



2021 - 2011

Veilles technologiques et projets industriels



Mastère Spécialisé en
Ingénierie et Gestion de Gaz

MINES PARISTECH

2021

Table des matières

I.	Année académique 2020 – 2021	5
	Analyse du potentiel énergétique de la filière biométhane dans le mix énergétique ivoirien	5
	Analyse et optimisation de la méthanation issue de la méthanisation et couplée à l’H ₂ renouvelable.....	5
	Contribution à la performance et l’excellence opérationnelle du processus d’exploitation du réseau de distribution du gaz naturel	5
	Optimisation de la conception et de l’exploitation des réseaux de gaz sur lesquels l’injection de biométhane est présente	6
	Étude de préfaisabilité de la production d’alternatives décarbonées à la ferme.....	6
	Évaluation technico-économique des voies de réduction de la dépendance des machines agricoles aux combustibles fossiles, cas de la production d’agocarburants à la ferme	7
	Traitement des non-accessibilités aux ouvrages gaz en immeubles	7
	Etude technico - économique comparative des technologies d’épuration et de valorisation du biogaz	7
	Sécurité Industrielle : Prévention des endommagements par une Intelligence Artificielle.....	8
	Technologies de captage du CO ₂ : analyse comparative et perspectives	8
	Analyse de données pour le stockage de fumier avant méthanisation	8
	Unification des systèmes d’information de gestion de la maintenance.....	9
	Etude Comparative et amélioration de la performance des chaudières régénératives du Triéthylène glycol	9
	Stockage d’hydrogène en cavité saline : Comment passer d’un modèle d’exploitation de stockage traditionnel à un modèle avec intégration de gaz verts ?	10
	Etude des diverses actions de bunkering pour la fourniture de GNL dans des ports maritimes	10
II.	Année académique 2019 – 2020	11
	Analyse des perspectives mises en œuvre pour le développement des Energies Renouvelable au Maroc	11
	L’impact local des projets solaires et éoliens au Maroc : impacts environnementaux et socioéconomiques	11
	Optimisation des investissements de GRDF sur les ouvrages gaz en immeubles à Paris	11
	Développer la ville résiliente : quels rôles des réseaux énergétiques ?.....	11
	Réduction des émissions de méthane sur le long de la chaîne de transport du gaz	12
	Evaluation environnementale et étude de marché de la filière biogaz en France dans le but d’intégration pour Poste IMMO.....	12
	Evaluation environnementale et bilan énergétique de projets « Energies nouvelles.....	12
	Amélioration du processus de prospection des Clients Grands Comptes.....	13
	Etude des conditions techniques et gains économiques pour la réalisation d’une Mutualisation d’épurateur pour des réseaux de biogaz	13
	Etude technique et économique du transport de CO ₂ issu des unités de méthanisation	13
	Valorisation technique et économique du CO ₂ issu des unités de méthanisation.....	14
III.	Année académique 2018 – 2019	15
	Fukushima ! La France pourrait-elle réagir d'un point de vue gazier ?	15
	LNG Downstream : Revue de l’état d’art des solutions d’importation de LNG et principales innovations proposées sur le marché	15
	Le marché du GPL en France : évolution et potentiel de développement.....	15
	Le comptage dans la supply chain de l'hydrogène liquide	16
	Mutualisation des processus qualité, travaux (sécurité, réglementaires, contractuels), et exploitation maintenance.....	16

Revue sur les technologies de captage, transport et stockage du CO ₂ avec pertinence sur le secteur électrique en France.....	17
Le modèle de professionnalisation des techniciens Gaz chez GRDF.....	17
Compte écart distribution : compréhension et adaptation à l'expansion des compteurs communicants gazpar	17
Enjeux, stratégie et plan d'action pour conserver et développer la place du gaz dans des projets de rénovation urbaine.....	18
Optimisation du contrôleur PID (Proportionnelle, intégrale, dérivée) des vannes de régulation dans la version 3 des postes d'injection biométhane.....	18
La méthanation in-situ : Analyse technique, technologique et économique	19
IV. Année académique 2017 – 2018	20
Système télémétrique en protection cathodique	20
Les perspectives de développement de la gazéification	20
La place du gaz dans la production d'électricité en Angola.....	20
Biométhane - Etat des lieux, freins au développement	21
Nord Stream 2: Quels enjeux économiques et géopolitiques en Europe?	21
La télé-exploitation de la distribution: Etat des lieux.....	21
Evolution stratégique du groupe ENGIE	21
V. Année académique 2016 – 2017	23
Gisements supposés de gaz de schiste en Europe et Etat des autorisations	23
Découverte d'hydrocarbures liquides et gazeux dans l'offshore sénégalais	23
Solutions techniques mises en œuvre pour limiter le torchage de gaz	23
Techniques et enjeux économiques du stockage	23
Impacts sur les acteurs de la libéralisation des marchés de l'énergie en Europe. Focus sur le cas français	24
Perspectives de développement du GNC et GNLV en France	24
Power to gas : compréhension et enjeux.....	24
L'impact du projet BRUA en Roumanie	24
CBM: état des lieux du développement actuel et opportunités pour la France	25
Comparaison entre l'offre des véhicules GNV et électriques en France	25
Pétrole et Gaz en mer Caspienne – Etat de l'art et enjeux géopolitiques.....	25
VI. Année académique 2015 – 2016	26
Le GNL : gaz naturel liquéfié.....	26
Accord sur le nucléaire iranien : impacts et nouvelles dynamiques dans le secteur pétrolier et gazier.....	26
Production de chaud et de froid à partir de propane	26
Opportunités du développement du biogaz en Roumanie	27
État de l'art de la filière CCG et perspectives technologiques.....	27
Etat de l'art des techniques de travaux sans tranchée - Une réponse durable aux chantiers urbains de demain.....	27
2016 sera-elle l'année du GPL en France ?.....	27
Application de l'annexe VI de MARPOL : à quelles difficultés les acteurs terrestres et maritimes font-ils face pour propulser les navires au GNL?	28
Power to gas	28
Opportunités du GNV dans un contexte lié à la transition énergétique	28
Techniques de soudage (état des lieux et alternatives)	28
L'évolution des réglementations en matière de prévention et de sécurité pour les sites de stockages industriels de GPL en France	29

	Gaz de schiste, révolution mondiale, position de la France, réactions face à la baisse des prix du pétrole	29
VII.	Année académique 2013 – 2014	30
	Du gaz vert dans les réseaux - Comment maîtriser les risques d'aujourd'hui et de demain ?	30
	Les siloxanes dans le biogaz de station d'épuration	30
	LNG composition analysis	30
	Panorama gazier de l'Arabie Saoudite	30
	Implémentation du gaz naturel pour véhicules (GNV) en Roumanie	31
	Quelles installations biométhane pour les agriculteurs ?	31
	L'avenir de l'impression 3D dans l'industrie gazière	31
	La micro-liquéfaction de gaz naturel pour la mobilité verte	31
	Panorama gazier du Cameroun	32
	Perspectives de développement de la micro-cogénération en Roumanie	32
	Etude de l'accident de Ghislenghien	32
VIII.	Année académique 2013 – 2014	33
	Le couplage gaz naturel/énergies renouvelables	33
	Les investissements dans l'industrie du gaz et de l'énergie des fonds souverains émiratis	33
	Procédés de Liquéfaction	33
	La construction d'une centrale CCGT de 120 MW en Mauritanie	33
	Géopolitique du Gaz dans la méditerranée orientale	34
	Impacts sociologiques et environnementaux consécutifs au développement du Gaz de Schiste aux Etats Unis	34
	Le méthane en arctique	34
	Captage – Stockage du CO ₂ . Mise en œuvre d'un projet CSC	34
	Smart Gas Grid	35
	Développement de lignes cryogéniques sous-marines pour le transport du GNL	35
	Etude de l'accident de Ghislenghien	36
	Le comptage du GNL	36
	Faisabilité économique de production d'électricité à partir de la détente du gaz naturel	36
IX.	Année académique 2012 – 2013	37
	Valorisation des gaz associés à la production pétrolière	37
	Le débat national sur la transition énergétique : quels leviers pour favoriser le développement de la filière GNV	37
	Approche économique de l'injection de biogaz dans le réseau de distribution de gaz en France	37
	Le stockage de l'électricité sous forme de gaz de synthèse, principes et enjeux	38
	Alternative à la fracturation hydraulique	38
	La micro-cogénération : conception et perspectives	38
	Utilisation du tube PE dans les canalisations de distribution de gaz : vieillissement et durées de vie	39
	Etat de l'art de l'oxy-combustion sous pression et ses éventuelles applications dans l'amont pétrolier	39
	Les FLNG1, nouveaux rois des océans: un prélude à l'âge d'or du GNL Contraintes et risques technologiques. Cas du Prélude de Shell.	39
	Alimentation énergétique de l'île de la Réunion	40
	Shale Gas in Latin-America: Perspectives and Risks	40
	Hydrocarbures au Maroc : Exploration, production et exploitation	40
	Emissions polluantes des moteurs essence et diesel	40
	Couplage gaz naturel aux énergies renouvelables pour la production d'électricité – le cas de l'énergie solaire	41

Faisabilité d'usage de digesteurs compacts de biomasse dans un milieu urbain	41
Panorama gazier en Afrique de l'Ouest	41
Le biogaz en CI: états des lieux, perspectives et enjeux du développement	42
L'essor du gaz en Australie : perspectives et contraintes pour l'investisseur	42
Panorama gazier de l'Europe : Organisation des marchés internes et challenges futurs	42
X. Année académique 2011-2012	43
Panorama gazier de la Tunisie	43
Etude de l'opportunité d'alimenter en gaz les industries de Nouvelle Calédonie.....	43
Méthode d'exploration et d'évaluations des réserves dans un gisement de gaz de schiste.....	43
La part du gaz dans la production d'électricité en France.....	43
Evolution de l'offre énergétique dans le Pays Basque espagnol	44
La chaîne gazière en Allemagne	44
Apparition de la technologie sans fil dans les filiales de la branche Infrastructure (GDF-Suez) : transport, stockage et terminaux méthaniers.....	44
Captage et stockage géologique de CO ₂ dans le monde	44
Panorama gazier de l'Espagne.....	45
Les évolutions techniques, organisationnelles et humaines, liées à la conduite d'un réseau de gaz communiquant.....	45
Dimensionnement et étude de rentabilité d'une installation BIOGAZ en injection réseau ou cogénération	45
Quel avenir pour le gaz turkmène ? Géopolitique d'un peuple méconnu au croisement des civilisations	46
Impact futur du gaz de schiste aux Etats-Unis sur le monde gazier	46
XI. Année académique 2010-2011	47
Iran, futur exportateur de gaz naturel ?	47
Les mesures de sécurité sur les méthaniers.....	47
La fin de pétrole bon marché	47
Etude de la capacité d'effacement de la demande dans le secteur domestique : influence sur le réseau électrique, mise en œuvre et problématiques associées.....	47
Les Perspectives Gazières de l'Indonésie	48
Etude de faisabilité du transport de l'hydrogène des éoliennes offshore à la côte.....	48
Le trading du gaz et le stockage	48

I. Année académique 2020 – 2021

Analyse du potentiel énergétique de la filière biométhane dans le mix énergétique ivoirien

GADOU David

En 2013, après la crise postélectorale de 2011, seuls 34 % de la population ivoirienne avait accès à l'électricité. Aujourd'hui près de 94 % de la population ivoirienne sont raccordés au réseau électrique. La Côte d'Ivoire a su trouver une dynamique énergétique qui lui permet de posséder le troisième plus grand système de production électrique du continent et d'être l'un des principaux exportateurs d'électricité en Afrique de l'Ouest. Avec une puissance installée de près de 2 230 mégawatts, la Côte d'Ivoire satisfait entièrement sa demande intérieure et dégage un excédent d'environ 10 % qu'elle exporte dans la sous-région. Aujourd'hui, l'électricité est produite à partir des barrages hydrauliques (en 2015 environ 16 % de la part de la production totale) et des centrales à gaz (en 2015 environ 78 % de la part de la production totale). L'objectif de l'Etat est d'atteindre une capacité d'environ 4.000 MW au cours des prochaines années et un mix énergétique de 42 % d'énergies renouvelables à fin 2030. Ce travail a pour objectif de montrer le potentiel énergétique du biométhane dans le mix énergétique ivoirien. Ainsi, dans un premier temps, le travail consistera à faire une description des projets actuellement en cours et des solutions mis en œuvre par l'Etat pour accompagner la filière énergétique. Ensuite, il s'agira de faire une étude technico-économique des solutions de méthanisation existantes en vue de choisir une solution moins coûteuse. Enfin, il s'agira de faire une estimation grossière du potentiel énergétique, c'est-à-dire le nombre de mégawatts produits, à partir du potentiel méthanogène des intrants de la méthanisation.

Analyse et optimisation de la méthanation issue de la méthanisation et couplée à l'H₂ renouvelable

AOUN Elie

Dans le cadre de la transition énergétique, les entreprises européennes travaillant dans le domaine de l'énergie cherchent à diminuer l'empreinte carbone et les émissions des gaz à effet de serre. Dans ce contexte, le recours aux énergies renouvelables et aux systèmes de captage CO₂ a commencé à se répandre pour le post-traitement de fumées industrielles, de l'épuration de biogaz, de la gazéification...Mais, les moyens de stockage de l'électricité excédentaire « classiques » notamment ceux utilisant les batteries durant les périodes de faible consommation posent divers problèmes, l'idée de convertir cette électricité en H₂ pourrait être une solution. L'hydrogène pose aussi beaucoup de problèmes au niveau du stockage et de l'injection dans les réseaux de transport du gaz naturel (limités actuellement à 6% en H₂ en composition du gaz naturel). D'où, l'idée de convertir cette énergie en une autre forme d'énergie facilement stockable et transportable semble être intéressante en utilisant un procédé innovant : La méthanation. Ce projet porte sur l'analyse et l'optimisation de la méthanation issue de la méthanisation et couplée à l'hydrogène renouvelable ayant pour but d'augmenter le rendement en biométhane injecté dans le réseau de transport du gaz naturel. Ce gaz doit respecter les mêmes caractéristiques du gaz présent dans le réseau. L'idée de CRYOCOLLECT est de valoriser ce CO₂ afin de presque doubler le rendement en biométhane produit. Ainsi, les molécules de CO₂ issues de la méthanisation et les molécules de H₂ issues de l'électricité renouvelable excédentaire seront combinées ensemble et valorisées en syngaz. Pour atteindre ce but, dans le cadre de ce travail, un état de l'art suivi d'une analyse technico-économique sont réalisés afin de comprendre les différentes synergies offertes par la méthanation combinée à la méthanisation/électrolyse. Un gaz vert est alors obtenu tout en valorisant les molécules de CO₂ et le surplus d'électricité renouvelable, participant ainsi à la transition énergétique.

Contribution à la performance et l'excellence opérationnelle du processus d'exploitation du réseau de distribution du gaz naturel

BOUHJAR Alaedine

L'exploitation du réseau de distribution gaz de GRDF est une activité en pleine évolution dans un contexte économique et réglementaire. Au regard de ces enjeux, la Délégation Interventions Exploitation et Maintenance de Nouvelle Aquitaine Nord veille à l'excellence opérationnelle du processus d'exploitation du réseau. Des politiques de maintenance, d'exploitation ainsi qu'un processus de planification et programmation des activités sont mises en œuvre afin d'atteindre les objectifs liés à la sécurité du réseau et

à l'optimisation des interventions. Dans ce contexte, au sein de la délégation les missions effectuées sont réparties sur deux volets principaux, le premier est la sécurité et la fiabilisation des bases des données patrimoines avec le projet de prévention des dommages aux ouvrages liés aux écarts cartographiques. La mission consiste en premier temps à analyser les données des incidents sur le réseau grâce aux outils et aux applications métiers de GRDF, sans oublier l'expertise terrain. Après le traitement des données la deuxième phase de projet consiste à Identifier et localiser les adresses des ouvrages ayant des écarts. Ces derniers sont remontés à la cartographie afin de lancer des chantiers de fiabilisation des plans du réseau gaz et éventuellement avec des actions proactives sur des zones identiques en configuration. Le deuxième volet est l'optimisation du processus de maintenance préventive des ouvrages spécifiques "les points singuliers et particuliers" afin de respecter les délais réglementaires de révision de ces ouvrages. Le projet consiste à analyser et post traiter les données GMAO spécifique aux ouvrages concernés et développer une procédure de maintenance optimisée permettant de réordonner, prioriser les interventions afin d'optimiser des ressources humaines et matériels alloués. Un programme de maintenance est proposé basé sur l'optimisation des déplacements entre les Agences d'exploitation et les lieux d'interventions afin d'établir le maximum d'activités avec des durés et ressources optimales. Les missions confiées sont complémentaires et servent à contribuer à la performance du réseau de distribution gaz afin de préserver les ressources pour les projets de biométhane à venir (mise en service, gestion des incidents ...) Une contribution à l'étude et l'adaptation des mailles du réseau gaz aux nouveaux projets d'injection biométhane est attendue afin de favoriser l'intégration du gaz vert en développant plus les procédures d'exploitation.

Optimisation de la conception et de l'exploitation des réseaux de gaz sur lesquels l'injection de biométhane est présente

CALA Laurent

L'ambition de GRDF dans le cadre de la Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte, promulguée le 17 août 2015, est de parvenir à 12 TWh de gaz vert dans les réseaux en 2023. Cet objectif représente une réduction d'environ 2,2 millions de tonnes de CO₂eq. GRDF doit travailler à la transformation du réseau de distribution afin d'augmenter les capacités d'accueil du biométhane en favorisant son injection sur les réseaux de gaz. De manière à initier ce vaste projet, une étude novatrice sur les réseaux de gaz où l'injection de biométhane est présente devra être réalisée tant pour l'optimisation de la conception que pour l'exploitation des réseaux de gaz. Cette étude dressera un premier mode opératoire permettant de comprendre et d'analyser précisément le comportement du réseau face à l'injection de biométhane. Le périmètre de l'étude comprendra des mailles d'architectures différentes alimentées en biométhane, dans la région Centre-Ouest de GRDF (régions administratives Bretagne/Pays de la Loire/Centre-Val de Loire). Le premier axe de ce projet sera articulé autour d'un état des lieux des outils de GRDF permettant la récupération de données de pressions et de débits. L'analyse sera réalisée au niveau des différents ouvrages clés comme les unités d'injection de biométhane, les postes de détente réseau, les postes transport ainsi que les postes de livraison des gros consommateurs. Le second axe concernera la comparaison entre les données terrain et les simulations du comportement de ces réseaux dans des conditions équivalentes. L'objectif sera de définir les comportements types, les limites de conception ainsi que les potentielles contraintes d'exploitation de ces réseaux, pour en tirer des enseignements et améliorer les nouvelles études.

Étude de préfaisabilité de la production d'alternatives décarbonées à la ferme

GNUME Jacques

A l'heure actuelle, la planète est menacée par le réchauffement climatique dû à l'exploitation abusif de nos ressources énergétiques fossiles. Plusieurs pays voyant l'urgence ont décidé de mettre en place l'accord de Paris (COP21). La France pour respecter ses objectifs fixés dans le cadre de cet accord, vise la neutralité carbone à l'horizon 2050 au travers de sa loi transition énergétique pour la croissance verte (LTECV). Cependant le secteur agricole français est l'un des secteurs les plus émetteurs de gaz à effet de serre avec l'utilisation du Gazole non routier (GNR) utilisé par les machines agricoles. L'objectif de ce travail est d'évaluer les possibilités d'un recours aux alternatives décarbonées dans le secteur agricole permettant une souveraineté alimentaire et énergétique de la France. L'étude a porté sur la réalisation de l'état de l'art de la mécanisation en milieu agricole, l'identification du panorama des agrocarburants incorporés en France et des technologies actuelles de productions d'agrocarburants. Ensuite les aspects relatifs aux émissions de GES, au bilan énergétique et au bilan carbone de chaque alternative aux combustibles fossiles ont été mis

en exergue. Enfin une étude de cas de la production d'agrocarburant (BIOGNV) réalisée à la ferme a permis de dégager des recommandations pour des pistes à privilégier permettant d'accélérer la transition agroécologique.

Évaluation technico-économique des voies de réduction de la dépendance des machines agricoles aux combustibles fossiles, cas de la production d'agrocarburants à la ferme

AL JAWDAH Hayder

Le monde agricole en France est un consommateur majeur d'énergie fossile. Cette consommation représente une problématique pour la qualité de l'air à cause des émissions particulières du diesel. Cette dépendance inédite au pétrocarburant devrait être réduite pour répondre à l'objectif agro-écologique 2050. Aujourd'hui, une nouvelle brique technologique permet d'envisager une production des agrocarburants : le BioGNV, les HVP (huiles végétales pures) et le biodiesel à la ferme. La production de ces agrocarburants pourrait atténuer cette problématique. Cette étude a pour objectif d'évaluer la faisabilité technico-économique des voies de réduction de la dépendance des machines agricoles aux combustibles fossiles en s'intéressant au cas de la production d'agrocarburants à la ferme. Dans ce travail, une grille de critères a été réalisée pour comparer les trois agrocarburants en termes de bilans matières, énergétiques et environnementaux. Enfin, Une étude de cas concernant la production d'agri GNV à la ferme après une visite terrain pour collecter les données nécessaires a été réalisée. Les résultats montrent que la filière BioGNV en termes de bilan énergétique, bilan environnemental et au niveau maturité à la ferme représente un atout favorable comparativement au Biodiesel et à l'HVP.

Traitement des non-accessibilités aux ouvrages gaz en immeubles

HUDRY Romain

Dans le cadre de sa politique de sécurité industrielle, GRDF, gestionnaire du réseau de distribution de gaz, est amené à effectuer des interventions régulières sur les installations gaz, et en particulier sur les ouvrages gaz situés en immeubles (CICM). Les interventions en immeubles peuvent entrer dans le cadre du programme de maintenance régulier (inspection de CICM par exemple), répondre à un besoin clientèle (mise en service d'un compteur) ou relever d'une urgence ou d'un dépannage (odeur de gaz, manque de gaz, ...). Dans tous les cas, l'accès aux parties communes des immeubles est requis. La particularité de la Ville de Paris est que la majorité des accès aux immeubles est verrouillée par une carte à puce (système Vigik) ou par un digicode. L'accessibilité aux installations gaz en immeubles est une problématique majeure pour la DIEM (Délégation Intervention Exploitation Maintenance) : en effet, les interventions sur ce type d'ouvrages se soldent très régulièrement par un problème d'inaccessibilité. Dans ce cadre, l'une des missions de la DIEM est le traitement des MAG (Maintien Alimentation Gaz) : dès lors qu'un contrat de fourniture de gaz a été résilié, GRDF dispose d'un délai réglementaire pour mettre en sécurité l'installation du client. Les MAG non-traités dans les délais impartis ont pour cause principale la non-accessibilité aux ouvrages gaz dans les immeubles. Ce travail nécessite, dans un premier temps, de faire un état des lieux sur le volume de MAG à traiter. Il s'agit ensuite d'identifier les causes de la non-accessibilité aux ouvrages : des visites sur le terrain ont été organisées avec les techniciens afin de mieux appréhender les problèmes auxquels ils sont confrontés. La dernière étape consiste à établir un plan d'action pour résorber les MAG supérieurs à 9 mois. Des exemples d'actions qui ont été conduites durant cette étape sont le démarchage téléphonique de certains clients dans le but d'obtenir les informations nécessaires pour accéder aux ouvrages en immeubles, ou encore la rédaction d'une lettre générique à destination des syndicats de copropriétés pour leur rappeler la réglementation et leur demander l'accès aux immeubles. Ce travail s'inscrit également dans un contexte plus général d'accessibilité permanente aux installations gaz en immeubles.

Etude technico - économique comparative des technologies d'épuration et de valorisation du biogaz

KERKACHE Halla

Total ambitionne d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. Le biogaz offre des perspectives prometteuses pour contribuer à atteindre cet objectif. En effet, le biogaz peut être utilisé directement pour la production d'électricité et pour la mobilité, ou il peut être injecté dans les réseaux de gaz naturel (GN) existants, étant donné qu'il possède les mêmes caractéristiques techniques que le GN. Selon la source (type de matière première utilisée) du biogaz, ce gaz vert obtenu par fermentation contient principalement du CH₄ et du CO₂

mais aussi des composés indésirables tels que l'H₂S, l'H₂O, l'NH₃ et les siloxanes. Afin d'éviter certains problèmes (corrosion, encrassement, toxicité, etc.) et d'augmenter sa valeur énergétique, il est nécessaire d'éliminer du biogaz le CO₂ (valorisation du biogaz) et les composés indésirables (épuration du biogaz) afin de le transformer en biométhane. Dans ce travail, les technologies examinées pour la valorisation du biogaz sont : lavage à l'eau, lavage physique et chimique, adsorption, séparation par membrane et séparation cryogénique. En ce qui concerne l'élimination du H₂S, les procédés biologiques, chimiques, d'adsorption, d'absorption et de séparation par membrane sont considérés. Cette étude a permis de constater que pour les techniques de désulfuration, de dosage chimique in-situ et de micro-aération in-situ, et d'adsorption sur charbon actif (les plus utilisées) sont les plus avantageuses d'un point de vue économique en raison de leurs faibles coûts d'investissement et de fonctionnement, cependant leur utilisation dépend des quantités de H₂S dans le biogaz (en fonction de la matière première utilisée), il est possible de combiner plusieurs techniques pour répondre aux spécifications du biométhane. Concernant les technologies de valorisation du biogaz, pour les faibles et moyennes capacités, la technologie membranaire est actuellement la plus utilisée en France pour sa grande maturité, et ses faibles coûts d'exploitation et de maintenance. Néanmoins, la technologie de séparation cryogénique reste prometteuse car elle offre une plus grande pureté de biométhane et des faibles pertes de CH₄, mais elle est moins mature et nécessite plus d'efforts pour réduire sa forte demande en électricité. En outre, il est difficile de déterminer la solution "ultime" de valorisation du biogaz à partir des informations contenues dans la littérature. En effet, il faut comparer objectivement les technologies pour un cas spécifique donné (capacité, coût opérationnel, qualité du biogaz, etc.), c'est ce qui est envisagé dans la continuité de ces travaux.

Sécurité Industrielle : Prévention des endommagements par une Intelligence Artificielle

KRAYEM Hassan

Malgré l'amélioration constante des actes de maintenance, le réseau de gaz exploité par GRDF reste vulnérable. Les travaux de tiers à proximité des ouvrages de distribution constituent encore une des principales causes d'endommagements. Des actions ont été engagées pour renforcer la prévention des risques : un meilleur traitement des Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux adressées par les entreprises du BTP préalablement à leurs interventions, une présence renforcée de GRDF à l'occasion des chantiers à proximité des canalisations les plus sensibles, mais aussi une amélioration de la qualité des bases cartographiques. Aujourd'hui il est nécessaire d'aller encore plus loin et d'engager une véritable révolution qui sera au cœur de la sécurité industrielle à travers PrevenDO (Prévention des Dommages aux Ouvrages). Ce projet permettra à GRDF de collecter les données liées aux travaux de tiers, afin de réduire les Dommages aux Ouvrages et optimiser les visites de chantiers à risques potentiels. Au sein de la Direction Technique et Industrielle, ce travail intègrera deux axes qui contribueront à la réduction des Dommages aux Ouvrages. Le premier concerne le développement d'actions de prévention d'endommagement des travaux de tiers et le second porte sur l'accompagnement du projet PrevenDO

Technologies de captage du CO₂ : analyse comparative et perspectives

NKOUA Valéry

Une part importante de la production d'énergie provient de sources fossiles fortement carbonées donc productrices de CO₂, principal gaz à effet de serre d'origine anthropique. Ce rôle dans le réchauffement climatique pousse les scientifiques et industriels du monde entier à promouvoir les technologies de captage, de stockage (ou séquestration) et de valorisation du dioxyde de carbone. Ce mouvement concerne tous les lieux d'émissions de dioxyde de carbone que ce soit dans la production d'électricité, de l'hydrogène et même les hydrocarbures. Cette étude dresse l'état des avancées dans les technologies de captage de carbone, groupées suivant les principes de précombustion, postcombustion, oxycombustion et capture directe dans l'air. Le premier axe rappelle à travers une revue de littérature les principes de fonctionnement de ces différentes méthodes ainsi que leurs applications respectives. Le second axe quant à lui est un examen comparatif d'un échantillon de projets soigneusement sélectionnés pour leur caractère innovant et les voies de valorisation qu'ils génèrent. A l'aide d'une recherche bibliographique, cette évaluation vient dégager l'intérêt de ces technologies en prenant en compte pour différents projets le cycle de vie des intrants et les critères économiques comme variables. Un accent sera mis sur les possibilités qu'ouvrent ces innovations dans l'atteinte des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Analyse de données pour le stockage de fumier avant méthanisation

TALLA TAKAM Compassion

Les énergies vertes apparaissent au cœur de la révolution énergétique qui marque particulièrement notre ère suite aux défis climatique et environnementaux. Les exploitants, les agriculteurs, les fermiers, les investisseurs, les consommateurs se tournent donc massivement vers ces énergies vertes, en occurrence la chaîne biogaz qui apparaît parmi tant d'autres. La production de biogaz est bien connue, mais elle fait face à des pertes de bio méthane le long de la chaîne de production. La matière organique commence à se décomposer dès le stockage entraînant ainsi une sous exploitation de son pouvoir méthanogène (BMP) dans les unités de biogaz. Ce travail porte donc sur la conservation du potentiel méthanogène des déchets organiques d'origine animale à travers l'optimisation du stockage avant méthanisation. Une revue bibliographique, a permis d'identifier quelques types de stockage : anaérobie, l'ensilage et le co-ensilage. L'information disponible met en évidence la très mauvaise conservation du fumier de bovin frais. De façon général, le potentiel méthanogène est réduit pendant les stockages de type : aérobie et par ensilage. Mais dans celui du co-ensilage du fumier de bovin avec un co-substrat riche en sucres facilement biodégradables et à teneur en matière sèche élevée semble être la méthode la plus pertinente pour la préservation du potentiel énergétique de cette ressource avant méthanisation. Une analyse des compositions et des potentiels en fonctions du temps à base de données disponibles est présentée.

Unification des systèmes d'information de gestion de la maintenance

ROUSSEL Baptistin

GRTgaz possède, exploite et développe un vaste réseau de transport de gaz naturel à travers la France mais aussi de nombreuses infrastructures connexes essentielles au bon fonctionnement de celui-ci. La maintenance est un enjeu crucial pour l'entreprise qui y consacre chaque année plus de 330 Millions d'euros. Afin de continuer à améliorer ses performances dans ce domaine, un projet d'unification des deux systèmes de Gestion de la Maintenance Assisté par Ordinateur (GMAO) de l'entreprise a été lancé en 2017. Celui-ci doit permettre d'harmoniser les pratiques et les procédures, de les optimiser, mais aussi de rationaliser les dépenses en matière de Système d'Informations pour la maintenance. Grâce à ces nouveaux processus unifiés, l'entreprise souhaite continuer sa mutualisation des applications de maintenance en faisant basculer les fonctionnalités de certaines d'entre elles dans la GMAO fourni par l'éditeur SAP. Dans ce cadre, GRTgaz a entrepris de transférer ses applications qui permettaient aux membres de la Direction des Opérations & Technique de faire remonter auprès d'autres directions des informations concernant leurs groupes Compression ou des données environnementales. Le défi est de pouvoir faire basculer toutes les fonctionnalités des anciens outils vers la nouvelle solution GMAO. Il faut donc préparer ce projet, spécifier le besoin, accompagner les changements et proposer les solutions communes les plus adaptées aux besoins du métier.

Etude Comparative et amélioration de la performance des chaudières régénératives du Triéthylène glycol

SEYE El Hadj Cheikh

Face à des demandes aléatoires, il est nécessaire que les distributeurs de gaz naturel disposent de stockages importants. La technique du stockage permet d'assurer la couverture des pointes de consommation, ainsi que de la forte modulation saisonnière. Il permet par exemple lors d'une diminution de demande, de stocker le gaz en surplus. Une bonne gestion de ces stockages permet donc de combler les déficits temporaires de ressource et d'assurer au client un approvisionnement continu adapté à sa demande. Storengy France, groupe ENGIE, développe et exploite des installations de stockage souterrain de gaz naturel sur le territoire Français et commercialise ses capacités auprès de ses clients fournisseurs de gaz naturel ou négociants en gaz. L'ambition de Storengy est d'être un opérateur de stockage de gaz de référence, attractif et acteur de la transition énergétique dans les territoires. Afin d'être en conformité vis-à-vis de la réglementation et de réduire ses émissions de polluants, le site de Tersanne-Hauterives s'est inscrit dans une démarche d'amélioration et d'optimisation de ses process concernant les chaudières régénératives de triéthylène glycol (TEG) utilisés pour déshydrater le gaz. La première partie consiste à refaire le Plan d'Opération Interne du site d'Hauterives comme l'exige l'arrêté préfectoral. La deuxième partie sera consacrée au suivi d'un remplacement d'un brûleur atmosphérique régénératif de TEG par un brûleur à air pulsé. La première phase consistait à ajouter de nouveaux composants sur le brûleur initial, et la dernière phase consistait à réguler l'installation afin d'optimiser les consommations et le process.

Stockage d'hydrogène en cavité saline : Comment passer d'un modèle d'exploitation de stockage traditionnel à un modèle avec intégration de gaz verts ?

OLIVART Liseth

Storengy est le premier opérateur de stockage souterrain de gaz naturel en Europe, avec 60 ans d'expérience dans ce secteur. Aujourd'hui l'entreprise est porteuse de plusieurs projets power-to-gas et de projets power-to-hydrogène afin de s'inscrire dans la transition énergétique et de pérenniser l'usage des infrastructures gazières pour réduire la production des GES afin de contribuer à la transition vers un monde neutre en carbone. Chez Storengy, le PAM (Portfolio Asset Management) concerne la maîtrise d'ouvrage des projets industriels sur les sites de stockage et est en charge de l'évolution de ses actifs en cohérence avec la vision stratégique de l'entreprise ainsi que du pilotage des projets de transition énergétique. Compte tenu des enjeux grandissants autour de l'arrivée des gaz renouvelables (biométhane, méthane de synthèse et hydrogène) dans le réseau français, Storengy souhaite étudier aujourd'hui l'intégration dans son fonctionnement traditionnel, de gaz verts pouvant servir au stockage d'énergie dans un mix énergétique à majorité renouvelable et donc fortement intermittent ainsi que la compétitivité de ces systèmes. Pour répondre à cette problématique de compétitivité, cette étude présentera d'abord une analyse de l'évolution réglementaire du biométhane et de l'hydrogène avec pour objectif de les appliquer aux projets power-to-gas en phase de développement. Ensuite, une étude sur les fonctionnements des Garanties d'Origine (GO) du biométhane et de l'hydrogène sera menée. Cette analyse permettra notamment de comprendre le projet CertifHy, en cours de création, qui gère les GO hydrogène au niveau européen. Ce travail permettra ensuite de contribuer au développement de projets de stockage d'hydrogène en cavité saline en développant un modèle économique s'appuyant sur les exigences réglementaires étudiées associées au pilotage des études, aux revues des études techniques et à l'intégration du stockage dans la chaîne de valeur de l'hydrogène.

Etude des diverses actions de bunkering pour la fourniture de GNL dans des ports maritimes

TCHUITCHUI Cédric

Le secteur du transport maritime est réglementé par l'Organisation Marine International (OMI). Celle-ci envisage à travers la convention MARPOL d'inciter à la mise en œuvre de différents leviers de réduction des émissions, dont le recours aux carburants alternatifs et la création de zones de contrôles d'émissions. La principale problématique actuelle est l'utilisation des fuels lourds comme carburant marin qui est responsable de 90% de la pollution marine et qui émet d'important volume de gaz à effet de serre, de particules fines, d'oxyde d'azote en plus des émissions soufrées. Il est démontré de nos jours que le Gaz Naturel Liquéfié (GNL) est la solution alternative pour la réduction de la pollution du transport maritime. En comparaison aux fiouls, la combustion du GNL réduit considérablement les polluants émis par le fioul. Néanmoins, cette alternative reste confrontée à des réalités technologiques des propulseurs en GNL et la gestion des gaz d'évaporation dans les réservoirs cryogéniques de GNL durant le transport à bord des navires. Par ailleurs, l'approvisionnement ou le Bunkering des navires en combustible reste un processus délicat relativement aux diverses techniques utilisées et des risques environnementaux. Dans ce travail, les techniques de Bunkering couramment utilisées et les mesures de prévention de risques afférents ont été développées. Celles-ci ont permis de comprendre les mesures de sécurité à prendre avant, pendant et après l'avitaillement. De plus, le calcul des énergies échangées lors des transferts et la détermination du volume de gaz d'évaporation ont permis aussi de comprendre la gestion du Boil-of-Gas (BOG) et son optimisation durant le transport. Le choix technologique dans ce travail, lors du déchargement et du rechargement (Bunkering) des cuves de stockages en GNL est de privilégier les réservoirs cryogéniques à double parois qui renvoient un faible pourcentage de Boil-of-Rate de gaz durant le transport (BOR) et le stockage favorisant ainsi une bonne isolation thermique. de Boil-of-rate de gaz durant le transport (BOR) et le stockage favorisant ainsi une bonne isolation thermique.

II. Année académique 2019 – 2020

Analyse des perspectives mises en œuvre pour le développement des Energies Renouvelable au Maroc

Hamza HIBA

Ce travail a pour objet de présenter en première partie, la stratégie énergétique établie en 2009 par le Maroc qui compte accélérer davantage la transition énergétique et la diversification de son mix électrique en adoptant des objectifs ambitieux visant à porter la part des énergies renouvelables à 42% de la puissance installée à l'horizon 2020 et à plus de 52% à l'horizon 2030. Ensuite, de présenter Les technologies mises en œuvre pour le développement des ENR (solaire, éolien), avec une analyse des choix opérés, la gestion du problème des intermittences, les avantages et les limites des solutions adoptées. Une deuxième partie sera consacrée à la présentation et l'analyse de l'approche et des programmes de recherche et développement, avec une présentation des technologies innovantes qui pourraient être introduites dans le programme marocain à court, moyen ou long terme, et aux pistes de réflexion sur les technologies encore plus prometteuses qui pourraient être suggérées. Enfin, une analyse approfondie sera menée pour identifier les enjeux sur l'intégration industrielle du secteur à laquelle le Maroc donne beaucoup d'importance.

L'impact local des projets solaires et éoliens au Maroc : impacts environnementaux et socioéconomiques

Haitam LIJAI

Le Maroc a adopté une stratégie énergétique favorable au développement des énergies renouvelables, pour sécuriser son approvisionnement énergétique dans un contexte de forte croissance de la demande énergétique, pour maîtriser les coûts futurs des services énergétiques par rapport à la tendance haussière des cours des produits pétroliers et enfin pour préserver l'environnement en atténuant les émissions de gaz à effet de serre. Cette stratégie a été déclinée en feuille de route avec des objectifs à court, moyen et long terme, accompagnée d'une vision claire de réformes législatives, réglementaires et institutionnelles. En effet, l'une des priorités majeures de la nouvelle stratégie énergétique élaborée est de porter à 42% la contribution des énergies renouvelables dans la production électrique en 2020. Dans le cadre de ce projet, une évaluation des programmes de développement des énergies renouvelables sera menée à travers une analyse des solutions adoptées et des choix opérés. Le travail s'articulera sur l'étude de l'impact local de cette stratégie sur le plan socioéconomique et environnemental, tout en se basant sur l'analyse des résultats et les objectifs atteints des différents programmes, projets et plans d'action issus de ces orientations stratégiques, et l'évaluation de leurs performances notamment économiques.

Optimisation des investissements de GRDF sur les ouvrages gaz en immeubles à Paris

Guillaume SANS

GRDF investit dans le renouvellement de ses ouvrages gaz dans le cadre sa politique de sécurité industrielle. La maîtrise d'ouvrage IDF a pour mission de décider des investissements, cibler les chantiers à réaliser et de suivre l'avancement. Ce projet a pour objectif d'optimiser les investissements de renouvellement d'ouvrage gaz en immeuble (CICM) sur Paris. Dans un premier temps il s'agit de faire un état des lieux du sujet : appréhender le patrimoine des ouvrages gaz en immeuble parisien, étudier le plan d'investissement et faire un point sur les techniques de renouvellement d'ouvrage (CICM) en pratique. Le cas des CICM à renouveler avec peu de client actif sera étudié spécifiquement L'objectif du projet est d'étudier des méthodes alternatives de renouvellement CICM garantissant un niveau de sécurité industrielle élevé et des gains technico-économiques. Dans ce cadre il s'agira d'étudier la possibilité d'utiliser le PLT, acier inoxydable pliable, en tant que matériaux pour une CICM et de viser la réalisation d'un chantier expérimentale. Le projet devra donc prendre un compte la réglementation actuelle et ses possibilités d'évolution, une analyse économique, les intérêts et les inconvénients de cette technique, la création d'un mode opératoire.

Développer la ville résiliente : quels rôles des réseaux énergétiques ?

Briec GOURVENEK

De plus en plus d'acteurs (grandes métropoles, grands groupes industriels et financiers, ...) questionnent leur modèle sous l'angle de leur résilience (capacité d'un système urbain à absorber, s'adapter et récupérer

de toutes perturbations prévisibles ou non). En particulier, ces mêmes acteurs s'interrogent aujourd'hui sur la manière d'intégrer dans leur réflexion stratégique cette notion de résilience : comment anticiper les changements à venir, comment prévoir des projets qui s'adapteront demain aux mutations climatiques, démographiques, technologiques, économiques, etc... ? En premier lieu, cette étude définit de manière concise et concrète la résilience urbaine en se basant sur les projets d'aménagement urbain résilients sur le territoire français. Le premier des deux objectifs majeurs de cette étude est d'identifier les critères pouvant impacter la résilience des projets urbains portés par les collectivités locales, les aménageurs et les promoteurs et affecter leur adaptabilité à horizon 2030 – 2050. Et le second objectif de cette étude est l'évaluation et la comparaison de la capacité des systèmes énergétiques mis en place (gaz, électricité, réseaux de chaleur) à faire face à ces évolutions voire à ces mutations.

Réduction des émissions de méthane sur le long de la chaîne de transport du gaz

Sellim MEJRI

GRTgaz possède et exploite en France le plus long réseau de transport de gaz naturel à haute pression d'Europe. Pour cela il assure trois grandes missions : le transport du gaz naturel de ses clients dans les meilleures conditions de sécurité, la livraison aux destinataires directement raccordés au réseau de transport et le développement de ses capacités de transport pour satisfaire les besoins du marché. Depuis quelques années GRT gaz a pris dans le cadre de ses activités des engagements pour agir sur le climat et l'environnement. Un de ses grands engagements est de limiter ses émissions de gaz à effet de serre notamment celle de méthane. Ce projet est donc de participer à ce programme de réduction des émissions de méthane. Il va s'articuler principalement autour de deux axes. Le premier axe concerne une étude type ACV pour comparer l'impact environnementale des différentes méthodes de travaux pour remplacer un tronçon défaillant. La plupart du temps on torche le gaz contenu dans le tronçon à changer ou on utilise la méthode du « gaz booster » pour comprimer le gaz dans la portion aval. Aujourd'hui ce qu'on voudrait mettre en place c'est la méthode du bouchon à l'azote, c'est-à-dire pousser le gaz contenu dans le réseau avec de l'azote. Néanmoins cette méthode nécessite l'utilisation de pompes fonctionnant au fioul et une grande quantité d'azote ce qui entraîne un impact environnemental non négligeable. Le second axe concerne la mise en place de la méthode du brulage des gaz d'étanchéité des compresseurs centrifuge. Les différents paramètres de la machine (pression, température, composition des gaz de brulage...) seront analysés. D'autres aspects seront abordés comme la participation à la campagne de changement des vannes de régulation du réseau, en vanne électrique ou basse émission et le suivi des projets RICE (Research & Innovation Center for Energy) sur la réduction des émissions de méthane.

Evaluation environnementale et étude de marché de la filière biogaz en France dans le but d'intégration pour Poste IMMO

Asmae EL AICHI

Le Groupe LaPoste a une activité fortement émettrice de gaz à effet de serre. Environ 190 000 tCO₂ sont émises chaque année, dont la source est principalement les consommations d'énergie du parc. Poste IMMO est à la fois foncière de groupe et prestataire de services. Une feuille de route climat de Poste IMMO a été établie dans le cadre de la SNBC (Stratégie Nationale Bas Carbone) ; qui comprend un volet relatif à la maîtrise de sa consommation énergétique et à la réduction de son empreinte carbone à l'horizon de 2050. Au sein du pôle Innovation et Energie l'entreprise cherche à diversifier sa fourniture d'énergie tout en contribuant au développement des énergies renouvelables. Dans sa politique environnementale, une rénovation des chaudières fioul avant 2025 celles du gaz ou la PAC (pompe à chaleur) de 260 000 m² est envisagée. Les leviers de stratégie bas carbone Poste IMMO sont estimés de réduire ses émissions GES de 40%. Le but de ce travail est, dans un premier temps d'établir une étude de marché de la filière biogaz en France dans le but d'intégration pour Poste IMMO. Ensuite, le travail consiste à accompagner les travaux GR/GE dans les différentes étapes du projet de rénovation du parc patrimonial et locatif du Groupe. Il s'agit principalement d'établir une étude comparative des différentes solutions de ces rénovations des équipements de chauffage, et évaluer l'impact environnemental de chaque solution proposée.

Evaluation environnementale et bilan énergétique de projets « Energies nouvelles

Tara BETZY

La Société Anonyme de la Raffinerie des Antilles « SARA » est une raffinerie de pétrole située sur 3 départements français (Martinique, Guadeloupe, Guyane). Au-delà de son activité « cœur de métier », cet acteur majeur de la zone Antilles-Guyane développe une stratégie d'intégration dans la transition

énergétique afin de contribuer à l'effort collectif de diversification du mix énergétique et de limiter l'impact environnemental de la raffinerie sur les écosystèmes des départements où elle est implantée. Sa politique environnementale et énergétique ciblée passe par la création du service Énergies Nouvelles pour développer différents projets liés aux énergies nouvelles/renouvelables. Le but de ce travail est de pouvoir évaluer les projets du Service Énergies Nouvelles sur le plan environnemental et énergétique en analysant et/ou élaborant une méthode d'évaluation fiable qui assurerait à la clé l'intérêt et la viabilité d'un projet donné. Ainsi, dans un premier temps, le travail consistera à faire un état des lieux des différents projets « Gaz » envisagés par la SARA. Dans un deuxième temps, il s'agira de réaliser un état de l'art des différentes méthodes d'évaluation de projets (Norme ISO, bilan carbone etc) et de comparer ces méthodes afin d'en choisir une en particulier. Pour finir, le travail s'orientera vers une évaluation de l'ensemble des projets à l'aide de la méthode choisie et également en terme de bilans énergétiques.

Amélioration du processus de prospection des Clients Grands Comptes

Laura RATOVO

Gazel Energie est un fournisseur d'énergie alternative créé en 2019 qui se base sur l'expérience de 20 ans d'E.ON et puis Uniper France. E. ON, l'ancien fournisseur traditionnel allemand, a créé une filiale de vente et de production d'énergie en France. La stratégie adoptée à l'entrée du marché français dans les années 2000 était de viser les professionnels qui représentent 80% de l'énergie consommée en France malgré le fait qu'elle ne représente que 20% des consommateurs. Cette stratégie a été maintenue par Uniper France, à partir de 2016, et par Gazel Energie depuis l'été 2019. L'équipe des Commerciaux Grands Comptes de Gazel Energie projette améliorer le processus de prospection des clients grands comptes gaz. Le CRM ("Customer Relationship Management" ou "Gestion de la Relation Client") de l'entreprise contient les informations de tous les clients et de tous les prospects. Une base des grands consommateurs de gaz à analyser devrait être créée dans le cadre de ce projet. Une analyse de leurs consommations par secteurs industriels et par zone géographique permettra d'identifier les intérêts d'une segmentation de la prospection. Par la suite, une carte de la France contenant tous les prospects et tous les sites des clients livrés sera créée. La finalité du projet est de proposer une stratégie de prospection pour agrandir le portefeuille client gaz.

Etude des conditions techniques et gains économiques pour la réalisation d'une Mutualisation d'épurateur pour des réseaux de biogaz

Joanne Fabiola KOUAKEP WETI

La méthanisation s'inscrit pleinement dans la dynamique de la transition énergétique et écologique. La production locale du biométhane permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre, de recycler des déchets, et diminue d'autant nos importations de gaz naturel. Elle permet également de diversifier le mix énergétique d'un territoire, d'assurer des revenus et des emplois non délocalisables et de développer des synergies entre les acteurs économiques locaux. La loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte fixe pour objectif de porter la part d'énergie renouvelable à 10 % de la consommation de gaz en France en 2030. Les récentes études de l'ADEME ont confirmé le fort potentiel de production de biométhane existant en France, reposant notamment sur la matière organique. Dans les conclusions de l'étude Green Gas Grids publiée fin 2014, l'ADEME propose 2 scénarii de développement pour le biométhane à l'horizon 2030 en France. Ce sont entre 12000 et 30000 GWh/an de biométhane qui pourraient être injectés dans les réseaux de gaz ce qui nécessiterait l'implantation de 500 à 1400 sites d'injections. Aujourd'hui, la France regorge près de 103 sites de production de Biométhane. Des études ont prouvé que parmi les différentes étapes d'installation jusqu'à l'injection du biométhane, la purification du biogaz est très coûteuse. Alors nous avons pensé à faire une étude des conditions techniques d'une mutualisation de purification pour des réseaux de biogaz pour voir si ce sera possible de faire des gains économiques.

Etude technique et économique du transport de CO₂ issu des unités de méthanisation

Elvire SANDJO

De plus en plus de clients s'intéressent au gaz vert et les réseaux existants pour la plupart sont encore sur du gaz fossile. De ce fait, GRDF étant un opérateur réseau, et n'ayant pas de main mise sur l'origine, ni la nature du gaz qui entre dans le réseau, se propose d'intervenir dans le domaine du développement de la filière du biométhane. Ce qui constituerait un appui technique pour le développement du gaz vert dans les réseaux. Pour cela, il décide de se positionner sur la chaîne de valeur du CO₂ et s'intéresse aux différentes

voies de valorisation du CO₂. Les unités de biométhane déjà existantes, l'entreprise se positionne sur le traitement de l'Off-gaz issus de ces unités pour obtenir du CO₂ vert qui pourrait être re-injecté dans le réseau ou fourni aux consommateurs. Pour le sujet de veille technologique, il s'agit essentiellement de la chaîne logistique du CO₂ (sur le plan technique, économique et réglementaire). La problématique étant de trouver par quels moyens transporter le CO₂ issu des différents sites de méthanisation aux utilisateurs finaux (réseau, consommateurs industriels, etc.). Les objectifs de ce projet sont donc de réaliser une étude des techniques et des conditions de transport du CO₂ en se basant en partie sur des exemples existants, les coûts liés et la réglementation associée, aboutissant à une analyse de faisabilité par rapport aux sites de méthanisation existants en fonction de leur zone géographique et des diverses autres caractéristiques.

Valorisation technique et économique du CO₂ issu des unités de méthanisation

Cynthia NOUPA

La méthanisation est le processus naturel biologique de dégradation de la matière organique en absence d'oxygène afin d'obtenir le biométhane. Sa valorisation en injection dans les réseaux gaziers présente de nombreux atouts. Elle s'inscrit notamment dans l'économie circulaire, agricole et locale, avec de nombreuses externalités positives : valorisation locale des déchets, décarbonation des secteurs énergétique et agricole, retour au sol du digestat comme matière fertilisante naturelle, création d'emplois locaux et innovation. Enfin cette valorisation permet de diminuer le taux d'utilisation d'énergie fossile et de réduire son impact carbone. L'Etat Français subventionne les filières renouvelables notamment celle du biométhane en termes de tarif d'achat afin que celle-ci soit compétitive sur le marché et puisse s'aligner sur le prix du gaz naturel. Quant à GRDF son but est de valoriser le développement de la filière afin de pouvoir remplacer le gaz naturel dans les réseaux de distribution par le gaz vert. Rendre la filière gaz renouvelable compétitive revient à diminuer le coût de production de celle-ci et pour cela, une des solutions est de valoriser le CO₂ issu de l'épuration qui est actuellement rejeté dans l'atmosphère. Parmi les solutions possibles la revente du CO₂ aux gros consommateurs est difficilement envisageable notamment à cause des coûts d'investissement liés à sa récupération, son conditionnement et son transport ; une autre possibilité est de valoriser le CO₂ sur site ce. Système télémétrique en protection cathodique

III. Année académique 2018 – 2019

Fukushima ! La France pourrait-elle réagir d'un point de vue gazier ?

DE LEISSEGUES Stanislas

Au lendemain de la catastrophe de Fukushima, le Japon a pris la lourde décision de fermer son parc nucléaire. Le 3ème producteur mondial d'électricité nucléaire doit donc trouver des solutions pour compenser cette source d'énergie. Le peuple japonais entame alors un profond changement de son mix énergétique. La sobriété énergétique et les importations d'énergies fossiles, notamment de gaz naturel liquéfié ont permis au Japon de faire face à cette catastrophe. De par son mix électrique initialement très équilibré entre les différentes sources d'énergies, le Japon a rapidement retrouvé une situation énergétique stable. La France est le deuxième producteur mondial d'énergie nucléaire. Le nucléaire assure 72% de la production d'électricité contre 25% au Japon avant Fukushima. Les centrales thermiques sont peu présentes dans le paysage énergétique. Leur rôle principal est d'apporter une production supplémentaire lors des pics de consommation. Pourtant, le système gazier français est extrêmement développé et possède de nombreux atouts. Augmenter la capacité de production électrique des centrales gaz assurerait à la France une très grande sécurité. Ce rééquilibrage du mix électrique permettrait de ne pas se retrouver en situation de blackout total en cas d'immobilisation du parc nucléaire.

LNG Downstream : Revue de l'état d'art des solutions d'importation de LNG et principales innovations proposées sur le marché

NASRI Inès

Au cours des dix dernières années, le nombre de terminaux méthaniers et leurs capacités de regazéification ont considérablement augmenté pour diverses raisons. On dénombre entre autres des enjeux géopolitiques complexes, un paysage énergétique changeant, des contraintes liées aux émissions des gaz à effet de serre, etc. Dans ce contexte, la demande de GNL augmente considérablement. Pour faire face à ce développement, plusieurs nouvelles techniques d'importation de GNL ont été développées. Ce travail fera état des infrastructures existantes en distinguant les terminaux méthaniers selon plusieurs critères. Le type (Onshore, FSRU) et l'architecture globale des terminaux seront décrits, ainsi que les différentes technologies de regazéification existantes. Egalement, les principaux usages du gaz en provenance des terminaux méthaniers seront détaillés. Dans un second temps, il sera question d'aborder plus particulièrement les terminaux de type FSRU - floating storage and regasification unit – dont l'essor est relativement récent. Une recherche sur ce segment et son marché sera faite. Cette étude a vocation à comparer dans le détail la partie de regazéification, située en fin de la chaîne du GNL, en citant pour chaque technologie les avantages et inconvénients de celle-ci, de manière à fournir une vue d'ensemble complète de l'état actuel du marché.

Le marché du GPL en France : évolution et potentiel de développement

CAMARA Djiby

En France, le GPL a connu une période « glorieuse », mais aujourd'hui et depuis 1999 nous constatons une régression voire une dégradation du marché au profit d'autres formes d'énergies concurrentes. De 2000 à 2017, la consommation de GPL est en forte baisse d'environ 45%. Le contexte français est bien particulier. En effet, au-delà des considérations climatiques et n'étant pas producteur d'énergie fossile (GPL, GAZ Naturel, etc.), la France cherche à optimiser ses capacités à satisfaire d'elle-même ses besoins énergétiques. Ainsi, il s'agit d'un marché fortement influencé par la politique gouvernementale. La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) nouvellement publiée ne favorise pas la croissance du marché du GPL, pour autant elle laisse encore une belle marge de manœuvre aux lobbyistes qui peuvent revendiquer de vrais atouts écologiques du propane surtout en termes de mobilité. Un nouvel essor du marché du GPL devra inévitablement découler de trois grands axes :

- La politique commerciale
 - Une bonne politique commerciale qui peut convaincre les collectivités locales (réseaux canalisés), les industriels et particuliers sur les avantages écologiques et économiques du GPL ;
 - Une politique tarifaire attractive et des offres de services diverses visant la satisfaction des clients ;
- Le Lobbying suffisamment fort pour influencer les politiques gouvernementales et l'industrie automobile (développer un véritable partenariat afin de promouvoir l'offre de véhicule GPL) ;
- La participation à la recherche scientifique pour renforcer davantage la sécurité des usages du GPL mais aussi aux solutions futures de capture, stockage et utilisation du CO₂.

Le but de cette étude est de faire une analyse exhaustive du marché du GPL et de discuter les modalités par le biais desquelles cette filière pourrait conserver voire augmenter ses parts de marché en France.

Le comptage dans la supply chain de l'hydrogène liquide

DE VARAX Henri

Avec l'accélération du réchauffement climatique, la plupart des pays du globe se sont lancés dans des politiques de réduction de leur empreinte environnementale. L'hydrogène est une des solutions à ce problème. C'est l'élément terrestre qui présente le meilleur ratio énergie chimique /masse. Pour restituer son énergie, l'hydrogène va réagir avec l'oxygène. Cette réaction est totalement propre, car elle ne rejette que de l'eau. Un argument de poids dans le secteur du transport où l'autonomie d'un véhicule est essentielle. Des constructeurs automobiles comme Toyota, Hyundai ou Mercedes, ont saisi cet intérêt, et proposent maintenant des voitures de série qui fonctionnent à l'hydrogène. Cette molécule est aussi une alliée des panneaux solaires et des éoliennes. La variation de la puissance de ces centrales suit celle de phénomènes météorologiques, qui n'est pas celle de la demande des consommateurs. La production d'hydrogène par électrolyse permet l'équilibrage du réseau. Au lieu d'isoler les éoliennes du réseau lors de vents violents, on pourra convertir cette énergie électrique (aujourd'hui gaspillée) en hydrogène. Des États comme le Japon l'Allemagne, la Corée ou la Californie, adoptent donc des politiques résolues en faveur du développement de la filière. Cela se concrétise par l'émergence stations hydrogène, qui permettent aux automobilistes de se ravitailler. Pour Air Liquide, c'est un nouveau marché qui se développe, où l'entreprise a une légitimité. Air liquide achalande les industries chimique, métallurgique ou spatiale, en hydrogène. Trois formes de livraisons existent. Le transport par gazoduc, par camion sous forme comprimé, ou sous forme liquéfié. Les stations-services doivent, par essence, couvrir un maximum de territoires. Relier l'ensemble des stations par gazoducs nécessiterait des investissements démesurés. Le transport par camion est donc plus largement utilisé, sous forme comprimée, ou liquéfiée. La forme comprimée nécessite des cuves épaisses, donc lourdes, ce qui n'est pas le cas de la forme liquéfiée. L'hydrogène est liquéfié à 20 K. Cette température extrême rend inévitable des pertes par évaporation. La mesure des quantités d'hydrogène en chaque point de la chaîne logistique est une priorité. Tant pour la facturation du client que pour la prévision des tournées de réapprovisionnement. Des capteurs sont déjà en place sur certains sites. A Bécancour l'usine Hydrogénal produit pour des industries locales de l'hydrogène livré sous forme liquide par camion. Les camions sont pesés au départ. La quantité livrée au stockage du client est mesurée via un débitmètre. Le niveau du réservoir client permet d'avoir une troisième indication. Ces données sont assez différentes, et l'étude a d'abord visé à expliquer ces différences en proposant un modèle physique crédible, en s'appuyant sur nos connaissances des gaz de l'air. Nous avons finalement conclu à des erreurs de mesures. Comment les améliorer ? C'est ce que nous attachons à savoir en menant une étude bibliographique sur les capteurs existants, et leur adéquation aux normes en vigueur.

Mutualisation des processus qualité, travaux (sécurité, réglementaires, contractuels), et exploitation maintenance

FENGLER Emryck

Ce travail s'inscrit dans différentes logiques : une logique processus/qualité, celle-ci concerne tous les ingénieurs du Pôle Réseau Canalisé (PRC), chargés de projet et coordination qualité. Il s'agit de suivre le plan d'harmonisation lié au système de Management Qualité, Sécurité, Environnement de l'activité réseaux canalisés et de participer à la mutualisation des processus relatifs à la conception, construction, exploitation maintenance des réseaux canalisés. Une logique sécurité, réglementaire, et contractuelle orientée travaux, prise en charge par le service réseau, ingénieurs travaux, ingénieurs réseau, cadre juridique, responsable achats. Leur rôle consiste à participer à la mutualisation du processus d'encadrement des travaux des prestataires conformément aux exigences réglementaires et contractuelles, cartographier les processus internes de mise en œuvre de projets réseaux canalisés, de la proposition commerciale à la mise en exploitation des réseaux et participer à la mise en place de KPI dédiés à l'activité travaux. Et pour finir, une logique exploitation maintenance qui fait appel au responsable du service réseau et aux ingénieurs responsables techniques de réseau. Ils participent à l'élaboration de la banque de données mutualisée des caractéristiques techniques des réseaux canalisés et au projet de mise en place du projet SIGMAO : mutualisation entre GMAO + SIG.

Revue sur les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ avec pertinence sur le secteur électrique en France

CHIMI NANA Ulrich

Avec plus de 40% de des émissions anthropiques de CO₂, le secteur électricité se présente comme l'un des secteurs les plus pollués en France. Ce taux élevé de CO₂ est directement lié à l'utilisation de combustibles fossiles tels que le charbon et le gaz naturel. Pour réduire de manière rapide et conséquente ces émissions de CO₂, les technologies de captage, transport et stockage de CO₂, qui feront l'objet d'étude de notre veille technologique, se présentent comme une solution à ce problème. En effet, les dispositions prises jusqu'à présent, à savoir la réduction de la consommation d'énergie et le remplacement des énergies fossiles par des énergies à bas niveau de carbone, semblent ne pas réduire efficacement ces émissions de CO₂ qui, d'année en année ne cessent de croître. Tout au long de notre travail, nous ferons la lumière sur les technologies de captage, transport et stockage du CO₂ les plus utilisées, nous étudierons les caractéristiques du CO₂ après la phase de captage ainsi que celles nécessaires pour les phases de transport et de stockage et enfin nous étudierons les voies et moyens de valorisation de ce CO₂.

Le modèle de professionnalisation des techniciens Gaz chez GRDF

LECOMTE Francois-Xavier

L'objet de ce travail est de définir le modèle de professionnalisation des techniciens gaz au sein de GRDF. Au regard des enjeux de sécurité que porte l'entreprise, elle se doit d'avoir un modèle fiable qui permet d'assurer le maintien des compétences pour garantir sa mission de service public. Ce document a pour but de répertorier les outils et processus mis en place pour accompagner les techniciens dans leur professionnalisation. Il aura également pour objet de mettre en avant les actions réalisées pour maintenir les compétences des salariés tout au long de leur carrière. Une méthode de raisonnement permettant de mettre en avant les compétences nécessaires à la réalisation de l'activité d'une Agence d'Interventions (AI) en fonction de son patrimoine et de sa répartition démographique (rurale ou urbaine) sera également proposée. Pour ce faire, une analyse des activités sera réalisée ainsi que la mise en parallèle des ouvrages existants sur un territoire avec les compétences nécessaires pour garantir l'exploitation et la maintenance des réseaux.

Compte écart distribution : compréhension et adaptation à l'expansion des compteurs communicants gazpar

MARTINEAU Alexandre

Fin 2022, GRDF aura remplacé l'ensemble de ses compteurs classiques en compteurs télérelevés, autrement

appelés « communicants ». Compte tenu des enjeux grandissants autour de la maîtrise de l'énergie, GRDF s'est muni d'un système de télérelève de ses compteurs. Cette opération de grande envergure est une étape majeure en ce qui concerne le réseau dans l'histoire du distributeur majoritaire de gaz en France. En effet, cette mutation aura de très nombreuses retombées et permettra notamment d'avoir une connaissance bien plus fine des consommations en aval du réseau GRDF. Le pôle CEDRE (compte écart distribution et évolution des règles du marché), au sein de la direction relation clientèle (DRC) de GRDF, a pour objectif de quantifier l'écart qui existe inévitablement entre ce qui est acheminé en entrée du réseau par les fournisseurs et ce qui est réellement consommé, c'est le compte écart distribution. Le déploiement des nouveaux compteurs Gazpar nécessite une adaptation des modèles de calcul, étant données leurs nouvelles caractéristiques. Ce travail permettra, dans un premier temps, de définir le contexte complexe dans lequel la mise en place du projet Gazpar intervient, puis de présenter de manière globale la construction et l'impact du compte écart distribution. Enfin, seront détaillés les différentes activités qui ont été menées au cours des six premiers mois de cette mission de 13 mois, ainsi que les objectifs à venir et le plan d'action qui sera adopté.

Enjeux, stratégie et plan d'action pour conserver et développer la place du gaz dans des projets de rénovation urbaine

HOUZE DE L'AULNOIT Sébastien

Avec son nouveau projet d'entreprise, GRDF s'engage « vert l'avenir », dans la 3ème révolution gazière. Ce projet vise à injecter 100 % de gaz vert dans les réseaux à l'horizon 2050. Cette révolution ne peut s'engager qu'en maintenant l'attractivité des différents usages du gaz naturel. Dans un contexte de développement de l'efficacité énergétique, les volumes de gaz sont amenés à diminuer. Il est alors clé de maintenir le solde client pour maintenir un tarif d'acheminement acceptable et ainsi conserver la compétitivité du gaz. Si aujourd'hui, grâce à la RT2012 et au secteur de la construction neuve, le solde client de GRDF est en croissance, certaines politiques énergétiques locales conduisent déjà à déracorder des clients du réseau de gaz naturel au profit d'autres énergies. C'est notamment le cas sur certains territoires où sont concentrés les projets de rénovation urbaine, qui, de par leur densité énergétique, sont des secteurs privilégiés pour le développement de solutions centralisées comme les réseaux de chaleur urbains (RCU). L'état, par le biais de l'Agence Nationale de Rénovation Urbaine (ANRU), accompagne la rénovation de 450 quartiers en difficulté. De nombreux logements feront l'objet de travaux de démolition, de reconstruction et de rénovation dans les prochaines années. L'enjeu pour GRDF est conséquent étant donné que ces quartiers sont majoritairement chauffés au gaz. Afin d'identifier les actions à mettre en œuvre pour accompagner au mieux les collectivités dans leurs projets de rénovation urbaine et ainsi maintenir la place du gaz, le premier enjeu est de qualifier pour l'ensemble des quartiers NPNRU les risques de concurrence RCU (probabilité et impact), et de prioriser les actions à mener en fonction des enjeux identifiés. A ce jour, l'étude montre qu'environ 30 % des quartiers ANRU pourrait être concerné par l'extension ou la création d'un réseau de chaleur. Pour ces projets, des réflexions sont aujourd'hui en cours sur l'accompagnement possible de GRDF, tant sur le plan technique (accompagnement dans l'analyse des solutions gaz, des travaux, ...), sociétal (accompagnement sur les éco gestes, l'auto rénovation, ...) que financier. Sur le plan financier, l'enjeu est d'identifier comment GRDF pourrait accompagner financièrement certains projets, tout en garantissant une égalité de traitement. Parallèlement à cette étude, la professionnalisation des équipes en région sur les enjeux, les acteurs, la temporalité des projets ANRU est essentielle pour mettre en place des plans d'actions ciblés et pertinents projet par projet.

Optimisation du contrôleur PID (Proportionnelle, intégrale, dérivée) des vannes de régulation dans la version 3 des postes d'injection biométhane

PETITGENET Antoine

GRDF, distributeur de gaz naturel, injecte depuis plusieurs années du gaz renouvelable, dit biométhane, issu de la méthanisation dans son réseau. Les enjeux futurs en matière d'environnement et d'énergie

demandent à ce que le gaz consommé en France soit de plus en plus vert. C'est dans ce contexte que les objectifs d'injection de gaz renouvelable dans le réseau sont à la hausse pour les années à venir avec un objectif de 100% de gaz vert dans les réseaux à horizon 2050. Pour réussir ce défi, GRDF fait constamment évoluer ces manières d'injecter le biométhane dans le réseau et à lancer il y a plusieurs mois la version trois de ces postes d'injection. Ces postes répondent à deux objectifs principaux pour les producteurs : augmenter la fiabilité des postes et faciliter l'injection de biométhane dans le réseau. Pour cela, GRDF ajoute notamment dans ces postes un organe de régulation permettant de s'adapter avec précision aux fluctuations du réseau de gaz et aux contraintes des installations des producteurs. Cet organe sera doté d'un contrôleur dit PID (Proportionnel, Intégral, Dérivé) pour permettre une régulation la plus précise possible. Ce type de régulation étant une nouveauté pour GRDF, ce projet s'attache à définir le contrôle PID, les différentes méthodes de paramétrages et à préconiser des bonnes pratiques à destination des fabricants de poste et des salariés qui interviendront sur ces derniers.

La méthanation in-situ : Analyse technique, technologique et économique

SAOUDI Hend

Afin d'atteindre les objectifs de la lutte contre le réchauffement climatique par réduction des émissions des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, qui résultent de l'utilisation d'énergie fossile, un approvisionnement à partir des énergies renouvelables au lieu des sources d'énergie fossile est indispensable à la transition énergétique. Cette dernière va garantir un avenir d'approvisionnement durable en énergie tout en atténuant les effets du changement climatique. L'objectif de la France d'augmenter la part des énergies renouvelables dans sa consommation d'énergie en 2020 a été affirmé par la loi de transition énergétique pour la croissance verte. En revanche, le développement de ces énergies nécessite de gérer leurs intermittences. Par conséquent, le stockage de l'excès de ce type d'énergie est indispensable pour équilibrer l'énergie générée et la consommation et pour satisfaire les demandes ultérieures. Le stockage souterrain est considéré comme une solution qui facilite l'intégration de ces sources intermittentes grâce au power to gas. Cette technologie assure la conversion de cet excès d'électricité produit en hydrogène. Ce travail présente un aperçu des sites de stockage souterrain d'hydrogène et des projets de recherche de faisabilité de son stockage dans des formations géologiques poreuses. Cette synthèse a pour but d'étudier la réaction de méthanation in situ suite à l'injection de l'hydrogène et du dioxyde de carbone. Ainsi, les conditions possibles où on peut avoir une réaction de méthanation in situ suite à l'injection de l'hydrogène et du dioxyde de carbone sont détaillées, et ceci est tiré à partir d'une compilation de quelques expériences de stockage d'hydrogène ainsi que des expériences de stockage de gaz de ville contenant différents teneurs en hydrogène. Il est important d'analyser les interactions biotiques (en présence des micro-organismes) et abiotiques (interactions entre hydrogène, roche, et fluides du réservoir) qui sont responsables de la transformation de l'hydrogène en méthane afin de déterminer les facteurs clés impliqués dans le processus de la méthanation. Dans cette étude, on présente aussi une vue d'ensemble des aspects de la production naturelle du méthane dans différents milieux naturels par des processus biotiques (dans les aquifères profonds, les aquifères contaminés par les hydrocarbures, les lits de charbon...) et abiotiques (dans les sites continentaux, les zones océaniques...). La conclusion est que cette réaction est bénéfique en termes de coût par rapport à la méthanation industrielle puisqu'elle est générée naturellement dans des sites de stockage de gaz déjà existants ou dans des milieux naturels et qu'elle ne nécessite pas un processus industriel.

IV. Année académique 2017 – 2018

Système télémétrique en protection cathodique

BALLIVET Florian

Les réseaux en acier enterrés sont le siège d'une corrosion électrochimique dont les conséquences peuvent être dramatiques sur l'environnement et sur les ouvrages. Il est possible de neutraliser ce phénomène en abaissant de manière artificielle le potentiel du métal en contact avec ce milieu. Ce principe est appelé protection cathodique. La réglementation impose des contrôles de l'efficacité de cette protection aussi souvent que nécessaire et a minima une fois par an. Ceux-ci sont le plus souvent réalisés sur le terrain par des agents certifiés, nécessitant du temps et des déplacements.

De nos jours, le déploiement d'un système télémétrique de la protection cathodique présente plusieurs intérêts pour les opérateurs de réseaux protégés. Outre la réduction des coûts d'exploitation et de maintenance en permettant d'espacer les contrôles et mesures sur site, ce dispositif permet de contrôler le bon état de fonctionnement en temps réel, d'assurer un niveau de protection conforme à la réglementation, d'accroître la réactivité en cas de défaillance et d'augmenter la connaissance de l'historique du système de protection cathodique de l'ouvrage.

Cette veille a pour but de présenter les généralités sur la protection cathodique, puis de développer la mise en œuvre d'un système télémétrique de cette protection sur les réseaux en acier enterrés.

Les perspectives de développement de la gazéification

BEURTHEY Anthony

La transition énergétique est un objectif écologique qui s'est imposé en France et dans le monde afin de changer notre façon de consommer l'énergie. Cette transition consiste à se diriger vers un nouveau système basé sur des ressources renouvelables. Il est donc plus que nécessaire de faire émerger des solutions vertes, c'est pourquoi la production de biométhane peut être une réponse adaptée à cette problématique.

Le biométhane est une énergie renouvelable semblable au gaz naturel qui peut être utilisé comme combustible pour la production d'électricité ou de chaleur, comme carburant ou pour l'injection dans les réseaux de gaz. Ce « gaz vert » est produit à partir de la dégradation de matières organiques. Il existe ainsi trois générations de biométhane correspondant à des techniques et des ressources différentes.

Ce document portera sur le sujet de la gazéification, le processus permettant la production de biométhane de deuxième génération, à partir de de biomasse dite « sèche ». L'étude consistera à faire une analyse de la filière et des différentes étapes du processus de gazéification, dans le but de faire ressortir des perspectives de développement de celle-ci.

La place du gaz dans la production d'électricité en Angola

LAQUITAINE Fabien

Colonie portugaise durant près de cinq siècles, l'Angola devient indépendant le 11 novembre 1975 après quatorze années de lutte de libération (1961-1974), s'en suivront vingt cinq années de guerre civile, (1975-2002) nourrit en outre par l'implication des deux blocs de la guerre froide.

La guerre a entraîné la migration de près de quatre millions d'habitants vers les grandes agglomérations et a laissé en héritage des villes dévastées et des infrastructures détruites. En 2002, seul 20% de la population a accès à l'énergie électrique avec un service peu régulier.

Au travers de cette veille, dans un premier temps, nous allons faire l'état de l'évolution de la demande en électricité depuis 2002. Ensuite, nous ferons le panorama du potentiel énergétique disponible.

Dans un second temps, nous détaillerons le choix du mix énergétique retenu par le gouvernement au travers du plan stratégique 2018-2025.

Pour finir, nous verrons avec un regard critique l'importance que prends le gaz dans ce mix et décrirons les enjeux et perspectives associées à un projet majeur pour le pays : la centrale à « cycle combiné gaz » de Soyo.

Biométhane - Etat des lieux, freins au développement

MAZIERES Julia

Dans un monde en perpétuelle évolution, l'avènement de nouvelles technologies ou encore l'augmentation de la population font croître significativement la demande en énergie. La baisse inéluctable des réserves d'énergies fossiles et la volonté de préserver la planète pour les générations à venir encouragent grandement le développement des énergies renouvelables pour répondre à ces enjeux colossaux. La notion de transition énergétique, au cœur des débats gouvernementaux depuis de nombreuses années et renforcée par le colloque de la COP21, atteste bien cette volonté de changement.

De ce fait, l'industrie gazière française se doit de réagir afin de garder sa place dans le mix énergétique mais aussi pour s'inscrire dans cette transition et rester pérenne dans les années à venir. De nouvelles technologies émergent pour produire du gaz de manière renouvelable, c'est le cas du biométhane.

Cette étude a ainsi pour but d'établir un état des lieux de cette filière bien particulière, notamment sur les différentes technologies actuellement éprouvées et via une étude de marché en France et en Europe. Elle mettra également en lumière les problématiques de l'injection de ce biométhane sur le réseau de gaz et permettra de répondre aux questions récurrentes concernant la viabilité économique et environnementale de cette solution.

Nord Stream 2: Quels enjeux économiques et géopolitiques en Europe?

MECHET Jean-Wandrille

Depuis l'annonce officielle de son lancement en juin 2015 au Forum économique international de Saint-Petersbourg, le projet de gazoduc *Nord Stream 2* est au cœur de débats intenses et de divisions multiples qui ont mis en lumière la fragmentation complexe de l'Europe en matière de choix énergétiques. Dans un contexte de cristallisation des tensions marqué par la « crise ukrainienne », il est devenu, à tort ou à raison, un véritable enjeu ; Enjeu énergétique d'abord comme route d'approvisionnement de l'Europe, soulevant la question de la politique énergétique de l'Union et de sa dépendance éventuelle au gaz naturel russe ; Enjeu économique ensuite comme symbole d'une relation que certains États d'Europe souhaitent maintenir et développer malgré les tensions déjà évoquées ; Enjeu diplomatique enfin, le projet étant hautement politisé par toutes les parties prenantes mais aussi par des acteurs extérieurs comme les États-Unis. Dans ces conditions, il apparaît nécessaire de ne céder ni aux peurs, ni aux passions, et de constater les enjeux économiques et géopolitiques réels que ce projet pose en Europe. C'est le propos de cette étude.

La télé-exploitation de la distribution: Etat des lieux.

MIRAMON CHOY Romain

Les infrastructures de gaz naturel et plus particulièrement les réseaux de distribution de gaz naturel sont en pleine évolution.

En effet, l'arrivée du biométhane dans les canalisations, mais également la naissance de nouvelles technologies comme le power to gas, qui permet de convertir l'énergie électrique en hydrogène injectable dans le réseau, puis en méthane, implique une modification profonde de la manière d'exploiter le réseau.

Ce réseau qui était jusqu'alors « passif », devient « actif » et nécessite d'être régulé, optimisé...

Pour cela on utilise la télé-exploitation qui s'appuie sur différents outils comme les capteurs, automates, SCADA, etc...

Dans ce document, il est proposé de se pencher dans un premier temps sur la télé-exploitation puis de faire le point sur son implémentation chez le distributeur de gaz naturel national, GrDF, mais également chez quelques autres distributeurs européens, Roumain, Italien et Portugais.

Evolution stratégique du groupe ENGIE

SEBAUX Augustin

Le groupe ENGIE est un acteur mondial de l'énergie et expert dans 3 métiers : le gaz naturel, l'électricité et les services à l'énergie.

Le bouleversement du monde de l'énergie, depuis quelques années, a conduit ENGIE à accélérer sa transformation. Sous l'impulsion d'Isabelle Kocher, nouvelle Directrice Générale du groupe, ENGIE cherche à s'imposer comme « un leader mondial de la révolution énergétique en cours ». Pour cela, le groupe veut s'appuyer sur sa filière gazière historique, mais aussi se développer dans les énergies renouvelables et les services à l'énergie. Cette stratégie a un coût, ENGIE a donc mis en place un plan de cession de 15 milliards d'euros entre 2016 et 2018. Sont concernées notamment les activités très émettrices en CO₂,

l'exploration/production ou le GNL. Ce virage radical suscite de nombreuses interrogations chez les investisseurs.

Cette étude consiste à analyser l'évolution stratégique du groupe ENGIE. Nous analyserons tout d'abord l'histoire du groupe (de GDF à ENGIE), puis sa stratégie de transformation, et enfin les opportunités futures.

V. Année académique 2016 – 2017

Gisements supposés de gaz de schiste en Europe et Etat des autorisations

BOUVIER Erwan

Cette étude a pour principal objectif de mettre en avant le potentiel du gaz de schiste en Europe. Pour cela, un focus est tout d'abord réalisé sur les réserves présentes dans les différents pays de l'Union Européenne ainsi qu'une estimation des ressources disponibles dans ces gisements. On cherchera également à savoir si la politique européenne concernant le gaz de schiste est commune ou s'il s'agit essentiellement d'une politique nationale. Si tel est le cas, on mettra en évidence les différences et les points communs entre les membres de l'UE ainsi que les enjeux pour chacun d'entre eux. Enfin, les perspectives d'évolution du gaz de schiste sont abordées et celles de la France de manière plus détaillée.

Découverte d'hydrocarbures liquides et gazeux dans l'offshore sénégalais

CAMARA Mohamed

Le Sénégal est un pays sahélien situé en Afrique de l'Ouest. Depuis son indépendance en 1960, le Sénégal a su faire preuve d'une grande stabilité politique. De plus, il possède la 4^e économie de l'ouest africain après le Nigéria, la Côte d'Ivoire et le Ghana. Néanmoins, il est classé parmi les pays les moins avancés (PMA) par l'Organisation des Nations Unies.

L'approvisionnement en énergie du Sénégal est largement dépendant des importations de produits pétroliers qui ne couvrent d'ailleurs pas entièrement les besoins de la population. Ce déficit induit d'importantes coupures d'électricité et une facture énergétique élevée pour l'Etat sénégalais.

Pour pallier ces besoins, l'une des options de l'Etat a été de faire la promotion du bassin sédimentaire sénégalais qui a montré un certain potentiel depuis les premières découvertes significatives d'hydrocarbures à la fin des années 60. Les découvertes ont continué depuis, jusqu'à celles de deux importants gisements dans les blocs offshore de Kayar et Saint-Louis (20 et 5 TCF) par Kosmos Energy, pétro-gazier américain, qui en a fait part en mai 2016. Ces réserves de gaz pourraient donc placer le Sénégal parmi les producteurs de rang mondial. Le Gouvernement sénégalais semble en avoir pris la mesure et à dorénavant et déjà entamé la mise en place une stratégie de gestion transparente

Solutions techniques mises en œuvre pour limiter le torchage de gaz

DE LA PANOUSE Arnaud

Le torchage ou « brûlage de gaz » consiste à brûler du gaz lors des différentes étapes de l'industrie pétrolière et gazière, aujourd'hui environ 150 milliards de m³ de gaz naturel sont brûlés à la torche chaque année. Les pratique de torchage interviennent dans les procédés pour des raisons de sécurité, de purge, mais surtout économique lorsque les infrastructures gazières ne sont pas rentables sur les champs pétroliers. Ces méthodes entraînent des émissions de gaz à effet de serre particulièrement polluants, et représente un gaspillage énergétique. Pourtant des solutions existent pour réduire ce phénomène comme la réinjection dans les gisements, la production d'électricité à l'aide de turbines, ou différentes unités de « Gas to Liquid » qui permettent de faciliter le transport de gaz jusqu'au lieu d'utilisation. La banque mondiale a créé le groupe GGFR (Global Gaz Flaring Reduction) afin de développer les techniques permettant de diminuer les volumes torchés. Son objectif de « ZeroRoutine Flaring by 2030 » a été signé par 21 compagnies pétrolières et 15 gouvernements en 2015.

Cette veille technologique a pour objectif de montrer les choix qui poussent à effectuer le brûlage de gaz et les impacts écologiques et économiques associés. Ensuite cette étude approfondie les solutions techniques qui ont été développées pour limiter le torchage, ainsi que l'implication des différents acteurs mondiaux.

Techniques et enjeux économiques du stockage

DE MARCO Axel

La première partie porte sur les enjeux liés au stockage : saisonnalité et sécurisation des approvisionnements face aux aléas techniques ou politiques des pays producteurs, équilibrage du réseau de transport.

Suit une partie technique sur les différents types de stockage existants : aériens et surtout souterrains qui constituent la majorité. Cette partie reprendra pour chaque type le principe, les installations nécessaires aux phases d'injection, de soutirage, les avantages et inconvénients. L'intérêt n'est pas de donner un aspect

technique poussé mais de comprendre le fonctionnement et les contraintes des différents modes de stockage.

La dernière partie portera sur les aspects réglementaires qui auparavant se limitaient aux droits de stockage mais qui aujourd'hui impliquent aussi des devoirs et obligations. Ce point a pour but de mettre en évidence l'importance du stockage dans la chaîne gazière, et d'expliquer le regain économique récemment constaté. Enfin, on abordera les nouveaux enjeux et perspectives liés aux énergies renouvelables : si le power-to-gas peut assurer la valorisation du surplus de production d'électricité, le stockage peut en assurer la gestion.

Impacts sur les acteurs de la libéralisation des marchés de l'énergie en Europe. Focus sur le cas français

ES SBAI Mohamed

Cette veille se situe dans le contexte général de libéralisation des marchés de l'énergie, en particulier ceux du gaz et de l'électricité. Après avoir présenté les fondements économiques du phénomène, l'idée globale est donc d'analyser les impacts réels de la libéralisation des marchés de l'énergie au niveau des acteurs et en particulier au niveau des compagnies énergétiques européennes. Un focus sera fait sur le cas français qui porte une singularité avec des acteurs historiques omniprésents. Une analyse sera faite sur le cas gazier en termes de bouleversements de la structure commerciale du marché et des nouveaux rôles des acteurs. Enfin, une confrontation entre les résultats effectifs et les objectifs escomptés sera effectuée.

Perspectives de développement du GNC et GNLV en France

FROUIN Jean

Les énergies fossiles font face à une opinion publique de plus en plus défavorable ; d'autre part l'émergence des énergies dites vertes en Europe est maintenant une tendance affirmée. Dans ce contexte, le gaz traverse une période difficile et fait face à une baisse constante des consommations traditionnelles, telles que le chauffage (avec les nouvelles réglementations thermiques) et l'usage "cuisson" très concurrencé.

Pour préserver leur volume de vente tout en s'inscrivant dans la logique de préservation de l'environnement, les entreprises se diversifient et en particulier cherchent à développer le gaz comme carburant. Notre étude portera sur les perspectives de développement du GNC et du GNLV en France.

Power to gas : compréhension et enjeux

MAS Sophie

Dans un contexte où l'élargissement de la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique se heurte à des difficultés à cause de l'intermittence de ces dernières, cette veille technologique portera sur le vecteur énergétique que représente le procédé "power to gas". Dans un premier temps, nous aborderons les dimensions techniques de ce procédé pour ensuite étudier les finalités, les richesses (techniques, économiques) et les faiblesses (techniques, économiques) de cette filière. Nous terminerons par un état de l'art des projets pilotes de "power to gas" qui se développent dans le monde.

L'impact du projet BRUA en Roumanie

NITU Alexandru

La sécurité d'approvisionnement en énergie est un des objectifs principaux de la Commission Européenne. Celle de l'Europe Centrale vis à vis de l'alimentation en gaz naturel fait l'objet de préoccupations dès les années 2006, 2009 et 2014 (alimentation réduite voire interrompue pendant la saison froide).

Pour améliorer la sécurité d'approvisionnement et réduire le risque de crise, il s'est avéré nécessaire de proposer la construction de plusieurs gazoducs. La plupart de ces projets n'ont pas pu être menés à bonne fin, par exemple le projet Nabucco qui a échoué en 2013.

Un nouveau projet, appelé BRUA a été proposé. Ce gazoduc, fait la liaison entre la Bulgarie, la Roumanie, l'Hongrie et l'Autriche. Il valorise le gaz en provenance du Corridor sud de gaz, les terminaux LNG de Grèce, la région de la Mer Caspienne et peut-être de la région de la mer Noire, assurant aussi le transport du gaz vers et de l'Europe de l'Ouest. En septembre 2016, Transgaz SA, la compagnie de transport des gaz naturels de Roumanie, a signé un accord avec l'Agence Européenne pour l'Innovation et les Réseaux (INEA) stipulant l'implémentation, sur le territoire de la Roumanie d'une conduite de 55 km entre les points d'interconnexion et les systèmes de transport des gaz naturels de Bulgarie (Giurgiu) et de Hongrie (Csanadpalota).

CBM: état des lieux du développement actuel et opportunités pour la France

NOLLET Jean

Le gaz naturel, de par l'abondance de ses réserves et les faibles émissions de CO₂ et de particules fines lors de sa combustion, s'impose comme un acteur incontournable de la transition énergétique.

L'évolution des technologies de production a permis de faire appel à de nouveaux gisements « non conventionnels » dont notamment le gaz de Schiste qui concentre l'attention des médias depuis 2010. Cependant, d'autres ressources comme le Coalbed Methan (CBM) présentent également de forts potentiels. L'objectif de cette étude est d'analyser les réserves actuelles, les aspects techniques de la production de ce gaz piégé dans les veines de charbon ainsi que les projets en cours au niveau mondial. Nous porterons une attention particulière sur la France afin d'évaluer son potentiel.

Comparaison entre l'offre des véhicules GNV et électriques en France

TSIGRIS Polydoros

Suite aux décisions prises au niveau européen concernant le remplacement des véhicules thermiques par les véhicules à carburant alternatif, les véhicules GNV et électriques gagnent de plus en plus de place dans le marché automobile. L'objectif de cette veille est leur étude comparative d'un point de vue technico-économique. On comparera chaque type de véhicule en fonction de sa catégorie et utilisation (véhicules privés, légers, camionnette, camion, bus), de son coût (achat maintenance et carburant), de son impact environnemental (de la production à l'utilisation), de son autonomie, de la sécurité d'approvisionnement ainsi que des modalités de recharge (installations, bornes, stations).

Ce dernier critère nécessite une étude plus approfondie de l'accès facile ou pas aux bornes de recharge ou stations GNV. Quelles sont les contraintes imposées pour ouvrir l'accès public aux stations GNV ? Quels sont les paramètres à prendre en compte lors de la création d'une station GNV ? Y-a-t-il les mêmes difficultés dans le cas de bornes de recharge électrique ?

Nous terminerons ce rapport avec la présentation de l'exemple Autolib : nous allons voir comment les bornes de recharge sont mises à la disposition des propriétaires des voitures électriques en région parisienne.

Pétrole et Gaz en mer Caspienne – Etat de l'art et enjeux géopolitiques

ZORN Thibaut

La mer Caspienne est apparue ces dernières années comme étant une zone extrêmement prometteuse en termes d'investissement dans les infrastructures pétrolières et gazières. La découverte de champs géants a modifié en profondeur la géopolitique de cette région qui sera probablement le dernier grand réservoir d'hydrocarbures de la planète. Exploration, production, raffinage, transport... Le marché créé par la découverte de ces nouvelles réserves est considérable et attire l'attention de tout le secteur pétrolier. Mais ce sont les pays possédant ces ressources qui seront les premiers bénéficiaires de leur exploitation. Ainsi, des tensions naissent du partage de ces richesses souterraines.

Cette veille présentera donc un état des lieux des réserves identifiés dans le bassin Caspien, puis des projets en cours et futurs pour exploiter et transporter le gaz.

Enfin, il présentera les rapports entre les différentes nations concernés par ces projets, et comment elles manœuvrent pour profiter au maximum du gaz et du pétrole d'Asie Centrale.

VI. Année académique 2015 – 2016

Le GNL : gaz naturel liquéfié

OUICHKA Belhassen

Les signes attestant de l'évolution des tendances énergétiques mondiales se sont multipliés au cours des dernières années, et les dernières prévisions confirment une croissance soutenue de la part du gaz dans le mix énergétique mondial. Tous les yeux sont tournés vers le Gaz Naturel Liquéfié émergent comme une ressource utile pour diversifier et sécuriser l'approvisionnement en énergie. Dans le cadre de ce rapport, nous ferons un tour d'horizon de la chaîne du GNL et nous analyserons l'impact qu'auront des aspects comme la baisse des prix du pétrole, le maintien de la forte demande du gaz dans le bassin Pacifique ou encore la technologie des terminaux flottants, sur le marché mondial du gaz mais aussi sur la prise de décision d'investissement des projets de GNL. La maîtrise des coûts de ces projets sera essentielle à la compétitivité future du gaz face à des politiques d'efficacité énergétique et la concurrence des autres sources d'énergies fossiles et renouvelables.

La « success story » gazière israélienne : entre mythe et réalité

MELLITI Nour Allah

Depuis les années 2000, les découvertes de poches de gaz au large des côtes israéliennes s'accumulent, fruit de la persévérance du secteur privé et du soutien sans faille de l'État. En Israël, la situation géopolitique méditerranéenne et les enjeux de politiques internes jouent un rôle primordial dans le développement du secteur gazier offshore. Outre les défis techniques et environnementaux, l'instabilité du cadre réglementaire et l'échec du gouvernement à définir une stratégie globale du secteur qui fasse consensus a engendré d'énormes retards dans le développement d'énormes champs gaziers et le retrait de grandes entreprises du projet, à l'instar de l'australien Woodside. Néanmoins, des perspectives intéressantes se présentent encore à l'État hébreu. Un rapprochement avec la Turquie et de nouvelles alliances avec Chypre, la Jordanie ou encore l'Égypte permettraient à Israël de s'affirmer en tant que nouvel acteur sur le marché gazier régional. Mais toutes ces opportunités restent tributaires de la volonté du gouvernement à définir des règles claires et à mettre en place un climat favorable aux investissements.

Accord sur le nucléaire iranien : impacts et nouvelles dynamiques dans le secteur pétrolier et gazier

COQUET Arnaud

Le 14 juillet 2015 à Vienne, les négociations entre l'Iran et les pays du P5+1 (Etats-Unis, France, Grande-Bretagne, Russie, Chine et Allemagne) ont abouti à un accord sur le nucléaire iranien. Les conséquences de cet accord dépassent largement le cadre du programme nucléaire de l'Iran. L'impact sur le secteur et les marchés pétroliers et gaziers ne saurait être minimisé au regard des considérables ressources énergétiques du pays. L'Iran de par sa situation géographique pourrait être en mesure de devenir une superpuissance énergétique. Ce pays doit toutefois faire face à de nombreux défis : mieux exploiter ses ressources, réduire sa consommation domestique en gaz, ou encore trouver des voies de transit pour ses exportations. Les opportunités pour les compagnies étrangères seront nombreuses. Encore faut-il que l'Iran réussisse à attirer les investisseurs en rassurant les moins téméraires, et en proposant des contrats pétroliers et gaziers aux termes attractifs.

Production de chaud et de froid à partir de propane

GIROUX Maxime

La Corse présente des particularités liées à sa situation géographique : un climat doux en hiver et chaud en été ; ainsi qu'une alimentation énergétique des clients au propane. En effet, l'île de Beauté n'est pas maillée au réseau gazier continental, faisant de la région une particularité au sens énergétique. Par ailleurs, l'environnement réglementaire en matière de réduction des consommations d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre se densifie, et on observe une véritable volonté étatique de participer activement à la transition énergétique. Le caractère exceptionnel de la Corse ainsi que la pression législative conduisent les acteurs de l'énergie à une réflexion sur les modes de consommation d'énergie, ainsi que sur les systèmes à mettre en œuvre pour répondre à ces contraintes.

Nous réaliserons donc une étude dont le but est de pouvoir répondre à la question suivante : quels sont les systèmes énergétiques permettant de répondre aux contraintes corses (climat et combustible) tout en s'inscrivant dans une démarche globale de réduction des consommations ?

Opportunités du développement du biogaz en Roumanie

PATRASCU Adriana

Les différents pays présents à la COP 21 ont manifesté leur volonté de trouver des solutions efficaces pour le développement durable, la protection de l'environnement en réduisant les émissions de gaz à effet de serre et par une meilleure gestion des déchets. L'une des solutions disponibles qui offre de nombreux avantages, est la production de biogaz. Cette industrie peut permettre un véritable redémarrage des économies locales, offrant de nombreux avantages environnementaux et socio-économiques. La création d'emplois, la gestion efficace des déchets, l'harmonisation aux réglementations européennes, des revenus supplémentaires pour les agriculteurs et également pour les producteurs d'électricité à partir sources renouvelables sont des points forts. La Roumanie ne fait pas exception. Dans le cadre de la réglementation européen, la Roumanie a enclenché le développement de l'industrie du biogaz.

A partir de l'analyse du secteur de l'énergie en Roumanie et des secteurs qui génèrent des matières premières pour le biogaz ainsi que des réglementations européennes et nationales, ce travail vise à mettre en avant la possibilité de développer l'industrie de biogaz en Roumanie et aussi à illustrer les avantages adaptés aux spécificités socio-économiques du pays.

État de l'art de la filière CCG et perspectives technologiques

GRARD Romain

Depuis les années 1990, la production électrique à partir du gaz naturel comme source primaire a nettement augmenté. L'exploitation de nouveaux champs gaziers, les préoccupations environnementales et les progrès technologiques réalisés dans la filière Cycle Combiné Gaz sont les trois principaux facteurs de ce nouvel essor. En particulier, les dernières avancées en matière d'amélioration du rendement ont récemment permis aux centrales CCG de dépasser la barre symbolique des 60% de rendement global. Une plus grande résistance face aux températures toujours plus élevées des gaz de combustion, à travers des innovations dans le domaine des alliages monocristallins, des matériaux céramiques, des revêtements à protection thermique est l'une des avancées principales de ces dernières années. L'amélioration de la flexibilité des centrales CCG, ainsi que de meilleures performances environnementales (gestion des NOx, couplage avec les énergies renouvelables) sont également à l'origine de l'accroissement de la part du gaz naturel dans le mix énergétique mondial.

Etat de l'art des techniques de travaux sans tranchée - Une réponse durable aux chantiers urbains de demain

KUNTZ Hugo

Chaque citoyen fait usage des réseaux enterrés, dans sa vie au quotidien, sans y penser. Les domiciles sont reliés à cette toile souterraine pour le confort de tous. Cependant, ces réseaux impliquent des travaux de renouvellement et d'extension, afin d'assurer leur bon fonctionnement au quotidien pour les utilisateurs finaux. Parallèlement, les travaux d'aménagement urbains, en particulier dans les centres villes, sont de moins en moins bien accueillis par les riverains. En effet, les travaux « classiques » avec ouverture de tranchée peuvent affecter de façon non négligeable l'environnement et l'économie locale, avec des nuisances significatives. Au-delà d'une simple solution technique face à un obstacle, les technologies sans tranchée s'inscrivent dans une politique de développement durable et de diminution d'empreinte carbone sur notre environnement. L'objectif de cette étude est de montrer au travers d'une analyse technique, économique, environnementale, mais aussi des « coûts sociaux », que les techniques de travaux sans tranchée sont une solution pertinente pour répondre aux enjeux des chantiers urbains de demain.

2016 sera-elle l'année du GPL en France ?

TRAN Julie

Avec plus de 180 000 tonnes consommées dans le monde en 2014, le GPL carburant, populaire en Asie Pacifique et en Europe-Eurasie, reste très marginal en France. Boudé depuis la fin des années 1990 car considéré dangereux, le GPL dispose néanmoins de nombreux atouts : n'émettant que très peu de particules et moins de gaz à effet de serre, il est plus écologique que les carburants conventionnels. À cela

s'ajoutent un coût à la pompe avantageux et surtout, une technologie automobile mature.

La conjoncture actuelle pourrait bien bénéficier au GPL : en effet, les engagements pris dans le cadre de la transition énergétique, couplés au scandale du diesel et à l'immaturité des technologies électriques sont autant d'opportunités qui pourrait permettre à ce carburant alternatif de tirer son épingle du jeu.

Alors le GPL arrivera-t-il à regagner la confiance des Français et à s'imposer comme le compagnon idéal des énergies renouvelables ?

Application de l'annexe VI de MARPOL : à quelles difficultés les acteurs terrestres et maritimes font-ils face pour propulser les navires au GNL?

MOISAN Tiphaine

En 2005, l'annexe VI de la convention MARPOL est entrée en vigueur. La Manche, la Baltique et la mer du Nord ont été définies comme une zone d'émissions contrôlées. Les seuils d'émissions d'oxydes de soufre ont graduellement été diminués, jusqu'au dernier palier, le 1er janvier 2015.

Le gaz naturel liquéfié répond aux exigences de ce seuil, mais aujourd'hui, seuls une soixantaine de navires sont propulsés au gaz naturel liquéfié dans cette zone.

L'objet de cette étude est d'identifier les différents freins au développement de la chaîne d'approvisionnement de gaz naturel liquéfié à travers trois aspects : l'aspect réglementaire, technique et enfin économique, afin de déterminer si ce carburant pourra un jour devenir un sérieux concurrent du fioul lourd.

Power to gas

NEJJAR El Mahdi

Dans un contexte de transition énergétique vers une économie décarbonée, on observe un déploiement massif des énergies renouvelables qui devrait rester soutenu durant les prochaines décennies. Cependant, ces nouvelles sources d'énergie telles que le solaire ou l'éolien présentent la particularité d'être intermittentes. Cette intermittence menace l'équilibre du réseau électrique du fait de la dé-corrélation des périodes de production et de consommation. Il faut donc pouvoir stocker le surplus d'électricité généré par les énergies renouvelables en vue de différer sa consommation aux heures de forte demande.

Le Power to Gas est une des réponses à ce problème en ce qu'il permet de convertir cette énergie électrique en vecteur énergétique gazeux ou en méthane de synthèse stockable et transportable dans les infrastructures gazières existantes.

Ce travail propose de comprendre dans quelle mesure le Power to Gas se présente comme un outil de flexibilité et de complémentarité des réseaux électrique et gazier. Il met en évidence l'état actuel du marché du Power to Gas ainsi que les challenges à relever pour préparer l'avenir.

Opportunités du GNV dans un contexte lié à la transition énergétique

NTONE Rodolphe

Dans un contexte de pression environnementale forte, le gaz naturel est une alternative crédible aux carburants traditionnels grâce à ses qualités intrinsèques : selon les carburants auxquels il se substitue, le gain peut aller jusqu'à 25% pour le CO₂, 60 % à 90 % pour les NO_x et presque 100 % pour les SO_x et particules. Aujourd'hui le GNL et le Biogaz apparaissant comme des leviers significatifs de développement de la filière GNV/BioGNV, il est important d'accorder aux véhicules GNV/BioGNV un statut de véhicule écologique avec tous les avantages liés, de contenir la fiscalité sur le GNV sur une période suffisante pour permettre le développement rapide de ce carburant assez respectueux de l'environnement, durcir encore plus les seuils de dépassement de la norme Euro 6C en préparation concernant les émissions de NO_x, de CO₂ et de particules PM.

Techniques de soudage (état des lieux et alternatives)

COJOCARU Alexandru

Dans ce projet, on présente les techniques de soudage les plus utilisées dans la réalisation des réseaux de gaz. Le but est de comparer les procédés, technique par technique. On abordera les deux plus importants matériaux utilisés dans les réseaux de transport des hydrocarbures : le polyéthylène et l'acier. On parlera également des contraintes réglementaires liées au soudage et des alternatives futures. Le développement continu dans le domaine de la soudure a conduit à la réalisation d'outillages de plus en plus performants. Dans le contexte actuel de développement de la société, l'accès aux ressources énergétiques est vital. Le

transport des hydrocarbures liquides ou gazeux des zones où ils sont produits jusqu'au consommateur réclame des réseaux fiables. Aujourd'hui, le soudage a donc un rôle très important dans la vie gazière, c'est un critère technique présent dans toutes les étapes des ouvrages : conception, construction, exploitation. Toutes les techniques sont intéressantes et sont utilisées en fonction de la situation. Si on analyse chaque procédé, on observe des différences économiques, techniques, de délai ainsi que l'adaptation aux matériaux.

L'évolution des réglementations en matière de prévention et de sécurité pour les sites de stockages industriels de GPL en France

RIVIÈRE Thibault

Avec 2,1 millions de tonnes consommées dans près de 10 millions de foyers, l'industrie française des GPL (gaz de pétrole liquéfiés) représente 1,2% de l'énergie primaire consommée en France. Les activités d'un stockage industriel de GPL sont le conditionnement, le stockage et la distribution de GPL. Les accidents majeurs du secteur du stockage industriel du GPL ont considérablement fait évoluer les technologies et pratiques d'exploitation. Les réglementations nationales ont également tiré les leçons de ces accidents majeurs et se sont renforcées.

Dans le cadre de cette étude, après un bref tour d'horizon de l'industrie française des GPL et des différents types de stockage industriels de GPL, nous nous focaliserons sur ce renforcement des réglementations et tacherons d'en ressortir l'impact en termes de prévention et de sécurité.

Gaz de schiste, révolution mondiale, position de la France, réactions face à la baisse des prix du pétrole

TCHOKOMENY Thierry

Dans un monde où l'énergie constitue une préoccupation majeure, la révolution des gaz et pétrole de schiste aux États-Unis a éveillé un intérêt à l'échelle planétaire pour ces énergies. Mais le sujet a fait polémique. Dès lors qu'entend-on par gaz et pétrole de schiste ? Comment s'est déroulée leur révolution ? Quels sont les risques et les opportunités ?

Par ailleurs, le prix du pétrole a chuté de plus de moitié à la fin de l'année 2014. Tout commence aux États-Unis, particulièrement dans la région de Bakken au DAKOTA DU NORD. Depuis 2010, les États-Unis y ont intensifié l'exploitation des pétroles de schiste grâce à une amélioration de la fracturation hydraulique. Consommant désormais leur propre or noir, ils n'ont plus besoin d'en importer. Quelles ont été les retombées au niveau des pays de l'OPEP et des entreprises du secteur ? Ce travail entend apporter des éléments de réponse aux questions ci-dessus.

VII. Année académique 2013 – 2014

Du gaz vert dans les réseaux - Comment maîtriser les risques d'aujourd'hui et de demain ?

COSTES Nicolas

En 2020, les énergies renouvelables représenteront 20% de la part totale des énergies en Europe (Directive Européenne de 2008).

Demain nous serons capables d'injecter de l'hydrogène issu du surplus de la production électrique renouvelable (éolien, solaire...), du biogaz issu de la production de micro algues ou encore du biogaz issu de la biomasse sèche (bois, paille...).

Ces techniques engendreront de nouvelles problématiques et de nouveaux risques pour les personnes mais aussi pour l'intégrité des réseaux et ces risques devront être maîtrisés.

Dans le cadre de cette étude, nous ferons un tour d'horizon de ces nouvelles méthodes et nous nous focaliserons plus particulièrement sur la maîtrise des risques liés au biométhane de première génération, de la production à l'injection dans les réseaux de distribution.

Les siloxanes dans le biogaz de station d'épuration

THOMAS Agathe

Les boues de station d'épuration peuvent être valorisées par la production de biogaz pour une utilisation locale ou pour en faire du carburant ou l'injecter dans le réseau de gaz naturel. Les siloxanes sont des composés organiques volatils utilisés dans les produits de nettoyage. Ils se retrouvent dans les eaux usées des stations d'épuration et se volatilisent dans le biogaz. La combustion des siloxanes forme des dépôts solides qui entraînent le vieillissement accéléré des équipements. Les dommages sur le matériel sont significatifs et les impacts économiques liés à l'intensification de la maintenance et au remplacement des pièces pèsent sur les coûts d'exploitation. Alors que les discussions sont en cours au sein de L'UE pour déterminer une valeur limite pour la concentration de siloxanes dans le biogaz, ces derniers soulèvent plusieurs questions : la fiabilité des méthodes de détection, l'adéquation des méthodes de traitements, et l'efficacité des solutions de traitement en fonction des applications.

LNG composition analysis

EL KOUHEN Ghita

Le GNL est né en Algérie en 1964 dans le but de servir les marchés de gaz en France et au Royaume-Uni. Depuis ce temps, le GNL est en croissance continue à travers le monde.

Contrairement aux produits pétroliers qui sont vendus en fonction du volume, le GNL est vendu sur la base de son pouvoir calorifique. Le GNL contient du méthane, des hydrocarbures lourds et des composants inertes, et chacun de ces composants est doté d'un pouvoir calorifique qui lui est propre.

Ainsi, une légère erreur dans la détermination de la composition du GNL aura un grand impact sur la valeur de la cargaison (perte ou gain) pour le vendeur et pour l'acheteur. L'objectif de ce travail est d'expliquer les différentes technologies servant à déterminer la composition du GNL dans le but d'établir le certificat de qualité de chaque livraison de GNL.

Panorama gazier de l'Arabie Saoudite

ABOU ASSAF Elie

Etant un des plus grands producteurs de pétrole dans le monde, l'Arabie Saoudite a décidé d'intégrer le marché du gaz en 1980. En 2013, il a été classé 9^{ème} producteur mondial de gaz naturel : un classement remarquable pour un pays qui a peu d'expérience dans le domaine du gaz. Pour comprendre ce classement, il est nécessaire de considérer l'historique énergétique de l'Arabie Saoudite concernant le pétrole, et la stratégie qu'elle a développé pour implémenter l'exploitation et la production de gaz naturel. Sur un aspect plus actuel, l'analyse de la stratégie de l'Arabie Saoudite et son rôle au sein de l'OPEP permet de comprendre certaines raisons qui expliquent la chute du prix du gaz et du pétrole en 2014-2015, et les perspectives futures. En outre, deux entretiens ont été réalisés avec des experts qui ont travaillé dans le domaine du gaz en Arabie Saoudite, les résultats permettent de mieux comprendre la situation actuelle et les stratégies du pays.

Implémentation du gaz naturel pour véhicules (GNV) en Roumanie

BONDREA Elena

La Roumanie est un pays que produit la grande majorité du gaz qu'elle consomme et en importe moins de 20 % de Russie. Alors que la fiabilité du partenaire russe est chaque jour davantage remise en question, la Roumanie a vocation à devenir le carrefour énergétique de l'Union Européenne, en utilisant les nouveaux gisements gaziers offshore. Donc la Roumanie tente de s'aligner sur les normes européennes à tous égards.

Connaissant la dangerosité des pollutions émises par les véhicules roulant au diesel, on s'intéresse aux nouvelles sources d'énergie moins polluantes pour véhicules. Le Gaz Naturel Véhicules (GNV) est un carburant alternatif majoritairement composé de méthane (CH₄). Il s'agit du gaz distribué sur le réseau.

Notre veille technologique aborde le développement futur du gaz naturel dans les transports en Roumanie, en présentant les conditions d'implémentation de la filière GNV pour véhicules et pour locomotives. Dans la fin du document, est présenté un projet pilote de déploiement de la filière GNV chez Distrigaz Sud Rețele.

L'utilisation du gaz naturel véhicule comme carburant a l'avantage d'être peu cher, propre (sans microparticules et émettant moins de CO₂), très fiable et de l'avenir. Le gaz naturel est un carburant qui connaît, dans le monde, une croissance de près de 20% par an depuis 10 ans.

Quelles installations biométhane pour les agriculteurs ?

GUERIN Jean-Baptiste

Dans une politique de développement durable et de diminution d'empreinte sur notre environnement, nous perfectionnons nos techniques de valorisation des déchets. Dans ce contexte, la méthanisation présente l'intérêt de fournir de l'énergie grâce à nos déchets, créant ainsi une économie circulaire profitable aux acteurs régionaux. Outre le gain économique, la filière permet notamment d'assurer une plus grande sécurité énergétique et de diversifier nos sources de production.

La majorité des installations de méthanisation françaises suivent un procédé humide car c'est ce que nos voisins utilisent principalement. Bénéficiant du retour d'expérience de ces derniers, nous avons adapté et construit des unités performantes. Cependant, pour les agriculteurs, les procédés par voie humide ne sont pas la solution idéale à toutes les exploitations. Le but de cette veille est de guider les agriculteurs vers la technologie de méthanisation la mieux adaptée à leur activité.

L'avenir de l'impression 3D dans l'industrie gazière

LASSERRE Aurélien

Qualifiée de « troisième révolution industrielle » par The Economist, l'impression 3D est une technologie « plus importante que le Web » pour Chris Anderson, l'ancien rédacteur en chef de Wired. Elle connaît une croissance extraordinaire avec une explosion des ventes de 75% en 2014. En plein essor ces dernières années, elle existe pourtant depuis une trentaine d'années. Utilisée dans de nombreux secteurs, tant pour les professionnels que pour les particuliers, cette technologie offre de nombreux avantages et, en apparence, peu de limites. Qu'en est-il vraiment ? L'industrie gazière peut-elle profiter de cet engouement afin d'innover dans son secteur ? Après une présentation globale de l'impression 3D et de ses possibilités, des propositions théoriques et pratiques seront apportées. Le rapport se concentre essentiellement sur la distribution tout en laissant une place à la question du transport.

La micro-liquéfaction de gaz naturel pour la mobilité verte

PAULUS Thomas

La liquéfaction de gaz naturel est aujourd'hui en plein essor dans le monde avec des projets d'envergure dans de nombreux pays. L'offre de gaz naturel liquéfié (GNL) augmente et le développement de cette filière entraîne un effort technologique pour s'adapter à une diversification des sources de gaz (biogaz, gaz de souche, gaz de schiste...) et des besoins (reliquéfaction à bord, GNL carburant, zone isolée du réseau) en réduisant la taille des installations jusqu'à produire seulement quelques tonnes de GNL par jour.

Ce travail a pour but d'expliquer les grands principes de la liquéfaction de gaz naturel à petite échelle ainsi que ses applications et ses installations actuelles dans le monde. De plus, les réglementations environnementales sur le transport routier et maritime placent le GNL comme une alternative économiquement viable au diesel. Quel est son potentiel et comment s'insère la micro-liquéfaction dans le développement d'un réseau de stations-services.

Panorama gazier du Cameroun

MEKIEJE Natacha

Face aux réserves assez conséquentes du Cameroun, le gouvernement a pris la décision de développer et d'intégrer cette énergie dans son plan de développement énergétique pour atteindre les grandes ambitions fixées pour l'horizon 2035. Dans ce travail sera défini le contexte gazier au Cameroun. Nous présenterons le potentiel du Cameroun en termes de réserves et ressources et le secteur industriel gazier actuel en insistant sur les différentes utilisations présentes du Cameroun. Puis nous présenterons aussi les projets gaziers en cours et enfin tenterons d'apprécier les perspectives du développement du gaz pour le Cameroun et les pays de la sous-région.

Perspectives de développement de la micro-cogénération en Roumanie

RUSU Adrian

Dans un monde qui met de plus en plus l'accent sur l'optimisation de l'utilisation des ressources énergétiques, la Roumanie n'est pas une exception. Pour s'aligner sur les exigences de l'Union européenne, un des objectifs fondamentaux en matière d'énergie est l'amélioration de l'efficacité. Pour atteindre cet objectif, la Roumanie s'emploie à mobiliser l'opinion publique, les décideurs politiques et les opérateurs de marché et d'établir des normes minimales pour l'efficacité énergétique, l'étiquetage des produits, les services et les infrastructures.

Une des solutions économiques et écologiques pour atteindre cet objectif est la micro-cogénération (la production simultanée d'électricité et de chaleur à partir de la même source d'énergie primaire à partir d'un seul équipement, au niveau résidentiel).

Ce travail vise à présenter les perspectives de développement de la micro-cogénération dans le contexte du marché de l'énergie d'aujourd'hui en Roumanie, sous l'influence de facteurs économiques et politiques, mettant en évidence les avantages et les inconvénients de son utilisation. L'étude se termine par une analyse financière de la mise en œuvre d'un projet pilote sur ce sujet.

Etude de l'accident de Ghislenghien

TCHAMBE DEGOUE Ines

Le Nigéria est aujourd'hui considéré comme le géant de l'Afrique. Avec sa population de 173 millions d'habitants, ses différentes ethnies : environ 500, et sa superficie : 923 768 km², le Nigéria est depuis 2013, la première puissance économique d'Afrique avec un PIB de 521 Milliards de dollars.

Avec une capacité de 2,5 millions de barils/ jour, le Nigéria est aussi le plus grand producteur de pétrole brut d'Afrique et un des 8 plus grands exportateurs mondiaux. Cette activité représente 80% des revenus du pays. Mais malgré cela, près d'un tiers de la population vit en dessous du seuil de pauvreté, les tensions sociales entre les différentes ethnies et le climat politique freinent le développement des infrastructures.

Mon étude permettra d'avoir un aperçu des conséquences de l'exploitation pétrolière sur le plan socio-politique car comme le disait Daniel Yergin : "le pétrole c'est 10% d'économie, 90% de politique". D'autre part, l'environnement et la santé de l'homme étant au cœur des préoccupations actuelles, le deuxième aspect de mon étude portera sur les impacts environnementaux et les conséquences inhérentes pour les populations locales.

VIII. Année académique 2013 – 2014

Le couplage gaz naturel/énergies renouvelables

MALINGE Clémence

Dans un contexte où les enjeux énergétiques sont au cœur de toutes les préoccupations, l'association du gaz aux énergies renouvelables permet de proposer un panel de solutions tout à fait intéressantes tant pour l'industrie que pour le particulier.

Production et stockage d'électricité, biogaz, technologies pour l'habitat... cette veille propose un tour d'horizon des solutions existantes et en développement afin de comprendre leur fonctionnement, leur intérêt, leur efficacité et les débouchés potentiels auxquels elles pourraient conduire.

La présentation n'a pas pour objectif de rentrer dans les détails techniques, mais plutôt d'acquérir une culture générale pour mieux situer le potentiel du gaz et des énergies renouvelables dans la transition énergétique qui s'annonce.

Les investissements dans l'industrie du gaz et de l'énergie des fonds souverains émiratis

AIT AL HAYAN Soufyane

La place occupée par les fonds souverains des pays du Golfe sur la scène économique et financière internationale prend une importance de plus en plus grande de nos jours. Intimement lié au pays pétrolier, ce type de fonds particulier a pris la forme que nous lui connaissons aujourd'hui pour la première fois au Kuwait en 1955, avec la création du Kuwait Investment Board, qui avait pour but de gérer les surplus d'argent générés par ses revenus pétroliers, dans le but de les faire fructifier et d'assurer le développement du pays. Possédant la 7ème réserve prouvée de gaz et de pétrole de la planète, les Emirats Arabes Unis ont aujourd'hui le plus grand nombre de fonds souverains au monde, avec notamment l'Abu Dhabi Investment Authority, qui est à ce jour le fonds souverain le plus important de la planète. Aujourd'hui, la puissance financière de ces fonds émiratis, provenant des revenus liés aux exportations de gaz et de pétrole, leur donnent une capacité d'investissement permettant d'occuper une place importante dans l'industrie énergétique et gazière, aux Emirats Arabes Unis et dans le monde.

Procédés de Liquéfaction

EL ARJA Youssef

L'industrie du gaz naturel nécessite la réalisation de projets de grande envergure que ce soit sur le plan économique ou technologique. La liquéfaction représente 40 à 50 % des CAPEX d'un projet GNL. Il est donc évident qu'un des points clés de la réussite est la réalisation d'une usine de liquéfaction recourant aux meilleures technologies disponibles, efficace et optimisée. Le but de cette veille technologique est de donner les caractéristiques principales d'un train de liquéfaction, les spécifications et normes liées à cette industrie, les aspects techniques et les procédés de base. On ira de la phase de prétraitement à la phase cryogénique, en détaillant les principaux procédés de liquéfaction avec leurs éléments constitutifs : compresseurs, échangeurs, turbines etc. On identifiera les facteurs limitants.

La construction d'une centrale CCGT de 120 MW en Mauritanie

MOHAMED ZEINE Mohamed

Le secteur des industries extractives connaît en Mauritanie, depuis le début de la décennie, un dynamisme et une croissance importante, soutenu par une demande mondiale croissante. Les découvertes de gaz naturel dans l'offshore mauritanien ne peuvent encore justifier la création d'une industrie nationale de GNL. Toutefois, les réserves certifiées dans le champ Banda, sont suffisantes pour la production électrique d'une centrale fonctionnant à partir du gaz naturel. Parallèlement, des grands projets miniers ont été mis en exploitation (TML 2007, MCM, 2006), et d'autres verront bientôt le jour (Glencore-Xstrata 2014, Extension SNIM 2014, etc.), nécessitant des besoins importants en électricité, qui ne peuvent être couverts par la SOMELEC. Les autorités ont par conséquent œuvrées depuis juin 2011 à la structuration d'un projet visant à la satisfaction des besoins domestiques et à ceux des opérateurs miniers. Ce projet fait appel aux ressources énergétiques nationales (gaz naturel offshore), et sera en mesure de fournir une énergie électrique sécurisée et à moindre coût.

L'objectif de cette veille est double. D'une part, il contient une présentation des données de base collectées pour le projet permettant au comité de pilotage de formuler des remarques et commentaires en vue de leur

approbation. D'autre part, la veille établit le bilan offre/demande de la Mauritanie. Ce bilan permettra d'identifier les besoins qui pourront être couverts par le projet de centrale utilisant le gaz de Banda.

Géopolitique du Gaz dans la méditerranée orientale

BARAKE Omar

La Méditerranée orientale est une région riche par son histoire et aujourd'hui par ses ressources énergétiques. L'équilibre politique de la région est incertain : d'une part du fait de la transition politique en Egypte et de la guerre civile en Syrie et d'autre part en raison des tensions politiques existant entre l'Israël et ses voisins : Liban, Syrie et Territoires palestiniens comme entre la Turquie et Chypre. Or, depuis la découverte d'importants gisements de gaz (122 Tcf) et de pétrole (1,7 milliards de barils) dans le bassin du Levant, la carte régionale des ressources énergétiques est redéfinie. De nouvelles opportunités se présentent pour chacun des pays en même temps que des défis énergétiques et politiques émergent.

Cette veille vise ainsi à faire un état de lieux des ressources pétrolières et gazières de la Méditerranée orientale, à présenter les futurs projets, les différents aspects géopolitiques et enfin à tenter d'apprécier les perspectives de chaque pays à horizon de 10 ans.

Impacts sociologiques et environnementaux consécutifs au développement du Gaz de Schiste aux Etats Unis

BERGER Lara

Le sujet de la transition énergétique est au cœur de beaucoup de débats en France aujourd'hui. Il soulève entre autres la question du développement ou non du gaz de schiste. Ce sujet intéresse un grand nombre de Français, soucieux de savoir comment la France compte faire évoluer son mix énergétique dans les années à venir pour répondre à la demande en énergie tout en respectant l'environnement.

Si les aspects économiques ont déjà largement été développés, ce sont bien les aspects sociologiques et environnementaux qui interpellent et alimentent la controverse. L'objet de cette étude est donc de traiter ces aspects en tirant expérience du développement de la production de gaz de schiste aux Etats Unis depuis le début des années 2000.

L'idée est d'établir quelles sont les principales conséquences ressenties ou vécues par la population américaine suite au développement de l'exploitation massive de gaz de schiste, et d'identifier les réels risques pour l'environnement et/ou la population.

L'étude se termine par une analyse personnelle ainsi qu'un état de l'art des nouvelles techniques développées à ce jour, afin d'appréhender si l'expérience américaine est concluante et si la France pourrait appliquer un modèle d'exploitation proche ou similaire à celui des Etats Unis.

Le méthane en arctique

FADEL Yaacoub

Le rejet du méthane de l'Arctique est un phénomène naturel qui se déroule sur une échelle de temps très longue. Il est dû au réchauffement climatique dans le pôle nord. Ce travail de veille étudiera l'ampleur et les causes de ce rejet.

Considérant que le méthane est un gaz à effet de serre, on étudiera l'impact environnemental estimé selon différentes hypothèses de tonnage rejeté et de scénario climatique global.

Tous les scientifiques ne considèrent pas ce scénario plausible. On montrera au travers de ce document, les différents avis des experts et les éléments du débat sur une possible catastrophe climatique qui pourrait coûter jusqu'au 60 Trillions de dollars.

Un entretien a été réalisé avec l'un des principaux experts de la région de l'Arctique du monde le Professeur Peter Wadhams de l'université de Cambridge. Cet entretien évoquera les différents sujets de son projet du point de vue scientifique, économique, politique et environnemental. Enfin, on réalisera une étude technico-économique des solutions possibles pour limiter les dégâts.

Captage – Stockage du CO₂. Mise en œuvre d'un projet CSC

FLAMANZEANU Nicoleta

La lutte contre le changement climatique, déclenchée par l'augmentation importante des émissions de gaz à

effet de serre depuis le XIX^{ème} siècle, est un défi sans précédent. Cette augmentation alarmante est due au développement industriel, à l'augmentation des besoins énergétiques mondiaux et à l'utilisation généralisée de carburants fossiles (charbon, gaz naturel et pétrole).

Ce document porte sur l'une des voies permettant la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère : le Captage et le Stockage de CO₂ (CSC). Cette solution consiste à capter le CO₂ produit par les grandes installations industrielles, le compresser pour pouvoir le transporter et l'injecter dans le sous-sol profond, afin de le stocker loin de l'atmosphère en toute sécurité.

Le développement des projets de CSC pourrait permettre la réduction de 19 % des émissions mondiales de CO₂ d'ici 2050, selon le scénario développé par l'Agence Internationale de l'Energie (IEA1 - Blue Map2). Un projet CSC est composé de plusieurs étapes : planification, activation, exploitation et clôture du projet.

Pour mettre en œuvre un projet CSC, l'étape de planification est essentielle. Lors de celle-ci, le projet est envisagé de la phase de conception à la phase d'études visant une évaluation technique et économique.

L'avenir du CSC suppose une **valorisation du CO₂** (CSCV). Ceci consiste à trouver de nouvelles applications en utilisant cette molécule, tout en s'assurant d'un impact neutre sur l'environnement.

Smart Gas Grid

FOTSO Tibaut

Face aux préoccupations environnementales actuelles, l'Union européenne a adopté en 2008 un ensemble de directives, dites «20/20/20 ». Elles fixent les objectifs contraignants à l'horizon 2020 : 20 % d'énergies renouvelables ; réduction de 20 % des émissions de CO₂ par rapport à 1990 ; accroissement de l'efficacité énergétique de 20 %. Dans le prolongement de cette politique européenne, la France a adopté, par les lois issues du Grenelle de l'environnement, des mesures visant à maîtriser sa demande en énergie. Elle s'est engagée à diviser par 4 ses émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 - « Facteur 4 » - et à diminuer de moitié sa consommation d'énergie au même horizon - « Facteur 2 ».

Dans ce cadre, il est nécessaire de moderniser les réseaux d'énergie, notamment les deux réseaux traditionnels à savoir les réseaux électriques et de gaz. De nombreux travaux ont été entrepris sur le « smart grid » électrique. A l'inverse le « Smart gas grid » reste encore mal connu (voir Google trends). Depuis 2011, des travaux ont été lancés dans le cadre de la Task Force Smart grids de la commission européenne du Smart gas grid. Le groupe d'expert s'est penché sur les fonctionnalités principales que doivent développer les réseaux de gaz pour devenir « intelligents ».

Nous développerons dans cette veille, les modernisations attendues du réseau de gaz qui lui permettront de jouer pleinement le rôle qui lui revient dans un système énergétique optimisé global ; au service d'une meilleure compétitivité, d'une sécurité d'approvisionnement renforcée et de l'intégration des ressources renouvelables incluant le biogaz, la complémentarité et le couplage gaz-électricité.

Développement de lignes cryogéniques sous-marines pour le transport du GNL

HERVÉ Laurène

Le développement de lignes cryogéniques sous-marines pour le transport de GNL est une activité récente et en plein essor, essentielle à l'évolution des terminaux de liquéfaction et de regazéification. Alors que les stations de déchargement et chargement du GNL sont construites de plus en plus loin des côtes et des installations de traitement et de stockage, les techniques actuelles de transport du GNL montrent leurs limites. Les ports sont généralement surchargés et les sites côtiers protégés ou peuplés. Les conduites cryogéniques doivent être alors installées sur de plus grandes distances et être mieux isolées. La dilatation des conduites exposées aux températures cryogéniques nécessite des aménagements très onéreux sur les terminaux.

Une nouvelle configuration de pipeline est développée afin de pallier ces désavantages. Cette ligne cryogénique sous-marine appelée C-PIP (Cryogenic Pipe-In-Pipe) est constituée d'un pipe intérieur en Invar, entouré d'un aérogel isolant et d'un pipe extérieur en acier inoxydable. L'adoption de cette technologie permet à la structure de se dilater librement et ainsi d'éviter de nombreux coûts de construction. L'objectif de cette veille est dans un premier temps, de détailler la conception, l'installation et l'utilisation de cette technologie. Dans un second temps, une comparaison entre la technologie C-PIP de TECHNIP et trois autres technologies proposées sur le marché sera présentée, ainsi que deux projets de mise en œuvre.

¹ IEA = International Energy Agency

² IEA, 2010 – Energy Technology Perspectives

Etude de l'accident de Ghislenghien

HORN Emilie

Le 30 juillet 2004, un accident majeur (fuite suivie d'une inflammation) s'est produit en Belgique sur le site industriel de Ghislenghien, au niveau d'une canalisation de transport de gaz naturel.

Cet événement, véritable drame national ayant causé 24 décès et plus d'une centaine de brûlés graves, a permis de renforcer la prise de conscience des risques que représentent les travaux effectués par des tiers, à proximité d'infrastructures de gaz naturel.

Différents types de conséquences ont été tirées de cet accident tant au niveau de Fluxys (transporteur gazier belge) qu'au niveau des autres transporteurs de gaz européens.

L'objectif de la veille sera donc de fournir une analyse détaillée de l'accident. Pour ce faire, il sera replacé dans son contexte (tant géographique, économique que technique). Ensuite, les principales causes seront étudiées ainsi que les conséquences qui en ont découlé notamment en termes de réglementation avec la création en France, de l'arrêté multi-fluides du 4 août 2006.

Le comptage du GNL

PERRIN Florent

Lors des transferts de GNL entre vendeurs et acheteurs, le calcul de la quantité d'énergie est classiquement effectué sur la base du volume de GNL occupé dans les cuves du méthanier. Cette mesure est alors dite « statique » dans la mesure où elle est constante dans le temps et que le système de mesure donne instantanément une réponse à l'équilibre.

Cependant, depuis peu, la plupart des nouvelles installations de liquéfaction sont mutualisées pour permettre à différents opérateurs de réaliser des économies, aussi bien en termes de CAPEX que d'OPEX, et de réduire les risques liés à la production. Cela engendre alors l'obligation d'équiper chaque ligne de production de systèmes de mesure « dynamiques » - par opposition aux mesures « statiques » - afin de permettre à chaque opérateur de connaître précisément la quantité de GNL produite avant mutualisation dans les réservoirs.

Deux types de systèmes de mesure répondant à des besoins spécifiques peuvent ainsi être utilisés. Aussi, cette veille a pour objectif de détailler les pratiques métrologiques « historiques » dans l'industrie du GNL et de présenter les innovations et avancées technologiques qui devraient s'imposer dans un futur proche en mesure et en comptage.

Faisabilité économique de production d'électricité à partir de la détente du gaz naturel

MANAC Valentin

Le développement de la société moderne est directement lié à la consommation d'énergie. En raison de l'épuisement des gisements de combustibles fossiles, la notion d'énergie durable pour le développement de la société est grandissante.

Cet article propose de détailler le principe de fonctionnement de nouveaux équipements appelés "turbo-expanders" utilisés lors de la production d'énergie pendant l'expansion du gaz naturel au point de connexion entre le réseau de transport et de distribution. La méthode classique pour l'expansion des gaz utilise vanne de laminage, Cette méthode libère l'énergie cinétique dans l'atmosphère. Les "Turbo-expanders " jouent le même rôle que les équipements classiques de décompression du gaz naturel, mais ici, une partie de l'énergie utilisée pour comprimer le gaz est convertie en électricité. L'électricité produite par les turbo-détendeurs est conditionnée par les valeurs de la pression du gaz à l'entrée et à la sortie, ainsi que par la température du gaz en entrée.

De plus, le retour sur investissement des projets d'installation de turbo-extenseurs peut être atteint par la valorisation de l'électricité. Cet article se concentrera particulièrement sur le marché du gaz naturel en Roumanie. Et pour le calcul de la puissance produite, nous utiliserons les paramètres de pression et de température du réseau de transmission et de distribution du gaz en Roumanie.

IX. Année académique 2012 – 2013

Valorisation des gaz associés à la production pétrolière

BENFIFI Syphax

La production de pétrole s'accompagne la plupart du temps de l'extraction de gaz naturel non désiré par les groupes pétroliers. Ces gaz, dits gaz associés, sont la plupart du temps brûlés directement sur le site de production de pétrole. Certaines circonstances liées à la sécurité nécessitent de telles mesures, comme lors de surpression, mais dans d'autres cas, des raisons technico-économiques empêchent la valorisation de ces gaz. Les fortes sanctions à l'encontre des compagnies pétrolières sur leurs émissions de gaz à effet de serre les poussent de plus en plus à trouver des solutions pour valoriser le gaz extrait. Des problématiques de coût, de transport et de débouchés se posent alors, les conditions adéquates de rentabilité devant justifier l'investissement dans des installations de valorisation du gaz.

La veille portera donc tout d'abord sur une synthèse des conditions actuelles de brûlage dans les groupes pétroliers, on approfondira ensuite les technologies de torchage respectueuses de l'environnement, puis enfin les moyens efficaces de valoriser les gaz associés.

Une étude de marché sera de plus nécessaire afin de saisir pleinement les enjeux de la problématique.

Le débat national sur la transition énergétique : quels leviers pour favoriser le développement de la filière GNV

CONCAS Fabrice

Le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie va lancer le débat national sur la transition énergétique. Un conseil national fixera les orientations du débat et organisera la formulation des recommandations qui serviront de base à la future loi de programmation pour la transition énergétique.

Le gaz naturel est un carburant éprouvé pour tous types de mobilité et présente des caractéristiques pour améliorer la qualité de l'air dans les zones denses par rapport aux carburants traditionnels. De plus, la production de biométhane présente un fort potentiel d'innovation industrielle pour la France, tout en assurant la préservation des ressources naturelles du fait de rendements de production élevés. Entre 2000 et 2010, le nombre des véhicules fonctionnant au GNV a augmenté de 18% par an dans le monde. A la fin de l'année 2011, 16 millions de ces véhicules étaient en circulation sur la planète dont seulement 15 000 en France. L'AFGVN souhaite donc positionner le GNV autour du débat afin de faire passer un message pertinent aux décideurs.

L'association souhaite favoriser le développement de la filière grâce à la future loi de programmation pour la transition énergétique. L'objectif de la veille est d'analyser l'organisation du débat national pour déterminer les leviers sur lesquels l'AFGVN pourra agir pour influencer les recommandations en faveur du développement de la filière.

Approche économique de l'injection de biogaz dans le réseau de distribution de gaz en France

DEKEYSER Olivier

Dans le cadre du développement des énergies renouvelables, la France soutient la filière de valorisation des déchets tels que les effluents agricoles, déchets industriels, boues d'épuration, ordures ménagères.

Pour répondre aux objectifs fixés dans le cadre du Grenelle de l'environnement, la France envisage sur une dizaine d'années de multiplier par quatre la production d'électricité (625 MW en 2020) et la production de chaleur (555 ktep en 2020) à partir de méthanisation par rapport à 2010. L'injection de biogaz dans le réseau de distribution s'intègre parfaitement dans ce programme de développement de la filière. En effet, suite à une étape d'épuration, le biogaz devient du biométhane destiné à la consommation de chauffage, d'eau chaude sanitaire ou de cuisson.

L'opérateur historique de distribution de gaz naturel en France estime entre 3 et 9 TWh (soit entre 1 et 3% de la consommation en distribution) la quantité de biométhane injectée dans le réseau, répartie sur une centaine de points d'injection. Il s'agit donc d'intégrer cette nouvelle source d'énergie, qui conduit à réduire l'impact carbone du gaz distribué mais aussi à limiter la dépendance énergétique de la France vis-à-vis des énergies fossiles. L'objectif de cette veille technologique est de mesurer les différentes incitations financières proposées pour le développement de cette filière et d'estimer un seuil de rentabilité, en

fonction des investissements nécessaires, de la technologie à développer et de la production de biométhane produit.

Le stockage de l'électricité sous forme de gaz de synthèse, principes et enjeux

DIOUTA Guillaume

Le stockage d'énergie est un moyen d'accélérer et de faciliter l'introduction des énergies renouvelables intermittentes dans le bouquet énergétique européen. Il a vocation à apporter de la flexibilité pour améliorer la sécurité et la qualité d'approvisionnement et à contribuer à l'équilibrage du réseau électrique. Le concept « Power to Gas », qui fait l'objet de cette veille technologique, vise à transformer de l'électricité en gaz combustible facile à transporter et à stocker dans les infrastructures gazières existantes.

En 2010 en Allemagne, 127 GWh d'origine éolienne ont ainsi été perdus, soit l'équivalent de la consommation de 32 000 ménages du fait que la production renouvelable intermittente ne coïncide pas toujours avec la consommation. Le stockage de cette électricité permettrait donc de différer la production électrique jusqu'aux heures de forte demande.

L'idée du concept « Power to Gas » est de tirer parti des surproductions intermittentes d'électricité d'origine renouvelable à faible coût marginal de production (éolien et photovoltaïque) pour produire de l'hydrogène par électrolyse de l'eau. La réaction de cet hydrogène avec du CO ou du CO₂ capté sur des installations industrielles est appelée méthanation. Elle a pour but de créer du gaz naturel reconstitué dit méthane de synthèse.

Dans cette étude, nous insisterons sur la valeur ajoutée qu'apporte le concept « Power to Gas » face au gaspillage énergétique actuel puis ferons un état des lieux précis sur cette méthode de stockage en termes de techniques utilisées, de coûts et de flexibilité. Cette étude fera également état des technologies existantes afin de bien situer le « Power to gas ».

Alternative à la fracturation hydraulique

ICHOUI Nidal

La « fracturation hydraulique » est la dislocation ciblée de formations géologiques peu perméables par le moyen de l'injection sous très haute pression d'un fluide destiné à fissurer et micro-fissurer la roche mère, pour y libérer le gaz et les huiles.

Cependant, cette technique permettant d'extraire les hydrocarbures « non conventionnels » est très consommatrice en eau, et présente des risques non négligeables de pollution des nappes aquifères (lors de la fracturation, et lors de la remontée du mélange gaz + fluides).

10 000 à 20 000 m³ d'eau, et 2000 tonnes de sable sont nécessaires pour l'exploitation d'un puits de plusieurs dizaines de mètres de profondeur.

La veille technologique portera sur les techniques alternatives à la fracturation hydraulique. On présentera les technologies et les perspectives d'utilisation industrielle de la fracturation par GPL, hélium, CO₂, et par arc électrique.

La micro-cogénération : conception et perspectives

JUCA Vladimir

La RT 2012 (Réglementation Thermique) est entrée en vigueur à partir du 1er janvier 2013 et a provoqué un changement des enjeux énergétiques en France. La présente veille porte sur l'une des technologies qui permet de répondre aux nouvelles contraintes imposées par cette réglementation : la micro-cogénération.

Le principe de la cogénération est simple : produire simultanément de l'énergie électrique et de la chaleur utile « sans » pertes. Cette technique permet de limiter la consommation d'énergie primaire du secteur résidentiel en fournissant à la fois le chauffage, l'eau chaude sanitaire et une grande partie des besoins électriques du logement.

Les bénéfices de la micro-cogénération sont entre autres:

- réduction de la facture énergétique en produisant l'électricité au prix du gaz naturel
- réduction de la pointe électrique
- diminution la consommation d'énergie primaire et les émissions de CO₂

L'écogénérateur est un système de micro-cogénération à domicile. Il est le résultat de l'intégration d'une technologie -moteur Stirling ou Pile à Combustible -dans une unité de chauffage au gaz naturel. Cette application vient en complément des gammes de produits fonctionnant au gaz naturel (chaudière à condensation, pompe à chaleur gaz collective, couplage solaire-gaz). L'étude se compose de trois parties.

- le cadre réglementaire actuel et le contexte énergétique en France.
- les principes de la micro-cogénération et les diverses méthodes et techniques de mise en œuvre (moteur Stirling, moteur à combustion interne, pile à combustible).
- le marché des applications de la micro cogénération (l'investissement, rentabilité, intérêt environnemental, exemples de déploiement) et ses perspectives.

Utilisation du tube PE dans les canalisations de distribution de gaz : vieillissement et durées de vie

LECLERC François

Après une introduction concernant l'histoire et la place des tubes PE dans la distribution de gaz par canalisation, les différentes caractéristiques du matériau (physiques, chimiques, mécaniques, et mode de fabrication par extrusion) seront présentées.

Dans une seconde partie, les utilisations et observations actuelles des tubes PE seront analysées (durées de vie observées des tubes de différentes densités, incidents et risques de fissuration de fatigue/ductile observés, corrosion et protection du PE).

Enfin, dans un troisième axe, les recherches et essais mécaniques actuels, menés notamment au CRIGEN, sur le vieillissement du PE en fonction de ses caractéristiques physico-chimiques seront présentés (mise sous pression d'un échantillon de tube en bain Marie, fissuration et micro-fissuration etc.).

On éclaircira les méthodes d'élaboration des critères de durée de vie à partir des tests numériques, mécaniques et de la statistique (années ou nombre de cycles) : modèles numériques, modèles mécaniques type visco-élasto plastiques et leurs paramètres. Un point sur les opinions divergentes des chercheurs Français, Allemands, Japonais et des USA sur la validation des méthodes d'élaboration des critères estimant le vieillissement des tubes PE sera fait.

La conclusion abordera les grands axes de recherche approfondis par la DRI de GDF SUEZ sur les tubes PE dans ses centres de recherche - CRIGEN, CIRSEE...- et on évoquera le thème du recyclage des tubes PE en fin de vie.

Etat de l'art de l'oxy-combustion sous pression et ses éventuelles applications dans l'amont pétrolier.

MEYER Benoît

L'oxycombustion est, avec la pré-combustion et la post-combustion, l'une des trois voies technologiques pour la séparation du dioxyde de carbone, en vue de sa séquestration géologique, ou de son utilisation en chimie ou en EOR (Enhanced Oil Recovery). Le but de cette étude sera de fournir tout d'abord un état de l'art de la technologie oxy-gaz sous pression. Seront donc développés les principes de la technologie, les conditions opératoires et les performances ainsi que les futurs challenges techniques et technologiques. Enfin, les schémas les plus prometteurs pour une utilisation par l'amont pétrolier seront sélectionnés et retenus pour effectuer une étude économique.

Les FLNG1, nouveaux rois des océans: un prélude à l'âge d'or du GNL Contraintes et risques technologiques. Cas du Prélude de Shell.

MAWO de BIKOND Johann

Le GNL est devenu en l'espace de quelques années une source de plus en plus prépondérante pour la couverture des besoins en énergie de la planète. Sur la totalité des volumes de gaz consommés dans le monde en 2011, plus de 10 % ont été transportés sous forme de GNL [IGU, 2012], scénario qui aurait paru extraordinaire il y a tout juste 20 ans. La catastrophe de Fukushima au Japon en mars 2011 avec pour conséquence l'arrêt des 54 centrales nucléaires du pays et l'essor du gaz de schiste aux Etats-Unis ont entraîné de profonds changements dans la répartition de la demande en GNL dans le monde avec un fort accroissement en Asie.

Avec une production de gaz en déclin, le challenge que se doit de relever l'industrie gazière est non seulement de parvenir à répondre à l'augmentation en demande estimée à 2,6 % par an, mais aussi de réussir à couvrir une baisse de production, ce qui d'après l'International Gas Union équivaut à une augmentation globale de 9,5 % par an de la production de gaz naturel.

Pour réussir, il est impératif de trouver de nouvelles sources d'approvisionnement. Ceci, couplé à la réduction des coûts de liquéfaction et au développement de technologies plus efficaces, ouvre la voie à une nouvelle génération d'unités de production de GNL, véritable révolution technologique : les FLNG.

Le développement d'une nouvelle technologie étant souvent accompagné d'interrogations quant à sa validation, cette étude présentera une évaluation de divers risques associés au caractère singulier de ces nouvelles unités flottantes, en prenant comme illustration celle qui sera probablement la première du genre, le Prélude de Shell.

1 Floating Liquefied Natural Gas

2 Milliard de Mètres Cubes par an

Alimentation énergétique de l'île de la Réunion

MOSER Simon

Cette étude présente en premier lieu un constat de la part actuelle de chaque poste de consommation et d'alimentation énergétique de l'île de la Réunion. En 2011, environ 30% de la consommation électrique et 12% de la consommation énergétique totale sont issues des énergies renouvelables, notamment grâce à la bagasse (issue des cannes à sucre), à l'hydraulique et au solaire thermique. La loi Grenelle, imposant d'aboutir à 50 % d'énergies renouvelables en 2020 tout en visant l'autonomie énergétique à l'horizon 2030, pousse à la transition énergétique. Hausse du niveau de vie, croissance démographique et par conséquent augmentation de la demande en énergie sont les réalités de l'île. Pour atteindre les objectifs dans ce contexte, une vraie Maîtrise De l'Énergie (MDE) et l'appel à de nouvelles technologies sont indispensables. Outre le solaire, l'éolien et l'hydraulique qui ont un rôle important à jouer, nous évoquerons le biogaz et apporterons une attention particulière aux technologies utilisant l'énergie de la mer pour la génération d'électricité ou la climatisation.

Shale Gas in Latin-America: Perspectives and Risks

NEGRILLO Carmen

La raison pour laquelle le gaz de schiste a causé tant d'intérêt est parce qu'il est en train de transformer le monde de l'énergie. Nous sommes habitués au gaz naturel provenant des producteurs d'hydrocarbures existants mais elle pourrait venir d'endroits différents. Le gaz de schiste pourrait changer la géopolitique du monde. Dans cette étude, on s'intéresse à la manière dont l'exploitation du gaz de schiste en Amérique Latine pourrait bouleverser le panorama énergétique des pays. On cherche à déterminer quels sont les risques pour les investisseurs et comment on pourrait diminuer les risques environnementaux en tirant leçon de l'expérience en Amérique du Nord.

Hydrocarbures au Maroc : Exploration, production et exploitation

SENHAJI Ahmed

Voisin de l'Algérie, riche en gaz, le Maroc est également connu pour abriter une quantité importante de ressources pétrolières et gazières offshore et onshore, qu'elles soient conventionnelles ou non.

L'exploration et la production ont commencé en 1929 et ont atteint un pic de production de 8400 barils par jour en 1970, mais depuis le secteur connaît un déclin et aujourd'hui le Maroc importe environ 90 % de ses besoins en pétrole et en gaz.

Toutefois, face aux défis économiques et aux besoins croissants de la population, le pays a très nettement accentué ses efforts ces dernières années, de sorte que plusieurs compagnies pétrolières ont répondu et conclu des appels d'offres d'exploration de zones offshore ces derniers mois.

Cette veille technologique proposera de :

- *faire un état des lieux de l'exploration et la production marocaine en hydrocarbures ainsi que les processus d'accréditation des permis, des réserves supposées en hydrocarbures conventionnels ou non,*
- *décrire les processus d'accréditation,*
- *détailler les approvisionnements actuels, le marché intérieur qu'ils alimentent,*
- *et enfin discuter des perspectives d'avenir du secteur avec la possibilité de la construction d'un terminal méthanier de regazéification et du développement d'un réseau de distribution de gaz naturel dans le pays.*

Emissions polluantes des moteurs essence et diesel

VITTE Pauline

L'objectif de ce travail est d'étudier la formation des émissions polluantes des moteurs essence et diesel et les moyens mis en œuvre pour les réduire.

Après une rapide introduction portant sur le marché français de carburants, la production d'essence et de gasoil sera abordée et les principales caractéristiques de ces carburants seront présentées. Nous verrons également comment fonctionnent les moteurs essence et diesel. Les risques que comportent les principaux polluants atmosphériques (CO, NO_x, HC, particules) seront ensuite présentés pour aborder en un second temps la formation des émissions polluantes dans les moteurs, leur traitement, et les normes relatives à leur rejet dans l'atmosphère. Une dernière partie sera consacrée à la présentation des solutions innovantes pour les moteurs.

Couplage gaz naturel aux énergies renouvelables pour la production d'électricité – le cas de l'énergie solaire

ZAINEA Andrea

Les cellules photovoltaïques transforment l'énergie lumineuse du soleil en courant électrique. L'électricité solaire photovoltaïque a beaucoup d'avantages : la fiabilité, la durée de vie des capteurs, l'utilisation innovante, etc.

Combiner une énergie primaire (le gaz) avec une énergie renouvelable et gratuite (les rayons solaires) est un moyen idéal d'atteindre une haute performance énergétique et de respecter l'environnement.

En appliquant cette combinaison au cas d'une maison (une installation photovoltaïque et une chaudière à condensation au gaz naturel), le propriétaire pourra devenir un producteur d'électricité parce que le surplus d'énergie électrique produite peut être revendu. Cette solution garantit une économie importante et valorise une énergie toujours disponible.

Faisabilité d'usage de digesteurs compacts de biomasse dans un milieu urbain

AOUN Omar

Les énergies fossiles devenant moins accessibles et par suite de plus en plus rares et chères, il convient de trouver divers moyens alternatifs qui puissent répondre à nos besoins journaliers.

De nos jours, la majorité des études de génération de biogaz porte sur des applications qui visent une grande production susceptible d'être réinjectée dans le réseau national. Ainsi, on a recours aux collectes en masse de déchets ménagers, agricoles, industriels, de produits provenant de l'industrie agroalimentaire et même de boues des stations d'épuration afin d'avoir une production utilisable à grande échelle. Ceci amène à proposer une étude de faisabilité portant sur la production de biogaz pour les besoins d'une population restreinte (consommation en gaz d'un immeuble ou même d'une famille). La production ne pourra pas satisfaire la totalité des besoins. Cependant fournir uniquement du gaz pour l'usage de cuisine peut s'avérer intéressant.

Cette veille technologique vise ainsi à étudier les milieux propices à l'implantation de digesteurs compacts de biomasse en milieu urbain qui puissent répondre à certains besoins.

Panorama gazier en Afrique de l'Ouest

AZIBALE Mila

Depuis le début de ce siècle, l'Afrique et ses ressources naturelles suscitent l'intérêt à nouveau. Même si ses ressources ne sont pas comparables à celles du Moyen-Orient et de la Russie, l'Afrique va jouer un rôle important dans les stratégies de diversification et devenir un acteur central des politiques de sécurité énergétique de tous les grands pays importateurs. De nos jours, le Nigeria représente plus de 15 % de la production de gaz africain, contre 4 % en 1995.

L'ouverture du gazoduc ouest-africain WAGP (West African Gas Pipeline) souligne l'impact positif d'une coopération régionale, d'une demande forte, d'une réglementation et d'un mode de financement efficaces sur le secteur gazier. Aussi, la construction et la mise en chantier au Nigeria en Guinée équatoriale et en Mauritanie dans les années à venir de plusieurs usines de liquéfaction devraient au moins permettre le doublement de la production en Afrique de l'Ouest. Dans les autres pays côtiers (Sénégal, Gambie, Guinée-Bissau, Guinée, Liberia, Sierra Leone, Ghana et Togo), il existe de fortes probabilités de découvrir des gisements gaziers et pétroliers d'une capacité économiquement viable. De nombreuses compagnies pétrolières indépendantes sont actives et concentrent leurs activités d'exploration dans la région où elles ont identifié plusieurs gisements ces dernières décennies, sans toutefois démarrer la production. Tous ces facteurs semblent confirmer que la production ouest-africaine continuera d'augmenter.

Notre étude a donc pour objectif de présenter les grands enjeux, faire un état des lieux de la situation gazière de l'Afrique de l'Ouest avant de présenter les possibles scénarios d'évolution d'ici 2050.

Le biogaz en CI: états des lieux, perspectives et enjeux du développement

EBAGNIRIN Laetitia

La gestion des déchets urbains est une problématique commune à tous les pays en voie de développement. Passivité des autorités en charge ou insouciance des populations, il n'en demeure pas moins que les produits de la décomposition des matières organiques contenues dans ces déchets sont émetteurs de gaz à effet de serre. En plus de ce problème environnemental, qui constitue une bombe à retardement pour ces pays dont l'économie repose en majorité sur l'agriculture, les Etats sont de plus en plus dépendants des importations de biens énergétiques pour satisfaire la consommation grandissante d'une population à taux de croissance démographique en forte hausse ; ce qui n'est pas toujours évident.

La Côte d'Ivoire se classant au rang de ces derniers doit faire face depuis plusieurs années à un déséquilibre important entre l'offre et la demande énergétique nationale.

Cette veille technologique permettra ainsi de rechercher des pistes de solutions tant au niveau du problème de la gestion de la salubrité qu'aux perspectives d'amélioration de la situation énergétique en Côte d'Ivoire.

L'essor du gaz en Australie : perspectives et contraintes pour l'investisseur

GAYOT Paul

L'Australie du gaz est en pleine mutation. Les perspectives de production de gaz de schiste sont colossales. A un niveau de production de gaz constant par rapport à 2012, on estime à 200 ans l'autonomie de l'Australie ce qui fait d'elle un des pays les mieux dotés du monde. Un tel essor a dès lors attiré les investissements étrangers et notamment les projets de gaz naturel liquéfié. Ainsi, l'Australie se prépare à devenir le premier exportateur mondial de GNL.

Située proche d'un marché asiatique en forte croissance, l'Australie possède des avantages majeurs pour les investisseurs. Cependant, des coûts structurels élevés couplés à des exigences étatiques et environnementales importantes tendent à diminuer la rentabilité des investissements. La présentation abordera les aspects géologiques, techniques et économiques et permettra de mieux appréhender les stratégies et les contraintes des investisseurs.

Panorama gazier de l'Europe : Organisation des marchés internes et challenges futurs

JABER Jad

L'Europe est l'un des consommateurs gaziers dépendant des exportations extérieures. Les réserves gazières de l'Europe sont limitées et en voie de déplétion. C'est ainsi que l'Europe se lance progressivement vers une ouverture plus efficace du secteur gazier et une libéralisation des marchés internes. Ce projet va présenter la situation actuelle des productions européennes et la position du gaz dans les bilans énergétiques ainsi que son rôle comme énergie de transition. On va analyser le développement des routes de transport de gaz en Europe et les moyens de diversification des approvisionnements.

La sécurisation des approvisionnements européens en gaz a toujours été un souci politique pour les gouvernements des pays de l'Union, et un point critique des relations avec la Russie. Quel futur des relations russo - européennes ? Quel sera l'impact de la révolution des gaz de Schiste aux Etats Unis sur l'Europe ? Le gaz de Schiste est l'un des sujets énergétiques les plus controversés en Europe. Quels sont les estimations sur les réserves ? Quel peut être leur impact économique et environnemental ? Et quelles sont les différentes positions des pays de l'Union vis-à-vis ce sujet ?

X. Année académique 2011-2012

Panorama gazier de la Tunisie

Housseem ABID

Les réserves de gaz naturel en Tunisie n'ont pas cessé de croître ces dernières années notamment au cours de l'année 2010 ou plusieurs découvertes ont été réalisées. En raison de sa disponibilité, de ses qualités environnementales et surtout face à l'envolée des prix du pétrole, le gaz naturel est en train de conforter sa position dans la couverture de la demande nationale en énergie primaire.

Cette étude s'articule autour de trois axes : dans un premier temps la Tunisie, son histoire et son économie. Puis dans un deuxième temps, l'industrie du gaz en mettant l'accent sur les réserves, l'approvisionnement, le transport et la distribution. Dans une troisième partie les perspectives de développement du réseau, des infrastructures et les limites. Enfin un bilan des relations politiques et stratégiques est dressé avec les différents pays voisins de par la situation géopolitique intéressante de la Tunisie.

Etude de l'opportunité d'alimenter en gaz les industries de Nouvelle Calédonie

Marion BECKER

La Nouvelle-Calédonie est une île française du Pacifique Sud. Elle ne possède pas de ressources d'énergie propres suffisantes pour assurer les besoins de sa population et de ses industries (en particulier les industries minières, fortes consommatrices). Le territoire est fortement dépendant des importations de produits pétroliers et de charbon pour la production d'électricité et pour les process industriels. L'Australie étant un proche voisin dont les réserves de gaz sont importantes et les projets d'exportation de GNL florissants, cette étude vise à étudier l'opportunité pour la Nouvelle-Calédonie de s'approvisionner en gaz australien afin de satisfaire ses besoins énergétiques. On veillera à aborder les points techniques (faisabilité d'un terminal de regazéification ou d'un pipeline sous-marin, implantation d'une centrale gaz pour la production d'électricité, compatibilité du gaz avec les process industriels), une étude économique (coût de l'approvisionnement en gaz, coût des infrastructures, coût de l'électricité produite par une centrale gaz) et l'impact environnemental (acceptation par la population, protection du lagon, bilan carbone).

Méthode d'exploration et d'évaluations des réserves dans un gisement de gaz de schiste

Pierre BERTHE

Depuis 2006, date des premières utilisations de la fracturation hydraulique pour récupérer du gaz dit « non-conventionnel », les réserves mondiales de gaz ont augmenté significativement, et des analystes sont même allés jusqu'à qualifier la période comme « l'âge d'or du gaz ».

Evaluer la quantité de gaz présente dans un gisement conventionnel (une grande quantité de gaz située dans une zone restreinte) est une opération peu précise mais connue. Le gaz de schiste, le principal des gaz non-conventionnels, est présent en très faibles quantités dans des volumes importants de roches. Le récupérer demande de casser la roche, mais la question d'évaluer les réserves d'un tel gisement reste entier. Après une présentation succincte de la situation gazière actuelle et des méthodes d'évaluation conventionnelles des ressources, cette veille technologique a pour objectif d'éclairer le lecteur sur les méthodes d'exploration et d'évaluation des réserves en gaz de schiste.

La part du gaz dans la production d'électricité en France

Romain CASENAVE

Le gaz naturel représente près du quart de la consommation d'énergie primaire dans le monde. Sa principale utilisation concerne le secteur résidentiel et ce, sous diverses formes : cuisson, chauffage, eau chaude sanitaire. Mais le gaz naturel joue un rôle de plus en plus significatif dans un tout autre domaine : la production d'électricité. Bien qu'en plein essor, cette facette du gaz naturel reste encore mal connue du grand public. De nouvelles technologies très performantes font leur apparition (cogénération par exemple), pouvant s'adapter à un usage industriel comme individuel. Cette veille aura donc pour objectif de présenter le rôle du gaz naturel dans la production d'électricité, en France. Après avoir brossé le panorama énergétique français, nous nous intéresserons aux différentes technologies permettant de produire de l'électricité à partir de gaz. Nous tenterons par la suite d'étudier les perspectives de ce marché en France.

Enfin, un rapide focus sera fait concernant ces mêmes perspectives, à l'échelle mondiale, en réponse aux orientations politiques choisies ainsi qu'aux accidents majeurs de ces dernières années.

Evolution de l'offre énergétique dans le Pays Basque espagnol

Arnaud DELPHIN

L'industrie basque occupe aujourd'hui une place importante dans les parts de marché de l'industrie espagnole. De nouvelles énergies ont remplacé l'utilisation des gisements miniers exploités au XIX^{ème} siècle, notamment le gaz grâce à la construction d'un terminal GNL dans le Grand Port de Bilbao.

Cette étude a pour but de faire un descriptif de l'évolution des énergies utilisées dans cette région. Nous ne nous limiterons pas seulement à l'utilisation industrielle, nous aborderons également des usages plus divers comme celui, entre autres, du secteur domestique. L'utilisation de la base de données Ecoinvest nous permettra dans ce cas, par exemple, de connaître le contenu énergétique nécessaire pour obtenir 1 MJ d'électricité de réseau. Enfin, des perspectives d'avenir seront esquissées dans la dernière partie de l'étude.

La chaîne gazière en Allemagne

Pierre Maël GORRA

Ce Projet de Veille Technologique consiste à étudier l'ensemble de la chaîne gazière, c'est-à-dire l'exploration, la production, le stockage, le transport et la distribution en Allemagne. L'objectif est de donner un point de vue global de la chaîne gazière en Allemagne, permettant la compréhension du système gazier allemand. En marquant les points forts et les points faibles, les différences entre le système gazier allemand et le système français pourront être étudiées. L'exposé de veille technologique présentera également les acteurs majeurs de la chaîne gazière allemande, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du pays. De plus, la part du gaz naturel dans les énergies utilisées actuellement sera mise en avant. La place du gaz dans un panorama énergétique sans nucléaire sera également évoquée, conformément à la politique récente de l'Allemagne.

Apparition de la technologie sans fil dans les filiales de la branche Infrastructure (GDF-Suez) : transport, stockage et terminaux méthaniers

Chloé LE GUEVEL

L'intérêt principal de l'utilisation de la technologie sans fil est la mise en place de réseau permettant une collecte d'information sans avoir à déployer un réseau filaire sur de grandes distances.

Un réseau sans fil est composé de capteurs chargés de relever et de router les informations présentes sur la zone couverte vers un point de collecte (automates). Les automates récupèrent les informations remontées par les différents capteurs et les transmettent à une passerelle qui enregistre les données et peut déclencher des alarmes en cas de problème.

Cette étude a pour objet de traiter les thèmes suivants :

- Fonctionnement d'un réseau sans fil,
- Applications de la technologie sans fil sur des sites gaziers,
- Essais en sans fil effectués dans les filiales transports et stockages (GDF-Suez),
- Comparatif économique entre un réseau sans fil et une solution câblée,
- Intérêts de la mise en place d'une solution sans fil sur les terminaux méthaniers.

L'objectif de cette étude est d'apporter les connaissances nécessaires concernant les réseaux sans fil en vue de guider un choix d'utilisation de ceux-ci, en tenant compte des autres installations déjà présentes sur les sites gaziers.

Captage et stockage géologique de CO₂ dans le monde

Virginie LEBOURGEOIS

Les émissions de CO₂ proviennent pour les ¾ de la combustion des énergies fossiles, qui assurent encore aujourd'hui 80% de la consommation mondiale en énergie primaire. Or, ces émissions jouent un rôle majeur dans le réchauffement climatique. Face à cette préoccupation mondiale, les pays se sont engagés dans des accords internationaux pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre, dont le CO₂ représente 80%. Comment peuvent-ils mettre en œuvre leurs engagements ?

Le captage et le stockage géologique du CO₂ se présente comme une voie prometteuse. Cette solution permettrait de réduire fortement les émissions de CO₂ provenant des installations industrielles utilisant des combustibles fossiles. Depuis l'année 2000, une dynamique s'est enclenchée au niveau international en faveur de cette technique, et les projets de recherche ainsi que les pilotes industriels se multiplient dans le monde. Quels sont les projets en cours dans le monde ? Quels sont les enjeux, les risques, les défis et les perspectives de cette technique ?

Panorama gazier de l'Espagne

Oscar MARCO

L'Espagne est en train de vivre une période bouillante dans le domaine gazier. Des projets comme la récente inauguration du MEDGAZ, canalisation de transport qui relie l'Algérie et l'Espagne, l'agrandissement ou construction de sept terminaux méthaniers et l'aménagement de trois nouveaux sites de stockage on shore et offshore qui doubleront la capacité de stockage du pays ont changé de façon notable l'avenir gazier du pays.

Cependant, la demande de gaz quand ces infrastructures ont été projetées n'a pas suivi le chemin prévu et a légèrement diminué, ce qui a créé une situation particulière du marché espagnol, troisième importateur mondial de GNL. L'objectif de cette veille technologique est d'étudier le marché espagnol du gaz en profondeur. Pour cela on analysera la chaîne gazière en insistant sur un point capital, l'approvisionnement de gaz. Une description de tous les acteurs présents sera aussi abordée ainsi qu'une présentation de l'évolution des infrastructures gazières en Espagne pendant la dernière décennie. Tout ceci nous permettra d'avoir une vision globale sur le marché du gaz en Espagne.

Les évolutions techniques, organisationnelles et humaines, liées à la conduite d'un réseau de gaz communiquant

Sébastien MARTINEZ

La sécurité des biens et des personnes est la première obligation d'un opérateur de réseau de gaz. Cette sécurité est assurée par une série de mesures techniques et structurelles associées à un savoir-faire important. Ces dernières années ont vu l'avènement des technologies de communication et des mutations organisationnelles importantes chez les opérateurs de réseaux. La combinaison des technologies de communication, associée à des systèmes d'acquisition de données de plus en plus autonome, va conduire les opérateurs de réseaux à une nouvelle organisation. Ces mutations permettront une amélioration de la performance industrielle mais cela aura un coût économique qu'il faut anticiper. La réussite de ces changements sera conditionnée par la capacité des collaborateurs à s'impliquer pour accompagner ses évolutions.

Dimensionnement et étude de rentabilité d'une installation BIOGAZ en injection réseau ou cogénération

Nicolas MOTTE

Aujourd'hui, le gaz est l'énergie qui a le plus d'avenir dans la famille des ressources fossiles. La prise de conscience des états et des populations à trouver des énergies alternatives prend de l'ampleur. Certains pays, comme le Royaume-Uni ou l'Allemagne, voient leur avenir énergétique avec une grande part d'énergies renouvelables. Les énergies renouvelables vont de l'utilisation de la ressource solaire, du vent, mais jusqu'à la valorisation de nos déchets. Cette valorisation permet de donner une seconde vie et donc de donner de l'importance à la fin de vie de nos produits. Le biogaz, provenant de la méthanisation de nos déchets (agricole, alimentaire, ménagers) est une ressource verte pour les entreprises gazières. Son utilité est multiple : production d'électricité, de Gaz Naturel Véhicule, mais aussi lorsqu'il a une certaine qualité, un substituant au gaz naturel. Il y a donc des bureaux d'études, des gouvernements qui développent des installations, et des aides afin de promouvoir la conception de BIOGAZ. L'étude suivante porte sur le dimensionnement d'une usine domestique permettant la création de BIOGAZ afin de produire de l'électricité ou un substituant du gaz naturel en l'injectant dans le réseau GrDF. Par ailleurs, pour se rapprocher de la réalité, ce projet se basera sur un exemple d'installation ou d'une potentielle installation. C'est un agriculteur de la région Nord Pas de Calais. Ce fermier, qui a une porcherie et plusieurs types de bestiaux, vit à Monchy-au-Bois, village près de ARRAS, qui recevra une centrale à cycle combiné gaz en 2014.

Quel avenir pour le gaz turkmène ? Géopolitique d'un peuple méconnu au croisement des civilisations

Grégory Prost

Le Turkménistan est un état d'Asie Centrale longuement dirigé par Saparmourat Nyýazow d'abord secrétaire général du Parti communiste du Turkménistan pendant 5 ans sous l'URSS puis devenu président de 1990 à sa mort en 2006. Depuis c'est Gurbanguly Berdimuhamedow qui dirige ce pays peuplé d'un peu plus de 5 millions d'habitants, composé majoritairement de nomades. D'une superficie légèrement inférieure à celle de la France, il a la particularité d'être au carrefour de l'Europe, de l'Asie et du Moyen Orient en bordure de la mer Caspienne. Le besoin grandissant en énergie et en particulier en gaz des pays importateurs fait du Turkménistan un pays très attractif. Les récentes découvertes sur le Champ Yolatan-Osman, lui confèrent le 4ème rang mondial en termes de réserves de gaz. Pourtant les projets de gazoducs du Turkménistan ont du mal à déboucher sur la réalisation et la mise en service d'ouvrages. La veille réalisée, propose l'analyse des projets gaziers internationaux Turkmènes en s'intéressant à l'histoire gazière et à la culture de ce pays.

Impact futur du gaz de schiste aux Etats-Unis sur le monde gazier

Carine SERRELI

Le thème de cette étude portera essentiellement sur l'impact global qu'aura l'exploitation du gaz de schiste sur le monde gazier dans les années à venir. Plus précisément, cette veille permettra, d'une part, d'effectuer une analyse factuelle de l'impact actuel de cette ressource émergente de gaz non conventionnel, d'un point de vue à la fois technique du procédé d'extraction, mais également économique des relations géopolitiques entre les pays concernés. D'autre part, j'étudierai également l'impact futur du gaz de schiste au travers de différents scénarii énergétiques et géopolitiques que j'établirai moi-même. Pour ce faire, je m'appuierai sur les documents officiels et les articles publiés par l'*Agence Internationale de l'Énergie*, tels que les études de perspectives énergétiques ou les analyses de statistiques. Cette deuxième partie de la veille technologique sera une perception personnelle de l'impact du gaz de schiste sur les échanges énergétiques mondiaux ; elle inclura également un fort aspect économique qui se reflètera au travers d'études de tendances des prix du marché de l'énergie

XI. Année académique 2010-2011

Iran, futur exportateur de gaz naturel ?

Mohammed BOUSSAHOUA

L'Iran est un pays disposant de réserves en hydrocarbures colossales : 150.31 milliards de barils de pétrole et 33 100 milliards de m³ de gaz naturel (d'après les tout récents chiffres fournis par le ministère iranien de l'énergie). Cela représente près de 14% des réserves mondiales de brut et 16% des réserves mondiales de gaz. Cependant, ce pays n'est pas un exportateur majeur d'hydrocarbures et encore moins de gaz naturel. L'Iran n'exporte que de faibles quantités de gaz vers quelques pays voisins (comme la Turquie et l'Arménie). De plus, l'Iran a une incapacité chronique à honorer ses contrats lors des périodes hivernales qui sont particulièrement rudes dans cette région du globe. L'étude tentera d'expliquer ces difficultés et d'évaluer le potentiel du pays à pouvoir exporter du gaz naturel de manière plus significative.

Les mesures de sécurité sur les méthaniers

Leïla CHAFCHAOUNI

Le transport maritime du Gaz Naturel Liquéfié a débuté en 1959 avec le premier méthanier « Methane Pioneer ». Depuis, des améliorations ont sans cesse été apportées lors de la conception de ces navires pour éviter tout risque inhérent au transport du GNL, notamment les risques liés à l'inflammation de la cargaison. Plusieurs mesures de sécurité ont également été mises en place pour la conduite, l'exploitation et la maintenance des méthaniers afin de garantir un fonctionnement optimal et sans dangers. Une vigilance accrue et un savoir faire spécifique sont alors nécessaires afin d'assurer la sûreté de ces équipements. Nous nous intéresserons dans cette veille à l'ensemble des mesures de sécurité mises en place pour réduire les risques liés au transport du GNL lors de la conception du bateau dans un premier temps, puis lors de l'exploitation et la conduite du navire. Enfin, nous nous intéresserons à la gestion du gaz de Boil Off et notamment aux mesures de sécurité supplémentaires qu'implique sa gestion.

La fin de pétrole bon marché

Mustapha CHAQRI

Les quantités mondiales de pétrole découvertes sont de moins en moins importantes, alors que les consommations ne font que croître. Ne vivons-nous pas la fin du pétrole bon marché ? La réponse à cette question peut faire basculer nos modes de vie. Transports, agriculture, plastique..., le pétrole est partout. Le pétrole a déjà connu plusieurs crises mais celle qui nous attend pourrait être d'une plus grande ampleur. Comment la situation peut-elle évoluer ? A quel point le monde est-il dépendant du pétrole ? Qu'est-ce que le pic de production du pétrole ? Pourquoi la théorie du pic est-elle soutenue par le club ASPO (un groupe informel de géologues pétroliers à la retraite et indépendants) et pourquoi certains économistes s'y opposent-ils ? Comment peut-on repousser la date de cet événement et en limiter les effets ? Est-il encore possible de contrôler l'avenir par la mise en œuvre d'une sobriété énergétique ?

Etude de la capacité d'effacement de la demande dans le secteur domestique : influence sur le réseau électrique, mise en œuvre et problématiques associées

Adrien GEISER

La volonté déclarée aujourd'hui d'optimiser au mieux la production, la distribution et la consommation de l'énergie électrique impose de modifier le schéma initial de fonctionnement des réseaux électriques existants. A ce titre, le développement de réseaux intelligents, ou Smart Grids, constitue une solution efficace d'analyse et de contrôle en temps réel des flux transitant sur le réseau, à partir de technologies issues de l'informatique et des télécommunications, afin de réaliser un meilleur ajustement entre production et consommation.

Dans ce contexte, la capacité d'effacement diffus de la demande dans le secteur résidentiel constitue l'un des enjeux initiés par l'intégration et le développement progressif des smart grids, à travers une meilleure gestion de la consommation énergétique et un respect accru de l'environnement. Au cours d'une première partie introductive, une présentation des attentes ainsi qu'un état de l'art des différentes technologies et solutions proposées, à la fois en Europe et aux Etats-Unis, seront abordés. La veille technologique s'attachera ensuite à exposer l'application des smart grids dans l'effacement diffus de la demande domestique ; les

différents moyens techniques envisagés et leur intégration aux réseaux électriques, ainsi que l'impact sur la gestion des pointes de consommation et l'incidence auprès du client. Enfin, les problématiques associées à cet effacement diffus seront développées ; ces dernières relevant principalement d'obstacles techniques, de contraintes liées à la standardisation des protocoles et des technologies, ainsi qu'à la rentabilité des projets qui nécessitent de lourds investissements.

Les Perspectives Gazières de l'Indonésie

Furkan MALIK

L'Indonésie est un pays à forte croissance économique et démographique. La demande énergétique y est importante. Or les énergies fossiles telles que le pétrole et le gaz ont jusqu'à maintenant été produits sur le territoire. Les subventions gouvernementales ont, en outre, favorisé leur utilisation. Mais la baisse des réserves gazières ainsi qu'une demande en forte croissance remettent en cause l'indépendance énergétique du pays. L'Indonésie doit donc développer des infrastructures (pipeline entre le Singapour, la Malaisie et l'Indonésie, terminaux GNL pour recevoir les importations du Oman) afin de répondre aux enjeux futurs. Par ailleurs, l'Indonésie exporte depuis toujours son gaz vers le Japon et la Corée du Sud, partenaires historiques. Avec les inquiétudes liées à la baisse des réserves gazières, une crise de confiance entre ces pays peut s'installer et remettre en cause les projets gaziers de l'Indonésie.

Etude de faisabilité du transport de l'hydrogène des éoliennes offshore à la côte

Louis ROLLIN

L'hydrogène est perçu comme un vecteur énergétique à haut potentiel. Il a de nombreux atouts : un fort pouvoir énergétique, il est présent de façon abondante (dans l'eau), enfin sa combustion respecte l'environnement puisque les produits de combustion sont essentiellement de l'eau. Les éoliennes sont vues comme une source d'électricité renouvelable mais imprévisible, fluctuante, et désaccordée du besoin sur le réseau en électricité. La production d'hydrogène, à titre d'exemple par électrolyse, permettrait d'utiliser les surplus électriques sans perturber le réseau. Néanmoins, la présence d'hydrogène présente des risques et on attend des réponses technologiques afin de sécuriser sa distribution. Le but de cette veille technologique est, outre l'aperçu de la chaîne hydrogène, l'étude de faisabilité du transport d'hydrogène des éoliennes offshore à la côte. Dans cette veille sera déterminé le matériau à utiliser ainsi que les niveaux de pression nécessaires.

Le trading du gaz et le stockage

Aymeric VINCENT

Dans le contexte d'ouverture des marchés du gaz à la concurrence, les acteurs cherchent à profiter des opportunités du marché spot, ce dernier permettant de dégager un profit substantiel de certaines stratégies de trading. Le stockage est une des solutions physiques qui permet de spéculer sur l'évolution des prix du gaz et leurs écarts pour en tirer un profit tout en réduisant les risques. La veille technologique consiste tout d'abord à présenter non seulement l'environnement réglementaire du marché du gaz et du stockage, mais aussi ses caractéristiques. Dans cet environnement, le rôle du stockage évolue rapidement. D'une utilisation classique pour répondre à des besoins physiques d'approvisionnement, le stockage constitue désormais un outil rentable sur les marchés du gaz et s'inscrit dans des stratégies de trading. En même temps, nous verrons comment se couvrir contre les risques liés à l'utilisation physique d'une capacité de stockage. Parmi les stratégies de trading, on peut distinguer deux types : l'utilisation de la valeur intrinsèque du stockage (par exemple jouer sur les écarts de prix été-hiver), ou de sa valeur extrinsèque.