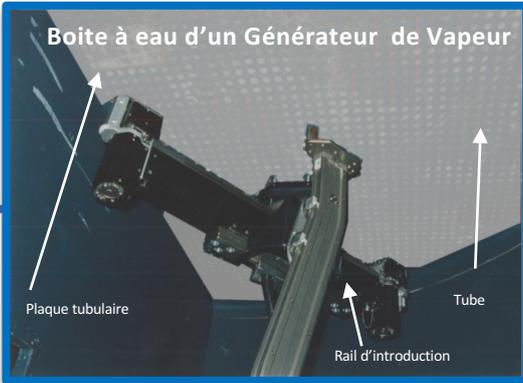


# BRAS BETA

Conçu à partir du système réel pour l'enseignement des sciences industrielles de l'ingénieur  
Un produit didactique pour les filières **CPGE** **PCSI/PSI-PTSI/PT-TSI/ATS**

## Du BRAS BETA produit réel..

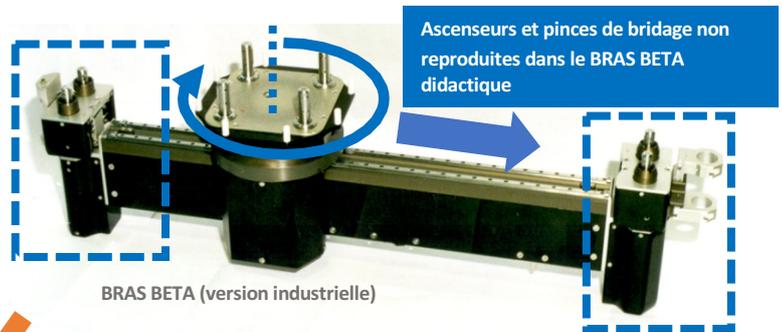
(Système de maintenance des tubes des Générateurs de Vapeur d'une Centrale Nucléaire)



BRAS BETA en situation de d'introduction dans la boîte à eau d'un Générateur de Vapeur

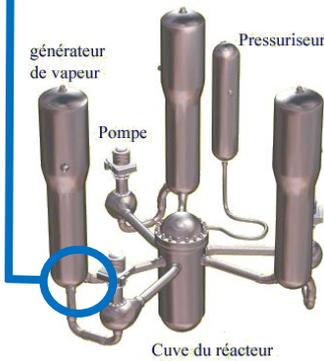
**Domaine** : Maintenance de centrale nucléaire

**Fonctions** : Contrôle par Courant de Foucault des tubes des Générateurs de Vapeur d'une Centrale Nucléaire.

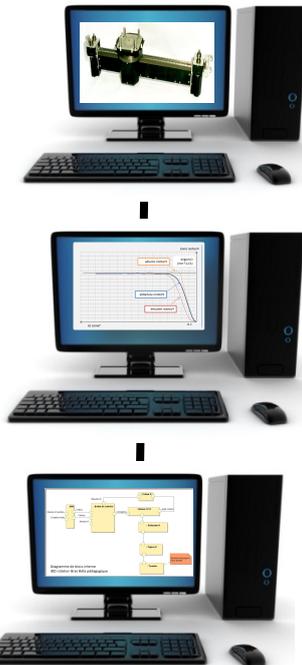


.. Au produit réel instrumenté :

Banc d'étude du comportement des asservissements



Pilotage, Modélisation et affichage des courbes

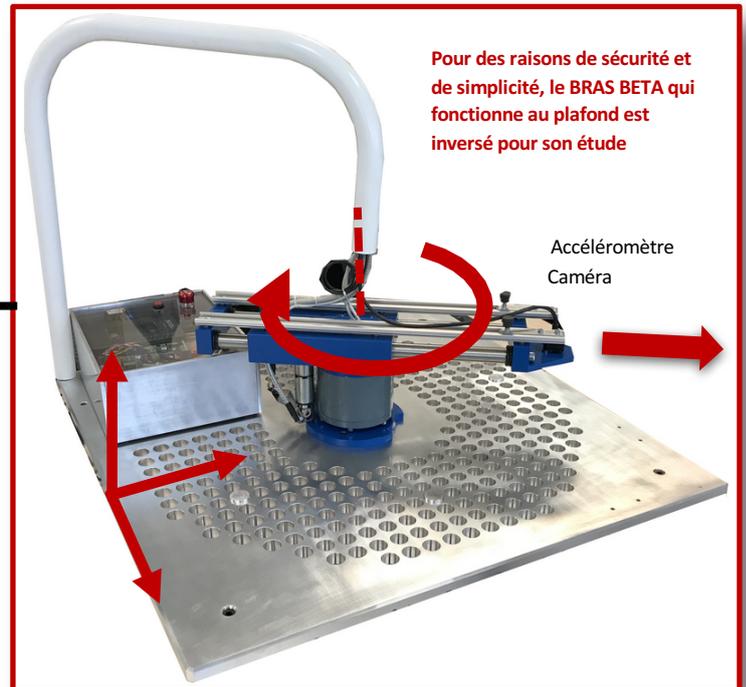


**Exigences industrielles :**  
précision et rapidité

Vitesse de translation  $\rightarrow$  400 mm/s  
Vitesse de rotation  $\rightarrow$  180°/s

La fourniture comprend :

- ✓ Un BRAS BETA (longueur 500 mm), une plaque de 690\*690 mm perforée (304 Trous)
- ✓ Un contrôle commande comprenant 2 cartes d'asservissement et un logiciel de pilotage et d'acquisition
- ✓ Un dossier technique (industriel et didactique)
- ✓ Un dossier pédagogique avec TP et corrigés et fiches de formalisation
- ✓ Un dossier ressources



Pour des raisons de sécurité et de simplicité, le BRAS BETA qui fonctionne au plafond est inversé pour son étude

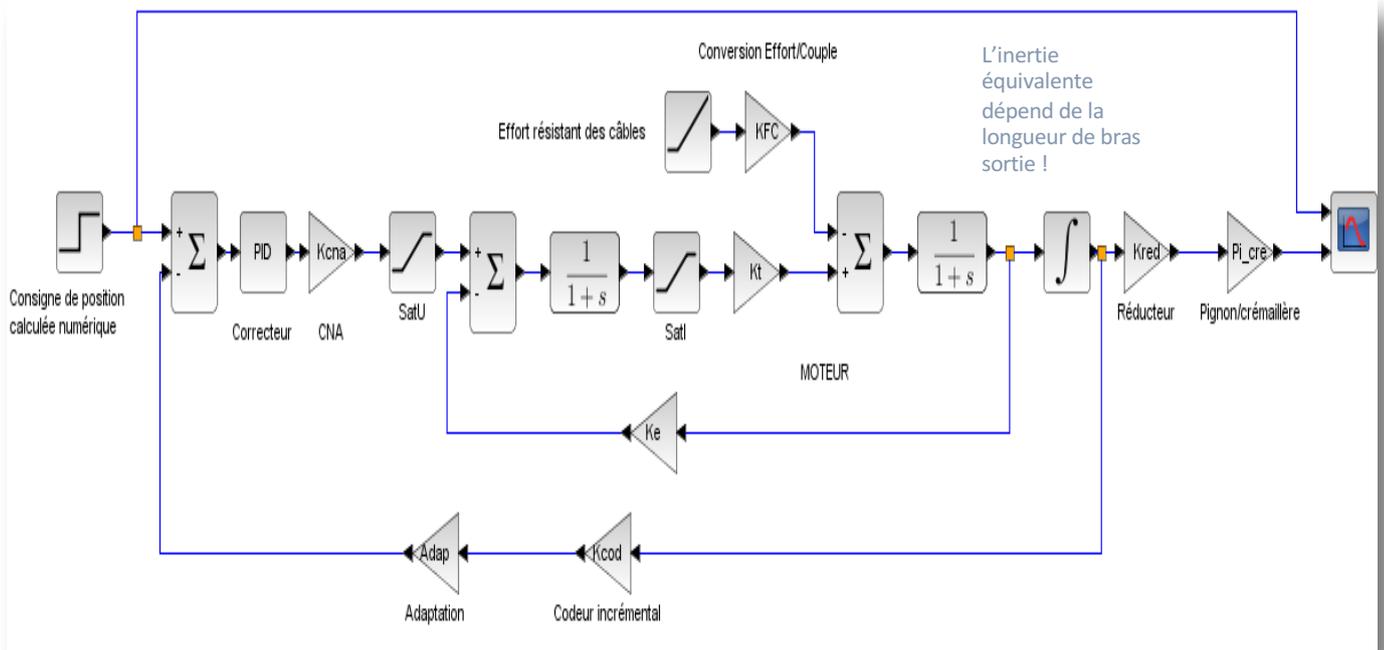
Accéléromètre  
Caméra

Référence : SD//1500

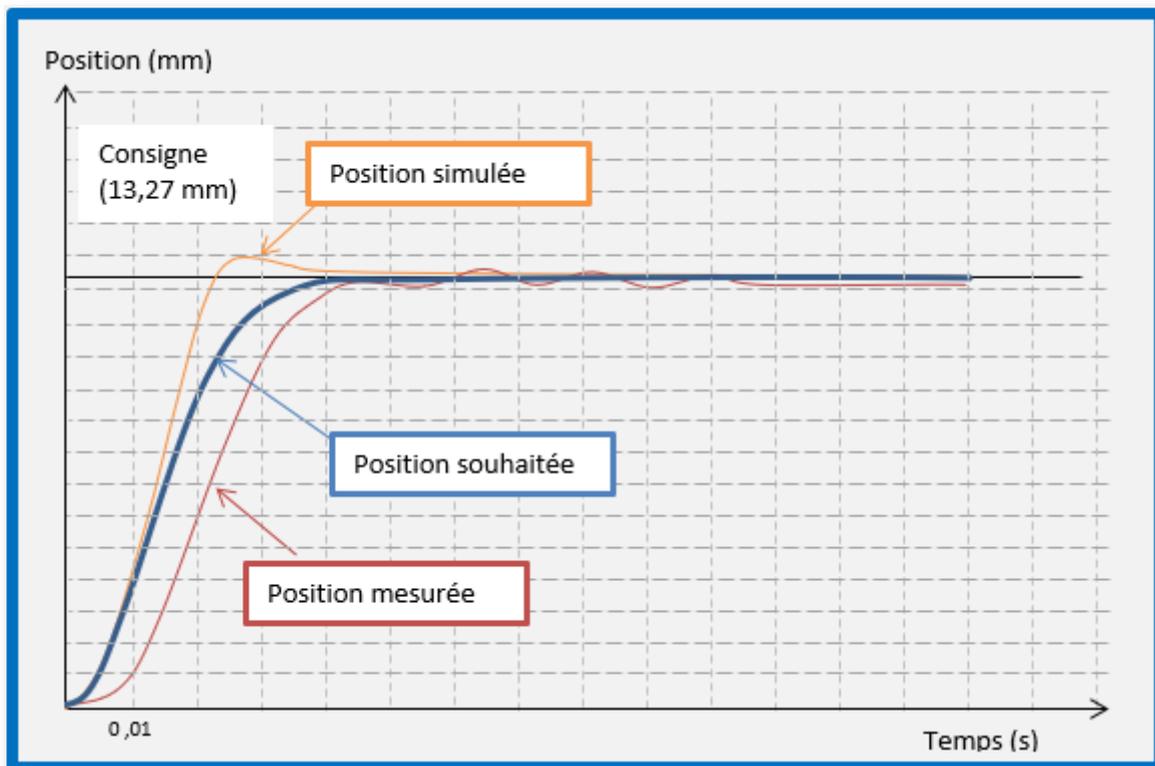
Le **BRAS BETA** didactique permet de présenter la sonde de contrôle au droit des tubes à contrôler en fonction d'un plan de charge imposé.

Il matérialise, 2 mouvements asservis en position, une translation et une rotation.

Il est équipé d'une caméra pour contrôler la précision de positionnement et d'un accéléromètre pour quantifier le rendement réel.



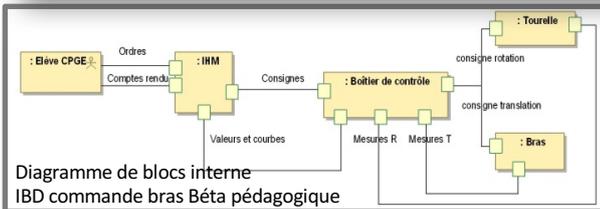
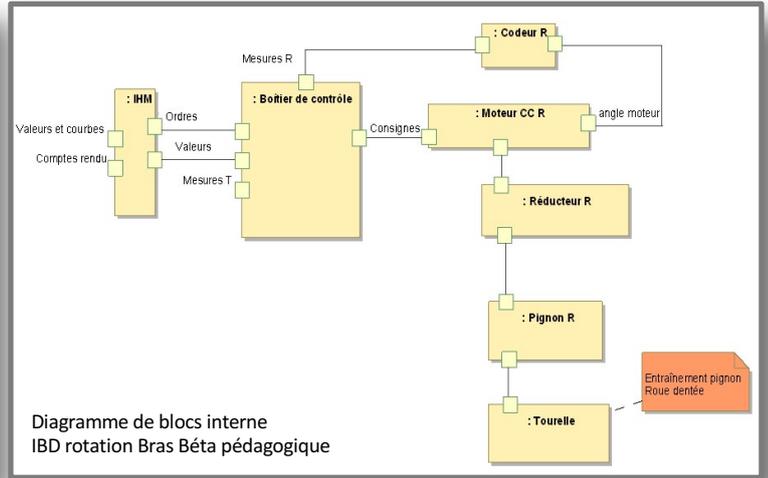
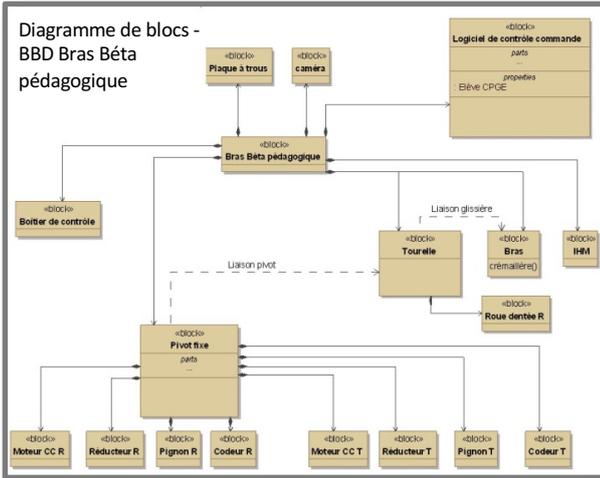
**Schéma-bloc (identique pour l'axe de translation et l'axe de rotation)**



**Courbes comparées axe Bras Béta**

L'IHM du BRAS BETA est construit avec la plateforme LabVIEW. Il permet :

- de réaliser un plan de contrôle pour découvrir la fonction d'usage
- de caractériser chaque axe séparément puis simultanément
- d'étudier le comportement des asservissements des axes sous charge réelle
- de visualiser en temps réel les courbes de comportement, réelle, souhaitée et simulée, de les superposer et d'ajuster les correcteurs pour confondre le réel au modèle.



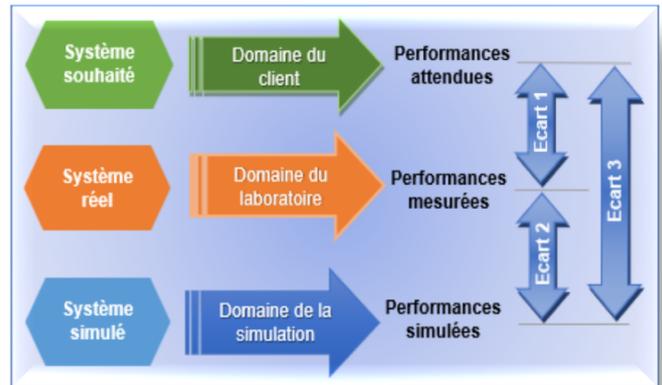
**Diagrammes SysML extraits du dossier technique**

L'analyse SysML est réalisée pour le BRAS BETA industriel et le BRAS BETA Didactique

**Exploitation pédagogique du BRAS BETA didactique**

L'exploitation pédagogique du BRAS BETA pour l'enseignement des sciences industrielles de l'ingénieur est réalisée avec l'objectif d'aborder la démarche de l'ingénieur qui permet, en particulier :

- ✓ de vérifier les performances attendues d'un système, par l'évaluation de l'écart entre un cahier des charges et les réponses expérimentales (écart 1) ;
- ✓ de proposer et de valider des modèles d'un système à partir d'essais, par l'évaluation de l'écart entre les performances mesurées et les performances simulées (écart 2) ;
- ✓ de prévoir les performances d'un système à partir de modélisations, par l'évaluation de l'écart entre les performances simulées et les performances attendues au cahier des charges (écart 3).



**Exploitation numérique à distance des TP**

L'exploitation numérique à distance des TP, du dossier pédagogique et du dossier technique du BRAS BETA didactique est accessible avec l'application en ligne ENTp.

Cette application positionne les TP sur les centres d'intérêts organisant les compétences des programmes des CPGE (MPSI, PCSI/PSI, PTSI/PT, ATS et TSI).

L'entrée sur le tableau de synthèse est possible soit par le système soit par la filière. Tous les documents rattachés au système peuvent être consultés et téléchargés.

Ils peuvent être modifiés pour intégrer des améliorations et remis en ligne sur le site pour partager l'expérience avec les utilisateurs.

Cette plateforme permet d'organiser l'exploitation pédagogique en semestres.

Espace Numérique de Travaux Pratiques  
Etablissement S2I-DIDAC - MARSEILLE  
Développement de produits S2I  
Bras Beta

Changer de Système | Dossier Pédagogique | Dossier Technique | Dossier Ressources | Entrée par la Filière | Tableau de bord

Tableau des TPs par Centres d'Intérêts

PCSI | Semestre 1 | Centres d'intérêts PCSI-S1 par défaut

Bras Beta

CENTRES D'INTÉRÊTS	TRAVAUX PRATIQUES	CAPACITÉS +														COMPÉTENCES +			
		ANALYSER				MODÉLISER				RÉSOLURE				EXPÉRIMENTER		CONCEVOIR		COMMUNIQUER	
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E	F1	F2	
C101	1 TP	☑															☑	☑	
C102	1 TP		☑		☑												☑	☑	
C103	1 TP			☑		☑							☑				☑	☑	
C104							☑										☑	☑	
C105							☑										☑	☑	
C106							☑										☑	☑	
C107							☑										☑	☑	
C108	1 TP						☑										☑	☑	
C109	1 TP						☑										☑	☑	
C110													☑				☑	☑	
C111															☑		☑	☑	
C112															☑		☑	☑	

**Couverture pédagogique proposée - 13 TP développés (PCSI/PSI) et 10 à 15 TP possibles en PCSI/PSI et PT/PTI**
**Exemples de TP en PCSI/PSI positionnés dans les centres d'intérêts**

PCSI	1er Semestre	TP	PCSI	2ème Semestre	TP
CI 1	Identifier le besoin, les exigences du cahier des charges et les fonctions techniques	X	CI 1	Présenter et interpréter l'évolution temporelle d'un système	
CI 2	Analyser l'architecture fonctionnelle, structurelle d'un système asservi	X	CI 2	Caractériser les grandeurs physiques d'un système pluritechnologique	
CI 3	Analyser les chaînes d'information et d'énergie	X	CI 3	Proposer un modèle de connaissance et de comportement cinématique d'un système	X
CI 4	Modéliser les systèmes linéaires continus et invariants		CI 4	Proposer un modèle de connaissance et de comportement mécanique d'un système	X
CI 5	Déterminer les réponses temporelles et fréquentielles		CI 5	Proposer un modèle de connaissance et de comportement des liaisons mécaniques	
CI 6	Analyser le schéma-bloc et déterminer les fonctions de transfert		CI 6	Proposer un modèle de connaissance et de comportement d'un système logique	
CI 7	Renseigner les paramètres d'un modèle de comportement		CI 7	Proposer un modèle de connaissance d'un système à événements discrets	
CI 8	Paramétrer les mouvements d'un solide indéformable	X	CI 8	Proposer un modèle de connaissance d'un système à structure algorithmique	
CI 9	Modéliser les mouvements en cinématique plane	X	CI 9	Procéder une modélisation d'une démarche de résolution analytique	X
CI 10	Mettre en œuvre une démarche de résolution analytique		CI 10	Procéder à la mise en œuvre d'une pour vérifier les performances d'un système	
CI 11	Identifier les paramètres à partir d'une réponse indicielle		CI 11	Proposer un protocole expérimental pour valider un modèle de comportement	
CI 12	Identifier les paramètres à partir d'une réponse fréquentielle		CI 12	Concevoir la modification d'un paramètre d'un système	

PCSI 1 <sup>er</sup> semestre - TP1	CI1	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
<b>Problématique</b>	<b>Vérifier le cas d'utilisation du système : déplacer un outil devant des tubes</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyser le SysML de la maquette (cas d'utilisation et exigences) et remplir un document type « cahier des charges » avec les exigences.</li> <li>- Analyser le SysML de bras BETA industriel.</li> <li>- Remplir un tableau de différences - écarts (limité à des exigences et des fonctions de mouvement).</li> <li>- Essayer le fonctionnement de la maquette en réalisant un plan de contrôle. Vérifier l'exigence de la cadence de contrôle.</li> <li>- Produire une synthèse écrite ou orale.</li> </ul>			
PCSI 1 <sup>er</sup> semestre - TP2	CI2 et CI3	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
<b>Problématique</b>	<b>Vérifier la capacité du système à obtenir la précision souhaitée</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyser le SysML de la maquette (exigences et ibd).</li> <li>- Compléter un document chaîne d'énergie et d'information (translation) et déduire par le calcul si la précision donnée par la chaîne d'information permet d'obtenir la précision souhaitée.</li> <li>- Expérimenter pour valider, grâce à la caméra, si la précision obtenue est conforme à la théorie (écart).</li> <li>- Produire une synthèse écrite ou orale.</li> </ul>			
PCSI 1 <sup>er</sup> semestre - TP3	CI8 et CI9	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
<b>Problématique</b>	<b>Valider l'exigence de vitesse de déplacement de la caméra</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paramétrer les mouvements du bras en translation et de la tour en rotation et calculer analytiquement la vitesse et l'accélération du centre de la caméra. Application numérique.</li> <li>- Mesurer sur le système, grâce à l'accéléromètre, l'accélération et la vitesse (par intégration avec Excel).</li> <li>- Simuler avec Solidworks et obtenir aussi accélération et vitesse.</li> <li>- Comparer les valeurs obtenues par les 3 méthodes aux exigences (écarts).</li> <li>- Produire une synthèse écrite ou orale.</li> </ul>			
PCSI 2 <sup>e</sup> semestre - TP4	CI 3	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
<b>Problématique</b>	<b>Déterminer la vitesse maxi du centre de la caméra</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecrire le modèle cinématique des liaisons pivot et glissière.</li> <li>- Par composition, calculer le torseur cinématique de la caméra par rapport à la plaque en son centre.</li> <li>- Calculer la valeur maxi théorique du module de cette vitesse en fonction des paramètres.</li> <li>- Expérimentation : Mesurer expérimentalement les vitesses maxi de rotation et de translation.</li> <li>- Finir l'application numérique donnant la vitesse maxi du centre de la caméra.</li> <li>- Expérimentation : Pour le mouvement défini dans le sujet, mesurer la vitesse maxi grâce à l'accéléromètre et la formule de Varignon. Comparer les résultats obtenus.</li> <li>- Communiquer les résultats comparés en expliquant clairement les démarches suivies.</li> </ul>			
PCSI 2 <sup>e</sup> semestre - TP5	CI 4	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
<b>Problématique</b>	<b>Détermination de l'influence de la traction des câbles sur le couple moteur</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un ressort est placé entre la caméra et la tourelle pour simuler la traction des câbles sur le robot réel.</li> <li>- L'effort produit est alors <math>F = k \cdot \Delta r</math>. La raideur <math>k</math> est donnée ou mesurée expérimentalement. On fera l'hypothèse de liaisons parfaites.</li> <li>- Par isolements successifs, déterminer l'influence de cet effort sur le moment du couple moteur.</li> <li>- Expérimentation : donner une consigne de déplacement en translation avec une vitesse relativement faible et constante. Déterminer le couple moteur par la mesure de l'intensité parcourant le moteur (<math>C_m = k_t \cdot i(t)</math>).</li> <li>- Vérifier la loi déterminée par le calcul et observer si la précision de la position finale est respectée.</li> <li>- Communiquer de façon adaptée pour la démarche de calcul et les résultats expérimentaux. Commenter les éventuels écarts observés.</li> </ul>			
PCSI 2 <sup>e</sup> semestre - TP6	CI 9	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
<b>Problématique</b>	<b>Définir les consignes pour les positions des trous de la plaque</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- A partir de la connaissance des positions en coordonnées ligne et colonne de trous à contrôler, déterminer la valeur des positions en coordonnées articulaires du robot (<math>r</math> et <math>b</math>).</li> <li>- En déduire pour un plan de contrôle les consignes successives à envoyer aux cartes d'axe.</li> <li>- Communiquer les résultats de la définition analytique.</li> </ul>			

# BRAS BETA

Conçu à partir du système réel pour l'enseignement des sciences industrielles de l'ingénieur

Un produit didactique pour les filières **CPGE** **PCSI/PSI-PTSI/PT-TSI/ATS**

PSI	3ème Semestre	TP	PSI	4ème Semestre	TP
CI 1	Analyser la réversibilité d'une chaîne d'énergie	X	CI 1	Justifier le choix des constituants d'un système	X
CI 2	Identifier et caractériser les grandeurs physiques associées à la transmission de puissance		CI 2	Identifier quantifier et interpréter les écarts entre les performances mesurées, simulées et attendues	X
CI 3	Proposer un modèle de connaissance des chaînes d'énergie et d'information		CI 3	Apprécier la pertinence et la validité des résultats mesurés ou/et simulés	
CI 4	Linéariser un système non linéaire		CI 4	Choisir et présenter un modèle adapté et déterminer les grandeurs influentes;	X
CI 5	Proposer un modèle de comportement d'un système mécanique	X	CI 5	Proposer un modèle de connaissance et de comportement mécanique d'un système	
CI 6	Vérifier la cohérence d'un modèle par rapport aux résultats d'expérimentation		CI 6	Mettre en œuvre une démarche de résolution analytique	
CI 7	Valider un modèle déterminant la dynamique asymptotique du système		CI 7	Mettre en œuvre une démarche de résolution numérique pour simuler un système	
CI 8	Proposer une démarche de résolution appliquée à des chaînes de solides		CI 8	S'approprier le fonctionnement d'un système pluritechnologique	
CI 9	Proposer une démarche de réglage d'un correcteur		CI 9	Proposer, justifier et mettre en œuvre un protocole expérimental	
CI 10	Analyser la stabilité d'un système linéaire continu et invariant	X	CI 10	Générer un programme et l'implanter	
CI 11	Analyser la précision d'un système linéaire continu et invariant	X	CI 11	Concevoir une architecture fonctionnelle et proposer les constituants	
CI 12	Mettre en œuvre une démarche de résolution analytique		CI 12	Concevoir la correction d'un système asservi	

PSI 3 <sup>e</sup> semestre - TP1	CI1	Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Concevoir – Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
<b>Problématique</b>	<b>Réversibilité : Justifier et mesurer la performance du principe de contrôle de la réversibilité sur le mouvement de translation</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipe 1+2+3 Le système étant NON ALIMENTÉ, observer la liberté de mouvement de l'axe longitudinal. Analyser sur l'ibd de l'axe en translation l'action du moteur sur l'axe. Lorsque le bras tourne, la consigne de position de l'axe en translation est constante.</li> <li>- Equipe 1 Observer le modèle XCos de l'axe en translation et dire comment intervient la rotation du bras dans ce schéma-bloc à l'aide des valeurs fournies par l'équipe 2, simuler le fonctionnement du bras en translation pendant une rotation.</li> <li>- Equipe 2 Avec SolidWorks : déterminer la masse de l'élément mobile radialement et la position du CdG. Écrire le théorème de la résultante. Connaissant l'accélération du CdG, déduire l'effort auquel doit résister le blocage. Communiquer le résultat de l'effort de réversibilité à vaincre à l'équipe 1.</li> <li>- Equipe 3 Le système étant sous tension, et pour les mêmes conditions géométriques de position du bras que dans le modèle SW, mesurer tension, intensité, accélération du CdG, la position de l'axe longitudinal pendant une rotation. Les résultats seront comparés avec ceux obtenus sur SW. Communiquer clairement la démarche et comparer les résultats simulés sur XCos et réels.</li> </ul>			
<b>PSI 3<sup>e</sup> semestre - TP2</b>	<b>CI5</b>	<b>Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Concevoir – Communiquer</b>	<b>Équipe d'étudiants en ilot</b>
<b>Problématique</b>	<b>Dimensionner le couple du moteur de rotation du bras</b>		
<p>Le moment d'inertie du bras varie en fonction de sa position de sortie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Déterminer la position du C de G et le moment d'inertie de l'ensemble tournant grâce au modèle SW.</li> <li>- Pour un même angle de rotation et différentes positions de sortie du bras, faire des essais et mesures de l'accélération grâce à l'accéléromètre positionné convenablement à chaque essai.</li> <li>- Déterminer alors le moment dynamique de l'ensemble tournant dans chacun des cas.</li> <li>- Écrire le théorème du moment dynamique et en déduire le couple moteur nécessaire dans chaque cas.</li> </ul> <p>D'autre part, la mesure du courant et la connaissance de la constante de couple donne aussi la valeur du couple.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comparer les valeurs trouvées par les 2 méthodes.</li> <li>- Communiquer de façon claire sur la démarche et les résultats obtenus.</li> </ul>			
<b>PSI 3<sup>e</sup> semestre - TP3</b>	<b>CI 10</b>	<b>Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Concevoir – Communiquer</b>	<b>Équipe d'étudiants en ilot</b>
<b>Problématique</b>	<b>Régler la stabilité des 2 axes du bras</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les critères de stabilité figurent dans la table des exigences</li> <li>- Par des essais comparatifs, il faut d'abord valider le modèle numérique sous Xcos, sans correction autre que proportionnelle</li> <li>- Les essais fréquentiels sur le modèle Xcos permettent de vérifier les marges de stabilité.</li> <li>- Procéder au réglage du correcteur proportionnel afin d'obtenir au minimum les marges demandées.</li> <li>- Procéder aux mêmes réglages sur le système et vérifier le fonctionnement.</li> <li>- Observer si les critères de rapidité et précision sont également respectés.</li> <li>- Communiquer clairement sur votre démarche, vos essais et la cohérence des résultats.</li> </ul>			
<b>PSI 3<sup>e</sup> semestre - TP4</b>	<b>CI 11</b>	<b>Analyser – Modéliser – Résoudre – Expérimenter – Concevoir – Communiquer</b>	<b>Équipe d'étudiants en ilot</b>
<b>Problématique</b>	<b>Analyser la précision du positionnement de la caméra</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expérimenter par des essais la mise en position de la caméra suivant plusieurs scénarii. Rotation puis translation ou translation puis rotation.</li> <li>- Quantifier l'erreur de position.</li> <li>- Analyser le schéma-bloc des asservissements.</li> <li>- Simuler le fonctionnement.</li> <li>- Quantifier les écarts entre réel et simulé.</li> <li>- Communiquer les résultats et les analyses pouvant expliquer les écarts observés.</li> </ul>			

# BRAS BETA

Conçu à partir du système réel pour l'enseignement des sciences industrielles de l'ingénieur

Un produit didactique pour les filières **CPGE** **PCSI/PSI-PTSI/PT-TSI/ATS**

PSI 4 <sup>ème</sup> Trimestre- TP1	CI 2	Analyser – Modéliser- Expérimenter- Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
<b>Problématique</b>	<b>Identifier et quantifier les erreurs de positionnement</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigence : La position du centre de la caméra doit se trouver dans un cercle de diamètre 1mm. Les chaînes d'énergie et d'information du mouvement de rotation et translation du bras sont données dans les diagrammes SysML.</li> <li>- <b>Equipe 1</b> : Expérimentation Commander le contrôle de 2 trous voisins dans des emplacements différents définis dans le sujet. Déterminer dans chaque cas l'erreur de position de la caméra par traitement de l'image. Relever les valeurs des erreurs de position de chacun des axes.</li> <li>- <b>Equipe 2</b> : Calcul de l'erreur En fonction des caractéristiques des chaînes d'acquisition (résolution des capteurs), calculer les erreurs de position obtenues par les choix matériels. En fonction des erreurs relevées par l'équipe 1, calculer dans chaque cas l'erreur de position théorique du centre de la caméra. Comparer les résultats obtenus, et tenter de justifier les écarts. Communiquer clairement les démarches et la comparaison des résultats en essayant d'expliquer la raison des écarts.</li> </ul>			
PSI 4 <sup>ème</sup> Trimestre- TP2	CI 4	Analyser – Modéliser- Expérimenter- Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
<b>Problématique</b>	<b>Vérifier les performances du guidage en translation</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le modèle Solidworks du bras Beta didactique est disponible.</li> <li>- Elaborer un schéma cinématique définissant les liaisons élémentaires entre les solides.</li> <li>- Paramétrer les positions des centres de liaisons.</li> <li>- Mener une étude cinématique pour déterminer le degré d'hyperstatisme du guidage en translation. En déduire les conditions géométriques à respecter pour permettre l'assemblage.</li> <li>- Retrouver ces conditions sous forme de contrainte dans le modèle du sous-ensemble bras de Solidworks.</li> <li>- Imaginer un moyen de contrôle des contraintes géométriques nécessaires au bon fonctionnement. Faire un schéma de la solution.</li> <li>- Commenter la solution technique définie dans le diagramme SysML des exigences donné (satisfy).</li> <li>- Communiquer en mettant en place la problématique du guidage et le contrôle des conditions de fonctionnement.</li> </ul>			
PSI 4 <sup>ème</sup> Trimestre- TP3	CI 7	Analyser – Modéliser- Expérimenter- Communiquer	Équipe d'étudiants en ilot
<b>Problématique</b>	<b>Simuler la vitesse du centre de la caméra</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les modèles linéaires des 2 axes rotation et translation sont donnés sous XCos. Trouver l'exigence de vitesse à respecter dans le SysML.</li> <li>- <b>Equipe 1</b> : Expérimentation (plan d'essai donné) Mesurer : - les vitesses des 2 axes séparément grâce aux acquisitions logicielles pour un ensemble d'essais donné. - la vitesse de la caméra obtenue grâce à l'accéléromètre.</li> <li>- <b>Equipe 2</b> : Simulation Ajouter aux schémas blocs un calcul du module de la vitesse, et visualiser en sortant dans un scope. Elaborer les consignes à donner afin de simuler convenablement le fonctionnement réel (décalages, valeur de Jeq,...). Simuler les vitesses des axes avec XCos pour les 2 mouvements et les consignes identiques. et quantifier la vitesse résultantes. Comparer les résultats obtenus. Discuter de possibles non linéarités qui justifieraient les écarts. Mettre en place les saturations et comparer à nouveau. Conclure sur l'exigence, les mesures et les modèles. Communiquer sur les écarts observés et la justification envisagée.</li> </ul>			



# BRAS BETA

Conçu à partir du système réel pour l'enseignement des sciences industrielles de l'ingénieur

Un produit didactique pour les filières **CPGE** **PCSI/PSI-PTSI/PT-TSI/ATS**

## Description du contrôle commande

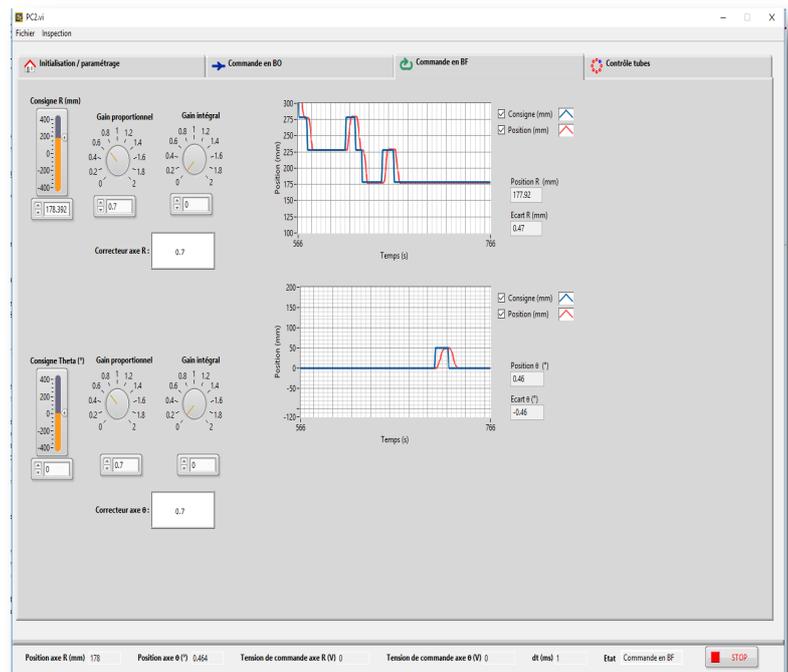
### Matériel

- Système deux axes très dynamique de haute qualité.
- Carte de commande industrielle NI myRIO : OS temps réel implémenté sur processeur double cœur ARM Cortex-A9 cadencé à 667 MHz + FPGA Xilinx Z-7010.
- Pas de boîte noire : tous les comportements sont connus → possibilité de modéliser



### Logiciel

- Véritable logiciel de contrôle-commande temps réel déterministe.
- Fonctions : Pilotage, en boucle ouverte, boucle fermée, correcteurs PID linéaire et industriel, stratégies de ralliement de points pédagogiques et industrielles.
- Possibilité de comparer les comportements souhaité, simulé et réel dans un seul environnement logiciel.



### Exploitation pédagogique

- Possibilité de traiter une grande partie des problématiques de robotique multiaxes : modèles géométriques directs et inverses, modèles cinématiques directs et inverses, modèle dynamique, couplages dynamiques, stratégies de ralliement de points...
- Possibilité d'analyser le rejet de perturbations issues du couplage dynamique...
- Etude des systèmes asservis multiaxes (couplages, inertie de l'axe  $\theta$  dépendante de la position de l'axe R)
- Analyse de la précision dans l'espace articulaire (R,  $\theta$ ) mais aussi dans l'espace opérationnel (X, Y)

# BRAS BETA

Conçu à partir du système réel pour l'enseignement des sciences industrielles de l'ingénieur

Un produit didactique pour les filières **CPGE** **PCSI/PSI-PTSI/PT-TSI/ATS**

## Fonctionnalités du logiciel

## Initialisation des axes et contrôle de la position par caméra

## Asservissement des axes en boucle Ouverte ou Boucle Fermée

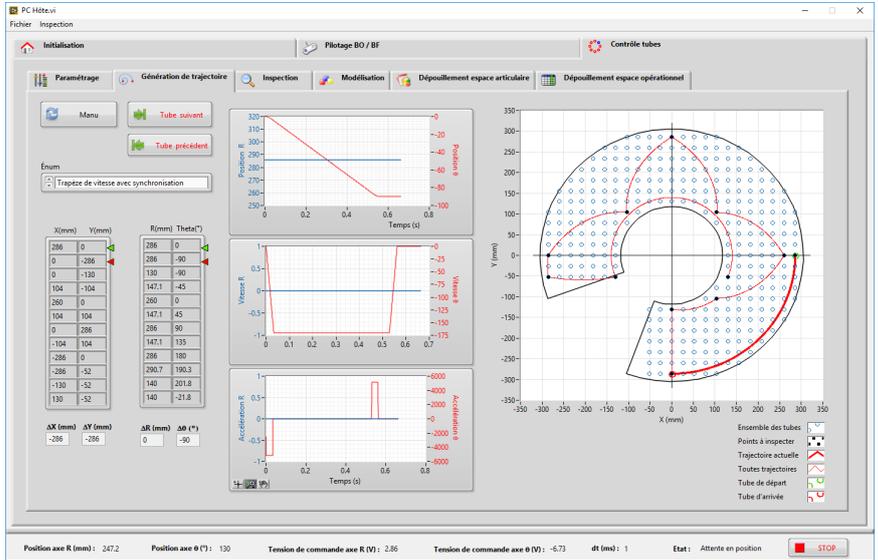
**BRAS BETA** Conçu à partir du système réel pour l'enseignement des sciences industrielles de l'ingénieur  
 Un produit didactique pour les filières **CPGE** **PCSI/PSI-PTSI/PT-TSI/ATS**

Programmation d'un plan de contrôle

Visualisation des trajectoires fonction du type de consigne

Echelon avec ou sans synchronisation

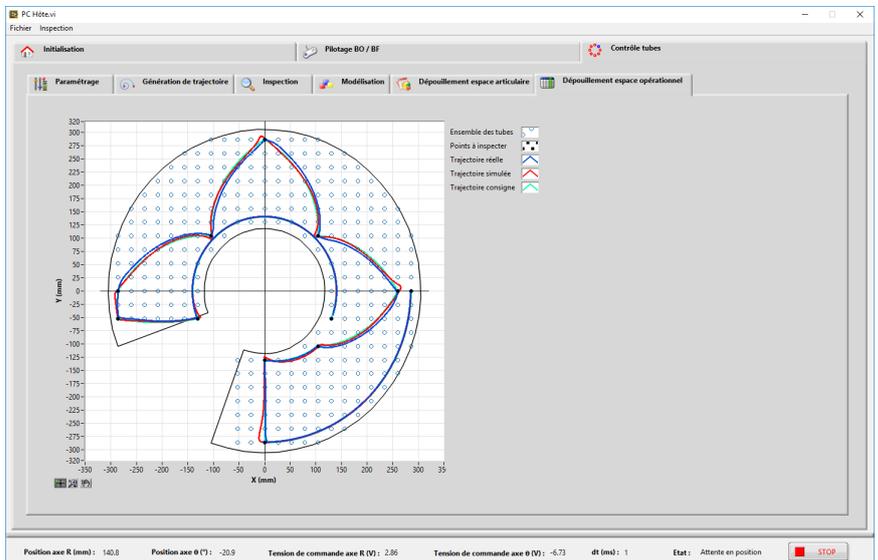
Rampe avec ou sans synchronisation



Affichage superposé axe par axe des courbes Temps/Distance  
 (consigne, simulée, réelle)



Affichage superposé dans le plan des trajectoires du centre de la caméra  
 (consigne, simulée, réelle)



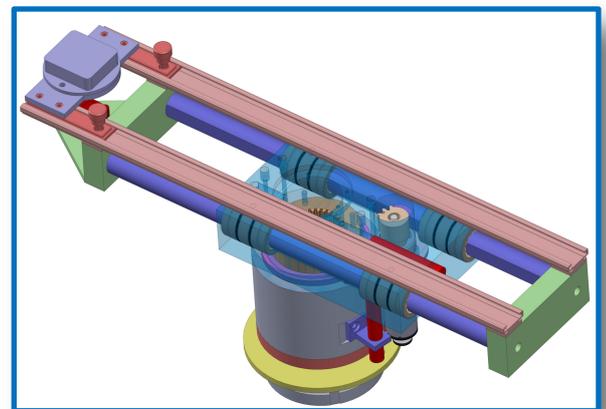
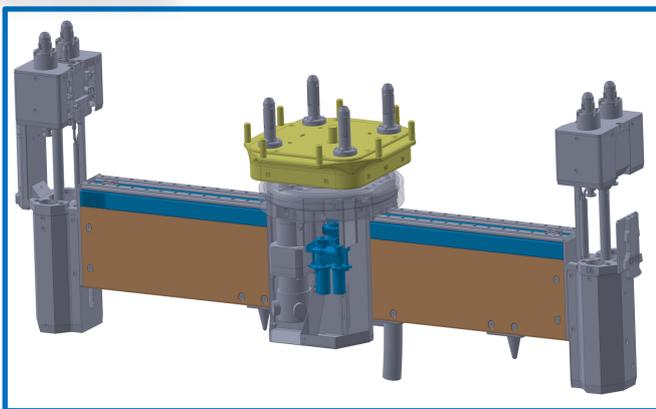
**BRAS BETA** Conçu à partir du système réel pour l'enseignement des sciences industrielles de l'ingénieur  
 Un produit didactique pour les filières **CPGE** **PCSI/PSI-PTSI/PT-TSI/ATS**

Chaines cinématiques du BRAS BETA Industriel et Didactique

Du BRAS BETA Industriel  au BRAS BETA Didactique

Asservissement de position avec loi de vitesse trapézoïdale

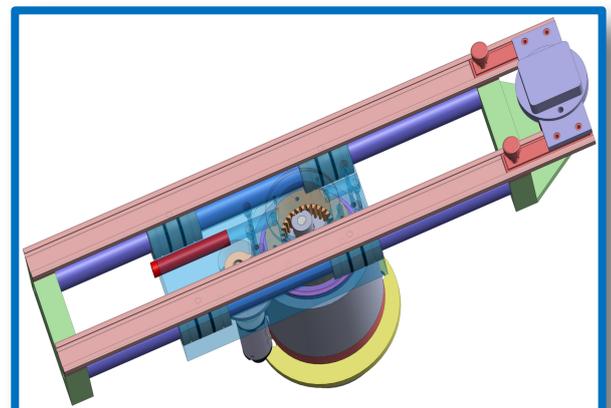
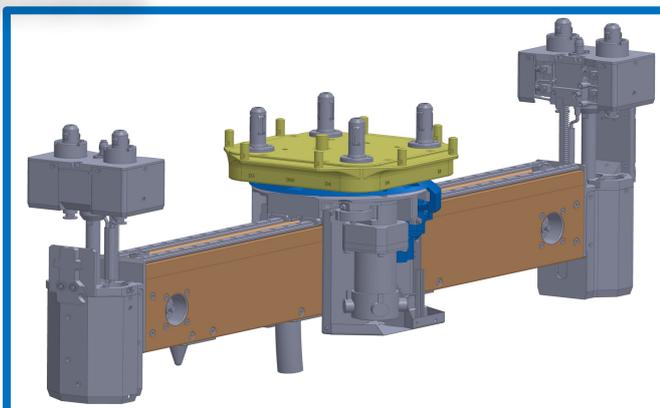
**Translation**



Translation = 600 mm  
 MOTEUR : Type RS210 L « ALSTOM » vitesse de rotation 3000 tr/mn.  
 REDUCTEUR : Rapport 1/88  
 CODAGE : Le bras bêta est équipé de deux type de codage :  
 GROSSIER : grâce à un potentiomètre 10 tours  
 MEGATRON 2110 de 2 KOHMS  
 FIN : résolveur en boîtier SAGEN 08RXO800113

Translation = 200 mm  
 MOTEUR : Maxon 24V 8930 tr/mn.  
 REDUCTEUR : Rapport 1/26..  
 CODAGE : Codeur Maxon 1024 Imp/T

**Rotation**



Rotation Tourelle + 185°, -185°  
 MOTEUR : Type RS 230 G "ALSTOM\_ PARVEX" vitesse de rotation 3000 tr/mn.  
 REDUCTEUR : rapport 1/100.  
 CODAGE :  
 GROSSIER : potentiomètre 10 tours MEGATRON 2110 de 2 KOHMS  
 FIN : résolveur en boîtier SAGEM 08RXO800113

Rotation =300°  
 MOTEUR : Maxon 24V 8930 tr/mn.  
 REDUCTEUR : Rapport 1/103\*12/30  
 CODAGE : Codeur Maxon 1024 Imp/T