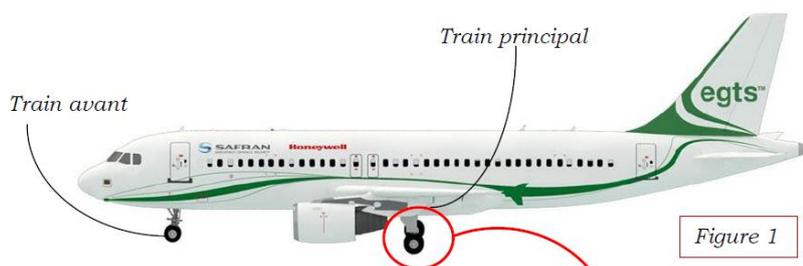


RAPPORT DE L'ÉPREUVE DES SUJETS CNC 2018 – FILIÈRE : MP

I - Présentation du sujet :

Le sujet porte sur l'étude et le dimensionnement de certains constituants d'un EGTS. C'est un système développé par SAFRAN permettant le taxiage électrique.

Le taxiage est une opération qui regroupe toutes les étapes de roulage de l'avion sur le tarmac (zone de stationnement des avions) avant le décollage et après l'atterrissage. Cette opération nécessite auparavant de laisser tourner les moteurs des avions en mode ralenti ou de faire appel à des tracteurs spéciaux pour la marche arrière (dite push back), ces manœuvres sont complexes et très consommatrices en carburant.



Le taxiage électrique (EGTS) consiste à lacer des actionneurs au niveau des roues pour permettre à l'avion de se déplacer seul pendant le push back et le roulage, sans l'aide de ses moteurs ni des véhicules de traction des aéroports. Ces actionneurs sont entraînés grâce à l'énergie électrique fournie par le système auxiliaire de puissance (APU : Auxiliary Power Unit). Le pilote peut lui-même gérer les manœuvres au sol.

Le sujet se composait de quatre parties totalement indépendantes dont l'objectif est :

- **Partie I** : dimensionnement des moteurs des deux roues motrices dans le cas d'un mouvement de translation ;
- **Partie II** : dimensionnement des moteurs des deux roues motrices permettant à l'avion d'effectuer un virage ;
- **Partie III** : Cette partie est décomposée en trois sous parties.
 - **Partie III_1** : Détermination des efforts lors de la mise en rotation des roues des trains principaux en phase d'atterrissage et étude de l'embrayage implanté dans la chaîne de transmission de l'EGTS.
 - **Partie III_2** : Détermination du couple transmissible au pignon 4b par l'embrayage.
 - **Partie III_3** : Détermination de l'énergie dissipée et le temps de passage de la phase débrayée à la phase embrayée.
- **Partie IV** : Etude de l'asservissement en vitesse

L'épreuve s'étalait sur vingt-quatre pages dont quatre documents réponses. Le sujet comportait **40** questions abordant les champs disciplinaires suivants :

Cinématique du solide indéformable	Statique des solides	Dynamique des solides	Automatique
Q1-Q8-Q9-Q10-Q13	Q5-Q18-Q19-Q20	Q2-Q3-Q4-Q6-Q7-Q11-Q12-Q14-Q15-Q16-Q17-Q21-Q22-Q23-Q24	Q25 à Q40

Les compétences évaluées sont précisées sur le tableau ci-dessous :

CONNAISSANCES	COMPETENCES
Analyse et modélisation des systèmes-langage SysML	<ul style="list-style-type: none"> • Lire et décoder un diagramme SysML ; • Utiliser des symboles et des unités adéquates ; • Vérifier l'homogénéité des résultats ; • Décrire l'évolution des grandeurs ; • Identifier les constituants de la chaîne d'énergie ; • Critiquer les résultats issus d'une mesure ou d'une simulation ; • Extraire les informations utiles d'un dossier technique ;
Modélisation géométrique des liaisons	<ul style="list-style-type: none"> • Décoder un schéma cinématique plan ;
Cinématique du solide indéformable	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer le torseur cinématique d'un solide par rapport à un autre solide ; • Exploiter le roulement sans glissement. • Déterminer les relations de fermeture cinématique ; • Déterminer la loi entrée – sortie cinématique.
Statique des solides	<ul style="list-style-type: none"> • Associer un modèle à une action mécanique ; • Déterminer la relation entre le modèle local et le modèle global ;
Cinétique	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer les torseurs cinétique et dynamique et l'énergie cinétique d'un ensemble de solides en mouvement par rapport à un référentiel.
Dynamique	<ul style="list-style-type: none"> • Proposer ou compléter une méthode permettant de déterminer les efforts extérieurs spécifiés dans le cas où le mouvement est imposé ; • Proposer ou compléter une démarche permettant de déterminer la loi du mouvement dans le cas où les efforts extérieurs sont connus ;
Théorème de l'énergie/ puissance	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer la puissance des actions mécaniques extérieures à un solide ou à un ensemble de solides, dans son mouvement rapport à un autre solide ; • Déterminer la puissance des actions mécaniques intérieures à un ensemble de solides ; • Déterminer l'équation différentielle issue du théorème de l'énergie cinétique pour déterminer une inconnue (Effort ou loi de mouvement).
Automatique	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier la structure d'un système asservi : chaîne directe, capteur, commande, consigne, comparateur, correcteur ; • Repérer et justifier les constituants dédiés aux fonctions d'un système ; • Vérifier l'homogénéité et la compatibilité des flux entre les différents constituants ; • Identifier la nature et les caractéristiques des flux échangés ; • Analyser le schéma-bloc du système ; • Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte et en boucle fermée du système ; • Donner l'allure de la réponse (temporelle et fréquentielle) attendue des modèles élémentaires ; • Identifier les paramètres caractéristiques d'un modèle de comportement à partir de sa réponse fréquentielle ; • Tracer le diagramme asymptotique de Bode d'un produit de transmittances élémentaires ; • Prévoir les performances en termes de rapidité ; • Relier la rapidité aux caractéristiques fréquentielles ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer l'erreur en régime permanent vis-à-vis d'une entrée en échelon ou en rampe ; • Relier la précision aux caractéristiques fréquentielles ; • Déterminer les paramètres permettant d'assurer la stabilité du système ; • Relier la stabilité aux caractéristiques fréquentielles ; • Déterminer graphiquement les marges de stabilité ; • Justifier le choix d'un type de correcteur ; • Proposer la démarche de réglage d'un correcteur proportionnel intégral ; • Déterminer les paramètres d'un correcteur proportionnel intégral ;
--	---

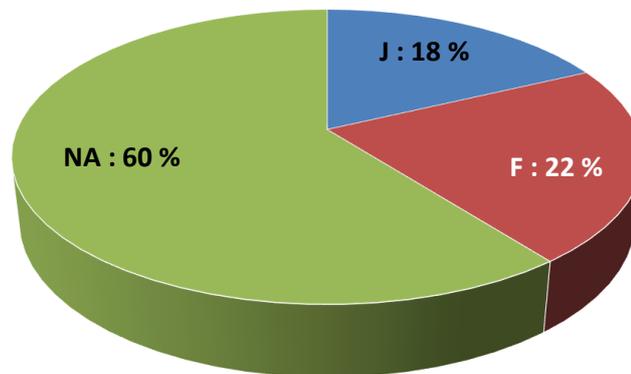
II - Analyse des copies :

Echantillon de l'étude
<i>Filière : MP</i>
<i>1 Lot = 12 copies</i>
<i>Nombre de lots : 10</i>
<i>Total des copies traitées : 120</i>

Légende	Q	J	F	NA	NR = F + NA
	<i>Numéro de la question</i>	<i>Réponse juste</i>	<i>Réponse fausse</i>	<i>Question non abordées</i>	<i>Question non réussie</i>

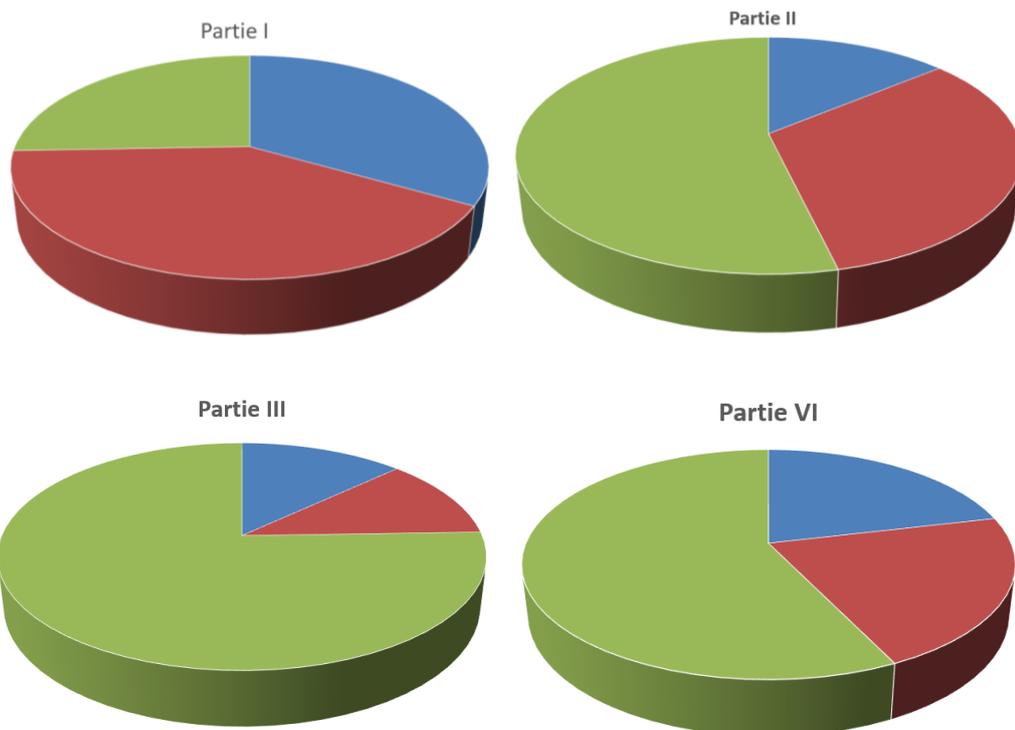
Les tableaux suivants montrent les statistiques des réponses des candidats :

Statistiques pour l'ensemble de l'épreuve :



Statistiques par partie :

Partie	J %	F %	NA %	NR %	
I	33,3	41,1	25,6	66,7	
II	13,9	32,4	53,7	86,1	
III	III_1	23,8	18,2	58,1	76,3
	III_2	6,8	11,0	82,2	93,2
	III_3	8,3	5,4	86,3	91,7
IV	21,3	21,6	57,1	78,7	



Statistiques par question :

Tableau global :

	Q	J %	F %	NA %	NR %
Partie I	Q.1	46,7	45,8	7,5	53,3
	Q.2	44,2	45,8	10,0	55,8
	Q.3	54,2	33,3	12,5	45,8
	Q.4	44,2	31,7	24,2	55,8
	Q.5	20,8	53,3	25,8	79,2
	Q.6	13,3	42,5	44,2	86,7
	Q.7	10,0	35,0	55,0	90,0
Partie II	Q.8	17,9	50,4	31,7	82,1
	Q.9	14,6	42,1	43,3	85,4
	Q.10	8,3	23,3	68,3	91,7
	Q.11	26,7	39,2	34,2	73,3
	Q.12	16,7	35,8	47,5	83,3
	Q.13	12,1	22,9	65,0	87,9
	Q.14	1,3	12,9	85,8	98,8
Partie III_1	Q.15	42,1	14,6	43,3	57,9
	Q.16	22,1	22,9	55,0	77,9
	Q.17	7,1	17,1	75,8	92,9

Partie III_2	Q.18	14,6	13,8	71,7	85,4
	Q.19	5,0	10,0	85,0	95,0
	Q.20	0,8	9,2	90,0	99,2
Partie III_3	Q.21	12,1	4,6	83,3	87,9
	Q.22	13,8	3,8	82,5	86,3
	Q.23	5,8	5,8	88,3	94,2
	Q.24	1,7	7,5	90,8	98,3

Partie VI	Q.25	56,3	22,9	20,8	43,8
	Q.26	14,2	25,0	60,8	85,8
	Q.27	65,0	16,7	18,3	35,0
	Q.28	57,1	22,9	20,0	42,9
	Q.29.a	28,3	35,0	36,7	71,7
	Q.29.b	20,8	32,5	46,7	79,2
	Q.29.c	11,7	19,2	69,2	88,3
	Q.30	4,6	16,3	79,2	95,4
	Q.31	14,6	22,9	62,5	85,4
	Q.32	36,7	33,3	30,0	63,3
	Q.33	8,3	25,0	66,7	91,7
	Q.34	2,9	29,6	67,5	97,1
	Q.35	20,8	26,7	52,5	79,2
	Q.36	15,0	15,8	69,2	85,0
	Q.37	8,8	7,1	84,2	91,3
	Q.38	7,9	12,9	79,2	92,1
	Q.39	2,1	5,4	92,5	97,9
	Q.40	7,9	19,6	72,5	92,1

Questions ayant le plus grand taux de réponse juste :

Q	J %
Q.27	65,0
Q.28	57,1
Q.25	56,3
Q.3	54,2
Q.1	46,7
Q.2	44,2
Q.4	44,2
Q.15	42,1

Questions les moins abordées par les candidats :

Q	NA %	Q.40	72,5
Q.39	92,5	Q.18	71,7
Q.24	90,8	Q.36	69,2
Q.20	90,0	Q.29.c	69,2
Q.23	88,3	Q.10	68,3
Q.14	85,8	Q.34	67,5
Q.19	85,0	Q.33	66,7
Q.37	84,2	Q.13	65,0
Q.21	83,3	Q.31	62,5
Q.22	82,5	Q.26	60,8
Q.38	79,2	Q.16	55,0
Q.30	79,2	Q.7	55,0
Q.17	75,8	Q.35	52,5

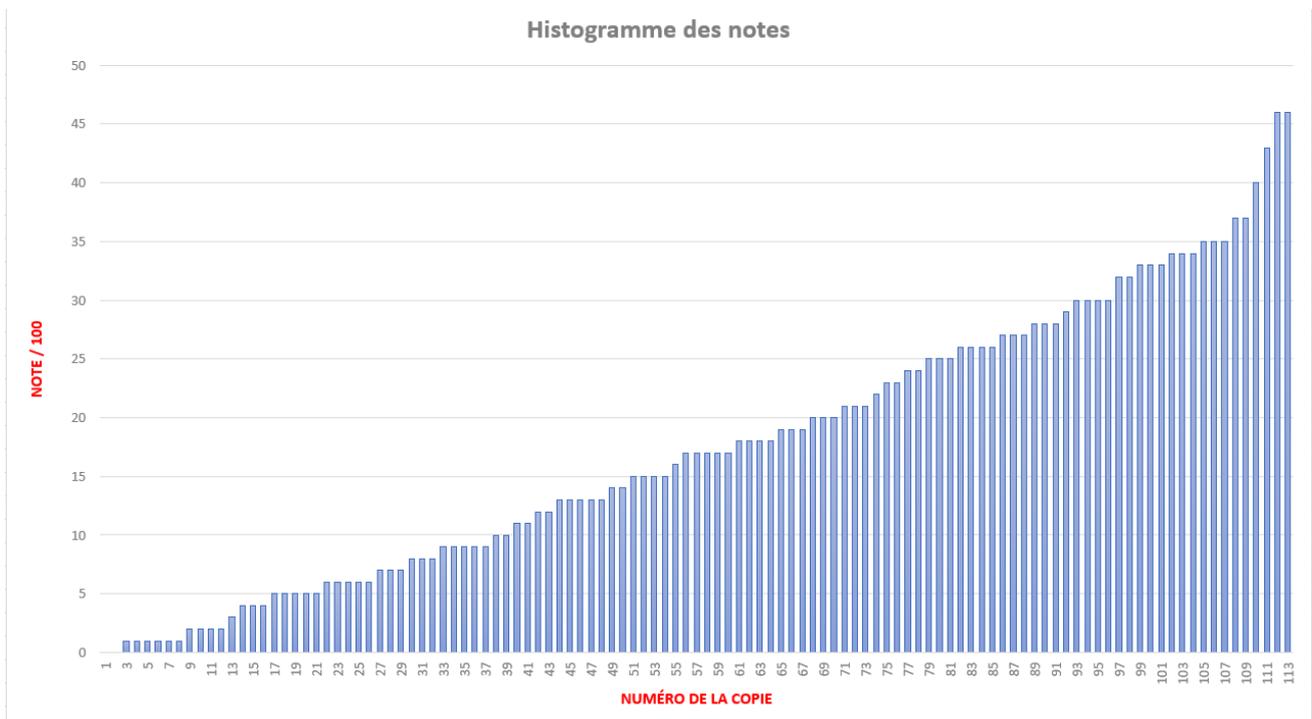
Questions les moins réussies par les candidats :

Q	NR %
Q.20	99,2
Q.14	98,8
Q.24	98,3
Q.39	97,9
Q.34	97,1
Q.30	95,4
Q.19	95,0
Q.23	94,2
Q.17	92,9
Q.38	92,1
Q.40	92,1
Q.10	91,7
Q.33	91,7
Q.37	91,3
Q.7	90,0

Q.29.c	88,3
Q.21	87,9
Q.13	87,9
Q.6	86,7
Q.22	86,3
Q.26	85,8
Q.18	85,4
Q.31	85,4
Q.9	85,4
Q.36	85,0
Q.12	83,3
Q.8	82,1

Q.35	79,2
Q.29.b	79,2
Q.5	79,2
Q.16	77,9
Q.11	73,3
Q.29.a	71,7
Q.32	63,3
Q.15	57,9
Q.4	55,8
Q.2	55,8
Q.1	53,3

III - Statistiques des résultats :



IV - Conclusions et conseils :

- Consacrer suffisamment de temps pour la lecture attentive de l'énoncé (15 min en moyenne) ;
- Maîtriser les fondamentaux ;
- La connaissance approfondie du cours et de la méthodologie est primordiale ;
- Eviter les erreurs de modélisation dans les cas classiques ;
- Les candidats doivent améliorer leurs capacités à interpréter les résultats ;
- Travailler les méthodes et les démarches de résolution qui sont la base pour répondre à des problèmes d'ingénierie sur des systèmes complexes ;
- Ne pas faire, systématiquement l'impasse sur la mécanique au profit de l'automatique. Cette stratégie est **pénalisante** ;
- Conclure chaque partie en faisant un retour aux exigences du cahier des charges ;
- S'entraîner sur les sujets des années précédentes du CNC disponibles sur le site de l'association (APSIM).