

Ouvrir la voie à la Troisième Révolution Industrielle :

Un Nouveau plan énergétique pour l'Union européenne au 21^{ème} siècle

- La prochaine étape de l'Intégration européenne -

*par Jeremy Rifkin**

Résumé

Nous approcherons dans la première moitié du 21^{ème} siècle la fin de l'ère du pétrole. Son prix sur les marchés mondiaux ne cesse de grimper et les prochaines décennies connaîtront le plafonnement de sa production ("peak oil"). Corrélativement, la hausse spectaculaire des émissions de dioxyde de carbone résultant de la consommation d'énergies fossiles augmente la température de la Terre et fait courir à la planète un risque de changements sans précédent dans sa chimie et son climat, aux conséquences menaçantes pour le futur de la civilisation humaine et des écosystèmes terrestres.

La croissance du coût de l'énergie fossile et la détérioration accélérée du climat et de l'écologie de la Terre pèseront sur toutes les décisions économiques et politiques qui seront prises pendant la première moitié du 21^{ème} siècle. La question de fond que tout pays et que toute branche économique doivent se poser est celle de savoir comment assurer une croissance durable d'une économie mondialisée dans les décennies à venir qui verront le déclin du système énergétique dont les coûts externes et les défaillances croissants pèsent désormais plus que les avantages potentiels, naguère considérables.

Le pétrole, le charbon et le gaz naturel continueront certes à fournir une part substantielle de l'énergie consommée dans l'Union européenne et dans le monde pendant une grande partie du 21^{ème} siècle. Pour autant, chacun s'accorde à penser que nous entrons dans une période de transition où notre dépendance de la consommation d'énergies fossiles commence à agir comme un frein sur l'économie mondiale. Pendant cette période incertaine de transition, les 27 Etats membres de l'UE feront le maximum pour obtenir que

le stock résiduel d'énergies fossiles soit utilisé de manière plus efficace. A cette fin, ils mettront en oeuvre des méthodes expérimentales pour limiter par des techniques énergétiques "propres" la production de dioxyde de carbone résultant de la combustion des combustibles fossiles. Ces efforts sont en cohérence avec l'engagement pris par l'UE d'accroître sa performance énergétique de 20 % à l'horizon 2020 et parallèlement de réduire d'autant au même horizon ses émissions globales de CO2 de 20 % (par rapport aux niveaux de 1990). La gestion plus économe des sources d'énergie et la réduction des émissions de gaz à effet de serre ne permettront pas à elles seules de répondre de manière adéquate à la crise sans précédent que constituent le réchauffement planétaire et la raréfaction ("peak oil") du pétrole et du gaz. Pour préparer l'avenir, chaque gouvernement devra explorer de nouvelles sources énergétiques et établir de nouveaux modèles économiques avec l'objectif d'atteindre au plus près le niveau zéro d'émissions de gaz à effet de serre.

LES GRANDES REVOLUTIONS ECONOMIQUES DANS L'HISTOIRE : LA CONVERGENCE DE NOUVEAUX SYSTEMES D'ENERGIE ET DE COMMUNICATION

Les grands changements économiques centraux de l'histoire du monde se sont produits quand de nouveaux systèmes d'énergie ont convergé avec de nouveaux systèmes de communication. Quand cette convergence se produit, la société est restructurée dans des voies complètement nouvelles. Par exemple, les premières sociétés à base d'hydraulique et d'agriculture - Mésopotamie, Egypte, Chine, Inde - inventèrent l'écriture pour gérer la culture, le stockage et la distribution des grains. Les surplus de grain stockés permirent une expansion de la population et l'alimentation d'une main-d'oeuvre d'esclaves qui, à son tour, a fourni la "force de travail" faisant fonctionner l'économie. La convergence de la communication écrite et de l'énergie stockée, sous forme de grain en surplus, a débouché sur la révolution agricole et a provoqué le développement même de la civilisation. Dans la période moderne récente, la convergence de la technique de la machine à vapeur actionnée par le charbon et de la presse écrite a donné naissance à la première révolution industrielle. Il aurait été impossible d'organiser l'augmentation spectaculaire de la forme, de la vitesse, du flux, de la densité et de la mise en réseau de l'activité économique, rendue possible par la machine à vapeur, en conservant le code ancien et les vieilles formes orales de communication. A la fin du 19^{ème} siècle et pendant les deux premiers tiers du 20^{ème} siècle, les formes électriques de communication de première génération - le télégraphe, le

téléphone, la radio, la télévision, les machines à écrire électriques, les calculateurs, etc - ont coïncidé avec l'introduction du pétrole et du moteur à combustion interne, et sont devenues les mécanismes de commande et de contrôle des communications permettant de mettre en oeuvre la deuxième révolution industrielle.

Une grande révolution dans le domaine des communications s'est produite dans les années 90. Les formes électriques de communication de deuxième génération - ordinateurs personnels, Internet, le World Wide Web et les technologies de communication sans fil - ont connecté le système nerveux central de plus d'un milliard de personnes sur Terre à la vitesse de la lumière. Et, bien que les nouvelles révolutions de logiciels et de communications aient commencé à augmenter la productivité dans chaque industrie, leur vrai potentiel est loin encore d'être entièrement réalisé. Ce potentiel réside dans leur convergence avec l'énergie renouvelable, partiellement stockée sous forme d'hydrogène, pour créer les premiers régimes d'énergie "distribuée".

Les mêmes principes de conception et les technologies intelligentes qui ont rendu possible l'Internet et les grands réseaux de communication globale distribuée, seront utilisés pour reconfigurer les réseaux mondiaux de transport d'énergie de sorte que les gens puissent produire l'énergie renouvelable et la partager en liaison directe, exactement comme ils produisent et partagent actuellement l'information, créant une nouvelle forme d'utilisation d'énergie décentralisée. "Des inter-réseaux" rudimentaires sont actuellement expérimentés aux Etats-Unis et en Europe.

La création d'un système d'énergie renouvelable, partiellement stockée sous forme d'hydrogène et distribuée via des inter-réseaux intelligents, ouvre la porte à une Troisième Révolution Industrielle. Elle devrait avoir au 21^{ème} siècle un effet économique multiplicateur aussi puissant qu'au 19^{ème} siècle la convergence de la technologie d'imprimerie de masse avec la technologie exploitant l'énergie du charbon et de la machine à vapeur et qu'au 20^{ème} siècle l'arrivée concomitante des formes électriques de communication avec le pétrole et le moteur à combustion interne. La Troisième Révolution Industrielle pointe à l'horizon et la première grande zone à exploiter son plein potentiel aidera à définir le chemin pour le développement économique du reste du siècle.

L'UE a commencé le cheminement vers une Troisième Révolution Industrielle en décidant

que 20 % de toute l'énergie de la région serait produite par les sources renouvelables d'énergie d'ici 2020. En s'engageant sur la voie d'un avenir d'énergie renouvelable, l'UE a posé les fondations d'une ère économique durable à émission zéro. La consolidation de ces fondations exigera toutefois l'établissement de deux piliers complémentaires : l'introduction de la technologie de la pile à combustible à base d'hydrogène ainsi que d'autres technologies telles les batteries et le transfert d'énergie hydraulique par pompage pour stocker les formes intermittentes d'énergie renouvelable, et la création à l'échelle du continent d'un inter-réseau intelligent pour permettre que les sources réparties d'énergie renouvelable soient produites et partagées avec la même qualité d'accès et de transparence dont nous bénéficions actuellement dans la production et la distribution de l'information sur Internet.

Cet article décrit, en détail, les trois piliers qui devront être mis en place pour établir les bases de la Troisième Révolution Industrielle et une nouvelle ère d'énergie pour l'Union européenne. Le rapport examine aussi le rôle critique que la Troisième Révolution Industrielle jouera dans la promotion des priorités majeures de l'Union, incluant la réalisation complète du marché unique, la croissance économique durable, le développement de l'emploi, la sécurité énergétique et la démocratisation du processus de globalisation. L'article conclut par des recommandations majeures pour mettre en oeuvre la Troisième Révolution Industrielle à travers l'ensemble de l'Union.

LES TROIS PILIERS DE LA TROISIEME REVOLUTION INDUSTRIELLE

La Troisième Révolution Industrielle repose sur trois piliers fondamentaux qui doivent être développés simultanément et être conçus de façon entièrement intégrée pour que chacun de ses composants puisse développer entièrement son potentiel et pour que le nouveau paradigme économique devienne opérationnel : énergies renouvelables, technologie de stockage et réseaux d'énergie intelligents.

LE PREMIER PILIER : ENERGIES RENOUVELABLES

Les formes renouvelables d'énergie - énergie d'origine solaire, éolienne, hydraulique, géothermique, marine, biomasse - constituent le premier des trois piliers de la Troisième

Révolution Industrielle. Ces énergies émergentes ne représentent encore qu' un petit pourcentage de l'ensemble des énergies. Mais, elles croissent rapidement car les gouvernements fixent des objectifs et des références pour favoriser leur large introduction sur le marché tandis que leurs coûts décroissants les rendent de plus en plus compétitives. Des milliards d' euros de fonds publics et privés vont à la recherche, au développement et à la pénétration du marché, tandis que les entreprises et les particuliers cherchent à réduire leurs émissions de carbone et à rendre leur utilisation d'énergie plus efficace et indépendante.

LE DEUXIEME PILIER : LA TECHNOLOGIE DE STOCKAGE

L'introduction du pilier des énergies renouvelables de la Troisième Révolution Industrielle exige l'introduction simultanée d'un deuxième pilier. Pour maximiser l'énergie renouvelable et réduire au minimum les coûts, il sera nécessaire de développer les méthodes de stockage qui facilitent la conversion des productions intermittentes de ces sources d'énergie en ressources fiables. Les batteries, le transfert d'énergie hydraulique par pompage et d'autres moyens, peuvent fournir une capacité de stockage limitée. Il y a, cependant, un moyen de stockage largement disponible et qui peut être relativement efficace. L'hydrogène est le moyen universel qui "stocke" toutes les formes d'énergie renouvelable afin d'assurer qu'une ressource stable et fiable soit disponible pour la production d'énergie et, ce qui est aussi important, pour le transport.

L'hydrogène est l'élément le plus léger et le plus abondant dans l'univers et quand il est utilisé comme source d'énergie, ses seuls sous-produits sont l'eau pure et la chaleur. L'énergie nécessaire au fonctionnement de nos vaisseaux spatiaux depuis plus de 30 ans a été fournie par des piles à combustible de haute technologie fonctionnant à l'hydrogène.

L'hydrogène se trouve partout sur la Terre. Cependant il existe rarement à l'état libre dans la nature. Il doit être extrait des carburants fossiles, de l'eau, ou de la biomasse. Aujourd'hui, la façon la plus rentable de produire de l'hydrogène commercial est de l'extraire du gaz naturel via un processus de transformation à la vapeur. Mais la réserve de gaz naturel est limitée comme notre réserve de pétrole et n'est donc pas une source sûre. L'hydrogène pourrait aussi être extrait du charbon et de sables bitumineux, mais cela signifierait une augmentation considérable de l'émission de dioxyde de carbone dans

l'atmosphère. L'énergie nucléaire pourrait aussi être utilisée, mais cela augmenterait significativement la quantité de déchets radioactifs dangereux, ainsi que l'utilisation d'eau froide disponible pour refroidir les réacteurs, créerait des menaces de sécurité sérieuses dans une époque de terrorisme et pour finir, accroîtrait considérablement le coût que les contribuables et les consommateurs doivent consentir pour disposer de l'énergie.

Pourtant, il y a une autre façon d'utiliser l'hydrogène, comme support de stockage pour toutes les formes d'énergie renouvelable. Les sources renouvelables d'énergie - d'origine solaire, éolienne, hydraulique, géothermique, océanique - sont de plus en plus utilisées pour produire de l'électricité. Cette électricité, à son tour, peut être utilisée, dans un processus appelé l'électrolyse, pour séparer l'eau en hydrogène et oxygène. L'hydrogène peut aussi être extrait directement de récoltes énergétiques, de déchets animaux et forestiers, et de déchets organiques - biomasse - sans passer par le processus d'électrolyse.

Le point important à souligner est que l'énergie renouvelable devient viable dès lors qu'une partie de cette énergie peut être stockée sous forme d'hydrogène. Cela tient à ce que l'énergie renouvelable est intermittente. Le soleil ne brille pas toujours, le vent ne souffle pas toujours, l'eau ne coule pas toujours quand il y a une sécheresse et les rendements agricoles varient d'une année sur l'autre. Quand une énergie renouvelable n'est pas disponible, l'électricité ne peut pas être produite et l'activité économique s'arrête. Mais si une part de l'électricité produite quand l'énergie renouvelable est abondante peut être utilisée pour extraire l'hydrogène de l'eau, qui peut alors être stocké pour une utilisation postérieure, la société aura alors une fourniture continue d'énergie. D'autres technologies de stockage incluant des batteries électriques, des stations de transfert d'énergie hydraulique par pompage, des volants, les ultra-condensateurs, et autres, fournissent la capacité de stockage le long du réseau de fourniture d'énergie intelligent et complètent l'hydrogène dans le maintien d'une fourniture sûre d'énergie disponible. L'hydrogène peut aussi être extrait de la biomasse et stocké de la même façon.

L'exemple du Brésil montre les conséquences d'une politique énergétique s'appuyant sur une forme d'énergie renouvelable intermittente pour l'électricité sans aucun moyen de stockage. Plus de 80 % de l'électricité du Brésil proviennent d'une source renouvelable d'énergie - l'hydro-électricité ⁽¹⁾. En 2001, le Brésil a subi une sécheresse. Le débit d'eau a diminué et la production d'électricité a rencontré des difficultés, entraînant des coupures de

courant électrique dans diverses parties du pays. Si une infrastructure à hydrogène avait été en place, le Brésil aurait pu utiliser un peu de ses surplus d'électricité, produits quand le niveau de l'eau était suffisant pour électrolyser l'eau et stocker l'hydrogène pour garantir la production d'énergie pendant la sécheresse.

Tandis que les dépenses nécessaires à la mise en oeuvre de l'énergie renouvelable deviennent rapidement compétitives, le coût de production de l'hydrogène reste toujours relativement élevé. Cependant, de nouvelles percées technologiques et des économies d'échelle réduisent radicalement ces dépenses chaque année. De plus, les piles à combustible fonctionnant à l'hydrogène sont au moins deux fois aussi efficaces que le moteur à combustion interne. Corrélativement, les coûts directs et indirects du pétrole et du gaz sur les marchés mondiaux continuent de monter. Nous approchons du point de rencontre entre le prix décroissant du couple "énergie renouvelable et "hydrogène" et le prix croissant des carburants fossiles, à partir duquel l'ancien régime de l'énergie laissera place à la nouvelle ère de l'énergie.

La base d'une transition vers une Troisième Révolution Industrielle a été établie par le Conseil de l'Union européenne en mars 2007. L'Union européenne est devenue la première superpuissance à mettre en place un engagement contraignant de produire 20 % de son énergie à partir de sources d'énergies renouvelables en 2020 ⁽²⁾.

Quand la contribution d'énergie renouvelable à la production d'électricité devient significative, même un ralentissement provisoire du flux solaire, du vent et du débit d'eau, peut entraîner une insuffisance de production, une pointe dans les prix et des coupures d'électricité. Utiliser l'hydrogène comme "support de stockage" pour l'énergie renouvelable sera essentiel si l'Union européenne doit assurer une fourniture fiable d'énergie. L'hydrogène est aussi la façon de stocker et utiliser l'énergie renouvelable pour tous les transports.

La Commission européenne reconnaît que le recours accru aux formes renouvelables d'énergie serait énormément facilité par le développement de capacité de stockage de piles à combustible fonctionnant à l'hydrogène et, en 2003, elle a mis en place la Plate-forme de Technologie Hydrogène, qui constitue un effort massif de recherche et développement pour placer l'Europe au premier rang dans la course vers un futur faisant appel à

l'hydrogène ⁽³⁾.

Les régions et les gouvernements nationaux à travers l'Europe ont déjà commencé à mettre en place des programmes de recherche et développement sur l'hydrogène et commencent à introduire des technologies à hydrogène sur le marché.

En 2006, l'Allemagne a consacré 500 millions d'euros à la recherche et au développement des techniques à hydrogène et a commencé à préparer des plans permettant de créer un réseau hydrogène national, dans le but affiché de conduire l'Europe et le monde dans l'ère hydrogène à l'horizon 2020 ⁽⁴⁾. En 2007, la Chancelière Angela Merkel et les membres de son cabinet ont appelé à une Troisième Révolution Industrielle dans des discours publics ⁽⁵⁾.

En octobre 2007, la Commission européenne a annoncé un partenariat public/privé de plusieurs milliards d'euros pour accélérer l'introduction commerciale d'une économie de l'hydrogène dans les 27 Etats membres de l'Union européenne, en mettant principalement l'accent sur la production d'hydrogène à partir de sources d'énergie renouvelable.

LE TROISIÈME PILIER : LE RÉSEAU ELECTRIQUE INTELLIGENT

En évaluant l'intérêt d'un changement ambitieux en faveur des énergies renouvelables et en finançant un programme énergétique de recherche et développement dans la technologie des piles à combustible à l'hydrogène, l'UE a mis en place les deux premiers piliers de la Troisième Révolution Industrielle. Le troisième pilier, la reconfiguration du réseau électrique européen, s'appuyant sur le réseau Internet, permettant aux entreprises et aux particuliers de produire eux-mêmes leur énergie et de la partager, est en cours d'expérimentation au sein des compagnies électriques en Europe.

L'inter-réseau intelligent est constitué de trois composants essentiels. Des mini-réseaux permettant aux particuliers, aux petites et moyennes entreprises (PME) ainsi qu'aux grandes entreprises de produire l'énergie renouvelable localement – au moyen de piles photovoltaïques, de l'énergie éolienne, de la mini-hydraulité, des déchets animaux et agricoles, des détritits, etc.– et de l'utiliser hors réseau pour leurs besoins propres en électricité. La technologie du comptage intelligent permet aux producteurs locaux de vendre réellement leur énergie au réseau électrique principal, mais aussi d'accepter l'électricité du réseau,

rendant ainsi les flux d'électricité bi-directionnels. La technologie du réseau intelligent est incorporée dans des appareils et des puces installés dans tout le système du réseau, permettant de relier chaque appareil électrique. Le logiciel permet à l'intégralité du réseau électrique de connaître la quantité d'énergie utilisée, à tout moment, n'importe où sur le réseau. Cette inter-connexion peut être utilisée pour réorienter les utilisations d'énergie et les flux pendant les heures de pointe et les heures creuses et même de s'adapter à tout moment aux variations de prix de l'électricité.

A l'avenir, les réseaux intelligents seront aussi de plus en plus connectés, en temps réel, aux changements de temps enregistrant les variations des vents, des flux solaires, de la température ambiante, etc., donnant au réseau électrique la capacité d'ajuster en permanence le flux d'électricité aux conditions météorologiques externes ainsi qu'à la demande des consommateurs. Par exemple, si le réseau électrique connaît un pic d'utilisation énergétique et une possible surcharge du fait d'un excès de demande, le logiciel peut commander à la machine à laver d'un particulier de descendre d'un cycle par charge ou de réduire la climatisation d'un degré. Les consommateurs qui sont d'accord avec des ajustements légers dans leur utilisation d'électricité reçoivent des «crédits» sur leurs factures. Puisque le vrai prix de l'électricité sur le réseau varie constamment en 24 heures, l'information en temps réel en matière d'énergie ouvre la porte "à une politique de prix dynamique", permettant aux consommateurs d'augmenter ou faire chuter leur utilisation d'énergie automatiquement, selon le prix de l'électricité sur le réseau. Jusqu'au point où la politique de prix permet aussi aux producteurs de mini-réseaux locaux d'énergie de vendre l'énergie au réseau ou de s'en retirer, de manière automatique.

L'inter-réseau intelligent donnera non seulement plus de pouvoir aux utilisateurs finaux pour leurs choix en matière énergétique, mais sera aussi source d'une nouvelle efficacité significative dans la distribution d'électricité.

De façon intéressante, le nouveau plan énergétique de l'UE prévoit l'inter-réseau, avec l'exigence que le réseau électrique soit "dégroulé", ou au moins rendu plus indépendant par rapport aux entreprises énergétiques qui produisent aussi le courant électrique, de telle sorte que les nouveaux acteurs -en particulier les petites et moyennes entreprises et les particuliers - aient la possibilité de produire et de vendre l'énergie au réseau dans les mêmes conditions de facilité et de transparence que celles dont ils bénéficient maintenant

dans la production et le partage de l'information sur Internet. La Commission européenne a mis en place une Plate-forme européenne de la Technologie des Réseaux Intelligents et a préparé une vision à long terme et un document de stratégie en 2006 pour reconfigurer le réseau électrique européen de manière à le rendre intelligent, uniforme et interactif ⁽⁶⁾.

En 2007, le Parlement européen a adopté une déclaration écrite appelant à une transition vers les énergies renouvelables, une économie de l'hydrogène et la génération d'un réseau électrique intelligent - les trois piliers fondamentaux de la Troisième Révolution Industrielle⁽⁷⁾. Une majorité écrasante de parlementaires de l'UE a signé le texte, ainsi que les chefs des sept partis politiques principaux de l'Europe et Hans-Gert Poettering, le président du Parlement européen. Le Parlement européen est ainsi devenu la première assemblée parlementaire dans le monde à endosser officiellement la stratégie des trois piliers pour entrer dans la Troisième Révolution Industrielle.

LA PROCHAINE ETAPE DE L'INTÉGRATION EUROPÉENNE

L'Union européenne a commencé par réunir les nations européennes autour d'une politique énergétique commune, d'abord avec la Communauté du Charbon et de l'Acier puis, peu après, avec la formation d'EURATOM. Maintenant, pour le 50ème Anniversaire de la création de la Communauté européenne, la politique énergétique est de nouveau devenue centrale pour l'avenir de l'Europe.

L'industrie européenne a le savoir-faire scientifique, technologique et financier pour être le fer de lance du basculement vers les énergies renouvelables, une économie de l'hydrogène et un réseau électrique intelligent et, ce faisant, faire entrer le monde dans une nouvelle ère économique. L'industrie de niveau mondial de l'UE dans les domaines de l'automobile, de la chimie, des biens d'équipement, de la construction, de l'informatique, des logiciels, des ordinateurs, des télécommunications et du secteur bancaire et des assurances, donne à celle-ci de l'avance dans la course à la Troisième Révolution Industrielle. L'Union européenne s'enorgueillit aussi d'être un des plus grands marchés solaires du monde et est le premier producteur mondial d'énergie éolienne.

L'UE est aussi le leader dans la R/D et les applications commerciales dans le domaine des

pires à combustibles fonctionnant à l'hydrogène. Les technologies des piles à combustible mobiles, fixes, et de transport sont développées et évaluées à travers l'Europe et les premiers produits sont en train d'arriver sur le marché. En effet, un grand nombre de chariots élévateurs, scooters, voitures, bus et camions alimentés avec des piles à combustible fonctionnant à l'hydrogène sont en cours d'essai sur les routes des pays de l'Union. Le premier sous-marin à hydrogène est opérationnel en Allemagne. Le premier ferry à hydrogène est en développement aux Pays-Bas et en Allemagne. Et le premier train à hydrogène de Europe doit être sur rails en 2010.

Le lancement d'une Troisième Révolution Industrielle peut aider à faciliter l'intégration en Europe pour mettre en oeuvre l'agenda de LISBONNE et faire de l'Europe l'économie la plus compétitive dans le monde. Alors qu'il y a eu beaucoup de discussions à propos de la mise en oeuvre d'une directive sur les services pour assurer une plus grande mobilité du travail au sein de l'UE, beaucoup moins d'attention a été prêtée à la création de réseaux "seamless" de transport, d'électricité, de télécommunications et d'une politique énergétique afin de faciliter les échanges d'information, de marchandises et de services, à travers les 27 Etats membres de l'UE. En favorisant les énergies renouvelables, une infrastructure de l'hydrogène et un inter-réseau intelligent à l'échelle du continent, l'UE et ses Etats membres peuvent aider à créer un cadre de développement économique durable et faire du rêve européen, visant à créer un marché intégré unique, une réalité pour presque 500 millions de citoyens dans la première moitié du 21^{ème} siècle.

DEVELOPPER L'ECONOMIE DE L'UNION EUROPEENNE

La reconfiguration de l'infrastructure énergétique de l'Union européenne va créer de nouvelles opportunités pour l'économie et les emplois dans les vingt cinq prochaines années. Et parce que le recours aux énergies renouvelables ainsi que la mise en oeuvre d'une infrastructure pour l'hydrogène et de réseaux de services intelligents sont intrinsèquement liés sur une zone donnée, tout l'emploi généré le sera à l'intérieur de l'Europe.

L'investissement mondial dans les énergies renouvelables a atteint un record de 74 milliards € en 2006 ⁽⁸⁾, et on s'attend à ce qu'il bondisse à 250 milliards € d'ici à 2020 et à 460

milliards € d'ici à 2030 ⁽⁹⁾. Aujourd'hui la production, l'exploitation et l'entretien liés à l'énergie renouvelable fournissent environ deux millions d'emplois dans le monde ⁽¹⁰⁾. Une étude récente indique que le nombre d'emplois créés par euro investi (et par kilowatt-heure produit), à partir des technologies d'énergie renouvelable propre, est de 3 à 5 fois supérieur à celui des emplois créés par la production de l'énergie issue du combustible fossile ⁽¹¹⁾.

L'Union européenne est idéalement placée pour conduire la Troisième Révolution Industrielle. En devenant la première superpuissance à fixer un objectif contraignant de 20% d'énergie renouvelable d'ici à 2020, elle a mis en mouvement le processus d'un très fort accroissement de la part de l'énergie renouvelable dans l'ensemble de ses sources d'énergie. Traduisant le nouvel engagement pour des objectifs plus ambitieux en matière d'énergie renouvelable, la Banque Européenne d'Investissement a augmenté ses investissements dans ce domaine et se propose d'accorder des prêts pour un montant de plus de 800 millions € par an ⁽¹²⁾. Rien qu'en Allemagne, l'industrie de l'énergie renouvelable affiche un chiffre d'affaires de 21,6 milliards € et de 214 000 salariés en 2006, et le secteur prévoit d'atteindre entre 244 000 et 263 000 emplois en 2010, entre 307 000 et 354 000 en 2020, et entre 330 000 et 415 000 en 2030 ⁽¹³⁾.

Les 26 autres Etats membres de l'UE créent également de nouveaux emplois en mettant les sources d'énergie renouvelable en phase avec l'objectif qu'ils ont de parvenir à une situation où l'émission de carbone serait voisine de zéro. L'énergie renouvelable dans l'UE a engendré 8,9 milliards € de profits en 2005 et on s'attend à ce qu'elle bondisse à 14,5 milliards € d'ici 2010 ⁽¹⁴⁾. Plus de 700 000 emplois devraient y être créés d'ici la même année dans le domaine de la production d'électricité issue des sources d'énergie renouvelable ⁽¹⁵⁾. D'ici 2050, on prévoit que l'énergie renouvelable fournira près de la moitié de l'énergie primaire, et 70 % de l'électricité produite dans l'UE, et représentera plusieurs millions de nouveaux emplois ⁽¹⁶⁾.

L'Union européenne a aussi avancé à grands pas dans le financement de la recherche et du développement pour l'économie de l'hydrogène. L'ensemble du marché européen de l'hydrogène était estimé à environ 283 millions € en 2005 et on prévoit, avec un taux de croissance annuel de 15 %, qu'il atteigne 569 millions € d'ici 2010 ⁽¹⁷⁾. Le programme de la Commission européenne pour la technologie de l'hydrogène a déjà affecté plus de 500 millions € pour ouvrir la voie à une utilisation commerciale de la technologie de

l'hydrogène et de la pile à combustible ⁽¹⁸⁾. On prévoit que le secteur privé dépensera 5 milliards € supplémentaires pour mettre l'hydrogène sur le marché au cours des 10 prochaines années ⁽¹⁹⁾. Les fonds publics de l'UE, avec un niveau attendu de 320 à 350 millions € par an entre 2007 et 2015, devraient apporter un montant total de 7,4 milliards € en vue de faire de l'économie de l'hydrogène une réalité dans la seconde décennie du 21^{ème} siècle. L'industrie européenne de la pile à combustible pourrait générer plus de 500 000 emplois d'ici 2030 ⁽²⁰⁾.

La perspective d'une mise en oeuvre opérationnelle du troisième pilier de la Troisième Révolution Industrielle, le réseau de services intelligents de l'UE, suscite également un enthousiasme croissant à la fois dans le secteur public et privé, au moment où l'Europe est confrontée au défi de la remise en état d'un réseau de production d'énergie vieux d'un demi siècle, inefficace et dépassé, pour transformer une infrastructure électro-mécanique de la seconde révolution industrielle en une infrastructure numérique de la Troisième Révolution Industrielle.

La Troisième Révolution Industrielle demandera un remodelage complet des secteurs du transport, de la construction et de l'électricité, qui créera de nouveaux emplois et services, fera naître de nouvelles entreprises et exigera de nouvelles qualifications professionnelles.

Le secteur des transports est la troisième cause d'origine humaine d'émissions de gaz à effet de serre conduisant au réchauffement de la planète, après les constructions et la filière élevage ⁽²¹⁾. Les transports représentent actuellement 7 % du PNB de l'Europe, et 5 % de l'emploi ⁽²²⁾. La transition au cours des 2^{ème} et 3^{ème} décennies du 21^{ème} siècle, des moteurs à essence à combustion interne vers des piles à combustible à zéro émission fonctionnant à l'hydrogène, pour la plupart des modes de transport – chariots élévateurs, scooters, voitures, camions, autobus, trains, bateaux et navires à passagers-- va créer d'importantes perspectives nouvelles de développement pour les entreprises et générer de nouveaux emplois dans toutes les activités liées aux transports, dans l'ensemble des pays membres de l'UE. Rééquiper les transports nécessitera la fabrication commerciale à grande échelle de piles à combustible, la production de masse de combustible à hydrogène, la réalisation à l'échelle du continent d'infrastructures pour le ravitaillement en carburant, de nouveaux modèles de véhicule et de nouveaux logiciels pour les transports, développera de nouvelles synergies et aura des effets multiplicateurs considérables.

On estime que la mise en place complète d'un système de transport à hydrogène dans l'UE pour équiper 100 millions de véhicules pourrait largement coûter plusieurs centaines de milliards €. Bien qu'il soit considérable, ce coût est attrayant si on le confronte aux coûts actuels de l'économie des transports, fondée sur l'essence et la combustion interne. Le Conseil Mondial de l'Énergie prévoit qu'il coûtera plus de 1300 milliards \$, du puits à la roue, pour les 30 prochaines années, pour entretenir et développer l'économie Nord-américaine reposant sur l'essence⁽²³⁾. Comme l'Union européenne a, en gros, le même nombre de voitures que les États-Unis, le coût est vraisemblablement comparable⁽²⁴⁾. Bien sûr, ce coût pourrait être beaucoup plus élevé au fur et à mesure que nous approcherons du pic mondial de la production de pétrole et que le changement climatique commencera à produire en temps réel des effets écologiques et économiques négatifs à travers le continent. La question cruciale est de savoir s'il faut continuer à financer un régime énergétique et un système de transports crépusculaires, ou engager la transition vers les énergies renouvelables et une économie de l'hydrogène pour la plupart des modes de transport.

Le secteur de la construction est le plus grand employeur industriel de l'UE et représentait, en 2003, 10 % du PNB et 7 % de l'emploi dans l'Union à 15⁽²⁵⁾. L'essentiel est consacré à la construction d'immeubles, qui sont le principal contributeur au réchauffement mondial d'origine humaine. Dans le monde, les immeubles consomment 30 à 40 % de toute l'énergie produite et sont responsables à concurrence des mêmes pourcentages de toutes les émissions de CO²⁽²⁶⁾. En Europe, ces chiffres s'élèvent respectivement à une fourchette de 40 à 50 %⁽²⁷⁾. Cette activité, comme les transports, représentera nombre des nouveaux développements d'activités et d'emplois, dès lors que l'Europe s'engagera plus fortement dans la mise en oeuvre de la Troisième Révolution Industrielle.

Le mandat pour un bon rendement énergétique et le benchmarking sur l'énergie renouvelable, récemment annoncés par l'UE, conduisent déjà à une implication croissante dans la «construction verte». Par exemple, l'Espagne rend obligatoire pour toute nouvelle construction l'incorporation directe dans les infrastructures des technologies de l'énergie solaire⁽²⁸⁾. Le «verdissement» de la construction va créer des milliers de nouveaux emplois, entre aujourd'hui et 2030, dans la mesure où les constructions neuves et existantes feront passer de la seconde à la Troisième Révolution Industrielle les modèles, les matériaux, les

technologies ainsi que les normes et les règles de construction.

A l'avenir, chacun des trois piliers de la Troisième Révolution Industrielle se concrétisera à la fois dans les constructions et l'ensemble des modes de transports.

Le secteur de l'électricité dans l'UE a atteint un chiffre d'affaires d'environ 112 milliards € en 2003 et contribué à 1,5 % du PNB ⁽²⁹⁾. L'industrie employait 608 000 salariés dans l'Union à 15 en 2004 ⁽³⁰⁾. La reconfiguration de l'ensemble du réseau énergétique de l'UE dans les 30 prochaines années pour créer une interconnexion, en utilisant les réseaux d'internet, devrait coûter plus de 750 milliards € et génèrera des dizaines de milliers de nouveaux emplois ⁽³¹⁾. Nombre des emplois nécessiteront la requalification des ouvriers dans le domaine des techniques énergétiques et des technologies de l'information et de la communication.

En étant la première sur le marché, l'Union européenne se positionnera comme leader de la Troisième Révolution Industrielle et bénéficiera de l'avantage commercial pour exporter dans le monde entier le savoir-faire et les équipements des technologies vertes. Mettre en oeuvre une nouvelle génération des technologies de l'énergie renouvelable, fabriquer des piles à combustible mobiles et fixes, réinventer l'automobile, rénover les bâtiments et les infrastructures vieillissantes de l'Europe en appliquant les meilleures pratiques architecturales vertes, reconfigurer le réseau d'énergie électrique, comme produire toutes les technologies d'accompagnement, les biens et les services qui font une économie haute-technologie de la Troisième Révolution Industrielle, tout ceci aura un effet économique multiplicateur qui s'étendra jusqu'aux décennies du milieu du 21^{ème} siècle.

LA SECURITE ENERGETIQUE

L'inquiétude croissante liée à la dépendance au gaz russe et au pétrole du Golfe Persique alimente beaucoup de débats sur la façon d'assurer au mieux la sécurité énergétique de l'UE. Avec le prix du pétrole à plus de 52 \$ le baril sur les marchés mondiaux, les gouvernements de l'UE, les industriels et les consommateurs se sentent de plus en plus vulnérables et se préoccupent d'affirmer leur indépendance énergétique. L'apparition de la Chine et de l'Inde comme des pouvoirs économiques de premier plan a ajouté une tension supplémentaire sur les réserves de combustibles fossiles. L'intensification des tensions

politiques au Moyen-Orient est aussi une préoccupation croissante, d'autant plus que l'instabilité politique pourrait mettre en danger l'approvisionnement en pétrole de l'Europe. La perspective d'augmenter significativement la production d'énergie nucléaire accroît aussi le sentiment de malaise chez les Européens. La connexion au réseau électrique d'un grand nombre, voire des centaines, de centrales nucléaires dans le monde entier au cours des décennies à venir fournit une cible évidente pour des attaques terroristes. De plus, la probabilité de transport de grandes quantités d'uranium et de plutonium à une époque de croissance des extrémismes politiques et religieux est un facteur troublant.

La clef de la sécurité énergétique européenne sera de produire de l'énergie localement à partir de sources d'énergies renouvelables, en la stockant sous forme d'hydrogène ou d'autres techniques, grâce aux réseaux et en partageant les surplus d'électricité au travers d'un réseau intelligent reliant tous les consommateurs d'Europe.

Les considérations de sécurité à l'origine du développement d'Internet se retrouvent dans le développement d'une telle interconnexion. Le ministère de la défense des Etats-Unis (DoD) a créé le précurseur d'Internet à la fin des années soixante. Il avait pour objectif de faire des économies sur la fourniture de super ordinateurs coûteux aux universités et aux chercheurs sous contrat avec la Défense; il cherchait à partager les ordinateurs entre des personnes séparées par de grandes distances. Les militaires étaient également préoccupés par la vulnérabilité potentielle des systèmes centralisés face aux attaques et aux pannes. Ils voulaient un nouveau type de moyen de communication décentralisé dans lequel tous les partenaires pouvaient échanger des informations, même si une partie du système était interrompue ou détruite. La solution fut ARPANET, développé par l'Agence des projets de recherche avancés (ARPA) du DoD. Le premier ordinateur d'accueil fut opérationnel en 1969. En 1988, plus de 60 000 ordinateurs d'accueil étaient connectés. La Fondation nationale pour les sciences (NSF) créa son propre réseau pour connecter les universités et les chercheurs dans le pays. Lorsque ARPANET a été fermé en 1990, le réseau de la NSF est devenu en fait Internet⁽³²⁾. Comme l'Internet, en cas d'interruptions locales des échanges d'électricité – qu'elles soient militaires, politiques ou environnementales – un maillage du réseau électrique permettrait aux autres parties du réseau de continuer à fonctionner.

Un maillage intelligent, totalement intégré à l'échelle du continent permet à chaque Etat membre de l'UE à la fois de produire son énergie et de partager tout surplus avec le reste

de l'Europe dans une approche de réseau assurant la sécurité énergétique de l'UE. L'Italie peut partager ses surplus d'énergie solaire avec la Grande-Bretagne et celle-ci peut partager son excès d'énergie éolienne avec le Portugal qui, lui-même, peut partager son abondante énergie hydroélectrique avec la Slovénie, laquelle peut partager ses surplus forestiers avec la Pologne qui peut partager sa biomasse agricole avec la Norvège, etc. Lorsque n'importe quelle région de l'Europe bénéficie d'un surplus d'énergie renouvelable, celle-ci peut être partagée avec ceux qui sont en déficit temporaire. L'hydrogène, soutenu par d'autres moyens de stockage, est un moyen de transport universel pour toutes les formes d'énergie renouvelable, pour utilisation dans les transports ou pour la production d'électricité lorsque le réseau en a besoin.

En optimisant l'exploitation des énergies renouvelables produites localement ou régionalement, en la stockant sous forme d'hydrogène ou autre, et en la partageant au travers de l'Europe, au moyen d'un maillage continental, l'UE peut créer un vrai régime énergétique durable et intégré, soutenir la sécurité énergétique, faciliter l'achèvement du marché intérieur et atteindre l'objectif de l'Agenda de Lisbonne de rendre l'économie européenne la plus compétitive au monde et d'aider le Monde à entrer dans la Troisième Révolution Industrielle.

LA DISTRIBUTION DE L'ENERGIE. DE LA GEOPOLITIQUE A LA POLITIQUE DE LA BIOSPHERE

Les énergies fossiles et le nucléaire représentent les principales sources d'énergies d'élite du vieux système centralisé de gestion des ressources caractérisant les 19^{ème} et 20^{ème} siècles. Parce qu'elles ne sont disponibles qu'en des endroits précis, ces ressources énergétiques ont souvent requis de grands efforts de protection militaire et des investissements importants pour les exploiter. Le résultat a été un accroissement du fossé entre ceux qui disposent des sources d'énergie et ceux qui en sont démunis.

L'énergie renouvelable est disponible partout sur Terre. Le rayonnement solaire, le vent, l'hydraulique, la géothermie, les énergies marines, les déchets agricoles et forestiers ainsi que les déchets domestiques sont tous largement accessibles dans le monde. Transformée et stockée sous la forme d'hydrogène et distribuée sous la forme d'électricité au travers de maillages intelligents, l'énergie renouvelable peut être partagée et distribuée équitablement

de la même façon que nous partageons aujourd'hui l'information.

La Troisième Révolution Industrielle rend possible une large redistribution de l'énergie avec des bénéfices conséquents pour la société. Le système actuel de distribution d'énergie centralisé est de plus en plus obsolète. A l'avenir, les industries, les municipalités et les particuliers pourront devenir des producteurs autant que des consommateurs de leur propre énergie, grâce au système de production d'énergie répartie. Même l'automobile est une centrale sur roues avec un potentiel de vingt kilowatts ou plus. Comme celle-ci reste la plupart du temps au parking, elle peut être branchée pendant ce temps sur la maison, le bureau ou le réseau électrique interactif, fournissant de l'électricité au réseau. Les piles à combustible alimentant ces véhicules deviennent ainsi un moyen de stockage massif d'énergie sous la forme d'hydrogène qui peut être reconverti en électricité dans le maillage énergétique principal. Si seulement 25% des conducteurs utilisaient leur véhicule comme centrale électrique pour vendre de l'énergie au réseau, toutes les centrales électriques de l'UE pourraient être éliminées⁽³³⁾.

En notant les similitudes étonnantes entre ce qui a été déjà réalisé avec Internet et ce qui est en cours pour la production d'énergie répartie, l'Institut de recherche pour l'énergie électrique (EPRI), le groupe de réflexion de l'industrie américaine de l'électricité, a conclu dans ses "Perspectives pour le futur" que cette production répartie est amenée à éclore de la même façon que l'industrie des calculateurs. *"Les grands calculateurs ont cédé la place à de petits ordinateurs de bureau dispersés géographiquement mais interconnectés dans des réseaux intégrés et flexibles. Dans notre industrie, les centrales continueront à jouer un rôle important, mais nous aurons de plus en plus besoin de générateurs répartis, plus petits et plus propres... tous soutenus par des technologies de stockage énergétique. Une exigence essentielle de tels systèmes sera la mise au point des contrôles informatiques performants : ils seront absolument essentiels pour gérer le flux énorme d'information et d'énergie qu'une telle interconnexion générera*⁽³⁴⁾ ".

Dans le futur les producteurs et transporteurs d'énergie permettront de plus en plus son partage en rassemblant l'énergie renouvelable produite localement, en la stockant sous forme d'hydrogène ou autres techniques, et en la distribuant sur un réseau intelligent au travers de l'Europe.

L'avènement simultané de technologies de communication et d'énergie renouvelable

décentralisées au travers d'un réseau intelligent et d'accès ouvert consiste à donner le pouvoir aux populations. Pour la nouvelle génération qui a grandi dans un monde moins hiérarchique et plus en réseau, la possibilité de produire sa propre énergie comme celle de produire sa propre information dans un réseau d'accès libre sera naturelle et banale.

Le passage des combustibles fossiles et de l'énergie nucléaire vers les énergies renouvelables réparties sort le monde de la géopolitique qui caractérisa le 20^{ème} siècle pour le faire entrer dans la politique de la biosphère du 21^{ème} siècle. La plupart des confrontations géopolitiques du siècle dernier ont eu pour origine le contrôle des ressources énergétiques. Des guerres ont eu lieu et d'innombrables victimes furent sacrifiées dans les combats entre les nations pour la conquête de gisements d'énergie fossile ou d'uranium. L'accompagnement de la Troisième Révolution Industrielle sera un long chemin semé d'embûches autour de tensions croissantes pour l'accès à des ressources énergétiques en diminution, mais facilitera un sens de la responsabilité collective en créant une politique de la biosphère sauvegardant les écosystèmes terrestres. Le demi-siècle de transition entre la seconde et la Troisième Révolution Industrielle et le mouvement concomitant de la géopolitique vers la biosphère politique auront un impact grandissant sur la mondialisation.

La Troisième Révolution Industrielle aura vraisemblablement un impact significatif sur les pays en développement. Il est frappant que la moitié de la population mondiale n'ait aujourd'hui jamais utilisé de téléphone et qu'un tiers n'ait pas accès à l'électricité ⁽³⁵⁾. Aujourd'hui, la consommation énergétique individuelle dans le monde en développement est seulement le quinzième de celle des Etats-Unis ⁽³⁶⁾. La disparité entre le monde connecté et le monde non connecté est profonde et menace de l'être plus encore lorsque la population va passer de 6,2 milliards d'habitants aujourd'hui à 9 milliards dans le prochain demi-siècle.

Le manque d'accès à l'électricité est un facteur clef de la perpétuation de la pauvreté dans le monde. A contrario, l'accès à l'énergie signifie plus d'opportunités économiques. En Afrique du Sud, par exemple, pour cent maisons électrifiées, dix à vingt entreprises sont créées ⁽³⁷⁾. L'électricité libère le travail humain des tâches de survie. Elle fournit l'énergie pour le matériel agricole, pour mettre en oeuvre de petites usines et les boutiques de souvenirs, elle éclaire les maisons, les écoles et les entreprises. L'évolution vers l'énergie renouvelable produite localement, partiellement stockée sous forme d'hydrogène, et la

création des maillages de production reliant les communautés autour du monde, est une grande promesse pour sortir des milliards d'hommes de la pauvreté.

Lorsque tous les individus et les communautés du monde seront les producteurs de leur propre énergie, nous verrons une évolution considérable de configuration de l'énergie. Les populations seront moins entre les mains de pouvoirs lointains. Les communautés pourront produire localement et vendre globalement. C'est l'essence de la politique du développement durable et de re-mondialisation du bas vers le haut.

La question clef que chaque nation doit poser maintenant est de savoir où son pays sera dans dix ans : dans les énergies et les industries du crépuscule de la seconde révolution industrielle ou dans les énergies et les industries de l'aube de la Troisième Révolution Industrielle. La Troisième Révolution Industrielle est le dernier élément qui sortira le monde de la vieille énergie tirée du carbone et de l'uranium pour le faire évoluer vers le futur non polluant et durable de l'espèce humaine.

RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN OEUVRE DE LA TROISIEME REVOLUTION INDUSTRIELLE

GOUVERNANCE

Dix huit des directions générales de la Commission sont impliquées dans les politiques, les programmes et les activités qui ont un impact sur les aspects spécifiques de la troisième révolution industrielle.

De plus, plusieurs agences de la Communauté ont des mandats ou sont impliquées dans des programmes ayant une influence sur la mobilisation pour une Troisième Révolution Industrielle. Il y a aussi 19 plates-formes technologiques indépendantes qui travaillent dans les domaines qui sont essentiels pour l'accompagnement d'une Troisième Révolution Industrielle dans l'Union européenne.

La Commission européenne devrait donc établir un plan général de maîtrise d'oeuvre de la Troisième Révolution Industrielle et institutionnaliser un réseau formel opérationnel constitué de l'ensemble des directions générales, des agences communautaires, des plates-

formes technologiques et des initiatives conjointes en matière de technologie qui sont en relation avec le projet. Le plan général devrait préciser les objectifs communs ainsi que les objectifs spécifiques et les études de référentiels avec l'objectif de mettre en place une infrastructure rudimentaire de la Troisième Révolution Industrielle en Europe pour 2020.

Les 27 Etats membres devraient en retour créer chacun un plan général national, miroir, de la Troisième Révolution Industrielle ainsi qu'un réseau opérationnel associé en y rattachant leurs propres services nationaux, agences et plates-formes technologiques. Les réseaux ainsi constitués devraient être engagés de manière formelle avec le réseau européen afin d'échanger les meilleures pratiques, de coopérer sur des programmes communs et de travailler ensemble pour faire avancer les objectifs et les travaux de référence au niveau européen.

FINANCEMENT DE LA TROISIEME REVOLUTION INDUSTRIELLE

La Commission européenne devrait établir un comité financier formel constitué des directions générales appropriées. Le comité financier aurait pour charge de mettre au point un portefeuille de recommandations pour l'établissement de partenariats public/privé, de stimuler les investissements sur la recherche, le développement et la pénétration du marché, de créer des critères fiscaux afin de définir un cadre cohérent pour les subventions destinées à la fois aux industries consacrées aux énergies traditionnelles et à la mise en oeuvre de nouvelles énergies renouvelables, enfin d'encourager l'adoption précoce de ses objectifs par les agences gouvernementales, par les industries de grande taille et par les petites et moyennes entreprises, ainsi que par les consommateurs. Un rapport détaillé comprenant ces recommandations devrait être soumis à la Commission européenne et aux 27 Etats membres dans un délai de 12 mois.

ETABLISSEMENT DE CODES DE NORMES ET REGLEMENTATIONS COMMUNES

La Commission européenne devrait établir des codes, des normes et des réglementations communes pour les trois piliers de la révolution industrielle - énergies renouvelables, pile à combustible à hydrogène et autres technologies de stockage, réseau d'interconnexion intelligente - pour éviter toute duplication coûteuse, assurer l'adoption **précoce** (early adoption) de ces principes, faciliter une intégration commerciale sans faille et une rapide

pénétration du marché. En étant la première à institutionnaliser des codes, normes et règlements communs, l'Union européenne prendrait une position dominante vis-à-vis du transfert de technologie vers le reste du monde et se présenterait ainsi comme le leader en matière d'exportation de technologies liées à la Troisième Révolution Industrielle.

CONDUITE D'UN AUDIT SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES A L'ECHELLE DU CONTINENT

L'Agence européenne de l'environnement devrait être chargée de conduire un audit complet sur l'énergie dans les 27 Etats membres afin d'étudier les possibilités de recours à toutes les sources d'énergies renouvelables à court, moyen et long terme. Les études devraient prendre en compte les dimensions spatiales et temporelles ainsi que les effets du changement de climat sur le potentiel des énergies renouvelables aussi bien que les autres paramètres évolutifs démographiques, technologiques ou autres. L'audit sur l'énergie devrait être achevé dans un délai de 12 mois et soumis à la Commission et aux 27 Etats membres afin d'apporter un support aux gouvernements dans leurs exercices de prospective énergétique.

CONDUITE D'UNE PREVISION ECONOMIQUE A L'ECHELLE DU CONTINENT

Chaque direction générale de la Commission Européenne devrait passer commande d'une série d'études sur les impacts économiques potentiels de la Troisième Révolution Industrielle par son secteur de pertinence et par industrie. En utilisant différents modèles de prévision dans le domaine de la pénétration du marché, les études devraient mettre à disposition des images de ce que seront les flux économiques et sociaux aussi bien par région et par nation qu'au niveau européen et devraient comporter une expression des possibilités d'exportation de technologies. Le modèle devrait permettre de prendre en compte l'émergence et la réussite de technologies encore en cours de développement, ainsi que les effets de synergie et de multiplication pour démontrer de manière la plus réaliste possible les potentiels futurs des tendances et développements des principaux éléments de la Troisième Révolution Industrielle. L'étude devrait être achevée dans un délai de 12 mois.

CREATION DE COMMUNAUTES PHARES DE LA TROISIEME REVOLUTION INDUSTRIELLE

La Communauté européenne devrait créer des partenariats public/privé dans le but d'établir un état de l'art "phare" de la "Communauté" de la Troisième Révolution Industrielle dans chacun des 27 Etats membres. Chaque État membre devrait désigner une communauté de l'ordre de 5000 personnes comportant à la fois des entreprises et des particuliers pour faciliter la mise en oeuvre de la Troisième Révolution Industrielle. Ces communautés serviront de banc d'essai pour les technologies et meilleures pratiques de la Troisième Révolution Industrielle et agiront comme démonstrateur pour l'éducation du public et la mobilisation nécessaire en vue de la transition vers la Troisième Révolution Industrielle.

* * *

Jeremy Rifkin est le président de la Fondation pour les Tendances économiques à Washington, DC. Il enseigne à la Wharton School's Executive Education Program de l'Université de Pennsylvanie. Mr. Rifkin est le conseiller du président de l'Union européenne, Jose Socrates, Premier ministre du Portugal, pour les questions d'énergie et d'économie. Il est aussi conseiller spécial du groupe du Parlement européen sur l'avancement de la Troisième Révolution Industrielle et le recours à l'économie de l'hydrogène. Mr. Rifkin est l'auteur de dix-sept ouvrages sur l'environnement, l'énergie et les questions économiques dont *The Hydrogen Economy: The Creation of the World Wide Energy Web and the Redistribution of Power on Earth* (Tarcher/Penguin).

Remerciements aux personnes ayant participé à la préparation de ce rapport

Terry Tamminen

Former Secretary of the California Environmental Protection Agency and Cabinet Secretary, the Chief Policy Advisor, to Governor Arnold Schwarzenegger. Mr. Tamminen continues to advise the Governor on energy and environmental policy. In 2007, Mr. Tamminen was named the Cullman Senior Fellow and Director, Climate Policy Program, of the New America Foundation.

Alan C. Lloyd

President of the International Council on Clean Transportation in Reno, Nevada. Dr. Lloyd served as the Secretary of the California Environmental Protection Agency from 2004 through 2006, and as the Chairman of the California Air Resources Board (CARB) from 1999 to 2004. Dr. Lloyd was also the 2003 Chairman of the California Fuel Cell Partnership and is a Co-Founder of the California Stationary Fuel Cell collaborative. Dr. Lloyd is currently Chairman of the Hydrogen and Fuel Cell Advisory Committee (HTAC) that was created under the Energy Act. HTAC reports directly to the Secretary of Energy of the US Department of Energy.

Woodrow W. Clark

Founder, Managing Director, and CEO of Clark Strategic Partners (AKA Clark Communications) in Beverly Hills, California. Dr. Clark was formerly the Deputy Director and Senior Policy Advisor on Energy Reliability to Governor Gray Davis of California.

Daniel M. Kammen

Distinguished Professor of Energy at the University of California, Berkeley, holding appointments in the Energy and Resources Group, the Goldman School of Public Policy, and the department of Nuclear Engineering. Prof. Kammen is the founding director of the Renewable and Appropriate Energy Laboratory (RAEL) and Co-Director of the Berkeley Institute of the Environment. Prof. Kammen also serves on the National Advisory Board of the Union of Concerned Scientists.

Angelo Consoli

Director of the Brussels based European Affairs and Progressive Communication Consultancy CODECO, Belgium, and of the European Office of Jeremy Rifkin.

Mis en forme : Anglais
(Royaume-Uni)

Shannon Baxter-Clemmons

Former Assistant Secretary for Hydrogen and Alternative Fuel Policy at the California Environmental Protection Agency, and head of development for the California Hydrogen Blueprint Plan. Dr. Clemmons also previously served at the California Air Resources Board in the Chairman's Office of Science and Advanced Technology and as Director of Special Projects at Fuel Cells 2000 in Washington, DC.

Mis en forme : Anglais
(Royaume-Uni)

Mis en forme : Anglais
(Royaume-Uni)

Timothy Lipman

Research Director for the Transportation Sustainability Research Center and Assistant Research Engineer at the Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley. Dr. Lipman also serves as Co-Director of the Pacific Region Combined Heat and Power Application for the US Department of Energy and the California Energy Commission.

B.B. Blevins

Executive Director of the California Energy Commission. Mr. Blevins also previously served as the Undersecretary of the California Environmental Protection Agency (Cal-EPA) under Governor Pete Wilson.

Douglas M. Grandy

Principal of Distributed Energy Strategies, Inc., and Vice President of Business Development for the Distributed Energy Resource Group, Inc. Previously, Mr. Grandy worked in the Governors' Cabinets on energy policy and advanced energy technologies in both the Davis and Schwarzenegger administrations, as well as with the California Stationary Fuel Cell Collaborative within the California Environmental Protection Agency Office of the Secretary.

Notes

- 1) International Energy Agency. "Focus on Brazil". In *World Energy Outlook 2006*. p. 479. Retrieved from <http://www.worldenergyoutlook.org/Brazil.pdf>.
 - 2) Council of the European Union. (2007, May 2). *Brussels European Council, 8/9 March 2007. Presidency Conclusions*. (Publication No. 7224/1/07 REV 1). P. 21. Retrieved from http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/en/ec/93135.pdf.
 - 3) Advisory Council of the Hydrogen and Fuel Cells Technology Platform, Implementation Panel. (March 2007). *European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform. "Implementation Plan-Status 2006"*. Retrieved from http://www.hfpeurope.org/uploads/2097/HFP_IP06_FINAL_20APR2007.pdf.
 - 4) Wasserstoff Strategierat Brennstoffzellen. (30 April 2007). *National Development Plan, Version 2.1. "Hydrogen and Fuel Cell Technology Innovation Programme"*. Preamble. Retrieved from http://www.hyweb.de/gazette-e/NIP_Programm_2-1_EN.pdf.
 - 5) Allianz Group. Interview with Hans Joachim Schellnhuber. (26 January 2007). Retrieved from http://knowledge.allianz.com/nopi_downloads/downloads/Schellnhuber_Interview_von%20druck.pdf.
 - 6) European Commission Directorate-General for Research. (2006). *European SmartGrids Technology Platform: Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future*. Retrieved from http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/smartgrids_en.pdf.
 - 7) European Parliament. (12 February 2007). *Written Declaration*. (Publication No. 0016/2007, PE385.621v01-00). Retrieved from http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=//EP//NONSGML+WDECL+P6-DCL-2007_0016+0+DOC+PDF+V0//EN&language=EN.
 - 8) United Nations Environment Programme and New Energy Finance. *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2007: Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency in OECD and Developing Countries*. Retrieved from http://www.unep.org/pdf/SEFI_reportGlobalTrendsInSustainableEnergyInvestment07.pdf.
- European Renewable Energy Council and Greenpeace. (June 2007). *Futu[r]e Investment: A Sustainable Investment Plan for the Power Sector to Save the Climate*. Retrieved from http://www.erecrenewables.org/fileadmin/erec_docs/Documents/Publications/futu_r_e-Investment.pdf.
- 9) German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. (June 2006). *Renewable Energy: Employment Effects: Impact of the Expansion of Renewable Energy on the German Labour Market*. Retrieved from http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/employment_effects_061211.pdf.

10) Worldwatch Institute and Center for American Progress. (September 2006). *American Energy: The Renewable Path to Energy Security*. Retrieved from <http://images1.americanprogress.org/il80web20037/americanenergynow/AmericanEnergy.pdf>.

11) Daniel M. Kammen, Kamal Kapadia, Matthias Fripp (2004). “*Putting Renewables to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate?*” A Report of the Renewable and Appropriate Energy Laboratory, University of California, Berkeley. Retrieved from <http://rael.berkeley.edu/publications>.

12) European Investment Bank. (29 January 2007). *Corporate Operational Plan 2007-2009*. Retrieved from http://www.eib.org/cms/htm/en/eib.org/attachments/strategies/cop_2007_en.pdf.

13) German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. (21 February 2007). *Development of Renewable Energies in 2006 in Germany*. Retrieved from http://www.erneuerbareenergien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund_zahlen2006_eng.pdf.

German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. (June 2006). *Renewable Energy: Employment Effects: Impact of the Expansion of Renewable Energy on the German Labour Market*. Retrieved from http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/employment_effects_061211.pdf.

14) PR Newswire (14 November 2006). *European Renewable Energy Revenues Expected to Double Market Boosted by Government Support and Global Warming*. Citing Frost & Sullivan report “European Renewable Energy Market- Investment Analysis and Growth Opportunities”, October 2005. Retrieved from LexisNexis Academic.

15) Greenpeace International. (September 2005). *Energy Revolution: A Sustainable Pathway to a Clean Energy Future for Europe*. Retrieved from <http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/energy-revolution-a-sustainab.pdf>.

16) *Ibid.*

European Renewable Energy Council. (2007). *Renewable Energy Technology Roadmap Up to 2020*. Retrieved from http://www.erecrenewables.org/fileadmin/erec_docs/Documents/Publications/ERECTechnology_Roadmap_def1.pdf.

17) Fuji-Keizai USA, Inc. (May 2005). Executive Summary. *Hydrogen Market, Hydrogen R&D and Commercial Implication in the U.S. and EU*. Retrieved from http://www.mrgco.com/TOC_HydrogenMarket_May05.html.

Mis en forme : Italien (Italie)

Mis en forme : Anglais (Royaume-Uni)

18) Advisory Council of the Hydrogen and Fuel Cells Technology Platform, Implementation Panel. (March 2007). *European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform. “Implementation Plan- Status 2006”*. Retrieved from https://www.hfpeurope.org/uploads/2097/HFP_IP06_FINAL_20APR2007.pdf

19) *Ibid.*

20) *Ibid.*

European Commission Directorate-General for Research. (March 2007). *Third Status Report on the European Technology Platforms*. Retrieved from ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/technologyplatforms/docs/etp3rdreport_en.pdf.

European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform. *The Proposed Joint Technology Initiative (JTI) on Hydrogen and Fuel Cells- Key Issues at a Glance*. Retrieved from https://www.hfpeurope.org/uploads/835/JTI_QA_11JUL2005.pdf.

Personal correspondence with Alan Lloyd regarding a not-yet-released DOE study on the fuel cell industry. Dr. Lloyd is currently Chairman of the Hydrogen and Fuel Cell Advisory Committee (HTAC) that was created under the Energy Act. HTAC reports directly to the Secretary of Energy of the US Department of Energy. The employment potential for the EU fuel cell industry is extrapolated from the not-yet-released DOE study regarding employment potential in the US market. Because the hydrogen economy is further advanced in the EU and the internal market of the 27 member-states is larger than the US internal market, the employment extrapolation is likely a conservative figure.

21) Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2006). *Livestock's Long Shadow-Environmental Issues and Options*. Retrieved from http://www.virtualcentre.org/en/library/key_pub/longshad/A0701E00.pdf.

22) Commission of the European Communities. (22 June 2006). *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. "Keep Europe Moving- Sustainable Mobility for our Continent.Mid-term Review of the European Commission's 2001 Transport White Paper"*. (Publication No. SEC (2006) 768). Retrieved from http://ec.europa.eu/transport/transport_policy_review/doc/com_2006_0314_transport_policy_review_en.pdf.

23) Ogden, J. (September 2006). High Hopes for Hydrogen. *Scientific American*, 94-101.

24) European Commission Energy and Transport. (2006). Energy and Transport in Figures. Retrieved from http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/pocketbook/doc/2006/2006_transport_en.pdf; The U.S. has 228.280 passenger cars in stock, while the E.U. has 215.389 million.

25) European Commission, Enterprise and Industry. (10 June 2006). *Construction: Overview*. Retrieved from http://ec.europa.eu/enterprise/construction/index_en.htm

26) United Nations Environment Programme. (2007). *Buildings and Climate Change: Status, Challenges, and Opportunities*. Retrieved from <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=502&ArticleID=5545&l=en>;

For OECD countries only, see Organization for Economic Cooperation and Development, Environment Directorate, Environment Policy Committee. (13 June 2002). "Working Party on National Environmental Policy: Design of Sustainable Building Policies: Scope for Improvement and Barriers". Retrieved from [http://www.oilis.oecd.org/olis/2001doc.nsf/43bb6130e5e86e5fc12569fa005d004c/203e895174de4e56c1256bd7003be835/\\$FILE/JT00128164.PDF](http://www.oilis.oecd.org/olis/2001doc.nsf/43bb6130e5e86e5fc12569fa005d004c/203e895174de4e56c1256bd7003be835/$FILE/JT00128164.PDF)

27) *Ibid.*

28) Reuters. (13 November 2006). *Spain Requires New Buildings Use Solar Power*. Retrieved from <http://www.msnbc.msn.com/id/15698812/>

29) European Commission Directorate-General for Research. (2007). European Technology Platform SmartGrids. "*Strategic Research Agenda for Europe's Electricity Networks of the Future*". Retrieved from http://www.smartgrids.eu/documents/sra/sra_finalversion.pdf

30) European Commission. (March 2007). *The Employment Impact of the Opening of Electricity and Gas Markets on Employment in the EU-27, and of key EU Directives in the Field of Energy*. Retrieved from http://www.epsu.org/IMG/pdf/Main_report_final.pdf

31) European Commission Directorate-General for Research. (2007). European Technology Platform SmartGrids. "*Strategic Research Agenda for Europe's Electricity Networks of the Future*". Retrieved from http://www.smartgrids.eu/documents/sra/sra_finalversion.pdf

32) Miller, Steven E. *Civilizing Cyberspace: Policy, Power, and the Information Superhighway*. New York : Addison-Wesley, 1996. pp.44-45

33) Lovins, Amory B. and Brett D. Williams. "From Fuel Cells to a Hydrogen-based Economy." *Public Utilities Fortnightly*. Vol. 139, No. 4. February 15, 2001. p. 15

34) Borbely, Anne-Marie and Jan F. Kreider, eds. *Distributed Generation: The Power Paradigm for the New Millennium*. Washington, D.C.: CRC Press, 2001.p.47.

35) Miller, Steven E. *Civilizing Cyberspace: Policy, Power, and the Information Superhighway*. New York:Addison-Wesley. 1996. p. 206.

36) Starr, Chauncey. "Sustaining the Human Environment: The Next Two Hundred Years". In Jesse H.Ausubel and H. Dalle Langford, eds. *Technological Trajectories and the Human Environment*. Washington, D.C.: Natioal Academy Press, 1997. p. 192.

37) "Electricity Technology Roadmap: Powering Progress." 1999 Summary and Synthesis. Palo Alto, CA:EPRI, July 1999. pp. 96-97.