

### 3. Les dossiers Postdoctorants internationaux

		AAP International : Postdoctorants internationaux																										
Acronyme	Titre	Porteur				Recruté		Collaboration avec	Nature Allocation	Thème				SI					HSI									
		Prénom	Nom	Adresse Mail	Labo	Prénom	Nom			01/2019	02/2019	03/2019	04/2019	CANADA	CHINE	ITALIE	LIBAN	TUNISIE	Mexique	Allemagne	Alger	Danemark	Espagne	Portugal	Suède	Irak		
AAP International Postdoctorants internationaux 2019 2020	EVEO	Electric Vehicle Energy Optimization Développement de méthodologies de gestion optimales d'un mix énergétique dédiées aux moyens de transport électriques - Cas du véhicule électrique	HOUARI	Azeddine	<a href="mailto:Azeddine.Houari@univ-nantes.fr">Azeddine.Houari@univ-nantes.fr</a>	IREENA EA 4642, université de Nantes			Université de M'sila, Algérie	PosDocInt											x							
	STORM	Power Storage for Microgrid Stabilization	MOURAD	Ait_Ahmed	<a href="mailto:mourad.ait-ahmed@univ-nantes.fr">mourad.ait-ahmed@univ-nantes.fr</a>	IREENA EA 4642	Abdelhak	SAIM	ENIG (Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gabès/Tunisie)	PosDocInt																		
	E-BRIDE	e-Bride test bench development	CHAUVEAU	Eric	<a href="mailto:Eric.CHAUVEAU@eseo.fr">Eric.CHAUVEAU@eseo.fr</a>	IREENA-ESEO IREENA EA 4642, université de Nantes	Karim	MANSOUR	Université Libanaise Faculté de Génie, Département Génie Electrique	PosDocInt			x					x										
	NITRAT	Nonlinear Imaging using Time Reversal and Array Transducers	TOURNAT	Vincent	<a href="mailto:vincent.tournat@univ-leman.fr">vincent.tournat@univ-leman.fr</a>	LAUM			Université de Sherbrooke	PosDocInt	x				x													
	IRPIDAS	Integration of Distributed Acoustic Sensing (DAS) optical systems in small scale, dense seismometer arrays for advances seismic monitoring in the Irpinia	LONGO	Foberto	<a href="mailto:roberto.longo@eseo.fr">roberto.longo@eseo.fr</a>	ESEO-LAUM	Alister	TRABATTI	Université de Sherbrooke	PosDocInt	x						x											
	DETECT	DC microgrids: Intelligent Fault detection and robust fault tolerant control	Doumiati	Moustapha	<a href="mailto:Moustapha.DOUMIATI@eseo.fr">Moustapha.DOUMIATI@eseo.fr</a>	ESEO-IREENA IREENA EA 4642, université de Nantes	Mohamed	Mroueh	- CRSI, Lebanese University - ICD, Université de Technologie de Troyes	PosDocInt																		

Figure 2 – Synthèse de l’AAP International : 6 projets postdoctoraux internationaux financés par le programme WISE

### **3.1. EVEO\_**

**Titre: Développement de méthodologies de gestion optimales d'un mix énergétique dédiées aux moyens de transport électriques - Cas du véhicule électrique**

**Porteur du projet :** Azeddine HOUARI

**Etablissement :** Université de Nantes

**Laboratoire :** IREENA

**Eventuellement, laboratoire associé :** LS2N, Equipe Commande, Ecole Centrale de Nantes

**Laboratoire et établissement d'origine du candidat :**

**En collaboration avec :**

**Nom du postdoctorant :** M. Ali DJERIOU

**Encadrant :** Prof. Mohamed MACHMOUM, Dr. Azeddine HOUARI ( IREENA – EA 4642) et Prof. Malek GHANES, LS2N – UMR 6004.

**Mots clés :** Mix énergétique, véhicules électriques, gestion optimale, dimensionnement optimal

**Verrous scientifiques ou technologiques :**

- Oscillations de couple dans les chaînes de conversion électro-mécanique ;
- Limitations de durée de vie et des capacités des éléments de stockage.

**Etat :** Date de débuts des travaux et date de fin (prévisionnelle ou réelle pour les actions terminées).

**Impact de la collaboration internationale :**

#### **3.1.1. Résumé du projet :**

Ce projet porte sur l'évaluation de l'intérêt d'une hybridation des sources d'énergie dans un véhicule électrique. L'utilisation d'une telle solution vise à améliorer l'efficacité énergétique et la durée de vie de l'ensemble par rapport aux solutions classiques utilisant une seule source d'énergie.

Ces travaux seront orientés vers le développement de nouvelles techniques de gestion optimales pour un système hybride composé de trois sources complémentaires : Pile à Combustible (PaC), batterie LiFePO4 et super-condensateur. A cet effet, des modèles multi-physiques seront développés pour augmenter l'efficacité des algorithmes de gestion proposés vis-à-vis des incertitudes paramétriques des sources d'énergie étudiées.

Ces nouvelles stratégies de gestion seront évaluées sur la plateforme Smart Power développée dans le cadre de RFI Wise. L'influence des techniques de gestion développées sera ensuite évaluée sur le long terme pour trouver des solutions de conception économiquement viable qui permettent d'améliorer la durée de vie de l'ensemble.

La configuration type du système étudié dans ce projet est montrée sur la Figure 3 ci-dessous

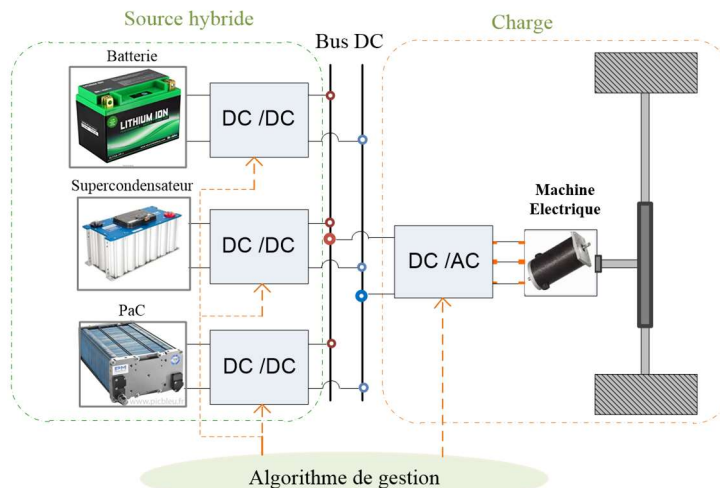


Figure 3. EVEO : Configuration type du système étudié dans ce projet.

### 3.1.2. Résultats scientifiques du projet :

Les travaux menés dans ce projet ont permis de développer des outils de contrôle et de gestion dédiés aux systèmes d'électro-mobilité. Les développements réalisés peuvent être déclinés comme suit :

1. Développement de stratégies de commande « sans-modèles » pour la réduction des oscillations de couple pour la chaîne de conversion électro-mécanique. Cette minimisation d'oscillations de couple notamment en basses vitesses, se traduit par une minimisation des vibrations ce qui permet d'améliorer le confort de conduite dans ce type d'applications. Les stratégies de commande « sans-modèles » développées reposent sur un algorithme d'optimisation méta-heuristique de type Grey-Wolf. Les résultats de ces développements ont permis la publication de :

- 3 articles de conférence [C1], [C2] et [C3] ;
- 1 article de revue [R1].

2. Développement de stratégies de gestion et dimensionnement du système multi-sources. Les travaux menés ont permis dans un premier temps de développer une stratégie de gestion basée sur la platitude différentielle pour un système hybride. Cette proposition est publiée dans l'article de revue [R2]. Dans la suite des travaux, un algorithme d'optimisation métaheuristique couplant la gestion et le dimensionnement du système est développé. Une proposition d'article est en cours de finalisation.

3. Réalisation d'un banc de simulation HIL : Ce banc permet de tester les lois de commande et de gestion développées dans des conditions proches des contraintes temps-réel. Ce banc comporte un system Opal-RT 4510 couplé à un system Dspace-1007. Dans cette configuration les lois de commandes et de gestion implémentées sous Dspace permettent de piloter le système de puissance multi-sources implémenté sous la cible Opal RT.

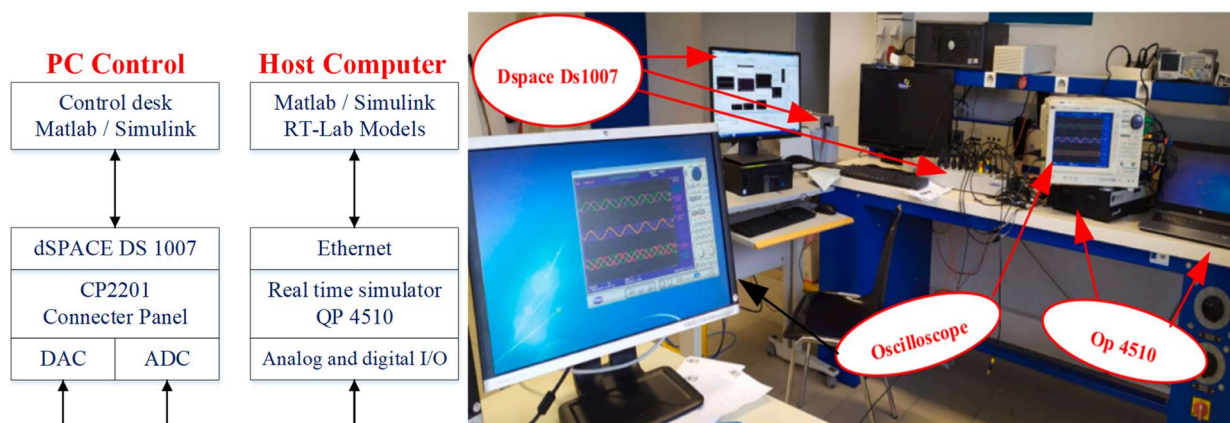


Figure 4. EVEO : Banc de test HIL réalisé.

## EVEO, Développement de méthodologies de gestion optimales d'un mix énergétique dédiées aux moyens de transport électriques - Cas du véhicule électrique

---

Des travaux connexes ont été aussi réalisés en lien avec le projet Storms. Ces travaux publiés dans [R3] et [R4] concernent l'amélioration de la qualité de l'énergie dans les systèmes de génération alternative en mode autonome.

### 3.1.2.1. Les publications réalisées :

#### Conférences :

[C1] A. Djerioui, A. Houari, M. Machmoum, M. Ghanes, M-F Benkhoris, T. Mesbahi, "Grey Wolf Optimizer Based Predictive Torque Control for Electric Vehicle Applications", at virtual EPE '20 ECCE Europe-conference, September 7-11, 2020

[C2] A. Djerioui, A. Houari, M. Machmoum, T. Mesbahi, M. Ghanes, "Cascade GW Controllers for Speed Ripple Minimization at Low Speed Operation of PMSM Drives for EV", at 46th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2020) 18-21, Oct 2020

[C3] A. Djerioui, A. Houari, M. Machmoum, M. Ghanes" Energy Management using GWO-FLC in Electric Vehicle systems" accepté au SYMPOSIUM de GENIE ELECTRIQUE organisé à Nantes, 2021.

#### Revue :

[R1] A. Djerioui, A. Houari, M. Machmoum, M. Ghanes, "Grey Wolf Optimizer Based Predictive Torque Control for Electric Buses Applications", *Energies* 2020, 13, 5013. <https://doi.org/10.3390/en13195013> [IF=2.70].

[R2] S. Ferahtia, A. Djerioui, S. Zeghlache, A. Houari "A hybrid power system based on fuel cell, photovoltaic source and supercapacitor" *SN Applied Sciences*, vol 5, 2020.

#### Publications connexes

[R3] A. Djerioui, A. Houari, A. Saim, M. Ait-Ahmed, S. Pierfederici, MF. Benkhoris, M. Machmoum and M. Ghanes, "Flatness Based Grey Wolf Control for Load Voltage Unbalance Mitigation in Three-Phase Four-Leg Voltage Source Inverters", *IEEE Transactions on Industry Applications*, 2019. DOI: 10.1109/TIA.2019.2957966 [IF=3.48].

[R4] A. Saim, A. Houari, M. Ait-Ahmed, A. Djerioui, M. Machmoum and J-M. Guerrero "Adaptive Reference Trajectory for Power Quality Enhancement in Three-Phase Four-Wire Standalone Power Supply Systems with Nonlinear and Unbalanced Loads", *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, 2020. DOI: 10.1109/JESTPE.2020.2966923 [IF= 5.972]

### 3.1.2.2. Dissémination :

### 3.1.2.3. Equipement et ressourcement

Le projet a permis de financer le salaire du post-doctorant (Ali Djerioui) et d'offrir les moyens d'environnement nécessaires pour la réussite des travaux. Les frais d'environnement concernent principalement : les frais de publication (article Open Access, conférences...), matériel informatique et logiciel, cartes de mesure et matériel de manipulation (armoires électriques, onduleurs, câbles...).