



TECHNIQUES
DE L'INGÉNIEUR

LES FOCUS
TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR



GESTION DES RESSOURCES NATURELLES

août / 2016

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
INTRODUCTION	3
RESSOURCES FOSSILES : QUEL CONTEXTE ?	4
▪ ENERGIES FOSSILES ET ENVIRONNEMENT : LE MARIAGE FORCÉ	4
▪ COMBUSTIBLES FOSSILES : QUELLE DISPONIBILITÉ ?	6
TRANSFORMER LES RESSOURCES EN RÉSERVES	8
▪ TRANSFORMER LES RESSOURCES EN RÉSERVES : PÉTROLE ET GAZ CONVENTIONNELS	8
▪ TRANSFORMER LES RESSOURCES EN RÉSERVES : PÉTROLE ET GAZ NON CONVENTIONNELS	10
▪ TRANSFORMER LES RESSOURCES EN RÉSERVES : LE CAS DU CHARBON	11
HORIZON 2040 : QUEL SCÉNARIO ?	12
▪ RESSOURCES FOSSILES ET RÉALITÉ GÉOPOLITIQUE : TENSION MAXIMALE	12
▪ UNE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE MONDIALE EST-ELLE POSSIBLE ?	15
ALLER PLUS LOIN	20
▪ L'ABONDANCE DES ÉNERGIES FOSSILES MASQUE LE POTENTIEL DES ÉNERGIES RENOUVELABLES	20
▪ ET SI LA CHIMIE POUVAIT SE PASSER DU PÉTROLE ?	23
▪ LA RUSSIE RENFORCE SCIENTIFIQUEMENT SES REVENDICATIONS TERRITORIALES EN ARCTIQUE	24

INTRODUCTION

L'exploitation raisonnée des ressources naturelles fossiles n'est plus aujourd'hui une lubie écologique. La raréfaction de ces ressources sur terre est probablement le plus grand défi jamais posé à l'homme, l'obligeant à considérer comme fini ce qu'on a longtemps cru infini. Et agir en conséquence. Gros plan sur les gaz, pétroles - conventionnels ou pas - charbon, qui sont à la base de toute activité humaine et qui régissent notre mode de vie actuel.

RESSOURCES FOSSILES : QUEL CONTEXTE ?

ENERGIES FOSSILES ET ENVIRONNEMENT : LE MARIAGE FORCÉ



Le rapport annuel de l'Agence internationale de l'énergie "les ressources en réserve" permet d'avoir un point de vue actualisé sur la situation des ressources naturelles dans le monde. Voici les résultats pour le cas du charbon.

Les combustibles fossiles dominent l'approvisionnement en énergie primaire mondiale. Les ressources sont suffisantes et accessibles pour que cela continue ainsi au cours du 21^{ème} siècle. Les implications sociétales, en particulier le souhait d'un avenir écologiquement durable, posera la question de leur utilisation sur le long terme. Dans ces conditions, les progrès technologiques joueront un rôle absolument déterminant afin de veiller à ce que l'utilisation de combustibles fossiles reste abordable et propre.

Dans certaines régions, des solutions technologiques inno-

vantes ont conduit à une augmentation importante des quantités exploitables dans les réserves. Il y a une formidable opportunité d'élargir l'application de ces solutions de pointe grâce à l'échange de connaissances tout en les déployant avec rigueur. L'innovation provient souvent de l'application de la technologie existante à un nouvel environnement.

Une certaine flexibilité dans l'utilisation de combustibles fossiles peut aider à relever certains défis environnementaux. Par exemple, le passage du charbon au gaz pour la production d'électricité ou bien l'utilisation de combustibles à haute teneur en carbone uniquement dans les situations où l'élimination des émissions de carbone et l'intégration avec des carburants renouvelables sont possibles sans perte d'efficacité.

Une chose est claire : les ressources de combustibles fossiles sont disponibles et en quantité suffisante pour répondre à la demande croissante d'énergie. L'enjeu porte désormais sur la technologie, les prix et les dispositifs qui feront en sorte qu'il est économiquement rentable de transformer les ressources de la planète en réserves accessibles et exploitables. La technologie a avancé à pas de géant depuis que la dernière édition de « Ressources en Réserves » ([voir ici](#)) a été publiée, mais un effort concerté des secteurs de recherche et développement (R & D) est encore nécessaires pour aller plus loin. Les investissements à grande échelle sur les décennies à venir seront essentiels à cet effort. Les institutions politiques ont un rôle clé à jouer en mettant en place les mesures et les incitations appropriées pour pousser l'industrie à faire les investissements nécessaires.

Recommandations

Une pression politique ferme et coordonnée dans toutes les régions sera nécessaire pour appuyer l'exploitation des combustibles fossiles, tout en répondant avec succès aux défis environnementaux, économiques et techniques qui se posent. En particulier, la teneur en carbone tout au long des chaînes d'approvisionnement et l'utilisation future de pétrole, gaz et de charbon doivent diminuer.

Une gouvernance forte, avec la mise en place de politiques et d'une législation visant à réduire les émissions de GES provenant de l'exploration, la production et le transport des combustibles fossiles sera indispensable pour guider le développement de technologies plus complexes. La nécessité de poser un cadre est d'autant plus importante qu'il faut veiller tout particulièrement à ce que les opérations dans des milieux fragiles et primitifs soient effectués sans détérioration de l'environnement à long terme.

Le fait de perdurer dans l'utilisation des combustibles fossiles conduira bien sûr, à des émissions de GES. Dans cette perspective, les gouvernements doivent prendre des mesures pour inciter à l'amélioration des équipements dans les secteurs de l'énergie et à des optimisations auprès des consommateurs finaux. Les efforts peuvent être orientés,

par exemple, sur l'efficacité énergétique des véhicules, sur le développement de processus industriels moins gourmands en carbone, et sur des gains d'efficacité concernant les technologies de production d'énergie. La diffusion des bonnes pratiques nécessite également un soutien politique.

Afin que des réductions significatives des émissions de GES soient atteintes dans les secteurs de l'industrie et d'énergie, les solutions CSC sont indispensables (en particulier au sein des gros bassins de ressources). Les mesures politiques pour accélérer le développement du CSC, de réduire ses coûts de capital et d'exploitation, et de créer un environnement réglementaire favorable sont nécessaires. Des mesures incitatives et attractives doivent être déployées si le déploiement à grande échelle de CSC doit devenir une réalité à long terme.

Traduit par S.L

Source : <http://www.iea.org/Textbase/npsum/resources-2013SUM.pdf>

Et aussi dans les ressources documentaires :

- Développement durable
- Environnement
- Energies
- Innovations technologiques

29/07/2015

COMBUSTIBLES FOSSILES : QUELLE DISPONIBILITÉ ?

Les combustibles fossiles répondent actuellement à 80% de la demande mondiale d'énergie. Tentative de décryptage de cette réalité dans un monde de plus en plus « renouvelable ».

En tenant compte de la mise en place effective des engagements et des promesses émis par les gouvernements actuels pour lutter contre le changement climatique et d'autres défis liés à l'énergie, la demande énergétique mondiale en 2035 devrait augmenter malgré tout de 40 % - avec une contribution des combustibles fossiles se maintenant à 75 %. La demande

Au cours des prochaines décennies devrait provenir principalement des besoins en énergie des pays émergents comme la Chine et l'Inde. L'utilisation du charbon, du gaz et du pétrole pour alimenter les besoins en énergie des secteurs de l'industrie, des bâtiments et des transports est vouée à augmenter. Bien que le souci de l'environnement aujourd'hui ait conduit à une utilisation croissante et significative d'options énergétiques à faible émission carbonique, celles-ci ne sont pas encore déployées assez largement pour répondre à la demande actuelle ou future de l'énergie.

Au cours des deux dernières décennies, la part globale de la production d'électricité à partir de ressources non fossile a diminué de 37 % (en 1990) à 33 % (en 2010) ; en revanche, **la part de la production d'énergie au charbon a augmenté de 37 % à 42 %**. Les combustibles fossiles continueront à fournir la majorité de l'énergie dont le monde a besoin pour l'avenir, mais y a-t-il suffisamment de ressources pour répondre à la demande ?

Compte tenu des fluctuations majeures subies par les marchés de l'énergie au cours des sept dernières années - notamment la crise économique mondiale - l'étude annuelle « **Les Ressources en Réserves** » évalue la disponibilité des combustibles fossiles et enquête sur les technologies de pointe nécessaires pour les trouver, les produire et en

alimenter les marchés, tout en évitant dans la mesure du possible les impacts négatifs sur l'environnement. Cette nouvelle édition souligne aussi la nécessité de mettre en place des approches stratégiques spécifiques à chaque type de carburant.

Les combustibles fossiles sont présents dans de nombreuses régions du monde de façon abondante et en quantités suffisantes de manière à satisfaire les besoins dans un contexte de demande croissante. Cependant, la plupart d'entre eux sont encore classés en tant que « ressources » et non encore de « réserve ». Cette distinction est importante car elle détermine un certain degré d'accessibilité des marchés aux combustibles fossiles.

Les ressources font référence à des volumes qui ne sont pas encore complètement caractérisés, ou bien qui présentent des difficultés techniques ou un coût onéreux à l'extraction. Par exemple, là où les technologies qui permettant leur extraction dans un environnement sain et rentable n'ont pas encore été développées.

Les réserves représentent des volumes qui sont produits dans un système économique viable, utilisant des techniques actuelles ; leur extraction est souvent associée à un projet qui est déjà bien défini ou en cours. Comme ces réserves accessibles sont épuisées, il est nécessaire d'exploiter à présent des ressources dont l'extraction est plus exigeante techniquement.

Transformer les ressources en réserves

L'enjeu principal du secteur est donc de transformer ces ressources en réserves. Cette reclassification repose en grande partie sur l'application de solutions technologiques de pointe, elle-même fortement dépendante du prix du carburant. Des prix élevés de carburant ont pour effet de stimuler le développement de tests sur des solutions plus sophistiquées, et in fine engendre un accroissement des réserves.

L'exploration et l'extraction de ces ressources de manière rentable et environnementalement responsable, nécessitera l'investissement dans de nouvelles solutions innovantes.

Les combustibles fossiles, aussi collectivement appelés hydrocarbures, incluent le pétrole, le gaz et le charbon.

Toute source de pétrole et de gaz qui nécessite des techniques de production significativement différentes de celles utilisées dans le cas des réservoirs caractérisés « classiques » est considérée automatiquement comme non conventionnelle. Un résumé rapide des réserves et ressources d'hydrocarbures connues présente l'offre potentielle :

- Les réserves connues de pétrole dites conventionnelles sont estimées à environ 1,3 mille milliards de dollars de barils, tandis que les ressources pétrolières récupérables représentent environ 2,7 mille milliards de barils. Globalement, la quantité dans réserves connues a augmenté modestement depuis 1990, malgré la croissance de la consommation. Le ratio global réserves/production, basé sur des niveaux de consommation actuel, se situe autour de 40 à 45 ans. Si les ressources sont converties avec succès en réserves, cette période sera prolongée.
- Les réserves connues de pétrole dites non conventionnelles sont estimées à environ 400 milliards de barils (MB), avec des ressources récupérables estimées à 3,2 mille milliards de barils.
- Les réserves connues de gaz dites conventionnelles sont estimées à environ 220 mille milliards de mètres cube (TCM) – l'équivalent d'environ 1,4 mille milliards de barils de pétrole - avec des ressources récupérables de 460 TCM.
- Les réserves de gaz dites non conventionnelles sont très difficiles à évaluer, en raison de l'hétérogénéité des formations rocheuses. Les ressources récupérables restantes (Hors hydrates de méthane) sont estimées à 330 TCM.
- Les réserves de charbon sont élevées, avec des réserves connues en houille estimées à 730 gigatonnes (Gt) (l'équivalent d'environ 3,6 mille milliards de barils de pétrole [MMB]), et les réserves connues de lignite estimées à 280 Gt (environ 0,7 MMB). Les ressources récupérables restantes de houille et de lignite sont estimées respectivement autour de 18 et de 4 mille milliards de tonnes.

Développer les réserves de combustibles fossiles n'est pas chose aisée. Dans le but d'évaluer le potentiel de rentabilité, les producteurs commencent par évaluer le rapport entre le coût du développement et l'intensité de l'émission de carbone (soit la quantité de dioxyde de carbone (CO₂) émise pour chaque unité d'énergie produite) du carburant devant être produit.

Le gaz naturel dit conventionnel représente ainsi généralement le plus faible coût par unité d'énergie et la plus faible intensité de carbone. Les développements de la production de gaz dit non conventionnels représentent généralement une faible intensité de carbone et divergent essentiellement dans le coût du développement. Les développements portant sur du pétrole non conventionnels en revanche (tels que le bitume, la gazéification du charbon et du pétrole schistes) sont plus coûteux et présentent des intensités d'émission de carbone plus élevées. Le charbon présente l'intensité d'émission de carbone la plus élevée parmi les combustibles fossiles.

L'utilisation croissante des énergies fossiles au cours des dernières années a été rendue possible grâce aux impressionnants progrès de la technologie. L'effort de production futur sera encore plus exigeant en matière d'innovations technologiques pour permettre d'augmenter le niveau de production des sources nouvelles et existantes tout en répondant de manière appropriée aux défis environnementaux d'aujourd'hui.

Traduit par S.L

Source : <http://www.iea.org/Textbase/npsum/resources-2013SUM.pdf>

Et aussi dans les ressources documentaires :

- Développement durable
- Environnement
- Energies
- Innovations technologiques

29/07/2015

TRANSFORMER LES RESSOURCES EN RÉSERVES

TRANSFORMER LES RESSOURCES EN RÉSERVES : PÉTROLE ET GAZ CONVENTIONNELS

Le rapport annuel de l'Agence internationale de l'énergie "les ressources en réserve" permet d'avoir un point de vue actualisé sur la situation des ressources naturelles dans le monde. Voici les résultats pour les pétrole et gaz conventionnels.

On dénombre plusieurs exemples où les progrès technologiques ont rendu possible l'extension de la durée d'exploitation un champ de pétrole par rapport à ce qui était prévu initialement.

Afin d'assurer l'avenir de la production de pétrole, il faudra augmenter la production des champs bruns (champs déjà en production) en employant des techniques améliorées de récupération assistée des hydrocarbures (RAH). A la fin de leur cycle de vie estimé, la plupart des champs contiennent encore d'importants volumes de pétrole. Les progrès technologiques permettent de faire en sorte qu'une plus grande fraction de ces volumes soit ramenée à la surface. Par exemple, en moyenne, environ 50% des volumes de pétrole présents dans les réservoirs originaux pourrait être récupéré en utilisant la dernière technologie de pointe.

Une augmentation de 1% dans le taux de récupération moyen engendrerait un volume additionnel de plus de 80 MB, ou autrement dit une augmentation de 6% des réserves mondiales de pétrole. Au cours des 20 dernières années, le taux moyen de récupération du plateau continental norvégien a connu une amélioration significative : de 34% à environ 46% aujourd'hui. Cela a été en grande partie permis par l'utilisation de technologies de forage horizontal / multilatéral, d'amélioration de l'acquisition sismique, de techniques sismiques à quatre dimensions et d'amélioration des installations sous-marines. Grâce aux derniers développements rapides dans les domaines intelligents

(domaines qui utilisent toute une gamme de solutions technologiques), des taux de récupération encore plus élevés pourraient être atteints.

Si les changements observés en Norvège étaient réalisés dans tous les bassins du monde, cela conduirait à un doublement des réserves connues actuelles. Une croissance similaire pourrait être atteinte par l'adoption de techniques de RAH sur une échelle beaucoup plus large. Actuellement, il existe un nombre important de pilotes testant des techniques de RAH, en particulier celles qui utilisent des méthodes chimiques et l'injection de CO₂. Les exemples sont nombreux à travers le monde, en Chine, en Russie, au Moyen-Orient, en Amérique du Nord et en l'Argentine.

En dépit de ces efforts, considérant la complexité de la mise en œuvre des technologies de RAH, mener à maturité les projets existants conduira à une diminution des niveaux de production dans les pays non membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP), et à une augmentation de la production de pétrole conventionnel de la part des pays de l'OPEP.

Le gaz naturel est appelé à jouer un rôle croissant pour répondre à la demande mondiale de l'énergie, en particulier dans la production d'électricité et de chauffage. Alors qu'il y a quelques décennies le gaz était souvent boudé (trop éloigné pour alimenter les marchés de manière financièrement viable) et considéré comme un produit de substitution peu attractif par rapport au pétrole, beaucoup de projets de gaz sont maintenant activement relancés.

Dans la plupart des cas, le principal défi historique était l'acheminement du gaz jusqu'au marché consommateur. Aujourd'hui cependant, le gaz naturel liquéfié (GNL) offre

une solution rentable dans de nombreux cas. Le gaz naturel liquéfié peut être transporté sous sa forme liquide au sein de plus gros transporteurs et, couplé avec des possibilités accrues de regazéification à proximité de l'utilisateur final il rend le transport de gaz vers les marchés rentable.

Le Qatar et l'Iran au Moyen-Orient en particulier, ont vu une augmentation significative de leur capacité. Les derniers développements technologiques portent vers des options offshore flottantes de GNL (liquéfaction sur un bateau), dont le premier dispositif va être construit au large nord-ouest de l'Australie. Au Qatar, la première usine de liquéfaction du gaz à grande échelle est déjà en construction.

Les lieux d'extraction des hydrocarbures dits conventionnels se limitent maintenant aux eaux ultra-profondes dans l'Arctique. A la complexité d'exploration et de production dans ces endroits s'ajoute l'impératif de ne pas nuire à cet environnement fragile et primitif. Dans ces endroits souvent éloignés, des opérations telles que l'acheminement sous-marin et la compression sont nécessaires pour permettre le transfert par pipeline vers les lointaines installations. Les pays qui explorent de plus en plus la production en eau profonde sont le Brésil et l'Afrique de l'Ouest. Bon nombre des technologies développées pour les eaux profondes pourrait éventuellement être utilisé dans les régions arctiques. Les autres défis à relever en Arctique sont la protection des installations contre les dangers liés à la glace et l'extension de la saison de forage.

A l'avenir, les technologies qui permettent les liaisons très longues, du champ d'exploitation à la côte où sont situés les points de collecte rendront possibles d'autres évolutions.

La technologie continue d'évoluer à un rythme rapide. Les développements actuels, concentrés autour de la mer de Barents et du versant nord de l'Alaska, sont décrites dans cette édition.

- Innovations technologiques

29/07/2015

Traduit par S.L

Et aussi dans les ressources documentaires :

- Développement durable
- Environnement
- Energies

TRANSFORMER LES RESSOURCES EN RÉSERVES : PÉTROLE ET GAZ NON CONVENTIONNELS

Le rapport annuel de l'Agence internationale de l'énergie "les ressources en réserve" permet d'avoir un point de vue actualisé sur la situation des ressources naturelles dans le monde. Voici les résultats pour les pétrole et gaz non conventionnels.

La quantité dans le monde de pétrole non conventionnel est élevée. Bien que la base des ressources et des réserves soit similaire à celle du pétrole conventionnel, il existe potentiellement plus de ressources en attente de solutions technologiques. Les ressources en pétrole lourd et sablonneux sont largement concentrées au Canada et au Venezuela. Les opérations minières d'extraction des réserves peu profondes connaissent une augmentation significative. Beaucoup de gisements plus profonds sont exploités en utilisant de la vapeur pour réduire la viscosité. Du fait de la consommation intense d'énergie et de l'empreinte carbone associée à de tels projets, beaucoup de ces développements sont contraint de déployer des solutions de capture et de stockage de carbone (CSC), à savoir des processus par lequel le CO₂ est capturé à sa source d'émission et généralement injecté par la suite dans des sites souterrains pour le stockage géologique à long terme.

L'utilisation de gaz non conventionnel – tight gas, le gaz de schiste et le méthane de houille – a connu une croissance substantielle aux États-Unis et au Canada, tirée principalement par la nécessité de réduire la dépendance sur l'importation de carburant. La technologie a été au centre de cette croissance.

L'élaboration de puits verticaux et horizontaux, ainsi que la création de fractures hydrauliques pour maximiser et orienter le flux de gaz, a apporté des résultats. Cependant, l'équilibre financier de ces développements reste très sujet aux prix du gaz à l'échelle locale. D'autres réductions de coûts sont possibles grâce à l'amélioration du forage et des techniques

d'achèvement, ainsi qu'une meilleure compréhension des phénomènes d'écoulement dans les réservoirs sensibles au stress. Transmettre cette expérience et les connaissances acquises à d'autres parties du monde où l'exploration de ces ressources en est encore à ses balbutiements constitue une énorme opportunité.

Avec la demande croissante de gaz naturel, des perspectives sont à l'étude concernant le gaz aigre (gaz contaminé avec du CO₂ ou de sulfure d'hydrogène). L'enjeu de cette évolution est la capacité à séparer les contaminants et de disposer d'eux d'une manière respectueuse de l'environnement. Le Moyen-Orient, le Kazakhstan et l'Asie du Sud-Est ont mis à l'étude le développement d'importants volumes de ces ressources.

Les hydrates de méthane offrent un énorme potentiel de source de gaz de méthane et sont considérés comme étant la source la plus abondante de gaz d'hydrocarbures sur terre.

Cependant, les défis techniques à relever pour exploiter cette ressource dans un rapport coût-efficacité satisfaisant et respectueux de l'environnement sont encore en cours d'analyse. Une production significative de cette ressource à court et à moyen terme n'est pas envisageable, c'est pourquoi les prévisions de ressources ne comprennent généralement pas la production de méthane.

Traduit par S.L

Et aussi dans les ressources documentaires :

- Développement durable
- Environnement
- Energies
- Innovations technologiques

29/07/2015

TRANSFORMER LES RESSOURCES EN RÉSERVES : LE CAS DU CHARBON

Le rapport annuel de l'Agence internationale de l'énergie "les ressources en réserve" permet d'avoir un point de vue actualisé sur la situation des ressources naturelles dans le monde. Voici les résultats pour le cas du charbon.

La production de charbon a connu une forte augmentation au cours de la dernière décennie, avec des projections montrant une tendance haussière confirmée pour les dix prochaines années. Ces augmentations sont engendrées principalement par la croissance économique dans les économies émergentes, notamment la Chine et l'Inde.

Les impératifs environnementaux exigent qu'à long terme, les émissions de CO₂ provenant de l'utilisation de combustibles fossiles diminuent ; ce qui vise principalement le charbon, le combustible fossile contenant la plus forte teneur en carbone. Si les questions environnementales peuvent être résolues, il existe des ressources de charbon suffisantes pour satisfaire la demande projetée pendant de nombreuses décennies. L'objectif de réduction des émissions de carbone pourrait être atteint par :

-
-

Plus ces deux options seront efficaces, moins la pression sera forte sur la nécessité de passer à des solutions moins génératrices d'émission de carbone.

Une technologie en constant développement

Se diriger vers l'utilisation de filons de charbon toujours plus minces, plus profonds et moins uniformes pose un certain nombre de défis pour l'exploitation minière, qui sont tous susceptibles de conduire à une augmentation du coût de production. De façon alternative, on peut imaginer le déclenchement d'un mouvement vers l'exploitation des abondantes réserves de charbon moins profondes mais de qualité inférieure.

La technologie est en constant développement, offrant des opportunités, pour ceux qui maîtrise les techniques de pointe de l'exploitation minière de les exporter vers des régions où ces techniques doivent encore être déployées.

Les améliorations futures, par exemple, porteront sur la poursuite du développement de la gazéification souterraine du charbon, où le charbon est gazéifié in situ pour produire de l'énergie en utilisant des technologies avancées. Des techniques de pointe controversées de cycle de vapeur et de gazéification intégrée à cycle combiné (GICC) avec des turbines à gaz sont en cours d'élaboration. D'autres développements de technologies CSC rentables et économes en énergie seront essentiels à l'utilisation future du charbon.

Traduit par S.L

Et aussi dans les ressources documentaires :

- Développement durable
- Environnement
- Energies
- Innovations technologiques

29/07/2015

HORIZON 2040 : QUEL SCÉNARIO ?

RESSOURCES FOSSILES ET RÉALITÉ GÉOPOLITIQUE : TENSION MAXIMALE

Le World Energy Outlook (WEO), publié annuellement par l'Agence Internationale de l'Energie, envisage les scénarii énergétiques de demain. Retour sur la cuvée 2014 du WEO, qui nous projette jusqu'à 2040. Retour vers le futur de l'énergie.

Le scénario proposé à travers l'édition du **World Energy outlook 2014** scénario prévoit une augmentation de la demande énergétique mondiale de 37 % d'ici à 2040. Cependant, les développements liés à la croissance démographique et économique mondiale présentent une intensité énergétique moins élevée que par le passé. Ainsi, dans le scénario central, la hausse de la demande mondiale connaît un ralentissement significatif : après s'être maintenue à plus de 2 % par an pendant les vingt dernières années, elle passe à 1 % par an après 2025, en raison des choix politiques et des prix pratiqués ainsi que d'une réorientation structurelle de l'économie mondiale vers les services et les secteurs industriels légers.

La répartition mondiale de la demande énergétique connaît une transformation plus radicale : si la consommation d'énergie est essentiellement stable dans la majeure partie de l'Europe, ainsi qu'au Japon, en Corée du Sud et en Amérique du Nord, elle augmente dans le reste de l'Asie (60 % du total mondial), ainsi qu'en Afrique, au Moyen-Orient et en Amérique latine. Un jalon est franchi au début des années 2030, lorsque la Chine devient le plus grand pays consommateur de pétrole alors que les États-Unis voient leur consommation d'or noir retomber à des niveaux oubliés depuis des décennies. Mais, entretemps, l'Inde, l'Asie du Sud-Est, le Moyen-Orient et l'Afrique subsaharienne deviennent les moteurs de croissance de la demande énergétique mondiale.

À l'horizon 2040, le mix énergétique mondial se divise en quatre parts d'importance presque égale : le pétrole, le gaz,

le charbon et les sources d'énergie à faibles émissions de carbone. Les ressources ne sont pas une contrainte pendant cette période, mais ces quatre piliers doivent relever chacun des défis différents. Les choix de politiques et les évolutions de marché entraînent une baisse de la part des combustibles fossiles, qui représentent un peu moins des trois quarts de la demande énergétique primaire en 2040.

Mais ceci ne suffit pas à enrayer l'augmentation des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) liées à l'énergie, qui augmentent d'un cinquième, menant à une trajectoire de hausse de la température moyenne mondiale de 3,6°C à long terme. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) estime que pour limiter cette hausse à 2°C – l'objectif adopté au niveau international pour prévenir les répercussions les plus graves et les plus étendues du changement climatique – le monde ne devra pas émettre plus d'environ 1 000 gigatonnes de CO₂ (à compter de 2014). Notre scénario central prévoit l'épuisement de ce budget à l'horizon 2040. Or, les émissions ne vont pas cesser soudainement une fois ce seuil atteint. Pour respecter l'objectif de 2°C, il est donc nécessaire de prendre des mesures d'urgence afin de mener le système énergétique sur une voie plus sûre.

La sécurité énergétique : une question de plus en plus préoccupante

L'image à court terme d'un marché pétrolier bien fourni ne doit pas cacher les défis à venir, car l'approvisionnement est de plus en plus dépendant d'un nombre relativement restreint de producteurs. La demande de pétrole évolue différemment selon les régions ; ainsi, pour chaque baril de pétrole qui n'est plus consommé dans les pays de l'OCDE, deux barils supplémentaires le sont dans les pays non-membres de l'OCDE. L'augmentation de la consommation de pétrole pour le transport et la pétrochimie entraîne une hausse continue de la demande, qui passe de 90 mil-

lions de barils par jour (mb/j) en 2013 à 104 mb/j en 2040, même si les prix élevés et de nouvelles mesures politiques freinent peu à peu cette hausse de consommation globale qui s'approche d'un plateau.

Afin de répondre à la demande prévue, 900 milliards de dollars d'investissements par an seront nécessaires dans les années 2030 pour les secteurs pétrolier et gazier amont. Mais de nombreuses incertitudes demeurent quant à la réalisation de ces investissements en temps et en heure, surtout à partir du début des années 2020, lorsque les États-Unis voient leur production de pétrole de réservoir compact plafonner, puis leur production totale de pétrole commencer à baisser. De nombreux facteurs pourraient provoquer un manque d'investissements comparé aux besoins : le développement des gisements brésiliens en eaux profondes qui est complexe et nécessite des capitaux importants, le développement du pétrole de réservoir compact aux États-Unis difficile à reproduire à une échelle identique en dehors de l'Amérique du Nord, les questions non-résolues qui affectent la croissance de la production des sables bitumeux canadiens, les sanctions qui restreignent l'accès de la Russie aux technologies et aux marchés de capitaux, et, surtout, les défis politiques et sécuritaires en Irak. La situation au Moyen-Orient est très préoccupante, car de nombreux pays dépendent de plus en plus de cette région pour satisfaire leurs besoins croissants en pétrole. Ceci est particulièrement vrai pour les pays d'Asie, destination des deux tiers des barils de brut importés dans le monde en 2040.

La demande de gaz naturel augmente de plus de moitié et connaît la croissance la plus rapide de tous les combustibles fossiles. D'autre part, un marché mondial du gaz naturel liquéfié (GNL) de plus en plus flexible permet de réduire les risques de rupture d'approvisionnement. Si la Chine et le Moyen-Orient sont les principaux moteurs de la hausse de la demande mondiale de gaz, ce combustible prend également la première place dans le mix énergétique de l'OCDE vers 2030, dû notamment à l'adoption par les États-Unis de nouvelles réglementations limitant les émissions liées au secteur de l'électricité. Contrairement au pétrole, la production de gaz augmente presque partout (à l'exception notable de l'Europe), et le gaz non convention-

nel représente près de 60 % de la hausse de la production mondiale. La principale incertitude (hormis pour l'Amérique du Nord) est de savoir si le gaz peut être proposé à des prix intéressants pour les consommateurs tout en atteignant un niveau suffisant pour attirer les investissements de grande ampleur nécessaires à son approvisionnement. Cette question est au cœur des réglementations nationales de nombreux marchés émergents hors OCDE, notamment en Inde et au Moyen-Orient, et soulève des préoccupations sur le marché international. Les besoins en importations seront amenés à s'intensifier dans une grande partie de l'Asie et en Europe.

Néanmoins, les inquiétudes relatives à la sécurité de l'approvisionnement futur en gaz sont en partie dissipées par l'augmentation du nombre de fournisseurs internationaux, la multiplication par près de trois des sites de liquéfaction dans le monde et la part grandissante de GNL qu'il est possible de réorienter afin de répondre aux besoins à court terme de marchés régionaux toujours plus interconnectés.

Alors que le charbon est abondant et que son approvisionnement est assuré, sa consommation future sera limitée par des mesures de lutte contre la pollution et de réduction des émissions de CO₂. La demande mondiale de charbon augmente de 15 % jusqu'en 2040, mais près des deux tiers de cette hausse se concentrent sur les dix prochaines années. La demande chinoise de charbon se stabilise juste au-dessus de 50 % de la consommation mondiale, puis elle retombe après 2030. La demande baisse au sein de l'OCDE, y compris aux États-Unis, où l'utilisation de charbon pour la production d'électricité chute de plus d'un tiers. L'Inde dépasse les États-Unis pour devenir le deuxième consommateur mondial de charbon avant 2020, et par la suite, détrône la Chine pour devenir le premier pays importateur. Les faibles prix actuels du charbon ont contraint les producteurs du monde entier à réduire leurs coûts, mais l'abandon des unités de production coûteuses et l'augmentation de la demande devraient entraîner une hausse des prix suffisamment importante pour attirer de nouveaux investissements.

La Chine, l'Inde, l'Indonésie et l'Australie représentent à

elles seules plus de 70 % de la production mondiale de charbon à l'horizon 2040, ce qui souligne l'importance de l'Asie sur les marchés du charbon. L'adoption de centrales à charbon plus efficaces et, à plus long terme, de technologies de capture et stockage de carbone pourrait garantir une transition sans heurts vers un système énergétique à faibles émissions de carbone. Et ceci, tout en réduisant les risques que les capacités de production électrique doivent être abandonnées avant le recouvrement des coûts d'investissement.

Des prix et des politiques appropriés pour un mix énergétique plus efficace

L'efficacité énergétique est un outil essentiel pour diminuer la pression qui s'exerce sur l'approvisionnement énergétique. Elle peut en outre partiellement réduire l'impact des disparités régionales des prix sur la compétitivité. Dans de nombreux pays, les questions d'efficacité énergétique connaissent un regain d'attention, le secteur des transports se trouvant en première ligne. Aujourd'hui, plus des trois quarts des ventes mondiales de voitures sont soumis à des normes d'efficacité, et la demande de pétrole pour les transports ne devrait augmenter que d'un quart, alors que le nombre de véhicules légers et de poids lourds en circulation dans le monde fait plus que doubler d'ici 2040.

On estime que les nouveaux efforts d'efficacité mis en œuvre permettent de réduire la croissance de la demande totale de pétrole de 23 mb/j en 2040, soit plus que la production de pétrole actuelle cumulée de l'Arabie Saoudite et de la Russie. D'autre part, les mesures liées principalement aux secteurs de la production d'électricité et de l'industrie réduisent la hausse de la demande de gaz de 940 milliards de mètres cubes, une valeur supérieure à la production actuelle de gaz de l'Amérique du Nord. En plus de réduire la facture des importations d'énergie et l'impact environnemental, les mesures en faveur de l'efficacité énergétique peuvent en partie apaiser les craintes de certaines régions dépendantes des importations d'énergie, qui voient leurs industries énergivores souffrir d'un désavantage compétitif en raison de prix relativement élevés du gaz naturel et de l'électricité. Mais les disparités régionales des prix de

l'énergie sont amenées à perdurer, et l'Amérique du Nord en particulier reste une région où les coûts demeurent relativement faibles jusqu'en 2040. La somme moyenne déboursée pour une unité d'énergie aux États-Unis devrait même devenir inférieure à celle dépensée en Chine au cours des années 2020.

En 2013, les subventions allouées aux combustibles fossiles représentaient 550 milliards de dollars, soit plus de quatre fois la somme des subventions aux énergies renouvelables, ce qui freine les investissements en faveur de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables. Au Moyen-Orient, près de 2 mb/j de pétrole brut et de produits pétroliers sont utilisés pour la production d'électricité, alors qu'en l'absence de subventions, les principales technologies d'énergie renouvelable seraient compétitives face aux centrales au fioul. En Arabie Saoudite, on estime actuellement à 16 ans la durée nécessaire pour compenser la différence de prix à l'achat d'une voiture deux fois plus efficace que la moyenne actuelle grâce à des dépenses inférieures en carburant. Cette durée serait ramenée à 3 ans si l'essence n'était pas subventionnée. Réformer les subventions aux énergies fossiles n'est pas simple, et il n'existe pas de formule unique garantissant la réussite. Néanmoins, comme le montrent nos études de cas sur l'Égypte, l'Indonésie et le Nigeria, il est essentiel : d'être clair sur les objectifs et les calendriers de réformes, d'évaluer soigneusement leurs effets, de rechercher des moyens de les atténuer (si besoin), de procéder à des consultations approfondies et de communiquer clairement à toutes les étapes du processus.

Source : Agence internationale de l'énergie

Et aussi dans les ressources documentaires :

- Développement durable
- Environnement
- Énergies
- Innovations technologiques

29/07/2015

UNE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE MONDIALE EST-ELLE POSSIBLE ?

L'édition 2014 du WEO (World Energy Outlook), publiée par l'Agence Internationale de l'Energie, nous projette à l'horizon 2040. Hausse de la demande, nouvelles technologies... Une transition énergétique mondialisée - commune - est-elle envisageable à cette échéance ?

L'**électricité** est la forme finale d'énergie qui connaît la croissance la plus rapide, ce qui n'empêche pas ce secteur de contribuer plus que tout autre à la réduction de la part des **combustibles fossiles** dans le mix énergétique mondial. Afin de répondre à la demande croissante d'électricité, une capacité totale de près de 7 200 gigawatts (GW) supplémentaires est nécessaire, alors que 40 % du parc actuel de centrales électriques doit être remplacé d'ici à 2040 en raison de son vieillissement. Les énergies renouvelables connaissent un développement rapide dans de nombreux pays, et représentent un tiers de la production mondiale d'électricité à l'horizon 2040.

Des signaux de prix adéquats doivent être envoyés afin de garantir des investissements opportuns dans de nouvelles capacités de génération thermique, qui sont nécessaires pour assurer le maintien d'une fourniture d'électricité fiable en accord avec les investissements réalisés dans les énergies renouvelables. Dans certains cas, des réformes du marché ou de la tarification de l'électricité s'imposent. Dans la majorité des pays, l'utilisation de technologies ayant un coût d'investissement important et les prix élevés des combustibles fossiles conduisent à une augmentation des coûts moyens de la fourniture d'électricité et du prix payé par le consommateur final. Néanmoins, l'amélioration de l'efficacité énergétique au stade de l'utilisation finale permet de réduire la part du revenu des ménages dépensée en factures d'électricité.

Les technologies d'énergies renouvelables représentent un

élément essentiel du pilier « sources à faibles émissions de carbone » de l'approvisionnement énergétique mondial. Elles gagnent rapidement du terrain, grâce à des subventions qui s'élèvent à 120 milliards de dollars en 2013 au niveau mondial. Bénéficiant de baisses de coûts rapides et d'un soutien continu, les énergies renouvelables représentent près de la moitié de la hausse totale de production d'électricité jusqu'en 2040. Dans le même temps, l'utilisation de biocarburant fait plus que tripler pour atteindre 4,6 mb/j, et celle des énergies renouvelables pour le chauffage est multipliée par plus de deux. C'est dans les pays de l'OCDE que la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité augmente le plus, atteignant 37 %. Leur augmentation correspond à la hausse nette totale de l'approvisionnement électrique de l'OCDE.

Mais la production à partir de sources d'énergies renouvelables croît deux fois plus dans les pays hors OCDE, au premier rang desquels on retrouve la Chine, l'Inde, l'Amérique latine et l'Afrique. Globalement, l'énergie éolienne occupe la plus grosse part de la hausse de production basée sur les énergies renouvelables (34 %), suivie de l'hydroélectricité (30 %) et du solaire (18 %). Si l'éolien et le solaire PV voient leur part quadrupler dans le mix énergétique mondial, leur intégration du point de vue technique et commercial devient plus complexe, l'éolien comptant pour 20 % de la production totale d'électricité de l'Union européenne et le solaire PV pour 37 % du pic estival de la demande au Japon.

Le nucléaire : des décisions subordonnées à un ensemble complexe de conditions

Les politiques relatives au nucléaire restent un volet essentiel des stratégies énergétiques nationales, même dans les pays qui se sont engagés à abandonner progressivement cette technologie et qui doivent proposer des alternatives.

Dans notre scénario central, la capacité mondiale d'électricité d'origine nucléaire croît de près de 60 %, passant de 392 GW en 2013 à plus de 620 GW en 2040. Néanmoins, après avoir connu un pic il y a près de vingt ans, sa part dans la production mondiale d'électricité n'augmente plus que de 1 %, pour atteindre 12 %. Ceci reflète les défis qui se posent aux nouvelles centrales thermiques de tous types sur les marchés concurrentiels de l'électricité, ainsi que toutes les difficultés d'ordre économique, technique et politique spécifiques au nucléaire.

La croissance se concentre sur les marchés dont le prix de l'approvisionnement en électricité est régulé, sur ceux où les opérateurs bénéficient d'un soutien de l'État ou bien sur ceux dont les gouvernements prennent des mesures pour faciliter des investissements privés. La Chine représente 45 % de la croissance de la production d'électricité d'origine nucléaire jusqu'en 2040, alors que la part cumulée de l'Inde, de la Corée du Sud et de la Russie se monte à 30 %. Cette production augmente de 16 % aux États-Unis, elle connaît un regain au Japon (sans pour autant retrouver les niveaux connus avant l'accident de Fukushima Daiichi), mais elle chute de 10 % dans l'Union européenne.

Malgré les défis auxquels il se trouve confronté, le nucléaire reste une option technologique future envisageable pour certains pays, en raison de ses caractéristiques spécifiques. En contribuant à la diversification des technologies de production d'électricité utilisées dans le mix énergétique, les centrales nucléaires peuvent rendre le système plus fiable. Pour les pays importateurs d'énergie, le recours au nucléaire peut leur permettre de devenir moins dépendants des approvisionnements étrangers et moins vulnérables aux fluctuations des prix des combustibles sur les marchés internationaux. Dans un scénario « Nucléaire faible » qui prévoit une chute de 7 % de la capacité mondiale par rapport à la valeur actuelle, les indicateurs de sécurité énergétique ont tendance à se détériorer dans les pays utilisant le nucléaire. Ainsi, dans ce scénario, la part de la consommation énergétique satisfaite par des ressources domestiques baisse de 13 points au Japon, de 6 points en Corée du Sud et de 4 points dans l'Union européenne par rapport à notre

scénario central.

Le nucléaire est l'une des rares options disponibles à grande échelle qui permette de réduire les émissions de dioxyde de carbone tout en fournissant ou en remplaçant d'autres formes de production de base. On estime que depuis 1971, il a évité le rejet de 56 gigatonnes de CO₂, soit près de deux ans d'émissions mondiales totales aux taux actuels.

En 2040, le nucléaire permet d'éviter près de 50 % des émissions annuelles en Corée du Sud, 12 % de celles prévues au Japon, 10 % aux États-Unis, 9 % en Union européenne et 8 % en Chine. Le coût moyen pour faire baisser le niveau des émissions par le recours à de nouvelles capacités nucléaires dépend du mix énergétique en place et du prix des combustibles remplacés. Il varie donc sur une échelle allant de niveaux très bas à plus de 80 dollars/tonne.

Des 434 réacteurs opérationnels à la fin 2013, 200 seront mis à l'arrêt d'ici à 2040, principalement en Europe, aux États-Unis, en Russie et au Japon. Les difficultés à compenser le déficit de production consécutif sont particulièrement aigües en Europe. Plusieurs années avant l'expiration des licences d'exploitation des centrales nucléaires, les opérateurs doivent commencer à planifier soit le développement de capacités alternatives, soit la poursuite de l'exploitation des centrales nucléaires existantes. Pour faciliter ce processus, les gouvernements doivent présenter clairement leur approche quant aux extensions de licence et fournir des détails sur les mesures réglementaires impliquées, bien avant les fermetures éventuelles de centrales. Nous estimons à 100 milliards de dollars le coût du démantèlement des centrales nucléaires mises hors service avant 2040. Cependant, des incertitudes de taille subsistent concernant ces coûts, en raison de l'expérience encore relativement limitée en matière de démantèlement des réacteurs et de réhabilitation des sites pour d'autres utilisations. Les régulateurs et les opérateurs doivent continuer de s'assurer que les fonds adéquats sont provisionnés en vue de ces futures dépenses.

Les préoccupations du public relatives à l'électricité d'origine nucléaire doivent être prises en compte. L'expérience récente a montré que l'opinion publique sur le nucléaire pouvait évoluer rapidement et jouer un rôle déterminant pour l'avenir de cette technologie sur certains marchés. La sûreté est la préoccupation majeure, particulièrement en ce qui concerne les réacteurs en exploitation, la gestion des déchets radioactifs et la prévention de la prolifération des armes nucléaires. La confiance dans les compétences et l'indépendance des organes de surveillance réglementaire est essentielle, en particulier avec l'extension du déploiement du nucléaire : dans notre scénario central, le nombre de pays ayant recours à l'électricité d'origine nucléaire passe de 31 à 36, les nouveaux-venus étant plus nombreux que les pays sortant progressivement du nucléaire. Le total cumulé de combustible nucléaire usé double, pour atteindre plus de 700 000 tonnes sur la période considérée. Mais à ce jour, aucun pays n'a ouvert de centre de stockage permanent permettant d'isoler les déchets hautement radioactifs à longue durée de vie produits par les réacteurs à usage commercial. Tout pays ayant produit des déchets radioactifs devrait être tenu de développer une solution de stockage permanente.

De l'électricité pour façonner l'avenir de l'Afrique subsaharienne

Ceux qui n'ont pas accès aux services énergétiques modernes souffrent de la forme la plus extrême d'insécurité énergétique. On estime qu'en Afrique subsaharienne, 620 millions de personnes sont privées d'accès à l'électricité. Pour les autres, l'approvisionnement est souvent insuffisant, aléatoire et parmi les plus chers au monde. Dans la région, près de 730 millions de personnes recourent à l'utilisation de la biomasse solide pour la cuisson. Or, utilisée en intérieur avec des foyers peu efficaces, elle provoque

une pollution de l'air à l'origine de près de 600 000 décès prématurés par an en Afrique. L'Afrique subsaharienne représente 13 % de la population mondiale, mais seulement 4 % de la demande énergétique mondiale (plus de la moitié étant de la biomasse solide). La région est riche en ressources énergétiques, qui restent très peu exploi-

tées. Près de 30 % des découvertes de pétrole et de gaz réalisées dans le monde ces cinq dernières années ont été faites en Afrique subsaharienne, qui est également dotée d'énormes ressources d'énergies renouvelables, en particulier solaires et hydroélectriques, mais également éoliennes et géothermiques.

Le système énergétique subsaharien est amené à se développer rapidement, mais de nombreux défis énergétiques existants ne seront que partiellement relevés. D'ici à 2040, la région voit son économie quadrupler, sa population presque multipliée par deux et sa demande énergétique croître de près de 80 %. Sa capacité de production d'électricité quadruple et près de la moitié de cette croissance est issue des énergies renouvelables, qui alimentent de manière croissante les systèmes énergétiques autonomes et les mini-réseaux dans les zones rurales. Près d'un milliard de personnes accèdent à l'électricité, mais plus d'un demi-milliard en sont toujours privées en 2040. Grâce à la production du Nigeria, de l'Angola et d'un nombre de plus petits producteurs, l'Afrique subsaharienne reste un centre important d'approvisionnement en pétrole au niveau mondial, même si une part croissante de la production est consommée dans la région. Cette région devient en outre un acteur important du marché gazier, avec le développement des grandes découvertes offshore le long de la côte est du Mozambique et de la Tanzanie et la hausse de la production au Nigeria et ailleurs.

Le secteur énergétique d'Afrique subsaharienne a la capacité de faire plus pour aider une croissance inclusive. Dans un cas de figure « Siècle de l'Afrique », trois mesures appliquées au secteur de l'énergie pourraient générer un gain de 30 % pour l'économie subsaharienne d'ici à 2040, soit l'équivalent d'une décennie supplémentaire de croissance des revenus par habitant, à condition de s'accompagner de réformes plus générales de la gouvernance :

- Développer le secteur de l'électricité : par des investissements supplémentaires pour réduire les coupures de courant de moitié et assurer un accès universel à l'électricité dans les zones urbaines.
- Approfondir la coopération régionale : en développant les

marchés et en libérant une plus grande part du potentiel hydroélectrique du continent.

- Mieux gérer les ressources énergétiques et les revenus tirés de l'énergie : en adoptant des processus plus efficaces et transparents de financement des améliorations essentielles aux infrastructures d'Afrique.

Grâce à un système énergétique plus moderne et intégré, les ressources sont utilisées de manière plus efficace et l'énergie est mise à la disposition d'une plus grande partie des zones les plus démunies de l'Afrique subsaharienne. Une action concertée d'amélioration du fonctionnement du secteur énergétique subsaharien est nécessaire pour que le 21ème siècle devienne le Siècle de l'Afrique.

Source : Agence Internationale de l'Energie

Et aussi dans les ressources documentaires :

- Développement durable
- Environnement
- Energies
- Innovations technologiques

29/07/2015

ALLER PLUS LOIN

L'ABONDANCE DES ÉNERGIES FOSSILES MASQUE LE POTENTIEL DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Le boom des gaz et pétrole de schiste américain a bouleversé l'échiquier énergétique à l'échelle mondiale, et en particulier en Europe. La Chine est aujourd'hui le laboratoire très actif où se joue l'avenir énergétique de la planète toute entière.

« Aujourd'hui, moins d'un tiers des 7 milliards d'habitants de la planète consomment les deux tiers de l'offre énergétique (...) Mais d'ici 2050, 9 milliards d'humains aspireront à une vie prospère, tirant la demande de toutes les énergies à la hausse » a rappelé Khalid Al-Falih, PDG de la compagnie pétrolière saoudienne Saudi Aramco, à l'occasion du Congrès mondial de l'énergie qui a commencé le 14 octobre 2013 en Corée du sud.

Soulignant l'intérêt des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique il a aussi affirmé sans tabou que le monde dispose de ressources en charbon, pétrole et gaz « abondantes » du fait notamment des nouvelles technologies d'extraction des combustibles, notamment dans le domaine des gaz et pétrole de schiste, mais aussi des ressources offshore. Khalid Al-Falih a estimé que « la révolution américaine va se propager loin et avec ampleur ». Le gaz de schiste, dont le bilan CO2 est meilleur que celui du charbon, est au cœur de la diplomatie énergie/climat de l'administration Obama.

Abondance

Les écotechnologies Wind Water Sun (éolien, hydro, géothermie, énergies marines et solaire) sont dès à présent disponibles, mais nous sommes aujourd'hui en situation de surabondance Charbon-Pétrole-Gaz. Si le démarrage de la voiture électrique est encore timide, ce n'est pas parce que le business-model BetterPlace repris par le groupe Renault avec sa gamme ZE n'est pas pertinent, mais uniquement

parce que les gens ne veulent pas, à coût égal, que l'autonomie de leur véhicule soit réduite à 160 km au lieu des 800 km de leur voiture à pétrole. Même les automobilistes les plus « écolos » y renoncent à l'heure de signer le chèque lors de l'achat d'un nouveau véhicule. Et ceci même si un réseau de station-robots échangeuses de batteries est en place, comme c'est le cas en Israël.

Ce n'est pas la pénurie énergétique ou le manque de créativité et d'intelligence de Shaï Agassi qui a tué Better Place mais au contraire l'émergence très rapide du pétrole et gaz naturel de schiste, qui ont changé la donne à l'échelle mondiale, ce que personne ne pouvait prévoir. Better Place n'avait de sens que dans un contexte de raréfaction du pétrole et de flambée des prix du pétrole.

C'est également ce boom lié à de nouvelles technologies d'extraction des ressources énergétiques fossiles qui a tué Desertec, en plus de l'instabilité politique en Afrique du nord (« révolutions arabes ») et enfin de la prise de conscience que les ressources énergétiques renouvelables européennes sont suffisantes pour répondre à nos propres besoins.

C'est enfin le gaz de schiste qui perturbe les plans énergétiques européens : le charbon, boudé aux USA du fait de l'abondance du gaz naturel, est exporté à un prix très bas vers l'Europe, ce qui conduit à la fermeture des centrales à gaz européennes étant donné que l'Europe importe du gaz russe plus onéreux. Au final, cela a un impact sur le bilan CO2 européen, et des défenseurs du nucléaire en France en profitent et tentent faire croire que c'est intégralement la conséquence du développement des énergies renouvelables en Allemagne.

La surabondance énergétique n'est pas, en soi, une mauvaise nouvelle ! Elle signifie que les 9,5 milliards d'être

humains de 2050, point culminant de la démographie mondiale avant le début d'un lent déclin, selon les démographes, pourront vivre de manière prospère. Point fondamental, comme l'ont démontré [Mark Jacobson](#), directeur du département énergie et atmosphère de l'université Stanford et bien d'autres scientifiques, une « Electron-Economy » (concept du physicien Ulf Bossel) reposant sur le trio 100% renouvelable Wind Water Sun peut répondre intégralement à la demande énergétique de 9.5 milliards d'êtres humains vivant selon les standards d'Europe de l'ouest. Le disque terrestre intercepte une énergie solaire équivalente à plus de 8000 fois l'énergie totale (y compris transport, chauffage, etc.) consommée par l'ensemble de l'humanité. D'un point de vue théorique, Mark Jacobson a montré que le potentiel de l'éolien terrestre, à lui tout seul, peut répondre à la totalité de cette demande.

Une transition énergétique progressive

La transition vers l'Electron-Economy, qui se fera au rythme du déclin progressif des énergies fossiles, est un formidable levier de croissance économique. C'est le marché qui décidera de la vitesse de la transition. Encourager les ENR avec des subventions (tarifs d'achat etc.), cela va un moment, dans une première phase. Mais quand elles commencent à peser de manière significative dans le mix énergétique, alors ce n'est plus possible, la population finit par se plaindre de la hausse des prix. Ce n'est pas généralisable à l'échelle de l'ensemble des pays du monde. Les pays lancés dans cette dynamique prennent peu à peu conscience de l'impact qu'une politique trop généreuse envers les ENR peut avoir sur leur compétitivité. Une approche trop idéaliste peut s'avérer contre-productive.

Pour André Antolini, Président d'honneur du Syndicat des énergies renouvelables, les « qualités intrinsèques [des énergies renouvelables] ne font plus débat. Elles apportent deux garanties fortes à la collectivité. Elles sont garantes de la sécurité d'approvisionnement qui, dans un monde désormais contraint par la finitude des énergies traditionnelles « de cueillette », s'avère toujours plus précieuse. Et, elles limitent très objectivement l'empreinte écologique de l'homme, dont l'utilisation de plus en plus intensive des ressources naturelles à, jusqu'à présent, marqué notre histoire

et risque à l'avenir d'être malheureusement plus dangereuse encore (...) »

Que les pays riches subventionnent légèrement l'éolien terrestre et les grandes centrales solaires photovoltaïques au sol dans le sud européen où le gisement solaire est abondant, centrales qui sont déjà proches de la compétitivité, est tout à fait rationnel dans le cadre de politiques visant à réduire la pollution de l'air affectant la santé humaine, la consommation d'eau douce (les centrales thermiques sont des gloutonnes en la matière) et à augmenter l'autonomie énergétique des territoires (décentralisation). « Le dernier appel d'offre relatif aux centrales photovoltaïques au sol en France a fait apparaître des projets avec un tarif d'achat inférieur à 10 centimes d'euros le kWh » souligne Guilhem De Tyssandier d'Escous, ingénieur au sein d'un groupe spécialisé dans les grands projets ENR. Les coûts du solaire PV baissent chaque année davantage. Et le tarif d'achat de l'éolien terrestre est en France de 8,6 centimes d'euros pendant 10 ans. C'est tout à fait raisonnable sur le plan économique.

Mais faut-il subventionner massivement les petites installations photovoltaïques sur les toitures des maisons des particuliers dans le nord de l'Allemagne (installations bien plus onéreuses que les grandes centrales au sol), l'éolien maritime (deux fois plus onéreux que l'éolien terrestre) ou le nucléaire EPR (la Grande Bretagne va probablement acheter le kWh à 10,9 centimes d'euros) qui repose sur un combustible importé ? On peut s'interroger.

« Il est temps de refonder le cadre économique qui régit le développement [des énergies renouvelables]. Après une période initiale d'une dizaine d'années que l'on pourrait qualifier de « conquête de l'Ouest », époque des aventures pionnières, mais aussi des Himalaya de scepticisme, ne faut-il pas aujourd'hui revoir la méthode et engager notre pays dans un plan raisonné, optimisé et planifié de développement » interroge André Antolini, appelant à un « âge de la raison » en matière d'ENR. « Tout en apportant les services précieux qu'elles sont en mesure de fournir naturellement, elles rentreraient pleinement dans l'âge de la maturité : celui de la planification efficace, de la cohabitation possible avec le marché, de la compétitivité assumée et du développe-

ment industriel solide (...) »

Il est donc important que la puissance publique pousse à l'investissement dans la Recherche & Développement afin de faire baisser le coût des panneaux solaires et des systèmes de stockage de l'énergie. C'est exactement le message du Copenhague Consensus Center de l'influent danois Bjørn Lomborg, rejoint par plusieurs Prix Nobel d'économie, et du Breakthrough Institute des intellectuels américains Ted Nordhaus et Michael Schlessinger. Investir dans la recherche pour faire baisser les coûts des écotechnologies est sans doute la meilleure façon de les rendre compatibles avec le marché mondial et d'assurer ainsi leur large expansion, de manière naturelle.

Les pays dits « du sud » ne renonceront pas à leur développement

Selon une étude de Bloomberg Energy, la Chine va ajouter jusqu'à 2030 chaque année 88 GW de nouvelles centrales électriques (soit davantage que la puissance électro-nucléaire française), dont la moitié seront renouvelables, en premier lieu hydroélectrique et éolien terrestre. La Chine investit ainsi dans les filières énergétiques qui ont du sens sur le plan économique. Au total, la puissance électrique chinoise totale va plus que doubler d'ici 2030. Sur les 1583 GW de nouvelles capacités prévues, la moitié porte sur des projets d'énergies renouvelables, qui vont attirer au total 1400 milliards de dollars d'investissements.

« Il est difficile de sous-estimer l'influence de la consommation énergétique chinoise et de l'évolution de son mix électrique » a déclaré Michael Liebreich de Bloomberg Energy Finance à Londres. « Les impacts iront bien au-delà la Chine et auront des implications pour le reste du monde, tant au niveau du prix du charbon et du gaz qu'au niveau de la taille du marché des technologies associées aux énergies renouvelables »

La Chine importe du gaz naturel sous forme liquéfiée (LNG), ce qui est coûteux. C'est donc le charbon, disponible localement et bon marché, qui complètera le mix selon les prospectivistes. Ainsi, plus forte sera la progression des renouvelables, moins forte sera celle du charbon. « Malgré des progrès significatifs dans le domaine des énergies

renouvelables, le charbon restera dominant en 2030 » estime Jun Ying de Bloomberg Energy Finance à Pékin. « Si la Chine veut réduire sa dépendance envers le charbon, elle devra intensifier ses efforts pour soutenir les énergies renouvelables, le gaz et l'efficacité énergétique » Selon les experts, les émissions de CO2 de la Chine pourraient commencer à décliner vers 2027.

Ce qui est certain c'est que les pays émergents considèrent leur droit au développement comme « un droit inaliénable ». Ils l'ont rappelé fermement lors du sommet climatique de Copenhague. De quels droits européens et américains, responsables des trois-quarts des molécules de CO2 anthropiques actuellement dans l'atmosphère, pourraient-ils oser leur faire la morale sur ce point ? Cela serait perçu, au mieux, pour de la naïveté, et au pire, pour une nouvelle forme de colonialisme. Celui de l'atmosphère.

Par **Olivier Daniélo**

Et aussi dans l'actualité :

Les derniers articles d'Olivier Daniélo

- Climat - La pause pourrait se prolonger jusqu'aux années 2030
- Des scientifiques de l'Académie des sciences chinoise annoncent un refroidissement du climat
- Y a-t-il accélération ou décélération du niveau des océans ?
- 60% des allemands déclarent ne pas avoir peur du changement climatique
- Le volume de la banquise arctique a augmenté de 1400 km3 entre août 2012 et août 2013
- Solaire photovoltaïque : le monde a franchi la barre des 100 000 MW

Et aussi dans les ressources documentaires :

- Génie énergétique
- Analyse et perspectives énergétiques mondiales
- Pétrole
- Combustibles solides. Charbon - Économie et ressources
- Gaz naturel
- Gaz non conventionnels

24/10/2013

ET SI LA CHIMIE POUVAIT SE PASSER DU PÉTROLE ?

Bien que les réserves de pétrole soient suffisantes pour encore plusieurs dizaines d'années, les entreprises se tournent petit à petit vers des solutions alternatives afin de limiter l'utilisation d'hydrocarbures. Un mouvement durable pour anticiper un futur sans pétrole.

« Biosourcé », « biocarburant » ou encore « chimie verte », autant d'expressions que l'on entend de plus en plus souvent dans l'univers industriel.

Et pour cause, nombreuses sont les entreprises qui investissent dans de nouvelles technologies ou process avec en ligne de mire le remplacement du pétrole.

Ainsi, Michelin travaille sur l'utilisation de ressources naturelles pour la fabrication de pneumatiques. Aujourd'hui, alors que 25% de ses pneus sont déjà constitués de matière première renouvelable, le français veut faire mieux et étudie de très près des **mélanges à base de caoutchouc et de résines naturelles par exemple**.

Une démarche en cohérence avec une politique résolument tournée vers les énergies renouvelables, Michelin ayant déjà recouvert les toits de ses usines de panneaux solaires. Michelin prévoit aussi de produire du **butadiène biosourcé** dès 2020.

Du côté de l'alimentaire, Danone donne le la. Après avoir lancé un **pot de yaourt en PLA** dès la fin des années 90, qui fut un échec commercial, Danone a réessayé en 2009 avec la gamme Activia. Cette fois fut la bonne et sa gamme Actimel est elle aussi commercialisée dans des pots issus de **bioéthanol**. Sous les couleurs de Volvic, Danone propose aussi une bouteille d'eau d'origine végétale dont l'emballage est biosourcé à 20%.

Même Total s'y est mis

En partenariat avec Avantium, Danone développe de

l'**acide 2,5-furane dicarboxylique (FDCA)**, un monomère qui permet de fabriquer du polyéthylène-furanoate (PEF) qui pourrait bien remplacer le PET dans un futur proche. L'univers des cosmétiques s'implique tout autant dans une démarche de chimie verte. L'Oréal est fermement engagé dans cette dynamique avec 55% de ses matières premières estampillées renouvelables en 2011.

Son concurrent Unilever est lui aussi lancé dans cette course à l'indépendance des hydrocarbures et **annonce que 100% de ses matières premières seront d'origine renouvelable en 2020**. Même Total s'y est mis. Conscient que le pétrole est une ressource limitée, le géant pétrolier se tourne vers la production de carburants liquides comme le biodiesel et le biokérosène. Total vient d'ailleurs d'annoncer la reconversion de sa raffinerie de La Mède basée en Provence en centre de production de biocarburants.

Le virage de nombreux industriels vers le biosourcé s'inscrit dans une démarche à long terme, avec des temps de développements très long. Mais l'omniprésence des hydrocarbures s'effrite petit à petit, pour laisser la place à des produits plus « verts ». Finalement, l'après pétrole se fera peut-être avant l'épuisement de cette ressource fossile, grâce à une transition énergétique bien anticipée par les industriels.

Par Audrey Loubens

Et aussi dans les ressources documentaires :

- Chimie verte

05/07/2015

LA RUSSIE RENFORCE SCIENTIFIQUEMENT SES REVENDICATIONS TERRITORIALES EN ARCTIQUE

Au cours de la dernière décennie, des scientifiques russes sembleraient avoir accumulé de nouvelles évidences scientifiques pouvant justifier les revendications territoriales de leur pays sur certaines zones du plateau continental arctique riche en hydrocarbures.

La Convention des Nations Unies de 1982 sur le droit de la mer, que la Russie a signée en 1997, précise un certain nombre de notions apparues dans le droit coutumier, notamment de plateau continental, et définit les principes généraux de l'exploitation des ressources de la mer. En vertu de cette convention, si un pays apporte la preuve géologique que son plateau continental s'étend (même roche, continuité sans système de faille) au-delà de la limite des 200 miles nautiques, celle de la zone économique exclusive. Il peut revendiquer également une extension de ses droits souverains jusqu'à 350 miles y compris sur le fond de l'océan.

Les dorsales de Mendeleïev et de Lomonossov sont les deux piliers des prétentions actuelles de la Russie sur l'extension de la limite de son plateau continental jusqu'au pôle Nord. Si la Russie venait à prouver que ces deux dorsales étaient des extensions de son plateau, le pays recevrait le droit d'exploiter 1,2 millions de km² supplémentaires dans l'Arctique et donc les énormes gisements de pétrole et de gaz situés dans le triangle dessiné par la péninsule de Tchoukotka, Mourmansk et Pôle Nord. La dernière revendication territoriale russe en date, soumis auprès de l'ONU fin 2001, concernait la seule dorsale de Lomonosov. Cette dorsale océanique de l'océan Arctique découverte en 1948

par une expédition soviétique, s'étend sur 1 800 km depuis les îles de Nouvelle-Sibérie jusqu'au large de l'île Ellesmere. La Norvège, le Canada, le Danemark et les Etats-Unis ont également revendiqué ce territoire.

L'enjeu est l'exploitation de vastes gisements d'hydrocarbures qui deviennent plus facilement accessibles sous l'effet du dérèglement climatique et de l'augmentation des températures dans cette zone qui conduit à une réduction de la calotte glaciaire. La Commission de limites du plateau continental de l'ONU n'avait pas accepté en décembre 2002 les revendications russes sur Lomonossov, sans toutefois les rejeter, au motif que "les questions géologiques et géophysiques n' [avaient] pas été correctement étudiées". Pour répondre à ces critiques, et poursuivre l'information de son dossier, l'Agence fédérale russe pour l'exploitation des sous-sols, Rosnedra, et le Ministère des ressources naturelles ont mobilisé et supervisé les activités des instituts de recherche russes ayant des compétences sur ce sujet.

L'objectif était de rassembler des preuves décisives que les dorsales en question ne sont pas formées par la croûte océanique et constituent donc une extension naturelle du continent eurasiatique. Au cœur de cet effort scientifique se situe l'Institut du pétrole, de géologie et de géophysique Trofimuk de la Branche sibérienne de l'Académie des sciences de Russie. Au printemps dernier, Valery Vernikovskiy, l'un des géologues les plus en vue du pays et chercheur au Trofimuk, a affirmé avoir réuni avec ses collaborateurs suffisamment de données, notamment des échantillons recueillis lors de forages effectués à 2500 mètres, pour

démontrer que les deux dorsales sont constituées d'une croûte continentale âgée d'environ 460 à 470.000.000 ans. Le ministre russe des ressources naturelles, Sergueï Donskoï, avait annoncé dans la foulée qu'il avait proposé au président Vladimir Poutine de soumettre une nouvelle demande à l'ONU dès cet automne, sur la base de ce nouvel argumentaire.

Source : <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/76323.htm>

17/07/2014