

Doseur Pondéral pour presse à injecter MDV 6

Chaîne de mesure

DOSSIER D'ÉTUDE



Figure 1. MDV 6

Présentation de l'épreuve et consignes

Cette épreuve, d'une durée totale de 4 heures, **n'est pas une épreuve écrite** : il n'est donc pas demandé de rédiger un compte-rendu.

Pendant toute la durée de l'épreuve, il ne faut pas hésiter à faire appel à un examinateur en cas de problème technique.

Cette épreuve s'articule en **quatre parties** clairement identifiées dans le texte.

Consignes pour la première partie

La première partie, d'une durée de 30 minutes à 45 minutes, a pour objectif de s'approprier le support objet de l'étude et la problématique posée.

À la fin de cette première partie, un exposé d'une durée maximale de 5 minutes est demandé.

Cet exposé doit permettre : de présenter le support, de mettre en évidence l'écart existant entre les performances attendues du support comparativement à des performances mesurées et poser ainsi la problématique posée.

Pendant le temps de préparation de cette première partie, il ne faut pas hésiter à faire appel à un examinateur en cas de problème (lors de l'utilisation du système, incompréhension des questions posées ou des manipulations proposées...).

Lors de la présentation, il n'est pas demandé de présenter les réponses aux activités proposées obligatoirement dans l'ordre de l'étude.

Un échange avec l'examineur suivra l'exposé. La présentation prête, le signaler à l'examineur et poursuivre, sans attendre, l'étude.

Consignes pour la deuxième partie

Cette deuxième partie, d'une durée maximale de 1 heure, est réalisée en autonomie à partir d'objectifs clairement indiqués.

Les activités proposées dans cette deuxième partie s'inscrivent dans la continuité de celles de la première partie, ne sont pas totalement guidées et doivent être partiellement développées à l'initiative du candidat. Il est donc demandé, dans cette deuxième partie :

- de construire une solution sur le problème de modélisation proposé ;
- et/ou d'imaginer, et/ou de mettre en œuvre, des procédures permettant de construire ou de valider le modèle.

À l'issue de cette partie, un exposé d'une durée maximale de 5 minutes est demandé. Un échange avec l'examineur suivra l'exposé et un choix de modélisation sera retenu.

Consignes pour la troisième partie

Pendant la troisième partie, les activités proposées permettront de :

- vérifier les performances attendues d'un système complexe ;
- construire et valider, à partir d'essais, des modélisations d'un système complexe ;
- et prévoir des performances d'un système complexe en vue d'imaginer et choisir des solutions d'évolution répondant à un besoin exprimé.

Durant cette partie, il est demandé de préparer les réponses aux activités proposées en suivant l'ordre imposé et les indications du texte.

Durant cette étude, l'examineur passera très régulièrement pour des échanges en vue de valider la progression dans les activités proposées.

Consignes pour la quatrième partie

Au cours de l'interrogation, des éléments seront fournis pour permettre de construire une synthèse finale quel que soit le nombre d'activités abordées.

Quel que soit l'état d'avancement, les 30 dernières minutes de l'épreuve sont consacrées à la dernière partie visant à l'élaboration de la synthèse finale. Cette synthèse de fin d'épreuve (3 minutes de présentation maximum) est globale. Elle est présentée pendant le dernier quart d'heure de l'épreuve et doit permettre de :

- conclure quant à la problématique abordée dans le TP ;
- préciser la ou les démarche(s) adoptées pour répondre au problème posé ;
- et montrer la capacité à utiliser les résultats obtenus (simulés ou mesurés) pour décider et choisir une évolution technique en rapport avec un cahier des charges.

Consignes générales

Lors de cette épreuve, la qualité de la prestation orale est évaluée :

- pour illustrer la présentation, des dessins, schémas et graphes, élaborés avec soin pourront être utilisés ;
- il est conseillé de faire, au fur et à mesure de l'avancement, des copies d'écran des mesures obtenues pour les insérer dans un document numérique à sauvegarder régulièrement. Pour ce faire, les suites LibreOffice et/ou Microsoft Office sont disponibles.

Démarche de l'ingénieur

Durant cette épreuve, le candidat sera amené à s'inscrire dans la démarche de l'ingénieur d'analyse et de résolution de problèmes sur un système complexe industriel telle qu'explicitée dans le programme officiel et qui comporte :

- trois domaines d'étude ;
 - domaine du commanditaire avec des performances souhaitées ;
 - domaine du laboratoire avec des performances mesurées ;
 - domaine de la simulation avec des performances estimées.
- et trois écarts entre ces différents domaines.

Le candidat devra être capable de situer le domaine sur lequel l'étude en cours est menée.

Présentation du poste de travail

Pour l'ensemble de l'étude, le matériel et les logiciels suivants sont à disposition :

- un doseur MDV-6 instrumenté et son macro produit ;
- un PC ;
- le sujet de TP (classeur) ;
- un dossier numérique nommé CANDIDAT situé sur le bureau Windows du PC
- l'Environnement Multimédia Pédagogique (EMP) qui décrit le système du laboratoire ;
- le logiciel SolidWorks ;
- le logiciel de chronométrage Pc-Chrono ;
- l'interface de mesure MDV-6 ;
- l'interface de mesure eNodView ;

Première partie

1. Prise en main et analyse du système**OBJECTIFS** –

Dans cette première partie, les activités proposées ont pour objectif de s'approprier le support matériel du TP, la problématique du TP, et de vérifier les performances attendues du système complexe MDV-6 doseur pondéral.

1.1 Présentation

La société Sundis produit des pièces en plastique, bacs, couvercles, poignées et roues associées. Les pièces sont fabriquées par injection. Les granulés de matière plastique (polypropylène) sont chauffés afin d'obtenir une pâte qui est injectée dans un moule. Une fois refroidi, le moule est ouvert et la pièce est récupérée comme le montre la figure 2.

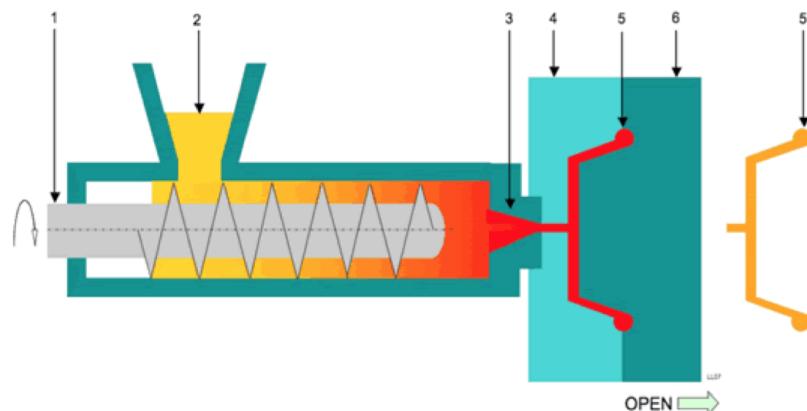


Figure 2. Procédé d'injection plastique (1-vis d'injection ; 2-granulés ; 3-buse d'injection ; 4- moule fixe ; 5-pièce injectée ; 6- moule mobile)

Les bacs en plastique sont transparents et colorés. Des études de marketing ont montré que l'exposition en magasin de bacs de couleurs proches mais différentes a un impact négatif sur le client. Il est donc essentiel que la couleur des bacs ne varie pas au cours de la production (voir figure 3).



Figure 3. Bacs en plastique transparent coloré

Le doseur pondéral MDV-6 est utilisé par la société Sundis pour alimenter en granulés une presse à injecter. Il est essentiel de distribuer la bonne proportion massique de macro produit (granulés de polypropylène

transparent) et de micro produit (granulés de colorant) afin d'obtenir toujours la même couleur. **L'erreur sur les dosages massiques doit rester inférieure à 1%**. Les proportions sont appelées « recette ». En sortie du doseur se trouve un mélangeur qui permet d'assurer l'homogénéité du mélange. Ce mélangeur n'est pas présent sur le système MDV-6 instrumenté. Le doseur alimente à intervalle régulier le mélangeur avec de petites quantités de mélange. Ces petites quantités de mélange obtenues sont appelées « batch » (lot).

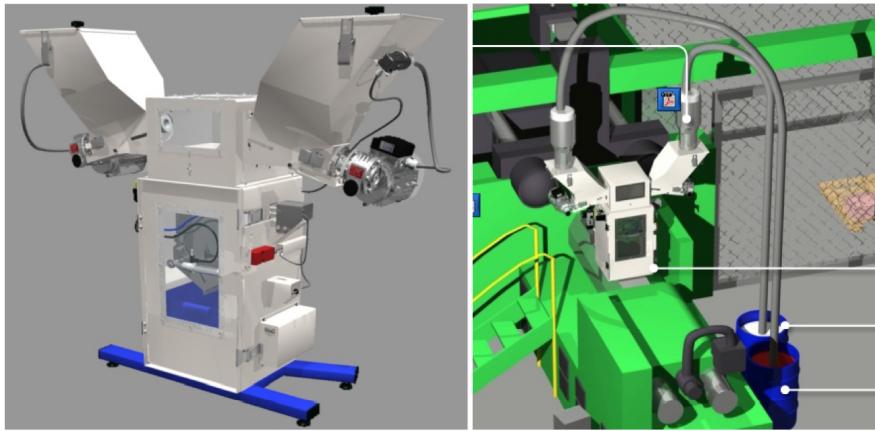


Figure 4. Vue du système instrumenté (gauche) et en usage normal (droite)



Il est possible d'utiliser l'EMP du MDV-6 **MDV-6 EMP**, afin de prendre connaissance rapidement du contexte, du produit (système) et des différents constituants.

1.2 Mise en oeuvre du système et identification de la problématique du TP

OBJECTIFS

Identifier la problématique du TP au regard des exigences du système.

1.2.1 Système MDV-6 en configuration livrée aux clients

→ Lire la notice du logiciel MDV-6 - Supervision du répertoire CANDIDAT situé sur le bureau Windows du PC et se connecter au système.



→ Régler la recette suivante (icône SAISIR RECETTE ET DOSAGE du menu CONDUITE ET SUPERVISION du logiciel de supervision) :

- 90 % de P1 ;
- 10 % de P2 ;
- masse du batch égale à 100g.



→ Valider la recette en cliquant sur l'icône (NB : Cliquer sur OUI si le système demande de redémarrer la régulation du pesage). Quitter la fenêtre de réglage de la recette en cliquant sur l'icône .



→ Lancer le dosage et observer le comportement du doseur sur quelques cycles puis le stopper .

Activité 1 :

A l'aide des observations précédentes, des informations des rubriques **LE PRODUIT** et **LES**



CONSTITUANTS disponibles dans l'EMP **MDV-6 EMP** et des diagrammes SysML du système donnés sous la forme d'une interface web sur le bureau du poste informatique (raccourci MDV-SysML dans le répertoire CANDIDAT) :

- identifier et décrire les chaînes fonctionnelles du système sous la forme d'un diagramme chaîne(s) d'énergie/chaîne(s) d'information ;
- expliquer le principe de fonctionnement de chaque élément structurel de la chaîne d'information en charge de la mesure de masse des granulés distribués et indiquer où doivent se trouver les granulés distribués pour que le système puisse mesurer leur masse. Préciser quelle est la performance majeure du système directement en lien avec cette chaîne d'information.

1.2.2 Système MDV-6 en configuration de mise au point

→ Quitter le logiciel MDV-6 - Supervision, puis **mettre le doseur hors tension**.

→ Lire la notice du logiciel eNodView du dossier ressource et le lancer.

→ Charger le fichier de configuration nommé "config_eNod_TP1.txt" du répertoire CANDIDAT situé sur le bureau Windows du PC.

Ce fichier correspond à la configuration dans laquelle l'unité de conditionnement du signal de pesée est livrée au fabricant du MDV-6 avant son montage dans le système.

→ Lire le diagramme d'état du système en consultant les diagrammes SysML du système disponibles sous la forme d'une interface web sur le bureau du poste informatique (raccourci MDV-SysML dans le répertoire CANDIDAT).

→ Quitter le logiciel eNodView et lancer à nouveau le logiciel MDV-6 - Supervision en suivant la procédure indiquée dans la notice du logiciel fournie et se connecter au système.



→ Lancer les cycles de dosage avec la même recette que précédemment et observer le comportement du doseur.

Activité 2 :

En comparant le comportement du système dans la configuration de cette activité et dans celle de la précédente :

- indiquer si la masse délivrée par le microdoseur P1 semble correspondre à la masse délivrée par ce même microdoseur dans l'activité précédente. Justifier la réponse de manière qualitative à partir des observations effectuées au niveau de la trémie.
- dans quel état le système se trouve-t-il "bloqué" ? Justifier la réponse en analysant le diagramme d'état du système lu précédemment.

→ Débloquer le système en le mettant hors tension puis recommencer la procédure de mise en route à l'aide de la notice du logiciel MDV-6 - Supervision.

→ Vider la trémie du système puis quitter le logiciel MDV-6 - Supervision.

→ Lancer à nouveau le logiciel eNodView à l'aide de la notice fournie dans le répertoire CANDIDAT et le lancer.

Activité 3 :

En pilotant manuellement le doseur à l'aide du bouton MARCHE P1 de l'armoire de commande et à l'aide du logiciel eNodView :

- tracer l'évolution temporelle de la masse mesurée par le capteur de masse (en incrément) au cours d'un dosage, SANS vidange. Pour cela, lancer l'acquisition sur le logiciel eNodView, appuyer ensuite sur le bouton MARCHE P1 et ne le relâcher que quelques secondes avant la fin de l'acquisition ;
- enregistrer cette mesure dans le répertoire CANDIDAT situé le bureau Windows du PC, sous le nom de fichier *PrenomDuCandidat_dosage.txt* à l'aide du bouton SAUVEGARDER RELEVE de l'onglet VISUALISATION TEMPORELLE ;
- à partir d'une analyse qualitative et quantitative de la courbe obtenue :
 - justifier pourquoi le système s'est bloqué dans l'activité précédente ;
 - indiquer et analyser les performances du cahier des charges impactées par cette mesure de masse.

Activité 4 :

En pilotant manuellement le doseur à l'aide du bouton VIDANGE TREMIE de l'armoire de commande et à l'aide du logiciel eNodView :

- tracer l'évolution temporelle de la masse mesurée par le capteur de masse lors de la vidange de la trémie. Pour cela, lancer l'acquisition sur le logiciel eNodView puis appuyer sur le bouton VIDANGE TREMIE de l'armoire de commande et le relâcher une fois que la trémie est vide. Observer simultanément le comportement de la trémie.
- enregistrer cette mesure dans le répertoire CANDIDAT situé le bureau Windows du PC, sous le nom de fichier *PrenomDuCandidat_vidange.txt* à l'aide du bouton SAUVEGARDER RELEVE de l'onglet VISUALISATION TEMPORELLE ;
- à partir d'une analyse qualitative et quantitative de la courbe obtenue et du diagramme d'état du système visible au sein des diagrammes SysML du système (raccourci MDV-SysML dans le répertoire CANDIDAT) :
 - décrire le comportement de la trémie correspondant à la fin de l'état 0 lors d'une production en continu de batches. Quelle(s) conséquence(s) cela peut-il avoir sur le comportement du système dans ce cas ?
 - conclure sur l'écart entre les performances mesurées sur le MDV-6 et celles attendues par le cahier des charges.
 - compte-tenu des résultats obtenus dans les deux dernières activités, formuler la problématique qui doit être résolue et proposer une solution possible pour le faire.

→ Préparer une synthèse orale des activités de la première partie. Dès que votre synthèse est prête, le signaler à l'examinateur puis passer à la suite sans attendre.

Deuxième partie

→ Cette partie est en autonomie surveillée. Toutefois, en cas de problème technique ou de blocage important, ne pas hésiter à faire appel à un examinateur.

2. Modélisation du comportement de la chaîne de mesure

OBJECTIFS

Déterminer et valider un modèle du comportement de la chaîne de mesure afin de pouvoir simuler des solutions qui amélioreront ses performances.

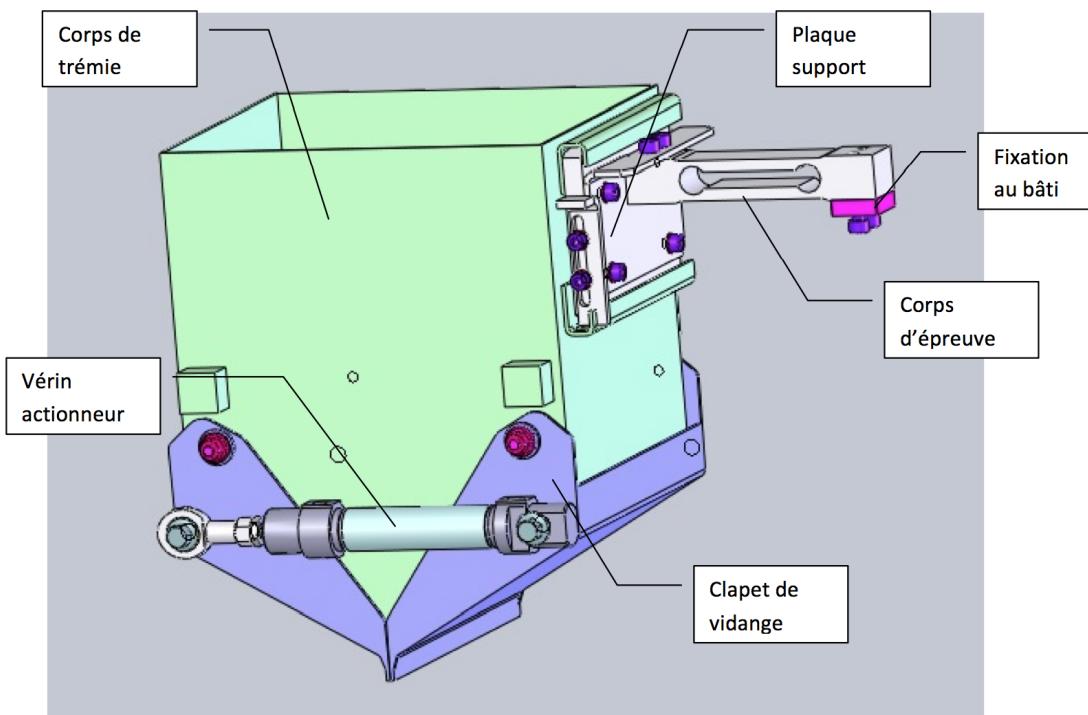


Figure 5. Unité de pesage et de vidange

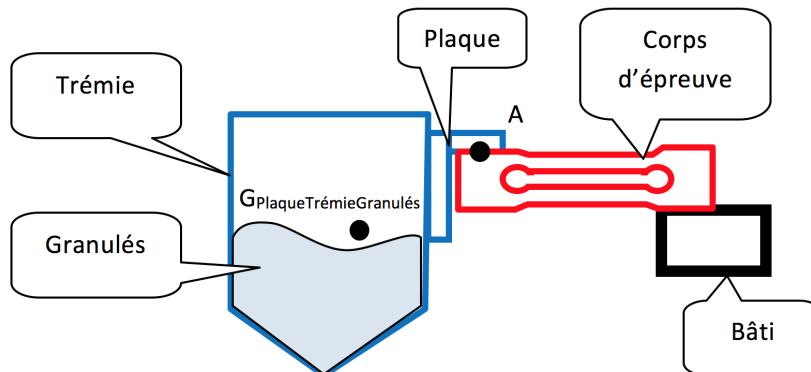


Figure 6. Schéma simplifié de l'unité de pesage et de vidange

2.1 Hypothèses et données

- Dans toute cette partie, il sera supposé que la mesure de masse est indépendante de la position du centre de gravité de l'ensemble {Plaque, trémie, Granulés}, noté $G_{\text{PlaqueTrémieGranulés}}$, pour une même quantité de mélange de granulés contenue dans la trémie (voir figure 6) ;
- Compte-tenu du caractère oscillant des mesures de masses observé dans la première partie, il est proposé de modéliser le comportement mécanique de l'unité de pesage et de vidange par un oscillateur vertical amorti de type masse-ressort-amortisseur comme celui de la figure 7 :

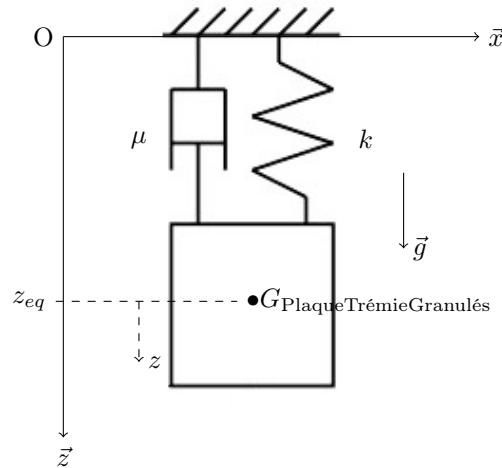


Figure 7. Oscillateur vertical amorti de type masse-ressort-amortisseur

avec :

- masse M (en kg) de centre de gravité $G_{\text{PlaqueTrémieGranulés}}$;
- ressort de raideur k (en N/m) ;
- amortisseur de coefficient de frottement visqueux μ (en $N \cdot s/m$) ;
- position à l'équilibre statique de la masse par rapport au référentiel terrestre supposé être galiléen notée z_{eq} ;
- position de la masse par rapport à la position à l'équilibre statique notée z ;
- accélération de la pesanteur notée $g \approx 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.
- Les masses de la trémie et de la plaque sont respectivement notées $m_t = 3,70 \text{ kg}$ et $m_p = 1,07 \text{ kg}$.

2.2 Expérimentation et identification des valeurs des paramètres du modèle proposé

- Activité 5 :**
- Proposer et décrire un protocole expérimental utilisant le logiciel eNodView (notice incluse dans le répertoire CANDIDAT), permettant d'identifier les valeurs de k et μ ;
 - A partir du modèle d'oscillateur proposé en figure 7 et en tenant compte de l'essai envisagé, mettre en équation le problème et expliquer comment il est possible d'identifier les valeurs de k et μ en exploitant les résultats de mesures de l'essai envisagé. Préciser les hypothèses éventuellement émises pour aboutir à l'identification des paramètres demandés.
 - Mettre en œuvre le protocole envisagé, et déterminer les valeurs numériques de M , k et μ .

2.3 Simulation et validation du modèle proposé

→ Lancer le logiciel Scilab puis son application Xcos .

→ Depuis Xcos, ouvrir le modèle dont le fichier est nommé "oscillateur.zcos" dans le dossier CANDIDAT.

Le modèle numérique affiché devrait ressembler à celui de la figure 8.

Dans ce modèle numérique, l'oscillateur de la figure 7 a été modélisé par une fonction de transfert d'ordre 2 dans le domaine de Laplace (la variable de Laplace "p" est notée "s" dans Scilab-Xcos), de gain statique noté K , de coefficient d'amortissement noté xi et de pulsation propre non amortie notée $w0$:

- il est possible de modifier les valeurs numériques des paramètres K , xi et $w0$. Pour cela, effectuer un clic droit dans le fenêtre du modèle puis choisir MODIFIER LE CONTEXTE (les valeurs sont toutes égales à 1 par défaut) ;

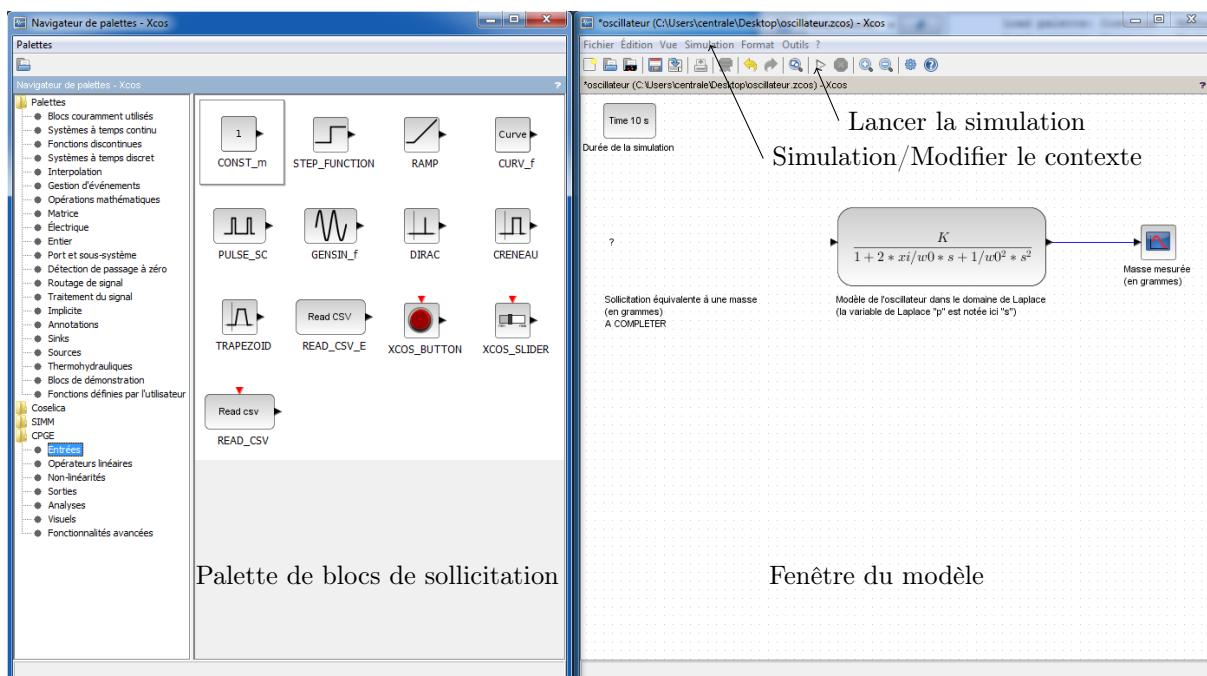


Figure 8. Modèle Scilab-Xcos

- il est possible de modéliser une sollicitation équivalente à une masse qui agirait sur la trémie à l'aide des blocs disponibles dans le navigateur de palettes qui est accessible via le menu VUE/NAVIGATEUR DE PALETTES/CPGE/ENTREES. Pour mettre un bloc dans le modèle, il suffit de cliquer sur le bloc souhaité dans la palette de blocs CPGE/ENTREES et de procéder par glisser-déposer dans la fenêtre du modèle. Pour paramétriser les valeurs d'un bloc, il suffit de double-cliquer dessus.
- pour relier le bloc de sollicitation au bloc du modèle de l'oscillateur, il suffit de cliquer sur le triangle noir de sortie du bloc de sollicitation et de ne relâcher le clic qu'une fois au dessus du triangle noir d'entrée du bloc du modèle de l'oscillateur.
- pour exécuter la simulation numérique et afficher la courbe de masse mesurée, il suffit de cliquer sur l'icône



- Activité 6 :**
- Compléter le modèle de simulation numérique fourni afin de simuler le comportement de l'oscillateur de la figure 7 dans les mêmes conditions que l'essai réalisé dans l'activité précédente ;
 - Analyser la courbe de simulation obtenue en la comparant à la courbe de masse mesurée dans l'activité précédente.
 - Conclure quant à la validité partielle ou totale du modèle l'oscillateur proposé vis-à-vis du comportement réel de l'unité de pesage et de vidange.

→ Préparer un exposé pour la deuxième partie. Dès que votre intervention est prête, le signaler à l'examineur, puis passer à la suite sans attendre.

Troisième partie

3. Validation de l'hypothèse concernant l'indépendance de la mesure de la masse vis-à-vis de la position de son centre de gravité par rapport au corps d'épreuve**OBJECTIFS**

À partir de la simulation du comportement du corps d'épreuve du capteur de mesure de masse à l'aide d'une modeleur volumique, valider un modèle de connaissance de ce dernier.

Activité 7 :

À l'aide de la figure 6, proposer un modèle de l'action mécanique de la charge qui s'applique sur le corps d'épreuve pendant la mesure de masse, sous la forme d'un torseur réduit au point A. Estimer les ordres de grandeur des composantes de ce torseur. Les dimensions éventuellement nécessaires seront directement évaluées sur le système mis à disposition.

Un modèle volumique du corps d'épreuve du capteur de masse a été réalisé à l'aide du logiciel Solidworks. La suite va consister à paramétriser une simulation numérique afin de valider le modèle de la figure 9.

→ Lancer le logiciel Solidworks et ouvrir le fichier nommé *corpsEpreuve.sldprt* situé dans le répertoire CANDIDAT.

→ Consulter la notice simplifiée de Solidworks disponible dans le répertoire CANDIDAT.

→ Pour paramétriser la simulation de la déformation du corps d'épreuve dans Solidworks, il est possible, en utilisant le clic droit de la souris, de :

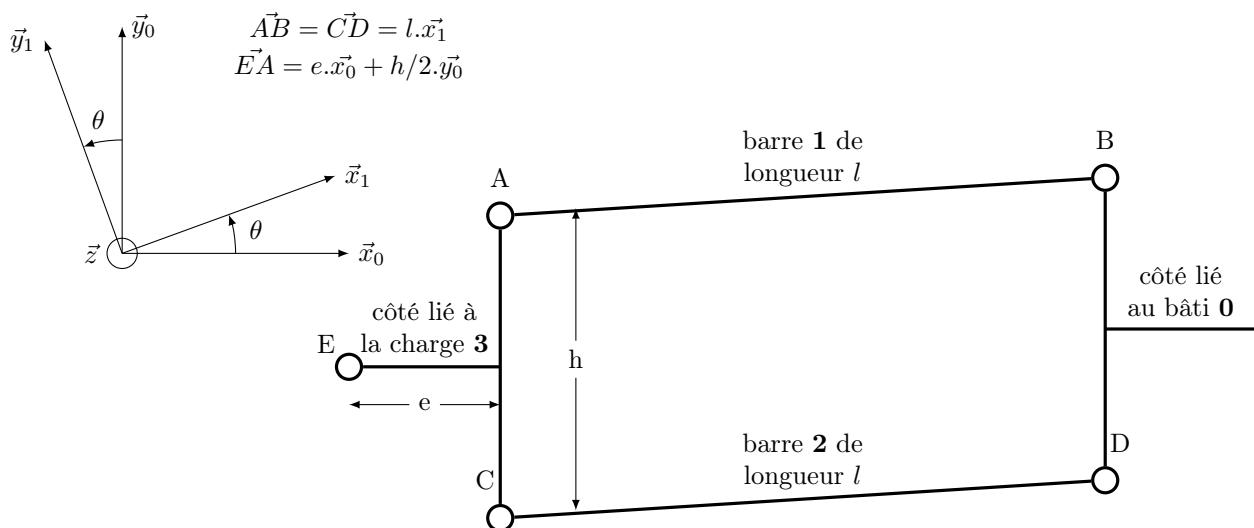
- Définir dans les "Déplacements imposés", la géométrie fixe qui est liée au bâti ;
- Définir dans les "Chargements externes", deux types de chargement à imposer ;
- Mailler et exécuter ;
- Montrer les déformations et les déplacements suivant X, Y et Z.

Activité 8 :

Proposer un paramétrage de la simulation numérique sous Solidworks permettant d'observer les déformations du corps d'épreuve sous charge en accord avec la configuration du doseur. Lancer la simulation et observer les résultats. Justifier alors la pertinence du modèle du corps d'épreuve, des hypothèses formulées et de la modélisation des actions mécaniques donnés sur la figure 9.

Activité 9 : • Par une analyse statique du modèle du corps d'épreuve de la figure 9, montrer que si l'angle θ reste petit, θ évolue proportionnellement à F_E (NB : seules certaines équations sont nécessaires parmi celles qu'il est possible d'écrire) ;

- Conclure quant à :
 - la validité de l'hypothèse formulée et utilisée dans la deuxième partie concernant la capacité du capteur d'effort à mesurer une masse dont le centre d'inertie peut changer de position au cours du dosage ;
 - la nécessité d'avoir formulé cette hypothèse dans la deuxième partie.



$$T_{0 \rightarrow 1} = \begin{Bmatrix} X_B & - \\ Y_B & - \\ - & -k \cdot \theta \end{Bmatrix}_{B/R_1}, T_{3 \rightarrow 1} = \begin{Bmatrix} X_A & - \\ Y_A & - \\ - & -k \cdot \theta \end{Bmatrix}_{A/R_1}, T_{0 \rightarrow 2} = \begin{Bmatrix} X_D & - \\ Y_D & - \\ - & -k \cdot \theta \end{Bmatrix}_{D/R_1}, T_{3 \rightarrow 2} = \begin{Bmatrix} X_C & - \\ Y_C & - \\ - & -k \cdot \theta \end{Bmatrix}_{C/R_1}.$$

$$T_{ext \rightarrow 3} = \begin{Bmatrix} 0 & - \\ -F_E & - \\ - & C_E \end{Bmatrix}_{E/R_0}, \text{ les solides 0, 1, 2 et 3 sont supposé être indéformables.}$$

Figure 9. Modélisation mécanique du corps d'épreuve

4. Amélioration des performances de la chaîne de mesure

OBJECTIFS

Concevoir une solution qui permet d'améliorer les performances de la chaîne de mesure.

Afin de minimiser l'influence des perturbations sur la chaîne de mesure, la société Sundis utilise un filtre numérique de Butterworth d'ordre 2. Pour cet ordre, ce filtre correspond simplement à un filtre d'ordre 2 classique de gain statique égal à $K_f = 1$ et de coefficient d'amortissement $\xi = \frac{\sqrt{2}}{2}$.

- Activité 10 :**
- Tracer les diagrammes de Bode asymptotiques du filtre proposé, préciser l'atténuation en dB pour la pulsation de cassure et définir le paramètre réglable de ce filtre.
 - Justifier l'intérêt de ce type de filtre au vu des valeurs de son gain en dB sur sa bande passante, compte-tenu de la valeur prise pour ξ .
 - Justifier également la pertinence de ce filtre par rapport à un simple filtre d'ordre 1 de même gain statique et de même pulsation de cassure.

- Activité 11 :**
- A partir de l'analyse du signal temporel mesuré par le capteur de masse suite à une manœuvre de d'ouverture/fermeture de la trémie et compte-tenu du cahier des charges, déterminer la valeur maximale du paramètre réglable du filtre qui permet de respecter l'exigence de temps de stabilisation de la pesée. Préciser et expliquer également si ce paramètre doit être supérieur à une certaine valeur minimale.
 - Modifier le modèle Silab-Xcos dont le fichier est nommé "oscillateur.zcos" afin de traiter le signal mesuré par le capteur de masse à l'aide du filtre proposé. Pour cela, il est possible de COPIER/COLLER des blocs existant au sein du modèle fourni ou bien d'utiliser des blocs dans le navigateur de palettes, rubrique CPGE/OPERATEURS LINEAIRES. Demander les valeurs de K , xi et $w0$ du CONTEXTE Scilab-Xcos à l'examinateur si ces valeurs n'ont pas été trouvées en partie 2.
 - Conclure quant à la pertinence du filtre proposé au vu des résultats de simulation.

Afin d'implanter et de tester l'efficacité du filtre de Butterworth d'ordre 2 dimensionné précédemment sur un signal de mesure de masse réel, l'algorithme associé a été traduit en langage Python.

→ Ouvrir le fichier nommé *filtre_butterworth_2.py*, qui est situé dans le répertoire *Candidat* situé le bureau Windows du PC, par un double-clic (l'ouverture du fichier peut prendre un peu de temps).

→ Lire et analyser rapidement le script proposé.

Activité 12 :

Modifier le fichier *filtre_butterworth_2.py* afin de pouvoir ouvrir le fichier de mesure nommé *PrenomDuCandidat_vidange.txt* enregistré lors de l'activité 3.

L'objectif consiste maintenant à implémenter la fonction de filtrage, nommée *butterworth2(Te,donnees_brutes,wc)* du signal brut issu du fichier de mesures, où :

- T_e correspond à la période d'échantillonnage des mesures en seconde. Celle-ci est constante et lue directement dans le fichier de mesures ;
- e correspond aux mesures de masses, en incrément, lues dans le fichier de mesures et stockées sous forme de liste ;
- w_0 correspond à la pulsation de cassure souhaitée du filtre.

Activité 13 :

- Ecrire l'équation différentielle d'ordre 2 correspondant au filtre de Butterworth d'ordre 2 utilisé. Pour se faire :
 - noter $s(t)$ la fonction temporelle de sortie du filtre (signal filtré) ;
 - noter $e(t)$ la fonction temporelle du filtre d'entrée (signal non filtré) ;
 - noter x_i le coefficient d'amortissement du filtre ;
 - noter w_0 la pulsation de cassure du filtre.
- A l'aide d'un schéma d'Euler explicite, utilisé éventuellement plusieurs fois, donner l'expression discrète approchée des termes :
 - $\frac{ds(t)}{dt}$
 - $\frac{d^2s(t)}{dt^2}$
 en fonction de $s[i]$, $s[i-1]$, $s[i-2]$ et T_e (période d'échantillonnage du signal mesuré).
- à partir des deux résultats précédents, donner l'expression de la valeur filtrée $s[i]$ en fonction de $s[i-1]$, $s[i-2]$, $e[i]$, T_e et w_0 .

Activité 14 :

A partir des fichiers d'aide sur le langage Python fournis, compléter la fonction *butterworth2()*, au niveau de la ligne n°77. Pour cela :

- écrire une boucle itérative permettant de calculer les valeurs des mesures filtrées et de les rajouter à la liste des mesures filtrées, notée s .
- modifier la valeur du paramètre fc au sein de la fonction *main()* de telle sorte que w_0 corresponde à la valeur déterminée à l'activité 11.

Quatrième partie

5. Implantation, validation de la solution et bilan final à aborder 30 minutes avant la fin

→ Ce bilan, qui peut être abordé quel que soit votre niveau d'avancement, va permettre de préparer la synthèse attendue à la fin de cette épreuve.

OBJECTIFS

Implanter et valider la solution qui permet d'améliorer les performances de la chaîne de mesure.

Une solution permettant de remédier à la problématique évoqué dans la première partie est d'utiliser le filtre conçu et dimensionné en fin de deuxième partie.

Important : si le candidat n'a pas réussi à implémenter l'algorithme de filtrage en fin de deuxième partie, le jury lui fournira un fichier de script complet et fonctionnel pour pouvoir poursuivre. Ce fichier devra être copié dans le répertoire CANDIDAT. Dans ce cas, le candidat devra modifier la ligne n°87 "...=lecture_fichier_mesure("essai_vidange.txt")" en remplaçant le mot *essai* par son prénom, sans majuscule, sans accent, sans espace ou tiret.

Activité 15 :

Afin de vérifier l'efficacité du filtre retenu dans le cas des deux essais menés au cours des activités 3 et 4 :

- modifier et exécuter le script Python de simulation du filtrage des mesures de masse à la ligne ...=lecture_fichier_mesure("PrenomDuCandidat_vidange.txt"), en remplaçant le nom du fichier dans le script successivement *PrenomDuCandidat_vidange.txt* par :
 - *PrenomDuCandidat_vidange.txt*
 - *PrenomDuCandidat_dosage.txt*
- comparer les résultats obtenus avec ceux de l'activité 3 et 4;
- conclure quant à la validité de la solution simulée à base de filtre de Butterworth d'ordre 2 vis-à-vis du cahier des charges ;
- Implanter ce filtre sur le système réel à l'aide du logiciel eNodView et de sa notice fournie dans le dossier ressource, avec les paramètres utilisés en simulation.

→ Quitter le logiciel eNodView, puis mettre le doseur hors tension (interrupteur en haut, sur le côté gauche du boîtier de commande)

→ Basculer le sélecteur en bas à droite du doseur MDV-6 sur CANOPEN-API puis remettre le doseur sous tension ET ATTENDRE QUE LE VOYANT MODE MANUEL AUTORISE SOIT ALLUME.

→ Ouvrir le logiciel de supervision et se connecter au doseur (*voir la notice du logiciel MDV-6 - Supervision*). Saisir le code 2222 dans le rectangle de droite et cliquer sur MAINTENEUR.

→ Régler la recette suivante (voir dans l'environnement multimédia pédagogique les menus CONDUITE ET SUPERVISION -> SAISIR RECETTE ET DOSAGE) :

- 90 % de P1 ;
- 10 % de P2 ;
- masse du batch égale à 100 g.

→ Aller dans l'historique des dosages et effacer les données s'il y en a. Visualiser les batches (voir dans l'environnement multimédia pédagogique les menus CONDUITE ET SUPERVISION -> CYCLES ET VISUALISATION).



→ Effectuer une remise à zéro de la régulation  et une remise à zéro de la visualisation (RAZ VISU

dans la fenêtre qui s'ouvre) .

Activité 16 :

A l'aide de l'écran principal du logiciel de supervision faire une dizaine de cycles de dosage (les paramètres du doseur sont les paramètres initiaux). Conclure sur l'écart entre les performances attendues et les performances atteintes par le système réel.

→ Préparer une synthèse globale des activités menées (3 minutes maximum).

FIN