

TP Préparation aux oraux (durée 4h)

Barrière de péage SYMPACT

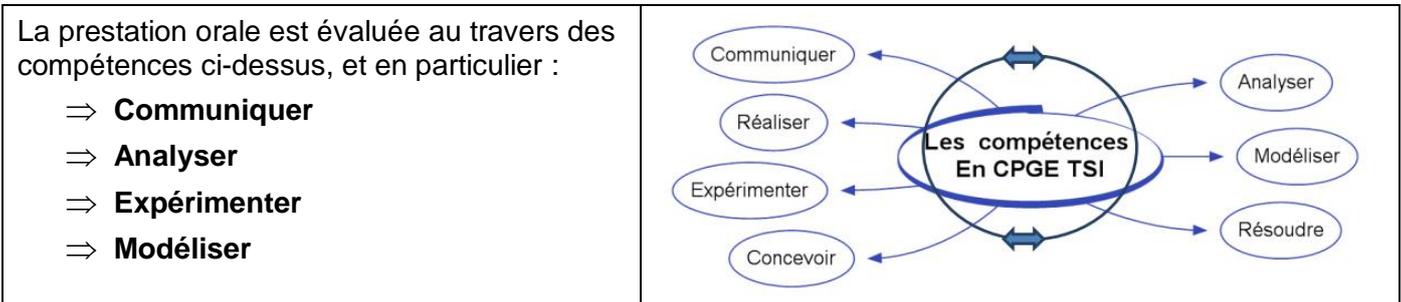
Consignes générales (Concours CCP ou Centrale)

Lors de cette épreuve, les qualités de la prestation orale et de l'autonomie sont évaluées.

Pour illustrer la présentation, des dessins, schémas et graphes élaborés avec soin pourront être utilisés. Pour cela, 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.

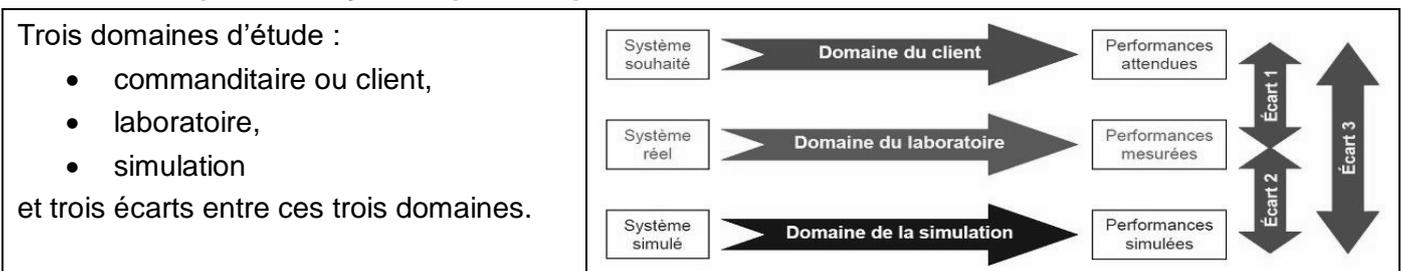
Les suites Libre Office et/ou Microsoft Office sont disponibles sur le PC de chaque candidat.

Compétences du programme de SII



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.

Celle-ci se représente symboliquement par le schéma suivant montrant les écarts :



À chaque fois que cela lui sera demandé, le candidat devra indiquer le domaine sur lequel l'étude est menée et l'écart qui est quantifié. **L'argumentation sur la justification des écarts doit être contextualisée, on attend autre chose qu'un discours standard donc creux...**

On distingue 3 parties (concours CCP) ou 4 parties (Concours Centrale Supélec) dans le sujet :

- **La première partie** vise à découvrir le système et son fonctionnement global. Une approche fonctionnelle est abordée (diagramme CECI, diagrammes SYSML...) et la problématique de l'étude est posée.

A l'issue de cette première partie un exposé de 5min maximum est demandé.

Les spécificités du système doivent alors être intégrées, la différence entre système réel et système didactisé clairement exprimée. On peut vous demander de commenter l'écart entre les performances mesurées et celles exigées.

- **La seconde partie** (environ 2H sur CCP et 1H sur Centrale) vous amène à :
 - vérifier les performances attendues d'un système complexe en mettant en œuvre un protocole de mesure que vous choisirez,
 - construire et valider, à partir d'essais, une partie de la modélisation du système,
 - prévoir des performances d'un système complexe en vue d'imaginer et choisir des solutions d'évolution répondant à un besoin exprimé,
 - ajuster les réglages de correcteur,
 - traiter les données numériques (programmation Python : tracés de courbes, filtrage, régression linéaire, traitement de liste...).

Pour le concours CCP cette partie est guidée par le questionnement, pour le concours Centrale vous devez la mener en autonomie

- **La troisième partie du concours Centrale (environ 1H)** est le prolongement de la partie 2 sur la modélisation et la vérification de performances en suivant un questionnement guidé.
- **La dernière partie (3^{ème} à CCP ou 4^{ème} à Centrale)** est réservée à la synthèse globale de vos activités. Il faut alors :
 - conclure quant à la problématique abordée dans le TP,
 - préciser la ou les démarche(s) adoptées pour répondre au problème posé,
 - montrer votre capacité à utiliser les résultats obtenus (simulés ou mesurés) pour décider et choisir une évolution technique en rapport avec un cahier des charges.

Rappel : L'évaluation porte sur la prestation orale et les capacités à travailler en autonomie.

TP Préparation aux oraux (durée 4h)

Barrière de péage SYMPACT

MISE EN SITUATION

La barrière SYMPACT est spécialement étudiée pour répondre au besoin de gestion du passage de véhicules des entreprises, copropriétés, campings, autoroutes...

Les vitesses d'ouverture et de fermeture de la lisse peuvent être adaptées en fonction du type de trafic à réguler.

Le système utilisé est une version didactique instrumentée.

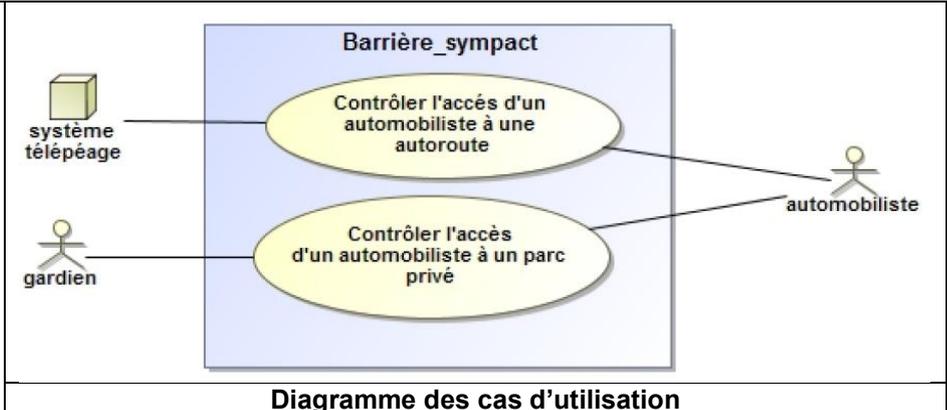
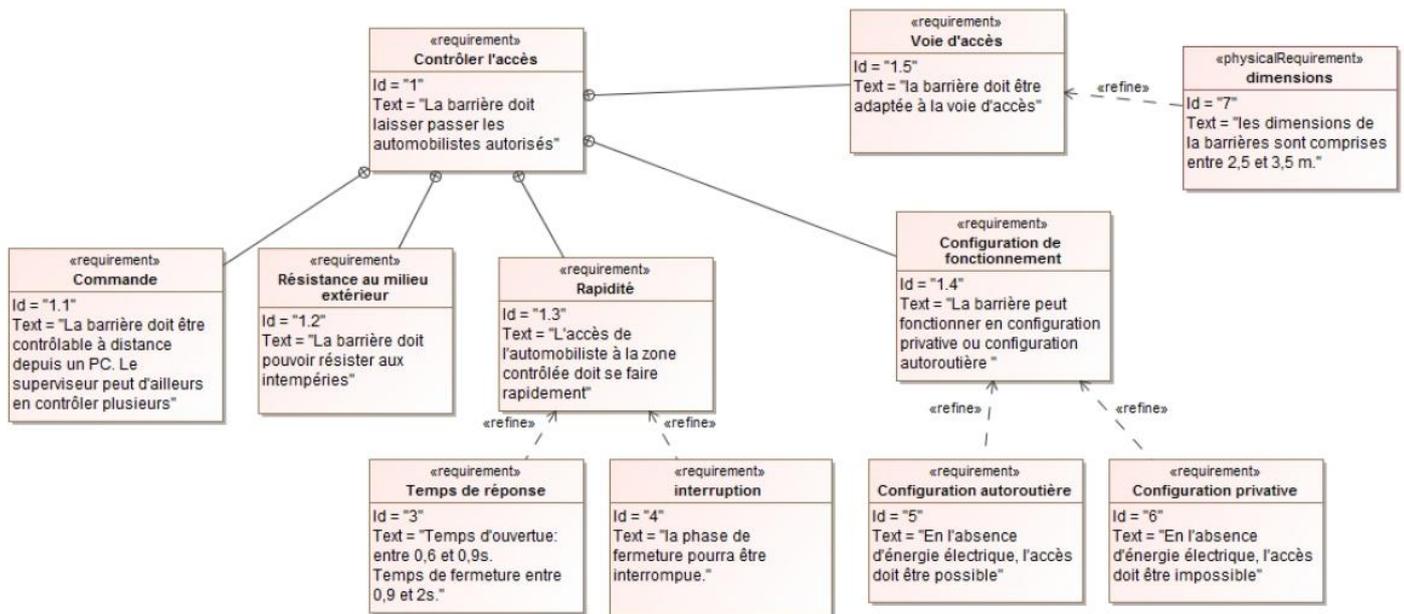
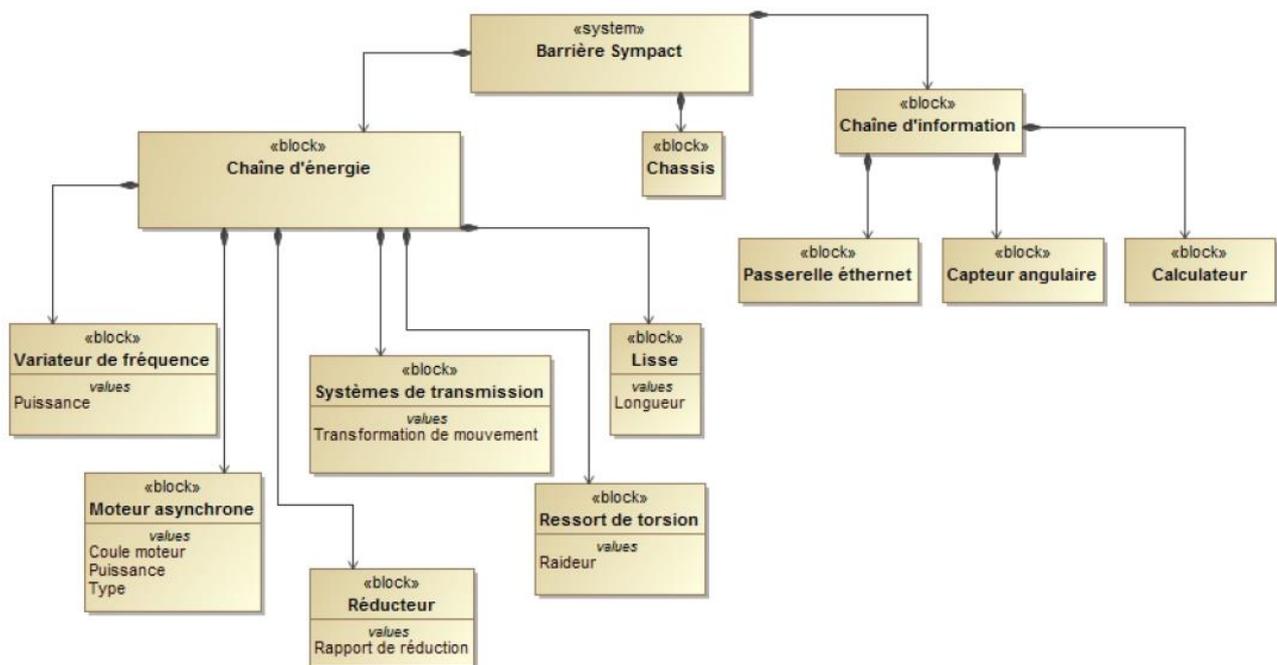


Diagramme des cas d'utilisation

On donne le diagramme des exigences :



Le diagramme structurel ou bdd (block diagram) de la barrière est donné :



Barrière de péage SYMPACT**PARTIE 1 : Découverte du système, problématique à résoudre (30 à 45min max)**

A la fin de cette première partie, vous devez faire une synthèse orale de 5 min.

Une documentation technique est à votre disposition dans l'espace FLTSI / systèmes, si vous avez des questions, ne restez pas bloqué, n'hésitez pas à appeler l'examineur.

Activité 1 Acquérir la loi de mouvement du bras de la barrière et l'interpréter

- **Accéder** au dossier sur le système SYMPACT dans FLTSI.
- **Placer** le sélecteur rouge de mise en service sur ON et le contacteur de commande sur 1, **mettre** en service le programme de pilotage.
- **Lancer** le programme « Sympact CPGE », **cliquer** sur « Les mesures », **placer** l'interrupteur sur ON, **cliquer** sur l'icône « Paramètres pilotage Sympact » et **rentrer** les valeurs suivantes :

30 Hz	30 Hz	50 Hz/s
5 Hz	0 Hz	50 Hz/s

- **Cliquer** sur « Établir connexion », puis sur l'icône « Acquisition mesures », **définir** une durée de 2s, pas d'inversion de sens et une position de la masse à 685mm.
- **Faire** deux prises de mesures et **afficher** les courbes « Position lisse » et « Couple moteur » pour la fermeture et l'ouverture.
- **Analyser** pour les 2 sens du mouvement ces deux signaux l'un en fonction de l'autre en respectant le principe de causalité (cause --> effet).

Activité 2 Comparer le système didactique utilisé et le système réel

- **Reprendre** point par point le diagramme d'exigences du système Sympact et **indiquer** quels points sont satisfaits ou non par la version didactique que vous utilisez. **Justifier**.

Activité 3 diagramme CECI

- **Préparer** une présentation de la chaîne d'énergie et de la chaîne d'information de votre système.

Activité 4 A partir du critère associé à l'exigence 1.3.3, **dégager la problématique principale** que doit respecter ce système dans son contexte d'utilisation.

🔑 **Dès que votre synthèse orale est prête, le signaler à l'examineur, puis passer à la suite sans attendre.**

PARTIE 2 : solutions techniques et modélisation (1h maxi)**Activité 5 fonction transmettre et réversibilité de la chaîne d'énergie**

- **Etablir le** schéma cinématique entre l'axe du moteur et la lisse. **Déterminer** le degré d'hyperstatisme h de ce mécanisme et **exposer** les contraintes que cela implique.
- Dans un contexte d'emploi que vous décrierez, **indiquer** la nature de la réversibilité de la chaîne d'énergie de la barrière.

Activité 6 Chaîne d'information et nature des signaux

- **Indiquer** comment est connue la position angulaire de la lisse (type de capteur, principe, caractéristiques essentielles...).
- **Préciser** les caractéristiques à l'origine des écarts entre le système souhaité et le système réel.
- **Etablir par la mesure** la fonction de transfert de ce capteur en précisant bien les variables d'entrée et de sortie ainsi que leurs unités. **Estimer** les incertitudes de vos mesures.
- Ce capteur étant associé à un CAN 12 bits, **établir** alors la fonction de transfert de l'ensemble capteur + CAN en incréments/degré.
- **Situer** cette fonction de transfert dans un schéma bloc de l'asservissement de position.
- **Indiquer** l'origine des incertitudes de votre modèle, **évaluer** les écarts entre modèle et réel et les conséquences sur le respect du cahier des charges
- **Indiquer** comment la barrière communique avec son environnement distant. **Justifier**.

PARTIE 3 : Modélisation et validation d'exigences (2h maxi)**Partie 3.1 Modélisation dans un modèleur 3D et pilotage du moteur (1h maxi)****Activité 7 Définir un niveau d'exigence simple**

- **Définir** en justifiant simplement, une valeur numérique d'angle d'ouverture de la lisse de la barrière permettant de satisfaire l'exigence « la barrière doit laisser passer les automobilistes autorisés ». Cette valeur devra être vérifiée à $\pm 2^\circ$ près.

Activité 8 Modélisation et vérification de l'exigence de l'angle d'ouverture de la barrière

- **Lancer** « Autodesk Inventor ». **Ouvrir** un nouveau document de type « Standard.iam » et **placer** les 4 fichiers nécessaires au montage du modèle de la barrière (fichiers présents dans le répertoire « Barrière Sympact 2014 »).
- **Mettre en place** les différentes contraintes d'assemblage correspondant aux liaisons définies dans l'activité 5 (N'oubliez pas de sauvegarder régulièrement votre travail). **Faire valider** votre assemblage par un examinateur.
- **Lancer** le module de « simulation dynamique ». Des liaisons sont créées automatiquement. **Vérifier** leur concordance avec celles définies dans le schéma cinématique. **Modifier** si nécessaire.
- On souhaite connaître l'amplitude angulaire de la manivelle répondant à l'exigence que vous avez fixée concernant l'angle de rotation de la lisse. **Repérer** la liaison présente dans le modèle qui devra piloter le reste du système pour répondre à cette exigence.
- **Ouvrir** les « propriétés » de cette liaison. Dans le degré de liberté disponible, **modifier** le mouvement imposé en l'activant. **Compléter** les paramètres de l'entraînement en position selon l'exigence du CdC.
- **Lancer** la simulation, **observer** les mouvements des pièces. **Ajuster** le modèle si nécessaire.
- A partir du « graphique de sortie », **tracer** la courbe permettant de déterminer l'amplitude du mouvement de la manivelle.
- A partir des informations communiquées page 1 de ce document, **citer** le type d'écart que l'on peut mettre en évidence désormais. **Comparer** et **justifier** les écarts avec l'amplitude relevée sur le système réel.

Activité 9 Loi de commande du moteur électrique

- En tenant compte de l'exigence « en l'absence d'énergie, l'accès doit être possible », **déterminer** les modes de fonctionnement du moteur (MAS triphasé) dans le plan couple = f(vitesse) pour la fermeture et l'ouverture de la barrière. **Préciser** le ou les quadrants et **justifier**.
- **Indiquer** comment sont contrôlés pour un moteur asynchrone : la vitesse ; le sens de rotation ; le couple. **Donner** les relations utiles et **expliquer**.
- **Esquisser** rapidement le schéma de la structure d'électronique de puissance permettant d'obtenir les signaux d'alimentation du moteur à partir d'une source monophasée alternative. **Nommer** les fonctions nécessaires et **indiquer** leur rôle. **Illustrer** en représentant les signaux significatifs entre chaque fonction.

Activité 10 Vérification de la vitesse de fermeture de la barrière

- **Développer** une démarche permettant de déterminer la fréquence d'alimentation du moteur afin de satisfaire l'exigence de vitesse de fermeture de la barrière. Cette démarche doit être rigoureuse et s'appuyer sur une modélisation et des hypothèses explicites.

Barrière de péage SYMPACT

Partie 3.2 Loi E/S de la lisse, validation des modèles par un script PYTHON (1h maxi)

Modèle géométrique de la barrière SYMPACT et paramétrage

Loi E/S géométrique :

$$\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CA} = \vec{0}$$

$$H \cdot \vec{z}_1 + R \cdot \vec{y}_2 - Y_{23} \cdot \vec{y}_3 = \vec{0} \text{ (relation 1)}$$

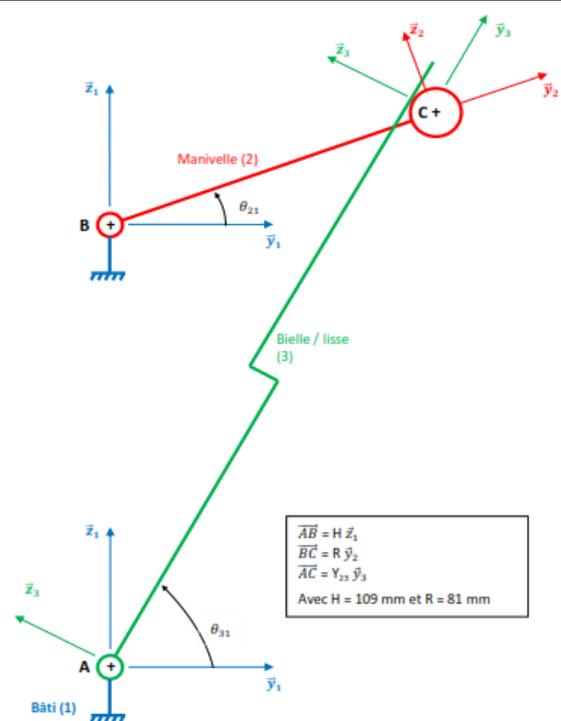
En projection sur :

$$\vec{y}_1 : 0 + R \cdot \cos \theta_{21} - Y_{23} \cdot \cos \theta_{31} = 0$$

$$\vec{z}_1 : H + R \cdot \sin \theta_{21} - Y_{23} \cdot \sin \theta_{31} = 0$$

On en déduit la loi géométrique suivante :

$$\theta_{31} = \tan^{-1} \left(\frac{H + R \cdot \sin \theta_{21}}{R \cdot \cos \theta_{21}} \right)$$



Activité 11 Modélisation théorique de la loi E/S du bras

- **Mesurer** sur le système les valeurs dimensionnelles H, et R et les exprimer en mm.
- **Indiquer** quelle approximation géométrique est faite dans la loi de fermeture (relation 1), la **justifier**.

Activité 12 Relevé expérimental de la loi E/S réelle, tableau de valeurs à exploiter en Python

- Sur le système et à partir de la condition initiale $\theta_{21} = 90^\circ$, **relever et remplir** directement un tableau de valeurs dans Excel dans 2 colonnes, les valeurs de l'angle θ_{21} (°) en fonction de l'angle θ_{31} (°) par pas d'environ 10° jusqu'à $\theta_{21} = 0^\circ$.
- **Sauvegarder** ce fichier de valeurs sous le nom « mes_réel_SYMP_votrenom » avec l'extension .txt ou .csv dans un dossier « sympact_votrenom » sur votre bureau.

Rappels : python utilise le point décimal et non la virgule, le module Numpy utilise les angles en radians...

Activité 13 Exploitation d'un script Python pour comparer les différentes lois E/S et leurs écarts

On vous fournit un script en langage python « sympact_loi_ES_ELEVE.py » qu'il faut compléter et/ou modifier pour pouvoir comparer le fichier de valeurs réelles aux résultats obtenus à partir du modèle géométrique et de la simulation obtenue par modeleur 3D. Pour cela on vous fournit également le résultat de simulation obtenu par le modeleur 3D dans le fichier « sympact_SimuGeo.txt ». Cette comparaison sera visualisée :

- par les tracés dans une même figure de la loi E/S réelle mesurée, de la loi E/S analytique obtenue à partir du modèle vu plus haut et du résultat de simulation du modeleur 3D,
- par le tracé des 3 écarts entre ces 3 lois.
- **Ouvrir** le fichier « sympact_loi_ES_ELEVE.py » avec une console « spyder ou pyzo », **compléter ou modifier** les zones signalées **PAR LES COMMENTAIRES EN MAJUSCULES** dans le programme puis **l'exécuter**. **Debuguer** les erreurs en utilisant la console. **Insérer** des instructions d'affichages de valeurs de calcul par exemple. Lorsque votre programme fonctionne, l'ensemble des **tracés E/S et écarts** doit apparaître.
- **Relever** les écarts maximums et la manière dont ils évoluent. **Indiquer** leur origine et **justifier** la différence entre évolution continue de l'écart et évolution aléatoire.
- **Préparer** une synthèse orale de cette activité.

Partie 4 : Synthèse : exposer clairement le travail effectué (15 min)

- **Proposer une synthèse de votre travail**. Vous devrez faire apparaître la démarche scientifique mise en œuvre pour répondre à la problématique avec les principaux éléments clés (courbes, schémas, résultats numériques,...) obtenus durant votre étude. Les outils de communication sont laissés à votre initiative.