

## RÉSULTATS ET COMMENTAIRES

Richard BEAREE – Sylvain CHARLAT

### Contexte, architecture du sujet

Le sujet s'appuie sur un robot de traite Astronaut A3 de la société Lely. Ce robot est un système de traite automatique assurant, d'une part, la traite des vaches et, d'autre part, l'alimentation et le contrôle de la qualité du lait.



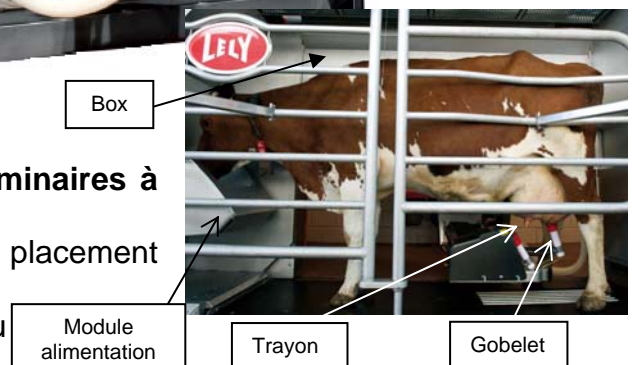
### Le sujet comporte 4 parties indépendantes:

#### Validation de l'implantation et des mesures préliminaires à toute traite

Détermination des déplacements nécessaires au placement initial de la tête de traite.

Détermination des déplacements nécessaires au placement sous les trayons.

Détermination de la position du centre de gravité de la vache.



#### Gestion d'une traite automatique avec le robot Astronaut A3

Description de différentes phases du fonctionnement d'un robot de traite (Connexion des gobelets, traite automatique, circulation du lait en fonction de la qualité).

#### Synthèse d'une loi de commande

Elaboration d'un modèle de connaissance du comportement dynamique du robot de traite

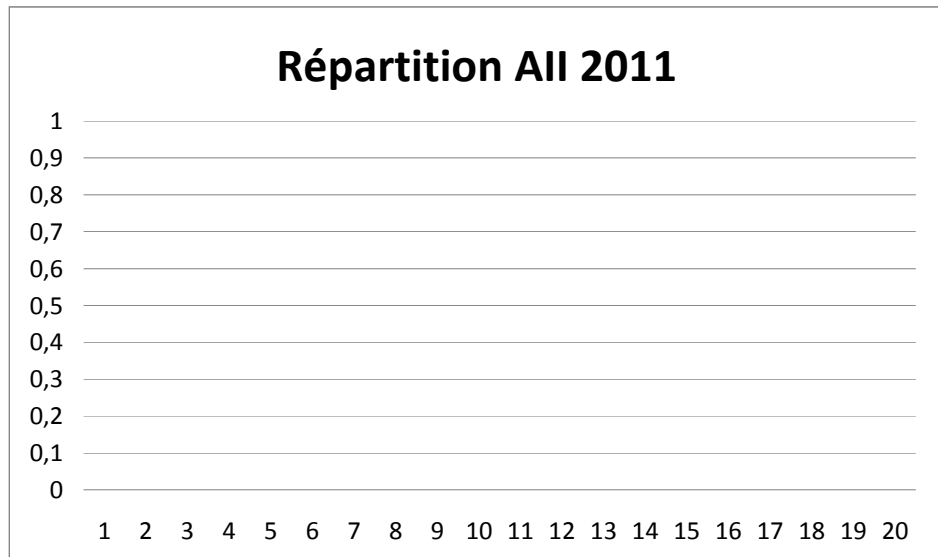
Synthèse de différents correcteurs devant permettre de respecter les performances imposées par le cahier des charges

#### Synthèse de l'étude menée sur le robot Astronaut A3

## Résultat global de l'épreuve

L'effectif total de l'épreuve est de 75 candidats. La moyenne générale de l'épreuve est de 8. La note la plus basse est 0,5 et la plus haute 19. L'écart type est de 3,92.

L'analyse des notes montre que les candidats ayant bien réussi (note  $\geq 12$ ) ont composé dans les quatre parties de l'épreuve.



## Commentaires généraux

Les quatre parties étaient indépendantes et dans chaque partie de nombreux résultats intermédiaires permettaient aux candidats de poursuivre leur épreuve. Comme précisé précédemment un bon résultat ne peut être obtenu en négligeant une partie.

La qualité de la présentation de certaines copies est parfois inadmissible pour un concours de ce niveau (mise en page sauvage, pas de résultats encadrés, enchaînement non linéaire, calligraphie quasiment illisible). Les candidats admis seront amenés à présenter des cours.

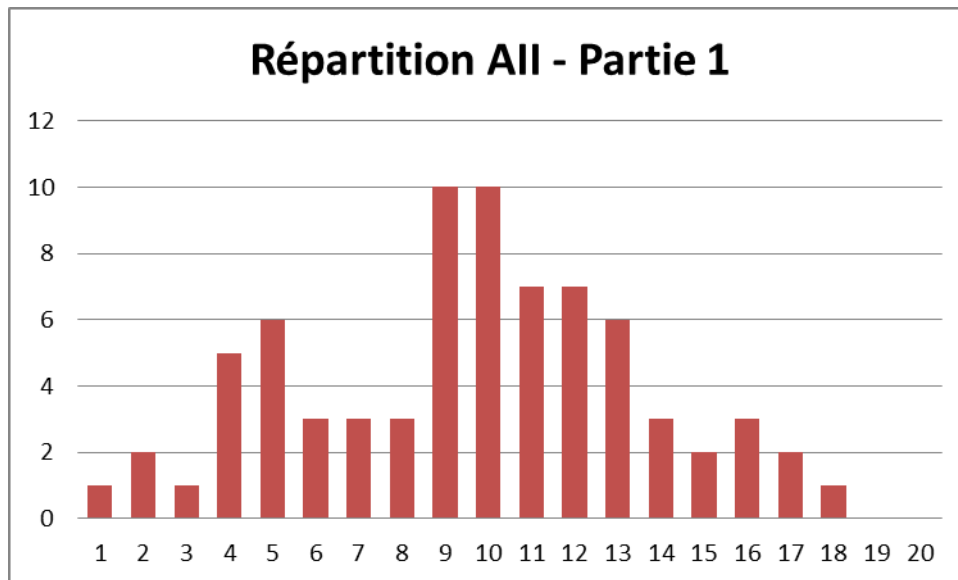
Certains candidats jugent utile de montrer aux correcteurs leur talent humoristique (vache qui parle) : ce n'est pas le lieu.

Les résultats des questions purement mécaniques sont en deçà du niveau espéré à une agrégation de Génie MECANIQUE.

La maîtrise des outils de l'automatique est trop souvent très limitée et les candidats n'ont pas le recul nécessaire à la mise en œuvre de ces outils. Sans guide très restrictif ils se trouvent rapidement désemparés.

## Partie 1 : Validation de l'implantation et des mesures préliminaires à toute traite

Cette partie du sujet a permis à la majorité des candidats de glaner des points. Globalement cette partie a rempli son rôle en permettant au plus grand nombre d'entrer facilement dans une démarche positive de résolution de problèmes. Les meilleurs candidats se démarquent par la maîtrise de l'outil FAST et par leurs connaissances technologiques (technologie des capteurs et principe de triangulation).



La moyenne de cette partie 1 est de **9,2**. La note mini est **0,5**. La note maxi **18**. L'écart type est de **4**.

### Question 1

La description fonctionnelle de type FAST a été peu et souvent mal traitée. Il ressort une mauvaise maîtrise, voir une méconnaissance totale, de l'outil FAST.

### Question 2

Pour cette question traitée par tous, les candidats ont fréquemment commis des erreurs de calcul.

### Question 3

Idem que précédemment. On note également que la moitié des candidats a mis en œuvre des développements fastidieux (plusieurs pages) pour répondre à cette question simple.

### Question 4

Cette question a été bien traitée par la majorité des candidats avec toutefois, comme pour la question précédente, des développements parfois importants pour un simple calcul de barycentre entre 3 points. Certains ont mis en œuvre des méthodes graphiques relativement imprécises et en deçà du niveau d'un candidat à l'agrégation.

### Question 5

Cette question sans réelle difficulté n'a pourtant pas toujours été comprise.

**Question 6**

Idem que précédemment (les 2 questions étant liées)

**Question 7**

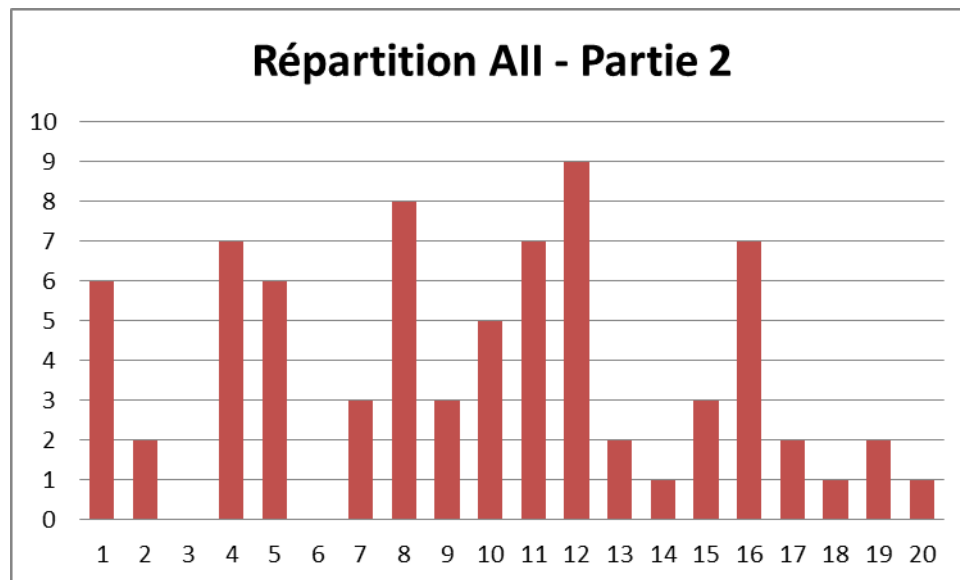
Cette question sur la triangulation laser fait ressortir une méconnaissance presque totale de ce principe, alors que tous les candidats ont tenté de répondre à cette question. Le mot clés étant triangulation, seuls quelques candidats ont évoqué le principe de mesure de distance dans un triangle.

**Question 8**

Peu de candidats ont su calculer un ordre de grandeur pour la résolution minimale du système de mesure d'effort. Par contre, une majorité a su proposer des technologies de capteurs.

## Partie 2 : Gestion d'une traite automatique avec le robot Astronaut A3

Cette partie traitait du problème de la modélisation du fonctionnement séquentiel propre aux opérations de traite. Le questionnement portait majoritairement sur la connaissance et la mise en œuvre de l'outil Grafcet. Quasiment tous les candidats ont abordé cette partie. Les principales difficultés rencontrées concernent l'exploitation de transitions source et puits (question 14) et la synthèse d'un logigramme associé à un Grafcet (question 17).



La moyenne de cette partie 2 est de **9,2**. La note mini est **0**. La note maxi **20**. L'écart type est de **5**.

### Question 9

Tous les candidats ont proposé un Grafcet, mais une bonne moitié des propositions contiennent des erreurs grossières démontrant un manque de connaissance des règles de base de l'outil et de la syntaxe (utilisation de syntaxes obsolètes).

### Question 10

Question simple. Quelques réponses alambiquées, mais en générale les propositions étaient réalistes (redondance de capteur associée à un système de portillon supplémentaire)

### Question 11 et 12

Ces deux questions liées testaient la capacité de lecture d'un Grafcet, mais aussi la capacité de synthèse des informations qu'apporte ce dernier. C'est sur ce dernier point que les meilleurs candidats ressortent.

### Question 13

La mise en œuvre de transitions sources et puits imposée par la question a dérouté un grand nombre de candidat. Cette question a été peu abordée.

### Question 14

Question abordée par la majorité, mais avec des difficultés pour la lier à la question précédente.

**Question 15**

$\frac{1}{4}$  des candidats a su mettre en œuvre une solution de comptage réaliste (implantable). La structure d'un compteur en langage Grafcet est pourtant une question récurrente dans les sujets des années antérieures.

**Question 16**

Cette question testait la connaissance de la règle 5 d'évolution d'un Grafcet. Un tiers des candidats a répondu correctement.

**Question 17**

Cette question portant sur la mise en œuvre d'un logigramme associé à un Grafcet a été très peu abordée. Six candidats seulement ont su proposer une solution ou ébauche de solution. Les outils de spécification en automatisme ne se limitent pas au Grafcet (Réseaux LADDER, logigrammes).

### Partie 3 : Synthèse d'une loi de commande

Cette partie traitait de la réalisation d'une traite en continue. Elle était constituée de deux sous-parties :

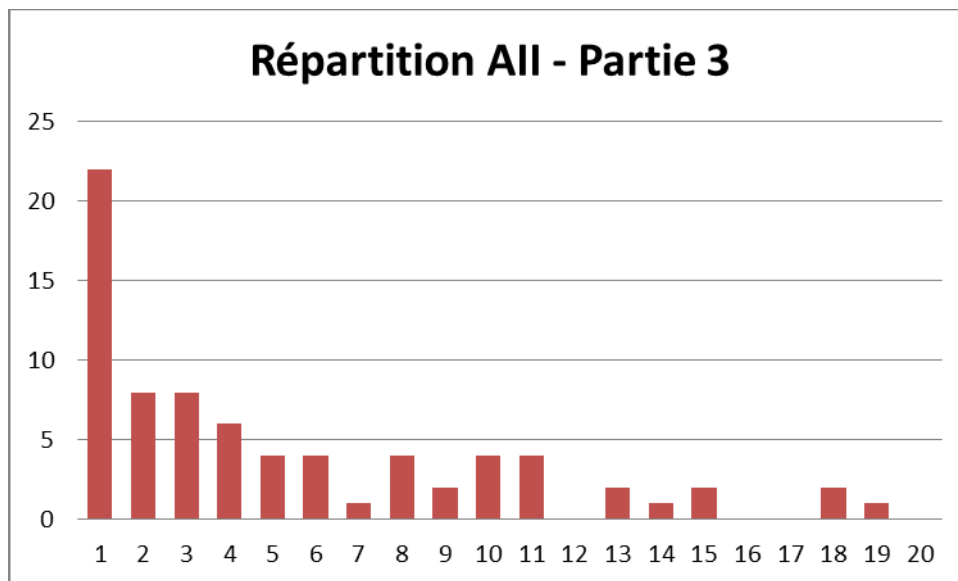
- Questions 18 à 25 – étude d'un modèle simplifié du bras de robot de traite (modélisation dynamique)
- Question 26 à 42 – étude de la partie commande (automatique linéaire continue et outils associés)

De façon globale, comme en témoigne la figure de répartition des notes, cette partie a été très mal traitée par les candidats (voir pas abordée).

La partie mécanique a été très peu abordée. Quelques candidats seulement ont su poser un problème de dynamique. Les autres ont soit passé cette partie, soit posé le problème d'un point de vu statique. Il ressort étonnamment de cette épreuve que la partie qui est censée être au plus proche du cœur de compétence des candidats (Agrégation de Génie Mécanique) est très mal maîtrisée.

Concernant la partie « automatique », de nombreuses questions indépendantes (de culture ou de bon sens) ont permis à tous les candidats de glaner des points. On notera, pour le tiers des candidats qui a traité complètement cette partie, un faible niveau de compétence dans le domaine de l'automatique.

Certains candidats répondent simplement Oui ou Non à certaines questions demandant la validité de certaines architectures de régulation en réponse à un cahier des charges. Une conformité se doit d'être vérifiée point par point (Une réponse binaire pouvant être interprétée comme une escroquerie, surtout si les questions précédentes permettant de valider les différents éléments du cahier des charges n'ont pas été traitées).



La moyenne de cette partie 3 est de **4,7**. La note mini est **0**. La note maxi **18,2**. L'écart type est de **4,9**.

#### Question 18

Question simple n'ayant posée aucunes difficultés (quelques erreurs de calcul).

### **Question 19**

Question géométrique plus complexe. Peu et mal traitée. La moitié des candidats a tout de même écrit l'équation de fermeture géométrique.

### **Question 20 et 21**

Questions liées. Ces deux questions n'ont été résolues que dans de très rares cas. La difficulté principale réside dans le fait que les hypothèses de simplification ne s'appuient pas sur le calcul exact effectué à la question 19.

### **Question 22**

La question consistait à proposer une démarche permettant d'établir les équations dynamiques d'un système mécanique. Seul une dizaine de candidats a su poser le problème. La présence de plusieurs actionneurs a peut-être désorienté la majorité des candidats.

### **Question 23 et 24**

Idem. Ces questions sont liées à la précédente (établissement des équations par la méthode proposée). La question 23 a ainsi été traitée par une dizaine de candidats seulement (sans réelle démonstration). La question 24 n'a pas été traitée.

### **Question 25**

Cette question portait sur les conditions d'équilibre du système (calcul statique) afin de simplifier l'écriture des équations. Comme pour les questions précédentes, une très mauvaise compréhension ressort de cette partie.

### **Question 26**

Cette première question très simple orientée automatique (exploitation du formalisme de Laplace) était totalement indépendante et a permis à la majorité des candidats de débiter la partie automatique.

### **Question 27, 28, 29 et 32**

Cette série de question portaient sur la simplification de schémas-blocs et sur le calcul de fonctions de transfert. Une démarche structurée par décomposition de structures simples n'est quasiment jamais utilisée. Il en résulte des pages entières de calculs sur la structure complète source d'erreurs. Seulement 3 candidats ont su mener les calculs à leur terme. Le schéma bloc était certes complexe, mais les simplifications apportées conduisaient à l'établissement de fonctions de transfert relativement simples. Ces questions montrent un niveau d'automatique faible. Le formalisme de Laplace est connu, mais pas maîtrisé.

### **Question 30**

Question de base en automatique : « pourquoi mettre en œuvre un retour d'information ? ». L'application étudiée étant particulièrement sujette aux perturbations exogènes (principalement induites par la vache) et aux possibles imprécisions (modèle géométrique...), la réponse semblait évidente. Cette question n'a pourtant été traitée que par 13 candidats.

### **Question 31**

Cette question est liée à la précédente, il s'agissait de proposer une structure de commande possible. Seul 8 candidats ont proposé une structure bouclée.

### **Question 33**

Question très simple ayant donnée des points à la majorité.



**Question 34**

Il s'agissait ici de tester les connaissances des candidats en matière de correction automatique (calcul d'une précision par théorème de la valeur finale ou analyse de la classe du système). Un seul candidat a répondu correctement.

**Question 35**

Question simple uniquement basée sur de la lecture graphique. Traitée par plus de la moitié des candidats.

**Question 36**

Question basée sur de la lecture graphique et une connaissance minimale des diagrammes fréquentiels. Traitée par 15 candidats.

**Question 37**

Question simple. Le choix de correcteur demandé aux candidats était orienté par les développements à suivre.

**Question 38**

Réglage d'un correcteur à avance de phase (correcteur à action dérivée filtré) totalement non traité.

**Question 39**

Idem question 36

**Question 40**

Question basée sur la lecture graphique d'une valeur et proposition d'une modification de Grafset. Très peu traité.

**Question 41**

Solution technologique au problème mis en évidence à la question précédente. Cette question a été abordée par un tiers des candidats.

**Question 42**

Idem question 36.

## **Partie 4 : Synthèse de l'étude menée sur le robot Astronaut A3**

### **Question 43**

Il s'agissait ici de synthétiser la problématique de la pertinence économique de l'installation de traite automatique et la démarche de conception qui s'en suit (en s'appuyant sur le questionnement du sujet). Cette unique question aurait dû permettre à nombre de candidat de récupérer des points assez facilement. Elle n'a cependant été traitée que par 18 candidats.