ à $15300 tr \cdot min^{-1}$ à p_{atm} (pression atmosphérique) ;
- Moteur : $13300 tr \cdot min^{-1}$ sous 12V
- Pression de gonflage : 18 bars
- Equipements : Manomètre 25 bars, clapet anti-retour ; valve Schrader.

• Fonctionnement (voir modèle cinématique Figure 4)

Lorsque le vilebrequin **2** muni de son excentrique est entraîné en rotation par le pignon moteur **1**, la bielle **3** transmet au piston **4** un mouvement de translation rectiligne alterné. Ainsi la descente du piston a pour effet "d'aspirer" l'air extérieur à la pression atmosphérique qui, pour entrer dans le cylindre, soulève le clapet d'admission. Lorsque le piston arrive à son point mort bas (PMB) l'air n'est plus aspiré et le clapet qui était ouvert se referme. Le piston **4** remonte, comprimant l'air qui a été aspiré. Lorsque la pression intérieure du cylindre est égale à la pression souhaitée, le second clapet se soulève et laisse passer l'air du cylindre vers l'objet à gonfler.

2 DIAGRAMMES SysML

La Figure 2 et la Figure 3 donnent les diagrammes d'exigences et de définition de blocs du mini-compresseur.

Certaines caractéristiques utiles au sujet sont indiquées sur ces diagrammes.

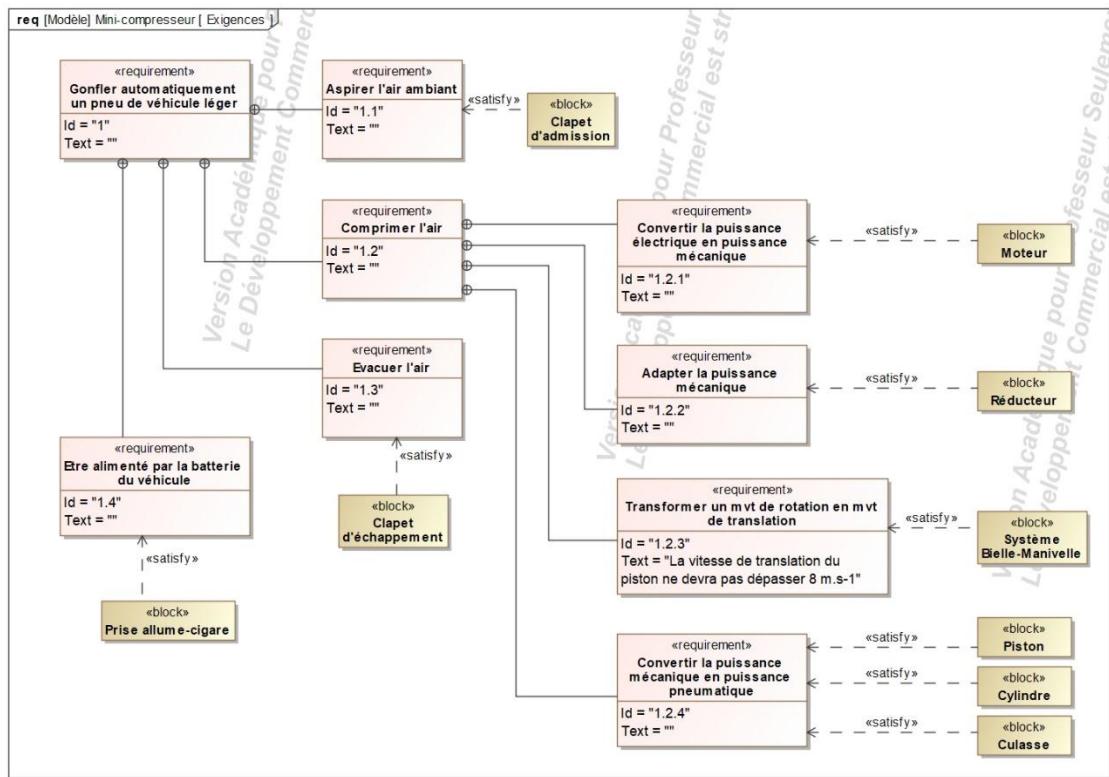


Figure 2 - Diagramme des exigences du mini-compresseur

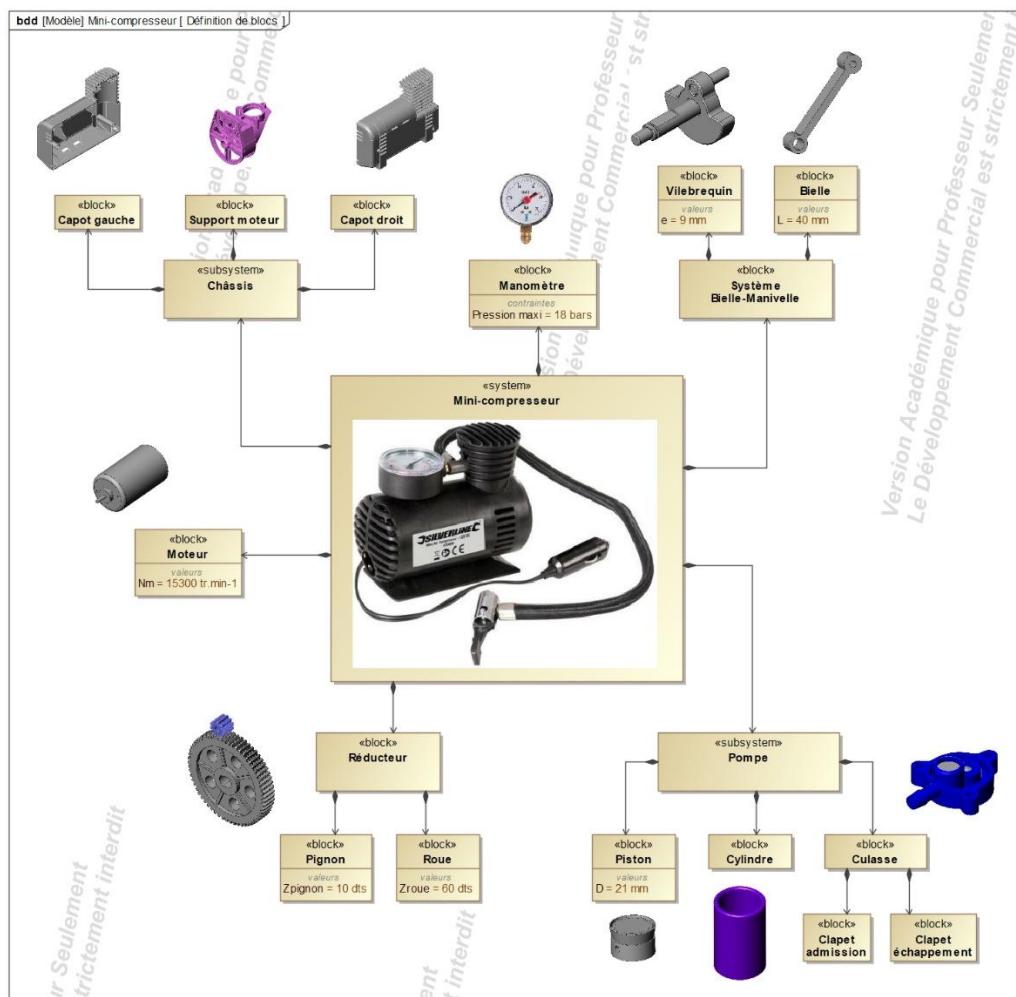
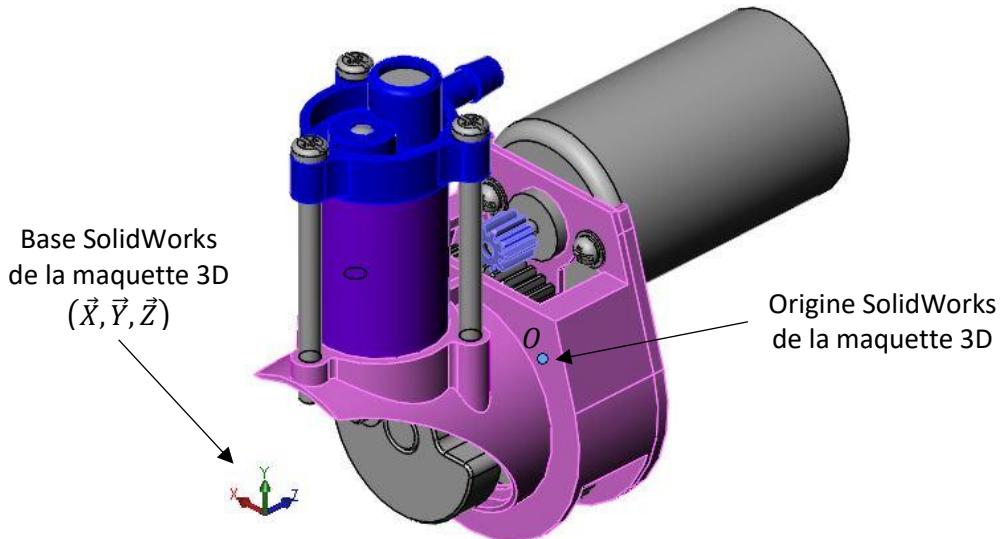


Figure 3 - Diagramme de définition de blocs du mini-compresseur

3 MAQUETTE NUMERIQUE 3D

Une maquette numérique 3D du mini-compresseur a été réalisée sous SolidWorks. Cette maquette n'est pas fournie mais elle a permis d'extraire les groupes cinématiques du compresseur et d'en faire des fichiers STEP (Standard for the Exchange of Product model data file). Les fichiers STEP seront utilisés dans le modèle Multibody de Simscape.

La maquette numérique réalisée sous SolidWorks est présentée ci-dessous avec son origine O et sa base de création ($\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z}$).



4 MODELE CINEMATIQUE MINIMAL

Un modèle cinématique minimal a été réalisé (voir Figure 4).

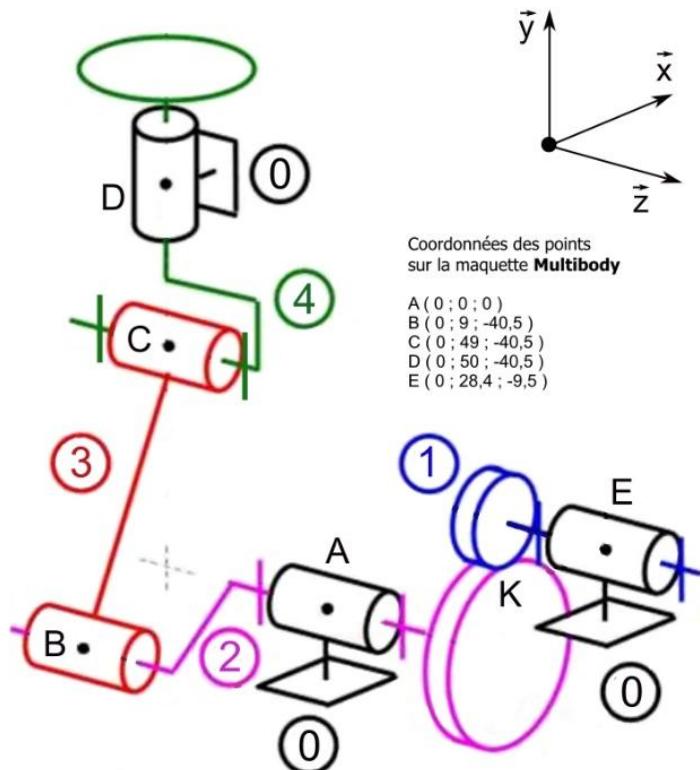


Figure 4 - Modèle cinématique minimal du mini-compresseur

Ce modèle fait apparaître 5 groupes cinématiques :

- **0** : Bâti ;
- **1** : Pignon ;
- **2** : Vilebrequin + Roue ;
- **3** : Bielle ;
- **4** : Piston.

Le modèle cinématique comporte six points dont cinq sont repérés par leurs coordonnées dans le repère de création SolidWorks $(O, \vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z})$.

Ces six points sont des centres caractéristiques de liaison entre des pièces principales du mini-compresseur.

Le point **K** est le point caractéristique de la liaison « Engrènement » entre le pignon **1** et la roue liée au vilebrequin **2**.

5 OBJECTIF

L'objectif est de construire le modèle « Multibody » du mini-compresseur sous l'environnement « Simscape » de Matlab / Simulink afin de disposer d'une maquette 3D permettant de simuler le comportement cinématique et dynamique.

6 QUESTIONS

- 6.1 Sur le document-réponse, tracer le graphe de liaisons correspondant à la Figure 4 et indiquer la nature et les caractéristiques des différentes liaisons.
- 6.2 Depuis Moodle, télécharger le dossier complet « **Liaisons - Mini-compresseur - Multibody** » sur votre espace personnel.
- 6.3 Décompresser le fichier .zip téléchargé sous la racine de votre espace personnel.

Le fichier « **Mini_compresseur_etudiant_enonce.slx** » contient les premiers éléments du modèle Multibody du compresseur.

- 6.4 Lancer MATLAB et définir le répertoire contenant tous les documents décompactés comme votre répertoire de travail MATLAB (path).
- 6.5 Ouvrir le fichier « **Mini_compresseur_etudiant_enonce.slx** ».

Le fichier contient cinq solides (Bâti, Pignon, Vilebrequin-Roue, Bielle, Piston), deux liaisons (Bâti-Pignon et Pignon-Vilebrequin_Roue), des transformations rigides, une référence, des paramètres (Pesanteur), un solveur ($f(x)=0$).

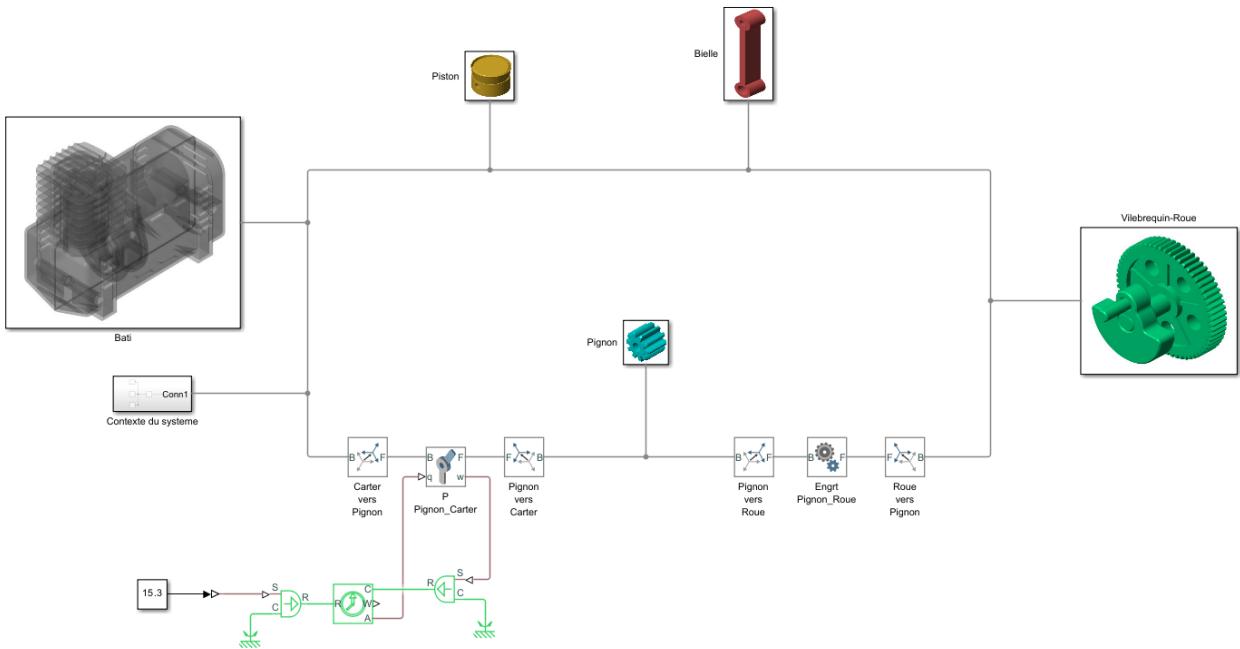
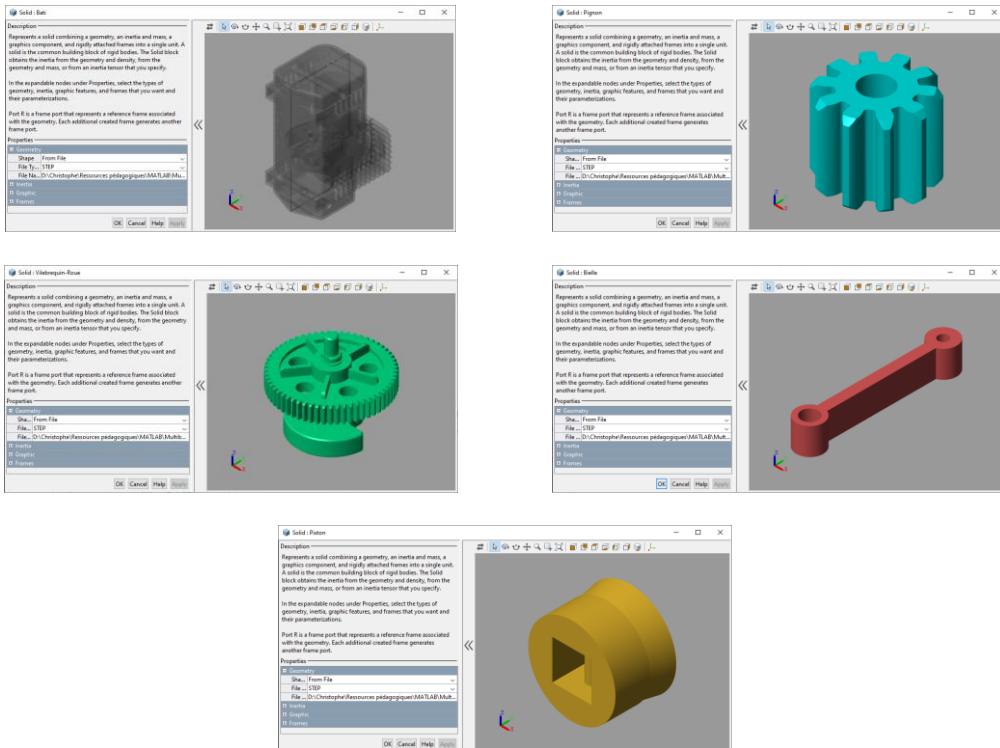
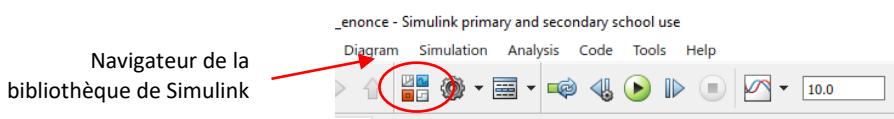


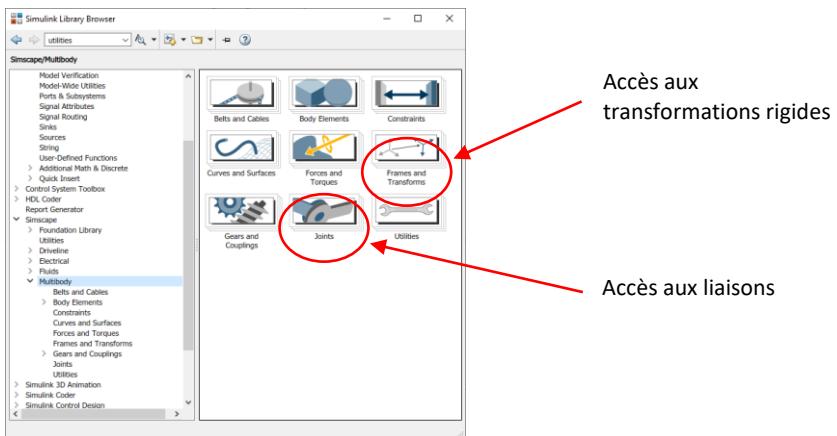
Figure 5 - Modèle Multibody incomplet.

Les solides du modèle sont ceux décrits ci-dessous.



6.6 Ouvrir le navigateur de la bibliothèque Simulink depuis la barre de menu supérieure.





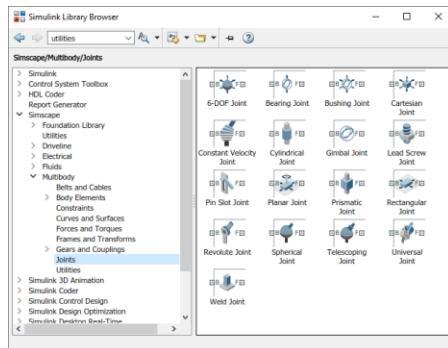
- 6.7 Choisir toutes les liaisons manquantes dans la bibliothèque Multibody, les placer dans le modèle puis les déplacer aux bons endroits à l'aide de transformations rigides.

Remarque 1 : les liaisons sont naturellement placées par Multibody à l'origine de la maquette 3D de SolidWorks.

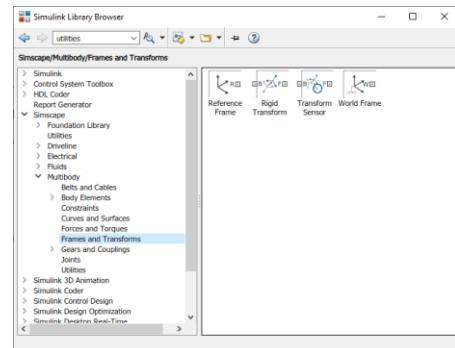
Remarque 2 : le modèle cinématique de la Figure 4 donne les coordonnées des points caractéristiques des liaisons.

Remarque 3 : dans Multibody, la direction d'une liaison est toujours désignée par \vec{z} .

Remarque 3 : NE PAS SIMULER TANT QUE LE MODELE MULTIBODY N'EST PAS ENTIEREMENT TERMINE.



Menu 1 - Joints

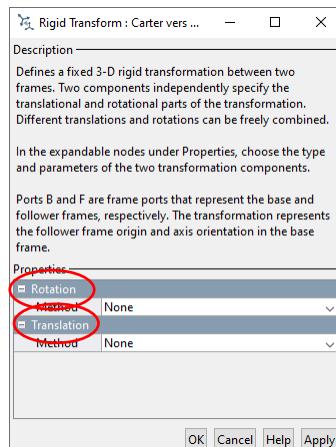


Menu 2 - Frames and Transforms

- 6.8 Choisir des transformations rigides, les placer dans le modèle et régler les translations (method : cartesian) et les rotations (method : standard axis) afin de déplacer et orienter les liaisons correctement.

Réglage de la rotation

Réglage de la translation

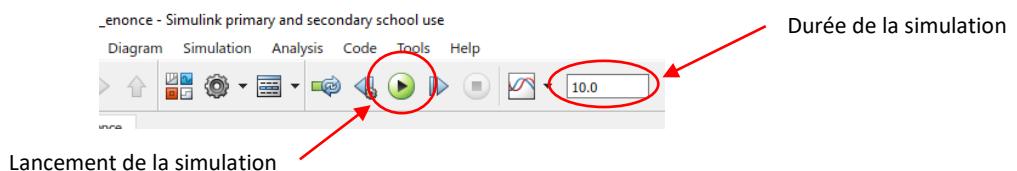


Remarque 3 : une transformation rigide s'effectue normalement de la borne B (Base) vers la borne F (Frame). Ainsi, pour annuler une transformation rigide, il suffit d'inverser les bornes de la transformation. Dans l'exemple ci-dessous, la transformation rigide -TR1 (F vers B) est l'inverse de la transformation rigide TR1 (B vers F) à condition bien sûr que les valeurs de translation et de rotation soient les mêmes dans les deux transformations.



Remarque 4 : pour copier une boîte, faire Crtl + C. Pour coller une boîte, faire Crtl + V. Pour inverser les bornes d'une boîte, faire Crtl + I. Pour faire tourner une boîte, faire Crtl + R.

- 6.9 Lorsque le modèle Multibody est entièrement terminé, régler la durée de simulation à 10 s, lancer la simulation et observer le résultat.



- 6.10 Enregistrer le fichier Multibody sur votre espace personnel sous un nom différent en respectant le formalisme suivant :

NOM_Prenom_minicompreseur_multibody

Remarque : les accents et les espaces sont interdits dans les noms de fichiers sous MATLAB.

- 6.11 Rendre le document-réponse en main propre.

- 6.12 Déposer le fichier Multibody sur la zone de dépôt prévue à cet effet dans Moodle.