



Nos ressources énergétiques souterraines

Sommaire:

- Editorial : Nos ressources énergétiques souterraines: Pourquoi ce sujet chez les électriciens? Michel Crappe, SRBE/KBVE
- Conséquences économiques et géopolitiques de l'émergence des hydrocarbures de roche-mère, Samuele Furfari, Maître de conférences à l'ULB
- Geological and other aspects of gas shale – situation, settings and developments, Rudy Swennen, Geology, Earth & Environmental Sciences, KU Leuven
- Le gaz de houille – aperçu et potentialités en Wallonie, Jean-Marc Baele, Nicolas Dupont, Université de Mons, Service de Géologie Fondamentale et Appliquée, Mons
- La géothermie de basse énergie en Wallonie, Alain Rorive, Luciane Licour, Université de Mons, Faculté Polytechnique, Géologie Fondamentale et Appliquée, Mons
- Matig diepe geothermie in het Kempisch Bekken, Michiel Duser, Koninklijk Belgische Instituut voor Natuurwetenschappen, OD Aarde & Geschiedenis van het Leven, Belgische Geologische Dienst & UHasselt, Fac. Architectuur en Kunst
- La géothermie appliquée à un grand bâtiment de bureaux en environnement urbain, Jean-Pascal Bourdouxhe, Project Leader auprès de Technum-Tractebel Engineering
- La production d'électricité par cycle ORC, Marc Frère, Université de Mons, Faculté Polytechnique, Service de Thermodynamique et Physique mathématique. Mons

Prix Sinave:

- Modeling and Control of DC grids, Jef Beerten, Postdoctoral Researcher, University of Leuven (KU Leuven), Department Electrical Engineering (ESAT), Research group Electrical Energy (ELECTA)

Editoriaal:

Nos ressources énergétiques souterraines: Pourquoi ce sujet chez les électriciens?

Michel Crappe, SRBE/KBVE

Nos ressources énergétiques souterraines Pourquoi ce sujet chez les électriciens ?

Assurer les besoins en énergie dans les prochaines décennies est incontestablement un défi considérable de ce 21^{ème} siècle. Il faut indubitablement faire «Feu de tout bois» pour constituer un mix énergétique, assurant une alimentation en énergie de manière durable et à prix raisonnable, tout en préservant la planète et en n'hypothéquant pas les futures générations. Le vecteur énergétique, que constitue l'énergie électrique, est notamment essentiel au développement et au fonctionnement de nos sociétés industrialisées, qui présentent une fragilité de plus en plus importante à l'égard de l'alimentation en électricité.

Pour la production de l'énergie électrique, sous la pression de la libéralisation du marché de l'énergie et des contraintes écologiques, on est passé d'un système de production centralisé, basé principalement sur de énergies primaires de stock (charbon, pétrole, gaz, matières fissiles) à un système décentralisé, basé sur des sources d'énergie primaire beaucoup plus diversifiées, incluant les énergies renouvelables (hydraulique, biomasse, solaire, éolien, géothermie, énergie des marées). Parmi ces énergies renouvelables, des développements importants sont consacrés actuellement, de par le monde, au solaire et à l'éolien, notamment en Europe, qui détient un tiers des capacités mondiales de production éolienne et deux tiers des capacités mondiales de production photovoltaïque.

Ce passage à une production décentralisée pose indubitablement de très sérieux problèmes, pour notamment gérer l'indispensable équilibre entre la production et la demande et éviter un black-out. Ces problèmes ont fait l'objet d'un récent cycle de journées d'étude de la SRBE-KBVE.

Il est toujours bon de rappeler que les flux énergétiques, que sont le rayonnement solaire et le vent, sont des énergies primaires fatales sur lesquelles on ne peut pas agir. Par nature, elles sont non stockables, intermittentes, et de prévision de production difficile. Par contre, la géothermie et les hydrocarbures de schiste ou de houille peuvent s'adapter à la demande, ils ont cependant été, en Europe, les parents pauvres des recherches et développement au profit de l'éolien et du solaire. La SRBE-KBVE a jugé intéressant de se renseigner sur les potentiels de ces ressources énergétiques souterraines en Belgique et les possibilités de leur éventuelle exploitation, pour apporter à ses membres une information sérieuse sur ces questions, en y consacrant un numéro de la revue. Ces questions sont d'autant plus d'actualité que le gaz et le pétrole de schiste ont provoqué une extraordinaire révolution dans le Monde, avec de profondes répercussions géopolitiques, comme l'explique clairement Samuele Furfari dans son article. La Commission européenne a d'ailleurs émis en janvier 2014 des recommandations pour la protection de l'environnement à l'attention des Etats membres, qui désirent explorer et produire ce type d'hydrocarbures, en estimant ainsi implicitement qu'il est licite de s'y intéresser. Ces hydrocarbures présentent en effet un grand intérêt en termes d'indépendance énergétique et de compétitivité.

Pour les articles de ce numéro, nous avons fait appel à d'éminentes personnalités, un spécialiste des problèmes géopolitiques en matière d'énergie, des géologues belges impliqués dans des projets d'exploration voire d'exploitation de nos ressources énergétiques souterraines, et le chef d'un projet d'application de la géothermie à un très grand bâtiment de bureaux.

Le Dr. Ir. Samuele Furfari, maître de conférences à l'ULB pour enseigner la Géopolitique et haut fonctionnaire à la Commission européenne pour les aspects énergétiques et de développement durable, est l'auteur du premier article, intitulé «Conséquences économiques et géopolitiques de l'émergence des hydrocarbures de roche-mère». En se basant sur une documentation exceptionnelle, il y développe des idées avec une approche éloignée des sentiers battus habituels. Il montre notamment, comment en quelques années, les hydrocarbures de roche-mère sont en train de créer une nouvelle géopolitique de l'énergie avec d'importantes répercussions économiques, une véritable révolution dont l'Europe doit se préoccuper.

Le deuxième article est rédigé par le Professeur Rudy Swennen du département de Géologie de la KUL. Son article est intitulé «Geological and other aspects of gas shale- situation, settings and developments». Il y décrit notamment les potentialités de gaz de schiste en Belgique, ainsi que les défis tant scientifiques que technologiques à surmonter pour les exploiter. Il aborde aussi les risques de contamination des nappes aquifères et d'induction de tremblements de terre.

Les auteurs du troisième article, intitulé «Le gaz de houille-aperçu et potentialités en Wallonie» sont le Professeur Jean-Marc Baele et l'Ingénieur Nicolas Dupont du service de Géologie Fondamentale et Appliquée de la faculté polytechnique de l'Université de Mons. Les auteurs décrivent les processus géologiques de la formation de ce gaz, qui rentre dans la catégorie des hydrocarbures de roche-mère, ainsi que les ressources et les possibilités d'exploitation de ce gaz. Ils montrent clairement la différence entre gaz de houille et gaz de schiste, notamment en ce qui concerne les techniques d'exploitation, généralement moins traumatisantes pour le massif rocheux et l'environnement dans le cas du gaz de houille. Ils terminent par une estimation du potentiel non négligeable des ressources de gaz de houille en Wallonie, qui pourrait se révéler encore plus important par une meilleure connaissance du sous-sol.

Le quatrième article a pour titre «La géothermie de basse énergie en Wallonie». Il est rédigé par le Professeur Alain Rorive et la Dr. Ir. Luciane Licour du service de Géologie Fondamentale et Appliquée de la faculté polytechnique de l'Université de Mons. Ils décrivent les ressources géothermiques de basse température (30 à 90°C) en Wallonie permettant le chauffage des bâtiments. Ces ressources ont pour origine des aquifères souterrains à des profondeurs de l'ordre de 2000 mètres dans les calcaires du Dinantien. Trois puits géothermiques ont été forés dans la région de Mons pour étudier le fonctionnement complexe et les potentialités de l'aquifère souterrain présent dans cette région. L'exploitation de cet aquifère depuis 1968 ainsi qu'une nouvelle application de géothermie prévue à Mons en 2015 sont présentées. L'article est complété par une note du Professeur Marc Frère du service de Thermodynamique de l'Université de Mons, relative à la génération d'électricité par machine de Rankine à vapeur organique, procédé dit ORC (Organic Rankine Cycle), applicable à des sources géothermiques à basses températures.

Le cinquième article a pour titre « Matige diepe geothermie in het Kempisch bekken » ». Il est rédigé par le Dr. Michiel Dusar, directeur du service géologique de Belgique et spécialiste du potentiel géothermique pour la Flandre. Il décrit ce qui rend le bassin de Campine intéressant pour son potentiel géothermie, notamment avec un gradient géothermique plus élevé que la moyenne, en particulier dans les terrains miniers (5,2°/100 m), et l'existence de plusieurs aquifères souterrains. Il passe en revue les investigations sur la géothermie depuis 60 ans et les applications qui en résultèrent. Il présente les caractéristiques et les potentiels géothermiques des différents aquifères souterrains de la Campine, ainsi que les possibilités des réservoirs anthropiques, constitués par les mines de charbon désaffectées. En conclusion, l'auteur constate que, bien que le potentiel en géothermie de la Campine soit avéré et connu depuis des décennies, aucun projet-pilote n'est actuellement en cours.

Un dernier article, intitulé «La géothermie appliquée à un grand bâtiment de bureaux en environnement urbain» a pour auteur, Jean-Pascal Bourdouxhe de Tractebel Engineering. L'application concerne le nouveau bâtiment GDF SUEZ Tower de 75.000 m², elle permettra d'éviter la consommation de 1300 MWh et l'émission de 300 tonnes de CO₂ par an. Il montre tout l'intérêt de la géothermie pour réduire l'impact énergétique et environnemental des bâtiments. L'application présentée est d'une taille pratiquement unique en Europe.

En tant que coordinateur de ce numéro, je tiens à remercier chaleureusement les auteurs pour leur aimable collaboration, et à les féliciter pour la très grande qualité de leurs articles. J'espère que le lecteur trouvera, au travers de ces articles, une sérieuse information et des réponses sur des questions très actuelles, objet de beaucoup de controverses.

Michel Crappe
Professeur émérite de la Faculté Polytechnique de Mons

Conséquences économiques et géopolitiques de l'émergence des hydrocarbures de roche-mère

Samuele Furfari, Maître de conférences à l'ULB

Résumé:

En quelques années seulement le gaz de roche-mère a changé la scène de la politique énergétique mais a également polarisé les positions des uns et des autres à une vitesse extraordinaire. En effet, rien n'est ordinaire dans le domaine des hydrocarbures de roche-mère. Leur développement a été rapide et surprenant, il a conduit à des retournements de situation surprenants aux U.S.A. et est en train de formater une nouvelle géopolitique de l'énergie, l'économie de l'énergie et l'économie de l'industrie chimique et parapétrolière ainsi que celle manufacturière. Plus surprenant, elle risque de chambouler le secteur du transport du moins pour le fret et le transport ferroviaire et maritime. Face à ces changements structurants la Commission européenne a pris position en publiant des "recommandations" à l'attention des Etats membres qui désirent explorer et produire des hydrocarbures de rochemère. Certes il faut le faire en protégeant l'environnement, mais face aux conséquences géopolitiques manifestes il convenait de faire savoir qu'il est licite de s'intéresser à ces hydrocarbures.

Geological and other aspects of gas shale – situation, settings and developments

Rudy Swennen, Geology, Earth & Environmental Sciences, KU Leuven

Résumé:

Les gaz de roche mère (ou de schiste) forment potentiellement une nouvelle source d'énergie pour l'Europe et peut-être également pour la Belgique. Cependant, il y a encore un grand nombre de défis scientifiques et technologiques avant que l'exploration de ces minces couches lithologiques riches en matières organiques puisse conduire à de la production. Un certain nombre de paramètres doivent être évalués avant de permettre d'être en mesure d'avoir de bonnes estimations des réserves potentielles. En outre, il est nécessaire d'améliorer l'acceptation par le public, surtout du fait, inhérent à de nombreuses activités technologiques, que des risques de sécurité et environnementaux sont associés à l'exploitation du gaz de schiste. En particulier le

risque d'induire des tremblements de terre et de contaminer la nappe phréatique devrait être évalué de manière critique.

Le gaz de houille – aperçu et potentialités en Wallonie

Jean-Marc Baele, Nicolas Dupont, Université de Mons, Service de Géologie Fondamentale et Appliquée, Mons

Résumé:

Le gaz de houille est une ressource non-conventionnelle de combustible fossile constitué de méthane presque pur. Il est généré au cours de processus très longs de dégradation de matière organique d'origine végétale, dont le résidu solide forme le charbon. La fraction du gaz qui est libérée formera éventuellement des gisements conventionnels. L'autre partie, le gaz de houille proprement dit, reste fixée par adsorption sur la matrice de charbon. Par rapport au gaz de schiste, le gaz de houille est plus concentré dans la roche-mère et moins difficile à extraire. Tout en restant modeste, le potentiel de la Wallonie en gaz de houille semble significatif et un certain nombre d'indices géologiques sont encourageants. A ce stade cependant, le manque de données fiables empêche la réalisation d'estimations avec un niveau d'incertitude acceptable.

La géothermie de basse énergie en Wallonie

Alain Rorive, Luciane Licour, Université de Mons, Faculté Polytechnique, Géologie Fondamentale et Appliquée, Mons

Résumé:

Les ressources géothermiques de basse température (30 à 90°C) permettent entre autre le chauffage des bâtiments. En pratique, elles sont liées à la présence d'aquifères dans le sous-sol profond. Ainsi, en Belgique, les calcaires du Dinantien situés en profondeur constituent une source de calories intéressante. Cet aquifère est présent dans la région de Mons où trois puits géothermiques ont été forés. L'étude de cet aquifère a montré son fonctionnement complexe et ses potentialités. Une nouvelle opération géothermique est prévue à Mons en 2016.

Matig diepe geothermie in het Kempisch Bekken

Michiel Duser, Koninklijk Belgische Instituut voor Natuurwetenschappen, OD Aarde & Geschiedenis van het Leven, Belgische Geologische Dienst & UHasselt, Fac. Architectuur en Kunst

Résumé:

Le bassin de Campine (NE Belgique) possède le potentiel géothermique le plus élevé en Belgique par la présence de plusieurs aquifères jusqu'à une profondeur d'au moins 2500 m et dont le gradient géothermique est supérieur à 3 °C/100 m en accroissement de profondeur. L'aquifère au sommet du Crétacé de faible profondeur (500-1000 m) a déjà été utilisé pour des applications balnéaires ou de pisciculture (Turnhout, Herentals, Dessel). Les aquifères au sommet ou à la base du calcaire dinantien (Carbonifère inférieur) ont été reconnus à partir de tests de pompage (Merksplas-Beerse, Turnhout, Halen) et de stockage souterrain de gaz (Loenhout Poederlee) et sont utilisables pour la géothermie à basse enthalpie, possiblement aussi pour l'électricité (Mol). La connaissance des autres aquifères est insuffisante pour décrire leurs

caractéristiques de réservoir. Par contre, le potentiel géothermique des mines de charbon inondées est indéniable. Actuellement, ce potentiel reste inexploité en Campine. Des obstacles pratiques sont formés par la problématique de réinjection et les conflits d'intérêt par les interférences de pression dans des aquifères confinés.

La géothermie appliquée à un grand bâtiment de bureaux en environnement urbain

Jean-Pascal Bourdouxhe, Project Leader auprès de Technum-Tractebel Engineering

Résumé:

De nos jours, les préoccupations d'efficacité énergétique et environnementale des bâtiments font l'objet d'études de plus en plus approfondies. Les ingénieurs sont donc de plus en plus souvent appelés à collaborer très en amont du projet avec les Architectes et Maîtres d'Ouvrage. Cette nouvelle approche a été appliquée au nouveau bâtiment de GDF SUEZ, dans le quartier nord de Bruxelles, et a permis de faire appel à des solutions originales, jusqu'ici peu utilisées dans le secteur du bâtiment tertiaire. Parmi celles-ci, la géothermie s'impose de plus en plus comme un des procédés-«clés» pour réduire la facture énergétique et environnementale d'un bâtiment.

La production d'électricité par cycle ORC

Marc Frère, Université de Mons, Faculté Polytechnique, Service de Thermodynamique et Physique mathématique. Mons

Résumé:

Le gisement géothermique peut être utilisé pour la production d'électricité sur base d'un principe similaire à celui des centrales électriques traditionnelles. Le fluide géothermique est utilisé pour vaporiser un fluide moteur à haute température et à haute pression dans le générateur de vapeur. La vapeur saturée sortant de ce dernier est détendue dans une turbine avant d'être condensée grâce à l'ambiance extérieure. Le liquide saturé est ensuite amené à haute pression grâce à une pompe.

Sinave-prijs:

Modeling and Control of DC grids

Jef Beerten, Postdoctoral Researcher, University of Leuven (KU Leuven), Department Electrical Engineering (ESAT), Research group Electrical Energy (ELECTA)

Résumé:

Cet article présente le contexte et les contributions principales de ma thèse sur la modélisation et le contrôle des réseaux à courant continu. L'introduction attendue des réseaux multi-terminaux à courant continu pose des défis liés à la gestion de nos réseaux de transport d'électricité. Cet article décrit ces défis et explique comment ce travail a contribué au développement des modèles d'état stationnaire et des modèles dynamiques afin d'étudier le réseau électrique du futur. Cet article introduit également de nouvelles idées sur les interactions des systèmes qui ont été analysées dans la thèse.