

PRÉSENTATION DES THÈSES PROFESSIONNELLES DE LA
PROMOTION 2009



SOPHIA ANTIPOLIS - SEPTEMBRE 2010

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.

Salle R16 / R17 – Bâtiment I

- 8h30 **M. Aurélien OUELLETTE** **EDF-DTVE (Paris)**
Smart Grid et véhicules électriques : entre mythe et nécessité ?
- 9h15 **M. Serge ANATO** **EDF R&D - EPI (Renardières)**
Consommations énergétiques et émissions de CO2 dans le transport de marchandises : quelles perspectives ?
- 10h00 **PAUSE**
- 10h30 **M. Vincent KRAKOWSKI** **EDF R&D - EPI (Renardières)**
Exploiter le potentiel renouvelable pour la production d'électricité : apports des nouveaux réseaux et problématiques associées.
- 11h15 **M. Benoit PEZOUS** **EDF R&D - ICAME (Clamart)**
Appui à l'élaboration de nouvelles offres tarifaires sur la clientèle des entreprises intégrant des incitations à l'effacement à la pointe.
- 12h00 **DEJEUNER**
- 13h30 **M. Nicolas MEUNIER** **SOREA (Saint-Jean-de-Maurienne)**
Participation à la mise en œuvre de la politique de développement durable de la SOREA.
- 14h15 **M. Robert BELLINI** **RTE (Versailles) - CMA/MINES ParisTech (Sophia Antipolis)**
Projet OPTIMATE: description et validation du modèle de fonctionnement de marché européen de l'électricité.
- 15h00 **PAUSE**
- 15h30 **Mlle Prisca RANDIMBIVOLOLONA** **EDF-SEI/ Université de Corse (Ajaccio)**
Prédiction du rayonnement solaire global horizontal à l'horizon H+24.
- 16h15 **Mlle Hélène WAGRET** **EDF R&D /SEI (Renardières / St Denis de la Réunion)**
L'instabilité du réseau électrique insulaire accentuée par l'intégration à grande échelle du photovoltaïque. Le cas de l'île de la Réunion.
- 17h00 **M. David ZETLMEISL** **EDF SEI (Point à Pître-Guadeloupe)**
Modèles de prévision pour l'éolien et le photovoltaïque en Guadeloupe.
- 17h45 **Fin de la première journée**

Salle R16 / R17 – Bâtiment I

- 8h30 **Mlle Perrine GAUTHIER** **WIT (Saint-Laurent du Var)**
Développement de solutions de maîtrise des consommations énergétiques.
- 9h15 **M. Emmanuel WATRINET** **BOUYGUES Construction (Saint Quentin en Yvelines)**
Réduction des consommations électriques dans le bâtiment : potentiel d'une solution passive.
- 10h00 **PAUSE**
- 10h30 **Mlle Diane JULIEN DE ZELICOURT** **SAINT-GOBAIN (La Défense)**
Energie & environnement dans la construction : analyser un matériau, une solution industrielle et une opportunité de marché.
- 11h15 **M. Johann THOMAS** **CMA/MINES ParisTech (Sophia Antipolis)**
OPTIMATE : Une plateforme de simulation ouverte pour tester les designs de marchés de l'électricité.
- 12h00 **DEJEUNER**
- 13h30 **M. Pierre MILLOT (HUIS CLOS)** **GDF SUEZ (Paris La Défense)**
Huis-clos *Optimisation et développement du portefeuille de capacités.*
- 14h15 **M. Charles BOURDIL** **EDF R&D - EFESE (Clamart)**
Intégration de la filière biomasse dans un modèle de prospective énergétique européen.
- 15h00 **PAUSE**
- 15h30 **Mlle Cam Thao NGUYEN THI** **EDF R&D - OSIRIS (Clamart)**
Optimisation du mix énergétique en France et en Europe à des horizons prospectifs.
- 16h15 **Mlle Stéphanie BOUCKAERT** **Chaire MPDD – CMA/MINES ParisTech (Sophia Antipolis)**
Implémentation des usages de l'eau dans le modèle énergétique TLAM-FR.
- 17h00 *Fin de la deuxième journée*
Remise des diplômes





M. Aurélien OUELLETTE

ENSMM

Aurelien.OUELLETTE
(at)cma.ensmp.fr

Mission : EDF DTVE (Paris)

Resp: Julien DELAITRE

Smart Grid et véhicules électriques : entre mythe et nécessité ?

Faisant face aux contraintes environnementales et aux choix politiques, la mobilité s'oriente peu à peu vers l'électricité à travers les véhicules 100% électriques (VE) ou les véhicules hybrides rechargeables (VHR). Si les enjeux technologiques sont nombreux pour ces véhicules, la mobilité électrique ne peut être considérée sans le déploiement d'une infrastructure de charge spécifique.

En plus des points de livraison finaux (bornes libre service, coffret à domicile,...) qui sont à déployer, les « utilities » doivent également considérer les impacts de ces charges sur leurs moyens de production, d'acheminement (transport & distribution) et de commercialisation. Concernant les aspects techniques, l'accentuation des pointes de consommation et la stabilité locale des réseaux sont des défis majeurs à prendre en compte tant au niveau local que national.

De manière parallèle, l'évolution engagée par les différents acteurs (utilities et industriels) en faveur des réseaux intelligents (smart grids) poussent les différentes parties prenantes à repenser leur schéma de fonctionnement.

Alliant ces deux derniers points, la gestion de l'usage « véhicule électrique » à travers un smart grid est un enjeu majeur pour la progression de ce marché, la sécurité et la pérennité des infrastructures associées tout en rationalisant les investissements.

L'objectif de cette mission est d'étudier les différentes possibilités qui s'offrent aux énergéticiens pour faire face à ces défis et pour favoriser l'émergence de cette nouvelle forme de mobilité.

Mots-clés : smart grid, réseau intelligent, compteurs intelligents, véhicule électriques, gestion de la charge.



M. Kouami Serge ANATO

ENIM

Kouami_Serge.ANATO
(at)cma.ensmp.fr

Mission : EDF R&D EPI (Moret Sur Loing)

Resp: Patrice NOGUES

Consommations énergétiques et émissions de CO2 dans le transport de marchandises : quelles perspectives ?

Dans le cadre de l'engagement de la France à réduire ses émissions de CO2 par 4 d'ici à 2050, tous les secteurs doivent être mis à contribution pour parvenir à ce résultat ambitieux. Au nombre de ces secteurs - les plus contributeurs aux émissions de CO2 - on peut citer le transport. Dans le monde, ce dernier représente 19% des consommations d'énergies et 23 % des émissions de CO2 (ces tendances ne sont pas prêtes de fléchir d'après les estimations de l'AIE). En France, alors qu'en 2002 les véhicules particuliers représentaient 60% des émissions de CO2 contre 40% pour le transport de marchandises ; en 2050 c'est le transport de marchandises qui contribuera à 60% des émissions de CO2 (d'après un scénario volontariste). Aux vues de ce retournement de situation et ces tendances, le secteur de transport de marchandises mérite donc une attention particulière dans l'effort collectif de réduction des émissions de CO2. L'étude présentée ici concerne exclusivement les poids lourds (véhicules ayant un PTAC ³ 3,5 tonnes) immatriculés en France et effectuant leurs trajets sur le territoire national.

Analyser le secteur de transport de marchandises du point de vue des consommations énergétiques, trouver les principaux déterminants qui régissent l'évolution du secteur et analyser les potentiels de réduction de la consommation dans le transport routier de marchandises ; tels sont les principaux objectifs de cette mission. Cette première partie de l'étude a abouti sur l'élaboration d'un modèle d'estimation du trafic routier de marchandises (donc la consommation énergétique) à des horizons 2030 et 2050. Dans la deuxième partie, il sera mis en œuvre des scénarios prospectifs avec une intégration de Poids électriques et une prise en compte des progrès technologiques sur les moteurs en terme de consommation unitaire.

Mots-clés : Transport de marchandises, modèle économétrique, consommation énergétique, scénarios



M. Vincent KRAKOWSKI

SUPELEC

Vincent.KRAKOWSKI
(at)cma.ensmp.fr

Mission : EDF R&D EPI (Moret Sur Loing)

Resp: Prabodh POUROUCHOTTAMIN

Exploiter le potentiel renouvelable pour la production d'électricité : apports des nouveaux réseaux et problématiques associées

L'épuisement des ressources conventionnelles et les questions environnementales, notamment celles liées aux changements climatiques, sont au cœur des préoccupations actuelles. Le secteur électrique étant un contributeur important aux émissions de CO₂, l'intégration des énergies renouvelables dans la production d'électricité devient cruciale.

Ces énergies renouvelables, plus diffuses et plus variables que les sources conventionnelles, posent un certain nombre de difficultés qui pourraient perturber la gestion de l'équilibre offre-demande si elles étaient amenées à prendre une part significative de la production d'électricité. Ces difficultés pourraient être en partie résolues par l'exploitation de gisements renouvelables actuellement peu accessibles car éloignés des lieux de consommation : éolien en mer, solaire dans le désert ou encore hydraulique dans certains pays en voie de développement. Ces sources renouvelables d'énergie ont en effet un potentiel important et sont aussi moins variables que celles situées plus proches des centres de consommation.

Ces dernières années ont été publiés de nombreux scénarios présentant une vision long terme de la production d'électricité reposant fortement voire intégralement sur les énergies renouvelables. Les aspects réseaux occupent une part de plus en plus conséquente dans ces scénarios et doivent être bien compris pour pouvoir évaluer ces derniers.

Le présent rapport donne un panorama des problématiques techniques, économiques, politiques et sociales liées à l'exploitation de tels gisements renouvelables, en mettant notamment l'accent sur les aspects réseaux qui y sont associés et en présentant les projets européens ainsi que certains des scénarios prospectifs les plus récents, où de telles sources renouvelables d'énergie ont un rôle prépondérant.

Mots-clés : énergies renouvelables, éolien en mer, solaire à concentration, réseaux, courant continu, scénarios énergétiques long terme, Desertec, Transgreen, PSM, Europe, MENA



M. Benoît PEZOUS

ESPCI ParisTech

Benoit.PEZOUS
(at)cma.ensmp.fr

Mission : EDF R&D ICAME (Clamart)

Resp: Mme Dominique CHANTELOU, M. Alain MONTMEAT

Appui à l'élaboration de nouvelles offres tarifaires sur la clientèle des entreprises, intégrant des incitations à l'effacement à la pointe.

Les pointes de consommation constituent un problème récurrent des systèmes électriques modernes. Il peut s'avérer difficile et très coûteux pour EDF de satisfaire la demande en électricité de ses clients durant les heures de l'année où la consommation est la plus importante.

Pour faire face à la progression de ces pointes de consommation, des offres tarifaires incitant à la non-consommation ou à la réduction de consommation (effacement), durant certaines heures, ou journées, stratégiques ont été mises en place il y a plusieurs années. Si ces offres ont eu des effets vertueux par le passé, elles sont aujourd'hui en perte de vitesse. De surcroît, ces offres portant sur les tarifs réglementés, elles disparaîtront selon toute vraisemblance en 2015 pour les industriels et les entreprises du secteur tertiaire sous le coup de la loi de Nouvelle Organisation du Marché de l'Electricité (loi NOME). Le développement de nouvelles offres incitant à l'effacement à la pointe est donc un enjeu stratégique pour EDF.

Après une étude et la compréhension des enjeux de l'effacement à la pointe, cette mission a suivi deux grandes orientations. D'une part il est apparu important de déterminer la valeur de ces effacements, autant pour le client, que pour EDF. La construction d'une offre tarifaire cohérente se doit d'être articulée autour de ces valeurs. L'autre partie des travaux a concerné la prédiction d'effacements de clients industriels et tertiaires. Ainsi des modèles statistiques et économiques ont été mis en œuvre afin d'évaluer les gisements d'effacement sur des portefeuilles de clients.

Mots-clés : Effacement à la pointe, courbes de charge, modèle de prédiction, loi NOME



M. Nicolas MEUNIER

ESTP

Nicolas.MEUNIER
(at)cma.ensmp.fr

Mission : SOREA (Saint-Jean-De-Maurienne)

Resp: Frédéric MARCHAND

Participation à la mise en œuvre de la politique de développement durable de la SOREA

Le plan « climat-énergie » a été adopté en janvier 2008 par la Commission Européenne ; cette innovation majeure consiste en l'application d'un plan nommé objectif des « trois fois 20 ». Ce plan a pour objectif de réduire, à l'horizon 2020, de 20% les émissions de gaz à effet de serre par rapport au niveau de 1990, d'améliorer de 20% l'efficacité énergétique, et d'augmenter la part d'énergies renouvelables dans la consommation totale jusqu'à 20%.

Dans ce contexte énergétique en pleine mutation, la SOREA, née du regroupement de sept anciennes régions d'électricité en une société d'économie mixte locale, entend bien participer à ces objectifs. Outre la distribution d'électricité, cœur de métier de l'entreprise, la SOREA veut aujourd'hui se développer autour de nombreux projets innovants.

Le présent rapport a été élaboré comme une présentation des projets étudiés, ceux-ci seront mis en place très prochainement par la SOREA. Ces projets concourent à la sécurisation de l'approvisionnement électrique de la SOREA, aident à la maîtrise des consommations électriques des clients, et participent au développement de la production d'origine renouvelable. La mise en place de mini-diagnostics énergétiques, en vue de proposer des solutions d'efficacité énergétique, le développement d'un plan solaire photovoltaïque sur des grandes toitures industrielles, les différentes études sur la maîtrise de la demande en électricité sont autant de travaux s'inscrivant dans cette démarche.

Mots clés : Sobriété énergétique, Efficacité énergétique, Photovoltaïque, Maîtrise de la Demande en Electricité (MDE)



M. Robert BELLINI

X

Robert.BELLINI
(at)cma.ensmp.fr

Mission : RTE - DMA (Versailles)

Resp: Jean-Marie COULONDRE

Projet OPTIMATE: description et validation du modèle de fonctionnement de marché européen de l'électricité

Le projet européen Optimate a pour objectif de construire un simulateur numérique du marché électrique européen, et de tester et évaluer différentes architectures et règles de marché. Les points forts du projet sont : la réunion de 8 zones de marché ; la prise en compte de l'ensemble des mix énergétiques, avec une attention particulière aux énergies intermittentes ; la simulation de l'ensemble du processus J-1/Infrajournalier/Ajustement.

A l'interface entre RTE et ARMINES-CMA, le travail a contribué à la modélisation des modules suivants, au sein du processus J-1 : Réserves requises et offres de capacité ; Limites physiques des interconnexions aux échanges sur le marché ; Couplage de marchés. Le modèle est fondé sur les pratiques et recommandations de l'ENTSO-E, à partir desquelles ont été déduites des formulations synthétiques. Des évolutions des modèles ont également été proposées. Enfin, les règles de marché prises en compte dans Optimate sont identifiées et différenciées entre règles fixes et règles définies par l'utilisateur.

Mots-clés : Marché de l'électricité ; J-1 ; Réserves ; Interconnexions ; Couplage de marché



**Mlle. Prisca
RANDIMBIVOLOLONA**

Mission : EDF SEI/ Université de Corse (Ajaccio)

ENSEEIH

Resp: Pascal RIOUAL, Damien DEVILLAINE, Philippe POGGI

Prisca.RANDIMBIVOLOLONA
(at)cma.ensmp.fr

Prédiction du rayonnement solaire global horizontal à l'horizon H+24

Les réseaux électriques insulaires ont la particularité de ne pratiquement pas bénéficier d'interconnexion à un réseau électrique continental. La Corse, connectée à l'Italie (SACOI) et la Sardaigne (SARCO), doit produire la presque totalité de sa consommation électrique ; son réseau présente ainsi toutes les caractéristiques des réseaux insulaires : de petite dimension, sensible aux aléas de production, et limité en nouvelles capacités.

Cependant la Corse présente un fort potentiel d'ensoleillement et de vent ; le développement des énergies propres est soutenu par l'appel d'offres de la Commission de Régulation de l'Energie (CRE) sur le photovoltaïque et l'éolien. Afin de garantir la stabilité du réseau, un arrêté ministériel du 23 avril 2008 fixe à un maximum de 30% la part des énergies intermittentes sur le réseau.

Une partie de la solution pour l'intégration des énergies intermittentes au réseau électrique porte sur la prédiction de la production. Dans ce domaine, cette étude issue d'un partenariat entre EDF SEI et l'UDC, porte sur la prédiction du rayonnement solaire global horizontal à H+24, c'est-à-dire la prédiction pour le lendemain heure par heure. Elle a permis d'implémenter et d'optimiser trois techniques : le modèle de persistance, le modèle conventionnel ARMA, et les réseaux de neurones, et de les comparer sur des données réelles. Elle démontre aussi l'importance du choix des indicateurs de production des énergies intermittentes. La prédiction de la production électrique devient alors un outil décisionnel pour les producteurs et le gestionnaire de réseau, que ce soit dans le cas des systèmes insulaires ou dans le cas général des marchés électriques.

Mots-clés : Rayonnement solaire, prédiction, électricité, H+24, réseaux de neurones.



Mlle. Héléna WAGRET

Mission : EDF R&D/SEI (Moret sur Loing, Saint Denis de la Réunion)

ESPCI ParisTech

Resp: Pascal RIOUAL, Stéphane LASCAUD, Frédéric LEFEVBRE

Helena.WAGRET
(at)cma.ensmp.fr

L'instabilité du réseau électrique insulaire accentuée par l'intégration à grande échelle du photovoltaïque. Le cas de l'île de la Réunion

Mission : EDF R&D (Fontainebleau, 1 mois et demi), EDF SEI (La Réunion 4 mois et demi).

L'instabilité du réseau électrique insulaire accentuée par l'intégration à grande échelle du photovoltaïque. Le cas de l'île de la Réunion .

Les milieux insulaires subissent de fortes contraintes, climatiques et d'isolement, qui font de l'équilibre offre - demande une équation difficile à résoudre. Cette instabilité du réseau électrique est accentuée par l'arrivée grandissante des énergies renouvelables intermittentes. Avec aujourd'hui 33 % d'énergie renouvelable dont 10 % d'intermittente –principalement photovoltaïque– La Réunion constitue un terrain d'expérimentation de première importance pour l'intégration à grande échelle de ces énergies nouvelles, et nécessitent que des solutions innovantes y soient déployées.

Acteur et responsable principal du réseau électrique à la Réunion, EDF Systèmes Energétiques Insulaires a acquis fin 2009 une batterie Sodium-Soufre (NaS) de 1MW. Cette technologie, unique en Europe, présente un potentiel considérable pour assurer la stabilité du système électrique.

Différents outils, exposés dans ce rapport, ont alors été développés pour caractériser les problématiques actuelles et à venir quant à l'insertion du photovoltaïque sur le réseau, et d'ainsi définir une utilisation optimale du futur parc de batteries NaS prévu par EDF. Ces trois outils – outil d'étude paramétrique de la production photovoltaïque, outil de simulation de la batterie NaS, et instrument d'analyse fréquence métrique des incidents du réseau et du comportement des sites de production dont la batterie NaS – s'inscrivent dans l'objectif fondamental de mieux appréhender les conséquences du photovoltaïque sur le réseau et d'en définir des solutions adaptées.

Mots-clés: Stabilité réseau, photovoltaïque, régulation de fréquence, stockage, batterie Sodium – Soufre (NaS), SYSDEF



M. David ZETLMEISL

ECL

David.ZETLMEISL
(at)cma.ensmp.fr

Mission : EDF SEI (Pointe à Pitre - Guadeloupe)

Resp: Damien DEVILLAINE, Frédéric CHARLET

Modèles de prévision pour l'éolien et le photovoltaïque en Guadeloupe

La Guadeloupe dispose d'un potentiel de développement important pour les énergies renouvelables. En effet, elle dispose d'importantes ressources solaire et éolienne et de tarifs de rachat incitatifs. Mais l'intégration de ces énergies sur le réseau pose des problèmes en raison de leur intermittence, qui engendre des variations brusques de la production sur un réseau insulaire de petite taille.

Pour faire face à ces problèmes, il existe deux types d'outils : les modèles de prévision, qui ne suppriment pas l'intermittence, mais qui permettent au moins d'anticiper les variations de la production, et l'utilisation de moyens de stockage. Cette mission est centrée sur le premier outil qui regroupe les modèles de prévision pour l'éolien et le photovoltaïque.

Dans un premier temps, l'objectif est de comparer différents modèles de prévision existants pour l'éolien, et de quantifier leurs performances pour la Guadeloupe afin de distinguer le modèle le mieux adapté aux conditions locales. La seconde phase consiste alors à développer un modèle de prévision pour le photovoltaïque. Il s'agit de déterminer dans quelle mesure un modèle utilisant des données météorologiques simples, comme les taux de couverture nuageuse qui sont les seules prévisions disponibles pour la Guadeloupe, peut donner des résultats pertinents.

Mots-clés : éolien, photovoltaïque, prévision de production court-terme, prévisions météorologiques



Mlle. Perrine GAUTHIER

ULB (Bruxelles)

Perrine.GAUTHIER
(at)cma.ensmp.fr

Mission : WIT (Saint Laurent du Var)

Resp: Fabienne GASTAUD

Développement de solutions de maîtrise des consommations énergétiques

La société WIT propose des solutions pour piloter, contrôler, gérer et automatiser des installations techniques en local et à distance. Elle souhaite particulièrement accompagner ses clients dans leur démarche de maîtrise des consommations énergétiques.

Cette mission est centrée sur le produit e@sy, un automate de gestion centralisée. Celui-ci est entièrement modulable et propose de nombreuses applications dédiées à la gestion technique des bâtiments ainsi qu'à la gestion de l'environnement et de l'énergie. Les fonctionnalités du produit sont étudiées et analysées de façon critique quant à l'amélioration de l'efficacité énergétique active des bâtiments. En effet, dans le contexte actuel de réduction des consommations du parc immobilier français, l'efficacité énergétique est sans doute la source d'énergie la plus importante et la plus accessible.

Le but de cette mission est de faire évoluer cette solution afin de la rendre plus performante, lui fournissant un portefeuille de fonctionnalités pertinentes pour répondre aux exigences actuelles dans la maîtrise des consommations énergétiques. Au-delà des fonctions de gestion technique du bâtiment, l'e@sy doit offrir des possibilités d'analyse, de compréhension et de suivi des consommations ainsi qu'une aide au pilotage de l'installation par le biais d'indicateurs clés. A l'aube du bâtiment intelligent, toutes ces évolutions permettront de transformer l'e@sy, non plus en solution de GTB, mais bien en solution de Gestion Technique et Énergétique du Bâtiment (GTEB).

Mots-clés : Efficacité énergétique, bâtiment intelligent, GTB, GTEB



M. Emmanuel WATRINET

Mission : BOUYGUES CONSTRUCTION (St Quentin en Yvelines)

ECN

Resp: Jean LACROIX, Alain VASSAL

Emmanuel.WATRINET
(at)cma.ensmp.fr

Réduction des consommations électriques dans le bâtiment : potentiel d'une solution passive

Dans un contexte de mutation des marchés énergétiques, la mise en œuvre d'une politique nationale d'utilisation rationnelle de l'énergie est au cœur des préoccupations. Pour éviter la saturation des réseaux et pour freiner le déploiement démesuré de nouveaux moyens de production, il est donc stratégique de limiter la consommation d'électricité des usages actuels. En consommant près de la moitié de l'énergie finale, le bâtiment est l'un des domaines les plus concernés par les problématiques de réchauffement et d'économies d'énergie. Si des efforts importants ont déjà été entrepris pour réduire les besoins de chauffage en résidentiel et tertiaire, les futurs bâtiments à très faible consommation devront également satisfaire au confort des usagers en été, et ce à moindre coût. Dans ce contexte, il s'agit d'identifier dans quelle mesure certaines dispositions passives peuvent réduire - voire supprimer - les besoins en rafraîchissement.

En particulier, une possibilité de production de froid sans consommation d'énergie consiste à exploiter le rafraîchissement radiatif nocturne pour déstocker la chaleur accumulée dans le bâti. Sachant qu'à priori il n'existe aucun outil de modélisation de ce type de production, le présent travail de recherche vise à valider le concept avant d'envisager la construction d'un éventuel prototype.

Mots-clés : Bâtiment, efficacité énergétique, confort d'été, solution passive, froid radiatif



**Mlle. Diane
JULIEN DE ZELICOURT**

Mission : SAINT GOBAIN (La Défense)

HEC

Resp: Vincent GARREAU, Gérard ASPAR

Diane.JULIEN_DE_ZELICOURT
(at)cma.ensmp.fr

Energie & environnement dans la construction: analyser un matériau, une solution industrielle et une opportunité de marché.

A l'échelle mondiale, le bâtiment se range sans conteste parmi les plus énergivores des secteurs de l'économie. L'ADEME (Agence du Développement et de la Maîtrise de l'Energie) fournit pour le cas français des chiffres éloquentes : 25% des émissions de CO2 nationales lui sont imputables, ainsi que 43% de la consommation d'énergie finale.

Leader mondial de l'habitat, le groupe Saint-Gobain s'attache à apporter des réponses concrètes à la recherche d'efficacité énergétique, à concevoir des produits et solutions de plus en plus adaptés à ces enjeux, et à rendre ces derniers disponibles sur le marché.

La mission de six mois a permis d'appréhender cette problématique sous trois aspects complémentaires.

- Le matériau bois et ses dérivés dans le second œuvre : opportunités et menaces pour le groupe Saint-Gobain.
- La pile SOFC et son application résidentielle.
- Le marché des chaînes hôtelières : en quoi l'efficacité énergétique s'intègre-t-elle comme critère pertinent pour proposer une offre ciblée et différenciée ?

Mots-clés : Efficacité énergétique, bâtiments.



M. Johann THOMAS

USTL

Johann.THOMAS
(at)cma.ensmp.fr

Mission : ENSMP / CMA (Sophia Antipolis)

Resp: Jean-Paul MARMORAT, Valérie ROY

OPTIMATE : Une plateforme de simulation ouverte pour tester les designs de marchés de l'électricité

L'ouverture et la montée en puissance des marchés de l'électricité, poussent de nombreux acteurs à construire des outils capables d'analyser leurs évolutions. De part la relative jeunesse de ces marchés, les politiques de développement des productions d'électricité intermittentes, l'aspect « signal prix » qu'ils émettent, il est devenu indispensable d'avoir une bonne connaissance de leur fonctionnement.

Les partenaires du projet Optimate, cinq Gestionnaires du Réseau de Transport (GRT), cherchent à construire en collaboration avec six centres de recherches, une plateforme de simulation d'un marché ouvert de l'électricité européen. L'aspect ouverture est primordial dans le projet tant la problématique des interconnexions entre les différents réseaux est essentielle.

Dans le cadre de ce projet européen soutenu par la Commission Européenne par l'intermédiaire du 7ème programme cadre, le marché de l'électricité est divisé en deux grandes parties : L'Intra-Day et le Day-Ahead, à l'intérieur desquelles une séquence de modules permet à partir de conditions initiales d'aboutir aux différents résultats de marché : des prix spots, aux mécanismes d'ajustement en passant entre autre par les réserves et l'utilisation des interconnexions, etc....

Cette mission se concentre sur l'aspect « Day-Ahead », pour lequel elle est en charge du développement de trois modules : Les Réserves, les Marchés couplés et les limites que les interconnexions provoquent pour les marchés. Ces modules, développés dans le langage C++, répondent aux spécifications attendues par les membres du consortium et communiquent leurs résultats à une base de données qui concentre et gère l'ensemble des données générées par la plateforme.

Mots-clés : Marché de l'électricité, simulation, couplage de marché, bases de données



M. Pierre MILLOT

SUPELEC

Pierre.MILLOT
(at)cma.ensmp.fr

Mission : GDFSUEZ (Paris La Défense)

Resp: Laurent BOUVET, Dominique PUYBONNIEUX

Optimisation et développement du portefeuille de capacités

Les capacités de transport, de gazéification dans les terminaux méthaniers et de stockage constituent un atout majeur pour les midstreamers (intermédiaires et/ou négociants) comme GDF SUEZ, qui leur permet d'équilibrer leur rapport de force avec les grands producteurs. Un portefeuille de capacités diversifié permet de s'assurer de la sécurité de l'approvisionnement et de passer des pointes de consommation grâce aux souscriptions de stockage notamment. C'est également un outil d'optionnalité qui permet d'optimiser l'équilibre offre-demande en réalisant des arbitrages entre différents contrats long terme, ou avec le gaz disponible sur les places de marchés, à différents horizons de temps. C'est donc un levier fondamental dans le business model d'un midstreamer, ceci d'autant plus dans le nouveau contexte concurrentiel et réglementaire résultant des directives européennes. En effet, la multiplication des acteurs, des marchés, et la modification des règles d'accès à la capacité rendent la gestion et l'optimisation des capacités de plus en plus complexes.

Aujourd'hui, l'évolution des contrats et des marchés ont imposé la construction d'un portefeuille de capacités très complexe qui se doit d'être soigneusement contrôlé et maîtrisé. Par ailleurs, l'implémentation des directives européennes risque de modifier le visage du marché européen du gaz. L'environnement économique et réglementaire dans lequel vont évoluer à l'avenir les midstreamers est plus que jamais incertain et nécessite une attention toute particulière, au niveau de leur portefeuille de capacités notamment.

Ma mission au sein du Service Portefeuille de Capacités a consisté en deux projets principaux : la projection au plus juste des dépenses de capacités et l'élaboration de portefeuilles de capacités optimaux selon différents scénarios d'évolution de l'environnement gazier.

Mots-Clés : gaz, transport, portefeuille, réseau, capacité, coûts, marché, régulation, réglementation



M. Charles BOURDIL

ESPCI ParisTech

Charles.BOURDIL
(at)cma.ensmp.fr

Mission : EDF R&D EFESE (Clamart)

Resp: Sébastien ROSSIGNOL

Intégration de la filière biomasse dans un modèle de prospective énergétique européen

La biomasse énergie est la première source d'énergie renouvelable en Europe ; elle a contribué pour 5% de la consommation finale brute de l'union Européenne en 2006 devant l'énergie hydraulique et les autres sources renouvelables. Compte tenu de la politique européenne en faveur des énergies renouvelables, l'utilisation de la biomasse énergie pour la production de chaleur, d'électricité et pour les carburants est en pleine croissance.

Edf développe depuis quelques années un modèle prospectif européen (MADONE) représentant toutes les filières énergétiques des consommations finales utiles (lumière, chauffage, km passagers...) aux consommations primaires en ressources énergétiques (Charbon, pétrole...). Il permet de simuler les flux énergétiques de 2005 à 2030 sur l'Europe des 29 (Union européenne + Norvège et Suisse) pour réaliser des bilans de consommation d'énergie primaire, des bilans d'émissions de gaz à effet de serre ou tester différents scénarios (MDE, essor du nucléaire ou EnR par exemple).

La représentation actuelle de la biomasse énergie dans MADONE est succincte et n'intègre pas la limitation des ressources. L'objectif de la mission est donc d'intégrer l'intégralité des filières de valorisation de la biomasse énergie, des ressources disponibles (agricoles, forestières, déchets...) aux vecteurs énergétiques consommés (chaleur, électricité et biocarburants).

Mots-clés : Biomasse, modélisation prospective, TIMES



Mlle. Cam Thao NGUYEN THI **Mission : EDF R&D OSIRIS (Clamart)**

INSA Lyon

Cam_Thao.NGUYEN_THI
(at)cma.ensmp.fr

Resp: Jérémy LOUYRETTE, Laetitia ANDRIEU

Optimisation du mix énergétique en France et en Europe à des horizons prospectifs

En 2008, la Commission Européenne a acté son plan "Climate Action" dont le cœur est l'objectif « 3x20 » qui vise à réorganiser le mix énergétique futur avec la présence plus importante de l'énergie renouvelable. En même temps, le marché énergétique devrait faire face aux changements majeurs comme l'augmentation du prix des combustibles et l'évolution de la demande et de la technologie.

Dans ce contexte, étant un acteur important de l'énergie en France et en Europe, EDF s'intéresse à pouvoir déterminer et optimiser la composition du mix électrique à l'horizon 2020 ou plus loin. La chaîne de valorisation Valoflex a été développée pour répondre à ce besoin.

La mission consiste en première étape à améliorer le fonctionnement de Valoflex en créant un petit modèle qui sert à trouver pour lui une solution de départ. Ce modèle permet non seulement de réduire le temps de calcul de Valoflex mais aussi de corriger ses imperfections et donner un résultat plus convaincant. En deuxième étape, ce modèle est utilisé pour conduire quelques analyses de perspective du mix énergétique français et européen en 2020 et en 2030 sous l'influence des contraintes techniques et politiques comme le développement de l'énergie éolienne et la limitation des émissions de CO2. Ces analyses fournissent les résultats préliminaires qui orientent les études plus fines qui jouent un rôle important dans la détermination de la stratégie de développement d'EDF du futur.

Mots-clés : Mix énergétique à long-terme, Valoflex, énergie éolienne, émission de CO2



Mlle. Stéphanie BOUCKAERT Mission : CHAIRE MPDD (Sophia Antipolis)

EPL (Louvain)

Resp: Nadia MAIZI

Stephanie.BOUCKAERT
(at)cma.ensmp.fr

Implémentation des usages de l'eau dans le modèle énergétique TIAM-FR

L'eau et l'énergie constituent des ressources indispensables à nos sociétés. Même si les problématiques liées à ces deux facteurs clés sont généralement traitées séparément, elles sont fortement interdépendantes. En effet, l'énergie est nécessaire pour assurer la disponibilité et la qualité de l'eau et l'eau est omniprésente tout au long de la chaîne énergétique. Dans le contexte d'une croissance de la population mondiale, impliquant une augmentation de la demande et de possibles conflits entre les différents secteurs usagers d'eau et d'énergie, il est indispensable de développer des politiques stratégiques tenant compte de cette interconnexion.

L'objectif principal de cette étude est de montrer comment les questions concernant la consommation et le prélèvement d'eau peuvent être intégrées dans des modèles de systèmes énergétiques, pouvant ainsi faciliter les discussions sur d'éventuelles stratégies futures relatives à ces deux aspects.

Les analyses effectuées dans cette étude ont été réalisées avec le modèle TIAM-FR, une version développée par le Centre de Mathématiques Appliquées de Mines ParisTech sur base du modèle existant ETSAP-TIAM. Il s'agit d'un modèle bottom-up s'appuyant sur une riche représentation technologique des systèmes énergétiques dans 15 régions du monde, considérant le développement à long terme des systèmes énergétiques (les études pouvant être réalisées jusqu'en 2100). Il permet de trouver un optimum technique en minimisant le coût actualisé total. Un module eau a donc été rajouté à TIAM-FR, correspondant aux usages de l'eau pour chaque technologie dans chaque région en termes de prélèvements et de consommations et ce, pour différents types d'eau. Plusieurs scénarios suivant différentes politiques concernant les quantités d'eau utilisées ont été développés et évalués.

Cette première étude permet de montrer l'importance de la question de l'eau dans la production d'énergie et d'identifier les procédés les plus «aquavores ». Elle peut ainsi constituer un outil permettant d'attester de la plausibilité des futurs mix énergétiques au vu des disponibilités d'eau.

Mots-clés : Modélisation, eau-énergie, TIAM-FR, Markal

