MASTERE SPECIALISE EN

OPTIMISATION DES SYSTEMES ENERGETIQUES

PRESENTATION DES THESES PROFESSIONNELLES DE LA PROMOTION 2011

SOPHIA ANTIPOLIS – 25 ET 26 SEPTEMBRE 2012

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.

Mastère OSE - Mines ParisTech
Rue Claude Daunesse – CS 10207 – F – 06904 Sophia Antipolis Cedex
Tel. 04 93 95 75 22 Fax : 04 93 95 75 16 E-mail : contact@mastere-ose.fr http://mastere-ose.fr

Mardi 25 Septembre 2012

Amphithéâtre Mozart – Bâtiment A

8h45	***M.***	***BOUFFARON***	***Pierrick***	***ERDF***	***HUIS-CLOS***
	Nice Grid, démonstrateur de quartier solaire intelligent				
9h30	**M.**	**AULAGNIER**	**Vincent**	**CMA/ERDF**	
	Optimisation de la recharge d'une flotte captive de véhicules électriques				
10h15	**PAUSE**				
10h30	**M.**	**GRIMALDI**	**Thibaud**	**WIT**	
	Méthodes d'évaluation du confort et de la qualité d'un environnement intérieur clos				
11h15	**M.**	**JESUWAME**	**Jesuvivi David**	**CONSTELLIUM**	
	Optimisation des coûts énergétiques : Pilotage des fours de fusion				
12h00	**DEJEUNER**				
13h45	**M.**	**LECHEVALIER**	**Steve**	**ECOTYPE / CMA**	
	Développement d'un modèle de prospective dans le cadre d'un projet artistique interactif traitant de l'aménagement du territoire et du développement durable				
14h30	**Mlle.**	**BARQUE**	**Mariam**	**EDF R&D**	
	Capture et stockage du CO2 : Potentialités et perspectives à l'horizon 2050 en Europe.				
15h15	**M.**	**LINTZ**	**Yoann**	**TOTAL**	
	Amélioration de l'efficacité énergétique des raffineries du groupe				
16h00	**PAUSE**				
16h15	**M.**	**WACZIARG**	**Adrien**	**EDF R&D**	
	Le futur énergétique du Japon après les événements du 11 mars 2011				
17h00	**M.**	**SAVINA**	**Matthieu**	**EDF DCT**	
	Ville durable				
17h45	***M.***	***MENANTEAU***	***Clément***	***EDF DME***	***HUIS-CLOS***
	Intégration du véhicule électrique dans l'habitat résidentiel				
18h30	**FIN de la première journée**				

Mercredi 26 Septembre 2012

Amphithéâtre Mozart – Bâtiment A

8h45	**M.**	**DUDOUIT**	**Renaud**	**Chaire MPDD / CMA**	
	Analyse critique du rapport Énergie 2050 et Impact de l'évolution de la population sur la consommation dans le résidentiel avec le modèle TIMES-MÉNAGES.				
9h30	**M.**	**CALANDRUCCIO**	**Nicolas**	**EDF R&D**	
	Analyse de l'impact du tramway sur les mobilités urbaines quotidiennes à Bordeaux grâce aux enquêtes ménages déplacements				
10h15	**PAUSE**				
10h30	**M.**	**ALOTHMAN ALRAGHEB**	**Moutaz**	**SEQUARIS**	
	Station d'épuration de Valenton : optimisation énergétique du site				
11h15	**Mlle.**	**FOUQUET**	**Manon**	**EDF R&D**	
	Optimisation de centrales modélisées sous Dymola/Modelica				
12h00	**DEJEUNER**				
13h45	**M.**	**POSTIC**	**Sébastien**	**SCHNEIDER ELECTRIC**	
	Efficacité énergétique et prospective sous TIMES				
14h30	**M.**	**PAULO**	**Thomas**	**EDF R&D**	
	Analyse du potentiel de participation des VE-VHR à des mécanismes de flexibilité (services systèmes, effacement, stockage)				
15h15	**M.**	**MECHERI**	**Mounir**	**EDF R&D**	
	Cycle ORC : analyse technico-économique et étude de cas.				
16h00	**PAUSE**				
16h15	**M.**	**LE COZ**	**Martin**	**EDF R&D / SEI**	
	Valorisation de l'intégration de stockage d'électricité dans les Systèmes Energétiques Insulaires				
17h00	**M.**	**PERRIGAULT**	**Thibault**	**ADP**	
	Identification et évaluation technico-économique des applications Smart Grid les plus pertinentes à court et long termes pour ADP				
17h45	***M.***	***ROMEZIN***	***Julien***	***CNR***	***HUIS-CLOS***
	Gestion Optionnelle de réservoirs : analyses, méthodologies et applicabilités				
18h30	**FIN des soutenances**				

M. Pierrick BOUFFARON

ECN

Pierrick.BOUFFARON@cma.ensmp.fr

Mission : ERDF (Marseille)

Resp: Christophe ARNOULT

Nice Grid, démonstrateur de quartier solaire intelligent

Dans son effort d'optimisation des infrastructures énergétiques des états membres et de diminution des émissions de gaz à effet de serre, la Commission Européenne axe une partie de son action sur la conversion du système électrique européen vers une architecture dite « intelligente », capable de gérer de manière dynamique de multiples sources et consommateurs décentralisés grâce aux Technologies de l'Information et de la Communication (TICs) tout en assurant fiabilité et sécurité d'approvisionnement. Ces réseaux novateurs sont appelés réseaux intelligents (Smart Grid)..
Démonstrateur de quartier solaire intelligent situé à Carros (06), Nice Grid offre aux acteurs engagés le cadre expérimental permettant d'optimiser l'exploitation du réseau de distribution avec une forte production d'électricité photovoltaïque et du stockage. Pour y parvenir, le démonstrateur développe un gestionnaire d'énergie qui agit sur plusieurs leviers, notamment les prévisions de la production d'électricité solaire et la consommation des clients du lendemain, le pilotage d'équipements communicants dans les foyers et de batteries Lithium-ion à différents niveaux du système électrique : poste source, réseau basse tension, consommateur. L'ambition principale du démonstrateur est de donner à l'habitant volontaire un rôle actif dans le pilotage de son équilibre production-consommation-stockage. Nice Grid permet aussi d'étudier une zone îlotable, c'est-à-dire une poche de consommation autonome dotée de ses propres moyens de production d'électricité photovoltaïque et de stockage.

En tant que pilote opérationnel et stratégique, l'équipe ERDF Nice Grid intervient en mode projet sur l'ensemble des aspects inhérents au développement du démonstrateur, qu'ils soient opérationnels, académiques ou communicationnels : les six mois de thèse professionnelle ont vu mon implication sur l'ensemble de ces thématiques. Les cahiers des charges techniques du démonstrateur et du gestionnaire d'énergie associé ont été particulièrement développés.

Mots-clés : réseau intelligent, Nice Grid, photovoltaïque, stockage, îlotage, optimisation.

M. Vincent AULAGNIER

ENSE3

Vincent.AULAGNIER@cma.ensmp.fr

Mission : CMA (Sophia Antipolis)

Resp: Gilles BERNARD, Marc BORDIER

Optimisation de la recharge d'une flotte captive de véhicules électriques - Projet InfiniDrive

Le parc de véhicules utilitaires légers en France en flotte captive s'élève à plus de 1,5 million de véhicules (Source : Service Économie Statistiques et Prospective SESP du Ministère de l'Environnement, 2010). Force est de constater que l'engagement des exploitants de flotte pour le véhicule électrique marquera le démarrage de la filière industrielle en France à la condition d'atteindre le double objectif : un bilan économique et écologique positif pour l'exploitant, et la formation d'un écosystème stable où chaque acteur trouve une juste place. Les infrastructures de recharge sont un des points clés de cet écosystème et leur développement fait partie des verrous qui doivent être levés pour l'émergence de la filière véhicules électriques en France.

Réunissant au sein d'un consortium trois entreprises et trois laboratoires, dont le Centre de Mathématiques Appliquées de Mines ParisTech (CMA), le projet InfiniDrive a pour but d'imaginer des infrastructures de recharge innovantes pour les flottes captives de véhicules électriques. Il bénéficie d'un budget de plus de 9 millions d'euros, dont 3,56 millions d'euros fournis par l'ADEME. Il fait appel au CMA pour l'élaboration des algorithmes d'optimisation de la recharge.

Cette thèse professionnelle a permis d'étudier plusieurs approches pour l'optimisation de la recharge d'une flotte captive de véhicules électriques et de sélectionner la plus pertinente compte tenu des infrastructures existantes et des données mises à disposition par les différents acteurs (gestionnaire du réseau de distribution, fournisseur d'électricité, constructeur de véhicule). Finalement, le choix de l'algorithme a été issu d'un compromis entre la fidélité du modèle, la faisabilité de l'implémentation et la vitesse de calcul de l'optimum.

Mots-clés : Véhicule électrique, flotte captive, optimisation, pilotage de la recharge, modélisation de batteries

M. Thibaud GRIMALDI

EMAC

Thibaud.GRIMALDI@cma.ensmp.fr

Mission : WIT (Saint-Laurent du Var)

Resp: Fabienne GASTAUD

Méthodes d'évaluation du confort et de la qualité d'un environnement intérieur clos

En France, près de la moitié de l'énergie finale est consommée dans le secteur tertiaire et résidentiel. Cette énergie est principalement utilisée afin d'assurer une bonne qualité de l'environnement intérieur pour les occupants. Cependant, comment peut-on vérifier que le confort assuré par un bâtiment répond aux exigences des utilisateurs ?

Selon la norme EN 15251, les exigences des occupants se résument en quatre catégories : le confort thermique, la qualité de l'air, le confort visuel et le confort acoustique.

Le confort thermique peut être évalué par deux indicateurs : le Vote Prévisible Moyen (PMV), traduisant le ressenti des occupants vis-à-vis des conditions thermiques, et le Pourcentage Prévisible d'Insatisfaits (PPD).
L'évaluation de la qualité de l'air passe par la mesure des concentrations en polluants contenus dans l'air intérieur. Ces polluants ont généralement des effets nocifs pour la santé et dégradent le confort des personnes.
Le confort visuel et le confort acoustique sont plus difficilement évaluables. Cependant, il est tout de même possible de mesurer l'éclairement et le niveau sonore au sein d'une pièce et de comparer ces mesures aux seuils fixés par la norme citée ci-avant.

La connaissance de tous ces indicateurs permet de savoir comment les conditions intérieures sont ressenties par les occupants. Bien entendu, plus il y aura d'instruments de mesure installés au sein du bâtiment, plus l'évaluation de la qualité de l'environnement intérieur sera précise.

Mots-clés : Confort, environnement intérieur, qualité de l'air, confort thermique, confort visuel, confort acoustique, Vote Prévisible Moyen, Pourcentage Prévisible d'Insatisfaits.

M. Jesuvivi David JESUWAME

Ecole des Mines de Nancy

Jesuvivi_David.JESUWAME@cma.ensmp.fr

Mission : ALCAN-CONSTELLIUM (Voreppe)

Resp: Bruno MAGNIN, Pierre-Yves MENET

Optimisation des coûts énergétiques : Pilotage des fours de fusion

Dans le contexte énergétique actuel, la maîtrise des coûts énergétiques constitue pour les industriels un facteur essentiel de compétitivité. Constellium, groupe industriel qui fabrique des plaques massives d'aluminium à partir de la fusion secondaire de déchets d'aluminium solide (copeaux de fraisage et de scalpage) et de lingots de métal, utilise un ensemble de procédés de traitement thermique très énergivores. Les dépenses énergétiques représentent le troisième poste de dépenses d'une usine de transformation d'aluminium et constituent un facteur important des émissions polluantes.

Les fours de fusion au gaz naturel sont équipés de brûleurs régénératifs et de système de récupération de chaleur qui permet de réchauffer l'air de combustion à partir de la chaleur récupérée des fumées. Cependant, le pilotage de ces fours pose des difficultés de détection de la fin de fusion.

L'étude réalisée au cours de cette mission industrielle a permis de mettre au point un outil, le modèle Fusalu, qui permet de déterminer correctement la fin de fusion avec une marge d'erreur de ± 3%. Ce modèle permet de déterminer un optimum temps de cycle-consommation énergétique. Il sert également à réaliser des prévisions d'augmentation de la productivité. Plusieurs cas de simulations ont été réalisés (type de chargement, température de voute, puissance des brûleurs, prix de l'énergie sur le marché…).

Par ailleurs, une étude de cas a été réalisée. Cette étude a permis de mettre en évidence la nécessité de former et de sensibiliser les opérateurs sur les avantages des bonnes pratiques énergétiques et de maîtrise des fours en usine.

Mots-clés : modèle Fusalu, brûleurs régénératifs, coûts énergétiques, récupération de chaleur, fours de fusion, fin de fusion, économies d'énergie.

M. Steve LECHEVALIER

IUP GSIME Rouen

Steve.LECHEVALIER@cma.ensmp.fr

Mission : ECOTYPE / CMA (SOPHIA ANTIPOLIS)

Resp: Frédéric ALEMANY, Sandrine SELOSSE

Développement d'un modèle de prospective dans le cadre d'un projet artistique interactif traitant de l'aménagement du territoire et du développement durable

Le jeu éducatif ECOTYPE est un outil de sensibilisation du public qui a pour objet d'aider les collectivités locales à communiquer sur les enjeux de l'aménagement du territoire et du développement durable de manière ludique, interactive et artistique. L'objet du projet est de concevoir et de mettre en œuvre un dispositif scénographique représentant la commune, la France et le monde dans un espace immersif géodésique de 110m² au sein duquel le public sera invité à jouer le futur de son territoire en effectuant ses propres choix d'aménagement.

A l'intérieur du dôme, une représentation du territoire sera tout d'abord présentée dans le présent au moyen d'écrans de données, de projections d'images et d'effets abstraits sons & lumières. Le public effectuera alors ses propres choix d'aménagement à l'échelle de la commune au moyen d'une interface numérique. Une nouvelle représentation du territoire sera alors proposée à horizon 2020 puis 2050. Les choix étant extrapolés à l'échelle nationale et mondiale, le public assistera non seulement à l'évolution de son propre territoire, mais également à l'évolution de la France et du monde.

L'objectif de la mission qui s'est déroulée au Centre de Mathématiques Appliquées de MINES ParisTech a été de fournir à l'équipe artistique un modèle prospectif simplifié permettant de représenter les tendances d'évolution des systèmes territoriaux et incluant les principales données et dynamiques caractérisant ces derniers. Il s'agit principalement de représenter les trajectoires de consommation et de production d'énergie, les émissions de gaz à effet de serre, l'évolution de la population et de l'occupation des sols, les transports, l'agriculture, la consommation d'eau, la production de déchets, la préservation de la biodiversité, l'économie, l'habitat ou bien encore les politiques sociales et environnementales.

Mots-clés : prospective, aménagement du territoire, développement durable, arts numériques.

Melle Mariam BARQUE

EMAC

Mariam.BARQUE@cma.ensmp.fr

Mission : EDF R&D (Clamart)

Resp: Dominique LAFOND

Capture et stockage du CO2 : Potentialités et perspectives à l'horizon 2050 en Europe.

Dans un contexte d'augmentation de la demande énergétique et de réduction des émissions de gaz à effet de serre, la capture et le stockage du CO2 (CCS) se présente comme la technologie de décarbonation du thermique à flamme. L'AIE estime que le CCS, dont les premiers démonstrateurs sont prévus pour 2020, pourrait en 2050 permettre de réduire les émissions du secteur énergétique européen de 10% par rapport à 1990.

Comment et à quel prix capturer, transporter et stocker le CO2 ? A quel horizon peut se développer le CCS compte tenu du volume des réservoirs ? Quelle place pour le CCS dans le mix énergétique Européen à l'horizon 2050 ?

Afin d'apporter des réponses à ces problématiques, le travail réalisé au cours de cette mission professionnelle a permis de constituer un modèle représentatif de la chaine CCS sous MADONE (outil de prospective propre à EDF et développé sous TIMES) pour les 29 pays Européens à l'horizon 2050.

Ce travail de modélisation a été validé par une première étude de sensibilité de la pénétration de la CCS aux paramètres technico-économiques (taux de capture, prix du CO2) pour un scénario de prix de combustible cohérent avec celui de la Roadmap 2050 publiée par la Commission Européenne en décembre 2011.

Mots-clés : Capture CO2, stockage CO2, capacité de stockage, prix du CO2, réseau CO2

M. Yoann LINTZ

ENIM

Yoann.LINTZ@cma.ensmp.fr

Mission : TOTAL (Mardyck)

Resp: Patrick ROUSSEL

Amélioration de l'efficacité énergétique des raffineries du groupe

Le contexte énergétique actuel est marqué par une sensibilisation croissante du secteur industriel aux enjeux environnementaux. Ce nouveau paradigme se traduit principalement par l'augmentation constante des contraintes de production à travers la mise en place de réglementations de plus en plus restrictives sur les émissions polluantes mais également sur les spécifications des carburants. Ce renforcement des législations, couplé à la raréfaction des ressources fossiles et au déséquilibre croissant entre la production et la consommation de produits pétroliers pousse le secteur du raffinage européen à s'adapter constamment aux différentes évolutions énergétiques et à la nouvelle conjoncture économique.
Pour pallier à l'ensemble de ces problématiques et garantir sa position parmi les leaders pétroliers mondiaux, TOTAL s'est engagé dans une démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique de l'ensemble de ses raffineries en déployant le projet AMPERE (Agissons pour une Meilleure Performance Énergétique du Raffinage Européen). Son objectif étant d'accroitre ses performances énergétiques de l'ordre de 1 à 2 % par an grâce au déploiement d'une méthodologie commune structurée, adressant les sujets techniques, organisationnels et comportementaux.
L'étude, réalisée au cours de cette mission professionnelle, a portée sur la préparation du transfert de la démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique des raffineries du groupe instaurée par des consultants, vers l'outil ou le référentiel interne. Celle-ci s'est appuyée sur l'expérience des consultants généralistes et techniques ainsi que sur la norme ISO 50001. Le but étant d'assurer l'autonomie totale en interne pour mener toutes les phases de la démarche et de pérenniser les fonctions qui la feront vivre au sein du groupe. Cette stratégie de maitrise de ses consommations et de développement d'une culture énergie standardisée à l'ensemble de ses filiales permettra à TOTAL de réduire de manière significative ses consommations spécifiques et les émissions de polluants étant associés à ses activités.

Mots-clés : raffinage, performance énergétique, expertise technique, organisationnelle, comportementale, ISO 50001

M. Adrien WACZIARG

ENSMN

Adrien.WACZIARG@cma.ensmp.fr

Mission : EDF (Moret sur loing)

Resp: Prabodh POUROUCHOTTAMIN

Le futur énergétique du Japon après le 11 mars 2011

Le grand séisme du large de la côte Pacifique du Tohoku survenu le 11 mars 2011 au Japon pourrait avoir déclenché un changement profond et durable dans les valeurs de la société japonaise, affectant notamment la stratégie énergétique du pays. En effet, le séisme ainsi que le tsunami ont été directement à l'origine de lourds dégâts matériels et humains, bien que le Japon ait déjà connu des catastrophes naturels semblables au cours de son histoire. L'accident nucléaire qui s'ensuivit a donné à cet événement un impact spécifique : évacuation des « réfugiés nucléaires », contamination, stress… Progressivement démuni d'énergie nucléaire qui constituait jusqu'alors 30% de la production électrique, le pays a dû surmonter la crise énergétique en réduisant la demande et augmentant les imports de combustibles fossiles.
Ce triple désastre a mis en exergue une faille dans le système de gestion de la sûreté nucléaire, et a remis en question une classe dirigeante exclusive, composée du gouvernement, des partis politiques et des grandes entreprises. Celle-ci était pourtant un facteur majeur de cohésion sociale jusqu'alors, bien que déjà tacitement source d'insatisfaction depuis ces dernières dizaines d'années. La crise sociale actuelle que vit le Japon peut être interprétée comme un refus du nucléaire, mais surtout comme un rejet du système de gouvernance dans sa globalité.
Reste à savoir si ce changement attendu aura bien lieu. La société civile étant en passe d'occuper une place grandissante dans les débats publics et les élections approchant à grands pas, les partis politiques affichent de plus en plus leur volonté de « sortir du nucléaire », investir dans les technologies alternatives de génération d'énergie et de réduction de la demande afin d'en faire un futur fer de lance de l'économie nationale. Malgré cela, la population souffrant déjà d'une longue stagnation et d'un vieillissement rapide, risque de devoir accepter pour cela une situation encore moins soutenable qu'aujourd'hui. Outre la pression économique, un autre obstacle au changement sera le système politique et industriel en place qui semble encore attaché à son fonctionnement traditionnel, toujours fervents défenseurs de la technologie nucléaire civile.

Mots-clés : Japon, 11 mars 2011, nucléaire, tsunami, séisme, Fukushima, prospective, société.

M. Matthieu SAVINA

ECN

Matthieu.SAVINA@cma.ensmp.fr

Mission : EDF (Paris La défense)

Resp: Jean-Noël GUILLOT

Ville durable

La population urbaine en France et à l'international est en forte croissance. Actuellement, plus de la moitié de la population mondiale vit en ville. Ces dernières représentent 75% de la consommation énergétique mondiale et sont à l'origine de 80% des émissions de CO2. Le succès de la transition vers une société bas-carbone repose donc, en grande partie, sur les prochains choix énergétiques des villes.

La mission industrielle a été réalisée au sein du projet Ville Durable lui-même appartenant au département DMCTS (Division Marché Collectivité Territoriales Solidarité) du groupe EDF. Cette division appartient à la branche commerce d'EDF et accompagne les collectivités territoriales et les bailleurs sociaux dans leur gestion de l'énergie.

L'action du projet Ville Durable est de conseiller en amont les collectivités sur les choix énergétiques possibles, de répondre aux sollicitations de conception, de réalisation, de financement et d'exploitation des nouveaux équipements et d'apporter le conseil en exploitation en proposant des prestations de management énergétique.

La mission a en partie consisté en l'appui opérationnel au développement d'offres commerciales (réseaux énergétiques locaux, mobilité électrique) mais également en l'étude technique et économique de sujets en lien avec le projet comme le marché des réseaux de chaleur urbains, le potentiel de développement des systèmes de stockage électrique et thermique ou encore les différentes valorisations possibles du biogaz.

Mots-clés : véhicules électriques, STEP, stockage thermique intersaisonnier, biogaz, réseau de chaleur.

M. Renaud DUDOUIT

ECL

Renaud.DUDOUIT@cma.ensmp.fr

Mission : Chaire MPDD / CMA (Sophia Antipolis)

Resp: Nadia MAIZI

Analyse critique du rapport Énergie 2050 et Impact de l'évolution de la population sur la consommation dans le résidentiel avec le modèle TIMES-MÉNAGES.

L'accident nucléaire de Fukushima au Japon en 2011 a remis sur le devant de la scène la question du devenir de cette source d'électricité en France. Pour répondre à cette interrogation et en vue d'élaborer la programmation pluriannuelle des investissements en 2013, M. Besson, alors Ministre de l'Industrie, de l'Énergie et de l'Économie numérique, a chargé une commission d'analyser différents scénarii de politique énergétique à l'horizon 2050.

Le travail effectué au cours de cette mission professionnelle a permis de mettre en avant les aberrations d'un travail de comparaison de scénarios d'origines diverses et construits avec des méthodologies différentes. Ce travail a par ailleurs conduit à une présentation au cours de la 25ème conférence européenne sur la recherche opérationnelle EURO2012 qui s'est tenue à Vilnius du 8 au 11 juillet 2012.

Durant sa thèse sur Les ménages sous la contrainte carbone, Jean-Michel Cayla a développé un modèle TIMES décrivant précisément la demande d'énergie selon les différents types de ménages (qui se base sur une enquête réalisée auprès de 3000 ménages de France métropolitaine) et son évolution au cours du temps à l'horizon 2050 (basé sur les projections de l'INSEE).

Le travail effectué au cours de cette mission professionnelle a permis de mettre en avant l'impact de l'évolution de la population sur la composante chauffage des dépenses en énergie en développant des scénarios d'évolution de population différenciés (enrichissement de la population, appauvrissement, creusement des inégalités, …).

Mots-clés : nucléaire, Énergie 2050, mix électrique, modélisation prospective, population, précarité énergétique.

M. Clement MENANTEAU

EI.CESI

Clement.MENANTEAU@cma.ensmp.fr

Mission : EDF DME (Courbevoie)

Resp: Julien DELAITRE

Intégration du véhicule électrique dans l'habitat résidentiel

Crise économique, sites de production au ralenti, carnets de commande à trou, plans sociaux fréquents, préoccupations environnementales, prix du litre de l'essence flirtant avec les 2€, la situation de la filière automobile en France est préoccupante tant pour les constructeurs que pour les consommateurs. Le marché de l'automobile, à bout de souffle, étouffé par la concurrence des pays asiatiques, a besoin d'air. Ce contexte sombre a récemment ramené le véhicule vert, notamment électrique, sur le devant de la scène. La solution semble simple et les moyens de déploiement du véhicule électrique (VE) ont récemment été renforcés par le gouvernement. Pourquoi alors, une fois de plus, avec une électricité nationale des moins chère d'Europe, des bonus à l'achat couvrant 30% de son prix, le véhicule électrique peine-t-il à s'intégrer dans notre quotidien ?

Les recherches réalisées durant cette mission professionnelle avaient pour objectif de répondre à cette question et d'y apporter des solutions. Les premiers travaux ont permis de dresser un portrait de la mobilité des ménages et du poste de transport des foyers. Il apparait qu'une grande majorité – plus de 80% – des trajets domestiques peut aisément être effectuée avec un véhicule électrique. En outre, au regard des usages, les véhicules secondaires de foyers multi-motorisés peuvent être remplacés par des véhicules électriques, sans conséquences contraignantes supplémentaires pour l'utilisateur. Cette simple constatation représente un marché de 6 à 9 millions de véhicules. Reste à organiser leur intégration sur le réseau et le territoire…

La suite de la mission a consisté à mettre en place l'intégration du véhicule à l'échelle de l'habitat mais également du pays. En effet, dans le cas d'un déploiement national massif de VE, il est nécessaire d'organiser l'intégration à ces deux échelles pour une relation « gagnant-gagnant » entre l'ensemble des parties prenantes. À court-moyen terme, il est clair que les acteurs publics, les fabricants automobiles, les industriels et les énergéticiens doivent agir et coopérer, car un déploiement non maitrisé du VE peut avoir des conséquences dramatiques sur le réseau électrique du pays.

Mots-clés : véhicules électriques, habitat résidentiel, optimisation énergétique.

M. Nicolas CALANDRUCCIO

EMAC

Nicolas.CALANDRUCCIO@cma.ensmp.fr

Mission : EDF (Moret sur loing)

Resp: Jean-Michel CAYLA

Analyse de l'impact du tramway sur les mobilités urbaines quotidiennes à Bordeaux grâce aux enquêtes ménages déplacements

Dans un contexte d'augmentation du prix du pétrole, de réduction de l'émission de gaz à effet de serre, d'évolution sociale et de coupes dans les dépenses publiques, cette étude élabore un cadre méthodologique pour évaluer les politiques de mobilités urbaines se répercutant sur les choix que font les individus par rapport aux modes de transport. Or, les comportements et les choix des individus sont influencés par différents types de déterminants : l'offre de transport, les caractéristiques du déplacement, les caractéristiques de l'individu mais aussi par les politiques de déplacements urbains et par des contraintes de budget-temps liées à leurs activités. En particulier, cette étude se concentre sur le cas de l'agglomération de Bordeaux. Ce cas est très intéressant car la part modale de la voiture qui est très importante a suscité l'élaboration d'une politique de déplacement basée sur la construction du tramway pour reporter la demande. De plus, cette ville a fait l'objet de deux Enquêtes Ménages Déplacements (EMD) en 1998 et en 2009, ce qui a permis de quantifier l'impact du tramway sur la répartition modale et d'en donner son évolution.

Mots-clés : mobilité urbaine, tramway, report modal, enquête ménage déplacement, Bordeaux, politique de déplacement urbain.

M. Moutaz ALOTHMAN ALRAGHEB

ENSTIMD

Moutaz.ALOTHMAN_ALRAGHEB@cma.ensmp.fr

Mission : SEQUARIS (Valenton)

Resp: Pierre COURSAN

Station d'épuration de Valenton : optimisation énergétique du site

La station de traitement des eaux usées de Seine Amont à Valenton est une des plus grandes et des plus modernes d'Europe. Au cours de cette mission, un projet a été mis en place en vue d'améliorer les performances énergétiques du site. Dans le cadre de cette démarche, une étude de faisabilité de la mise en place de la certification ISO 50001, système de management de l'énergie, a été réalisée afin d'encadrer les plans d'actions des différents sujets d'amélioration.
La première étape a consisté en l'établissement d'indicateurs de suivi des consommations énergétiques tant au niveau usine qu'au niveau des équipements. Cette étude a permis l'identification de l'ensemble des postes de consommation et de production d'énergie, le calcul d'indicateurs spécifiques de consommation et la définition de valeurs cibles à atteindre.
Une démarche de fiabilisation de l'instrumentation servant à calculer les consommations a été réalisée avec les services en charge de ces questions. Un suivi régulier est effectué pour vérifier l'avancement de cette fiabilisation. Des plans d'action spécifiques ont ensuite été définis afin d'améliorer l'efficacité énergétique de certains ateliers ou équipements cibles.
Une étude d'optimisation de l'aération des bassins biologiques a été engagée en vue de réduire les consommations électriques des turbocompresseurs qui représentent pas moins de 40 % de la consommation totale d'électricité du site. Les calculs réalisés permettent d'estimer que l'économie maximale potentielle est de 9% sur l'ensemble de l'année. L'enjeu de la solution proposée réside dans sa capacité à pourvoir être mise en œuvre sur site.
L'acquisition de matériel performant, notamment en ce qui concerne les équipements électriques, a également été étudiée dans le cadre des certificats d'économie d'énergie.. La démarche est en cours et le recensement des équipements à remplacer également.
Enfin, dans le cadre d'une anticipation de la disparition des tarifs réglementés de l'électricité, le service développement, en collaboration avec différentes entités du groupe GDF-SUEZ, porte une réflexion sur la possibilité de répondre aux offres d'effacement qui seront proposées dans un futur proche. L'objet de cette étude consiste à identifier les contraintes et la faisabilité des effacements sur le site.

Mots-clés : station d'épuration, efficacité énergétique, ISO 50001, turbocompresseurs, effacement, économies d'énergies

Melle Manon FOUQUET

ESSTIN

Manon.FOUQUET@cma.ensmp.fr

Mission : EDF R&D (Chatou)

Resp: Bruno PECHINE

Optimisation de centrales modélisées sous Dymola/Modelica

La modélisation des centrales d'énergie présente des avantages indéniables pour l'exploitation des moyens productifs: elle permet de prédire le fonctionnement des installations dans diverses conditions et d'en optimiser la conduite. Dans cette optique, une librairie de composants thermodynamiques nommée ThermoSysPro est développée par le département STEP d'EDF R&D dans le langage Modelica, et permet de construire des "centrales virtuelles" qui peuvent ensuite être liées à des outils d'optimisation.
La modélisation peut par ailleurs être utilisée dans un cadre de préétude comme aide au dimensionnement et permet de tester des configurations alternatives. Dans ce cas, les composants ne sont pas connus et la démarche est différente. La précision requise est en général moindre mais le temps imparti à l'étude est restreint (réponse à des appels d'offre d'efficacité énergétique par EDF Optimal Solutions dans notre cas).
Durant ce stage, une version simplifiée de ThermoSysPro adaptée au contexte de préétude a été développée, de même qu'une librairie de modélisation des données économiques des projets (coûts et gains d'exploitation, investissement, financement, calcul du CO2) et des composants de représentation schématique (pour modéliser les règles de fonctionnement de l'installation). Grâce à ces librairies, l'optimisation technico-économique de plusieurs cycles thermiques a pu être réalisée. Les outils développés ont aussi été employés à l'optimisation du pilotage d'installations dans un contexte de prix dynamiques (cogénération incluant du stockage).

Mots-clés : dimensionnement de centrales d'énergie, optimisation, cogénération

M. Sébastien POSTIC

X

Sebastien.POSTIC@cma.ensmp.fr

Mission : SCHNEIDER ELECTRIC (Grenoble)

Resp: Vincent MAZAURIC, Claude LE PAPE

Efficacité énergétique et prospective sous TIMES

Dans le contexte global de la lutte contre le réchauffement climatique, l'Europe s'est particulièrement illustrée en 2008 avec ses ambitieux objectifs « trois fois vingt ». Le dernier du trio – 20% d'efficacité énergétique d'ici 2020 – est aussi le seul objectif non contraignant, alors que certaines études considèrent que l'on peut économiser jusqu'à 600TWh sur les seuls secteurs résidentiel et tertiaire.

Deux leviers permettent traditionnellement d'agir sur la consommation énergétique : le remplacement des équipements inefficaces (chaudières, radiateurs) qui améliore le ratio énergie utile délivrée/énergie finale consommée, et l'isolation du bâti qui réduit la demande en énergie utile. Le contrôle actif se pose comme une troisième solution : à l'aide de capteurs et d'actionneurs, la demande utile est adaptée au plus près de l'usage réel (en éclairant, par exemple, uniquement les zones occupées), évitant toute consommation superflue. Le contrôle actif permet sur le papier autant d'économies que l'isolation ou le renouvellement des équipements.

L'étude effectuée dans le cadre de cette thèse professionnelle devait mettre en valeur le potentiel économique des solutions de contrôle actif développées dans le cadre du projet HOMES de Schneider Electric. Les solutions ont été intégrées dans un modèle prospectif à l'échelle européenne développé sous TIMES, et différents scénarios politiques et économiques ont permis de valider leur pertinence à l'horizon 2035.

Mots-clé : prospective énergétique, contrôle actif, HOMES, isolation, TIMES, 3x20

M. Thomas PAULO

UTC

Thomas.PAULO@cma.ensmp.fr

Mission : EDF (Moret sur Loing)

Resp: AbdoulKarim AHMOUD

Analyse du potentiel de participation des VE-VHR à des mécanismes de flexibilité (services systèmes, effacement, stockage)

Accroitre la flexibilité dans la gestion des systèmes électriques constitue un enjeu d'avenir important. Les besoins de flexibilité se situent au niveau de la gestion de la production (stockage, effacement) et de la garantie de l'équilibre offre-demande (services systèmes). Utiliser les batteries des VE-VHR comme des sources de flexibilité peut ainsi permettre une meilleure intégration des énergies intermittentes, une meilleure optimisation énergétique et économique de la gestion du système électrique.

A l'heure où les véhicules électriques sont pressentis pour représenter une part non-négligeable du parc français à moyen terme (2020-2030), il apparaît opportun de se pencher sur les synergies qui pourraient naître avec le système électrique. Dans la littérature, l'interaction est envisagée soit avec le réseau domestique (V2H) ou les réseaux de transport et distribution (V2G). Dans les deux cas, l'idée est d'accroitre la valeur d'usage des VE-VHR en les associant à la réalisation de services annexes à la mobilité.

L'objectif de cette mission est d'analyser les potentiels de participation des VE-VHR à des mécanismes de flexibilité du réseau électrique. Dans cette étude, les services réglage de fréquence, effacement et stockage ont été examinés.

Ce travail a permis la réalisation d'un module de simulation du potentiel de participation d'une flotte de véhicules électriques au réglage primaire de fréquence. La spécification des modules de simulation de la participation à d'autres services (effacement, stockage) a de plus été abordée. Un outil d'optimisation de la recharge d'une flotte de véhicules électriques a également été développé afin d'obtenir les courbes de charge nécessaires aux simulations.

Cette étude montre que malgré les incertitudes à lever, d'ordre technique mais aussi institutionnel, les véhicules électriques pourraient, selon les scénarios d'usages et les critères de participation retenus, présenter des potentiels de réglage primaire intéressants.

Mots-clés : véhicules électriques, recharge, optimisation, flexibilité, réseau électrique.

M. Mounir MECHERI

ENSE3

Mounir.MECHERI@cma.ensmp.fr

Mission : EDF R&D (Chatou)

Resp: Mathieu ROUZEYRE, Vincent MAUPU

Cycle ORC : analyse technico-économique et étude de cas.

Dans un contexte énergétique mondial de plus en plus contraint, EDF R&D s'intéresse aux nouveaux moyens de productions décarbonés.

Parmi les nombreuses solutions de production alternatives aux énergies fossiles, la récupération de chaleur dite « basse température » apparaît comme un moyen intéressant et propre de revaloriser sous forme électrique, voire thermique, une source d'énergie habituellement dissipée dans la nature par pertes.

Connue depuis les années 1980 mais peu utilisée jusqu'à présent, la technologie ORC connait un essor mondial important pour la production d'électricité ces dernières années. Malgré cette expansion, les retours d'expérience concernant ce type d'installations sont aujourd'hui rares ou confidentiels.

Durant cette thèse, une analyse technico économique des cycles ORC a été réalisée par calculs thermodynamiques (optimisation du cycle vapeur avec Thermoptim et ASPEN) et économiques (estimation des investissements, analyse des coûts spécifiques et coûts de production). Enfin, la mise en place de projets pilotes (rédaction de cahier des charges, consultation de constructeurs) permettra de confronter les connaissances théoriques relatives à cette technologie à un cas concret.

Mots-clés : Cycle de Rankine Organique, ORC, thermodynamique, cycle vapeur, optimisation

M. Martin LE COZ

EMAC

Martin.LE_COZ@cma.ensmp.fr

Mission : EDF R&D (Clamart)

Resp: Vincent GRELLIER, Cristina DE LA FUENTE

Valorisation de l'intégration de stockage d'électricité dans les Systèmes Energétiques Insulaires

Les Systèmes Energétiques Insulaires, ne bénéficiant pas d'interconnexions hormis la Corse, subissent des coûts de production d'électricité deux à trois fois plus élevés qu'en France métropolitaine, et doivent faire face à l'intégration massive d'énergies renouvelables intermittentes. A la Réunion le solaire photovoltaïque peut représenter jusqu'à 30 % de la puissance instantanée injectée sur le réseau, ce qui représente l'atteinte du maximum réglementaire.

EDF SEI, en tant que gestionnaire de réseau dans les DOM COM, se doit donc de disposer d'une vision long terme de l'évolution du système électrique afin d'engager les décisions d'investissement permettant d'assurer la pérennité de sa mission de service public. L'intégration de stockage d'électricité intervient en tant que levier de flexibilité pour assurer le maintien de l'équilibre offre-demande face aux aléas tels que l'intermittence des productions PV et éoliennes. En effet, cette solution présente aussi bien l'avantage de pouvoir permettre du report d'énergie tout comme de la fourniture de réserves.

Cette étude prospective sur l'année 2025, réalisée avec l'appui technique du département Optimisation Simulation Risques et Statistiques d'EDF R&D, s'inscrit dans la continuité du travail amorcé par EDF SEI sur l'intégration de dispositifs de stockage. L'objectif est d'évaluer les impacts des caractéristiques techniques d'une technologie de stockage sur l'ensemble du parc de production, et ainsi d'en quantifier les valorisations en matière d'intégration d'énergies intermittentes et de stabilité du réseau entre autres.

Mots-clés : Stockage, insulaire, intermittence, flexibilités, réserve

M. Thibault PERRIGAULT

ECN

Thibault.PERRIGAULT@cma.ensmp.fr

Mission : ADP (Orly)

Resp: Franck RICHARD

Identification et évaluation technico-économique des applications Smart Grid les plus pertinentes à court et long termes pour ADP

La configuration énergétique des plates-formes aéroportuaires d'ADP et l'ampleur du parc immobilier procurent des opportunités certaines d'optimisation énergétique. Cette mission a, tout d'abord, consisté à identifier le maximum d'applications dites Smart Grid, pour ensuite évaluer celles pouvant être envisageables. Deux applications prioritaires ont été retenues, les motivations de ces choix sont justifiées.

A la suite du Grenelle de l'environnement, ADP s'est engagé à acheter 183 véhicules et souhaite se positionner comme un facilitateur de mobilité électrique en proposant une infrastructure de recharge pour les salariés et passagers. Une évaluation des impacts (environnementaux, infrastructure électrique et achat d'énergie) liés au déploiement des bornes de recharges au sein des plates-formes selon différents scénarios a été menées. Le travail effectué a consisté à mettre au point un outil informatique de modélisation des appels de puissance liés à la charge des véhicules à partir d'hypothèses sur la structure du parc, le mode et l'organisation des recharges. A la suite de cette étude des prescriptions ont été réalisées, dont la principale consiste à encadrer strictement la totalité du déploiement des infrastructures de recharge.

ADP se positionne comme exploitant d'un des plus grands réseaux de froid européens et les récentes constructions de stockages sur ces réseaux imposent d'évaluer les opportunités existantes au sein de ses plates-formes. Une identification exhaustive de l'ensemble des possibilités offertes par le stockage et une évaluation technico-économique des plus prometteuses ont été menées. La structure d'achat de l'énergie actuelle et le fait que les consommations électriques liées à la production de froid ne représentent que 9,7% des consommations totales offrent très peu d'opportunités. L'augmentation des consommations et le remplacement de certaines machines constituent les uniques occasions d'envisager l'installation de stockages.

Mots-clés : véhicules électriques, courbe de charge, ARENH, stockages thermique, effacement

M. Julien ROMEZIN

UJF

Julien.ROMEZIN@cma.ensmp.fr

Mission : CNR (Lyon)

Resp: Frédéric STORCK et Véronique GRASSER

Gestion Optionnelle de réservoirs : analyses, méthodologies et applicabilités

La redistribution des concessions, ordonnée par la loi NOME, arrive à échéance et offre de réelles opportunités de développement pour des producteurs comme la CNR. Le critère financier, point essentiel pour remporter l'appel d'offre car basé sur la redevance de l'usage de l'eau qui sera redistribuée à parts égales entre l'Etat et les collectivités, est un des trois critères déterminants pour l'acquisition des concessions. C'est le point essentiel qui déterminera la faisabilité économique du projet pour l'entreprise qui l'emportera.

La valorisation intrinsèque des réservoirs est une pratique courante chez les producteurs. A partir de prix forwards et de prévisions d'apports sur l'actif, on détermine un coût marginal de production défini comme la valeur de l'eau, qui permet à l'entreprise de faire une projection de son chiffre d'affaire potentiel. Seulement, cette pratique qui offre de réelles opportunités d'arbitrages, n'est pas optimale. Elle ne capte pas le potentiel de l'actif lié à la volatilité du marché. Pour se faire, la CNR développe une méthode dite « gestion optionnelle », permettant de générer des cash-flows supplémentaires à la gestion plus « classique » décrite précédemment.

Cette mission professionnelle a permis de définir la méthodologie permettant d'appliquer cette stratégie aux réservoirs de la Société Hydro Electrique du Midi, de l'analyser et d'en déterminer les limites, d'en ressortir les principaux éléments nécessaires à sa standardisation pour permettre son applicabilité à d'autres concessions quand elle le permet.

Mots-clés : renouvellement des concessions, valorisation intrinsèque, stratégie de couverture.

Absent le jour de la soutenance

M. Karim AMZAL

ESE

Karim.AMZAL@cma.ensmp.fr

Mission : ROQUETTE (Lestrem)

Resp: Romain ROSSI, Benoit LENTZ

Energies Portfolio Analyst

- Analyse des marchés et définition des stratégies de gestion de risques

- Opérations de marché

- Contrôle et vérification des opérations de marché au niveau Groupe

- Évaluation de la performance des coûts au niveau Groupe

Jeudi 27 Septembre 2012 : 12e événement OSE

"Smart Grids et stockage: Innovations et perspectives"

MATIN

8H45	DISCOURS D'OUVERTURE DU CONGRÈS
9H00	SMART GRIDS ET STOCKAGE : ÉTAT DES LIEUX
9H30	TECHNOLOGIES ACTUELLES DE STOCKAGE D'ÉNERGIE
10H35	PERSPECTIVES D'INNOVATION : LES TECHNOLOGIES D'AVENIR
11H55	PRÉSENTATION DES EXPOSANTS

APRÈS-MIDI

13H45	IMPACT DES SOLUTIONS DE STOCKAGE SUR LE MIX ÉNERGÉTIQUE
14H15	QUEL PLAN DE MISE EN ŒUVRE DU STOCKAGE D'ÉNERGIE EN FRANCE ?
15H25	COUPLAGE ÉNERGIES RENOUVELABLES - STOCKAGE : QUELLES OPPORTUNITÉS POUR LA COOPÉRATION MÉDITERRANÉENNE ?
15H55	PERSPECTIVES À L'INTERNATIONAL DES SMART GRIDS ET DU STOCKAGE DE L'ÉNERGIE
17H15	DISCOURS DE FERMETURE DU CONGRÈS

PARTENAIRES DE L'EVENEMENT OSE 2012

COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION SOPHIA ANTIPOLIS

Compagnie Nationale du Rhône
L'ENERGIE A L'ETAT PUR

ERDF
ÉLECTRICITÉ RÉSEAU DISTRIBUTION FRANCE

EDF

CCI NICE CÔTE D'AZUR

Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Vendredi 28 Septembre 2012 : Remise des diplômes par le directeur de Mines ParisTech

NOTES : .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Optimisation des Systèmes Energétiques

Centre de Mathématiques Appliquées