



Maxpid



Objectif : réaliser l'étude géométrique du Maxpid selon trois approches :

- théorique;
- expérimentale;
- numérique.

Comparer les résultats et identifier les causes d'écarts éventuels.

1 | Présentation

La société PELLENC SA, située à Pertuis (proche d'Aix en Provence) est un producteur d'équipement de haute technologie en viticulture et arboriculture.

Son département Robotique développe des constituants génériques (que l'on retrouve dans la majorité de ses applications) en s'appuyant sur les trois technologies de la mécatronique :

- L'électronique qui permet de développer des cartes de commandes de systèmes,
- La mécanique qui assure la conception des parties opératives de systèmes,
- Le développement logiciel et particulièrement la vision essentielle à l'implantation de machines modernes dans un environnement agricole.

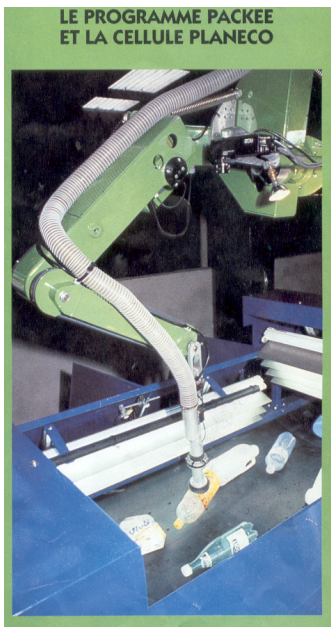
La chaîne fonctionnelle asservie MAXPID, comprend des constituants spécifiques développés par la société PELLENC :

- La carte MAX : qui assure l'ensemble de la commande autonome d'un axe de robot,
- Le mécanisme moto-réducteur à vis à billes qui met en mouvement le bras ou l'élément mobile.

Le produit pédagogique conçu à partir de la chaîne industrielle utilise à l'identique ces constituants industriels.

Cette chaîne fonctionnelle se retrouve dans les produits suivants :

- Un robot autonome de cueillette de pomme MAGALI, qui utilise 4 bras, comprenant trois chaînes fonctionnelles chacun ;
- Un robot CITRUS analogue, pour la cueillette des oranges ;
- Un robot autonome de greffes automatiques de rosiers en plein champ ROSAL ;
- Un bras vision breveté à axe principal horizontal comprenant trois chaînes fonctionnelles. Il est utilisé dans deux applications :
 - ◊ SHIVA : Dispositif de tri de rangement de fruits de haute qualité ;
 - ◊ PLANECO : Système de tri de déchets secs (bouteilles plastiques et packs) comprenant plusieurs bras alignés au-dessus d'un tapis roulant.



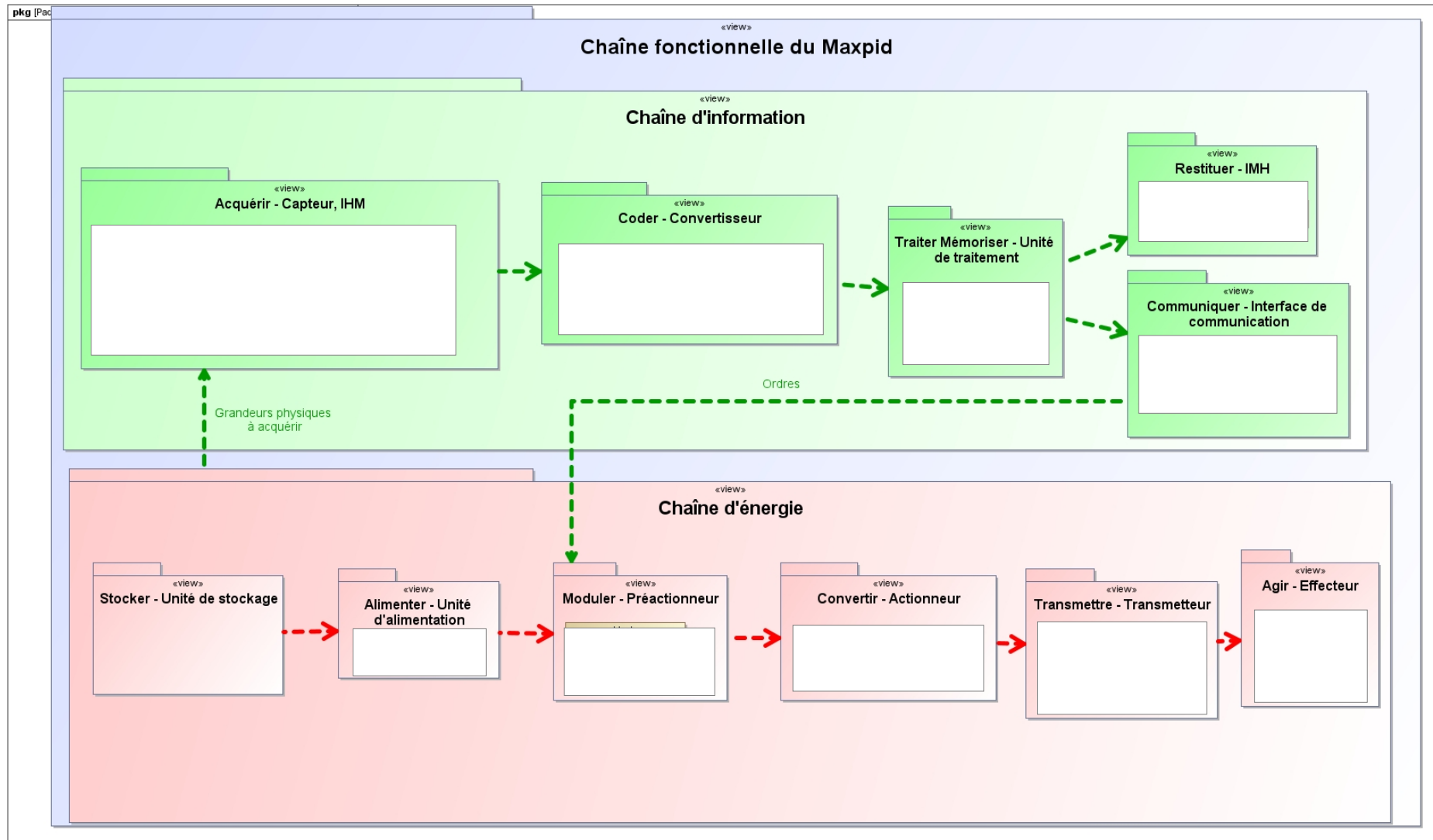
1.1 Chaîne fonctionnelle

Question 1 : À partir des diagrammes SysML de l'annexe A, compléter les chaînes d'information et d'énergie du Maxpid en associant à chaque fonction les constituants matériels qui la réalisent. S'appuyer sur le diagramme de définition de blocs pour identifier les composants, puis sur les diagrammes de blocs internes pour suivre les flux d'information et d'énergie.

Repérer notamment la mesure de position, la carte de commande, le moteur et la transmission vis-écrou.

Chaîne fonctionnelle du Maxpid – document réponse

Compléter directement les zones blanches du schéma. Les intitulés des fonctions et les flèches sont conservés pour guider la lecture des flux.



2 | Prise en main

2.1 Utilisation du système

Avant de lancer un essai, dégager la zone de débattement du bras. La consigne de position est *relative* à la *position actuelle* et non à une origine fixe. À la descente, choisir un profil en trapèze de vitesse pour éviter un choc en fin de course.

- ⚙️ Vérifier que l'arrêt d'urgence est désenclenché, puis mettre le Maxpid en marche avec l'interrupteur situé sur le côté. Démarrer ensuite l'ordinateur et le logiciel **Maxpid** (bureau ou menu Démarrer).
- ⚙️ Sur la page d'accueil, choisir **Travailler avec Maxpid**, puis **Réponse à une sollicitation**.
- ⚙️ Dans **Réglage acquisition**, fixer une durée suffisante pour observer tout le mouvement. Le réglage du plan d'évolution et l'indication de la masse n'influent pas sur la mesure affichée dans ce mode.
- ⚙️ Sélectionner les signaux à afficher dans la fenêtre centrale : au minimum la **position angulaire du bras** et la **vitesse de rotation du moteur**. La vitesse du bras nécessite aussi l'affichage de sa position.



FIGURE 1 – Depuis l'accueil du logiciel Maxpid, accéder au travail avec le système, puis régler la durée d'acquisition.

Le logiciel peut également afficher la consigne angulaire, la tension de commande du moteur, le courant et la vitesse de rotation du bras. Le bouton **PID** donne accès aux paramètres du correcteur : **ne pas les modifier** pour ce TP.



FIGURE 2 – Fenêtre des paramètres d'asservissement : laisser les réglages PID inchangés.

- ⚙️ Dans **Consigne**, lire les positions **actuelle** et **désirée**, puis saisir l'amplitude du déplacement souhaité. Vérifier que la position désirée reste dans la course du bras.
- ⚙️ Dans **Sollicitation**, choisir **échelon de vitesse** ou **trapèze de vitesse**, puis effectuer un premier essai de faible amplitude.
- ⚙️ Faire ensuite des essais de montée et de descente. **Utiliser le trapèze de vitesse à la descente.**
- ⚙️ Après acquisition, utiliser **Sauver le tracé** : le logiciel crée un fichier .dyn et un fichier texte de mesures au même emplacement. Conserver ce dernier pour l'exploitation avec Python.

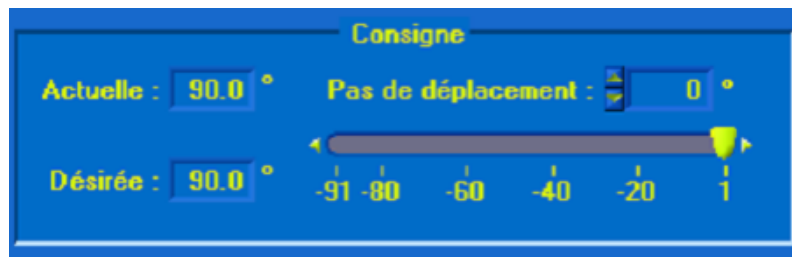


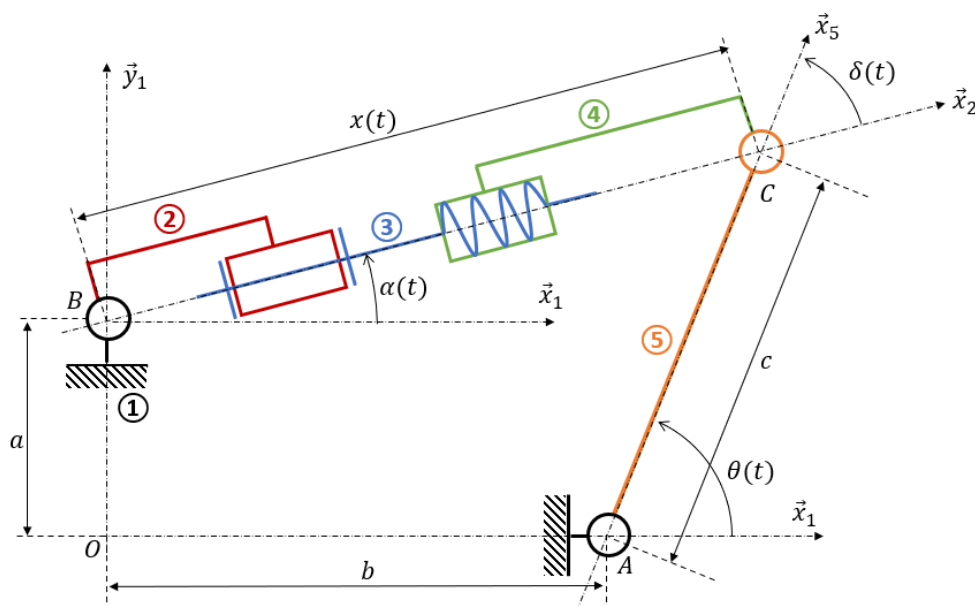
FIGURE 3 – Zone de consigne : distinguer la position actuelle, la position désirée et le pas de déplacement.

3 | Étude théorique

L'objectif de cette étude est de déterminer la loi entrée sortie.

3.1 Modélisation

Le schéma cinématique du système de transformation de mouvement est le suivant :



Données numériques :

- pas de la vis $p = 4 \text{ mm}$;
- $OA = b = 70 \text{ mm}$;
- $OB = a = 81 \text{ mm}$;
- $AC = c = 82 \text{ mm}$.

3.2 Étude cinématique

Question 2 : Établir le graphe des liaisons du mécanisme et la figure plane définissant les angles θ et α .

Question 3 : Par fermeture géométrique, déterminer la longueur $x(t)$ en fonction de l'angle $\theta(t)$.

Question 4 : Donner la relation entre $x(t)$ et l'angle de rotation du moteur φ (non représenté) et le pas de vis.

Question 5 : En déduire l'expression de l'angle moteur φ en fonction de l'angle $\theta(t)$ et des grandeurs géométriques.

4 | Étude expérimentale

Objectif : Relever les mesures de l'angle moteur et de l'angle du bras pour établir la loi entrée sortie.

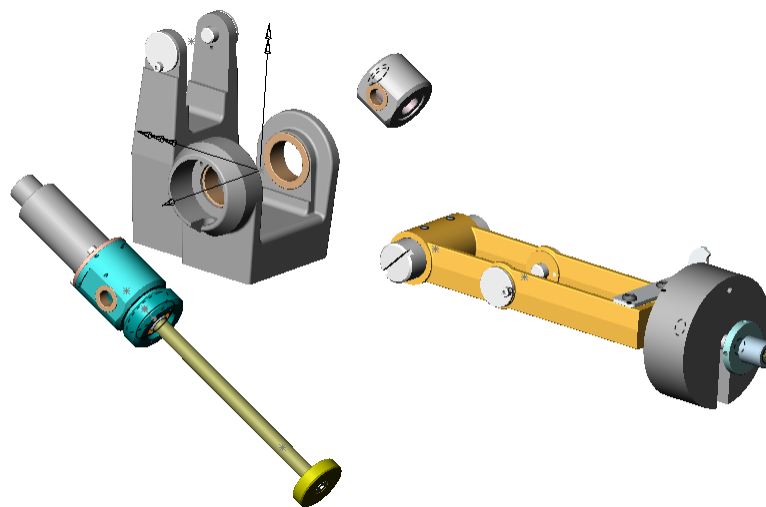
En vous inspirant de la partie prise en main du système,

- ⚙ Effectuer une mesure en partant de la position basse 0° et en passant à la position haute 85°. Vous pouvez utiliser une commande en échelon.
- ⚙ Relever **l'angle du moteur** et **l'angle du bras** ou les vitesses de rotation. Sauvegarder vos données.
- ⚙ Pour sauvegarder les données, « Sauver le tracé », en sauvegardant ce fichier .dyn, un fichier texte est également généré au même endroit.
- ⚙ Refaire une manipulation en passant de haut en bas mais utiliser le trapèze de vitesse pour éviter que le bras ne tape à l'arrivée.
- ⚙ Relever là encore **l'angle du moteur** et **l'angle du bras**. Sauvegarder vos données.

Remarque : Il serait bien de doubler voire tripler vos mesures.

5 | Simulation numérique

- SW Récupérez le dossier Maxpid dans le répertoire de la classe **copiez-le** dans votre espace.
- SW Dans le répertoire Maxpid(SW), ouvrir le fichier **Maxpid.SLDASM**. Vous avez ceci :



Le rotor du moteur a été assemblé avec le stator par deux contraintes (une coaxialité et une coïncidence afin de réaliser une liaison pivot glissant).

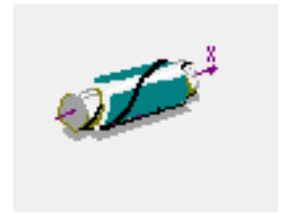
- SW Finir l'assemblage de l'ensemble. Vous ne pouvez **pas créer à ce stade le pas de vis**. On se contente d'une coaxialité entre la vis et l'écrou.
- SW Pour avoir la bonne position initiale, mettre provisoirement le bras à l'horizontale à l'aide d'une contrainte. Faire ensuite un clic droit sur cette contrainte et la supprimer .

- SW Passez sous MECA3D, faire un clic droit sur mécanisme puis Construction automatique.

Si tout s'est bien passé, Meca3D a créé 3 pivots et 2 pivots glissants mais il faut une hélicoïdale entre la vis et l'écrou. Nous allons donc modifier la pivot glissant créée par Meca 3D entre la vis et l'écrou :

- SW Faire un clic droit sur la pivot glissant entre la vis et l'écrou puis modifier.

-  Sélectionner l'hélicoïdale (Figure ci-contre) puis suivant.
-  Changer le nom de la liaison puis suivant.
-  Cliquer sur coaxialité (un drapeau vert doit apparaître) et à droite, fixer un pas de 4 mm.
-  Terminer.



-  Faire un clic droit sur Analyse puis calcul mécanique.
-  Nous faisons une **étude cinématique**.
-  Le plus simple est d'imposer la rotation du bras de sorte qu'il parcourt 90° .
-  Définir une courbe qui donne l'angle du bras en fonction de l'angle moteur.
-  Sauvegarder vos résultats.

-  Faire une copie de ce fichier puis l'ouvrir avec Notepad++, **le vérifier et le modifier pour Python**.

6 | Bilan

Objectif : Comparer les résultats et analyser le fonctionnement du système.

6.1 Comparaison des résultats

-  Ouvrir le fichier **TPC1-5-Maxpid-etudiant.py**

6.1.1 Pour la partie théorique :

-  Compléter la fonction `Calculx(th)` qui pour un angle θ donné, renvoie la valeur de x .
-  Déterminer l'expression de X_{init} , position x de la position initiale et compléter son expression dans le script.
-  Compléter la fonction `CalculPhi(x)` qui pour une distance x donnée, renvoie la valeur de φ . Attention à enlever le x de la position initiale.
-  Dans le programme principal, compléter le remplissage de `XTh`.
-  Dans le programme principal, compléter le remplissage de `PhiTh`.
-  Tracer la courbe `PhiTh` en fonction de `XTh` (attention à ajouter les labels et les unités!)

6.1.2 Pour la partie Solidworks

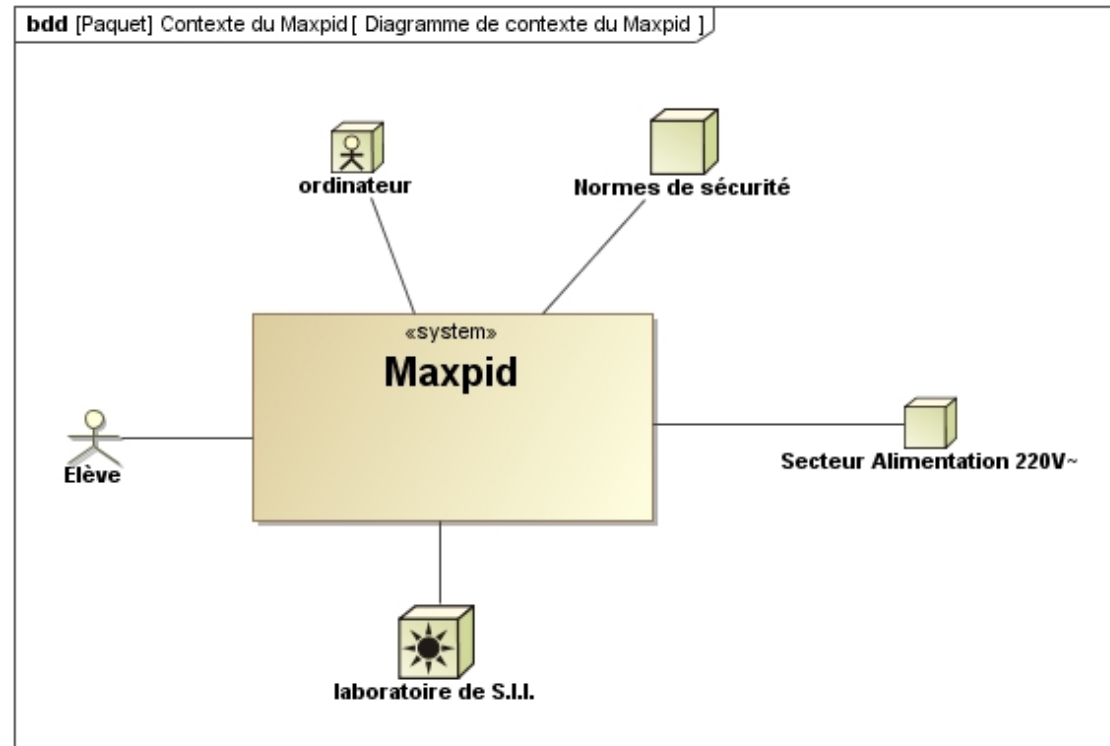
-  Vérifier la fonction `donneeSldW` en fonction de votre fichier résultat issue de Solidworks.
-  Compléter le programme pour récupérer les données et remplir les listes nécessaires.
-  Tracer la courbe de φ en fonction de θ sur le même graphique que précédemment.

6.1.3 Pour la partie expérimentale

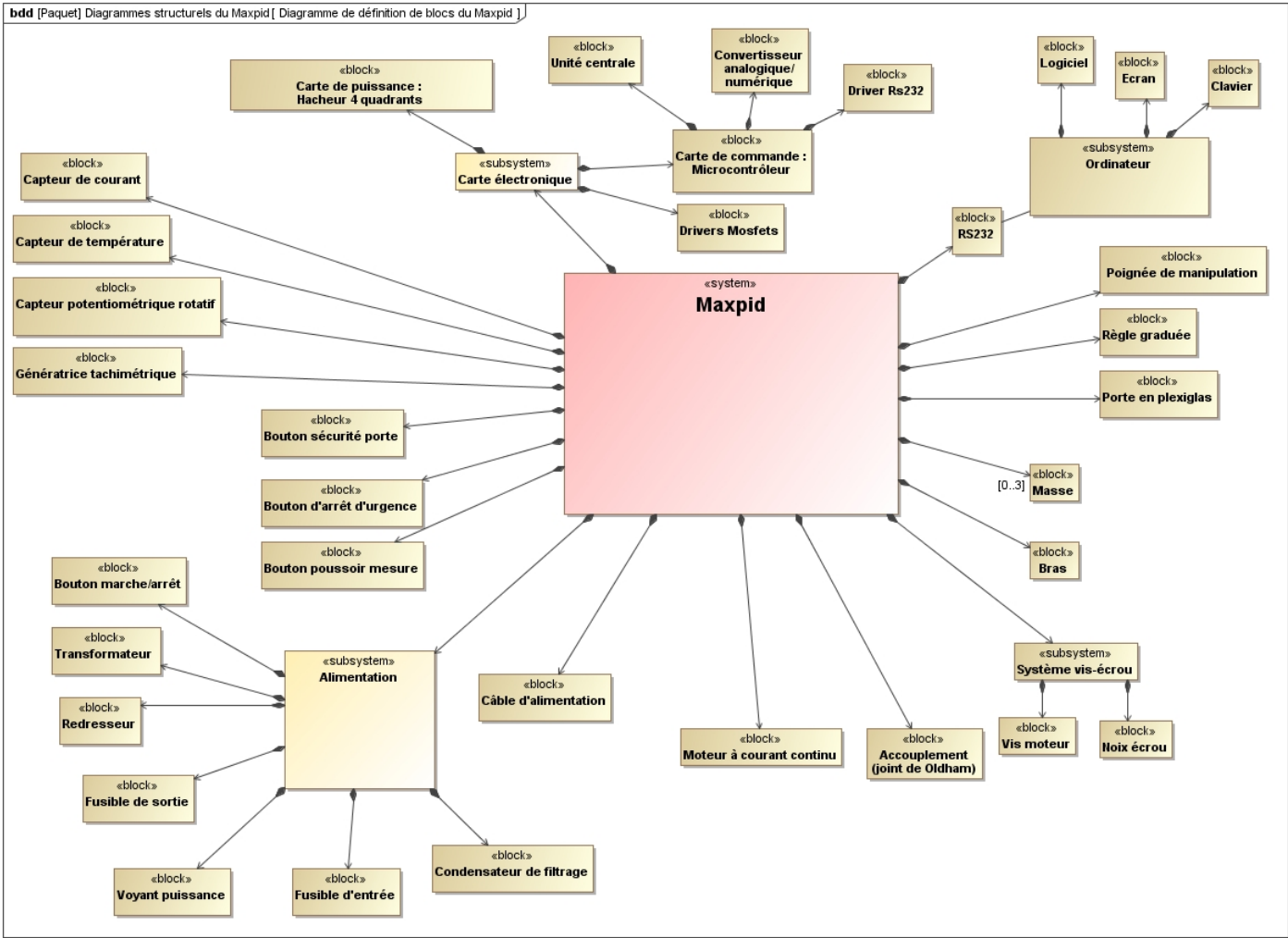
-  En vous aidant de la fonction `donneeSldW`, créer une fonction `DonneesExp(NomFichier)` qui lit et récupère les données issue de votre expérimentation (attention aux conversions).
-  Compléter le programme pour récupérer ces données.
-  Il va falloir intégrer la liste des $\bar{\varphi}$ issues de l'expérimentation pour récupérer les φ .
-  Tracer la courbe de φ en fonction de θ sur le même graphique que précédemment.

A | Diagrammes SysML du Maxpid

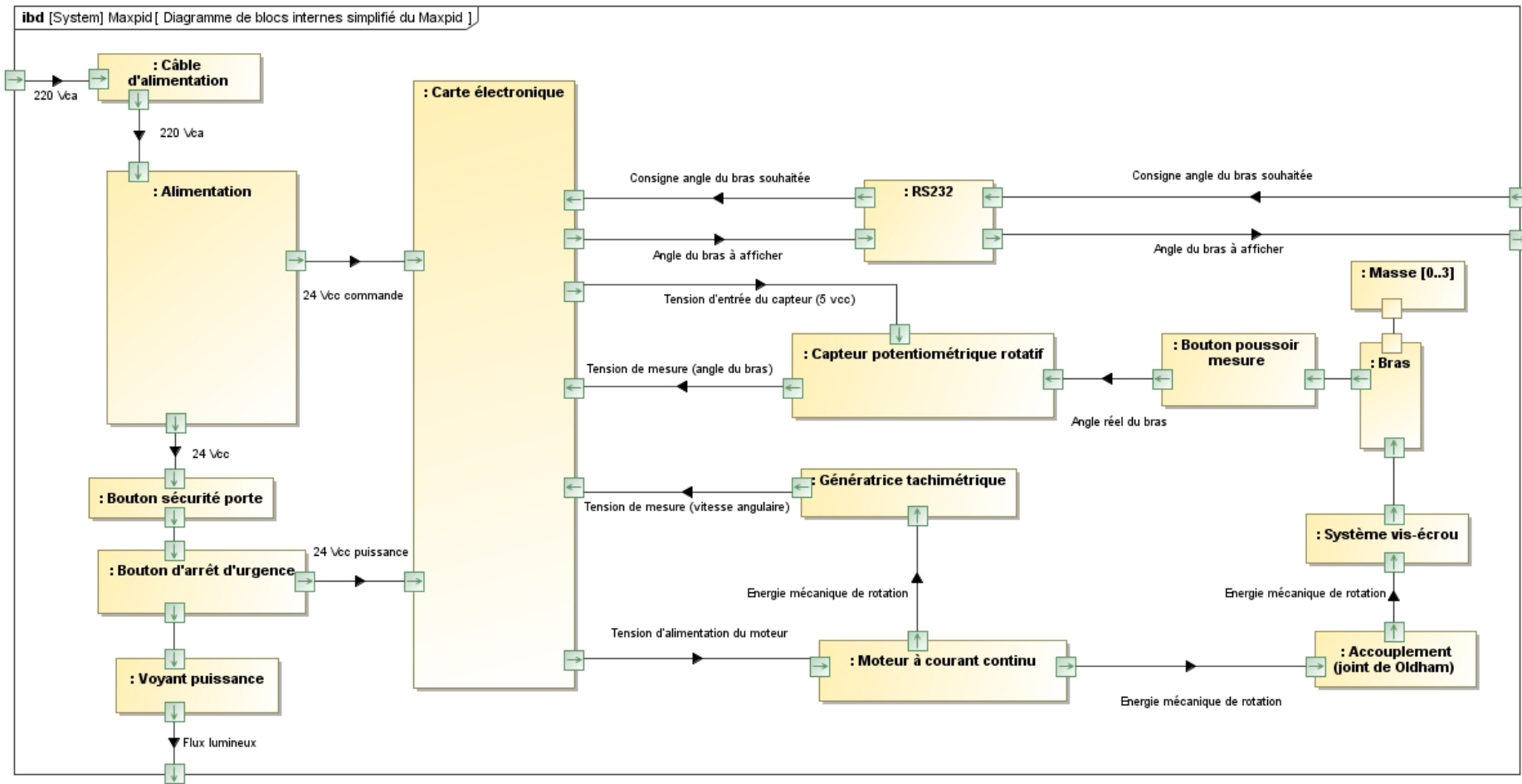
Contexte du Maxpid



A.2 – Diagramme de définition de blocs



A.3 – Diagramme de blocs internes simplifié



A.4 – Diagramme de blocs internes détaillé

