Concours commun Mines-Ponts, France

Session 2008, filière PSI

Sciences industrielles de l'ingénieur

Durée : 4 heures

Ce que traite le sujet

- Partie I : étude fonctionnelle générale
- Partie II : alimenter et maintenir à niveau la trémie
- Partie III : étude générique de la fonction doser
- Partie IV : processus de fabrication du batch
- Partie V : fonction pesage
- Partie VI : vider la trémie de pesage

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/mines/psi/2008/si

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES,
ÉCOLES NATIONALES SUPÉRIEURES DE L'AÉRONAUTIQUE ET DE L'ESPACE,
DE TECHNIQUES AVANCÉES, DES TÉLÉCOMMUNICATIONS,
DES MINES DE PARIS, DES MINES DE SAINT-ÉTIENNE, DES MINES DE NANCY,
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS DE BRETAGNE,
ÉCOLE POLYTECHNIQUE (FILIÈRE TSI)
CONCOURS D'ADMISSION 2008

SCIENCES INDUSTRIELLES

Filière PSI

(Durée de l'épreuve : 4 heures)

L'usage de la calculette est autorisé

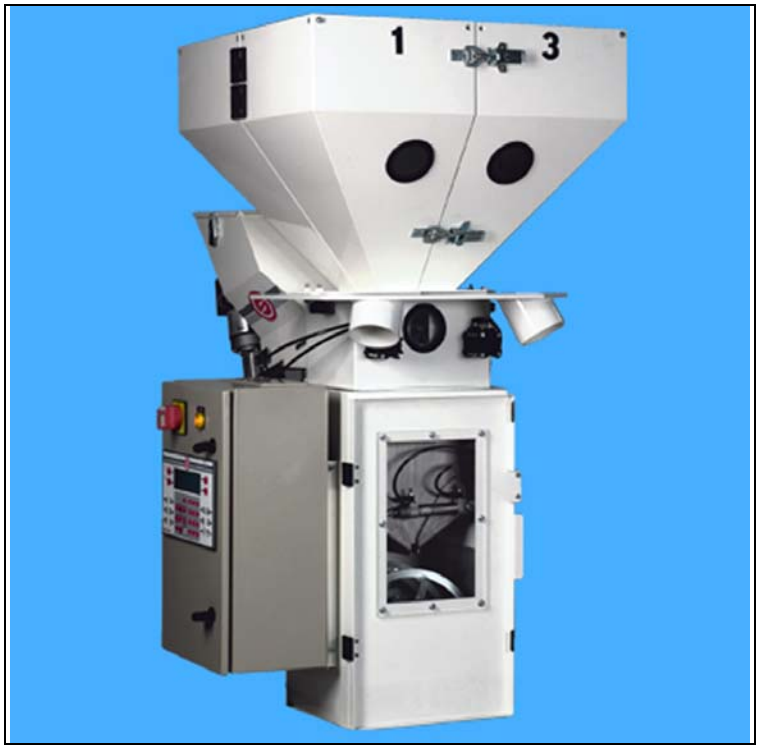
Sujet mis à disposition des concours : ENSTIM, Télécom SudParis (ex :INT), TPE-EIVP, Cycle International

Cet énoncé comporte 9 pages de texte numérotées de 1 à 9 et un ensemble de 10 pages de quatre dossiers de présentation. Le travail doit être reporté sur le document-réponse de 12 pages distribué avec l'énoncé. Pour valider ce document-réponse, chaque candidat doit obligatoirement y inscrire à l'encre, à l'intérieur du rectangle d'anonymat situé en première page, ses nom, prénoms (souligner le prénom usuel), numéro d'inscription et signature, avant de commencer l'épreuve. Il est conseillé de lire rapidement la totalité du sujet avant de commencer l'épreuve. Un seul document-réponse est fourni au candidat. Le renouvellement de ce document en cours d'épreuve est interdit.
Les questions sont organisées suivant une progression logique caractéristique de la discipline. Toutefois les parties peuvent être abordées indépendamment les unes des autres.
La rédaction des réponses sera la plus concise possible : on évitera de trop longs développements de calculs en laissant subsister les articulations du raisonnement (la taille des zones réservées aux réponses n'est pas représentative de la longueur des réponses attendues).

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

DOSEUR PONDERAL DE GRANULES PLASTIQUES

L'injection de matière plastique est une technique qui consiste à pousser de la matière plastique chauffée dans un moule afin de réaliser une pièce. La machine qui réalise cette opération est appelée « **presse à injecter** ».



Doseur pondéral DPX



Exemple de produits réalisés : bacs translucides colorés

Le document D2-1 **DOSSIER 2** présente le système de production de pièces en matière plastique. La presse à injecter n'est pas l'objet de l'étude mais les fonctions à réaliser par cette presse sont évidement liées aux fonctions du doseur pondéral qui est l'objet principal du sujet.

La matière plastique « première » sous forme de différents granulés (produits principaux : macro-produits et colorants : micro-produits) est conservée dans des silos de grande taille. Le transport de ces matières vers les presses est réalisé automatiquement au moyen de canalisations et d'aspirateurs dans des trémies de stockage situées au-dessus d'un **doseur pondéral** qui permet le **dosage et le mélange** des granulés. (Voir document D2-1 **DOSSIER 2)**.

Le doseur pondéral DPX produit un mélange dosé de matières premières par lot. Une quantité unitaire de mélange dosé s'appelle un « **batch »**. A l'ouverture de la trémie de pesée, un batch tombe dans la zone de malaxage du mélange. Cette zone de mélange alimente directement par gravité la presse à injecter (doseur au-dessus de l'entrée de la presse à injecter - Voir document D2-2 **DOSSIER 2**).

Le procédé vise à obtenir un dosage précis des macro-produits et micro-produits en faisant en sorte que les masses de ces produits dans un batch soient conformes à la consigne.

Lors d'un changement de pièces à injecter, les premières pièces de la série (environ une dizaine) servent à la mise en température du moule et sont mises au rebut.

Le dossier de présentation structurelle (**DOSSIER 2**) décrit les constituants de la presse à injecter équipée du doseur pondéral. Il comprend trois documents :

- Document D2-1 : Système de production en situation
- Document D2-2 : Doseur pondéral DPX
- Document D2-3 Aspirateur Vacuplast.

L'étude se limite ici au cas du doseur DPX 06 dont la trémie de pesée a une capacité maximale de 3 kg avec deux types de matières premières plastiques sous forme de granulés à mélanger.

Pour réaliser les bacs colorés transparents le mélange est composé du :

- ***Macro-produit formé de granulés transparents*** qui représente la majeure partie d'un batch (96 % de la masse du batch sur le cas étudié dans ce sujet).
- ***Micro-produit qui est un colorant***, bleu en l'occurrence. Il représente 4 % de la masse du batch dans l'exemple traité.

Le dosage doit se réaliser avec une précision inférieure à 1% en masse. Cette précision est particulièrement importante pour la production de pièces translucides colorées.

Les quatre trémies supérieures de stockage de macro-produit ont chacune une capacité de 30 kg, La capacité de stockage de la trémie latérale du micro-produit est de 5 kg. Dans le cadre de cette étude seule une trémie supérieure est utilisée.

Le niveau maximum de produit mélangé dans le mélangeur à hélice correspond à une mase de 10 kg environ alors qu'elle est de 3 kg dans la trémie de pesée (Voir document D2-2 **DOSSIER2**).

I - ETUDE FONCTIONNELLE GENERALE

I-1 Etude fonctionnelle du Doseur DPX

Question 1 : Compléter la description fonctionnelle du DPX au niveau A0 du document réponse**. Pour cela remplir** les bulles pointillées du document réponse. (Pour certaines bulles le candidat utilisera les termes employés dans les **DOSSIERS 1 et 2).**

Remarque : Les questions suivantes du sujet analysent les fonctions du mécanisme. Le candidat pourra donc éventuellement compléter certains éléments de la description fonctionnelle demandée à la question 1 après avoir progressé dans le sujet.

II - ETUDE DE LA FONCTION ALIMENTER ET MAINTENIR A NIVEAU LA TREMIE DU MACRO-PRODUIT

II-1 Commande de l'aspirateur VACUPLAST (Voir doc D2-3 DOSSIER 2)

Le principe est de maintenir le niveau de granulés dans la trémie du doseur DPX au dessus du point bas de la cuve de stockage de l'aspirateur Vacuplast, au niveau du clapet de vidage (Voir document réponse).

Le fonctionnement de l'aspirateur est indépendant du fonctionnement du DPX. L'aspirateur Vacuplast possède une carte de commande qui ne reçoit ni n'émet aucune information vers la partie commande du doseur DPX.

La commande de l'aspirateur possède cependant une interface opérateur minimale :

- un bouton poussoir marche **: « m »**
- un bouton poussoir arrêt **: « ar »**
- un voyant alarme manque de produit : **« AL ».**

L'unique actionneur est une turbine : **« TU »** qui crée la dépression nécessaire à l'aspiration des matières granulées (voir document D2-3 **DOSSIER 2** et document réponse question 2).

L'unique capteur est un détecteur magnétique de position du clapet de vidage qui donne l'information clapet fermé : **« clf ».** Lorsque la turbine fonctionne l'aspiration maintien le clapet fermé même si la cuve est pleine de produit, car la dépression se retrouve au niveau du clapet, à travers les granulés. Lorsque la turbine est arrêtée et que la cuve de l'aspirateur est vide, le clapet est aussi maintenu fermé par un contre poids.

Si l'aspiration est arrêtée la masse des granulés suffit à ouvrir le clapet de vidage.

Si à la fin de l'écoulement le niveau dans la trémie du DPX est celui souhaité, les granulés empêchent la fermeture du clapet de vidage.

Le cycle de fonctionnement en approvisionnement, c'est-à-dire tant que le niveau de granulé dans la trémie du DPX n'est pas atteint, est décrit ci-dessous :

- aspiration pendant t_1 secondes ($2 < t_1 < 7$ s). La quantité aspirée est réglée par la durée d'aspiration.
- attente ouverture du clapet pendant t_2 secondes maximum ($t_2 = 2$ secondes).

si clapet ouvert

- attente vidage du produit (clapet fermé).
- reprise du cycle d'aspiration

si clapet fermée

- incrémenter un compteur
- reprise du cycle d'aspiration
- si le clapet reste fermé la deuxième fois alors émettre un signal d'alarme : manque de produit. L'operateur intervient, il appuie sur le bouton arrêt et règle le problème quel qu'il soit puis permet la reprise du fonctionnement par appui sur marche.

Les boutons marche et arrêt autorisent le fonctionnement normal et l'arrêt. Une demande d'arrêt à un instant quelconque conduit à un arrêt en fin de cycle.

Question 2 : Après avoir **précisé la liste des entrées et des sorties** de cette commande, **proposer** une commande de l'aspirateur en utilisant l'outil grafcet. Le candidat **fera apparaître clairement** le traitement des trois fonctions demandées : cycle normal, commande générale de marche arrêt et déclenchement de l'alarme au moyen de trois graphes synchronisés par exemple.

II-1 Fonctionnement du clapet

La description du fonctionnement ci-dessus précise qu'aucun actionneur ne met en mouvement le clapet. Le diamètre de passage au niveau du clapet est de 10 à 12 cm.

Question 3 : Proposer sous forme de schéma un mécanisme permettant le mouvement du clapet conformément au cahier des charges défini ci-dessus. **Préciser la nature et la position** du capteur donnant l'information « clapet fermé ».

III – ETUDE GENERIQUE DE LA FONCTION DOSER

III-1 Analyse du procédé de Dosage

Le procédé de dosage est présenté par le document D4-3 **DOSSIER 4**.
Le Grafcet proposé sur le document D4-3 **DOSSIER 4** décrit la réalisation d'un batch composé de deux produits de base, le relevé de mesures du document réponse est relatif à un batch de 1 kg composé de 96% de macro-produit et 4% de micro-produit.
L'objectif est d'obtenir la masse totale à 1 % près en respectant ces pourcentages.
Le tableau présenté dans le document réponse donne les valeurs des différentes grandeurs manipulées par le Grafcet D4-3 **DOSSIER 4** pour le premier batch et les mesures pour les batchs suivants.
Le document D4-1 **DOSSIER 4** montre la « queue de chute » qui représente la quantité de produit non pesée à l'instant de la fermeture du godet. Les variables « erreur de jetée » du Grafcet de procédé de dosage du document D4-3 **DOSSIER 4** expriment les erreurs dues aux queues de chute de chaque produit.
Les documents ci-dessous sont nécessaires :

- document D2-2 du **DOSSIER 2**.
- Photos D3-1 et D3-2 du **DOSSIER 3**.

L'unité de travail pour les ***masses est le gramme***.

Question 4 : Compléter le tableau de valeurs proposé pour les numéros de batch 2 et 3. **Justifier votre réponse au moyen d'expressions** utilisant les variables définies dans la liste des variables du document D4-3 **DOSSIER 4** et **en déduire les valeurs** numériques de Kma et de Kmi.

III-2 Performances temporelles du Doseur en fonctionnement normal

Le but de cette étude est de valider les performances temporelles du système. On s'appuie sur le grafcet global du document D4-4 **DOSSIER 4**.
Les expansions des macros étapes M13 et M14 sont hors étude dans un premier temps.
Le tableau suivant donne la durée des actions et des macros étapes de ce grafcet.

	Mélanger	Ouvrir trémie	Fermer trémie	Mesurer zéro/tare	Tarage M13	Charger un produit M14
Durée en secondes	Variable	2	3	1	5	7

Le temps de vidange moyen de la trémie à partir du début de son ouverture est de 6 secondes.
On considère qu'aucune alarme ne se déclenche pendant cette étude et que le niveau haut du mélangeur n'est jamais atteint.
On étudie toujours le cas d'un batch composé de deux produits.
A partir de la situation initiale (0, 10, 100), l'opérateur appuie sur le bouton Dcy (Départ cycle) et marque le début du fonctionnement du doseur.

Question 5 : Ecrire la liste des situations successives (en tenant compte des durées fournies), en **déduire le temps de production** du premier batch, c'est-à-dire le temps au bout duquel la « première » trémie est complètement vidée. **Déterminer ensuite le temps de cycle** en production sans incidents

Le grafcet de procédé de dosage Document D4-3 **DOSSIER 4** décrit dans le cas général le principe du dosage. C'est un document du fabricant du DPX et il n'est pas implémenté dans la commande du doseur étudié ici. Une partie de cette description peut être reprise pour réaliser l'expansion de la macro étape M 14 du grafcet Document D4-4 **DOSSIER 4**.

Question 6 : En utilisant le même codage des sorties que celui du grafcet de procédé de dosage document D4-3 **DOSSIER 4**, **écrire l'expansion de la macro étape M14** du grafcet global D4-4 (le candidat remarquera que le vidage de la trémie est déjà décrit par la macro étape M2 du grafcet général).

III-3 Etude de la fonction Doser le micro-produit

Le dosage du micro-produit est réalisé en contrôlant le temps de rotation de la vis d'Archimède d'amenée du produit. (Voir figures D3-7 et D3-8 **DOSSIER 3**). Cette vis d'Archimède est entraînée par un ensemble motoréducteur.

La documentation du constructeur du moteur indique les valeurs suivantes :

- Moment d'inertie du réducteur ramené au niveau de l'arbre rapide: $Jr = 0.06\ 10^{-4}$ kg.m²
- Rapport de réduction du réducteur : $r = \frac{\omega_{sortie}}{\omega_{entrée}} = 1/30$
- Moment d'inertie du moteur : $Jm = 2.3\ 10^{-4}$ kg.m²
- Puissance du moteur : P = 0.25 kW
- Fréquence de rotation nominale du moteur ω_m = 2700 tr/mn

A partir du dessin de la vis d'Archimède un logiciel de DAO a calculé un moment d'inertie $Jv = 6.32\ 10^{-6}$ kg·m² pour celle-ci

Le couple résistant exercé par les granulés sur la vis est difficile à modéliser. Les valeurs retenues sont le résultat de l'expérience et du métier du constructeur. Dans la perspective de vérifier les performances du système, le candidat pourra évaluer un ordre de grandeur de la valeur du couple résistant à partir du choix du moteur fait par le constructeur ; pour cela, il estimera que ce couple résistant est constant et que 70% de la puissance du moteur est nécessaire pour entraîner la vis en régime établi.

Question 7 : Quel est l'angle dont a tourné la vis d'Archimède entre l'instant de la coupure de l'alimentation du moteur et celui de l'arrêt complet de la vis ? Le candidat **précisera avec soin** la démarche retenue (hypothèses, solide ou ensemble de solides isolés, bilan des efforts, choix des équations etc.). A quelle condition **ce phénomène est-il sans influence** sur la qualité du dosage ?

III – 4 - Etude de la fonction Doser le macro-produit

Le remplissage de la trémie de pesage en macro-produit est réalisé par une vanne à godet (voir photo D3-4 **DOSSIER 3**).

La commande de la vanne est réalisée par un vérin (voir figure D3-3 **DOSSIER 3**).

Pour assurer l'ouverture de la vanne, le godet doit tourner d'un angle de 80 degrés.

Question 8 : A partir des dessins (document réponse) **déterminer par la méthode de votre choix** (graphiquement ou par calculs) la course du vérin et la hauteur de la lumière de commande (voir figure D3-3 **DOSSIER 3** et document réponse, sachant que le diamètre du doigt de commande est de 8 mm).

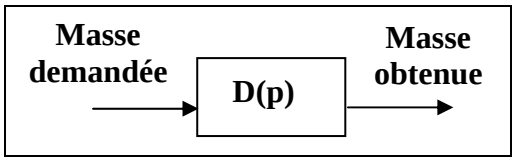
IV ETUDE DU PROCESSUS DE FABRICATION DU BATCH

Le procédé de dosage décrit par le grafcet du document D4-3 **DOSSIER 4** vise à s'affranchir de l'erreur de jetée due à la queue de chute (voir III1). Le principe retenu est de comparer la masse obtenue par pesée dans la trémie avec la consigne de masse. (Voir documents D4-1 et D4-2 du **DOSSIER 4**).

Le but de cette partie est de modéliser au moyen d'un schéma bloc le comportement de ce dosage pour un seul sous produit : le macro-produit.
Cette modélisation va permettre d'exploiter les résultats du cours d'asservissement pour déterminer les valeurs de Kma (et de Kmi hors étude ici). Ces coefficients sont alors assimilables à des paramètres de correcteurs.
La partie opérative de la distribution du produit est connue (document D4-1 **DOSSIER 4**). Afin d'en réaliser un modèle, un essai de réponse à un échelon est réalisé avec :

- ***une consigne de 1000 grammes de macro-produit ;***
- *une trémie pleine (Vacuplast en fonctionnement)* ***;***
- une alimentation assurée par un godet (document D4-1 **DOSSIER 4**) ;
- ***une consigne de 100 grammes de micro-produit.***

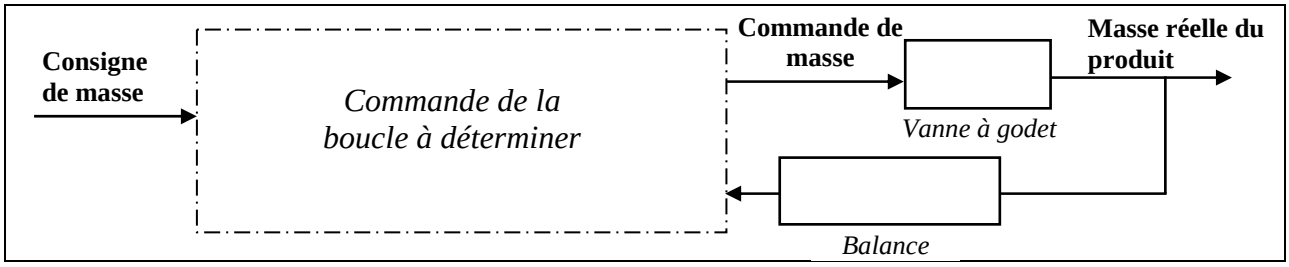
Le modèle retenu pour la distribution du macro-produit est de la forme $D(p) = \frac{K_d}{1 + \tau_d . p}$.



Question 9 : Identifier les coefficients de la fonction de transfert D(p) à partir de la courbe du document réponse. **Déterminer** la valeur de l'erreur de jetée dans ce cas.

Question 10 : Compléter sur le document réponse les états d'étapes du grafcet de dosage document D4-3 **DOSSIER 4** en correspondance temporelle avec la courbe d'essai.

La modélisation globale du comportement de la distribution se présente sous la forme du schéma bloc ci-dessous. Cependant le fonctionnement ne se fait pas suivant un temps continu. La production de batchs est réalisée par lot (suite ordonnée de n batchs). Les batchs sont rangés par numéro d'ordre appelé rang, ainsi le troisième batch d'un lot est le batch de rang 3. La commande de masse du batch de rang *n* est réalisée à partir de la consigne de masse (constante et égale à 960 grammes ici) et de l'erreur de jetée de rang *n-1*.



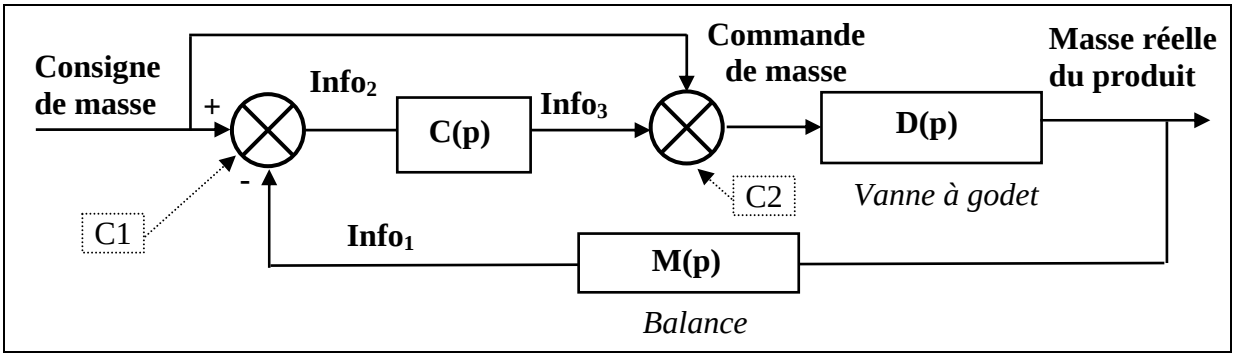
La modélisation de la commande (encadré pointillé) est l'objet des questions suivantes.
Un relevé expérimental sur 10 batchs consécutifs donne l'évolution des différentes variables mesurée et de consigne concernant le macro-produit (voir Documents D4-2 et D4-3 **DOSSIER 4** et document réponse question 4).

Question 11 : En utilisant les résultats mis en place à la question 4 **déterminer l'expression de CMAP au rang 2** en fonction de ConsMAP et de MAP avec comme paramètre Kma. **Déterminer la même expression au rang 3** et **montrer que** l'expression au rang *n* est de la forme : $\mathbf{CMAP(n) = ConsMAP + Kma} \sum_{1}^{n-1} \mathbf{EJMAP(i)}$

L'équation $\mathbf{CMAP(n) = ConsMAP + Kma \sum_{1}^{n-1} EJMAP(i)}$ est une équation récurrente dans laquelle *n* représente le numéro d'échantillon de la commande, qui intervient à l'instant t = *n*.T si la durée de réalisation de chaque batch est de T.
En prenant T comme unité de temps on peut alors transformer cette équation en l'équation différentielle temporelle suivante : $\mathbf{CMAP(t) = ConsMAP + Kma \int_{0}^{t} EJMAP(\tau).d\tau}$.

Question 12 : Montrer alors que l'on peut mettre la commande sous la forme du schéma bloc suivant. Prendre **soin de bien définir** les signes du comparateur C2 (ceux de C1 sont imposés), les informations **$info_1$, $info_2$ et $info_3$ sont aussi à identifier** en fonction des variables utilisées dans cette partie. **Compléter** pour cela le document réponse.

Pour la fonction de transfert M(p), on considère que les erreurs de mesure de la balance sont négligeables.



Question 13 : Calculer alors la fonction de transfert en boucle fermée de cette commande. **En déduire** par une méthode de votre choix la fonction de transfert en boucle ouverte. **Montrer que la forme de C(p)** permet d'obtenir une bonne précision**.**

V ETUDE DE LA FONCTION PESAGE

V-1 - Première modélisation du capteur

Remarque : dans le texte suivant « trémie » désigne la trémie de pesée et les granulés qu'elle contient.

On souhaite mesurer le poids de la trémie de pesage, soit la résultante P du torseur :

$\left\{\tau_{\text{pesanteur}\rightarrow\text{trémie}}\right\} = \left\{\begin{matrix} -P\vec{y} \\ 0.\vec{z} \end{matrix}\right\}_G$ G étant le centre de gravité de la trémie.

Un capteur visible figure **D3-1 DOSSIER 3** supporte la trémie. Un de ses cotés est lié au bati de la machine, son autre coté étant accroché en un point K à la trémie.
Lors de la chute des granulés, le centre de gravité de la masse des granulés occupe une position variable et inconnue.
Le torseur des actions mécaniques exercées par la trémie sur le capteur peut s'écrire

$\left\{\tau_{\text{trémie}\rightarrow\text{capteur}}\right\} = \left\{\begin{matrix} -P\vec{y} \\ MK.\vec{z} \end{matrix}\right\}_K$

Le capteur réel peut être modélisé par une structure parallèlogramme 4 barres liées par 4 liaisons pivots élastiques (voir figure D3-6 **DOSSIER 3**).
Pour que la mesure donnée par le capteur soit indépendante de la position de G, le comportement du capteur ne doit pas dépendre du moment M_K.

Pour cela on va étudier dans un premier temps un modèle simplifié (voir figure D3-5 **DOSSIER 3**) dans lequel seule la liaison pivot en A est une liaison pivot élastique, les autres liaisons pivot en B, C, D étant parfaites.

Le torseur de la liaison pivot élastique s'écrit : $\{\tau_{1\to4}\}=\left\{\begin{matrix}\mathbf{A_X}\vec{x}+\mathbf{A_Y}\vec{y}\\ \mathbf{C_{eA}}\vec{z}\end{matrix}\right\}_{\mathbf{A}}$.

La technologie du capteur permet de mesurer C_{eA}. On souhaite donc vérifier qu'il existe une relation $P=f(C_{eA})$ indépendante de M_K.

Question 14 : **Trouver la relation** $P=f(C_{eA})$. Toute démarche, méthode ou présentation est admise. On peut par exemple :

- **Isoler 5, préciser** sur le document réponse les valeurs nulles de certaines composantes des torseurs. $\{\tau_{8\to5}\}=\left\{\begin{matrix}\mathbf{C_X}.\vec{x}+\mathbf{C_Y}.\vec{y}\\ \mathbf{0}.\vec{z}\end{matrix}\right\}_{\mathbf{C}}$ et: $\{\tau_{1\to5}\}=\left\{\begin{matrix}\mathbf{D_X}.\vec{x}+\mathbf{D_Y}.\vec{y}\\ \mathbf{0}.\vec{z}\end{matrix}\right\}_{\mathbf{D}}$

  Justifier la réponse.

- **Isoler 8.**

  En déduire en fonction de P **la composante $\mathbf{B_Y}$** du torseur.

  $\{\tau_{4\to8}\}=\left\{\begin{matrix}-\mathbf{B_X}.\vec{x}-\mathbf{B_Y}.\vec{y}\\ \mathbf{0}.\vec{z}\end{matrix}\right\}_{\mathbf{B}}$

  Préciser l'équation utilisée. **Reporter la valeur de $\mathbf{B_Y}$** sur le document réponse.

- **Isoler 4**.

  En déduire en fonction de P **la composante $\mathbf{C_{eA}}$** du torseur

  $\{\tau_{1\to4}\}=\left\{\begin{matrix}\mathbf{A_X}.\vec{x}+\mathbf{A_Y}.\vec{y}\\ \mathbf{C_{eA}}.\vec{z}\end{matrix}\right\}_{\mathbf{A}}$

  Préciser l'équation utilisée. **Reporter la valeur de $\mathbf{C_{eA}}$** sur le document réponse.

V-2 - Deuxième modélisation du capteur

Le capteur d'efforts utilisé (figure D3-6 **DOSSIER 3**) est en réalité constitué de 4 zones rigides 1, 8, 4 et 5 reliées par 4 zones déformables 2, 3, 6 et 7 que l'on peut modéliser par quatre liaisons pivots élastiques. On retient un modèle d'étude plan et les torseurs d'efforts transmissibles dans chacune des liaisons pivots non parfaites peuvent s'écrire :

Pour la liaison 3 : $\{\tau_{1\to4}\}=\left\{\begin{matrix}\mathbf{A_X}\vec{x}+\mathbf{A_Y}\vec{y}\\ \mathbf{C_{eA}}\ \vec{z}\end{matrix}\right\}_{\mathbf{A}}$

Pour la liaison 7 : $\{\tau_{8\to4}\}=\left\{\begin{matrix}\mathbf{B_X}\vec{x}+\mathbf{B_Y}\vec{y}\\ \mathbf{C_{eB}}\ \vec{z}\end{matrix}\right\}_{\mathbf{B}}$

Pour la liaison 6 : $\{\tau_{8\to5}\}=\left\{\begin{matrix}\mathbf{C_X}\vec{x}+\mathbf{C_Y}\vec{y}\\ \mathbf{C_{eC}}\ \vec{z}\end{matrix}\right\}_{\mathbf{C}}$

Pour la liaison 2 : $\{\tau_{1\to5}\}=\left\{\begin{matrix}\mathbf{D_X}.\vec{x}+\mathbf{D_Y}.\vec{y}\\ \mathbf{C_{eD}}.\vec{z}\end{matrix}\right\}_{\mathbf{D}}$

L'action de la trémie sur le capteur est modélisée par le torseur : $\{\tau_{\text{trémie}\to 8}\} = \left\{ \begin{matrix} -P\vec{y} \\ M_K \vec{z} \end{matrix} \right\}_K$

Des jauges de déformation, qui sont constituées de fins fils résistants collés dans la zone déformable 3, permettent de mesurer la valeur de C_{eA}, ce qui permet de déterminer P.
Pour dimensionner le capteur il est donc nécessaire de déterminer la relation entre P et C_{eA} dans le cas de cette deuxième modélisation beaucoup plus proche du capteur réel.

Question 15 : Une étude statique permet de montrer que le modèle associé au capteur est hyperstatique. **Quel est le degré d'hyperstaticité** ?

On propose les dessins des solides isolés 8, 4 et 5 dans le document réponse.

Question 16 : En s'aidant éventuellement de cette représentation, indiquer quelle hypothèse raisonnable, dans le cadre de la géométrie du capteur, **peut-on faire pour pouvoir résoudre le problème** ? Cette hypothèse étant faite, en s'aidant éventuellement de la représentation des solides 8, 4 et 5 isolés (document réponse), **déterminer la relation entre P et C_{eA}**

VI ETUDE DE LA FONCTION VIDER LA TREMIE DE PESAGE

Sur les machines de petite capacité un dispositif à mâchoires, représenté sur la figure D3-1 **DOSSIER 3** et la photo D3-2 **DOSSIER 3**, est retenu.
Les deux mâchoires sont en liaison pivot avec la cuve. En position fermée (figure D3-1 **DOSSIER 3**) on modélise la liaison entre les deux mâchoires par une liaison appui plan. Un seul vérin actionne l'ouverture et la fermeture des mâchoires. La tige du piston du vérin et le corps du vérin sont respectivement en liaison sphérique avec chacune des deux mâchoires.

Question 17 : Après avoir identifié la nature de la liaison entre le corps de vérin et la tige du piston, **réaliser un schéma cinématique plan** du dispositif dans la position « mâchoires fermées ».

Question 18 : En analysant (sans calculs) la chaîne fermée des solides cuve-machoires-vérin **dire si la position fermée est unique**. **Conclure quant à la mobilité et à l'hyperstatisme** de cette chaîne en position fermée.

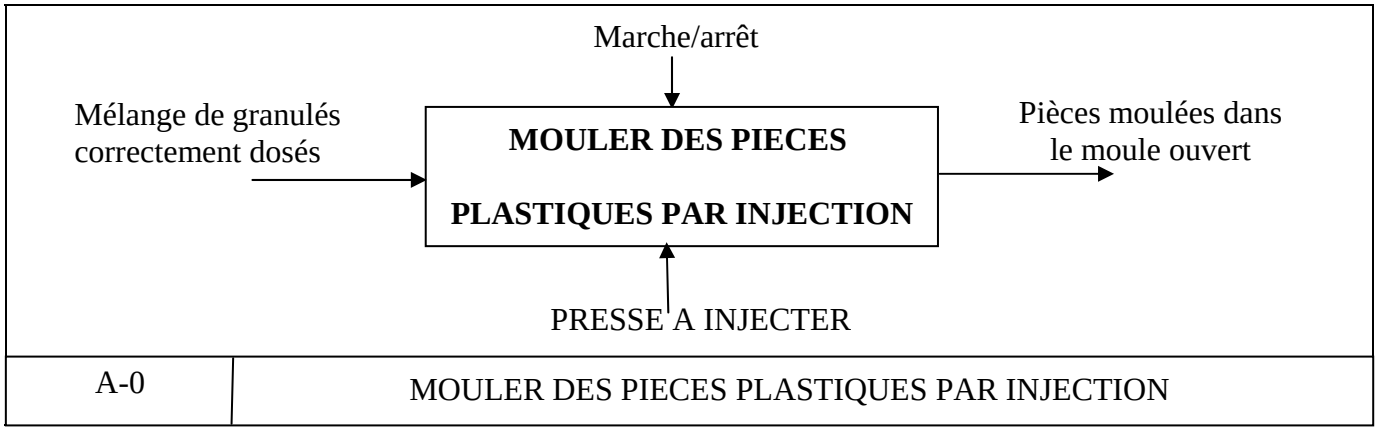
DOSSIER 1 PRESENTATION GENERALE FONCTIONNELLE

Présentation générale fonctionnelle du système de production de bacs de plastiques moulés colorés et translucides.

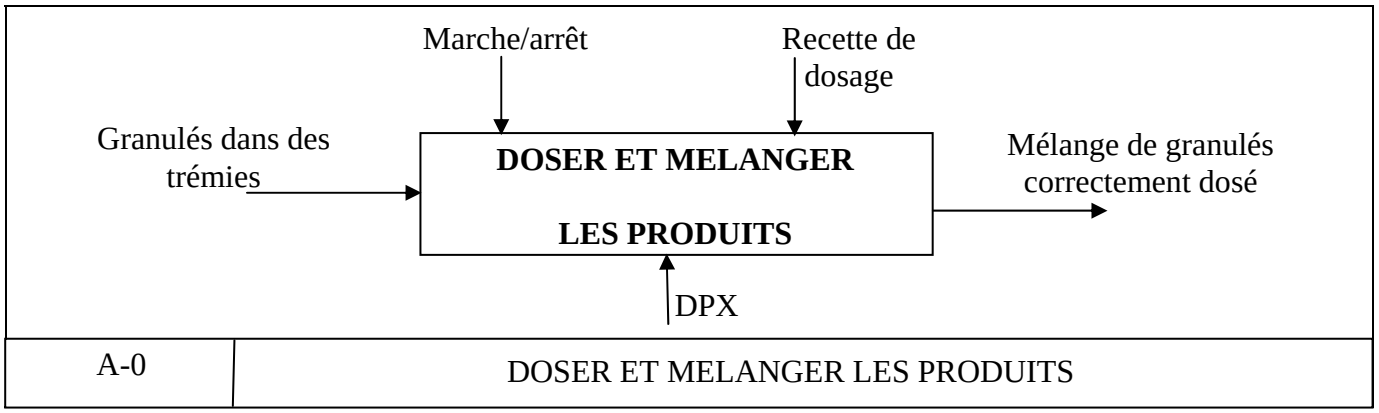
Les principaux éléments sont
- la presse à injecter de 1000 T ;
- le doseur pondéral ;
- l'aspirateur VACUPLAST.

L'outil de représentation retenu est SADT. Ce dossier présente trois graphes de niveau A-0.

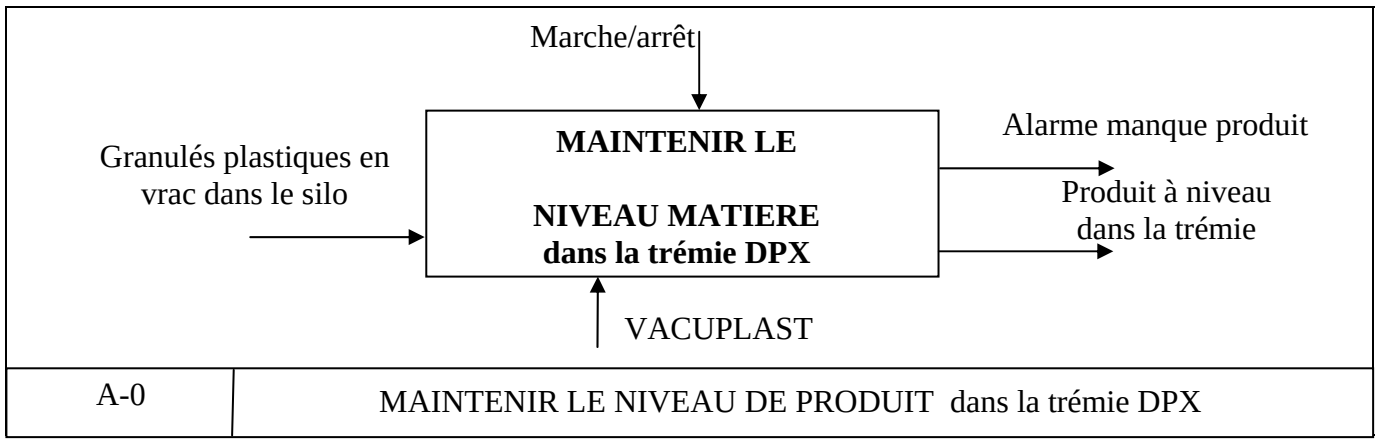
Document D1-1 GRAPHE : A-0 DE LA PRESSE A INJECTER



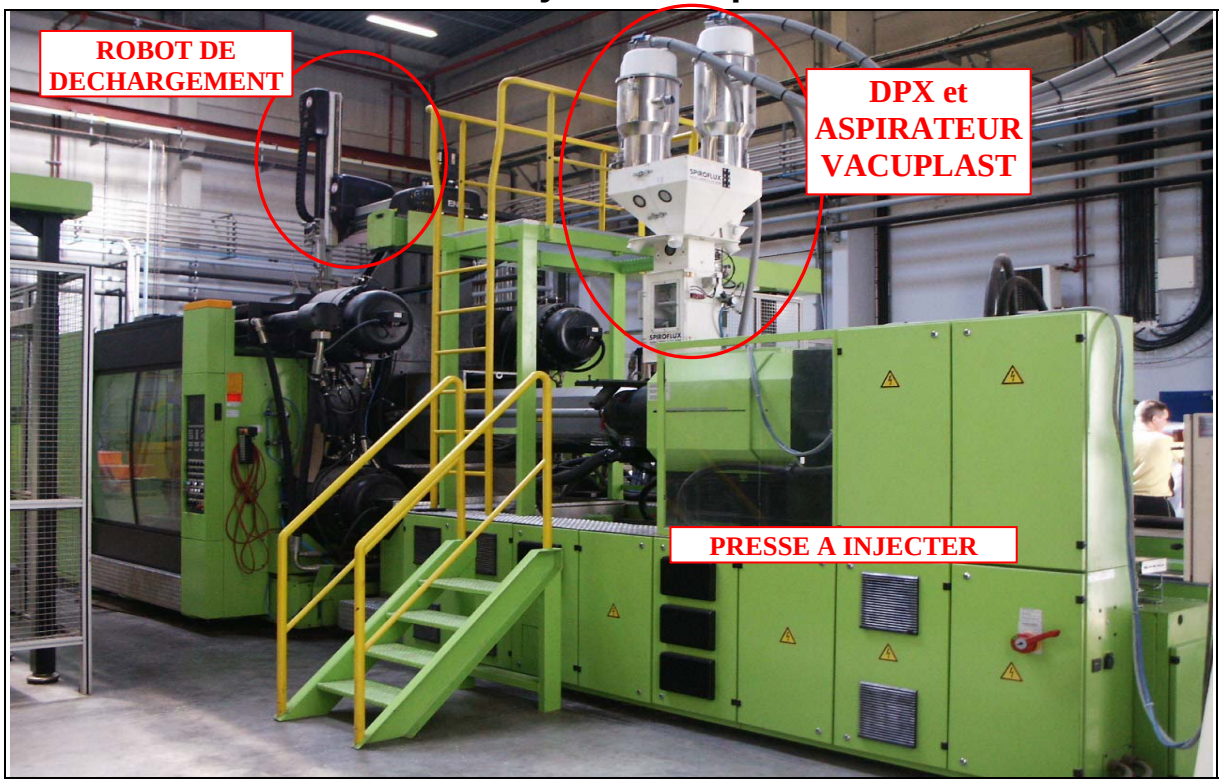
Document D1-2 GRAPHE : A-0 DU DOSEUR DPX



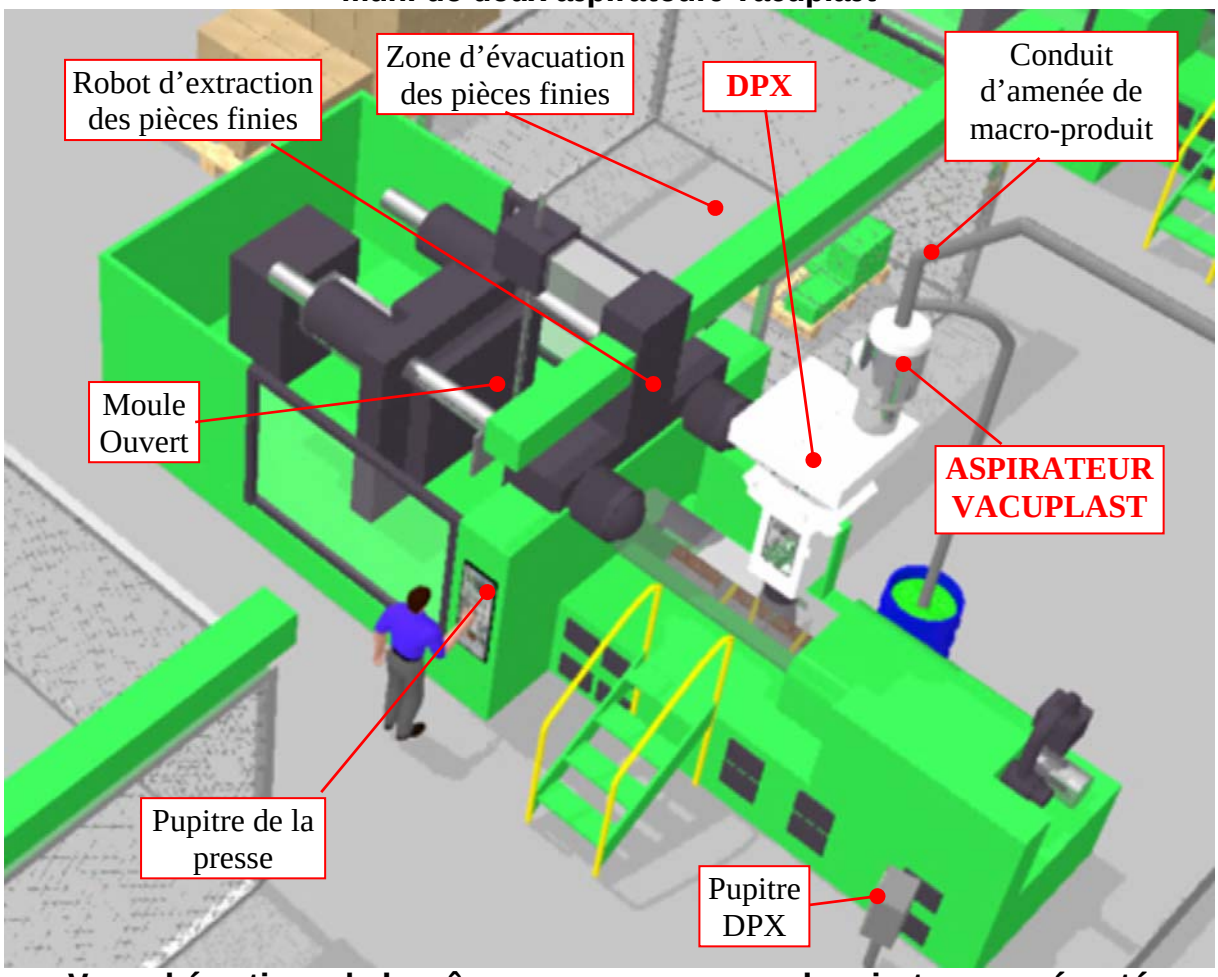
Document D1-3 GRAPHE : A-0 DE l'ASPIRATEUR VACUPLAST



DOCUMENT D2-1 - Système de production en situation

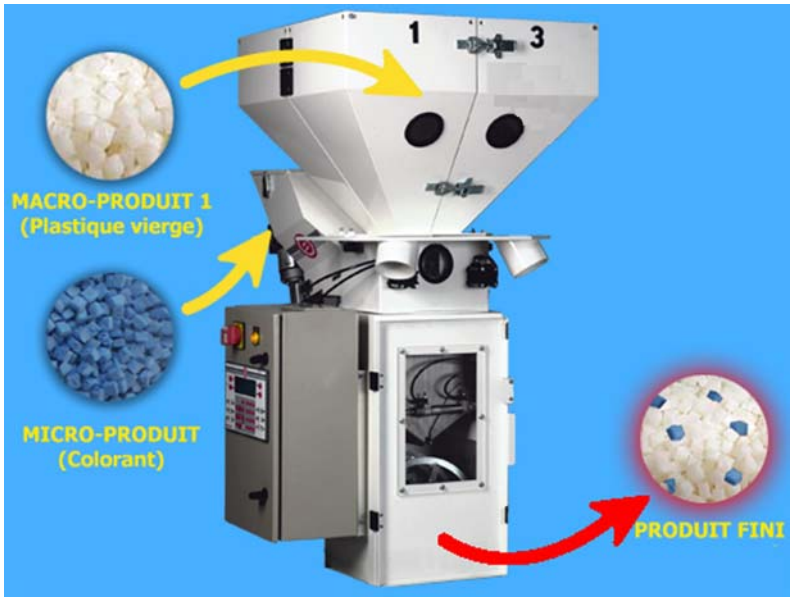


Vue de la presse à injecter équipée d'un doseur pondéral DPX muni de deux aspirateurs Vacuplast



Vue schématique de la même presse avec un seul aspirateur représenté

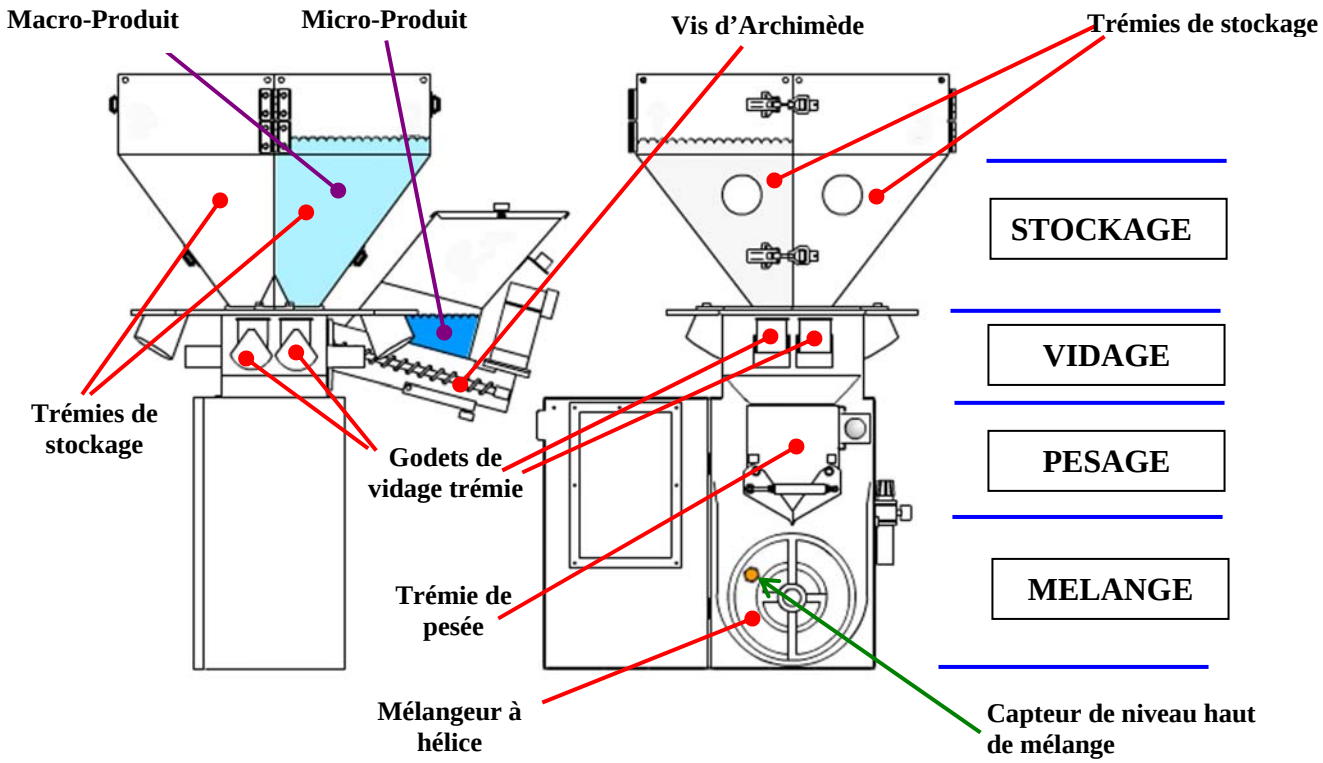
DOSSIER 2 *DOCUMENT D2-2 - Doseur Pondéral DPX*



Les produits sont constitués de granulés de matières plastiques. Le volume moyen des grains est de 1 mm^3.

Le MACRO-PRODUIT est le produit de base il représente 80 à 98% du produit fini.
Le MICRO-PRODUIT est ici un colorant il représente le complément à 1 du produit fini.
Le PRODUIT FINI est un mélange assuré avec une précision inférieure à 1 % en masse.

Remarque : le doseur a la capacité de mélanger 4 macro-produits et deux micro-produits. Dans l'ensemble du sujet on se limite au cas d'un macro-produit de base et d'un micro-produit colorant

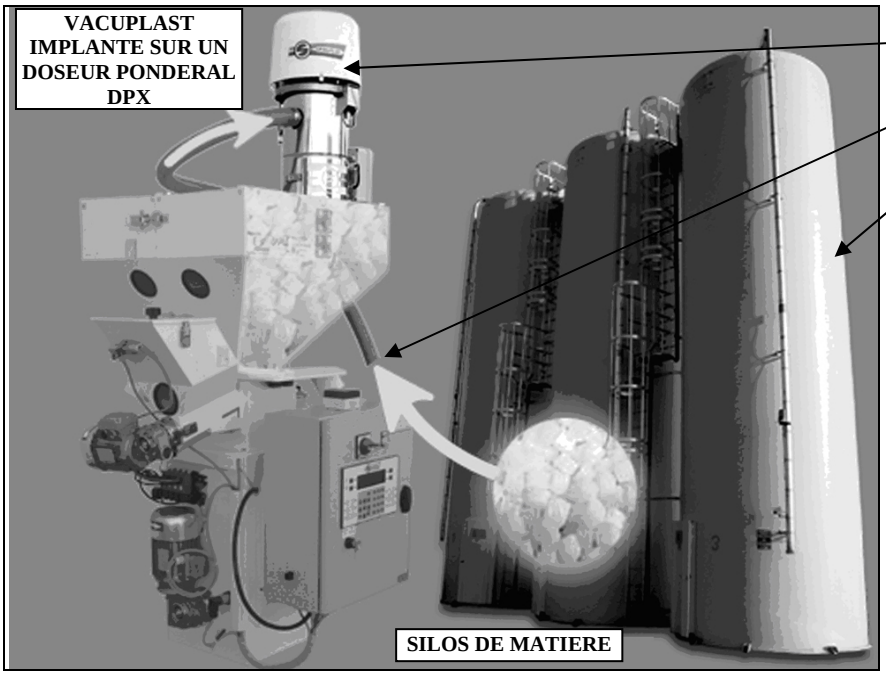


Le doseur pondéral permet d'alimenter la trémie de pesée :

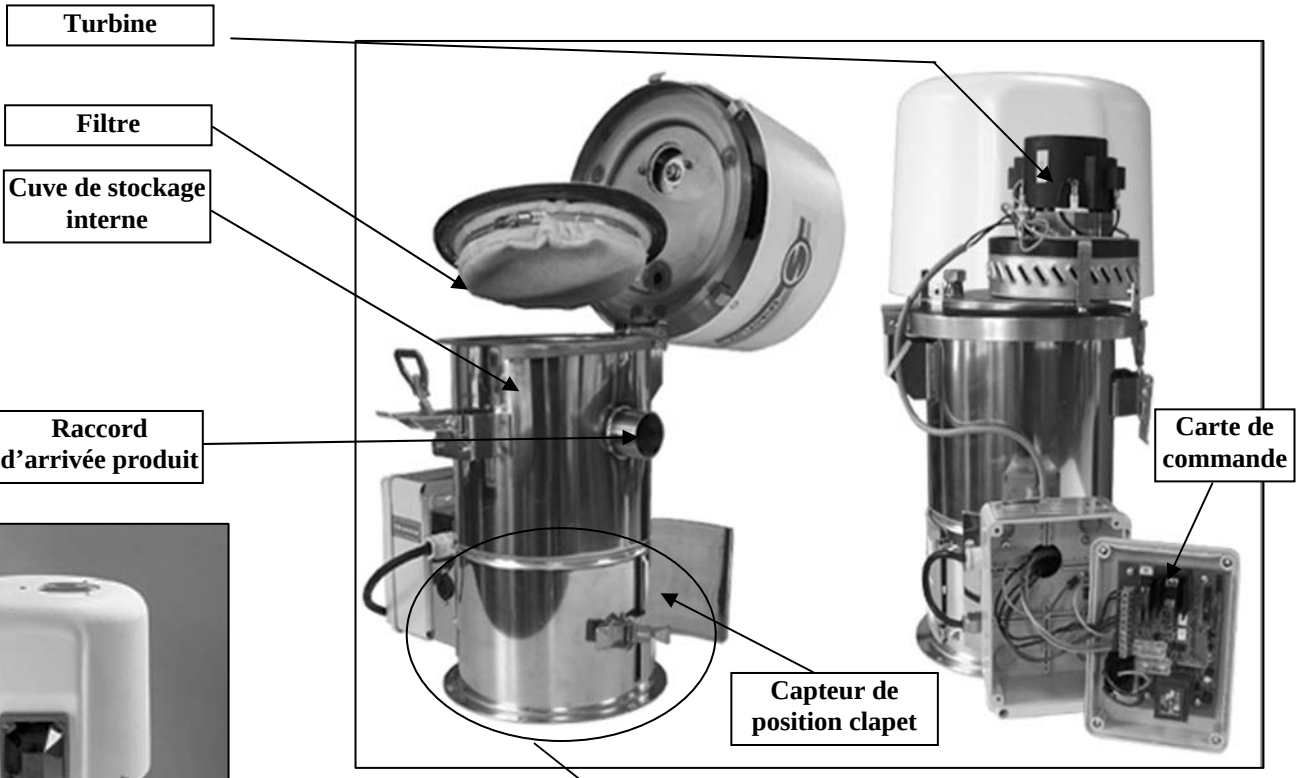
- en macro-produit stocké dans la partie supérieure au moyen d'un godet de vidage
- en micro-produit stocké latéralement au moyen d'une vis d'Archimède

La dose totale s'appelle un « batch ». Une fois le batch pesé il est vidé dans le mélangeur à hélice qui permet d'homogénéiser le produit qui chute par gravité dans le dispositif d'alimentation de la presse à injecter.
Le capteur de niveau surveille la consommation de mélange par la presse et arrête le fonctionnement du DPX en cas de niveau trop élevé.

DOCUMENT - D2-3 - ASPIRATEUR VACUPLAST

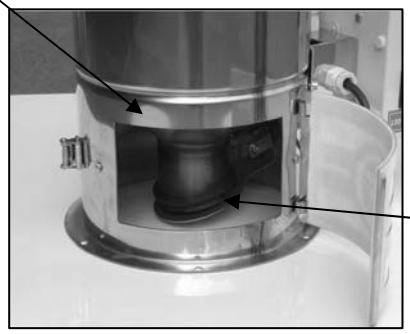


Aspirateur vacuplast en situation au dessus d'un doseur et relié à un silo de stockage de matière première granulée.





Vue extérieure



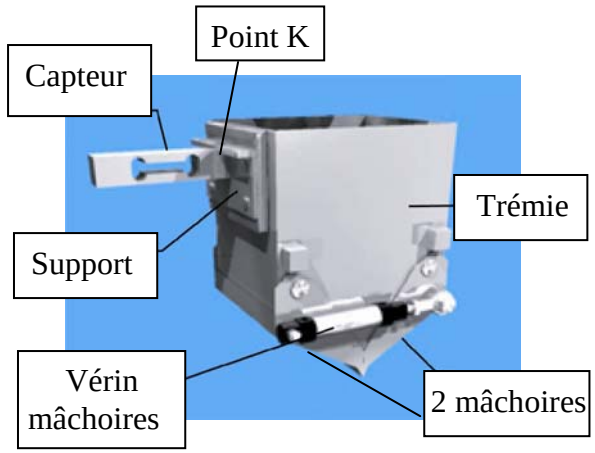


Figure D3-1



Photo D3-2

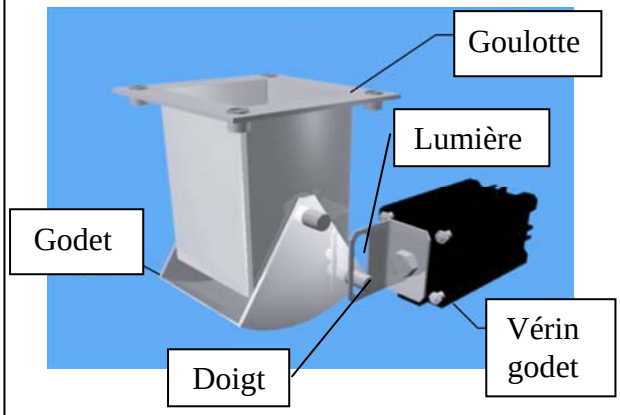


Figure D3-3

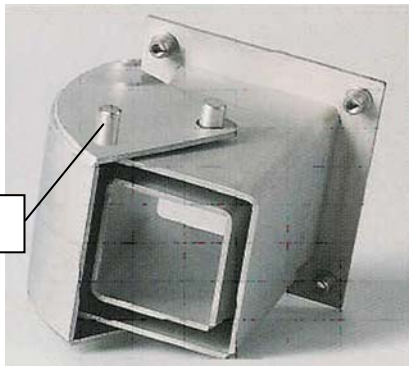


Photo D3-4

Détails trémie de pesage, godet

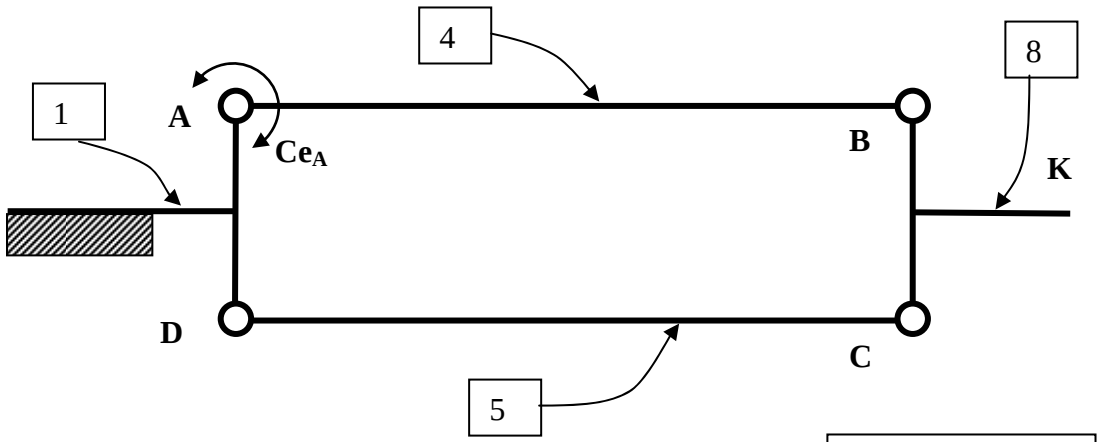
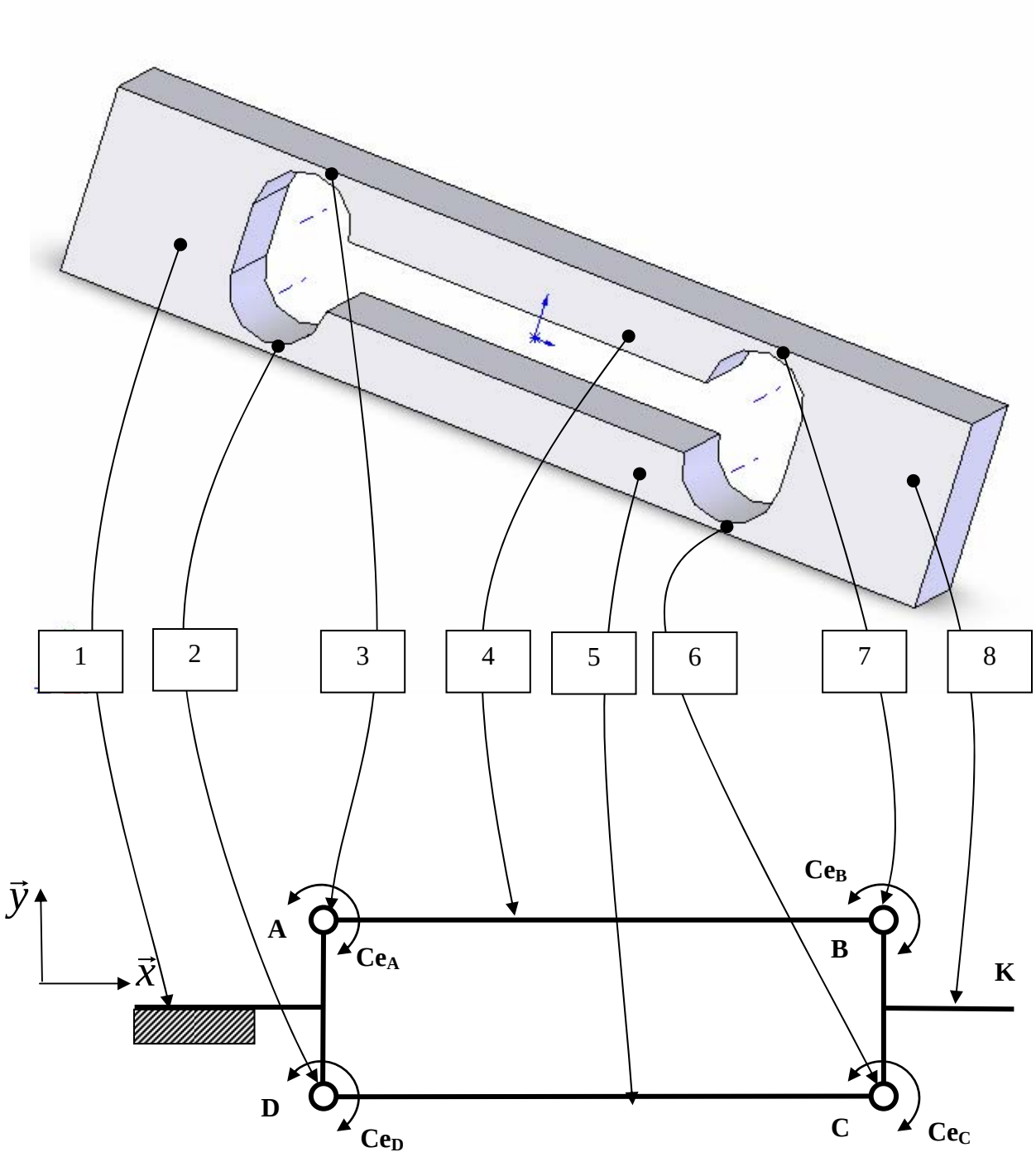


Figure D3-5

Capteur de pesage : Modèle simplifié

LE CAPTEUR D'EFFORTS ET SON MODELE PLAN 2D



1	Partie rigide liée au bâti
8	Partie rigide liée à l'élément chargé (cuve) dont on veut mesurer le poids P
2 3 6 7	Parties déformables **<u>identiques</u>** modélisées par des liaisons pivots élastiques
4 5	Parties rigides modélisées par des barres

Figure D3-6

Le capteur de pesage et son modèle

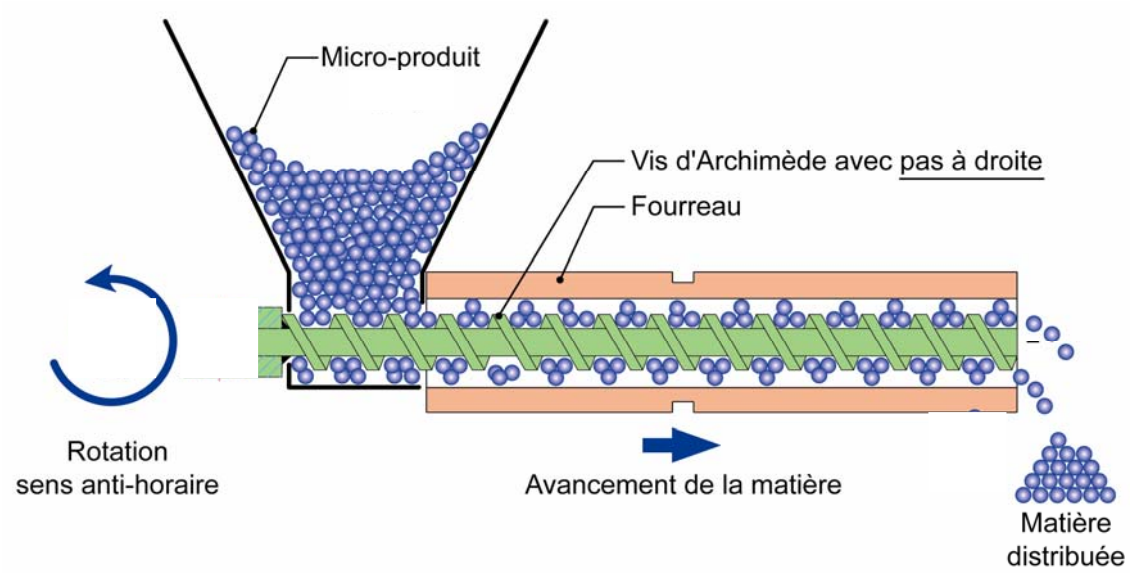


Figure D3-7

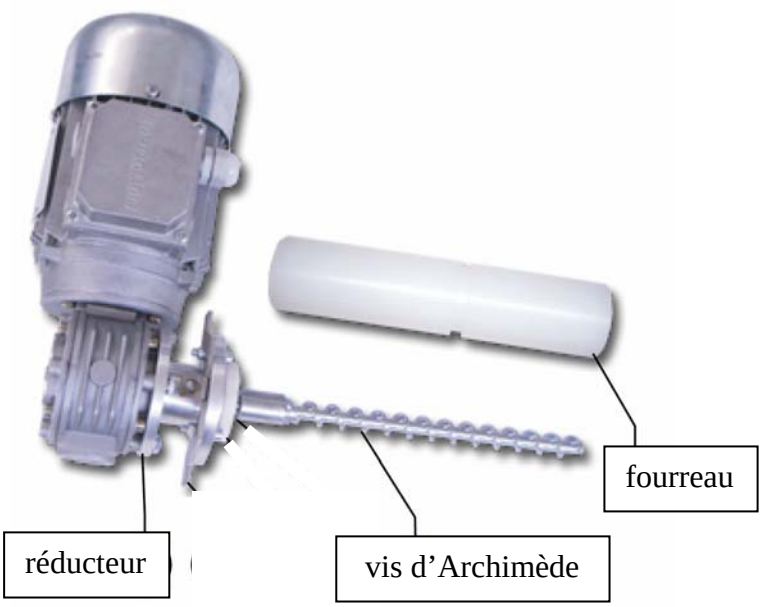
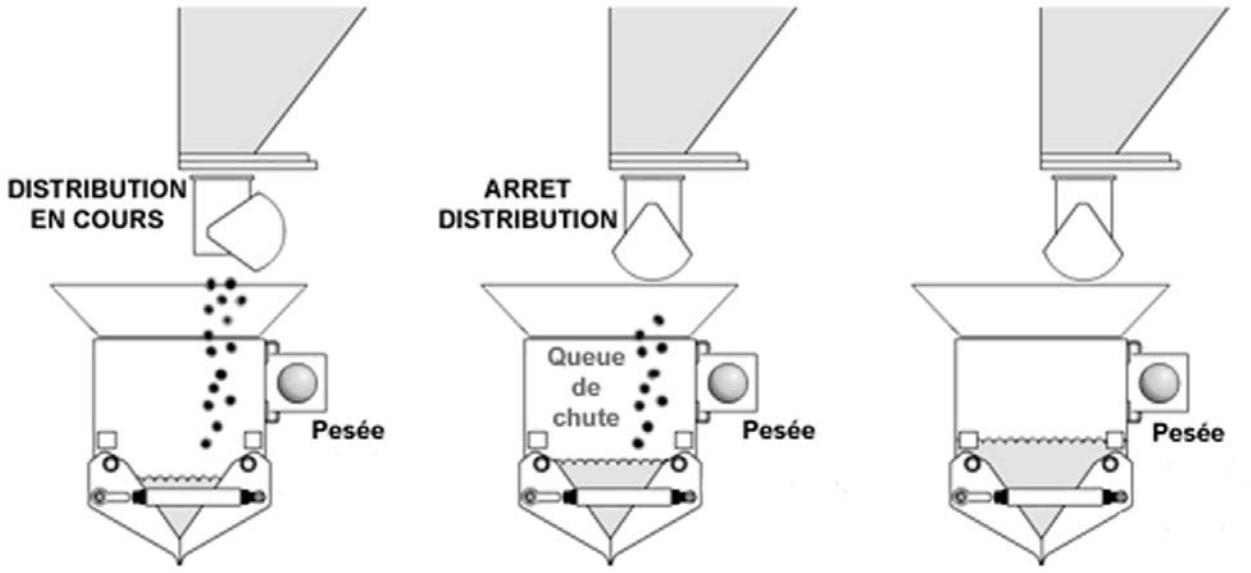


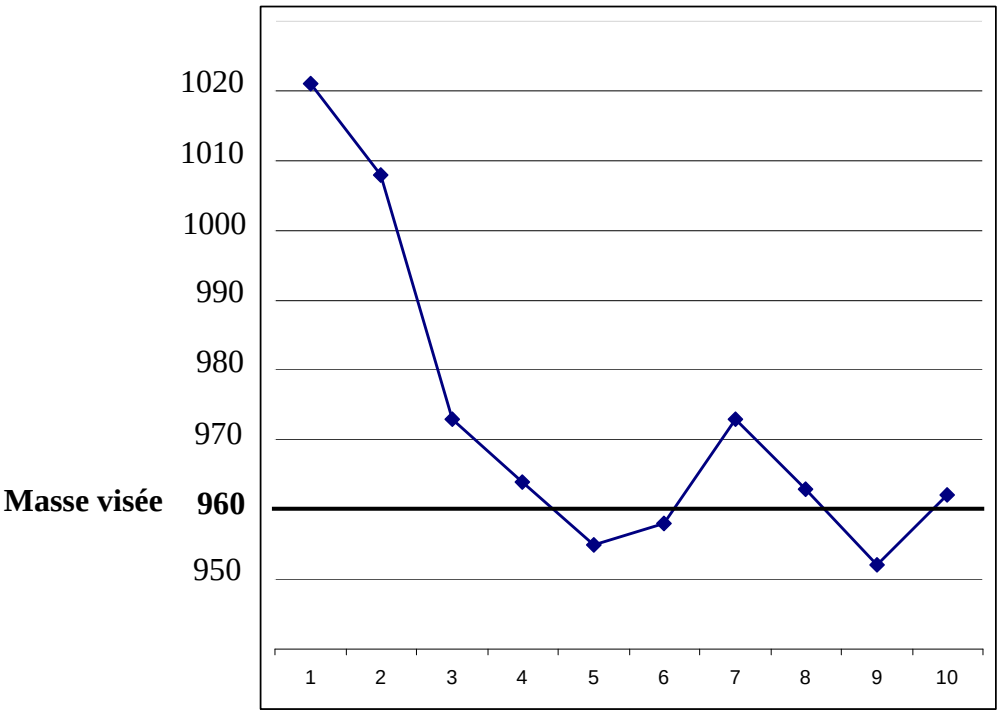
Figure D3-8

Vis d'Archimède d'amenée du micro produit



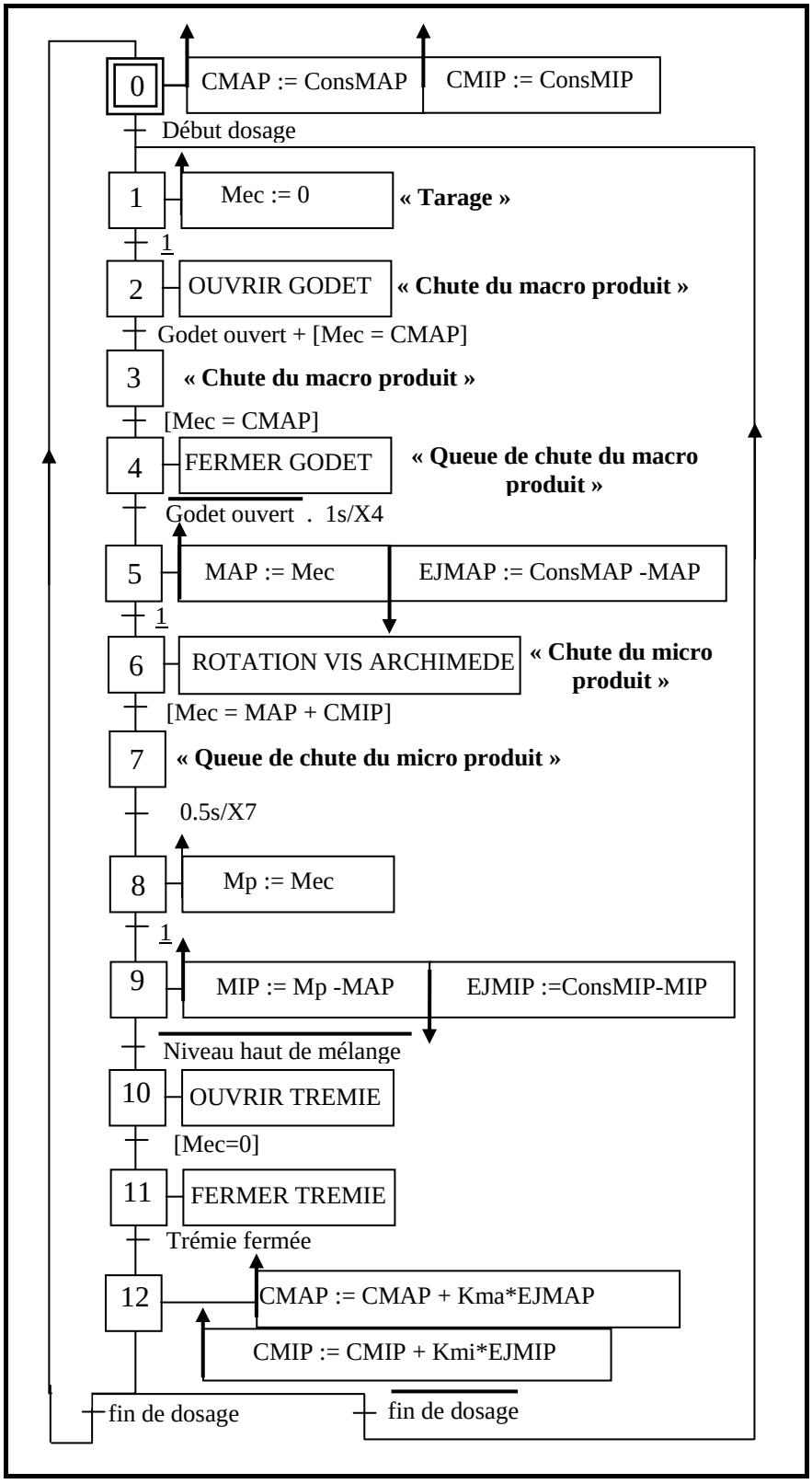
Dosage du macro produit alimenté par un godet sous une trémie

Document D 4-1



Exemple de relevé de l'évolution du poids de produit réalisé suivant l'évolution du nombre de « batch »

Document D4-2



GRAFCET DU PROCEDE DE DOSAGE

Document D4-3

La description ci-jointe donne le principe retenu pour doser un batch de deux produits entrants.
Un macro produit largement majoritaire alimenté par une trémie à godet et un micro produit colorant très minoritaire alimenté par une trémie équipé d'une vis d'Archimède.
Cette description de principe est totalement indépendante des autres descriptions en grafcets de l'application.
On considère ici que le tarage de la balance a été fait et qu'il est bon.

Le vérin de manœuvre du godet est équipé d'un capteur de fin de course : « godet ouvert »
Figure D3-3 **DOSSIER 3**

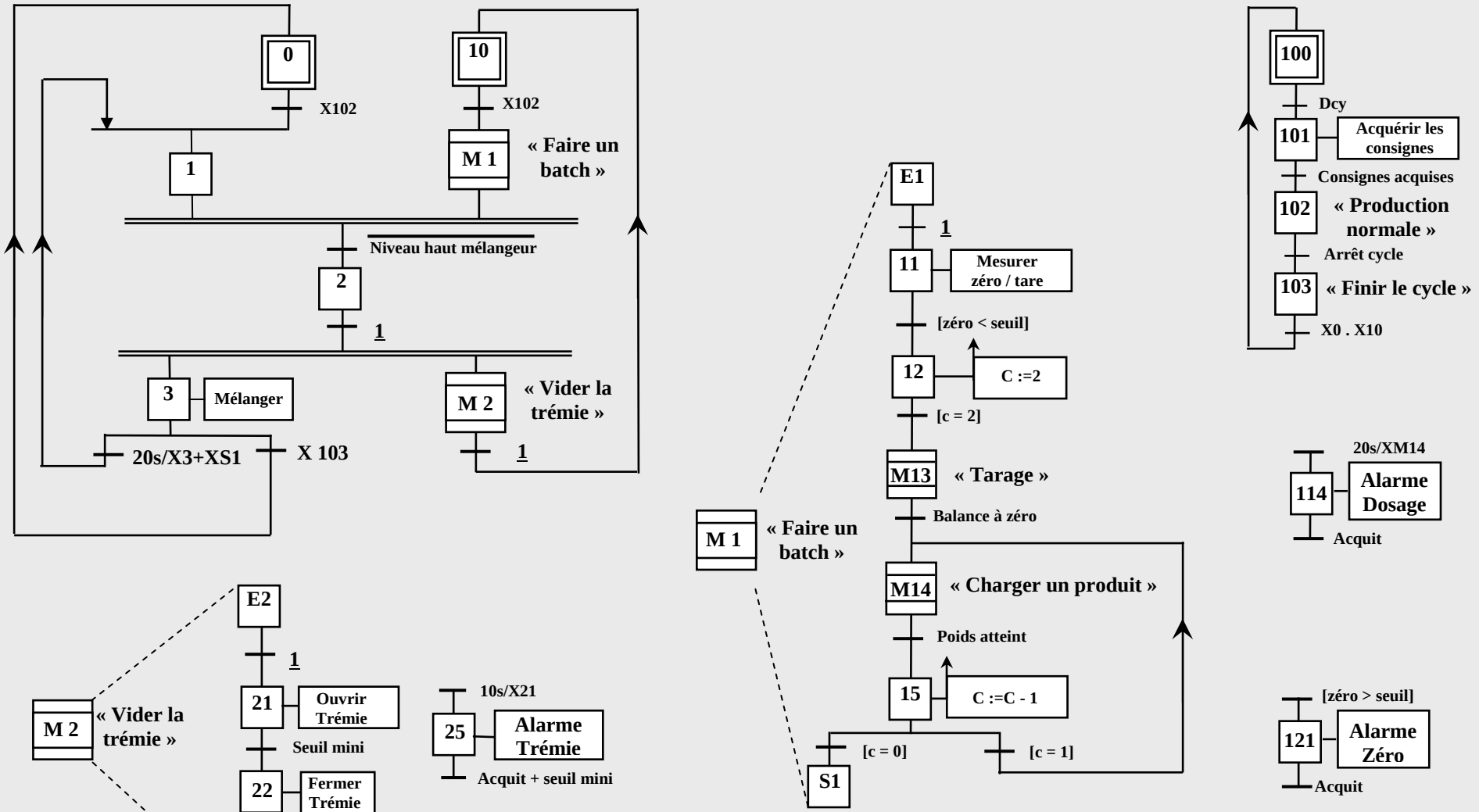
« Trémie fermé » est le capteur fin de course du vérin d'ouverture de la trémie. Figure D3-1 **DOSSIER 3**

« Niveau haut de mélange » est un capteur situé dans la zone de mélange qui surveille le niveau de mélange. Document D2-2 DOSSIER 2.

Liste des variables numériques :

ConsMAP	: consigne de macro produit (ici 960 g)
ConsMIP	: consigne de micro produit (ici 40 g)
Mec	: mesure de la masse en cours de pesée dans la trémie
Mp	: masse en fin de pesée
CMAP	: commande de masse du Macro Produit
CMIP	: commande de masse du Micro Produit
MAP	: masse courante de Macro Produit dans la trémie (en fin de remplissage)
MIP	: masse courante de Micro Produit dans la trémie(en fin de remplissage)
EJMAP	: erreur de jetée sur le Macro Produit
EJMIP	: erreur de jetée sur le Micro Produit
Kma	: coefficient de correction Macro Produit réglable
Kmi	: coefficient de correction Micro Produit réglable

DESCRIPTION DU CYCLE DE FONCTIONNEMENT DU DOSEUR DPX COMPLET

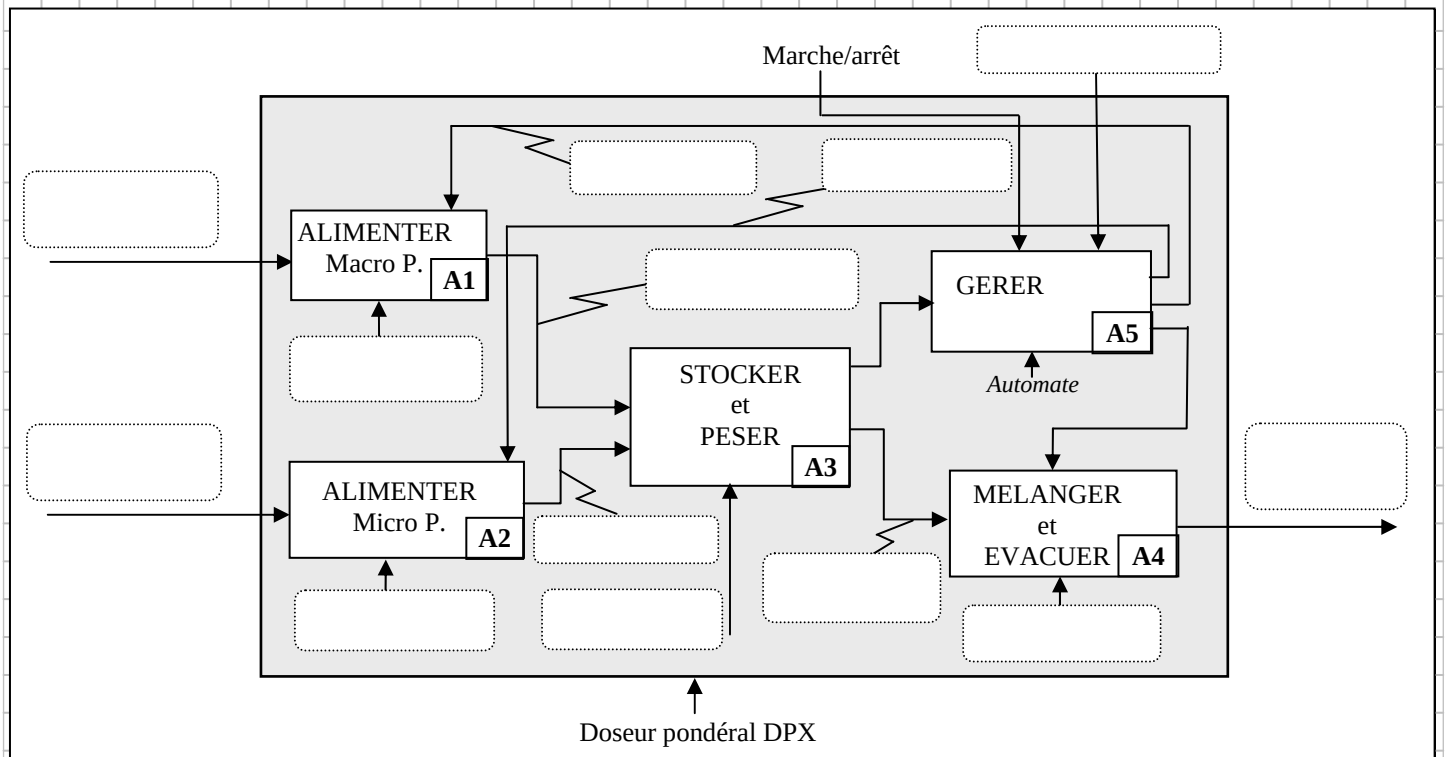


Mesurer zéro / tare : consiste à vérifier que la trémie est bien vide au début de réalisation de chaque batch. Un seuil prédéfini permet de s'affranchir des petites variations autour du zéro.

Dans l'espace réponse réservé à chaque partie le <u>candidat identifiera clairement</u> le numéro de la question à laquelle il répond.

I ETUDE FONCTIONNELLE GENERALE
Réponse 1 : compléter le diagramme fonctionnel

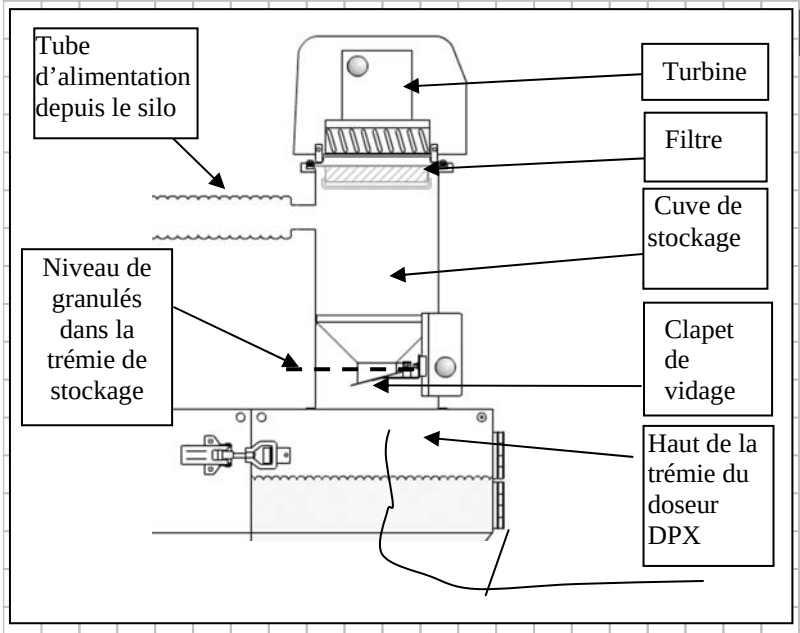
Réponse 1



A0	DOSER LES PRODUITS

II FONCTION ALIMENTER ET MAINTENIR A NIVEAU LA TREMIE DU MACRO PRODUIT -
***II-1 Commande de l'aspirateur* : Réponse 2 : liste des entrées sorties – grafcets de commande des trois fonctions.**
***II-2 Fonctionnement du clapet :* Réponse 3 : schéma de fonctionnement – mise en place du capteur**

Réponse 2



Réponse 3

III ETUDE GENERIQUE DE LA FONCTION DOSER

III-1 Analyse du procédé de dosage **Réponse 4 : compléter le tableau – expressions littérales utilisées – valeur de Kma et Kmi**

III-2 Performances temporelles du doseur **Réponse 5 : liste des situations –production du premier batch - temps de cycle**

Réponse 6 : expansion de M14

III-3 : Fonction Doser Micro produit **– Réponse 7 : Angle de la vis d'Archimède - Influence de cet angle.**

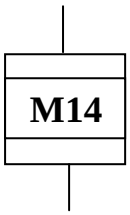
III-4 : Fonction Doser le macro produit **– Réponse 8 : Course du vérin et hauteur de la lumière**

Réponse 4

Rang n du batch		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ConsMAP		960,0	960,0	960,0	960,0	960,0	960,0	960,0	960,0	960,0	960,0
CMAP(n)		960,0									
Mec		1020,5	1007,5	973,2	963,50	955,10	957,70	973,20	963,50	952,50	963,50
EJMAP		- 60,5									
Kma*EJMAP		- 30,25									
CMAP(n+1)		929,75									
ConsMIP		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
CMIP(n)		40									
Masse totale commandée		1060,5									
Masse totale mesurée		1065,0	1051,1	1015,3	1004,7	995,7	996,4	1015,9	1004,7	998,9	1001,6
MIP		44,50									
EJMIP		- 4,50									
Kmi*EJMIP		- 1,50									
CMIP(n+1)		38,50									

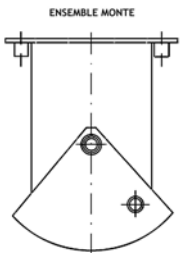
Réponse 5

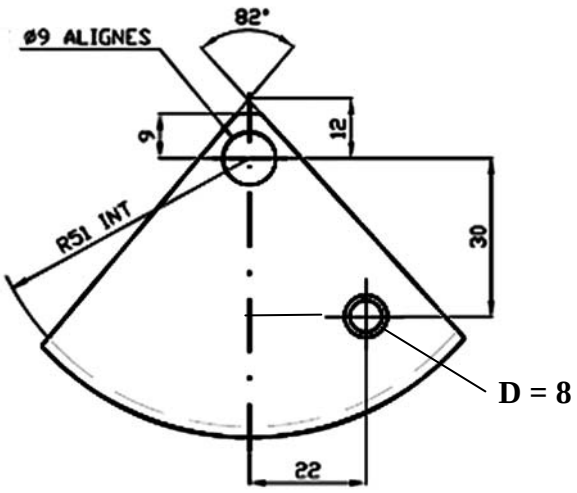
Réponse 6



Réponse 7

Réponse 8





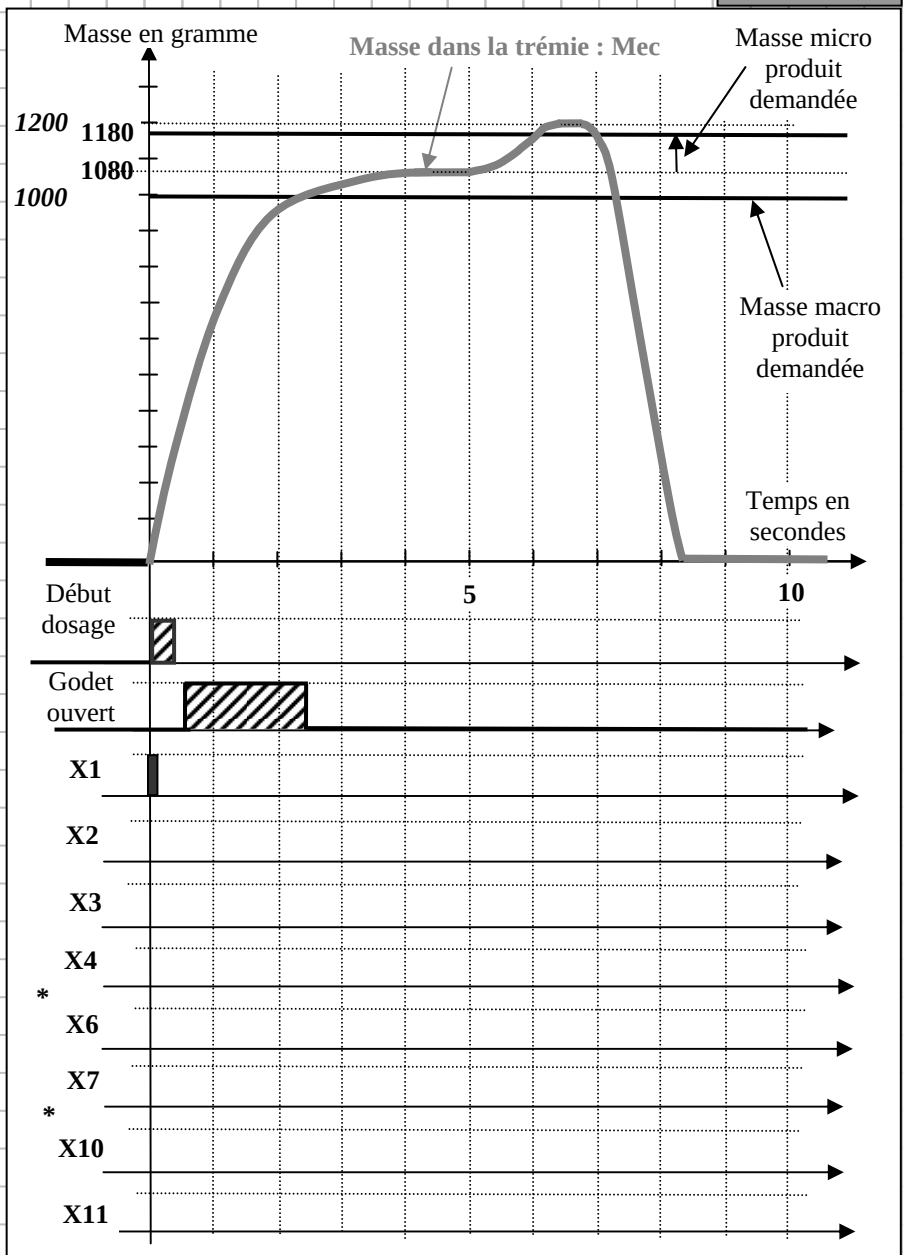
D = 8

IV ETUDE DU PROCEDE DE FABRICATION D'UN BATCH

Réponse 9 : Coefficients de la fonction et justification - Réponse 10 : chronogramme des étapes de grafcet
Réponse 11 : expression au rang 2, 3 et n+1 ; Réponse 12 : Schéma bloc : 3Fonctions de transfert, trois infos, les signes de C2 et justification ; Réponse 13 : FTBO, FTBF et étude C(p).

Réponse 9

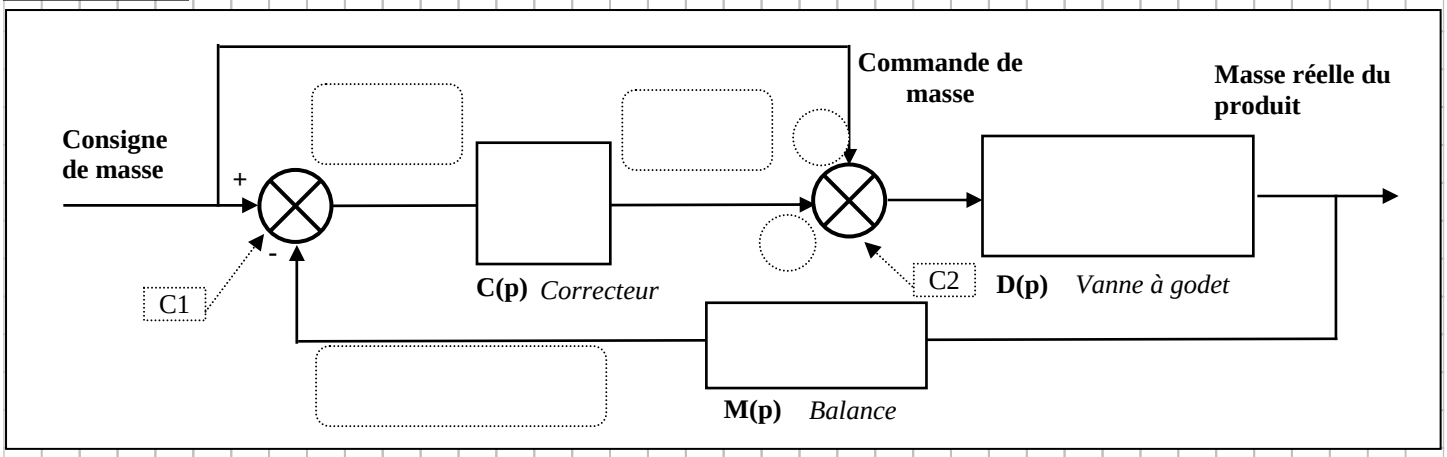
Réponse 10



*** On ne s'intéresse pas aux étapes 5, 8 et 9 dont la durée est considérée nulle**

Réponse 11

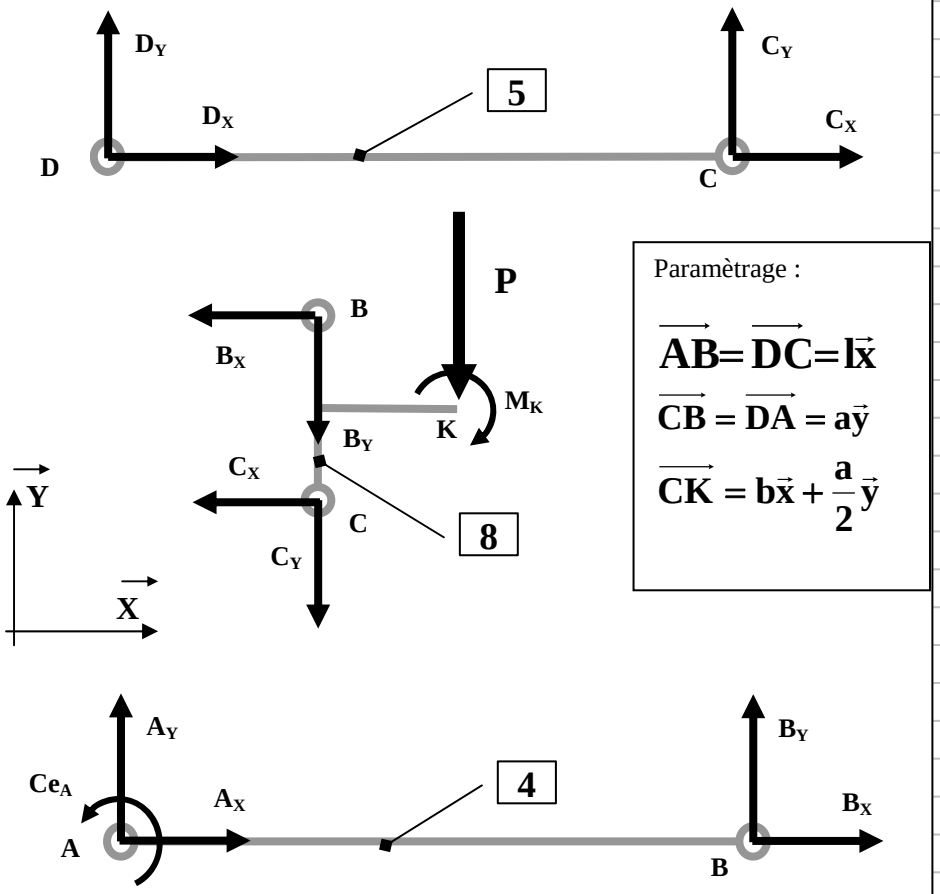
Réponse 12



Réponse 13

V ETUDE DE LA FONCTION PESAGE
V-1 Première modélisation du capteur **Réponse 14 : P=f(CeA) (Isoler 5 – Isoler 8 – Isoler 4)**
V-2 Deuxième modélisation du capteur **Réponse 15 :Hyperstaticité - Réponse 16 : P=f(CeA) (Isoler 4 – Isoler 5 – Isoler 8)**

Réponse 14



Paramètrage :

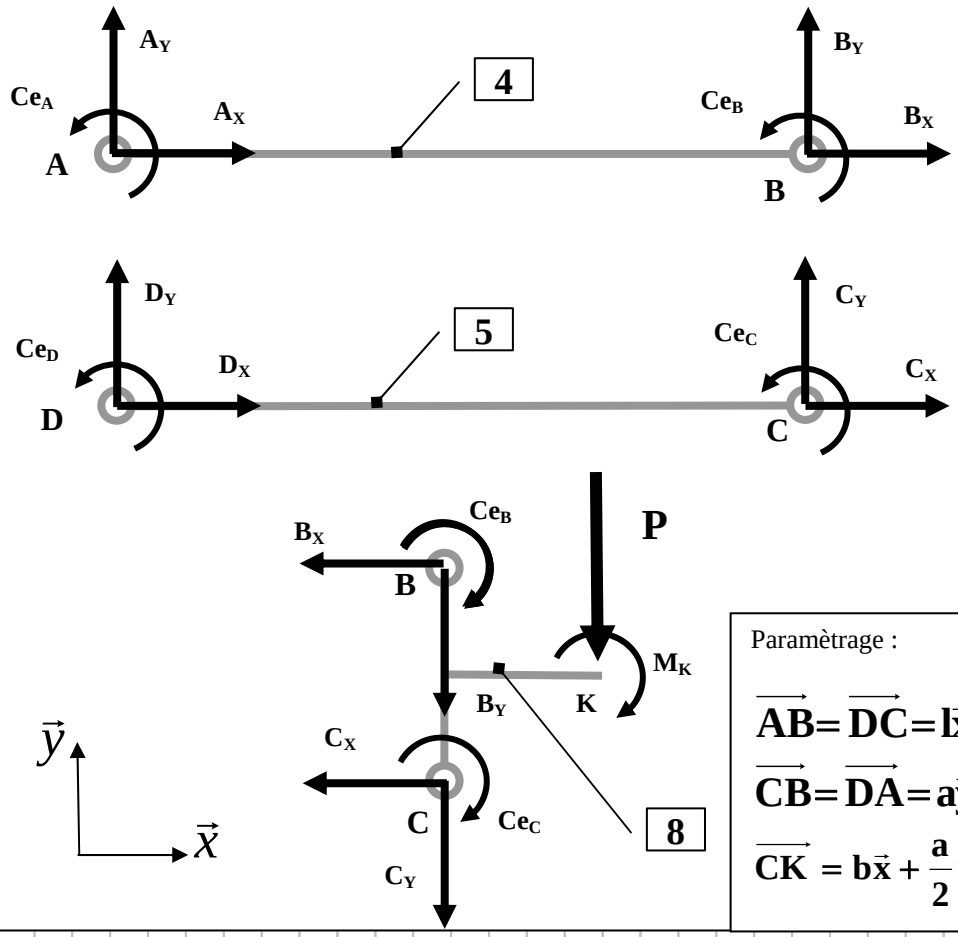
$$\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{DC} = l\vec{x}$$

$$\overrightarrow{CB} = \overrightarrow{DA} = a\vec{y}$$

$$\overrightarrow{CK} = b\vec{x} + \frac{a}{2}\vec{y}$$

Réponse 15

Réponse 16



Paramètrage :

$$\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{DC} = l\vec{x}$$

$$\overrightarrow{CB} = \overrightarrow{DA} = a\vec{y}$$

$$\overrightarrow{CK} = b\vec{x} + \frac{a}{2}\vec{y}$$

VI ETUDE DE LA FONCTION VIDER LA CUVE
Réponse 17 : Liaison corps tige du vérin – Schéma cinématique
Réponse 18 : Position unique - Mobilité - hyperstaticité

Réponse 17

Réponse 18

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de PSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Ingénierie système : besoin, exigences et diagrammes SysML
- Architecture fonctionnelle et structurelle : chaînes d'information et de puissance
- Modélisation des liaisons, graphe des liaisons et schéma cinématique
- Cinétique : torseurs cinétique et dynamique, énergie cinétique, inertie équivalente
- Énergétique : puissances, théorème de l'énergie cinétique, rendement
- Cinématique des mécanismes : composition des mouvements, contact ponctuel, lois entrée-sortie et fermetures
- Modèles de comportement et réponse temporelle : premier ordre, second ordre, identification
- Modélisation des systèmes asservis : structure, SLCI, transformée de Laplace, schéma-blocs

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière :
écrire sur WhatsApp

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/mines/psi