



E&E Consultant mène des travaux de recherche, des plans climats et énergie...

www.ee-consultant.fr

E&E a élaboré les projections de Virage-Energie sur la sobriété collective; sur les potentiels de l'industrie pour le WWF et pour negaWatt... mais aussi l'étude ADEME-GRT-GRDF sur la méthanation hydrogène...

L'auteur du cahier, **Antoine Bonduelle** est gérant de E&E. Il est expert-réviseur pour le GIEC [rapports 4, 5 et 6 ; « SRREN » et « SR1.5C »]. Comme conseiller au CESE il a été co-rapporteur de l'avis « *Adaptation de la France* » avec Jean Jouzel et de « *TPE-PME, Comment réussir le passage à la neutralité carbone ?* ».

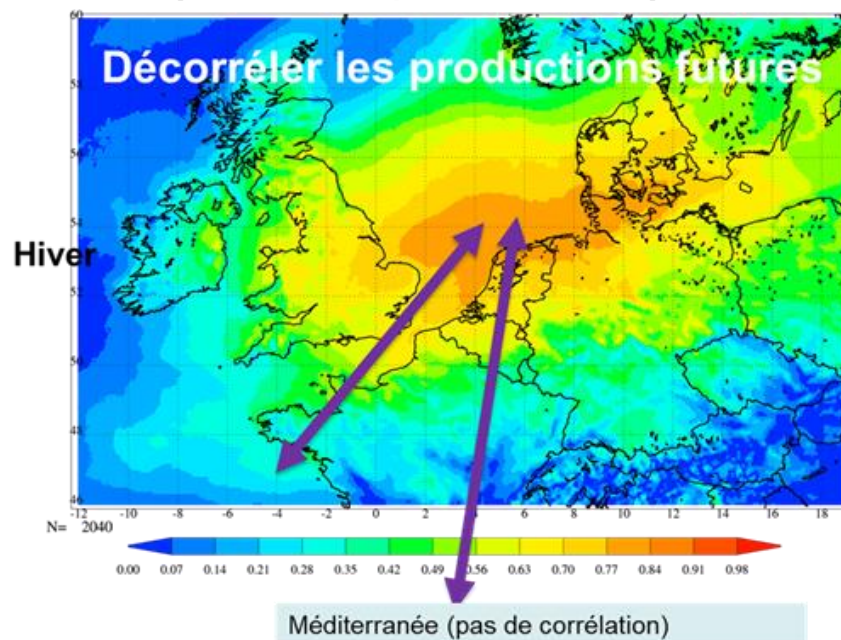
Il est membre du bureau exécutif du **Réseau Action Climat**, qu'il a co-fondé après la négociation de Berlin (COP1, 1995) en tant que représentant des ONG françaises.

LA STRATEGIE FRANÇAISE ENERGIE-CLIMAT DOIT PRENDRE LE LARGE...

CAHIER D'ACTEUR
N°94 Fev 2022

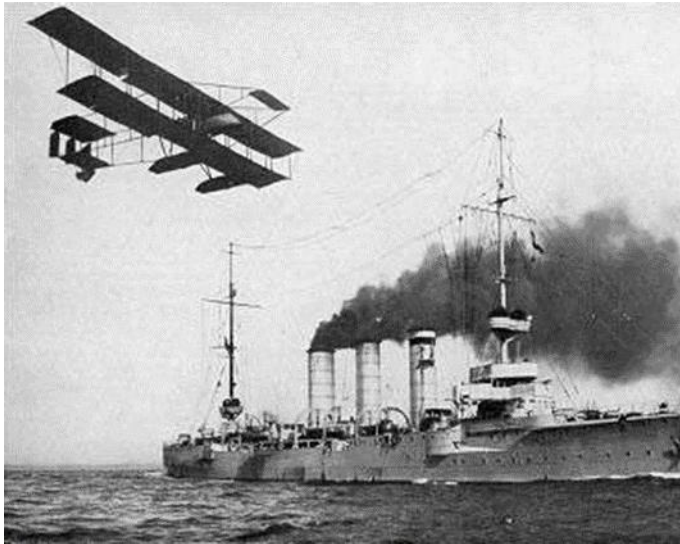
« La France n'est pas seule » disait le Général De Gaulle dans ses adresses aux Français depuis Londres. A écouter les débats récents sur l'énergie, mais aussi à lire les dernières projections du système électrique, on pourrait croire que la question climatique va se résoudre dans l'hexagone seul. L'objectif de résilience et d'autonomie est respectable. Il n'empêche que l'optimum économique et écologique demande de raisonner à l'échelle de l'Europe, de ses voisins voire du reste du monde. Voici quelques arguments :

Une focale plus ouverte pour trouver l'optimum



Les cartes type „von-Bremen“ basées sur les productions historiques ne décrivent pas des potentiels mais des niveaux de décorrélation moyens pour penser l'avenir du réseau. Elles se basent sur les séries satellitaires type MERRA-2 et ont été financées par la Commission Européenne il y a déjà dix ans. Elles nous suggèrent un avenir... élargi au-delà de l'UE.

SORTIR DE L'HEXAGONE



Manœuvres en mer du Nord

La bataille de Héligoland (1914) oppose les marines anglaise et allemande. Cette rivalité puis cette guerre des puissances de la Mer du Nord est devenue une coopération-concurrence des leaders de l'éolien offshore. L'avenir du système électrique européen se joue en mer du Nord... et dans l'offshore des autres façades maritimes (Atlantique, Méditerranée...). Et la France ?

LE STOCKAGE EST AU NORD

Un second argument pour de regarder hors de l'hexagone, c'est que les stockages de l'électricité sont au Nord. Près d'une centaine de TWh de stockage hydraulique mensuel et saisonnier sont déjà partagés entre Suède (33 TWh) et Norvège (81 TWh). Un responsable du réseau norvégien nous expliquait que son pays peut encore créer 20 TWh supplémentaires de stockage électrique, sans créer une seule retenue supplémentaire, mais simplement en reliant des bassins existants et en suréquippant des usines. Nos 0,4 TWh de retenue de STEP sont performantes, mais elles font pâle figure par rapport aux ressources à l'échelle européenne.

Enfin, la France a développé son réseau sur l'axe Nord-Sud pour des raisons historiques (charbon au

Nord, hydro au Sud). C'est un avantage considérable par rapport à nos voisins allemands : en nous tournant vers le Sud et vers le Nord, nous pouvons exploiter les régimes de vent variés, les sautes d'hiver côté demande et côté offre,

Depuis quelques années, la NASA met à disposition des données réanalysées sur une grille d'environ 50 X 50 km. Ces bases de données incluent sur base horaire la température, l'ensoleillement, le vent... justement les trois variables centrales pour aller vers «100% ENR ». Elles recoupent précisément les productions (*). Ces données massives et précises permettent la simulation multi-annuelle d'installations « ex-nihilo » par exemple en mer, et aussi une modélisation puissante et démonstrative .
[* Nos collègues de l'équipe PlenR de Lille ont calculé avec succès la production éolienne de centrales au large de la Belgique pour le compte du réseau belge, avec une précision remarquable].

UNE REPRESENTATION PRECISE DES SCENARIOS

De même, une nouvelle génération de modèles exploite les données climatiques massives et calcule le réseau réel (28 pays) incluant Norvège et Grande-Bretagne. Ils permettent d'inclure l'impact de l'éolien offshore et flottant, les échanges et les capacités massives de stockage en Scandinavie, ou encore le couplage des secteurs (industrie, transport). Plusieurs équipes européennes ont développé ces modélisations PyPsa comme celle de Aarhus (Dpt Ingénierie) ou de Frankfurt (Etudes Avancées). Cependant, les contraintes du débat en France font que plusieurs scénarios (Schirizadeh, negaWatt, RTE...) ne tiennent pas ou peu compte des options d'échange optimisé avec le reste de l'Europe. En effet, dans ces travaux, il s'agit d'évaluer l'autonomie de notre pays à court-moyen terme (mission de RTE), de démontrer la faisabilité ou comparer les coûts de scénarios similaires.

C'est un peu dommage, car au final, les conditions mutualisées de flexibilité et le développement massif de l'éolien offshore modifient largement le fonctionnement du système électrique modélisé. Les bénéfices des flexibilités et des stockages sont très supérieurs à la somme des opportunités

nationales. Dans les modélisations PyPSA le niveau de réserves nécessaire est ainsi fortement limité. La mise en commun des réseaux (autour de la mer du Nord mais aussi vers le Sud Méditerranéen) limite fortement les surproductions renouvelables et multiplie l'opportunité de foisonnement entre systèmes nationaux

PAS DE RENOUEVABLES

« GRATUITES »

Ces perspectives plus large, incluant le reste des réseaux Européens sera utile pour éviter une illusion encore répandue, celle des énormes excédents d'énergie renouvelable, elles mêmes induites par les puissances gigantesques suggérées par des modèles fonctionnant sur des périmètres trop réduits.

Les travaux de l'étude de référence GRT-GRDF-ADEME sur la méthanation et d'autres travaux de E&E Consultant mettent en garde contre cette vision trop généreuse des surplus éoliens ou solaires. Celles-ci sont prétexte à toutes sortes de conversations sur la production d'hydrogène. Les exemples pratiques (auto-consommation de milliers de branchements PV sur l'eau chaude domestique en Allemagne, l'utilisation dans les Pompes à Chaleur en Scandinavie...) suggèrent qu'un système massivement variable optimisera en bonne partie ces ressources, surtout dans le cadre du réseau européen. Il n'y a pas d'électricité « gratuite » pour la production locale d'hydrogène, qu'elle soit solaire ou nucléaire.

On remarque aussi que les options de flexibilité désormais de mieux en mieux décrites ne sont pas des objets « locaux » mais des combinatoires à grande échelle. Une organisation optimale ne reviendra pas sur le marché intégré, elle devra aller plus loin en limitant abus et rentes des centrales fossiles.

SURDETERMINATION OFFSHORE

Nous vivons dans une toile interconnectée qui vise 300 GW (Commission Européenne) d'éolien offshore, voire 600 GW (l'industrie européenne), majoritairement en Mer du Nord. L'enjeu : produire

en quasi-continu la moitié de l'électricité de l'Union. Cet enjeu est quasi-consensuel dans les pays riverains de la mer du Nord. 300-350 GW d'off-shore, c'est une production de l'ordre de 1400-1800 TWh, qui domine bientôt le système électrique de la plaque centrale et détermine tout le reste de l'organisation du système. Le « Frexit électrique » est totalement absurde, anti-économique et retarderait la transition.


QUI SERONT LES GAGNANTS ?

- Tout d'abord il s'agit d'exploiter les régimes de vent complémentaires de celui de la mer du Nord. Le « swap » entre un parc de l'Atlantique ou du Golfe du Lion et l'éolien massif de la mer du Nord garantit un ruban quasi-continu sur l'année. Le premier gagnant est donc l'opérateur de centrales combinant les deux extrémités.

- C'est donc un fort argument pour pousser les feux sur le chantier de l'éolien posé et flottant. Ce dernier offre la promesse de facteurs de charge encore plus considérables (65% pour Hywind au Portugal !). C'est aussi l'intégration de la France dans un des écosystèmes industriels des plus dynamiques au monde, dans lequel l'Europe reste leader incontesté.

- Le barycentre des projets d'éolien offshore se trouve au sud de la Mer du Nord, proche de Sangatte et bien relié vers Paris. L'optimisation économique et climatique suggère un nouveau traité entre pays riverains de la mer du Nord et de la Manche (mutualisation éolienne, suppression des rentes aux centrales thermiques fossiles).

- La thermo-sensibilité du parc bâti français reste un handicap, même dans un contexte de flexibilité active. Rénovons massivement !

- Enfin, le perdant logique sera le propriétaire d'installations peu flexibles et inaccessibles sur longue période. La variation saisonnière et mensuelle des prix rendra difficile voir impossible l'amortissement de centrales nouvelles sur l'horizon long. Ceci plaide pour limiter fortement l'investissement dans des réacteurs nucléaires neufs, sur un marché électrique dominé par des ressources à coût marginal très faible. AB. 

AIDER UNE TRANSITION DURABLE DANS LES PAYS EMERGENTS



Centrale solaire PV Prieska en Afrique du Sud (document Total). Une initiative bienvenue de 8,5 Mds\$ vise à sortir le pays du charbon, lancée à Glasgow COP26. Espagne, Maghreb, Mauritanie... le coût H2 est divisé si on produit dans un pays moins dense et ensoleillé. Le bilan carbone (même avec les tankers de transport) est bien plus favorable... La France ou l'UE peut en faire un outil de développement au service des contributions climat des pays partenaires ou dans le cadre de la Convention Climat.

Dans l'exemple développé sur ce cahier d'acteurs, nous avons développé l'élargissement de la « focale » électrique pour tirer bénéfice du chantier de l'éolien offshore et de la flexibilité collective, dans l'Union Européenne et à l'extérieur. Le même raisonnement peut se faire vis-à-vis de la construction d'une Europe du stockage optimisée pour enlever le maximum d'émissions au système. Mais il faut aller plus loin.

La **périphérie de l'Union Européenne** et le **reste du Monde** en développement sont encore un point faible des politiques climatiques de la France. Même ailleurs en Europe, le co-développement des filières de l'hydrogène, l'accélération de la sortie des fossiles électriques ou la création de système de transport performants sont encore absents de nos politiques publiques. Nos chercheurs, politiques ou négociateurs sont plus outillés pour l'UE et pour les PMA. Importants, mais non suffisants :

- **UE** : Les politiques européennes, même si leur inertie ou leurs complications peuvent nous horripiler, sont le lieu principal des progrès de la transition : normes, transports décarbonés, avancées des énergies renouvelables, efficacité énergétique, coûts de carbone aux frontières...

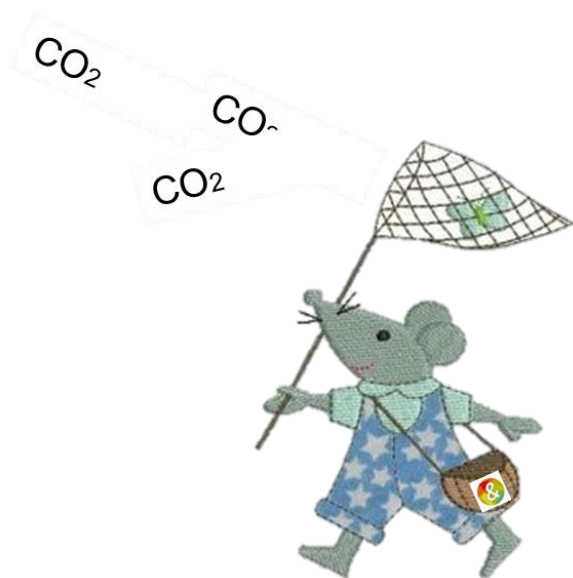
- **Moins Avancés** : De leur côté, les ONG de développement ou de solidarité Nord-Sud, et les Agences Publiques de Développement ont un tropisme fort envers les pays les plus pauvres et leur adaptation au chaos climatique.

Côté mitigation, notre avenir climatique se joue cependant plus encore chez les émergents, y compris les plus importants. Négociateurs, chercheurs et parfois ONG semblent avoir du mal avec cette transition conjointe. Elles mêlent en effet des feuilles de route industrielles, modèles politiques et économiques de développement.

Pourtant, les analystes [par ex. le Sud-Africain Harald Winkler <https://www.sei.org/people/harald-winkler/>] montrent que **la majorité des contributions** des pays membres de l'Accord de Paris sont « conditionnelles », c'est-à-dire qu'elles réclament une telle coopération de la part des pays développés, soit en argent sonnante et trébuchante, soit dans une forme rénovée de mise en œuvre conjointe.

Les mécanismes de Kyoto pour **l'échange de carbone** n'ont pas laissé un très bon souvenir : fraudes ou simple « gruges » à la compensation de GES par des entreprises ou des états, triches signées des plus grands noms de l'audit, tonnes de GES « fantômes » dans la négociation... L'affaire de la TVA sur le carbone au Danemark et en France s'est même poursuivie dans le crime. Cela explique que ces réflexions existent peu dans le cadre de la négociation, ni même dans des cercles européens (avec des exceptions chez nos voisins allemands). L'idée générale, c'est que **l'Europe doit créer un partenariat à grande échelle avec des pays -dont nos voisins si possible- dont la trajectoire est à la hauteur des objectifs de l'Accord de Paris et des Objectifs du Développement Durable**. Voilà un chantier essentiel pour la SFEC et à la hauteur de la diplomatie climatique de notre pays. Antoine Bonduelle


CONCLUSION



Le présent cahier d'acteur plaide pour une vision « pan-européenne » de la transition énergétique et électrique. Cette vision est à la fois la plus rapide et la plus adaptée à l'échelle de la transition. Les travaux les plus récents montrent qu'elle est aussi plus optimisée pour l'économie et l'écologie, par rapport à une vision du repli hexagonal.

Lancer ces chantiers à l'initiative de la France et de l'Union Européenne, c'est s'intégrer dans l'écosystème industriel gigantesque des prochaines décennies. C'est aussi assurer une gouvernance collective cadrée par les Objectifs du Développement Durable.

Ces filières « qui changent le jeu » ne sont pas les seules à reposer sur une nouvelle relation entre la France, ses partenaires de l'Union et ses voisins plus ou moins lointains : le solaire en Espagne mais aussi au Maghreb et au Machrek, voire plus au Sud ; la création de réseaux de transport décarboné partout sur le globe ; la production d'hydrogène ou de carburants synthétiques dans des pays aujourd'hui pétroliers ; la sécurité alimentaire ; l'intégration de la production de matériaux dans un cycle plus cohérent ; la création de filières d'absorption de carbone basés sur des réactions minérales... tous ces projets sont implicites dans les débats du rapport du GIEC AR6. Ils supposent une coopération à échelle large dans l'UE, les pays voisins, et aussi avec les émergents les plus volontaristes de l'Accord de Paris.

Il est temps d'orienter la recherche (politiques internationales, modélisations prospectives, études économiques, recherches technologiques appliquées...) et les appels d'offre industriels vers ces perspectives collectives internationales. 

TROIS QUESTIONS ABORDEES DANS LE CAHIER DE E&E CONSULTANT

1 – QUELLE PART POUR LA TECHNOLOGIE OU POUR LA SOBRIETE ?

3. SOUVERAINETE ECONOMIQUE ET ECHANGES INTERNATIONAUX DANS LA TRANSITION : QUEL EQUILIBRE ?

12. COMMENT ORGANISER LA FIN DES ENERGIES FOSSILES A L'HORIZON 2050 ?

STRATÉGIE FRANÇAISE
SUR L'ÉNERGIE
ET LE CLIMAT