

# Organisation des projets d'électronique (module PR206)

**Document à lire au démarrage du module.**

## Table des matières

1 Sujets de projets.....	2
2 Déroulement des séances.....	2
3 Moyens disponibles.....	3
3.1 Personnel.....	3
3.2 Locaux spécifiques aux projets.....	3
3.3 Bibliographie, informations scientifiques et techniques.....	3
3.4 Matériel.....	3
3.4.1 Instruments de mesure.....	3
3.4.2 Ordinateurs.....	3
3.4.3 Composants.....	4
3.4.4 Outillage.....	4
3.4.5 Accessoires de montage, de câblage et de test des réalisations.....	4
3.4.6 Rangement.....	5
4 Travail.....	6
4.1 Séances de travail libre.....	6
4.2 Cahier de projet.....	6
5 Rapport final et notation.....	6
6 Hygiène et sécurité.....	7
6.1 Prévention des accidents.....	7
6.1.1 Protection contre les risques d'origine électrique (électrocution).....	7
6.1.2 Protection contre les risques de brûlures.....	7
6.1.3 Protections spécifiques à l'atelier de mécanique (porte E107).....	8
6.2 Conduite à tenir en cas d'accident.....	8
6.2.1 Accidents d'origine électrique.....	8
6.2.2 Autres accidents.....	8
6.3 Consigne sanitaires concernant l'épidémie de Covid-19.....	9
7 Instructions pour la rédaction du rapport de projet.....	10
7.1 Contenu du rapport.....	10
7.2 Conventions usuelles à respecter pour la rédaction du rapport.....	10
7.2.1 Chapitres, paragraphes.....	10
7.2.2 Figures.....	10
7.2.3 Relations mathématiques.....	11
7.2.4 Bibliographie.....	11
7.3 Remise du rapport.....	11

## 1 SUJETS DE PROJETS

Les 12 binômes d'élèves d'un même groupe de travaux pratiques sont répartis dans les deux salles de projets d'électronique, encadrés par deux enseignants ou enseignantes. Lors de la première séance de projet, chaque binôme choisit le sujet sur lequel il travaillera durant le semestre, parmi les sujets proposés par son encadrant ou encadrante responsable.

La nature et la difficulté des sujets proposés visent à donner aux élèves une nouvelle expérience de conception électronique, requérant davantage d'autonomie de leur part que ce qu'ils ou elles ont pu avoir l'occasion de faire dans le cadre du module EA113 de première année.

Les sujets proposés doivent essentiellement se concentrer sur l'électronique analogique à (relativement) basse fréquence et de faible puissance. Des exemples de thématiques répondant à ces critères sont par exemple l'acquisition, le conditionnement ou encore la génération de signaux. D'autres thématiques pertinentes peuvent être envisagées, à la discrétion de l'encadrant ou l'encadrante responsable.

Dans le cadre de ces projets, il est attendu que les élèves aient prioritairement recours à des composants discrets actifs ou passifs (résistances, condensateurs, bobines, diodes, transistors, etc.) ainsi qu'à des circuits intégrés élémentaires tels que des amplificateurs opérationnels, des comparateurs ou encore des circuits logiques combinatoires simples utilisés en mode mixte (astables, monostables, interrupteurs analogiques, etc.). Il est éventuellement envisageable d'utiliser, avec parcimonie, des circuits logiques combinatoires simples utilisés en mode logique ou encore des circuits logiques séquentiels simples (bascules, compteurs, etc.).

Il est en revanche demandé dans la mesure du raisonnable de ne pas centrer ces projets autour de circuits logiques séquentiels complexes, des circuits logiques programmables, de microcontrôleurs, de microprocesseurs ou encore de circuits analogiques ou mixtes complexes tels que des émetteurs ou récepteurs radio-fréquences, des boucles à verrouillage de phase, etc. Le module PR214 permettra éventuellement d'explorer de tels systèmes durant le prochain semestre.

## 2 DÉROULEMENT DES SÉANCES

Les projets se déroulent selon les phases suivantes :

1. étude théorique des systèmes et sous-systèmes envisagés ;
2. dimensionnement détaillé, simulations et réalisation pratique de la solution retenue ;
3. test et validation du prototype réalisé.

À l'issue du projet, chaque binôme devra rendre un rapport de 20 pages environ.

### 3 MOYENS DISPONIBLES

#### 3.1 Personnel

L'encadrement des séances sera assuré par :

- 2 enseignants ou enseignantes au minimum par séance ;
- MM. Jérôme LE GALL et David BEDENES pour le support technique.

#### 3.2 Locaux spécifiques aux projets

Seront à votre disposition lors des séances de projet :

- les deux salles de projets (6 groupes par salle, portes **E104-E106** et **E110-E112**) ;
- la salle d'assemblage et de brasure (portes **E113-E115**) ;
- le magasin de composants (porte **E111**) ;
- l'atelier de mécanique (porte **E107**) ;
- à l'occasion, le Fablab.

#### 3.3 Bibliographie, informations scientifiques et techniques

Pour la recherche bibliographique, vous aurez notamment accès à :

- des postes informatiques connectés à Internet dans les salles de projet ;
- la bibliothèque de l'École.

#### 3.4 Matériel

##### 3.4.1 Instruments de mesure

L'instrumentation de mesure courante (oscilloscopes, alimentations stabilisées, générateurs basse fréquence, etc.) est disponible sur les paillasses des salles de projets.

Dans la mesure du possible, merci d'**éviter de déplacer le matériel**. Si cela devait néanmoins avoir lieu, **tout matériel déplacé devra être remis à sa place en fin de séance**.

Les oscilloscopes sur les paillasses de projet sont équipés de sondes « 10x » qui comportent un réglage permettant de compenser la capacité de l'entrée sur laquelle elles sont connectées. Pour éviter de les régler trop souvent (au risque d'une détérioration accélérée), chaque sonde est normalement attachée par un fil à l'entrée de l'oscilloscope pour laquelle elle est compensée. Il est demandé :

- de ne pas détacher une sonde de son oscilloscope ;
- de ne pas dérégler les sondes.

**Merci de signaler tout appareil ou accessoire de mesure défectueux à M. LE GALL.**

### 3.4.2 Ordinateurs

Il est prévu un poste informatique par binôme dans les salles de projets. En cas de besoin, ou si vous souhaitez travailler lors de votre temps libre, il est également possible d'accéder aux postes de diverses salles informatiques de l'École.

À la fin de chaque séance, pensez à **réaliser une copie sur un support externe** (par exemple une clef USB) **du travail de conception effectué sur ordinateur**. La mémoire locale des postes informatiques peut en effet parfois être vidée par le service informatique entre les séances.

### 3.4.3 Composants

Les composants couramment disponibles au magasin de l'école (résistances, condensateurs, bobines, transformateurs, diodes, transistors, circuits intégrés, etc.) sont normalement répertoriés sur la page web de M. BEDENES (<https://bedenes.vvv.enseirb-matmeca.fr/>), à la rubrique « Guide des composants ENSEIRB ». L'accès au bureau de M. LE GALL (porte E109) est interdit aux élèves.

Si vous êtes intéressé par des composants spéciaux, veuillez à en vérifier la disponibilité auprès de M. LE GALL. Le cas échéant, il pourra être envisageable de commander des composants particuliers, avec l'aval de votre encadrant ou encadrante de projet. Il faudra alors en faire la demande à M. LE GALL, qui fera établir une fiche au nom du binôme concerné. Attention toutefois : il faut généralement compter 3 semaines de délais avant de recevoir les composants.

### 3.4.4 Outillage

De petites boîtes à outils (de couleur verte ou orange) sont disponibles dans les salles de projets. Ces boîtes contiennent l'outillage de base pour réaliser les câblages et sont communes à tous les groupes de projets. En conséquence, veuillez à :

- en vérifier le contenu avant et après utilisation ;
- toujours y remettre les outils après usage ;
- ne pas y mettre de composants électroniques.

Un choix plus important d'outillage est disponible dans une armoire située dans l'atelier mécanique (porte E107). Comme pour le reste, **ces outils étant communs à tous les élèves, il est impératif de les remettre à leur place après usage.**

### 3.4.5 Accessoires de montage, de câblage et de test des réalisations

Un câblage de certains éléments pertinents de votre projet peut être réalisé sur plaquette d'essai ("breadboard") avant le prototype final réalisé sur circuit imprimé. Les fils de câblages courants sont disponibles sur des dévidoirs situés dans les salles de projets. Deux types de fils sont disponibles :

- multibrins, souple, à privilégier pour les liaisons mobiles ;
- monobrin, plus rigide, à privilégier pour les liaisons fixes sur une même carte.

Par ailleurs, les fils spéciaux (à bobiner, câbles coaxiaux...) sont stockés dans le magasin.

Chaque groupe de projet dispose de cordons de laboratoire rangés sur des râteliers. Des symboles de couleurs et longueurs différentes placés sur les râteliers permettent de repérer les emplacements des cordons selon leur couleur, leur longueur, leur nombre et leur type. Si vous avez besoin d'accessoires de test ou de cordons supplémentaires, ne les empruntez pas à vos voisins ou voisines, mais demandez-les plutôt à M. LE GALL. **Les cordons de laboratoire doivent être remis à leur place**, sur les râteliers, à la fin de chaque séance.

### 3.4.6 Rangement

Chaque binôme peut demander, auprès de M. LE GALL, à se voir affecter un casier de rangement mural ("boîte aux lettres"). Ce dernier est situé dans la petite salle (porte **E108**) entre les salles de projets. Il est prévu pour ranger vos affaires strictement personnelles (maquettes, outillage personnel...). N'y mettez ni cordons, ni fiches bananes ou BNC, ni "T" BNC, etc. Il en va de même pour les composants dont vous n'avez pas l'utilité : restituez-les à M. LE GALL. Une étiquette avec n° de binôme et groupe permet d'identifier chaque casier. Une clef sera remise au binôme au début du projet par M. LE GALL et devra être restituée à la fin du semestre.

**Avant la fin de chaque séance de projet, vous devez :**

- **ranger vos maquettes et documents dans votre casier ;**
- **ranger les outils dans leur boîte à outils d'origine ;**
- **remettre les appareils à leur place et dans leur configuration initiale ;**
- **couper l'électricité sur votre paillasse.**

**Tout manquement aux consignes de rangement et nettoyage en fin de séance pourra avoir une incidence négative sur votre évaluation en fin de semestre.**

À noter que les encadrantes ou encadrants pourront par ailleurs couper l'alimentation électrique générale des salles de projets à l'heure de fin (par exemple en déclenchant l'arrêt « coup de poing ») pour mettre ces dernières en sécurité.

## 4 TRAVAIL

Vous devez travailler en équipe, c'est-à-dire vous répartir le travail, même si chaque membre de votre binôme doit s'intéresser à l'ensemble du projet. Vous pouvez obtenir des renseignements d'ordre général auprès des enseignants et enseignantes de l'École. Pour les spécificités de votre projet, vous tâcherez néanmoins de vous adresser en priorité à votre encadrant ou encadrante de projet.

### 4.1 Séances de travail libre

Il est possible de venir travailler dans les salles de projets sur votre temps libre à condition que lesdites salles soient disponibles, et qu'un personnel de la filière Électronique soit présent dans la salle. Ceci est par exemple généralement possible certains jeudis après-

midi. Vous devrez alors indiquer sur une fiche à remettre à M. LE GALL ou à M. BEDENES le nom du binôme ou du monôme présent. Dans le cas où un équipement serait dégradé et non signalé, ou une paillasse non rangée, le binôme pourra être sanctionné.

## 4.2 Cahier de projet

Un cahier de projet vierge sera remis à chaque binôme au démarrage du module. Ce cahier doit vous servir à conserver une trace des travaux réalisés *au fur et à mesure du projet*, notamment en y mettant les schémas des montages réalisés (et la méthodologie de dimensionnement utilisée) accompagnés des résultats des mesures effectuées. Ceci de façon à pouvoir les retrouver par la suite, en particulier lors de la rédaction de votre rapport.

**NB :** Pour discuter de votre réalisation, ayez toujours sous les yeux un schéma propre, annoté et représentant *l'exacte réalité du montage en cours d'essai* (votre cahier de projet doit être à jour...). Les encadrants et encadrantes ne peuvent pas correctement tenter de dépanner un montage sans un schéma à jour, disponible sur la paillasse et de taille raisonnable (ce dernier point disqualifie à priori l'usage d'un smartphone).

## 5 RAPPORT FINAL ET NOTATION

En fin de semestre, chaque binôme rédige un rapport de 20 pages environ avec table des matières, introduction, exposé du sujet, description et justification théorique de la solution proposée, résultats obtenus, conclusion et bibliographie. Consultez la partie 7 pour davantage d'informations.

La notation, *qui peut être individualisée si cela est pertinent*, repose à la fois sur le travail effectué durant les séances et sur le rapport rendu, selon les éléments suivants :

1. assiduité (coefficient 0,5) ;
2. initiative, créativité (coefficient 1) ;
3. efficacité, autonomie (coefficient 1) ;
4. rapport (coefficient 2,5).

**NB :** Il importe peu que votre projet soit fini ou non (“mis en boîte”). Ce qui compte et sera noté, c'est le travail (sur le fond et sur la forme) fourni au cours de l'étude.

## 6 HYGIÈNE ET SÉCURITÉ

### 6.1 Prévention des accidents

#### 6.1.1 Protection contre les risques d'origine électrique (électrocution)

Les salles de projet sont protégées par des disjoncteurs différentiels à haute sensibilité  $I_n = 30$  mA (protection contre les risques de contractures musculaires ou de téτανisation lors d'un contact accidentel du corps humain avec un conducteur secteur).

Chaque paillasse de projet est par ailleurs protégée par un disjoncteur différentiel à très haute sensibilité  $I_n = 10$  mA (protection contre tout effet physiologique dangereux lors d'un contact accidentel du corps humain avec un conducteur secteur). Les disjoncteurs différentiels à haute sensibilité étant des dispositifs fragiles, les constructeurs préconisent d'effectuer un test au moins une fois par mois. À cet effet, ils ont prévu un bouton « TEST » qui permet de créer artificiellement un courant de défaut égal au courant de disjonction différentiel spécifié. En conséquence, il est recommandé d'appuyer sur le bouton « TEST » :

- en fin de séance pour mettre hors tension les paillasses de projets ;
- avant tout essai de montage fonctionnant directement sur le secteur (alimentation à découpage, etc.).

Les disjoncteurs différentiels ne protégeant pas lors d'un contact accidentel du corps humain avec les deux conducteurs secteur, il est en conséquence **obligatoire d'utiliser un boîtier de sécurité (fabrication de l'École) et des sondes isolées pour effectuer des tests sur des montages fonctionnant directement sur le secteur** (alimentations par transformateur, convertisseurs à découpage, etc.). L'usage d'un **boîtier de sécurité est également obligatoire pour tester des montages produisant des hautes tensions ou de fortes puissances. De telles manipulations doivent toujours s'effectuer sous la supervision directe de votre encadrant ou encadrante.**

En outre nous vous demandons de nous signaler immédiatement :

- tout disjoncteur différentiel qui refuse de disjoncter lors d'un test ;
- tout appareil qui provoque une disjonction dès son branchement sur le secteur ;
- tout appareil dont le cordon secteur est détérioré.

Les prises électriques des salles et des paillasses de projets sont des prises à éclipses qui interdisent les branchements dangereux sur un seul conducteur secteur.

#### 6.1.2 Protection contre les risques de brûlures

- **Le port des lunettes de sécurité est obligatoire pour effectuer les travaux de brasure.** Vous trouverez ces lunettes dans des boîtiers de sécurité fixés sur le support central des étagères des tables d'assemblage.
- Veillez à ne pas déposer le fer sur la table, reposez-le toujours sur son support.

- Ne projetez pas de soudure en fusion sur le sol ou sur les tables (une éponge métallique ou humide tournée du bon côté est prévue pour nettoyer la panne du fer).
- Protection contre les incendies : toutes les prises électriques des salles et des paillasse de projets sont protégées contre les surintensités supérieures à 15 A.

### 6.1.3 Protections spécifiques à l'atelier de mécanique (porte E107)

Vous trouverez à l'intérieur de l'atelier un panneau regroupant des lunettes de sécurité ainsi que des gants. Des blouses sont également à votre disposition.

#### Il est en particulier obligatoire :

- de porter des lunettes de sécurité pour les travaux de perçage, ainsi que pour les travaux pouvant créer des projections ;
- de porter des gants pour les perçages de trous de gros diamètres ; dans ce cas l'usage d'une pince étau est également obligatoire pour maintenir une distance de sécurité suffisante entre les mains et la pièce à percer.

En cas de doute, n'hésitez pas à demander conseil à M. BEDENES.

## 6.2 Conduite à tenir en cas d'accident

### 6.2.1 Accidents d'origine électrique

Malgré tous les systèmes de protection utilisés, un accident d'origine électrique est toujours possible, en effet :

- le disjoncteur différentiel, de par son principe, ne protège pas contre un contact accidentel entre phase et neutre ;
- un montage d'électronique de puissance peut prendre feu sans pour autant provoquer une surintensité supérieure à 15 A au niveau des prises secteur.

Pour agir contre ces deux risques, **un bouton d'arrêt d'urgence est situé à proximité de chacune des portes des salles de projets.**

<b>Le bouton d'arrêt d'urgence n'est pas un porte-manteau...</b>
--

En cas d'accident d'origine électrique, le ou les témoins doivent :

1. Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence le plus proche.
2. Puis suivant le type d'accident :
  - Dans le cas d'une électrocution :
    - a. porter secours à la victime ;
    - b. donner l'alerte aux services d'urgence (SAMU ou pompiers, tél. : **112**).
  - Dans le cas d'un incendie :
    - a. utiliser les extincteurs situés dans les couloirs (si cela est possible) ;
    - b. déclencher un boîtier rouge d'alarme incendie ;
    - c. donner l'alerte (tél. : **112** ou **18**).

### 6.2.2 Autres accidents

Dans le cas d'un accident bénin (petites coupures, brûlure au 1<sup>er</sup> degré, etc.) des soins peuvent être prodigués sur place puisque la salle d'assemblage (portes **E113-E115**)

dispose d'une petite armoire à pharmacie (située au-dessus du lavabo). Même si l'accident est très bénin, ou si l'un d'entre vous a prodigué les soins, signalez-le toujours à un enseignant ou une enseignante, ou encore à M. LE GALL ou M. BEDENES.

Dans le cas d'un accident plus grave, il faut prévenir les services de secours (tél. : 112 ou 15).

### **6.3 Consigne sanitaires concernant l'épidémie de Covid-19**

En cas d'épidémie de Covid-19, les salles et équipements sont par ailleurs régulièrement désinfectés par le personnel et les locaux ventilés tous les jours. Cela ne dispense toutefois pas de respecter les précautions individuelles.

Le cas échéant, référez-vous aux consignes générales de l'établissement en vigueur pour lutter contre l'épidémie de Covid-19. En l'absence de consignes plus spécifiques, l'accès aux salles de projets nécessite :

- le port du masque ;
- de respecter la signalétique au sol (une porte pour l'entrée et une pour la sortie) ;
- la désinfection ou le lavage des mains avant d'entrer ;
- le nettoyage de son poste de travail (paillasse et poste informatique) à l'arrivée avec les produits mis à disposition ;
- un nombre restreint d'élèves en salle d'assemblage ;
- la distribution des composants exclusivement au guichet prévu (1 élève à la fois) ;
- l'accès aux bureaux de MM. LE GALL et BEDENES est interdit (sauf à l'invite de ces derniers et une personne à la fois) ;
- de respecter les distances de sécurité et un maximum de 2 élèves à la fois dans la salle pour accéder aux casiers de rangement du matériel.

## **7 INSTRUCTIONS POUR LA RÉDACTION DU RAPPORT DE PROJET**

### **7.1 Contenu du rapport**

Le rapport de projet, d'une vingtaine de pages, doit contenir toutes les indications susceptibles de guider un lecteur non averti pour comprendre le travail réalisé. Une page de garde devra être insérée entre la couverture et la 1<sup>re</sup> page du texte.

Il est demandé de placer en préambule une table des matières faisant référence au texte paginé, suivie d'une introduction présentant les objectifs du projet et le cahier des charges fourni en début de semestre.

Les principes de base utilisés doivent être clairement expliqués, avant une éventuelle explication plus détaillée des schémas. Le rôle et la valeur des composants doivent être justifiés, en s'appuyant sur un calcul ou une mesure pertinente. Si le projet renferme un sous-ensemble séquentiel, le fonctionnement de celui-ci doit être illustré par un chronogramme.

Si votre binôme a utilisé des articles, livres ou tout autre documentation, ces derniers doivent être cités en bibliographie, à la suite de la conclusion. Cette conclusion sera par ailleurs l'occasion de présenter les idées susceptibles d'améliorer le montage pour une version définitive.

Le rapport doit en outre comporter un schéma électrique général rassemblant l'ensemble des circuits réalisés par le groupe, ainsi que la nomenclature ("Bill Of Materials") et les typons associés. Des annexes peuvent également venir compléter le document, telles que, par exemple : des démonstrations mathématiques longues, des résultats de mesures (oscillogrammes, courbes, etc.), extraits pertinents de fiches techniques, etc.

### **7.2 Conventions usuelles à respecter pour la rédaction du rapport**

#### **7.2.1 Chapitres, paragraphes**

Les différentes parties et sous-parties du rapport doivent être repérés par une numérotation, de manière similaire à ce qui est fait dans le présent document.

#### **7.2.2 Figures**

Les figures (schémas, courbes, chronogrammes, etc.) doivent être référencées par un numéro et un titre, comme cela est illustré avec l'exemple de la figure 1. Par ailleurs, lorsqu'il s'agit de courbes, veillez à bien indiquer ce qui est tracé (par exemple au moyen d'étiquettes d'axes appropriées ou dans la légende de la figure).

