

# Rapport de l'épreuve de montage

L'épreuve de montage est d'une durée de 6h comme les autres épreuves orales de l'agrégation de Génie Électrique. Elle se décompose en 5h de préparation et 1h de présentation et d'interrogation. Après ouverture du sujet, les candidats peuvent prendre un certain nombre d'ouvrages à la bibliothèque puis ils sont accompagnés dans une salle de travaux pratiques.

## 1 Généralités

L'une des principales vocations de cette épreuve à caractère expérimental est de juger l'aptitude du candidat à la conception, la mise en œuvre de dispositifs et à la caractérisation de composants de sous systèmes ou de systèmes. L'objectif est donc :

- Soit, d'analyser les critères de choix technologiques de composants d'une fonction ou les caractéristiques de modules composant un système par rapport aux contraintes d'une application donnée ;
- Soit, d'avoir la démarche de conception d'une structure remplissant une fonction donnée en mettant en évidence les critères de choix technologiques en liaison avec les contraintes de l'application ;
- Soit enfin, de caractériser un dispositif donné, d'effectuer les réglages, les dimensionnements ou les adaptations nécessaires de manière à illustrer les contraintes technologiques associées à une application donnée ;
- Soit de présenter un aspect spécifique du montage dont le thème aura été précisé dans le sujet.

Le jury est sensible :

- Aux choix des solutions techniques et aux prédéterminations et choix technologiques des composants et/ou des sous systèmes utilisés, qui devront être scientifiquement justifiés ;
- À la forme de la démarche expérimentale (nature des tests et des mesures) ;
- À l'analyse des résultats ;
- À la qualité de la présentation.

De plus, le jury attend que les candidats soient capables d'utiliser de manière autonome les appareils de mesure standards : oscilloscope, oscilloscope à mémoire, générateur de fonction, wattmètre, énergiemètre, analyseur de spectre et générateur de fonctions programmable.

Les aspects métrologiques i.e. choix des appareils de mesure, emploi, méthodes de mesure, domaine de validité, précision, doivent être maîtrisés.

Le jury attend également dans cette épreuve que le candidat connaisse les fonctionnalités principales et soit familier avec l'un des logiciels les plus courants du marché dans les domaines suivants :

- La simulation de circuits électriques BF,
- La description en langage VHDL et la mise en œuvre de circuits PLD, CPLD et FPGA,
- Le développement en C sur PC.

Il faut noter que la plupart des logiciels utilisés à l'agrégation sont, soit en distribution libre soit disponibles en version d'évaluation, permettant ainsi à tout un chacun de se familiariser avec ces outils.

## 2 Organisation de la présentation du montage en présence du jury

Le candidat fournit au jury en début de présentation les documents papier réalisés ainsi que les documents caractéristiques (courbes, chronogrammes, listing, copie d'écran, ...) concernant le déroulement de la préparation du montage.

### 2.1 Phase 1

Sous la forme d'un exposé, le candidat doit :

- Présenter le principe du montage mis en œuvre ;
- Préciser les résultats de la prédétermination des caractéristiques technologiques des composants ou des sous systèmes en regard des caractéristiques attendues, et présenter les mesures ou essais afin que le jury puisse apprécier la démarche ;
- Présenter et valider quantitativement les résultats expérimentaux en les comparant aux caractéristiques attendues. Par exemple, il peut mettre en évidence les limites de validité des relations et les justifier par rapport aux caractéristiques du dispositif utilisé ;
- Analyser les résultats expérimentaux par rapport aux contraintes de l'application,
- Caractériser le dispositif en **reproduisant certains essais**.

Cette phase de présentation des étapes de développement doit être **prévue pour durer quinze minutes**.

### 2.2 Phase 2

Le Jury s'intéressera dans un second temps au fonctionnement du montage. Le candidat devra présenter le matériel mis en œuvre dans sa manipulation et effectuer une démonstration de son fonctionnement.

Le jury pose des questions au candidat destinées à expliciter :

- Le choix des solutions techniques,
- Les éléments de la prédétermination des choix technologiques des composants et/ou des sous-systèmes utilisés, qui doivent être scientifiquement justifiés,
- La démarche expérimentale (choix des moyens d'analyse, de mesure et de visualisation),
- L'analyse des résultats effectuée par le candidat.

### Note importante

Il appartient aux candidats de s'informer auprès des agrégés préparateurs et techniciens

- Des caractéristiques concernant les maquettes et sous systèmes qui sont mis à sa disposition dans le cadre de cette épreuve (tous les documents et notices correspondants peuvent et doivent être consultés),
- Des moyens logiciels et des outils de simulation disponibles,
- Du matériel de mesure utilisable,
- Des composants passifs ou actifs disponibles.

Des travaux particuliers peuvent être demandés aux agrégés préparateurs ou aux techniciens, sur présentation d'un document écrit explicitant le travail à réaliser. Ce document devra donc donner les schémas structurels, les valeurs, les références des composants, les schémas blocs, le réglage des appareils, etc...

**À titre d'information, une liste non exhaustive de moyens mis à la disposition des candidats pour la session 2006 est ébauchée ci-dessous :**

- Composants électroniques passifs et actifs de caractéristiques diverses,
- Maquettes, systèmes et sous-systèmes,
- Logiciel de calcul : Excel, Mathcad, MATLAB
- Logiciels de tracé des réponses des filtres, (exemple, Filtercad de Linear technologie) (en distribution libre)
- Logiciels de simulation de structures analogiques de type SPICE,
- Logiciels de simulation électronique de puissance: PSIM,
- Logiciels de simulation RF : RFsim99, APPCAD, SMITH
- Logiciels de développement de PAL-CPLD-FPGA : WEB Pack XILINX
- Logiciels de développement en C : chaîne RIDE Kit 6.1 (Raisonance, SA), chaîne Code Composer Studio ( TEXAS INSTRUMENTS ), Borland C++,
- Carte DSP Texas (DSK 5402),
- Carte Xeva (Raisonance SA)
- Cartes d'acquisition sur PC : Fastlab et Pcmes (société Eurosmart),
- Carte DSPACE avec SIMULINK distribué par la société Scientific Software, Modules multiplication de tension, affichage, comptage, correcteurs etc..,
- CDROM fournis par les constructeurs ou distributeurs, (Analog Devices, Linear technologie, Maxim, Texas, ...).

### **3 Épreuve de montage de 2006**

#### **3.1 Généralités**

Les moyennes de l'épreuve de montage sont pour l'année 2006 de 7,4.

Pendant cette session, 14 sujets différents ont été proposés aux candidats de sensibilité "courant fort" et 15 sujets différents aux candidats de sensibilité "courant faible". Parmi ces sujets deux étaient nouveaux pour la sensibilité "courant fort" et trois pour la sensibilité "courant faible". Ces nouveaux sujets ont pour titre :

Pour la sensibilité "courant fort" :

- Variateur U/f à étage d'entrée réversible
- Compensateur statique d'énergie réactive à onduleur de tension

Pour la sensibilité "courant faible" :

- Communication avec un automate par réseau Ethernet
- Démodulation de fréquence et de phase
- Bus CAN : Contrôle et supervision par un Bus CAN

Nous rappelons qu'une liste des sujets est publiée tous les ans dans le rapport de jury depuis le rapport de l'année 2000.

De façon générale, le jury constate qu'il est impossible de réussir cette épreuve sans un minimum d'aisance dans la manipulation des appareils de mesure, des logiciels et des langages de programmation. Il est également indispensable de connaître les aspects théoriques associés à chacun des montages avant l'épreuve. **Les ouvrages ne sont là que pour éviter de refaire certains calculs ou développements fastidieux, le candidat devant être à même de les démontrer.**

### **Remarques et conseils aux candidats concernant la préparation :**

Lorsque le candidat a des difficultés par rapport au thème proposé dans le montage, le jury lui conseille d'avoir une démarche progressive au lieu de mettre en œuvre un dispositif complet.

Le candidat doit s'assurer que le domaine de validité des relations utilisées correspond bien aux caractéristiques de son montage.

Un candidat doit être capable d'analyser de façon rigoureuse une structure logicielle ainsi que son environnement, puis de les adapter à un cahier des charges. Il doit pouvoir la présenter avec méthode.

Pour ce qui concerne le développement d'applications nécessitant l'usage d'outils informatiques, il est conseillé au candidat d'effectuer régulièrement des sauvegardes de son travail.

### **Remarques et conseils aux candidats concernant la présentation :**

La qualité de la présentation intervient dans une part non négligeable de la note du candidat. Compte tenu du temps imparti (15 mn), le jury conseille au candidat de préparer son tableau.

Les schémas fonctionnels, structurels et autres courbes expérimentales (copies d'écran ou d'oscilloscope ...) pourront être rétro projetés.

## **3.2 Analyse de l'épreuve**

L'analyse du déroulement des épreuves de l'année 2006 nous amène à noter un certain nombre de points :

Points positifs :

- Les progrès déjà constatés dans la maîtrise du langage de description VHDL se confirment ;
- De même la connaissance des chaînes de développement de systèmes micro-programmés s'améliore ainsi que la maîtrise du langage C et plus particulièrement le codage ( type ) des variables ;
- L'aspect RF est mieux maîtrisé que lors des sessions précédentes.
- La mise en situation du montage lors de la présentation est dans l'ensemble satisfaisante

Points restant à améliorer :

- La qualité de l'expression orale,
- La justification des modèles utilisés (domaine de validité, degré d'approximation),
- Une correspondance rigoureuse entre les grandeurs physiques observées et les grandeurs apparaissant dans les modèles,
- La construction d'un système asservi à l'issue de l'identification, et plus particulièrement le calcul du correcteur : ne pas choisir systématiquement la compensation pôle-zéro.

- Une plus grande rigueur sur la nature des grandeurs mesurées (valeur moyenne, efficace (vraie), efficace du fondamental, facteur de puissance ...).

Nous regrettons également de ne pas assez voir :

- La rétro projection des relevés expérimentaux ;
- La présentation d'un schéma électrique clair et précis de la structure étudiée ;
- La modélisation petits signaux d'un système bouclé : boucle à verrouillage de phase, asservissement machine à courant continu, boucle de régulation associée à un convertisseur.

### **3.3 Tendances**

**Pour la sensibilité "courant faible"**, l'évolution des sujets vers, d'une part l'électronique numérique, l'informatique industrielle et, d'autre part l'électronique haute fréquence se confirme.

Concernant l'aspect communication numérique entre les constituants d'un système devenant incontournable, il est évident que les connaissances dans ce domaine seront à prendre en compte. Les notions de base sur les réseaux de communication, bus de terrain (CAN, ...), LAN sous leurs différentes formes doivent être connues.

Les sujets utilisant des microcontrôleurs, DSP, CPLD ou FPGA vont donc progresser en nombre et surtout en performances des structures abordées (les outils de conception et de mise en oeuvre permettant d'en faciliter grandement l'étude).

Nous insistons donc, comme par le passé, sur l'importance de la maîtrise des langages, des outils et des principes associés à ces composants ou ces structures. D'autre part les connaissances théoriques en Traitement Numérique de Signal sont désormais tout aussi incontournables que celles de l'Automatique classique.

Pour l'électronique RF (Radiofréquence) il est donc encore une fois recommandé de se familiariser avec l'instrumentation spécifique (analyseur de spectre, analyseur de réseau, coupleur directif, etc ...).

**Pour la sensibilité "courant fort"**, la tendance est à l'introduction de systèmes et au maintien des montages mettant en oeuvre les principes de base de l'électrotechnique, de la variation de vitesse des machines et du contrôle de la qualité de l'énergie. Pour la réalisation des commandes numériques, les boucles de contrôle sont proposées sous un environnement MATLAB/SIMULINK associé à une carte DSPACE.

Le jury encourage les candidats à une meilleure maîtrise des différentes structures de convertisseurs utilisés classiquement dans la conversion et la qualité de l'énergie.

L'interrogation des candidats dans les domaines de l'automatique ne se fait jamais dans des sujets spécifiques, mais au travers des sujets électrotechniques et électronique. Par exemple, environ 80% des montages demande une mise en oeuvre de principe de l'automatique. L'évolution va vers l'utilisation d'outils de l'automatique numérique.