

# PRÉSENTATION 5<sup>E</sup> ANNÉE EMBEDDED SMART POWER ELECTRONICS (ESPE)

Alexandre Boyer  
Responsable d'année 5<sup>e</sup> année ESE  
[alexandre.boyer@insa-toulouse.fr](mailto:alexandre.boyer@insa-toulouse.fr)

18 février 2019

- ▶ **Rôle central de la gestion de l'énergie électrique dans les systèmes électroniques**
- ▶ **Enjeux :**
  - ▶ **Amélioration de l'efficacité énergétique**
  - ▶ **Utilisation optimale des ressources énergétiques disponibles et multiples**
  - ▶ **Favoriser l'utilisation de sources d'énergie renouvelables**
  - ▶ **Accroître l'autonomie énergétique**
  - ▶ **Garantir la fiabilité, robustesse, la sûreté de fonctionnement, la sécurité**

***Sans une gestion optimale de l'énergie électrique, pas de révolution numérique***



- ▶ **Problème non seulement « hardware », mais aussi « software », dépassant le cadre traditionnel du génie électrique et de l'électronique de puissance**
  
- ▶ **L'innovation vient aussi de :**
  - ▶ **L'intelligence embarquée**
  - ▶ **La commande optimale pour la conversion énergétique**
  - ▶ **L'architecture électronique, le choix de composants**
  - ▶ **Les capteurs**
  - ▶ **La communication**



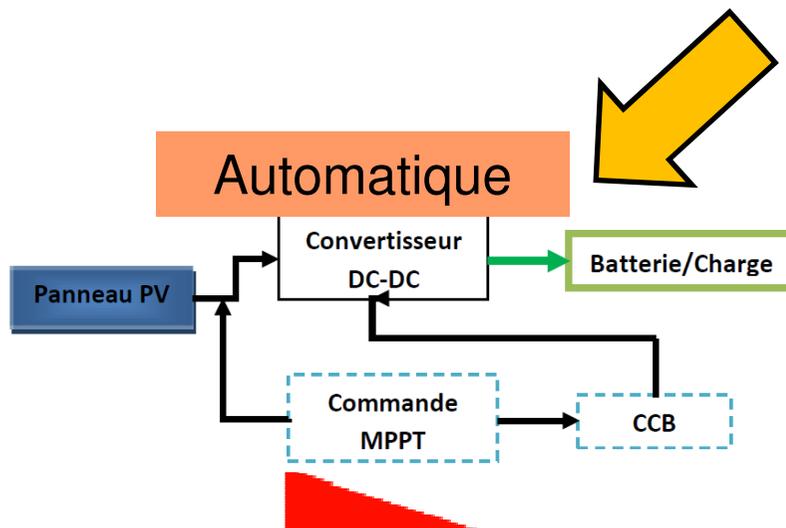
# Objectifs de la formation ESPE

- Conception électronique, automatique et logicielle pour améliorer la gestion de l'énergie électrique des systèmes embarqués.



Electronique

ESPE



Automatique

Informatique

```
File Name  
ADC_CTU_PIT3  
CAN_receive  
CAN_transmit  
DSPIL_command_send  
EIRQ_light_LED  
switch_LEDS_1Hz  
switch_LEDS_1Hz_PLL  
switch_LEDS_1Hz_PLL
```

```
uint8_t cm_buffer[CM_BUFFER_SIZE];  
int16_t current_buffer[BUFFER_SIZE] = {0}; // circular buffer  
int16_t moving_avr_buffer[MOVING_AVR_DEPTH] = {0};  
  
int16_t moving_avr_counter;  
int cm_adc_channel;  
uint32_t cm_buffer_counter;  
  
int cm_initialize()  
{  
    int result;  
    cm_buffer_counter = 0;  
  
    cm_adc_channel = pinToADCChannel(CM_PIN);  
    if(cm_adc_channel < 0) return cm_adc_channel;  
  
    /* pin initialization */  
}
```

## ► Vue d'ensemble

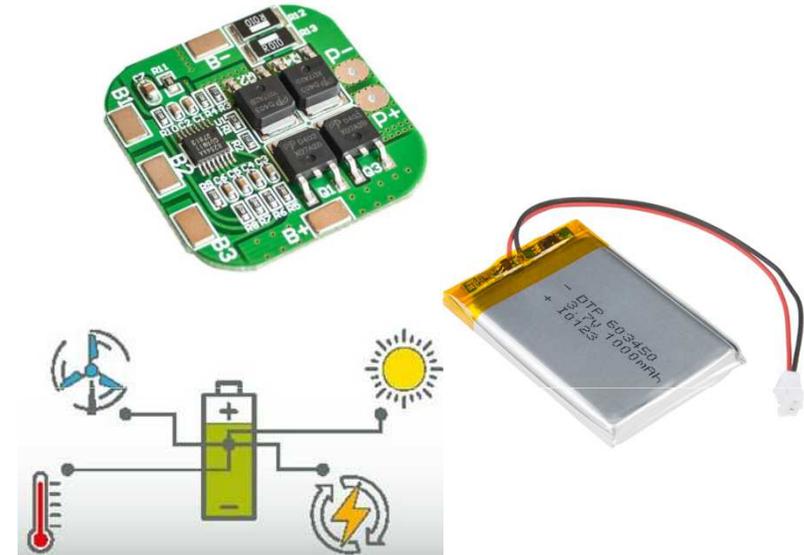
<b>Embedded Smart Power Electronics</b>	
UF1 : Architecture électronique pour l'énergie	UF2 : Logiciel et automatique embarquée pour l'énergie
UF3 : Technologie, fabrication et industrialisation des systèmes électroniques	UF4 : Gestion électrique et électronique pour le véhicule électrique
UF5 : Projet interdisciplinaire	
Formation sciences humaines communes à toutes les 5 <sup>e</sup> années (75 h)	

- **Formation basée principalement sous la forme de cours adossés à des bureaux d'étude et des projets en équipe à vocation industrielle**
- **Large autonomie donnée aux étudiants lors des projets**
- **Evaluations sur les réalisations, les rapports et soutenances**



## UF1 : Architecture électronique pour l'énergie

- ✓ déterminer, dimensionner et réaliser l'architecture électronique d'un système embarqué, sélectionner les composants
- ✓ mettre en place les solutions de stockage de l'énergie électrique et leur gestion
- ✓ Mettre en œuvre des solutions de récupération d'énergie

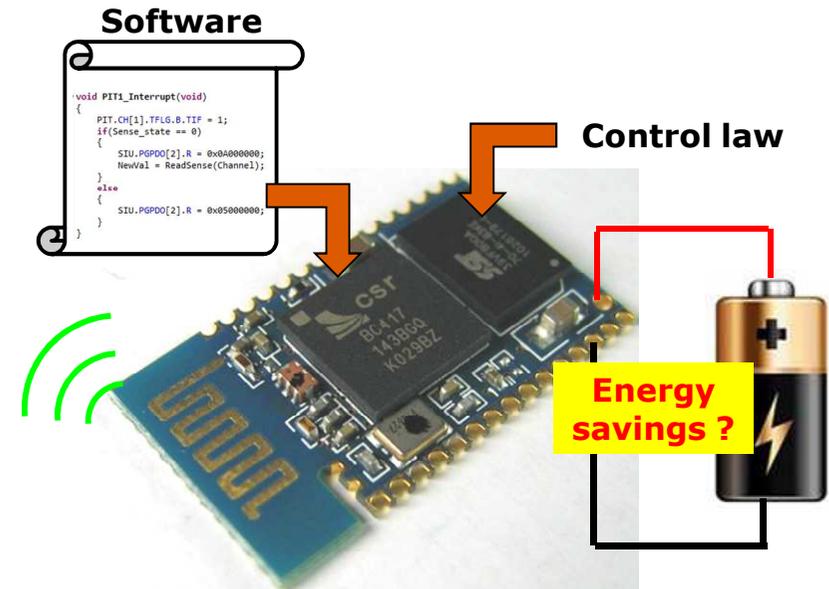


UF	Responsable UF	CM	TD	TP	Heures Contrôle	Nature Contrôles	Code Girofle	Coeff contrôles	Total	ECTS
Architecture électronique pour l'énergie	S. Ben Dhia	30	0	44	0		I5AEEE11		74	5
Architecture électronique reconfigurable de convertisseurs d'énergie pour systèmes embarqués	C. Escriba	12,5		11		Soutenance+ Réalisation	E1	0,33	23,5	
Capteurs et instrumentation versatile	C. Escriba	12,5		11		Rapport+ QCM	E2	0,33	23,5	
Gestion et récupération de l'énergie électrique	S. Ben Dhia, F. Huet, JM. Dilhac	5		22		Soutenance + TP	E3	0,33	27	



## UF2 : Logiciel et automatique embarquée pour l'énergie

- ✓ Synthétiser les commandes pour des convertisseurs statiques d'énergie électrique et les actionneurs électromécaniques
- ✓ Concevoir un logiciel embarqué pour réduire la consommation énergétique de la plateforme programmable
- ✓ Sélectionner une communication sans fil pour accroître l'autonomie énergétique

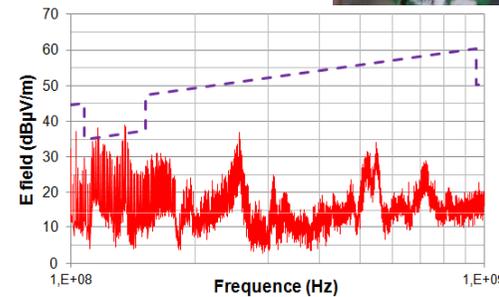
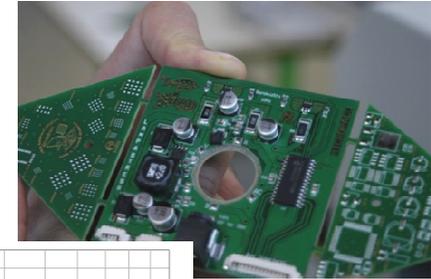


UF	Responsable UF	CM	TD	TP	Heures Contrôle	Nature Contrôles	Code Girofle	Coeff contrôles	Total	ECTS
Logiciel et automatique embarquée pour l'énergie	G. Garcia	21,25	0	27,5	0		I5AELA11		48,75	4
Commande des convertisseurs statiques	G. Garcia	12,5		5,5		TP	E1	0,35	18	
Programmation faible énergie pour l'IOT	J. L. Noullet + E. Sicard	8,75		13,75		Soutenance + TP	E2	0,35	22,5	
Caractérisation énergétique d'un module IOT	R. Floquet + C. Escriba			8,25		QCM	E3	0,3	8,25	



## UF3 : Technologie, fabrication et industrialisation des systèmes électroniques

- ✓ Concevoir une carte électronique, sous contraintes
- ✓ Fiabilité et robustesse des nouveaux composants de puissance
- ✓ Mesurer les performances d'un système électronique (consommation d'énergie, rendement, CEM, adaptation d'impédance)
- ✓ Spécifier et réaliser le processus de certification d'un système électronique



UF	Responsable UF	CM	TD	TP	Heures Contrôle	Nature Contrôles	Code Girofle	Coeff contrôles	Total	ECTS
Technologie, fabrication et industrialisation des systèmes embarqués	C. Escriba	33,75	0	31,75	0		I5AETE11		65,5	5
Industrialisation et qualification	J. Y. Fourniols	12,5				Soutenance	E1	0,33	12,5	
Fabrication et assemblage d'un circuit imprimé	C. Escriba	5		8,25		Rapport+ QCM	E2	0,33	13,25	
Stage fabrication circuit imprimé (Micropacc)	C. Escriba			7		Réalisation			7	
Fiabilité/robustesse et nouveaux composants de puissance	P. Tounsi + L. Guillot	8,75				QCM	E3	0,33	8,75	
Packaging et cooling à haute performance	P. Tounsi	7,5		0		QCM			7,5	
Caractérisation CEM & ESD d'un système embarqué	A. Boyer			5,5		QCM			5,5	
Caractérisation énergétique d'un système embarqué autonome	C. Escriba			11		Rapport			11	

## ▶ UF4 : Energie électrique pour les transports

✓ Choisir l'architecture électronique de chaînes de commande d'actionneurs électromécaniques

✓ Dimensionner et réaliser la commande d'un actionneur électromécanique pour optimiser le rendement énergétique

✓ Dimensionner une architecture électronique et un logiciel embarqué pour garantir la sûreté de fonctionnement



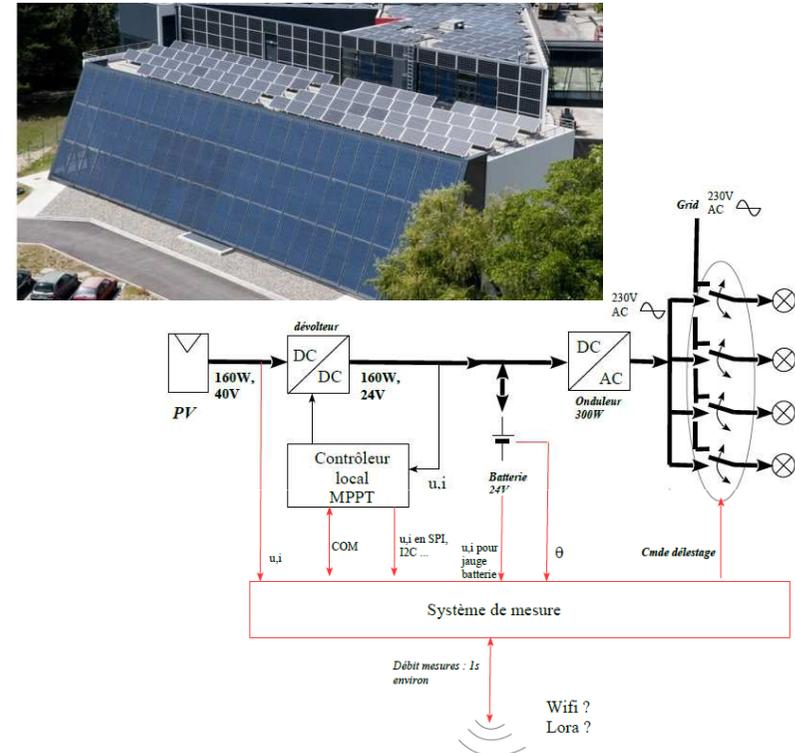
UF	Responsable UF	CM	TD	TP	Heures Contrôle	Nature Contrôles	Code Girofle	Coeff contrôles	Total	ECTS
Gestion électrique et électronique pour le véhicule électrique	P. Tounsi	20	5	35,75	0		I5AEGE11		60,75	5
Moteurs et commandes pour le véhicule électrique	M. Aimé + P. Tounsi	7,5		5,5		QCM	E1	0,3	13	
Dimensionnement d'un convertisseur d'énergie pour les transports	M. Budinger	0	5	5,5		Rapport	E2	0,3	10,5	
Introduction safety automobile	F. Galtié	5							5	
Introduction aux composants automobiles	J. C. Rincé + A. Boyer + P. Tounsi	6,25							6,25	
BE électronique automobile	P. Tounsi + A. Boyer	1,25		24,75		TP + soutenance	E3	0,4	26	



## UF5 : Projet interdisciplinaire

### ✓ Réalisation d'un gestionnaire intelligent de production photovoltaïque :

- Projet de réalisation en équipe et en autonomie
- spécifier les structures convertisseur, de stockage
- dimensionner l'architecture électronique et les commandes du convertisseur
- réaliser le logiciel embarqué, la couche communication sans fil



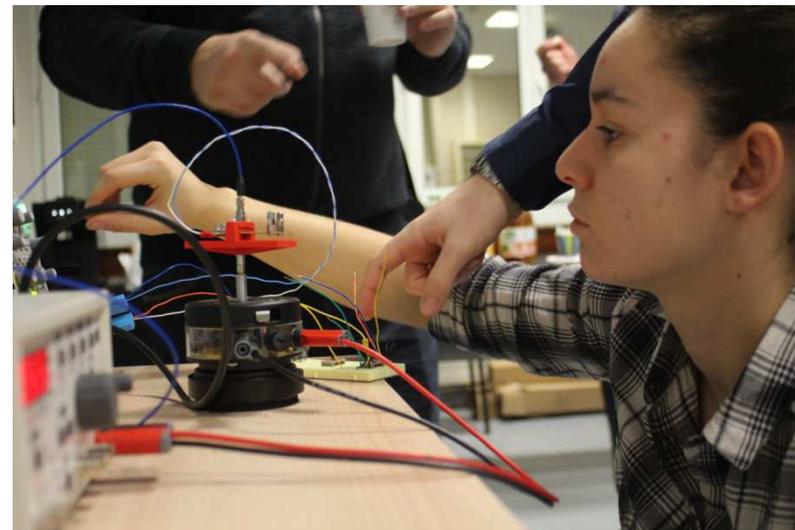
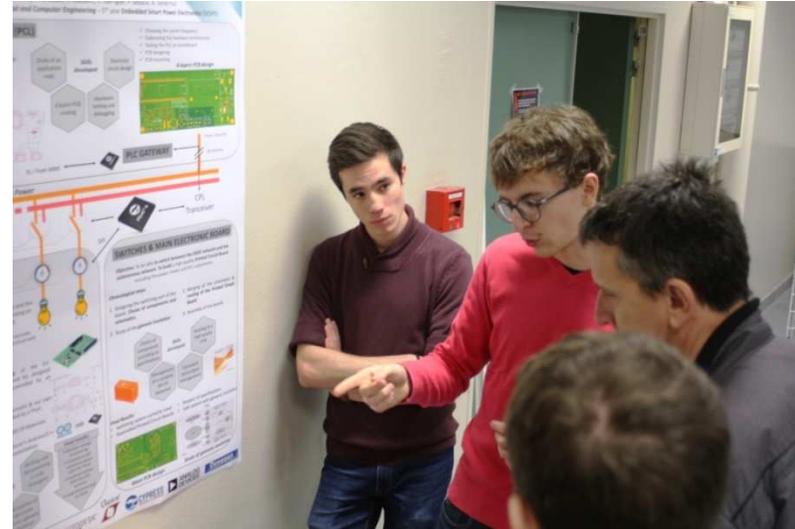
UF	Responsable UF	CM	TD	TP	Heures Contrôle	Nature Contrôles	Code Girofle	Coeff contrôles	Total	ECTS
Projet interdisciplinaire : gestionnaire d'énergie intelligent pour système photovoltaïque	A. Boyer	2,5	35	49,5	1		I5AEPR11		88	5
Introduction aux réseaux smart grid	Interv. Ext.	2,5							2,5	
Projet	T. Rocacher			49,5	1	Rapport + réalisation + maintenance	E1	0,6	50,5	
Anglais	J. Shea		35			IE	E2	0,4	35	



## 🔗 Demi-journée de présentations des réalisations des étudiants

✓ Présentations poster (projet interdisciplinaire + récupération d'énergie)

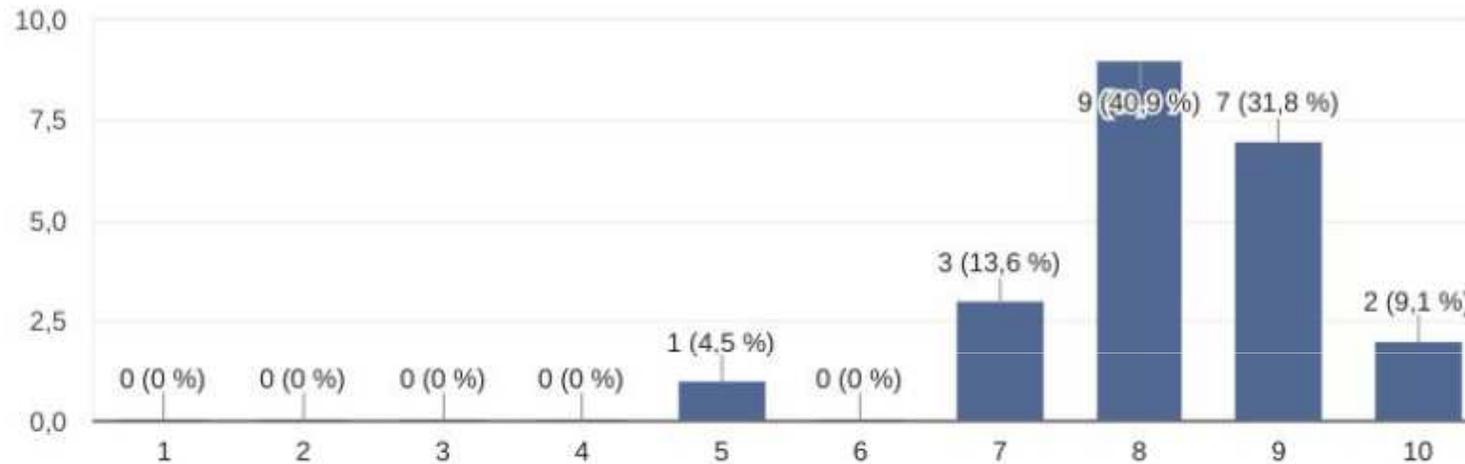
✓ Une vingtaine d'industriels invités (ACTIA, ADVEEZ, ASSYSTEM, CGI, ECA GROUP, IRT Saint-Exupéry, LIEBHERR, NXP, RENAULT, SII, SOFTWARE LAB et SCLE SFE)



## Retour des étudiants

Qu'as-tu pensé du semestre en ESPE en général ?

22 réponses



*“Globalement satisfait, j'ai trouvé mon compte dans la formation et ai eu l'impression de vraiment développer mes compétences en électronique.”*

*“Un semestre chargé mais surmontable.”*

*“Des enseignements de qualité faits dans la convivialité et la bonne humeur ! Agréable de travailler dans ce cadre.”*



**INSA**

INSTITUT NATIONAL  
DES SCIENCES  
APPLIQUÉES  
TOULOUSE



**Plus d'informations sur**  
[http://gei.insa-toulouse.fr](http://gei.insa-toulouse.fr/fr/formation_initiale.html)  
[/fr/formation\\_initiale.html](http://gei.insa-toulouse.fr/fr/formation_initiale.html)



**Contact :**  
[alexandre.boyer@insa-toulouse.fr](mailto:alexandre.boyer@insa-toulouse.fr)

**DEPARTEMENT OF ELECTRICAL AND  
COMPUTER ENGINEERING**

