

PRESENTATION DES THESES PROFESSIONNELLES DE LA
PROMOTION 2010



SOPHIA ANTIPOLIS – 27 ET 28 SEPTEMBRE 2011

Le Mastère Spécialisé en Optimisation des Systèmes Energétiques (OSE) est organisé par le Centre de Mathématiques Appliquées (CMA) de l'Ecole des Mines de Paris en partenariat avec l'Ecole De Hautes Etudes Commerciales du Nord (EDHEC) et le Centre de Recherche en Économie et Droit de l'Energie (CREDEN) de la faculté des Sciences Économiques de Montpellier.

Ce mastère forme des ingénieurs spécialisés aptes à répondre aux exigences du nouveau contexte énergétique. Au cours d'une année d'immersion dans le monde de l'énergie, ils acquièrent les compétences techniques, économiques et juridiques nécessaires pour imaginer et mettre en œuvre des projets énergétiques complexes.

Après les six mois de mission professionnelle effectués chez le partenaire industriel ou institutionnel, les élèves du Mastère OSE achèvent leur formation par la soutenance orale de leur thèse professionnelle. Ces présentations ont lieu à l'Ecole des Mines de Paris sur son site de Sophia Antipolis.

Amphithéâtre Mozart – Bâtiment A

8h30 Huis-clos	M. HUGUES Paul <i>Prospective biocarburants avancés</i>	Huis-clos	SOFIPROTEOL
9h15	Mlle. FILATOVA Mariya Nanotechnologies dans le domaine de production de pétrole et de gaz		TOTAL E&P
10h00	PAUSE		
10h30	Mlle. VIAUD Camille Analyse des portefeuilles d'achats/ventes de gaz et pétrole et production d'indicateurs de risques		GDFSUEZ B3G
11h15	M. ATAYI Adrien Analyse critique de la Roadmap 2050 de l'ECF		CMA
12h00	DEJEUNER		
13h30 Huis Clos	M. PACULL Renaud Principe de winterisation aérodynamique d'un module GNL fortement encombré. Etude sur la modélisation des fuites de GNL en milieu arctique	Huis-clos	TOTAL E&P
14h15	M. KHACHATURYAN Alexander Analyse et synthèse de la filière solaire, modélisation sous TIMES et intégration dans un outil de prospective énergétique		EDF EFESE
15h00	PAUSE		
15h30	M. BOGDAN Bartosz Vers un projet industriel de ville durable : la place de la filière géothermie.		EDF DCT
16h15	Mlle. LABATUT Marion Contenu énergétique total et usages sociaux de l'énergie		EDF EPI
17h00	M. PEDRAZA Saul Outil d'aide à la décision pour la conduite horaire du réseau de GRTgaz		GRTGAZ
17h45	<i>Fin de la première journée</i>		

Amphithéâtre Mozart – Bâtiment A

- 8h30 **M. LOPEZ-BOTET Miguel** **Huis-clos** **EDF OSIRIS / SEI**
Huis Clos La gestion des systèmes électriques insulaires face à l'arrivée massive des EnR intermittentes et à l'intégration de systèmes de stockage
- 9h15 **M. MAINSANT Arnaud** **EDF EPI**
Perspectives d'améliorations de l'efficacité des voitures thermiques
- 10h00 **PAUSE**
- 10h30 **M. WLOCH Fabien** **EDF DTVE**
Étude du déploiement d'une infrastructure de charge pour véhicules électriques à travers des projets d'expérimentation
- 11h15 **M. DELHOUME Pierre-jean** **ENERGY POOL**
Construction de nouvelles règles du marché français de l'électricité pour le développement de la filière Demand Response
- 12h00 **DEJEUNER**
- 13h30 **M. TERRIER Cyril** **SCHNEIDER-ELECTRIC**
Le Demand Response et son environnement
- 14h15 **M. BOUVET Teddy** **EDF SEI**
Le couplage d'une production photovoltaïque et d'un stockage électrochimique sur le réseau électrique : expérimentations et simulation d'algorithmes de gestion. **Université de Corse**
- 15h00 **PAUSE**
- 15h30 **M. THIBOUST Matthieu** **SCHNEIDER-ELECTRIC**
Prospective carbone & efficacité énergétique **Chaire MPDD**
- 16h15 **M. BRIENS François** **Chaire MPDD**
Amélioration des modèles de consommation d'énergie dans les outils prospectifs
- 17h00 *Fin de la deuxième journée*



M. Paul HUGUES

ESPCI ParisTech

Paul.HUGUES@cma.ensmp.fr

Mission : SOFIPROTEOL (PARIS)

Resp: Julien ROUSSEAU

Prospective biocarburants avancés

Les biocarburants avancés sont les différentes voies à même de compléter la production de biocarburant de première génération. Ils augurent de meilleures performances énergétiques et environnementales par rapport aux biocarburants de première génération. En effet, ils sont issus des co-produits de l'agriculture (pailles, graines, cosses...), des produits sylvicoles ou des algues. Les objectifs de durabilité des biocarburants définis par l'Union Européenne dans la directive 2009/28/CE privilégient par ailleurs cette nouvelle génération. Pour ces raisons, ils suscitent un vif intérêt de la part des laboratoires de recherche et des industriels car il existe à la fois une multitude de matières premières et de procédés (thermochimiques, biochimiques...) à fort potentiel.

La viabilité économique des ces nouveaux procédés n'est cependant pas encore démontrée, et est fortement dépendante de l'évolution des prix du pétrole brut et de ses dérivés et du prix du CO₂.

L'objectif de la mission est d'identifier les voies les plus prometteuses en évaluant leur viabilité technologique et évaluer leur positionnement futur dans le mix carburant pour les transports routiers et aériens selon différents scénarios plausibles d'évolution des prix des matières premières, du pétrole et du CO₂.

Pour cela, j'ai effectué dans un premier temps un panorama technico-économique des voies de production de biocarburants avancés. Ceci a permis de calculer les coûts de production des voies les plus avancées et de comparer les différentes filières en fonction des scénarios. Cette revue technologique s'appuie sur une étude des marchés et des ressources afin d'évaluer la demande et les potentiels techniques des différentes filières.

Mots-clés : biocarburants avancés, prospective, kérosène, gazole, EMHV, HVO, BtL.



Melle Mariya FILATOVA

Univ. Tioumen

Mariya.FILATOVA@cma.ensmp.fr

Mission : TOTAL E&P (SOPHIA ANTIPOLIS)

Resp: Pascal DAUBOIN

Nanotechnologies dans le domaine de l'exploration et de la production de pétrole et de gaz.

Actuellement des compagnies pétrolières ont presque atteint les limites de l'utilisation des technologies conventionnelles (puits horizontaux et branchés, fracturation hydraulique) afin de produire des hydrocarbures. Ainsi, il est nécessaire de développer de nouvelles technologies concernant les enjeux de la récupération du pétrole et du gaz. Nous pouvons par exemple évoquer les nanotechnologies et nouveaux types de matériaux de construction, qui deviennent de plus en plus importants et qui sont capables de repousser les limites des méthodes existantes.

Le domaine du pétrole et du gaz devient, notamment en Russie, une des préoccupations majeures du gouvernement, du fait de l'abandon de la plupart des ressources, lié au manque de technologies appropriées. En ce sens, l'organisation RusNano a été créée pour financer divers projets innovants. Plusieurs entreprises et institutions académiques commencent à développer des nanotechnologies dans le secteur du pétrole et du gaz, et en particulier de nouveaux matériaux nanostructurés anticorrosifs et anti-abrasifs, de nouveaux revêtements de protection, ainsi que des nano-agents pour le déplacement de pétrole dans un réservoir.

Pendant mon stage de nombreuses recherches ont été effectuées dans ce domaine : les différentes nanotechnologies russes pouvant amener à l'augmentation de la production de pétrole et de gaz ont été trouvées et étudiées. Leur description inclus toutes les entreprises qui ont participé à la création de technologies, ainsi que les principaux résultats de leurs applications. De plus, les technologies spécifiques pour le développement des gisements du pétrole et du gaz en Arctique ont été étudiées, car le sujet sur l'Arctique est actuel et important de nos jours. Les processus d'investissement de la phase R&D en Russie sont décrits : les mécanismes principaux de la collaboration entre les institutions, le gouvernement et les grandes entreprises. Finalement, des recommandations nécessaires sont données dans le but de choisir les meilleures innovations technologiques russes qui pourraient posséder le potentiel le plus intéressant en amont de l'industrie pétrolière.

Mots-clés : nanotechnologies, revêtements, nouveaux matériaux, technologies pour l'Arctique.



Melle Camille VIAUD

Univ. Bordeaux 1

Camille.VIAUD@cma.ensmp.fr

Mission : GDFSuez (PARIS LA DEFENSE)

Resp: Melle Armelle PAYEN

Analyse des portefeuilles d'achats/ventes de gaz et de pétrole et Production d'indicateurs de risques

L'ouverture, au niveau européen, du marché du gaz à la concurrence et le développement des marchés court terme ont contribué à créer un contexte où les risques sont accrus.

Ainsi, dans cet environnement en mutation rapide, prévoir, quantifier et couvrir ces risques constituent des préoccupations essentielles pour une entreprise comme GDF Suez. Dans cet objectif, la mission du Service de Gestion des Risques (SGR) de la branche Global Gaz and GNL (B3G) est de contribuer à la mise en œuvre dans la branche, de la politique de risques définie au niveau du groupe.

Ce sont principalement les risques de marché, liés aux actifs du portefeuille et donc le risque prix et le risque volume qui sont mesurés et suivis par des indicateurs d'aide à la décision. Leur production et leur interprétation constituent le cœur du métier des analystes du SGR qui est également en charge de la mise en place des cadres de risque et de la vérification du respect des limites.

Ce rapport présente dans un premier temps la politique de gestion et de contrôle des risques financiers de GDF Suez ainsi que le rôle du SGR dans ce processus et, dans un deuxième temps, des études sur les indicateurs de risques de marché et sur les spécificités de la BU Exploration et Production qui ont permis d'aboutir à un modèle économique simplifié du portefeuille de cette BU.

Mots-clés : gaz, pétrole, portefeuille, contrat, achat, vente, risques, marché, indicateurs.



M. Adrien ATAYI

Supméca

Adrien.ATAYI@cma.ensmp.fr

Mission : CMA (SOPHIA ANTIPOLIS)

Resp: Nadia MAIZI, Sandrine SELOSSE

Analyse critique de la Roadmap 2050 de l'ECF

Dans sa « Roadmap 2050: a Practical Guide to a Prosperous, Low-Carbon Europe », l'European Climate Foundation fait une étude technique et économique de la faisabilité de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) en Europe (Eu27 + Norvège et Suisse) de 80 % en 2050 par rapport au niveau de 1990 en conservant le même niveau de fiabilité de la fourniture d'électricité qu'aujourd'hui (99.97 %). Cette étude s'attache tout particulièrement au secteur électrique sur lequel cet objectif aura un impact considérable et décrit trois scénarios d'évolution du mix électrique.

Le but de notre travail est de fournir une analyse critique de la Roadmap 2050 et de déterminer son impact régional. Notre étude s'est déroulée en trois parties : la première consiste en une identification et analyse critique des hypothèses utilisées dans le rapport, la seconde vise à sélectionner le scénario le plus plausible grâce aux outils de modélisation prospective comme TIAM-FR (modèle de la famille ETSAP TIMES) et enfin, la troisième partie consiste à évaluer l'impact de ce scénario sur les différents secteurs d'activité à l'échelle européenne et sur le mix électrique de chaque pays.

Les principaux résultats de cette analyse sont qu'un certain nombre d'hypothèses du rapport sont contradictoires ou insuffisamment justifiées, comme par exemple l'objectif de 95 % de réduction de GES pour le secteur électrique, même si ce secteur est en effet central pour atteindre l'objectif de -80 %. D'autre part le scénario le plus proche d'une solution « optimale » est celui comprenant 40 % d'énergie renouvelable. Enfin, l'impact régional de ce scénario est particulièrement sensible au développement des capacités d'interconnexions.

Mots-clés : Roadmap 2050, modélisation prospective, analyse, TIAM-FR



M. Renaud PACULL

ESPCI ParisTech

Renaud.PACULL@cma.ensmp.fr

Mission : TOTAL E&P (COURBEVOIE)

Resp: Gérard ALVINI, Annie AUDIBERT-HAYET

Principe de winterisation aérodynamique d'un module GNL fortement encombré. Etude sur la modélisation des fuites de GNL en milieu arctique

L'arctique avec ces promesses d'immenses réserves - près de 22% des réserves mondiales en hydrocarbures selon l'US Geological Survey - compte parmi les nouveaux territoires qui, face à la croissance de la demande mondiale en énergie, contribueront à fournir des ressources supplémentaires. Comme le témoigne l'appétit des « majors » pour ces régions d'extrême froid, les enjeux économiques et technologiques sont colossaux.

Des programmes R&D, dédiés aux grands froids, se sont donc rapidement imposés comme indispensables face à toutes les nouvelles problématiques de ce type d'exploration-production. La « winterisation » (protection des opérateurs et des installations vis-à-vis de la neige, du gel et du vent) fait partie d'un des axes de recherches majeurs de ce programme R&D.

L'étude, réalisée au cours de cette mission professionnelle, a permis, tout d'abord, de comprendre comment les phénomènes physiques régissent le comportement du GNL, de la fuite jusqu'à son évacuation du module de production. De nombreux scénarii ont été décryptés et caractérisés par modélisations, dans le but d'adopter la solution optimale. Cette analyse approfondie a suscité, vivement, des innovations spécifiques dans la conception des installations. Le design même du module a donc été revisité pour répondre aux exigences sécuritaires, des conditions météorologiques extrêmes et de l'environnement.

Par conséquent, cette étude a mis en exergue le fait qu'il n'est pas raisonnable d'envisager de l'exploration-production, dans ces conditions extrêmes, simplement en transposant les technologies déjà préexistantes. Un travail de recherche en amont est indispensable afin d'appréhender les difficultés de ces contrées hostiles.

Mots-clés : arctique, winterisation, GNL, fuite, aéraulique.



M. Alexander KHACHATURYAN

M2 de l'X

Alexander.KHACHATURYAN@cma.ensmp.fr

Mission : EDF R&D (CLAMART)

Resp: Dominique LAFOND

Analyse et synthèse de la filière solaire, modélisation sous TIMES et intégration dans un outil de prospective énergétique

Pour répondre aux divers objectifs environnementaux à l'horizon 2030 au niveau Européen, les systèmes énergétiques vont probablement être amenés à intégrer de plus en plus l'énergie solaire et ses multiples contributions énergétiques. L'évolution des prix de l'énergie conventionnelle et du CO2, qui pourraient augmenter de manière significative, peut être la clé du développement des technologies solaires (photovoltaïque et solaire thermodynamique à concentration).

L'étude a visé à représenter ces technologies dans MADONE (l'outil de prospective énergétique propre à EDF développé sous TIMES) permettant ainsi de construire un sous-modèle solaire. Divers scénarii d'évolution de la filière solaire (incertitude d'ordre réglementaire, économique, technologique,...) ont été construits, permettant de dégager les principales tendances sur lesquelles peut s'appuyer l'analyse prospective et stratégique du paysage énergétique européen. Cette étude a permis d'évaluer le potentiel d'énergie d'origine solaire sur les systèmes électriques Européens :

- En mesurant, la possible contribution de la filière pour remplir les objectifs 20/20/20 de la commission Européenne.
- En présentant, les impacts de l'intégration de ces technologies sur le mix de production électrique en Europe et sur les émissions de CO2.
- En déterminant, en fonction de mécanismes de soutien, la part de l'électricité d'origine solaire dans le mix énergétique et la compétitivité de ces technologies face à autres moyens de production.

Mots-clés : Solaire, TIMES, modélisation, prospective énergétique



M. Bartosz BOGDAN

EIVP

Bartosz.BOGDAN@
cma.ensmp.fr

Mission : EDF DCT (PARIS La Défense)

Resp: Sylvain VITET

*Villes et aménagements du territoire, convergences énergie-
environnement*

Suite aux traités internationaux pour la lutte contre le réchauffement climatique, la plupart des pays ont traduit le(s) concept(s) de développement durable dans leurs politiques. A l'échelle locale, ces enjeux sont aujourd'hui reflétés dans les concepts de « ville durable », « ville de demain », « éco-cité », « Smart City »... L'efficacité énergétique, qui passe notamment par le développement d'énergies renouvelables locales, est une valeur commune à toutes ces notions.

La géothermie se retrouve alors sur le devant de la scène, car elle est depuis toujours par excellence une option du développement urbain durable.

L'un de mes objectifs de ma mission industrielle, qui s'est inscrite dans le cadre du « projet industriel de ville durable », commandité par la présidence du groupe EDF en 2010, a été de situer les technologies, les enjeux et les perspectives des filières de la géothermie dans le portefeuille de solutions énergétiques du groupe.

Les réflexions menées ont concerné l'ensemble des chaînes de la valeur, que ce soit en géothermie, dite « superficielle », pour la production de chaleur et/ou de froid, ou en géothermie, dite « profonde », pour l'alimentation des réseaux de chauffage urbain ou pour la production d'électricité ou de chaleur via des technologies en cours de développement.

Mots-clés : ville durable, services énergétiques, géothermie(s).



Melle Marion LABATUT

SCIENCES PO PARIS

Marion.LABATUT@cma.ensmp.fr

Mission : EDF R&D (MORET SUR LOING)

Resp: Prabodh POUROUCHOTTAMIN

*Une méthodologie de calcul d'empreintes énergétiques
différenciées par catégories de ménages en France*

EDF R&D s'attache à explorer de nouvelles approches pour mieux comprendre les consommations d'énergie. Il s'agit ici d'évaluer, en plus de l'énergie directe, les contenus en énergie des biens et services consommés par les ménages (énergie grise), qu'ils soient d'origine domestique ou importée.

Un outil de calcul des contenus énergétiques est développé à EDF R&D. Il s'appuie sur la base de données GTAP et utilise la méthode dite « des tableaux entrées-sorties ». Cet outil permet de calculer l'empreinte énergétique moyenne par habitant pour un pays donné.

Cette mission professionnelle a permis de mettre en place une méthodologie pour différencier cette empreinte énergétique par catégories de ménages en France, et par fonctions de consommation (nomenclature fonctionnelle COICOP). Les résultats obtenus sont des empreintes énergétiques pour l'année 2004.

Cette méthodologie permet dans un premier temps de définir des contenus énergétiques par Euro dépensé par fonction de consommation avec l'outil de calcul s'appuyant sur la base de données GTAP. Dans un second temps, ces contenus sont affectés aux dépenses de consommation finale et effective des ménages par fonction de consommation.

Nous disposons à l'issue de cette mission de premiers résultats d'empreinte des ménages selon quatre critères de distinction : niveau de vie, composition du ménage, âge et catégorie socioprofessionnelle de la personne de référence.

Mots-clés : empreinte énergétique, contenus énergétiques, GTAP, consommation finale.



M. Saul PEDRAZA

EMNantes

Saul.PEDRAZA@cma.ensmp.fr

Mission : GRTgaz (Bois-Colombes)

Resp: Marc TANCRE

Outil d'aide à la conduite horaire du réseau principal de GRTgaz

A partir de 2010, la consommation de gaz naturel en France et en Europe est repartie à la hausse après une baisse sans précédent associée à la crise économique de 2008. Celle-ci devrait continuer à augmenter dans les prochaines années, portée notamment par le développement des Centrales à Cycles Combinés Gaz. En France, ces dernières sont raccordées au réseau haute pression et ont la particularité de présenter des profils de consommation fortement modulés dans la journée qui s'expliquent par leur utilisation pour la production d'électricité en semi-base.

En tant que propriétaire et gestionnaire du principal réseau haute pression en France, GRTgaz est responsable de son équilibrage physique. L'approvisionnement étant basé sur des expéditions relativement constantes dans la journée, le stock de gaz en conduite est une possibilité pour répondre aux besoins de modulation des consommations. Cependant, son utilisation étant limitée par la dimension du réseau, le recours à d'autres flexibilités intra-journalières, contractualisées avec les opérateurs de stockage et de terminaux méthaniers, s'avère nécessaire.

Afin d'optimiser la gestion intra-journalière des sources d'équilibrage dans le réseau de GRTgaz, la Direction Système Gaz travaille depuis 2010 sur le projet HELP (Hourly Enhanced Line Pack), un outil d'aide à la programmation horaire. Dans ce contexte, le travail réalisé a consisté à développer un prototype capable d'automatiser la planification horaire des flux de gaz en fonction de l'état initial du réseau, des approvisionnements et des prévisions de consommation. En s'appuyant sur des techniques d'optimisation capables de simuler le comportement des ouvrages, l'outil implémenté permet de déterminer, sous contraintes physiques et contractuelles, une gestion optimale du stock en conduite et des sources de flexibilité.

Utilisé au quotidien, ce prototype participe à la planification et au pilotage intra-journalier du réseau. Il sert également de base pour les études d'industrialisation qui visent à faire de HELP un outil central pour l'activité du Dispatching-National de GRTgaz.

Mots-clés : réseau de gaz, optimisation, perte de charge, centrale à cycle combiné gaz



**M. Miguel LOPEZ-BOTET
ZULUETA**

ENSTA

Miguel.LOPEZ-
BOTET_ZULUETA@cma.ensmp.fr

Mission : EDF R&D (CLAMART)

**Resp: Jérémy LOUYRETTE, Damien
DEVILLAINE**

*La gestion des systèmes électriques
insulaires face à l'arrivée massive des EnR
intermittentes et à l'intégration de systèmes
de stockage*

Les systèmes électriques insulaires ont leurs propres particularités : les coûts de production sont plus élevés, les interconnexions sont limitées voire nulles et nous trouvons souvent un contexte favorable au développement des énergies renouvelables intermittentes. Toutefois, la capacité d'accueil des énergies intermittentes est limitée techniquement et réglementairement à 30% de la puissance appelée sur le réseau afin de préserver la stabilité de celui-ci face aux variations brutales de la production d'électricité intermittente (éolien et photovoltaïque).

A La Réunion, le taux de pénétration du photovoltaïque est proche de ce seuil de 30%. A l'horizon 2020, la puissance photovoltaïque installée va augmenter et les besoins en moyens complémentaires et en provision de réserve liés à sa variabilité aussi. Nous nous sommes intéressés à la gestion de cette réserve et au surcoût qu'implique le développement massif des EnR intermittentes.

En Guadeloupe, à travers la comparaison de différents scénarios, nous avons valorisé l'impact de l'intégration d'une STEP marine en terme de réduction de la production et des démarrages des groupes thermiques et d'une réduction des investissements en moyens de production de pointe. La STEP améliore la gestion du parc car elle fournit de la réserve et permet de faire un report d'énergie des EnR intermittentes. En conséquence, elle favorise un développement plus fort de ces EnR.

Ce projet apporte des éléments d'analyse sur la valorisation des flexibilités, notamment des systèmes de stockage et aussi il nous a permis d'évaluer le coût de l'intégration des énergies renouvelables intermittentes au parc et le coût de la sécurisation du système par la fourniture de réserve.

Mots-clés : EnR intermittentes, réserve de puissance, stockage, STEP marine



M. Arnaud MAINSANT

ENSAM

Arnaud.MAINSAANT@cma.ensmp.fr

Mission : EDF R&D (MORET SUR LOING)

Resp: Patrice NOGUES

*Perspectives d'améliorations de l'efficacité des
voitures thermiques*

Les véhicules équipés de moteur thermique ont encore un grand avenir devant eux, pour de nombreuses raisons. Si ces raisons sont en premier lieu économiques (émergence difficile de la concurrence, société du « tout automobile », etc), les véhicules actuels disposent pour autant d'un potentiel d'amélioration de leur efficacité énergétique non négligeable pour justifier technologiquement cette domination.

Actuellement, on estime à 40% le meilleur rendement atteignable par les moteurs diesel (5 à 10% de moins pour l'essence). Cependant d'importantes perspectives de réduction de consommation s'ouvrent aux véhicules thermiques, par l'intermédiaire d'avancées technologiques majeures : downsizing, injection directe essence, commande électromagnétique des soupapes...

La littérature propose bon nombre d'estimations de ces gains de consommation à long terme. Néanmoins, les chiffres énoncés nécessitent beaucoup de prudence quant à leur utilisation, notamment dans le cadre d'une étude prospective : comment cumuler plusieurs technologies, quels types de cycle de conduite sont réellement impactés, etc ?

Cette étude se propose de fournir une synthèse précise de la littérature sur ce sujet, sous ses aspects technique et économique, et de réaliser des croisements de résultats pertinents. Par ailleurs, l'auteur ayant eu à sa disposition un logiciel de modélisation automobile performant, Amesim, il a pu obtenir par ce biais des résultats de simulation propres à apporter un éclairage différent sur ces estimations.

Mots-clés : moteur thermique, rendement, consommation, carburant, efficacité énergétique



M. Fabien WLOCH

ENSAM

Fabien.WLOCH@cma.ensmp.fr

Mission : EDF DME (COURBEVOIE)

Resp: Julien DELAITRE

Etude du déploiement d'une infrastructure de charge pour véhicules électriques à travers des projets d'expérimentation

Afin de répondre aux enjeux environnementaux, la filière du véhicule électrique est soutenue par une volonté politique sans précédent partout dans le monde. L'objectif affiché en France, est d'atteindre un parc de 2 millions de véhicules électriques (VE) en 2020.

Mais les spécificités de cette nouvelle forme de mobilité induisent de nombreux changements qu'il convient d'étudier en profondeur. Ces changements se situent aussi bien en aval de la prise électrique, du côté de l'usage du véhicule, qu'en amont, du côté du réseau électrique. Le déploiement d'une infrastructure de charge comporte en effet pour l'industrie électrique de nombreuses contraintes techniques et économiques : comment financer à moindre coût un réseau de bornes de charge publiques ex-nihilo tout en s'assurant de la stabilité du réseau électrique ? Comment maîtriser l'appel de puissance électrique générée par les VE et s'assurer de la minimisation de son impact CO2 ? Comment mettre en place des moyens efficaces pour gérer les pics de consommation électrique chez les clients ?

De nombreux projets de démonstration sont actuellement en cours chez EDF pour répondre à ces questions. Le travail effectué au cours de cette mission professionnelle a permis d'analyser de nombreuses données issues de ces expérimentations, notamment sur les coûts d'installation des bornes de recharge ou encore sur les habitudes d'usage des conducteurs. Ce dernier point a permis de mettre en évidence l'intérêt d'une charge « pilotée ».

Il ressort de cette étude des recommandations pour une stratégie de développement optimale d'une infrastructure de charge en prenant en compte des aspects économiques, environnementaux et techniques.

Mots-clés : Véhicules Electriques, infrastructure de charge, CO2, réseau intelligent, gestion de la charge, VE, VHR, V2G, G2V



M. Pierre-jean DELHOUME

EMAC

Pierre-jean.DELHOUME@cma.ensmp.fr

Mission : ENERGY POOL (LYON)

Resp: Davy MARCHAND-MAILLET

Construction de nouvelles règles du marché français de l'électricité pour le développement de la filière Demand Response

Créée en 2008, Energy Pool est une start-up française spécialisée dans le Demand Response (DR), terme qui désigne l'ensemble des actions de gestion de la demande d'électricité. Aujourd'hui premier agrégateur européen d'effacement en terme de capacité, Energy Pool évolue pourtant dans un environnement peu favorable à son activité. En effet, les règles du marché français de l'électricité restent favorables à la filière production et ne permettent pas le développement de la filière DR.

Cette tendance est cependant sur le point de changer. Les autorités françaises ont en effet compris que les défis auxquels le système électrique fait face actuellement (augmentation des puissances de pointes de consommation, intégration des énergies renouvelables intermittentes, ...) ne pourront être surmontés sans une filière du DR solide et compétitive. La publication du rapport Sido-Poignant en avril 2010 constitue un élément déclencheur de cette volonté de créer de nouvelles règles dans le but de soutenir le développement du Demand Response en France. Energy Pool entend ainsi participer pleinement à ce changement de paradigme.

La mission consistera à participer à la construction de ces nouvelles règles à travers plusieurs axes : la création d'un marché de capacité, l'aménagement de nouvelles règles sur le marché d'ajustement et concernant le contrôle du réalisé de l'effacement de consommation et également le lancement d'un projet d'intégration des énergies renouvelables intermittentes grâce au Demand Response.

Mots-clés : effacement, smart grid, demand response, marché de l'électricité, marché d'ajustement, lobbying



M. Cyril TERRIER

ESPCI

Cyril.TERRIER@cma.ensmp.fr

Mission : SCHNEIDER ELECTRIC (eybens)

Resp: Philippe RAFFIN

Demand Response : Architecture de plateforme et potentiel de développement.

L'évolution récente du volume et des modes de consommation de l'électricité appelle une évolution des modes d'opérations des réseaux électriques. Ce phénomène est généralisé à l'ensemble des pays industrialisés et en développement, ainsi qu'à tous les secteurs d'activité.

L'augmentation plus ou moins brutale des consommations électriques nationales, l'insertion du véhicule électrique sur les réseaux ou encore l'accentuation des phénomènes de pointe accroissent les risques de congestion et de défaut des réseaux. A mi-chemin entre l'organisation d'un délestage tournant (action sur la demande) et la construction de nouveaux groupes de production et lignes électriques (action sur l'offre), le Demand Response propose de reporter contre rémunération des consommations de charges non critiques et ciblées lors de périodes risquées pour la stabilité du réseau électrique.

Opéré depuis le premier choc pétrolier au États-Unis, le Demand Response, situé à la convergence d'une multitude d'intérêts, connaît aujourd'hui un essor sans précédent, tant dans son extension à de nouvelles zones géographiques que dans son évolution technologique en bénéficiant des développements récents des technologies de l'information. Dans la course à l'acquisition de ce nouveau marché, un avantage décisif sera pris par celui qui parviendra le premier à industrialiser le processus et à le rendre compatible aux divers réseaux électriques de la planète, quelque soit son niveau de développement.

En conséquence, le travail effectué au cours de cette mission a eu pour objectif, d'une part, de bâtir l'architecture intégrée et industrialisée d'une plateforme opérationnelle du Demand Response depuis le consommateur final jusqu'aux opérateurs et d'autre part, d'industrialiser la recherche de capacités interruptible dans l'ensemble des secteurs d'activité.

Mots-clés : Demand Response, courbe de charge, réseaux intelligents, puissance, charge.



M. Teddy BOUVET

EMAC

Teddy.BOUVET@cma.ensmp.fr

Mission : EDF SEI & UC (AJACCIO)

Resp: Damien DEVILLAINE, Philippe POGGI

Le couplage d'une production photovoltaïque et d'un stockage électrochimique sur le réseau électrique : expérimentations et simulation d'algorithmes de gestion.

Que cela soit pour programmer la production d'une source intermittente fatale (solaire, par exemple), ou pour compenser en instantané les fluctuations de cette ressource, le recours au stockage s'avère de plus en plus indispensable pour l'intégration massive des énergies renouvelables dans les réseaux électriques. Néanmoins, la recherche d'une configuration optimale en termes de coût et de service rendu par un tel système énergétique n'est pas toujours évidente. C'est tout l'enjeu de la mission qui nous a été confiée.

Dans le cadre du projet multipartenaire « MICROSCOPE », pour « Micro Injecteur Connecté au Réseau pour Optimiser par le Stockage la Courbe de Production Electrique », EDF R&D et EDF SEI se sont associés à l'Université de Corse pour évaluer les performances d'une installation de stockage décentralisée constituée de batteries plomb acide et de modules photovoltaïques.

Nous avons tout d'abord mené une étude expérimentale pour analyser le comportement de ce système avec un algorithme d'écrtage de pointes journalières du réseau. Les résultats de cette étude ont contribué à valider le travail de modélisation mené ensuite pour développer un simulateur du système MICROSCOPE. Cet outil numérique a été notre support pour simuler différents scenarii (algorithmes, dimensionnements), et évaluer des configurations optimales vis-à-vis du coût et du service rendu.

Mots-clés : stockage électrochimique, énergie photovoltaïque, expérimentation, modélisation, simulation, algorithmes de gestion, analyse technico-économique.



M. Matthieu THIBOUST

Mission : SCHNEIDER (Grenoble)

X

Resp: Vincent Mazauric, Jean Pasternak

Matthieu.THIBOUST@cma.ensmp.fr *Prospective carbone & efficacité énergétique*

Suite aux négociations internationales sur le climat, certains pays se sont engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. Les économies d'énergie permettant indirectement de diminuer les émissions carbonées, ces engagements auront un impact sur le développement des solutions d'efficacité énergétique. L'objectif est de quantifier ces impacts et d'en connaître les sensibilités en fonction du niveau des contraintes carbonées dans les différentes régions du monde, de manière à identifier les opportunités de business pour un industriel comme Schneider Electric en fonction des engagements climatiques.

L'étude est réalisée à l'aide d'un modèle de prospective énergétique développé par le Centre de Mathématiques Appliquées des Mines ParisTech : TIAM-FR. Il s'agit d'un modèle d'optimisation bottom-up basé sur le modèle ETSAP-TIAM, tous deux faisant partie de la famille de modèles MARKAL/TIMES. Connaissant les caractéristiques détaillées de nombreuses technologies, ces modèles permettent de trouver la meilleure allocation possible des ressources à moyen et long terme en minimisant le coût total actualisé du système énergétique. En plus de cette vision technico-économique, TIAM-FR adopte une représentation mondiale du système énergétique divisé en 15 régions et est couplé à un module climatique permettant d'optimiser sous contrainte carbone.

L'étude nécessite d'abord d'implémenter le concept "d'efficacité énergétique" dans le modèle afin de comprendre les liens entre contrainte carbone et business de l'efficacité énergétique. Les résultats du modèle avec différents scénarios climatiques sont ensuite analysés. Pour des raisons de temps, seul le secteur industriel a été traité.

Mots-clés : modèles de prospective, carbone, efficacité énergétique, TIAM-FR, MARKAL



M. François BRIENS

Mission : CHAIRE MPDD (SOPHIA ANTIPOLIS)

INSA Lyon

Resp: Nadia MAIZI, Edi Assoumou

Francois.BRIENS@cma.ensmp.fr

Amélioration des modèles de consommation d'énergie dans les outils prospectifs

Changement climatique, raréfaction des ressources fossiles et demande énergétique croissante sont aujourd'hui les principaux déterminants du contexte énergétique mondial. Face à ces enjeux cruciaux, l'utilisation de modèles de prospective est devenue une nécessité pour éclairer les décideurs dans leurs choix politiques.

Parmi ces modèles, ceux de type Bottom-Up permettent de répondre à des questions techniques grâce à différents niveaux de désagrégation. Toutefois, des améliorations restent à apporter pour l'étude de problèmes relatifs à la demande, qui requièrent un niveau de désagrégation supplémentaire : les modèles doivent alors être affinés.

Le travail effectué s'est porté d'une part sur les usages de l'électricité, à travers la caractérisation et le tracé des courbes de charge des usages domestiques, industriels et tertiaires de l'électricité, et d'autre part, sur le secteur du transport de passagers. En ce qui concerne ce dernier, les avancées majeures consistent en l'élaboration de l'outil de modélisation ESPACE, qui a permis de juger de la pertinence d'une approche segmentée (par type et puissance fiscale) des parcs automobiles, et de l'intégration des lois de survie des véhicules dans un modèle « technologique » tel que le modèle MarkAl, où cette désagrégation a été transposée.

Plusieurs étapes ont ainsi été franchies dans l'amélioration des modèles de consommation, et ont permis d'évaluer leurs sensibilités à de nouveaux paramètres. Afin de poursuivre ce travail de désagrégation, de nouvelles mesures, de nouvelles données, plus précises et plus complètes que celles existantes seront nécessaires.

Mots-clés : transport, courbe de charge, consommation, usages domestiques de l'électricité, parc automobile, segmentation, loi de survie, prospective, MarkAl.
