

---

ELECTRICAL  
ENGINEERING

# ELECTRICAL ENGINEERING

De la microélectronique aux objets connectés

Responsables

**Yvan Bonnassieux**  
Physique-Electronique  
yvan.bonnassieux@polytechnique.edu

**Henri-Jean Drouhin**  
Physique  
henri-jean.drouhin@polytechnique.edu

**Sylvie Putot**  
Informatique  
putot@lix.polytechnique.fr

**Erwan Le Pennec**  
Mathématiques Appliquées  
erwan.le-pennec@polytechnique.edu

## Présentation et objectifs

Ce programme d'approfondissement est fortement multidisciplinaire. Il se propose de fournir à chaque élève une vision complète des champs de l'Electrical Engineering ainsi que les compétences et connaissances pour poursuivre sa formation en M2, que ce soit en France ou dans les meilleures universités mondiales. Le programme d'approfondissement offre un large choix de parcours individualisés, avec une orientation plus ou moins marquée et spécialisée selon le projet de chaque élève. Il vise également à donner les fondamentaux professionnels du métier d'ingénieur dans les grands domaines actuels et futurs des hautes technologies comme par exemple :

- Electronique et microélectronique;
- Objets connectés;
- Electronique de puissances;
- Automatisation des systèmes embarqués et complexes;
- Traitement du signal et de l'information;
- Nanotechnologies et nanoélectronique;
- Réseaux et télécommunications;
- Architecture matérielle et logicielle des systèmes informatiques;

La structure du programme d'approfondissement permet à chaque élève de construire son propre parcours en fonction

de ses centres d'intérêts et de ses projets de carrière. Il sera donc demandé aux élèves désireux de suivre ce programme d'approfondissement de justifier ses choix (via le site web d'inscription I3AX) auprès des responsables du programme.

## Formations de 4<sup>e</sup> année conseillées et débouchés

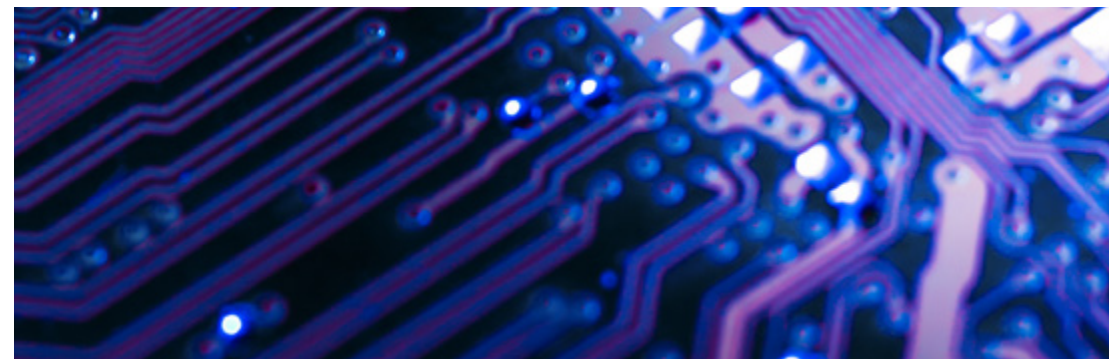
### Écoles d'ingénieurs

Les écoles d'ingénieur françaises qui sont l'un des débouchés naturels de ce programme d'approfondissement sont sans être exhaustif: ENSEEIHT, ENSIMAG, ENSTA ParisTech, ISAE-Supaéro (systèmes embarqués), MINES ParisTech, Télécom ParisTech, Supélec.

### Masters France

Le programme « Electrical Engineering » ouvre bien sur également sur 4<sup>e</sup> année en Master (M2) au plus haut niveau et sur des spécialisations professionnelles très recherchées. On peut citer plus particulièrement mais sans être exclusifs les masters suivants cohabilités par l'École polytechnique, que ce soit à l'université Paris Saclay :

- Mention Physique, parcours M2: Nanosciences  
[www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-nanosciences](http://www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-nanosciences)



- Mention Physique, parcours M2: Systèmes complexes.

[www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-systemes-complexes](http://www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-systemes-complexes)

- Mention Physique, parcours M2: Renewable Energy Science and Technology.

[www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-renewable-energy-science-and-technology](http://www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-renewable-energy-science-and-technology)

- Mention Electronique, énergie électrique, automatique.

[www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/electronique-energie-electrique-automatique](http://www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/electronique-energie-electrique-automatique)

- Mention Informatique, parcours M2: Conception et modélisation de systèmes informatiques complexes.

[www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-conception-modelisation-et-architecture-des-systemes-industriels-complexes](http://www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-conception-modelisation-et-architecture-des-systemes-industriels-complexes)

- Mention Innovation, Entreprise et Société, Parcours M2: Innovation Technologique Ingénierie et Entrepreneuriat.

[www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-innovation-technologique-ingenierie-et-entrepreneuriat-itie](http://www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-innovation-technologique-ingenierie-et-entrepreneuriat-itie)

Ou encore de l'université Sorbonne Paris :

- Mention Physique et application, parcours M2: Sciences des Matériaux et Nano-Objets (UPMC, ENS ULM, École polytechnique...)

[www.edu.upmc.fr/physique/master/SMNO/Apropos1.html](http://www.edu.upmc.fr/physique/master/SMNO/Apropos1.html)

### Masters internationaux

Le programme peut également être complété par exemple un Master à l'international en « Electrical Engineering » ou en « Electrical and Computer Engineering » aux USA (Berkeley, Columbia, Princeton, Stanford...), en Europe (EPFL, ETH, TNU, KTH, Imperial College...), ou encore au Japon (NAIST, University of Tokyo) et en Corée (KAIST, KHU). Cette formation de niveau Master peut par ailleurs être intégrée à un PhD program dans le cas de nombreuses formations d'excellence.

**Règles de choix**

- 3 cours et un EA à chaque période P1 et P2;
- Période P3: stage de recherche en France ou à l'étranger.

**Offre de projet de 3<sup>e</sup> année**

Un projet 3A doit être effectué seul ou en binôme par chaque élève avec attribution d'une note correspondante.

Ce projet peut être effectué soit au sein du Module PHY511 (Projet de Recherche en

Laboratoire), soit sous forme de deux cours supplémentaires, soit au sein d'un des Enseignements d'Approfondissement ou cours proposés dans le PA Electrical Engineering et comportant une composante projet: MAP571, PHY573A, PHY573B, PHY564A, PHY564D, PHY581B, PHY581C.

Dans ce cas, deux notes distinctes seront alors attribuées: l'une pour l'EA, l'autre pour l'EA reconnu comme Projet 3A, si tel est le choix de l'élève.

**COMPOSITION DU PROGRAMME****Période 1***3 cours au choix*

- INF557 – From the Internet to the IoT: Fundamentals of Modern Computer Networking (*Cours en anglais*)
- MAP555 – Signal processing
- PHY559A – Digital & Analog integrated circuit
- PHY559B – Power Electrical Engineering to smart-grid (*Cours en anglais*)

*1 EA au choix*

- MAP571 – Projet personnel de Mathématiques Appliquées (*EA/Projet*)
- PHY573A – Conception expérimentale Micro et nanoélectronique (*EA/Projet*)
- PHY573B – Organic and Large Area Electronic (*EA/Projet*)

**Périodes 1 et 2**

(en compléments des 8 enseignements du PA ou en remplacement d'un ou deux EA)

- PHY511 – Projet de recherche en laboratoire

PHY573A et PHY573B:  
(Numerus clausus 20)

**COMPOSITION DU PROGRAMME****Période 2***3 cours au choix*

- INF563 – Théorie de l'information
- INF566 – Internet: from Fundamentals to the reality (*Cours en anglais*)
- MAP561 – Automatic control: with application in robotics and quantum engineering (*Cours en anglais*)
- PHY564A – Open Electronic: from Arduino, Raspberry Pi... to Internet of Things (*Cours/Projet en anglais*)
- PHY564B – Nanomaterials and electronic applications (*Cours en anglais*)
- PHY564C – Optoelectronics (*Cours en anglais*)
- PHY567 – Physique des composants semi-conducteurs

*1 EA au choix*

- PHY564D – Sensors and transducers: from Macro to Nano (*Cours/projet en anglais*)
- PHY581B – Electronique de spin
- PHY581C – Conception expérimentale microélectronique VLSI (*EA/Projet*)

PHY564A:  
(Numerus clausus 20)

PHY581C:  
(Numerus clausus 20)

**Période 3***Stage de recherche*

- INF591 – Informatique
- MAP591 – Image et signal
- MAP592 – Modélisation et calcul scientifique
- MAP593 – Automatique et recherche opérationnelle
- MAP594 – Modélisation probabiliste et statistique
- PHY593 – Matériaux, semi-conducteurs et composants