

Présentation 2A NRJ

Choix des Unités d'Enseignement du S9

Ophélie CABALLINA, Steven LE CAM et Ehsan JAMSHIDPOUR

11/05/2026

Maquette Réforme NRJ

S5,S6,S7

- Tronc Commun généraliste
- Génie Electrique, Mécanique et Sciences de l'information

S8

- 4 blocs de compétences de 80 heures parmi 12

S9

- 4 blocs de compétences de 60 heures parmi 15

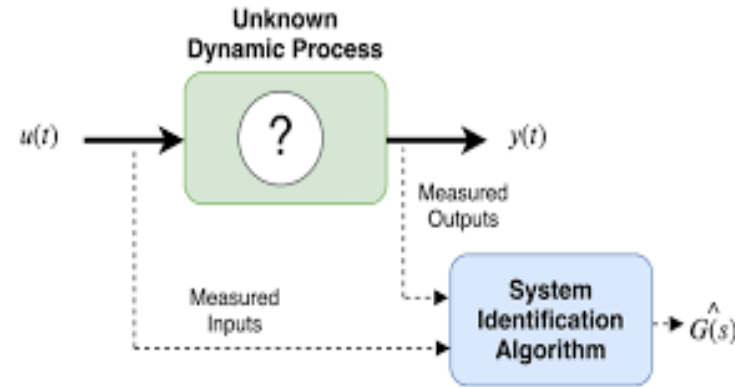
- Cohérences des parcours
- Profils industriels recherchés
- Contraintes d'implémentation des emplois du temps

- Analyse de risques et sécurité fonctionnelle
 - Modéliser des architectures de contrôle/commande et analyser les risques
 - Evaluer des systèmes instrumentés de sécurité destinés à la protection des systèmes critiques (nucléaire, pétrolier, ...) et à la réduction du risque de leur exploitation
 - Ingénierie du Contrôle-Commande nucléaire (conférencier EDF R&D)
- Surveillance et diagnostic
 - Détecter en temps réel un dysfonctionnement et localiser son origine
 - Être capable de diagnostiquer des systèmes dynamiques continus ou à événements discrets



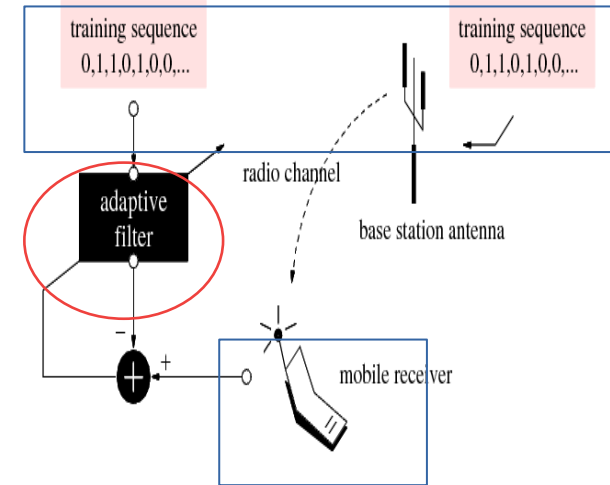
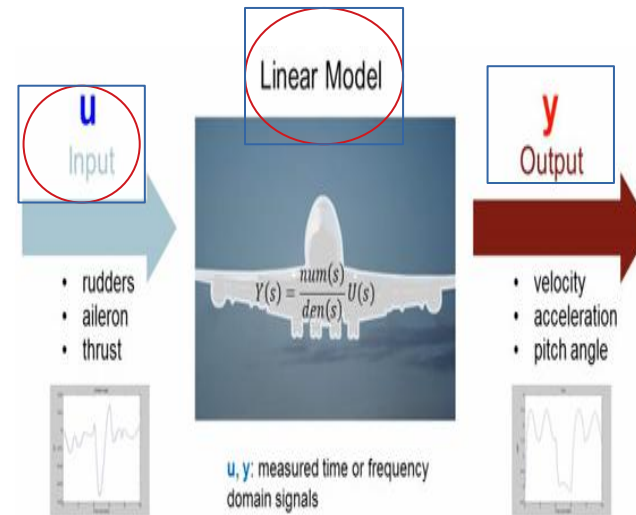
• Identification et Estimation des Systèmes Dynamiques par Apprentissage

- Introduction au machine learning pour l'**identification** des modèles basés données
- **Estimation** de leurs propriétés physiques



• Traitement des données et Problèmes Inverses

- **Traitement** des données : régularisation, contraintes, filtrage
- Estimation des entrées par **inversion** de modèle

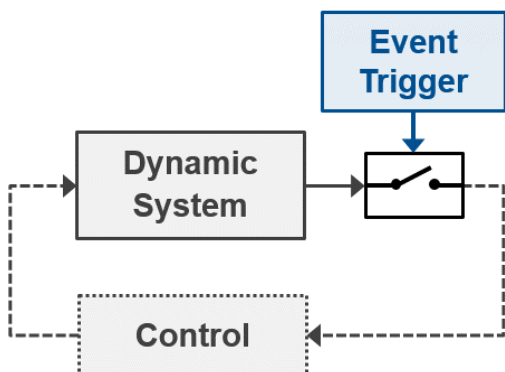
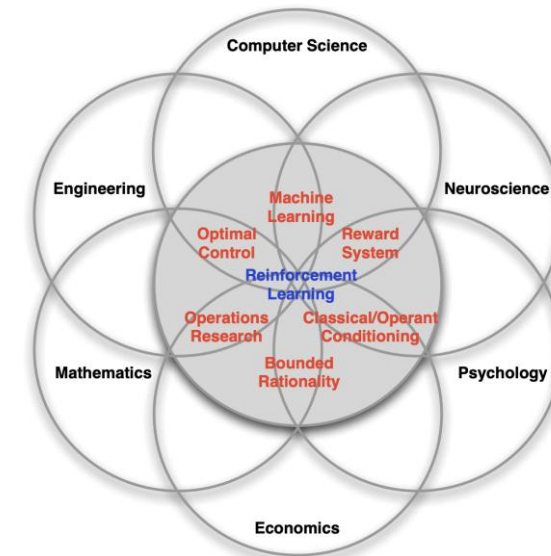
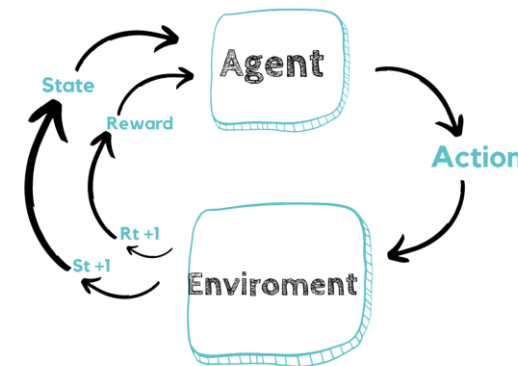


• Bureau d'études : application à l'identification et l'inversion d'une machine électrique

Contrôle événementiel : agir seulement quand c'est nécessaire → **optimiser l'implémentation**

Apprentissage par renforcement : contrôler par essai et récompense comme un humain → **optimiser le contrôle**

Application à un **projet spatial ambitieux**



Atterrissage autonome et économique d'un module spatial

Phase 1 : Développement d'une **commande optimale** boucle ouverte minimisant la consommation de carburant.

Phase 2 : **Robustification** de la commande optimale.

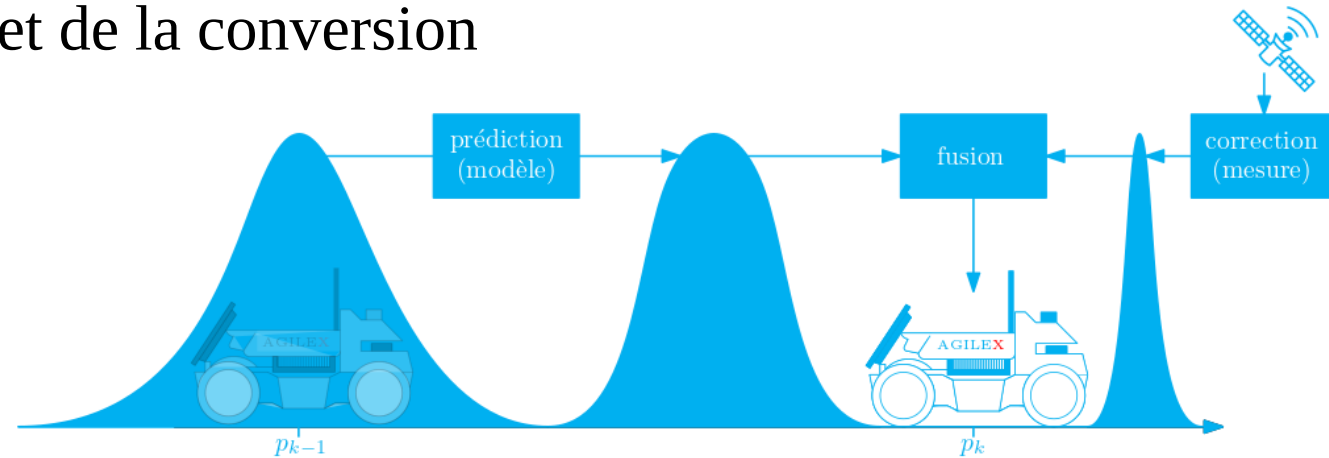
Phase 3 : **Commande sans modèle** par **apprentissage par renforcement**. Implémentation sous Matlab-Simulink.





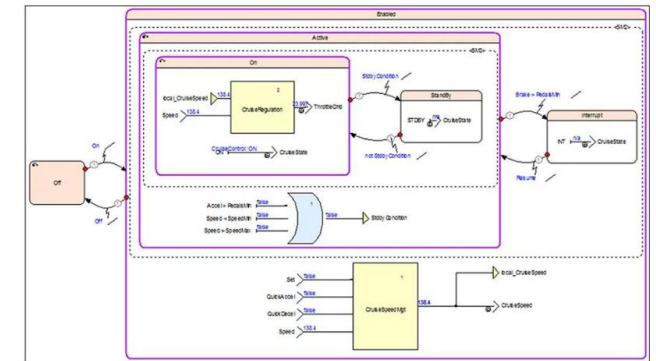
EC1 : Le contrôle face aux défis du transport et de la conversion

- **Optimisation de l'énergie**
 - Convertisseur de puissance, commande optimale
- **Comprendre le succès du GPS**
 - Véhicule autonome, estimation, observateur de Kalman
- **Améliorer la stabilité et la performance**
 - Commande par modes glissants



EC2 : Automatisation & Contrôle-commande nucléaire

- **Component-Based Automation (ControlBuild - Dassaut System)**
 - Architectures modulaires d'automatismes
- **Contrôle-commande nucléaire**
 - BE sur Centrale Lego (EDF) : étude de 2 Systèmes Élémentaires (Générateur de vapeur et Piscine)
 - Développement du contrôle-commande incluant des aspects sûreté

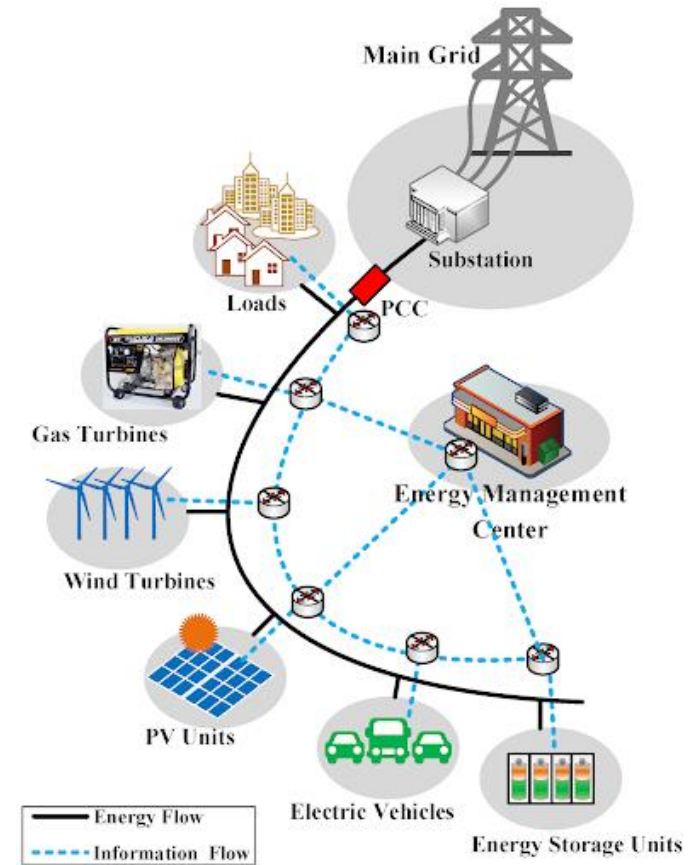


Compétences acquises :

- ❑ Développement de systèmes électriques permettant d'améliorer la qualité des réseaux électriques (THD tension / courant, déséquilibre de charge)
- ❑ Développement d'outils de modélisation des réseaux électriques autonomes permettant de garantir leur stabilité dynamique
- ❑ Développement d'architectures pour des réseaux autonomes AC et DC avec leur système de gestion énergétique de nature centralisée, décentralisée ou distribuée

Domaines concernés :

- ❑ Tous les domaines associés au réseau d'énergie électrique embarqué (avionique, automobile, train, ...) ou stationnaire.

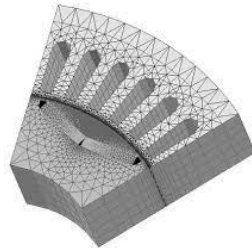
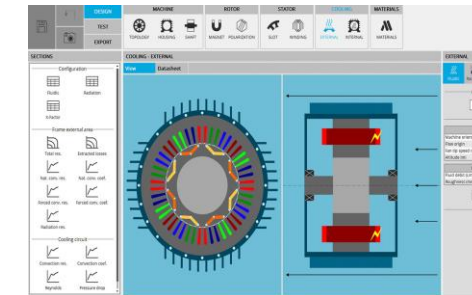


Compétences acquises :

- ☐ Prédimensionnement analytique et conception des machines
- ☐ Modélisation numérique par éléments finis – Logiciel libre et logiciel commercial
- ☐ Calcul analytique des paramètres du schéma équivalent des machines électriques
- ☐ Poser un problème d'optimisation d'un système de conversion électromécanique

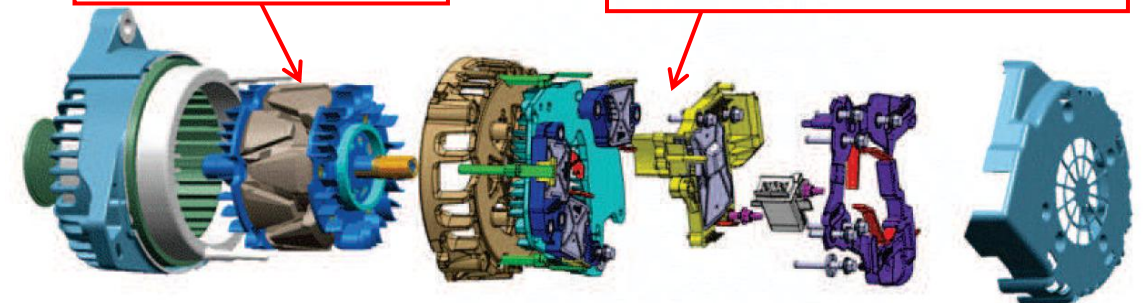


Exemple de Logiciel : Flux-Motors



Machine à griffes 6 phases

Convertisseur statique intégré



Industries concernées :

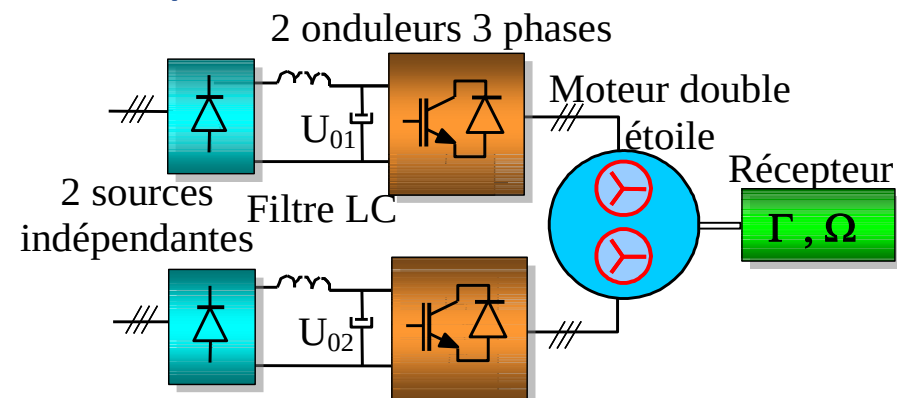
- ☐ Domaines : transport (avionique, automobile, train, ..), énergie, domestique.
Profils visés : constructeurs ou utilisateurs de machines électriques
- ☐ Bureaux d'études et Concepteurs de logiciels



Compétences acquises :

- Etude et modélisation des machines électriques polyphasées et multi-étoiles
- Alimentation et commande des machines polyphasées et multi-étoiles
- Etude et modélisation des entraînements électriques en présence de différents types de défauts
- Stratégie de contrôle des entraînements électriques tolérants aux défauts en modes normal et dégradés

Exemple de structure tolérante aux défauts



Compresseur Subsea



Airbus e VTOL



Audi E-tron /Tesla dual motors



POD Paquebot Queen Mary II



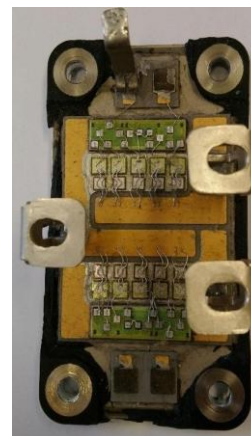
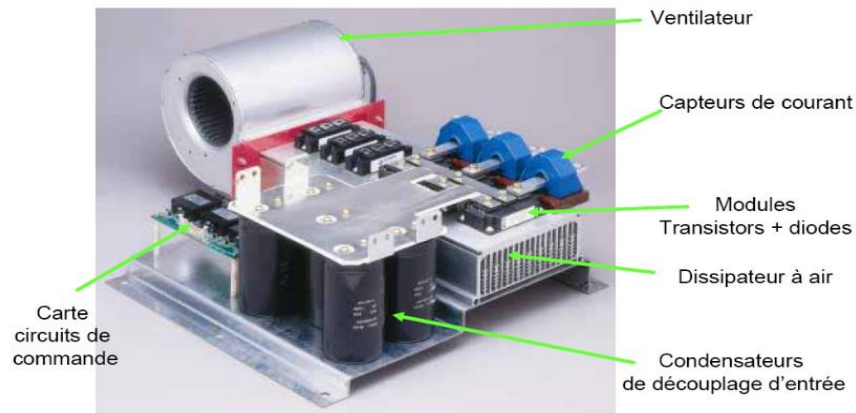
Eoliennes offshores

Secteurs d'activités :

- transport (avionique, automobile, ferroviaire, industrie navale..)
- Production d'énergie électrique renouvelable
- Industrie pétrolière

Compétences acquises :

- ❑ Savoir mettre en œuvre des composants semiconducteurs de puissance. Connaître leurs principes de fonctionnement, leurs contraintes, leurs limites, leur intégration dans les convertisseurs. Etude des composants émergents (SiC, GaN).
- ❑ Savoir mesurer, modéliser et analyser les perturbations des dispositifs d'électronique de puissance. Connaître les normes, les moyens d'acquisition, les outils de modélisation, les procédés de réduction des émissions.



Domaines concernés :

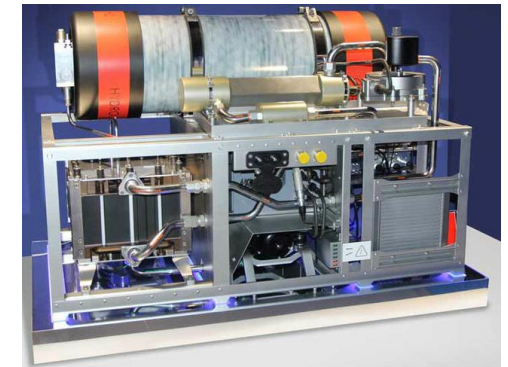
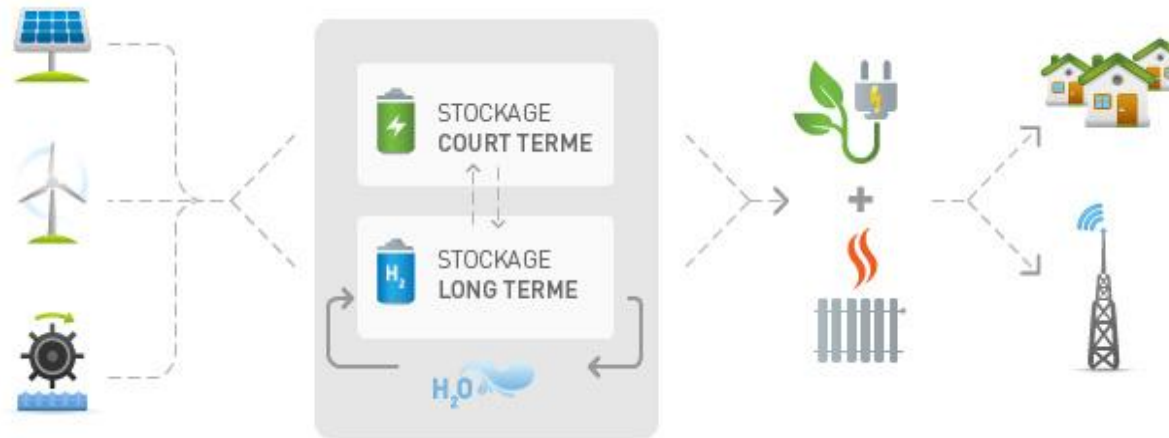
- ❑ Ensembles convertisseurs + actionneurs pour les applications embarquées ou stationnaires

EC1 Stockage électrochimique de l'énergie électrique, Melika Hinaje (30h)

EC2 : Convertisseurs d'électronique de puissance d'interface Serge Pierfederici (30h)

Compétences acquises :

- ❑ Savoir modéliser, caractériser et dimensionner des systèmes de stockage électrochimique de l'électricité (supercondensateurs, batteries) et de dispositifs relevant du vecteur hydrogène (piles à combustible et électrolyseurs).
- ❑ Savoir modéliser, dimensionner et mettre en œuvre des convertisseurs statiques à l'interface entre système de stockage et réseau d'énergie AC ou DC



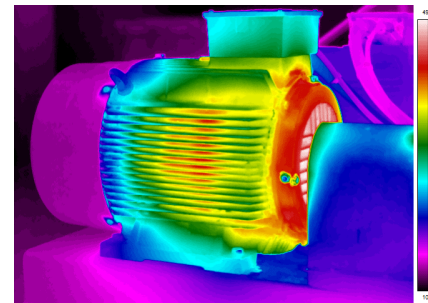
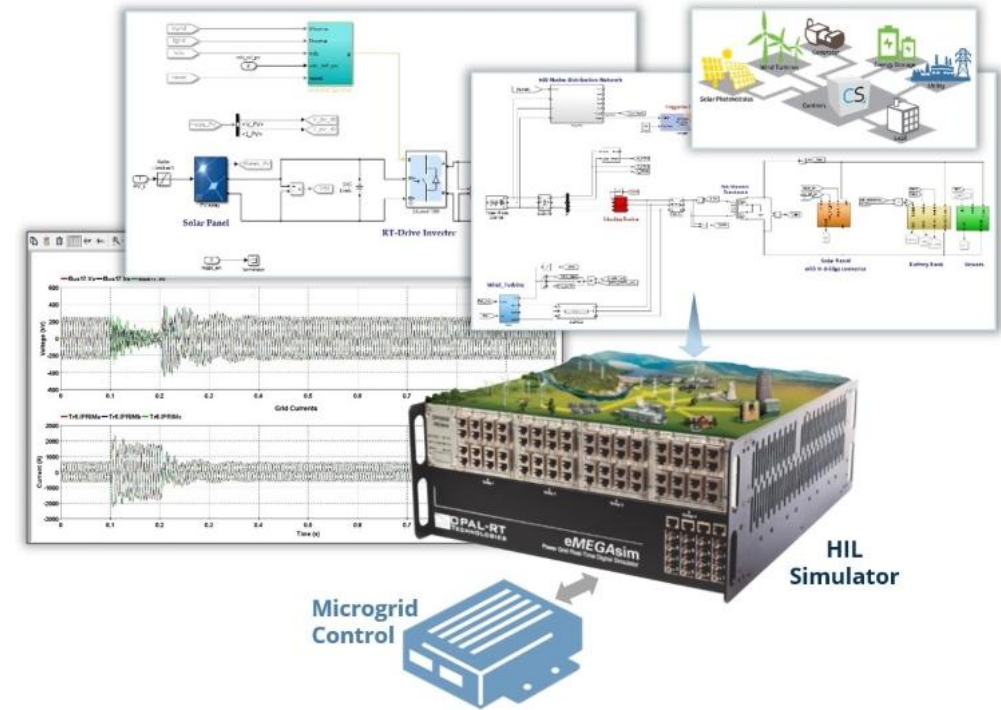
Générateur de pile à combustible.
© Safran

Domaines concernés :

- ❑ Convertisseurs de puissance pour les applications embarquées ou stationnaires: stockage massif, services réseaux, microgrids embarqués

Compétences acquises :

- ☐ Modélisation et exploitation de modèles des systèmes testés et/ou de leur environnement
- ☐ Instrumentation et mesures
- ☐ Planification et mise en place d'essais avec la méthode P-HIL visant à
 - ☐ Valider le bon fonctionnement des appareillages testés, leurs réglages et leurs commandes.
 - ☐ Vérifier le comportement d'un modèle

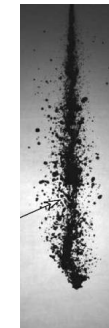


Industries concernées :

- ☐ Tous les domaines ou presque de l'industrie utilisent le HIL et P-HIL



- EC Ecoulement haute vitesse et combustion (F. Lemoine, 25 h)
 - Fluide compressible
 - Théorie 1D, Onde de choc, détente
 - Ecoulement 1D compression avec pertes de charge ou transferts de chaleur
 - Thermochimie, cinétique chimique de la Combustion
 - Modélisation des Flammes
 - Combustion de Carburants liquides, Formation de Polluants
- EC Ecoulements multiphasiques et interfaces (N. Rimbart, 20 h)
 - Equations de bilan en multiphasiques
 - Conditions de saut à l'interface, tension superficielle
 - Equations moyennées (Méthode VOF, Euler-Euler, Euler-Lagrange)
 - Cartes d'écoulements (Pertes de charges en multiphasique)
- EC Modélisation de la turbulence (O. Caballina, 15 h)
 - Modèles **d'équations moyennées** (RANS)
 - Modèles de dispersion turbulente
 - Aide au choix des modèles dans des **logiciels** CFD (TP appliqué)

*Propulsion**Injection**Mélange**Combustion*

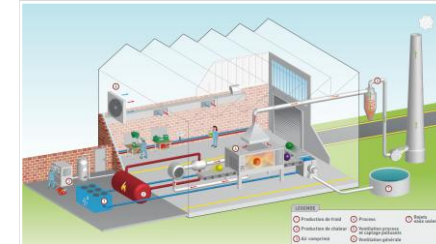
- EC Echangeurs de chaleurs et récupération de la chaleur fatale (N. Rimbart, 20 h)

- Récupération de la chaleur fatale

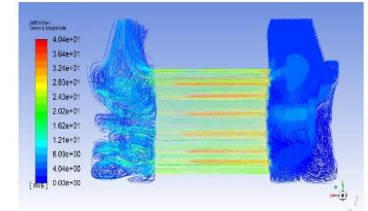
- Identification des gisements de chaleur fatale et technologies de récupération, usages
- Analyse exergetique

- Echangeurs de chaleurs

- Dimensionner des échangeurs de chaleur
- Méthodes DTLM et NUT
- Coefficients d'échanges
- Evaporateurs/Condenseurs



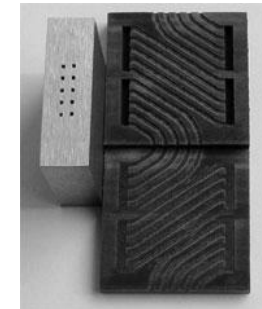
*Réseau de chaleur,
récupération de chaleur fatale*



*Refroidissement d'un
moteur électrique*

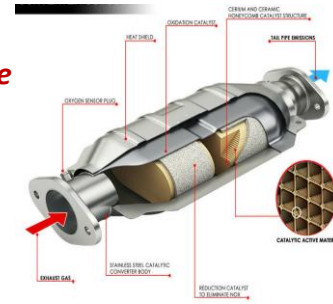
- EC Ecoulement en milieux complexes (N. Louvet, 20 h)

- Caractéristiques des milieux poreux, écoulements en milieux poreux
- Couplage masse / chaleur dans les milieux poreux
- Applications des compétences sur des cas appliqués



Echangeur volumique poreux

Pot catalytique



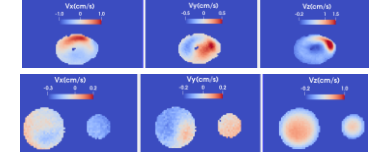
- EC Transferts de chaleurs aux interfaces et milieux participants (B. Remy, 20 h)

- Modéliser des transferts aux interfaces et dans des matériaux participants à hautes températures
- Identifier des lois de parois et des conductivités thermiques équivalentes

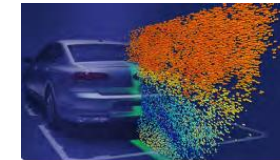


*Ecoulements de fluides
complexes (ici procédés verriers)*

- EC Méthodologie pour caractériser (A. Labergue, 20 h)
 - Introduction à la métrologie thermique et fluide
 - Diagnostics optiques laser : Fluorescence induite par laser, PIV
 - RMN – Résonance Magnétique Nucléaire
 - Thermographie infra-rouge
 - Microscopies à sondes locales
- EC Caractérisation expérimentale (G. Pernot, 20 h)
 - Mise en pratique des compétences théoriques – EC Méthodologie de caractérisation
 - Familiarisation à des métrologies et techniques de caractérisation de pointe
- EC Simulations numériques et applications (O. Caballina, 20 h)
 - Mise en application de notions théoriques des différentes UE 9_Meca
 - Projet numérique personnel sur la thématique des transferts
 - Aller de la mise en œuvre numérique (géométrie, maillage, choix de modèles, méthodes numériques) à l'analyse de résultats sur un cas appliqué

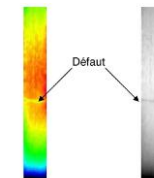
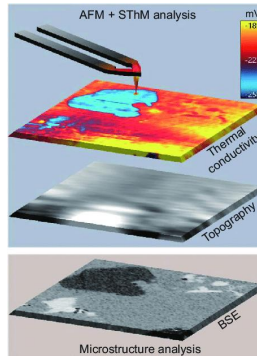


Vélocimétrie par résonance magnétique nucléaire (IRM) dans un écoulement



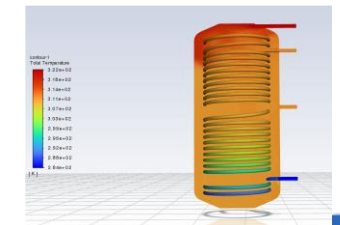
Mesures de champ de vitesse par PIV dans le sillage d'une voiture

Caractérisation des propriétés mécaniques et thermiques aux échelles sub-micrométriques



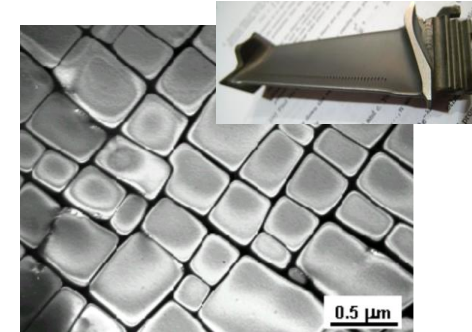
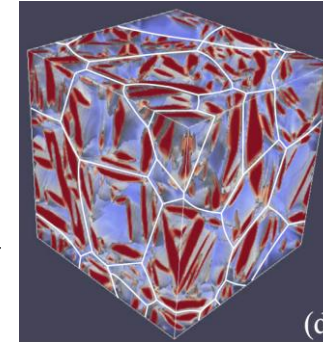
Diagnostic non destructif de défauts dans les structures par Thermographie IR

Echange de chaleur dans un ballon thermodynamique



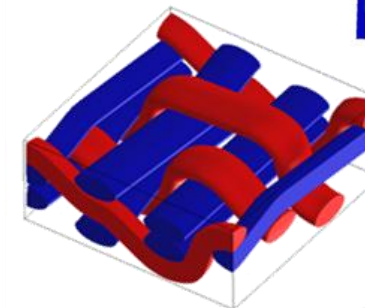
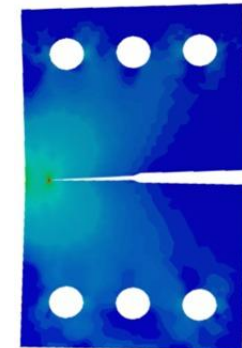
- EC Science des matériaux (M. Bordron, 30 h)
 - Etablir des liens entre microstructure et propriétés
 - Observer et caractériser la microstructure d'un matériau
 - Avoir les clefs pour améliorer les propriétés des matériaux
 - **Objectif : sélectionner le meilleur matériau pour une application**
- EC Comportement mécanique des matériaux (C. Laurent, 30 h)
 - Caractériser le comportement mécanique d'un matériau
 - Comprendre et classifier les différents comportements mécaniques
 - Prédire et simuler ces principaux comportements
 - Prédire la durée de vie d'une pièce ou d'une structure
 - Comprendre les spécificités du comportement des matériaux composites
 - **Objectif : prédire le comportement des principaux matériaux d'usage**

Observation &
Simulation :
microstructure de
**gaine de combustible
nucléaire** (accident
thermique - REP)



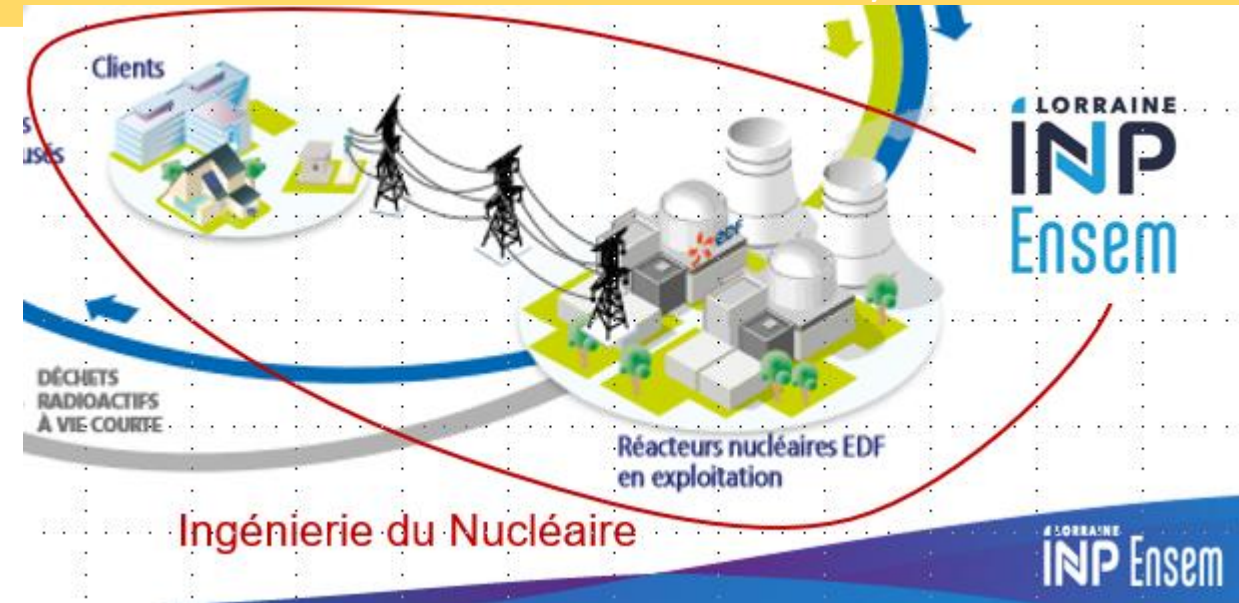
Superalloy base-Nickel
pour aubes de turbines

Simulation de
**propagation d'une
fissure** pour le calcul
de la ténacité



Analyse d'un **volume
élémentaire représentatif**
dans un matériau **composite**

EC 1 : Nucléaire et Société (SHEJS)	14
Interaction rayonnement / matière	1
Principes de la radioprotection	3
Réglementation du nucléaire et ses acteurs (ASN, IRSN)	2
Accidents nucléaires	3
Positionnement et avenir de la filière, modèle économique	2
Nucléaire et éthique	3
EC 2 : Conception et conduite d'installations nucléaires	28
Organe d'une centrale	4
Matériaux	3
Elaboration et fabrication	6
Conduite et pilotage	8
Sureté de fonctionnement	7
Visite Cattenom	-
EC 3 : Etude avancée (ENSEM)	18
Energétique	6
Electrique	6
Numérique	6



Choix des UEs- Contraintes EDT

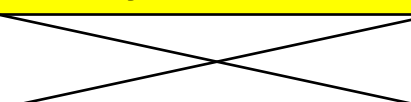
Phase 1		
Synchro 1	Synchro 2	Synchro 3
UE 9_4 * Pilotage des systèmes énergétiques et de transport	UE 9_3 Contrôle et apprentissage par renforcement	UE 9_1 * Analyse de risques et surveillance des systèmes énergétiques
UE 9_9 Systèmes de stockage électrique	UE 9_5 Réseaux électriques autonomes et embarqués	UE 9_6 * Machines Électriques
UE 9_10 * Power-Hardware-In-The-Loop » (P-HIL)		
UE 9_14 * Sc. et comportement matériaux	UE 9_11 Mécanique des fluides avancée	UE 9_13 * Simuler, mesurer et visualiser

Phase 2	
Synchro 4	Synchro 5
UE 9_2 Modélisation et Analyse des Systèmes Électromécaniques par approches basées données	
UE 9_8 Composants ETNP dans leur environnement	UE 9_7 Conversion électromécanique à haute disponibilité
UE 9_12 Transfert de chaleur et de masse	

- Sur une même colonne, les UEs sont programmées en parallèle (1 UE max. par colonne)
- Sur une même ligne, les choix proposés vous orientent vers un parcours axé **sciences de l'information**, **électrique**, ou **mécanique**
- L'UE du passeport nucléaire est programmé en dehors des synchros

Nouvelle procédure de choix des UEs

- Formulaire en ligne : lien envoyé par mail, réponse unique modifiable
- Indication impérative si **mobilité sortante** en S9 ou non ou si **contrat pro**
- Rappel des UEs suivies en S8
- Risque de non-ouverture d'UE si effectif trop réduit => vœu 1 et vœu 2

	Phase 1			Phase 2	
	Synchro 1*	Synchro 2	Synchro 3*	Synchro 4	Synchro 5
Vœu 1 : 4 blocs	Choix 1	Choix 2		Choix 3	Choix 4
Vœu 2 : 5 blocs	UE opt.	UE opt.		UE opt.	UE opt.

Attention au pré-requis du S8 pour les choix des UEs

Doubles diplômes Masters UL

- Master ISC Ingénierie des Systèmes Complexes
- Master Energie Electrique - EE (mention EEA - Electronique, Energie Electrique et Automatique)
- Master SPIM Sciences pour l'Ingénieur et Sciences des Matériaux spécialité I2M
- Master Mécanique et Energie = présentation le lundi 18 mai

Les accès aux doubles diplômes masters UL sont dépendants*:

- des résultats scolaires
- des prérequis nécessaires
- des choix de blocs S9 en accord avec le master choisi

*Les demandes d'inscriptions se feront à partir du 15 juin 2025 - [A vérifier](#)

Calendrier

11/05/2026 de 10:15 à 12:15 présentation des UEs

12/05/2026 : Mise à disposition du formulaire de choix de UEs

22/05/2026 : date limite du retour des choix

Choix validés au jury de juin sous condition de passage en 3A

Calendrier fin d'année

05/06/2026 : fin de semestre

16/06/2026 : jury de fin de semestre

1-3/07/2025 : rattrapages S6 et S8

10/07/2026 : jury de fin d'année (passage en année supérieure)

MERCI DE VOTRE ATTENTION



AVEZ-VOUS DES QUESTIONS ?

minions.com