

Compte-rendu Verbatim

Table ronde “Quel mix énergétique en 2050 ?”
du Festival Energies & Océan

Samedi 19 février 2022 à La Rochelle

Salle/adresse : Auditorium Michel Crépeau, Espace Encan

Nombre de participants : 250 dans la salle, 450 en direct

Début/fin : 16h45 > 17h45

Animateur

Fred Courant - L'esprit Sorcier

Participants :

- **Stéphane Signoret** : Membre de l'association Negawatt.
- **Sylvain Roche** : Membre du comité scientifique d'AcclimaTerra.
- **Nadia Maizi** : Auteure principale pour le sixième rapport du GIEC.

Fred Courant : Bonjour à toutes et à tous, bienvenue dans le grand auditorium de l'espace Encan à la Rochelle à l'occasion du festival Énergie et Océans.

Lorraine : Nous sommes en direct pour une heure pour vous proposer une émission consacrée à l'avenir énergétique et électrique de la France.

Jean : Nous répondrons à toutes vos questions : D'où provient l'énergie produite aujourd'hui en France et à quoi ressemblera la consommation d'énergie en 2050, d'où proviendra cette énergie ?

Fred Courant : Voilà, pour le programme et pour cela nous sommes accompagnées de trois invitées. D'abord, en plateau avec nous Stéphane Signoret, bonjour

Stéphane. Je vous présente : Vous journaliste scientifique spécialisé dans la transition énergétique, vous êtes ingénieur de formation, c'est bien cela ?

Stéphane Signoret : Oui, c'est ça.

Fred Courant : En thermique énergétique ?

Stéphane Signoret : Vous connaissez tout de moi.

Fred Courant : Je connais tout et vous êtes membre de l'association NégaWatt qui réunit des experts de l'énergie et des citoyens. Vous pouvez nous présenter les missions de NégaWatt en quelques mots ?

Stéphane Signoret : Bon, en quelques mots c'est très simple, l'association existe depuis vingt ans et elle s'est donnée pour mission de montrer un chemin possible de transition énergétique, le plus précis possible et techniquement envisageable et elle essaie concrètement de le mettre en œuvre en aidant les collectivités et les entreprises via un institut et en aidant les maisons individuelles à se rénover via une petite entreprise qui s'appelle Dorémi.

Fred Courant : D'accord, très bien. Merci. Sylvain Roche, merci d'être avec nous. Vous êtes docteur en économie spécialiste des énergies marines et de la croissance bleue. Vous êtes ingénieur de projet à la chaire transition énergétique territoriale et enseignant chercheur associé à Science po Bordeaux. Et ce n'est pas tout, on y arrive : Vous êtes membre également du comité scientifique d'AcclimaTerra. Qu'est-ce que c'est AcclimaTerra ?

Sylvain Roche : Alors, Acclimaterra, c'est le comité scientifique régional sur le changement climatique qui réunit plusieurs chercheurs de la Nouvelle Aquitaine vraiment dans une approche interdisciplinaire pour faire dialoguer les sciences de l'ingénieur et les sciences humaines et sociales afin d'apporter du savoir aux acteurs du territoire ou décideurs sur la question du changement climatique mais vraiment afin d'englober tous les enjeux qui existent sur la question du risque de submersion sur la forêt et aussi sur la question de l'énergie.

Fred Courant : C'est un peu le GIEC de la Nouvelle Aquitaine.

Sylvain Roche : Le GIEC régional dont le président c'est Hervé le Treut, donc, en plus c'est un historique du GIEC.

Fred Courant : D'accord.

Sylvain Roche : Donc, c'est le GIEC régional pour faire simple.

Fred Courant : D'accord, alors je vous disais que nous étions avec trois invités. Vous dites mais où est le troisième invité ! Eh bien, notre troisième invité est en duplex avec nous, il s'agit de Nadia Maizi. Bonjour, vous nous entendez ?

Nadia Maizi : Bonjour, oui très bien.

Fred Courant : Parfait. Alors je vous présente : Vous êtes professeur à l'École d'ingénieurs Mines ParisTech, vous êtes directrice du centre de mathématiques appliqués et vous êtes auteure principale pour le sixième rapport du GIEC. On en parlait à l'instant ; le Groupe d'Experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. En quoi ça consiste exactement d'être auteure principale du GIEC ?

Nadia Maizi : Alors, en fait, le GIEC a été créé en 1988 et a pour mission d'informer les gouvernements et d'élaborer, en fait, des rapports par rapport aux préoccupations qui les préoccupent, enfin, aux enjeux autour du climat. Et, donc, régulièrement un rapport est publié composé de trois volets : Un premier volet qui s'intéresse spécifiquement à l'évolution du climat qui a déjà été publié pour la sixième édition en août dernier. Un deuxième volet qui s'intéresse aux questions d'adaptation et un troisième qui s'intéresse aux questions de réduction d'émission de gaz à effet de serre. Donc, pour ce travail conséquent, il y a plus de 800 auteurs qui sont réunis sur la planète, qui représente l'ensemble des continents, et ma contribution simple est donc dans le cadre de ce troisième volet sur les solutions pour réduire les émissions de gaz à effet de serre d'intervenir sur un chapitre qui est dédié à la question des solutions liées aux usages, aux comportements, au mode de vie. Solution qui nécessite une grande réflexion aujourd'hui.

Fred Courant : D'accord, très bien. C'est clair. Merci à tous les trois d'être avec nous. Pour commencer et bien cadrer les choses, Nadia justement c'est une question pour vous, j'aimerais bien qu'on rappelle les objectifs qui ont été fixés lors des accords de Paris, c'était lors de la COP21 en 2015, et qui à ce jour ont été signés par plus de 190 pays il me semble, peut être 194 et l'union européenne, c'est ça ?

Nadia Maizi : Oui, alors ce qui s'est passé à la COP21 en 2015, c'est que l'ensemble des pays ont acquiescé sur le fait que oui, il y a avait un problème lié au changement climatique et oui il fallait suivre les recommandations du GIEC et tenter de limiter le réchauffement climatique à deux degrés puisqu'on a évalué au GIEC que les effets d'un réchauffement, qui atteindrait en moyenne 1,5°, serait déjà assez conséquent voire catastrophique dans certaines régions de la planète et donc pour suivre cette recommandation, l'ensemble des pays ont décidé de faire des contributions nationales, qui permettraient de viser d'ici la deuxième moitié du siècle, ce qu'on appelle la neutralité carbone c'est à dire le fait d'effacer les émissions de carbone qui sont émises dans chacun de ces pays de manière nette. Donc, on a le droit de mettre un peu, pour peu qu'on puisse absorber les émissions avec des méthodes naturelles type forêts...etc.

Fred Courant : D'accord, trouver un équilibre entre les émissions, comme on dit anthropique et en fait les puits de carbone qui sont gérés par l'homme, c'est ça ?

Nadia Maizi : Voilà, donc, anthropique ça signifie que ; on est entré dans l'ère dans ce qu'on appelle anthropocène c'est à dire qu'il est maintenant démontré que les activités de l'homme ont un impact sur la planète et que cet impact est néfaste et donc l'idée c'est d'essayer de limiter cet impact et éventuellement de l'effacer. Donc,

ça c'est un objectif qui est visé et pour lequel ; ce qui est important de souligner, l'ensemble des pays se sont engagés sachant quand même qu'il y a une grande polémique du fait que nul n'est sans savoir que la révolution industrielle a d'abord commencé en Europe, en Angleterre plus exactement, et que, donc, le développement qui s'est effectué dans cette région est en train d'être rattrapé par ce qu'on appelle les grands émergents comme la Chine puis l'Inde et que donc il y a dans les discussions au niveau des négociations internationales cet idée de justice et développement équitable. Donc, les pays qui sont les plus émetteurs aujourd'hui réclament le droit de continuer à émettre puisqu'ils estiment que ce sont les pays du nord qui ont une responsabilité historique dans le niveau des émissions actuelles.

Fred Courant : D'accord, merci de nous avoir rappelé un petit peu ce contexte. On va revenir à la situation hexagonale, à la France. Je ne sais pas, peut-être Stéphane Signoret, vous pouvez nous dire, l'échéance que la France s'est fixée pour atteindre cette neutralité carbone. Quelle est-elle ? Et on en est où des objectifs actuellement ?

Stéphane Signoret : Effectivement, la France s'est fixé des objectifs à partir de sa loi de transition énergétique pour la croissance verte en 2015 qui s'est traduit dans une stratégie nationale bas-carbone qui elle-même est déclinée dans une programmation pluriannuelle de l'énergie. Donc, il y a déjà de la planification qui est prévue et qui globalement prévoit qu'on diminue par deux la consommation d'énergie finale en France à l'horizon de 2050 et qu'on se passe progressivement des énergies fossiles. Donc, à minima de les baisser de moins 30% d'ici 2030 par exemple pour ensuite n'en avoir plus du tout à l'horizon de 2050.

Fred Courant : Donc, 2050, neutralité ?

Stéphane Signoret : Exactement, l'objectif est 2050, mais le problème c'est que pour l'instant on a des habitudes de consommation d'énergie fossile assez forte et, on le verra peut-être plus tard, uniquement es énergies renouvelables sont encore loin d'être au niveau, notamment déjà des objectifs européens qui eux-mêmes vont être durcis bientôt. Donc, c'est vrai qu'on n'est pas sur la bonne pente.

Fred Courant : D'accord, merci de nous rappeler tout ce cadre, ça va fixer un petit peu les choses. Sylvain Roche, la neutralité carbone on en parle mais la transition énergétique elle pose aussi des questions, j'allais dire " sociétales ", c'est-à-dire notre rapport à la consommation, la biodiversité, c'est votre domaine ça ?

Sylvain Roche : Oui, effectivement. C'est important de comprendre que la transition énergétique ne peut pas se limiter à être une simple transition technologique. La transition énergétique doit être pensée dans une vision systémique. Pour le coup, effectivement, les problématiques qui relèvent des sciences humaines et sociales ont tout leur sens. L'énergie c'est, effectivement vous rappeliez la question de la sobriété énergétique, le rapport à nos modes de vie, à nos consommations mais aussi, finalement, au modèle économique et social. Donc, nous c'est vrai que dans le cadre d'Acclimaterra, on travaille sur deux volets spécifiques, on va dire la

question de l'appropriation ; comment les territoires, les citoyens peuvent s'approprier la question de la transition énergétique et y participer et pour le coup ça serait des organismes comme Energie partagée ou même en région, le réseau Sirena, aident à la construction de projets collaboratifs qui intègrent pleinement le citoyen dans cette transition énergétique. Aussi, plus largement, questionner sur notre rapport à l'énergie, comme le disait Madame du GIEC, on est quand même dans une société, qui depuis la première révolution industrielle, est très énergivore, toujours dans l'espoir de trouver une forme d'Eden énergétique ou trouver l'énergie miraculeuse, un techno-solutionnisme. Effectivement, donc, la question des sobriétés, il existe plusieurs scénarios, L'Adem, Negawatt...

Fred Courant : On va y venir dans le détail. Ça c'est notre côté un petit peu pédagogique pour bien fixer les choses. J'aimerais bien qu'on rappelle, tout de suite, parce qu'il va falloir abandonner les énergies fossiles pour aller vers des énergies plus " propres ". Je mets toujours les mots entre guillemets, il faut faire attention. Jean, est-ce que tu peux nous rappeler, quand même, quelle source d'énergie nous utilisons ? dans quelle proportion ? En fait, c'est ce qu'on appelle le mix énergétique.

Jean : Exactement, Fred, c'est bien ça. Alors, le mix énergétique, c'est tout simplement la répartition de toutes les matières premières et les ressources naturelles qu'on utilise, pour se chauffer, pour se déplacer ou pour s'éclairer par exemple. Parmi ces ressources, on retrouve notamment, le pétrole, l'uranium ou le vent. Ce sont des exemples. On parle aussi de sources d'énergie primaire parce qu'elles sont transformées pour produire de l'énergie. Par exemple, le pétrole est raffiné pour fabriquer des carburants qui serviront à faire fonctionner nos véhicules. L'uranium lui est enrichi puis utilisé dans les centrales nucléaires pour produire de l'électricité qui servira à nous éclairer. Alors, regardons maintenant ensemble à quoi ressemble le mix énergétique français. On remarque, aujourd'hui, que la France consomme majoritairement des sources d'énergie primaires fossiles comme le pétrole, le gaz ou le charbon. Alors, cela représente plus de 46% du mix énergétique. L'autre particularité en France, c'est la part importante du nucléaire avec une part de 40%. Les énergies renouvelables, quant à elles, comme l'éolien, le solaire ou la biomasse ne composent que 12% du mix énergétique français. Mais le problème, c'est que ce mix que je vous présente avec ce graphique ne reflète pas exactement les quantités d'énergie qu'on utilise au quotidien. Autrement dit, ce n'est pas parce que le nucléaire représente 40% qu'on consomme 40% d'électricité. Alors, vous allez me dire pourquoi ? Eh bien, tout simplement, au moment de transformation, du transport et de la distribution des énergies, il y a des pertes plus ou moins importantes. Alors, on va regarder un autre graphique, c'est celui de la répartition de la consommation d'énergie finale. Autrement dit, c'est l'énergie livrée directement au consommateur. Le carburant à la pompe à essence ou l'électricité qui arrive à la maison. Et là, on s'aperçoit que plus de la moitié des énergies utilisées par les consommateurs sont des énergies fossiles. L'électricité qui est pourtant très décarbonée en France ne représente, pourtant, que 25% elle. Alors, évidemment, cette forte consommation de pétrole, de gaz et de charbon, ce n'est

clairement pas un atout pour atteindre la neutralité carbone. Parce qu'on le rappelle, la combustion des énergies fossiles libèrent de grandes quantités de CO₂. Donc, pour atteindre la neutralité carbone en 2050, la stratégie française prévoit de réduire drastiquement notre consommation globale d'énergie, donc, de la réduire de 40%. Pour vous donner une idée, ça reviendrait à revenir au niveau des années 1960 au niveau de la consommation d'énergie. En plus, l'électricité décarbonée deviendra la principale source d'énergie consommée. Sa part devrait même augmenter d'environ 30% et remplacer, en grande partie, les énergies fossiles. Alors, ce sont des objectifs très ambitieux, donc, on se pose naturellement la question de comment on va y parvenir ? Et ça, c'est justement tout l'objet de la suite de cette table ronde.

Fred Courant : On va se poser la question tout de suite. Il y a des chiffres assez surprenants, quand on voit que, effectivement, il faudrait réduire notre consommation d'énergie, c'est une question pour Nadia Maizi si vous êtes encore avec nous. Comment on fait pour réduire notre consommation d'énergie, c'est-à-dire, Jean l'a dit tout à l'heure revenir au niveau de consommation des années 1960, surtout dans une société où on voit qu'on est toujours un peu plus connectés, on consomme toujours plus d'énergie, comment fait-on ?

Nadia Maizi : Alors, si je peux me permettre, je trouve que vous posez le problème à l'envers. C'est-à-dire que directement vous sautez sur la question de l'énergie. Et moi, j'aimerais plutôt qu'on parle des usages, c'est-à-dire que cette énergie si on la consomme, c'est par rapport aux usages que l'on a. En fait, je me demande comment on faisait dans les années 1960, par exemple, par rapport au confort qu'on avait dans nos habitations et quel était le nombre de couches de pulls qu'on portait quand on rentrait chez soi. En fait, c'est vraiment, je pense, de cette façon-là qu'il vaut mieux essayer de réfléchir. Parce que l'énergie, finalement, ce n'est qu'une partie de la responsabilité de l'émission de gaz à effet de serre, même si ça correspond à une grande majorité de ces gaz à effet de serre en termes d'émission de carbone. Donc, je trouve que, quand on parle de cet objectif de neutralité carbone, il y a un raccourci qui est assez mystificateur que de passer directement à la question de l'énergie. Et je suppose que de la question de l'énergie, on va passer à la question du renouvelable vs le fossile vs le nucléaire et on va rater beaucoup d'éléments.

Fred Courant : D'accord.

Nadia Maizi : Pour moi, la vision des années 1960 est assez intéressante, sauf que ce que votre collègue ne nous a pas expliqué, c'était comment était répartie la consommation de cette énergie ? Quels étaient les secteurs, en fait, et donc, quels étaient les usages ? Est-ce que c'était plus tôt les citoyens qui consommaient le plus, est-ce que c'était plutôt parce qu'on avait un pays très industrialisé qu'on avait besoin de beaucoup de consommation d'énergie. Finalement, quel était le schéma économique dans lequel on s'inscrivait ? Et c'est vraiment, en réalité, une réflexion sur la société dans son ensemble, son fonctionnement, les piliers sur lesquels elle repose que l'approche systémique a été mentionnée par un des invités, doit prendre

en compte pour pouvoir apporter des solutions pertinentes par rapport à la grande question qui nous est posée.

Fred Courant : On vous entend bien, mais c'est parce que nous en tant que simple citoyen, on a tendance à faire des raccourcis et des calculs un petit peu rapide en se disant mais on va être plus nombreux mais si on n'est pas plus nombreux, on va être plus nombreux à être plus vieux à utiliser davantage internet etcetera. Donc, on part de ces idées un petit peu candides peut-être pour mieux les déconstruire. Et justement ça nous amène directement à Sylvain Roche puisque la question portait sur nos modes de vie : comment les faire évoluer vers plus de sobriété justement.

Sylvain Roche : Je suis tout à fait d'accord sur ce qui a été dit de revoir notre modèle de consommation hérité de l'après-guerre, celui des trente glorieuses, très productiviste et consommateur d'énergie. Cette grande accélération qui nous a amené au choc climatique, au dérèglement climatique. Alors moi, je dirais, peut-être, quand j'étais étudiant, quand j'avais énormément cru aux théories de Jeremy Revkins. Peut-être que ça va parler à certains dans la salle. De cette société d'hydrogène et surtout de l'alliance de la transition énergétique et de la transition numérique. Et cette alliance, ce couplage, devait finalement amener la société et le monde vers, voilà, une civilisation beaucoup plus sobre, beaucoup plus économe et tout. Sauf que les derniers rapports qui sont sortis, notamment du SHIFT, montrent que l'innovation est de plus en plus énergivore et surtout que nos politiques d'innovation sont dictées par l'offre et non pas la demande. Et c'est vrai que lorsqu'on voit que la demande énergétique qui va s'opérer dans les prochaines années autour des transports, avec la voiture électrique, que ce soit aussi avec les systèmes numériques, les smart-grids qui sont demandeuses d'énergies, les datacenters. Moi, personnellement, je suis assez capable d'être plus sobre tant qu'on ne modifie pas notre rapport qu'on a à l'innovation et surtout à notre modèle de consommer. Consommer moins, consommer mieux.

Fred Courant : On a pourtant parlé là, tout à l'heure, d'un chiffre, d'un objectif de diminuer de 40%.

Sylvain Roche : 40% ! Alors après, je pense que c'est important déjà de prioriser les priorités publiques. Donc, voilà, trouver un équilibre qui n'est pas forcément simple entre les politiques de biodiversité et la politique énergétique et surtout axer sur les usages qui décident une révolution la plus rapide. Et là pour le coup, il y a la question des habitats, la rénovation des bâtiments, je pense aussi à la question des transports. Tout à l'heure, je voulais revenir sur la question de tout ce qui est retrofit, comment on peut optimiser le patrimoine déjà existant, mais, effectivement, c'est à la fois travailler sur la technologie, trouver des technologies de rupture beaucoup plus sobres et aussi travailler sur nos comportements, l'aspect social.

Fred Courant : Alors, si on se résume pour le moment. Eh bien l'électricité va devenir l'énergie majoritairement consommée qui plus est une électricité décarbonée. Ça c'est absolument indispensable. Alors, comment va-t-on produire ou

comment peut-on imaginer que nous allons produire cette électricité décarbonée en 2050 ? Bon, on peut faire un point, Lorraine, ensemble rapidement là-dessus.

Lorraine : Tout à fait, Fred, il va falloir modifier notre mix électrique, à ne pas confondre avec le mix énergétique que Jean vous a détaillé plus tôt. Le mix électrique, c'est la répartition des différentes sources de production d'électricité. Alors, pour savoir comment évoluer regardons déjà où nous en sommes. D'après les chiffres de 2020, le nucléaire produit les deux tiers de notre électricité contre un quart pour les énergies vertes. Parmi ces énergies renouvelables, on trouve, tout d'abord, l'hydraulique en bleu sur ce graphique, ce sont par exemple des barrages ou des centrales sur les fleuves, puis viennent l'éolien terrestre, le solaire et les bioénergies. Enfin, il reste 7,5% de la production qui est assurée par la thermique comme des centrales à charbon ou au fioul, cette partie utilise des ressources fossiles et émet en prime beaucoup de CO2. Alors, pour se projeter en 2050, le gestionnaire du réseau électrique RTE a publié, l'année dernière, un rapport détaillé sur le futur énergétique de la France. Il y présente six scénarios dont un composé à 100% d'énergies renouvelables, c'est le scénario M0 pour les intimes. Dans ce mix, toutes les centrales nucléaires sont fermées en 2050, la production de l'électricité se partage principalement entre l'éolien terrestre, l'éolien en mer et le solaire dont la capacité aura été multipliée par vingt. Alors, à l'opposé de ce scénario RTE, le gestionnaire nous présente un mix composé de 50% de nucléaire. Pour ce mix-là, il nécessite la construction de nombreux réacteurs et l'allongement de la durée de vie des centrales existantes, mais même dans un tel scénario les capacités des énergies renouvelables augmentent un minimum pour couvrir la demande en électricité. Alors d'après les enseignements présentés dans le rapport, RTE se place plutôt en faveur des scénarios avec du nucléaire. L'option 100% énergies renouvelables demanderaient une installation des énergies vertes trop élevées et un coût trop élevé également. Et il semble que la France se dirige dans cette voie. C'est, en tous cas, la volonté d'Emmanuel Macron d'après ses annonces du début du mois. Alors, nous aurons l'occasion d'en discuter plus en détails vers la fin de l'émission quand nous aborderons la question du nucléaire Mais de nombreux acteurs des énergies comme NegaWatt par exemple ne partagent pas la position du président et l'association a publié son propre rapport l'année dernière, elle y présente un seul scénario sans traces de nucléaire.

Fred Courant : Eh bien voilà, la transition est toute faite. Stéphane Signoret, c'est une question pour vous, parce que NegaWatt, dans votre scénario l'année dernière, c'est 100% d'énergies renouvelables en 2050, c'est possible ? C'est un objectif atteignable ? Comment vous faites dans les grandes lignes ? Alors, on ne va pas faire un discours d'expert, je vous le dis tout de suite. On fait un programme grand public pour se repérer un petit peu, mais dans les grandes lignes comment vous atteignez le 100% renouvelable ?

Fred Courant : Et ben on l'atteint en reprenant ce qu'on a dit tout à l'heure. Ce qu'ont dit les deux autres intervenants, c'est important, on ne peut pas ce système

énergétique sans penser, d'abord, les usages, la demande, c'est à dire ce qu'on consomme nous. Donc, c'est vraiment le cœur de Négawatt, depuis le début on a travaillé sur l'usage et la demande et les services que nous apporte l'énergie. Et puis quand je dis ça, on regarde la chaleur, la mobilité, l'électricité spécifique, on regarde dans le bâtiment, dans l'industrie et dans le transport etcetera. On remonte tous les besoins et on voit comment on peut les faire évoluer à la baisse. Vous étiez très interrogatif sur la capacité à atteindre moins 40% voire moins 50%. Le scénario de Négawatt, on arrive à moins 53% d'énergie finale en 2050. Tout cela, parce qu'avec chaque petite case de consommation, on applique de petites hypothèses de sobriété et d'efficacité et j'insiste bien sur ces deux mots qui sont différents, on peut arriver petit à petit à faire baisser la consommation d'énergie sans forcément rogner énormément sur notre confort, ça c'est vraiment super important à comprendre.

Fred Courant : On n'a peut-être pas, tous, la même notion du confort ?

Stéphane Signoret : Après, il y a clairement des inégalités en termes de consommation d'énergie qui sont souvent corrélées à votre niveau de richesse. Donc, c'est sûr que certains qui sont très émetteurs de CO₂, parce qu'ils ont les revenus les plus élevés, auront plus d'efforts à faire probablement. Mais, en tout cas, techniquement parlant, c'est possible avec, certes, des hypothèses de sobriété qu'on peut discuter socialement parce que tout le monde n'a pas le même sentiment vis-à-vis de ça. En tous cas, on peut arriver à baisser la consommation et si on arrive à baisser la consommation, à ce moment-là, on peut produire uniquement avec des énergies renouvelables. Donc, non seulement toutes les énergies confondues, c'est-à-dire les bioénergies qui vont nous aider à faire de la chaleur, mais bien sûr, comme vous l'avez dit, celles qui vont faire de l'électricité puisque l'électricité va devenir le vecteur n°1 de la transition énergétique. Il est très facile à utiliser, on a beaucoup d'infrastructures déjà, en plus c'est facile de le décarboner. Après la question, c'est voilà, on n'est pas tous d'accord dans les scénarios, parce que certains l'imaginent comme le président, qu'on va aller plus sur la consommation d'électricité, mais dès lors qu'on fait ça, on revient dans ce qu'a dit Sylvain, on retombe dans un modèle productiviste et si on retombe dans un modèle productiviste, on va retomber dans les mêmes travers c'est-à-dire qu'on va avoir beaucoup d'impact sur l'environnement en matière d'accès aux ressources et donc finalement on ne change pas de logiciel et si on ne change pas de logiciel, on n'est pas sûr d'arriver au résultat final qui est la neutralité carbone.

Fred Courant : D'accord, c'est intrigant un scénario pour 2050 100% renouvelable. Ça peut être séduisant, qu'est-ce que vous en pensez Sylvain ? Atteignable, pas atteignable ? Utopique ?

Sylvain Roche : Alors, je dirais atteignable mais la transition énergétique nous oblige à repenser notre modèle énergétique mais même sur un plan spatial. Toutes les révolutions industrielles sont toujours allées vers des énergies de plus en plus productives avec des densités énergétique de plus en plus fortes. Or, la transition énergétique bouleverse ce schéma classique et au contraire maintenant on est dans

des énergies qui vont demander de plus en plus d'espace. C'est le cas pour l'éolien, c'est le cas aussi pour le solaire avec le projet Horizéo qui a été débattu ces derniers mois en Nouvelle Aquitaine. Donc l'innovation, la transition énergétique va être source de désordre, de conflit, de controverses. Toute la question, c'est de savoir comment on arrive à réguler et là pour le coup je rebondis sur une thématique qui m'est chère, c'est la question de l'appropriation. Comment on arrive à créer un consensus entre le besoin de l'énergie parce que même si on va vers de la sobriété, il va falloir développer les énergies renouvelables et une appropriation, une acceptabilité de la population. Donc, les défis sociétaux sont assez énormes et la sobriété, je dirais qu'on peut l'atteindre sur deux logiques, bien évidemment, revoir notre modèle économique classique mais aussi surtout le modèle innovation : encourager la question du rétrofitage. Le comment on valorise, on optimise, les technologies déjà existantes notamment dans les transports, dans l'éolien là où le whippe augmente, c'est-à-dire améliorer, garder le maillot, changer les pales d'éoliennes

Fred Courant : Pales ?

Sylvain Roche : Exactement, pour vraiment intégrer cette transition énergétique, plus largement, dans une économie circulaire, passer d'un processus d'innovation linéaire plutôt dans un processus d'innovation circulaire. Donc, c'est vraiment un changement paradigmatique assez énorme qui demande un dialogue constant entre les sciences de l'ingénieur et les sciences humaines et sociales et ce qu'on travaille à Science Po Bordeaux et à Acclimatera.

Fred Courant : Nadia Maizi, Votre point de vue vous sur un avenir sans 100% en 2050 renouvelable ?

Nadia Maizi : Alors, moi n'y crois absolument pas. 2050, c'est dans 28 ans et on n'est absolument pas aligner pour être 100% renouvelable en France pour tout un tas de raisons qui des raisons qui sont liées à l'inertie du système énergétique existant déjà, liées à la difficulté de nos politiques de se positionner par rapport à un engagement qui serait radicalement différent de celui dans lequel on est déjà. On voit bien que notre président a attendu la fin de son mandat pour se positionner par rapport au nucléaire alors que la loi avait édicté d'abord une limitation 50% du nucléaire dans la production électrique à l'horizon 2025 puis revisiter pour l'horizon 2035. Donc, il y a des tergiversations qui sont, je pense, très dommageables en réalité pour l'orientation générale par rapport à cette nécessité d'atteindre la neutralité carbone. De plus, qui dit renouvelable 100%, on dit qu'il y ait des filières industrielles qui soient présentes pour sous entendre cet effort, qui seraient fait dans le changement de type d'installation qu'on va... Or, ça n'est absolument pas le cas aujourd'hui. Donc, il faut réfléchir aussi en termes de compétitivité industrielle. Est-ce que on veut reposer sur des technologies qui ne sont pas, ni maîtrisées, ni fabriquées localement. Et pour pousser encore plus loin la difficulté, on est aujourd'hui dans un réseau centralisé et l'avènement du renouvelable devrait également voire la revisite de toute l'organisation du réseau électrique. Donc, ce

n'est pas que c'est un objectif qui me déplait mais je veux dire " soyons réalistes ". Les questions si c'est est-ce qu'en 2050, on est encore non renouvelable en France ? Je dis, il n'y a aucune chance.

Fred Courant : Ok, merci de votre point de vue. Ce n'est pas facile, dites-vous, pour nous en tant que citoyens parce que vous êtes tous des experts. Il y'en a qui disent " oui ", c'est possible et bien d'autres qui nous disent " bah, non, ce n'est pas possible ". Alors, vous êtes d'excellents scientifiques, connaisseurs, qui doit-on croire ?

Nadia Maizi : Ben, comment ça qui doit-on croire ?

Fred Courant : J'ai entendu deux points de vue différents.

Nadia Maizi : Oui, oui, moi ce que je pense c'est que, en fait, peut-être que tout le monde est très bonne foi et peut-être que certains ne prennent pas en compte tous les éléments de l'équation. Malheureusement, il y a toujours cet effet pneumatique, c'est-à-dire que on va s'asseoir quelque part et on ne va pas se rendre compte que ça fait remonter tout un tas de choses derrière. Moi si je vous dis que ce n'est pas réalisable d'ici 2050, je suis sûr que le monsieur qui vient de dire le contraire, il est d'accord avec les arguments que je viens de mentionner. Alors, ça veut dire quoi ? Ça veut dire qu'aujourd'hui qu'on se mette tous là maintenant, tout de suite, à l'instant. Et encore, on ne va pas y arriver parce que je vous dis, c'est des arguments liés à l'inertie du système. Les centrales qui sont installées, qu'est-ce qu'on fait ? On les décommissionnes ? On met au chômage tout le monde du jour au lendemain ? On réforme des experts sur l'implémentation de ces technologies qui ne sont pas installées aujourd'hui ? On met des panneaux solaires qui recouvrent le territoire ? Je veux dire soyons sérieux. Moi, je pense que je suis une bonne scientifique et je peux vous démontrer très clairement, si vous me donnez un peu plus de temps...

Fred Courant : Et ben c'est tout notre problème dans cette émission. On aimerait bien, on a une heure d'émission et donc on aimerait bien. On est certains que vous allez pouvoir échanger des arguments aussi. Après, on est absolument conscients que vous êtes tous de bonne foi. On voudra avancer un petit peu, puisqu'on va à 100% pas à 100%, on oublie la question maintenant. Désolé, on va avancer, mais surtout comment on va fabriquer cette énergie décarbonée ? On voulait passer plusieurs types sources d'énergie pour répondre, on a récolté auprès du public un certain nombre de questions essentielles, qui sont peut-être, d'ailleurs on verra, des idées reçues ou pas ? Et on va commencer par l'éolien et notamment l'éolien terrestre. On regarde ce petit sujet état des lieux en France.

Voix : Pour comprendre la place de l'éolien en France, voyons d'abord où se situe le pays par rapport à ses voisins européens. L'Allemagne arrive loin en tête avec une puissance installée de 60 gigawatt suivie par l'Espagne et le Royaume-Uni. La France est en 4ème position avec 17 gigawatt installés fin 2020. Actuellement, le parc éolien se compose uniquement d'éoliennes terrestres. Leur développement est contrasté d'une région à une autre. Les Hauts de France et la région du Grand-est

possèdent les parcs installés les plus importants. L'ensemble des installations françaises a fourni 7,9% de la production électrique nationale en 2020. Cela peut paraître peu à l'échelle du territoire mais depuis 20 ans la part d'électricité produite par des éoliennes ne cessent de progresser dans le pays. Rien qu'entre 2019 et 2020, la production éolienne a progressé de 17,3%. Si cette augmentation s'explique, en partie, par des conditions météo favorables, les nouvelles installations y participent aussi. La France se fixe l'objectif d'atteindre plus de 30 GW de puissance éolienne installée d'ici 2028. Le gouvernement compte aussi développer l'éolien en mer et atteindre au moins 5 gigawatts de puissance installée en 2028. Il faut dire que la France a de nombreux atouts naturels. Elle possède le deuxième gisement de vent pour l'éolien en Europe répartie à travers ces quatre façades maritimes. D'ailleurs, plusieurs projets de parcs éoliens marins sont déjà programmés. On peut citer, par exemple, ceux de Fécamp, de Coursouilles-sur-mer, Saint Brieux ou encore Saint-Nazaire. Bref, vous l'aurez compris, l'éolien en France a un bel avenir devant lui.

Fred Courant : Bon alors, tous les scénarios montrent une augmentation de la production de l'électricité par l'éolien. Quoi qu'il en soit et pourtant la majorité de Français n'a pas une très bonne image de l'éolien. Il y a un sondage IFOP qui a été publié en novembre dernier dans lequel 44% des Français déclarent avoir une mauvaise image de l'énergie éolienne contre 34% une bonne image. On pointe aussi du doigt le manque d'efficacité de l'éolien. C'est un problème qui est montré par 67% des personnes interrogées, mais bon, comme je le disais tout à l'heure, il y a peut-être quelques idées reçues auxquelles il faudrait tordre le cou. Alors, dans le cadre de notre rubrique, j'ai entendu dire beaucoup de choses. Jean, première question.

Jean : Oui, alors un certain nombre d'entre vous ont entendu dire que les éoliennes que 25% du temps, alors Stéphane Signoret, je me tourne vers vous, qu'est-ce qu'on peut répondre aux gens qui ont entendu dire ça ?

Stéphane Signoret : Eh bien, malheureusement, ils se trompent, si je veux dire vrai ou faux, les éoliennes tournent bien plus souvent entre 70 et 90% du temps parce que les régimes de vent sont plus ou moins forts, mais du coup elles ne tournent toujours pas à leur vitesse maximum.

Fred Courant : Il ne tombe pas du ciel ce chiffre-là, 25, 26, c'est ce qu'on appelle le facteur de charge.

Stéphane Signoret : C'est ce qu'on appelle le facteur de charge. Dès lors qu'on fait la moyenne sur l'année, on regarde la puissance maximum, ça représente 25% de la puissance maximum. En réalité, les éoliennes tournent beaucoup plus souvent et même ce chiffre de 25% qui malheureusement est pré justement dans le rapport de RTE qui disent 23 pour prévoir ce qui sera produit dans les années futures. Ils ont relativement sous-estimé les nouvelles machines qui sont parfois plus grandes tournent jusqu'à 30% et plus on met d'éoliennes en France, plus on a la chance

d'avoir des vents très différents sur différents régimes de vent. Ce facteur de charge va forcément augmenter. Donc, en fait, plutôt, c'est une très bonne nouvelle et 25% passe à 30%, c'est déjà un énorme progrès.

Fred Courant : Donc, 30% ça veut dire 30% de l'année. Il est à sa production maximale.

Stéphane Signoret : C'est l'équivalent de 30% à sa production maximale.

Fred Courant: Et en mer on arrive à des chiffres beaucoup plus élevés.

Stéphane Signoret : En mer, les éoliennes sont plus grandes plus toillées comme on dit, c'est à dire qu'à surface balayée par les pales est beaucoup plus grande je pense qu'on peut arriver au moins jusqu'à 45 ou 50 % je pense qu'on évoque des facteurs de charge de ce niveau-là haut pour le flottant quand on va loin.

Fred Courant : D'accord, très bien. Alors, on continue Lorraine sur le chapitre des grandes questions et des " j'ai entendu dire".

Lorraine : Et ben moi, j'ai entendu dire que l'électricité issue de l'éolien coûte plus cher que le prix moyen du marché. La facture d'électricité, c'est une préoccupation majeure. Sylvain Roche est-ce que vous pouvez répondre à ça ?

Sylvain Roche : Or, concernant le coût des ENR, effectivement, il y a trois coûts à prendre en compte. Il y a le coût de la production, ce que coûte l'énergie qui est produite et le coût du stockage qui, voilà, via les innovations technologiques va être un coût qui va forcément augmenter dans les prochaines années. Et je dirais, le coût de la mise à niveau du réseau aussi. Donc ces trois coûts, effectivement, ils vont évoluer en fonction aussi de notre capacité de voir développer les énergies renouvelables, notre ambition à développer ces types d'énergie, mais je dirais après concernant le coût et le prix ça dépend aussi de la courbe d'apprentissage. Plus on va développer ces énergies plus leurs prix vont baisser. Et tous les scénarios montrent que ces dernières années les énergies renouvelables, le prix des énergies renouvelables, désormais ce sont des énergies totalement compétitives avec les énergies classiques, que ce soit les énergies fossiles voire même les nappes.

Sylvain Roche : Les énergies renouvelables si on les compare à l'énergie nucléaire historique, on va y revenir, mais non elles sont un petit peu plus élevées.

Fred Courant : En mégawatt/heure.

Sylvain Roche : Sauf que, honnêtement, on observe que les énergies renouvelables notamment les plus matures comme le solaire et l'éolien terrestre d'ici les prochaines années vont être totalement compétitifs face au nucléaire historique que sont les réacteurs à eau pressurisée de deuxième génération.

Fred Courant : D'accord, on va y revenir ça aussi. On va s'arrêter quelques instants sur l'éolien offshore vous savez bien sûr qu'il fait l'objet du débat public ici qui se tient donc actuellement concernant le projet d'un parc éolien au large de l'île

d'Oléron. On va s'intéresser, tout de suite, aux différentes, pour y voir un peu plus clair, aux différentes technologies d'éoliennes offshore. Regardez.

Voix : Aujourd'hui, il existe deux façons d'installer des éoliennes en mer. A ce jour l'éolien posé représente la technologie la plus avancée et la plus répandue à travers le monde. Ces éoliennes sont fixées à une structure ancrée dans le plancher océanique. Elles sont installées à proximité des côtes là où la profondeur des fonds marins ne dépasse pas les 50 m. Au-delà de cette limite, il devient plus difficile et plus coûteux d'installer ce genre d'éoliennes. C'est pourquoi une autre technologie est en train d'émerger : ce sont les éoliennes flottantes. Elles se distinguent des éoliennes posées par les énormes flotteurs métalliques situées à la du mât. Leur principal avantage, c'est de pouvoir être installée plus au large des côtes là où le fond de l'océan dépasse les 50 m. En s'éloignant des côtes, les éoliennes profitent de vents plus forts et plus réguliers que sur terre. Autre atout, les éoliennes flottantes peuvent être construites et assemblées au port pour réduire les coûts puis remorquées par bateau jusqu'à leur emplacement final. Là, les flotteurs sont reliés aux fonds marins grâce à des lignes d'ancrage pour éviter que l'éolienne dérive, mais quelle que soit la technologie utilisée l'électricité produite par les éoliennes en mer est acheminée jusqu'à terre grâce à des câbles sous-marins étanches. En France, parmi les projets de parcs éoliens en mer, certains prévoient l'installation d'éoliennes posées comme à Fécamp, Saint Briec ou Saint-Nazaire et d'autres sites accueilleront des éoliennes flottantes comme à Groix, Leucate ou Faraman. Même si l'éolien posé est une technologie plus mature, l'éolien flottant a le vent en poupe. Cette technologie émergente pourrait bien devenir majoritaire en 2050.

Fred Courant : Alors l'éolien en mer a peut-être le vent en poupe. En attendant, la France est quand même sérieusement en retard en Europe comment on explique Sylvain Roche ? Ah je sais, c'est l'objet de votre thèse. Non, non vous n'avez pas une thèse.

Sylvain Roche : La question du retard. Effectivement, je vais essayer d'être le plus bref. Trois raisons, la question de la planification qui n'a pas été assez efficace lancée dès le départ dès, la fin des années 90.

Fred Courant : On ne s'y est pas intéressé ?

Sylvain Roche : Comment ?

Fred Courant : On ne s'y est pas intéressé ?

Sylvain Roche : Mais disons on l'a peut-être, comment dire, sous-estimé, la question des conflits d'usage l'intégration d'une activité nouvelle qui est celle de la production d'énergie dans des activités traditionnelles comme la pêche. Effectivement, la prise de conscience est arrivée, je pense, de manière trop tardive. Deuxième raison, la question de l'étape ratée du prototypage, qui est celle voilà de l'appel d'offres de 2004 où effectivement il devait y avoir un projet, le projet vos lettres sur mer qui devait être inauguré en 2007, qui était un projet de 105

mégawatts qui aurait permis de désacraliser cette technologie d'avoir des retours d'expériences, d'avoir des études environnementales. Ce parc ne s'est pas fait. Donc, voilà, on n'a pas eu cette étape nécessaire dans un processus classique d'innovation. Et enfin, la question plutôt sociale, c'est que l'éolien en mer, qu'il faut bien comprendre, que c'est une innovation de rupture notamment en France.

Fred Courant : Pourquoi ?

Sylvain Roche : Pourquoi, parce que c'est une double transition : une transition énergétique et une transition marine. C'est pour ça, j'aime parler de l'éolien en mer que c'est une transition maritimo-énergétique car c'est, bien évidemment, passer d'un modèle carboné à un modèle décarboné avec toutes les problématiques qui peuvent se poser notamment paysagère parce que, n'oublions pas, la transition énergétique c'est aussi une transition paysagère.

Fred Courant : Et le problème se pose déjà à terre ?

Sylvain Roche : Ah oui, bien évidemment, mais c'est quand même différent parce que c'est aussi porter un nouveau regard sur la mer, c'est mettre l'industrie au large de nos côtes. Chose qui est totalement différente en Grande Bretagne ou aux Pays Bas ou en Belgique où ils ont déjà des passants de pétrolière offshore. Donc tout ce travail finalement de nouveau rapport au paysage du nouveau rapport au milieu marin, en France ça demande un changement paradigmatique assez énorme. Et c'est pour ça que c'est une innovation de rupture à mes yeux. Ce n'est pas une simple marinisation de l'éolien terrestre tels que les acteurs de l'éolien et même le politique l'avaient pensé au début des années 2000. Non, c'est autre chose, c'est plus grand, c'est plus ambitieux

Fred Courant : C'est culturel en même temps ?

Sylvain Roche : C'est culturel, c'est voilà, c'est on fait rentrer dans le paysage la transition énergétique, on fait entrer dans le paysage du 21e siècle.

Fred Courant : D'accord, on va aborder les quelques questions de l'impact environnemental des éoliennes offshore. Je crois qu'on a une question Jean ?

Jean : Exactement, on entend souvent dire par exemple que l'installation d'éoliennes offshore est très dangereuse pour la biodiversité marine notamment à cause du bruit. Alors, est-ce que par exemple Stéphane Signoret vous pourriez nous donner votre point de vue sur ce point ?

Stéphane Signoret : Bon, je vais essayer. Je ne suis pas un grand spécialiste. Je vais revenir, j'ouvre une toute petite parenthèse. Vous allez me le permettre pour dire vraiment qu'il y a une inertie depuis très longtemps, comme l'a dit une autre intervenante en Visio, qui effectivement a fait qu'on a pris énormément de retard. Et c'est un vrai problème à la fois culturel, comme on disait là, mais aussi politique, nos politiques ont très mal compris depuis des années ce qu'il fallait faire et c'est vrai que nous on explique depuis quinze ans que c'est possible, mais malheureusement ça ne s'est pas entendu tout le monde. Bon, je referme ma parenthèse mais

vraiment c'est un des points de blocage majeur pour le fait que la France est en retard

Fred Courant : Vous voulez dire que les scientifiques ne sont pas tellement écoutés par les décideurs ?

Stéphane Signoret : Les scientifiques sont mal écoutés et surtout nos décideurs n'ont pas la culture, je schématise un peu, mais ils n'ont pas la culture, ils ne regardent pas assez l'esprit sorciers en fait.

Fred Courant : Merci, on ne va pas se faire que des amis.

Sylvain Roche : Bon, je vous disais, il y a deux verrouille à l'inertie des sciences et techniques déjà en place : Une forme de dépendance aux sentiers sur des technologies matures qui continuent à bloquer des alternatives et aussi, qu'on le veuille ou non, une forme de conservatisme aussi politique à s'imaginer autre chose. Mais là on pose la question, on va y revenir, du verrou de nucléaire qu'on a, voilà, des décisions qui ont été prises dans les années 70 via le programme Messmer de lancer un grand parc électro nucléaire en France et puis même de manière plus proche le lancement en 1987, 1988, qui continue aussi à dicter la politique énergétique de la France.

Fred Courant : On va en parler un petit peu en fin d'émission mais je vous signale que vous ne répondez absolument pas à la question.

Stéphane Signoret : Oui, je n'ai pas répondu à votre question. Bien sûr, il faut faire attention parce qu'installer forcément un outil industriel dans une zone maritime, donc une zone où il y a de la biodiversité il ne faut pas le faire n'importe comment. Et il y a forcément des impacts. En tout cas au niveau de la construction, quand on fait de l'éolien posé, c'est évident. Alors les techniques sont en train de s'améliorer aussi parce que là aussi on fait quand même des progrès pour essayer de faire des techniques de forage d'installation des fins de la structure porteuse qui soit le moins, comment dire, pénible possible pour le milieu marin. Puis après, se pose aussi la question pendant l'exploitation. Là, c'est probablement beaucoup plus minime. Ce qu'il faut aussi voir c'est globalement les effets positifs c'est à dire dans les pays du nord qui ont beaucoup d'éoliens posés. Alors je n'ai pas de connaissance des questions autour de la politique du bruit mais en question de biodiversité, le milieu marin se fixe au pied des structures porteuses dans ces zones qui avaient été surpêchés où il y avait beaucoup plus beaucoup de poissons et ben la faune est revenue. Il y a quand même des avantages qu'il faut aussi savoir regarder très bien.

Fred Courant : D'ailleurs je vous signale un sujet qu'il y a une excellente vidéo de Valentine Delattre de science de comptoir qui porte sur cette question de la biodiversité qui nous permet d'y voir un peu plus clair. De façon générale ce qu'on peut dire et ce que semblent dire les scientifiques c'est que c'est très variable en fonction des sites donc il y a une approche très...

Stéphane Signoret : Probablement besoin de beaucoup plus d'études pour comprendre mais il ne faut pas que les études soient une excuse pour ne pas avancer dans cette marche de la transition.

Sylvain Roche : D'où l'importance des approches la plus fine et plus territorialisée possible...

Fred Courant : Pointu !

Sylvain Roche : Voilà, tout à fait il faut vraiment localiser les études.

Fred Courant : D'où l'importance d'Acclimatera.

Sylvain Roche : Exactement.

Fred Courant : C'est ce que vous vouliez dire. Très bien, on passe à une autre question lorraine.

Lorraine : Oui vous aviez déjà peut-être un petit peu répondu mais en mer on trouve forcément des éoliennes qui sont encore plus grandes que sur terre et moi je me demande je me redemande si ça ne risque pas de gâcher les paysages côtiers en France. et comment on se protège de ça ?

Stéphane Signoret : Vous posez la question à moi ?

Fred Courant : Question très subjective pour le terrestre comme pour le maritime.

Stéphane Signoret : C'est les questions faciles que vous me posez. Alors, sur le paysage côtier je ne sais pas là il y a une expo qui est faite autour de cet espace encan là où nous sommes actuellement et on voit des photos des photomontages du parc qui serait dans la région ici. Effectivement on voit des petits points tout petits. Il faut savoir déjà que la courbure de la terre à elle seule, elle efface 175 mètres de hauteur d'une éolienne si elle est à 50 km des côtes donc c'est quand même relativement minime. Après comme vous l'avez dit, c'est subjectif. Moi, personnellement sur terre je les trouve charmants ces éoliennes. Je pense vraiment, enfin là peut-être que Sylvain connaît mieux mais le paysage, c'est une construction sociale. Ce n'est pas que ça défigure le paysage, c'est que ce sont de nouveaux éléments dans le paysage.

Fred Courant : Comme il y a eu les lignes haute tension et comme l'est la tour Eiffel à la fin...

Stéphane Signoret : Et on a accepté les châteaux d'eau, les sites industriels... Enfin voilà tout ça, vous voyez je pense que comme on l'a dit c'est allé un peu vite peut-être et c'est notre regard doit s'habituer mais en soi ce n'est pas moche.

Fred Courant : Je signale que sur le site du débat public c'est intéressant il y a une simulation de ce que pourrait représenter le parc éolien en mer au large de l'île d'Oléron. Franchement c'est loin on voit ça loin. On ne vous oublie pas Nadia Maïzi vous êtes toujours avec nous ? Je sais, ce n'est pas votre spécialité la biodiversité forcément et tout mais vous avez peut-être un petit mot à nous dire là-dessus sur ce

qui se dit dans l'opinion, sur le risque sur la biodiversité, sur les problèmes de paysage que vous avez un avis à vous donner ?

Nadia Maizi : Je reviendrai sur ce que je vous indiquais au départ et moi il me semble que ce problème doit être vraiment recontextualiser de sorte que si on adopte un projet commun vers une décarbonation qui nécessite la mise en place de nouvelles technologies de rupture comme elles sont décrites par mes collègues sur le plateau, je pense qu'on peut susciter une adhésion, en fait des citoyens. Là il me semble que la difficulté c'est d'avoir une sorte de décorrélation par rapport à l'ensemble des propositions qui sont faites. Qui des éoliennes en mer, qui le vecteur hydrogène pour le nord, qui des panneaux solaires à droite ou à gauche. Je pense qu'en fait les gens ont des raisons d'être quelque part très méfiant plutôt perdu et qu'ils tombent dans ce syndrome du Nimby, c'est à dire pas dans mon jardin mais dans celui du voisin, et parce que on ne sait pas réellement à quoi tout ça va nous mener et par rapport à la remarque qui a été fait sur le fait que les scientifiques sont très mal aimé dans ce pays et particulièrement par les politiques, moi je confirme et je crois qu'il ya eu un manque en fait de compréhension des enjeux qui fait qu'on n'arrive pas à proposer ce projet commun dans lequel ma foi si vraiment on arrive à convaincre les gens que ça va être bénéfique pour eux, d'abord pour leur planète et que la planète c'est quelque chose qu'on partage tous quel que soit l'endroit où on habite, malgré ce que peuvent dire certains candidats, que ça va leur permettre d'avoir une vie meilleure même s'il y a une modification dans leur mode de vie, que ça va permettre de faire face à des problèmes qu'ils ont au quotidien aujourd'hui avec des explosions de prix des ressources dont ils ont la nécessité pour leur usage quotidien. A ce moment-là, sans doute, il y a des choses qui paraissent inacceptables qui vont devenir acceptables mais si tout ça est très mal expliqué et arrive de manière opportuniste par rapport à des grandes échéance électorales par exemple, moi je comprends très bien qu'on dise non : je n'habite pas Oléron enfin je n'ai pas envie qu'on me colle d'une éolienne en face de chez moi quoi. Voilà, parce que ce n'est pas globalisé, parce que ce n'est pas expliqué, parce que ça a l'air d'être de tomber comme un cheveu sur la soupe. Voilà c'est ce que je peux dire en tant que citoyenne pratiquement plus qu'en tant que scientifique par rapport à ces éléments comme vous dites assez subjectifs.

Fred Courant : Merci pour votre point de vue au risque d'être subjectif également je milite pour qu'on écoute un peu plus souvent les scientifiques quand même parce que vous êtes bien placés pour nous dire ce qu'on pourrait faire d'un petit peu mieux pour faire avancer les choses. Il faut qu'on avance dans cette émission je suis désolé, on va quitter l'éolien et en particulier l'éolien offshore on va s'intéresser maintenant à l'énergie solaire à sa place actuelle et future dans notre mix électrique. D'abord un petit rappel de cette source d'énergie en quelques chiffres magnéto.

Voix : En France, parmi les énergies renouvelables, le solaire occupe une place moins importante que l'éolien. A la fin de l'année 2020 la capacité solaire installée représenter 10,39 gigawatts et seulement 2,5 pour cent de la production d'électricité

provenaient de l'énergie solaire. Pour l'instant, le parc solaire se compose majoritairement d'installations de très grande taille au sol ou sur les toits avec des puissances supérieures à 1 mégawatts. La capacité solaire est répartie inégalement sur le territoire. Quatre régions concentrent à elles seules 72% du parc solaire français. Il s'agit de la Nouvelle Aquitaine l'Occitanie la Provence Alpes côte d'azur et l'auvergne Rhône-Alpes. Ces régions bénéficient de bonnes conditions d'ensoleillement propices au développement de l'énergie solaire mais à l'échelle du territoire il existe encore de nombreuses surfaces inexploitées. Les friches industrielles, les toits des parkings ou ceux des centres commerciaux représentent un gisement d'une puissance maximale de 50,3 gigawatts et ça tombe bien car la France compte multiplier par 3 voire 4 la puissance solaire installée d'ici 2028. Pour l'heure le pays est à la traîne par rapport à son objectif. Il sera donc nécessaire d'accélérer les installations dans les prochaines années pour y parvenir. Malgré ce retard, la France se classe 4e derrière ses voisins européens. Une nouvelle fois l'Allemagne arrive en tête en dépassant 50 gigawatts installés suivie par l'Italie et le royaume uni mais ce classement pourrait vite évoluer dont l'avenir du solaire semble radieux.

Fred Courant : Vous rajoutez quand même qu' Emmanuel Macron vient d'annoncer une multiplication par 10 de la capacité solaire installée en 2050. Il y a beaucoup de critiques quand même autour du solaire on peut continuer les questions du public.

Jean : Effectivement, il y a des questions autour des impacts environnementaux alors par exemple on entend dire qu'il faut beaucoup d'espace pour construire un parc solaire et que les panneaux photovoltaïques ne sont pas recyclables. Alors, est-ce que le solaire est une énergie réellement propre ? Stéphane je m'adresse une nouvelle fois à vous.

Stéphane Signoret : J'ai de la chance.

Fred Courant : Il y a des questions qui se posent.

Stéphane Signoret : Dans la question : il y a trop propre, il y a un recyclage et il y a espace. Alors je vais essayer de répondre un petit peu, vite fait. Sur l'espace, bien sûr, par principe un panneau ça prend de la taille du panneau plus un petit peu ce qu'il y a autour, mais il ne vous aura pas échappé comme vous l'avez dit là dans le petit mémo qu'on a énormément de toiture, on a énormément de friches industrielles de zones qui ne sont pas forcément accessibles à l'agriculture voire de zone où on peut faire et du photovoltaïque et de l'agriculture. Il y a l'INRA-là qui est en train de tester un système où des vaches paissent autour des panneaux avec des panneaux verticaux. Bref, donc on a cet espace là et même en multipliant par dix, comme l'a dit Emmanuel Macron, effectivement nous c'est à peu près le niveau qu'on met dans négawatt, on n'utilise pas tout le potentiel qui existe en France loin de là. Donc ce n'est pas vraiment un problème d'espace pour de vrai. Est-ce que c'est propre ? Alors bon vous aurez quand même remarqué que l'énergie du soleil nous arrive gratuitement directement et que ça ne pollue pas jusqu'à aujourd'hui. Le panneau en

lui-même bien sûr a besoin d'être fabriqué avec des produits qu'il faut aller chercher dans la nature. Donc là-dessus les constructeurs et les fabricants de panneaux font beaucoup de progrès et les dernières estimations qu'on a notamment en poids, co2 c'est à dire les émissions de co2 dues à la fabrication des panneaux, si on les fabrique en Europe c'est au tour de 19 grammes de co2 par kilowattheure. On est quasiment au niveau du nucléaire qui est chiffré à 13. Alors, évidemment si le panneau vient de Chine, il va peser plutôt 35 grammes de co2 par kilowattheure donc il y a un vrai enjeu en fait à réindustrialiser ou au moins à l'échelle de l'Europe de manière à pouvoir construire ces panneaux dans notre territoire européen pour bénéficier de cet effet, j'allais dire carbone, pas free mais presque.

Fred Courant : D'accord.

Stéphane Signoret : Donc c'est propre. Enfin, en tout cas c'est plus propre que certaines solutions de très loin. Et puis si je parle recyclage très vite, il faut savoir que la filière commence à s'organiser pour recycler ces panneaux-là. D'abord on a quand même un peu l'obligation sachant que ce n'est pas un enjeu pour tout de suite parce que les vrais volumes de panneaux à recycler ça va être dans dix, quinze, vingt ans. Donc on a encore le temps de s'organiser et là-dessus la recherche fait énormément de progrès En Allemagne, le Frenhofer...

Fred Courant : Il vaut mieux prévoir quand même de les construire avec des idées des produits recyclables.

Stéphane Signoret : Oui, oui, mais le vrai enjeu c'est de ... parce qu'il y a tout 90 % du poids du panneau vous le récupérez facilement : c'est le cadre en alu, c'est des câbles, tout ça on sait faire. Le problème c'est le silicium et Frenhofer vient de de faire un essai où il a recyclé enfin il a construit un panneau à partir de 100 % de panneaux vieux qui ont été réduits en plus en poussière de silicium et refondu pour refaire un panneau et ils sont arrivés quasiment au même taux d'efficacité de conversion de l'énergie solaire en électricité qu'un panneau neuf. Bon, moi j'ai pas de doute que les progrès qu'on va faire d'ici cinq dix quinze ans nous nous réglerons complètement ce problème-là.

Fred Courant : D'accord, très bien. On va avancer, je suis désolé il faut qu'on aille un petit peu vite. En tout cas le problème pour le solaire comme pour l'éolien ben c'est celui de ce qu'on appelle certains appellent ça l'intermittence d'autres la variabilité. On joue un petit peu sur les mots ça veut dire que quand il n'y a pas de vent il n'y a pas de production d'électricité qu'il n'y a pas de soleil il y a moins de production d'électricité aussi. Donc et comme on le sait l'électricité à proprement parler ne se stocke pas. Il faut toujours qu'il y ait un équilibre entre la production d'électricité et sa consommation. Et l'un des grands enjeux dans les années à venir c'est quand même cette question de réussir à stocker l'énergie, ou enfin, l'électricité produite par les énergies renouvelables. Nadia vous êtes avec nous, j'aimerais avoir votre point de vue là-dessus. Comment vous voyez, j'ai l'impression qu'on n'en parle pas souvent ces questions de stockage dans les médias grand public. On nous dit

souvent ah bah oui mais l'éolien ça marche que s'il y a du vent, le solaire qu'aussi il y a du soleil. Qu'est-ce qu'on peut attendre du stockage et est-ce qu'on peut vraiment attendre quelque chose du stockage de l'électricité aujourd'hui ?

Nadia Maizi : Alors, il y a des travaux qui sont réalisés sur des technologies de stockage innovantes où il y a des technologies traditionnelles, on va pas revenir là-dessus, mais je pense que ça c'est une très bonne remarque par rapport à cette question de l'intermittence qui doit nous faire comprendre que, en fait, alors qu'aujourd'hui on vit dans un monde où la satisfaction de notre demande est toujours instantanée, on appuie sur l'interrupteur et la lumière jaillit, peut-être que si on décide de changer de mode de production majoritaire pour aller vers ces ressources intermittentes et même si on met en place du stockage à grande échelle qui lui pour le coup aussi consomme des matériaux rares et critiques dont nous ne disposons pas sous nos latitudes et qu'ils ont posé des problèmes géostratégiques très importants - la chine est en train de se positionner sur l'exploitation de la majorité des ressources qu'elle détient d'ailleurs - il va se produire quelque chose qui est que peut-être que nous ne serons plus dans une fourniture aussi régulière que celle à laquelle nous sommes habitués dans nos pays et en particulier en France. Ce qu'il faut bien réaliser c'est qu'on a un niveau de fiabilité en termes de fourniture d'électricité qui est absolument extraordinaire. Et donc peut-être qu'on va être amené comme beaucoup pays de la planète à faire face à des coupures de quelques heures par jour et peut-être que ce sera même le choix que nous ferons parce que nous aurons décidé d'aller vers ce grand projet de pénétration de très grandes parts d'électricité intermittente provenant de sources intermittentes. Ce que je veux dire c'est que cette sont des éléments absolument fondamental qui effectivement ne sont pas amenés au niveau du débat et qui doivent l'être pour vraiment comprendre que ça a été soulevé à plusieurs reprises il y a un changement de paradigme qui va falloir opérer et que celui-là repose sur des facteurs qui vont être alliés à ces facteurs physiques d'opérations sur lesquels en fait on ne peut pas faire grand-chose : la physique étant ce qu'elle est, il faut qu'on s'y adapte et donc les batteries et le stockage ça ne sera certainement pas quelque chose qui nous permettra de reproduire le système électrique tel qu'il est aujourd'hui basé sur des centrales de très grande capacité et qui nous procure une fiabilité absolument extraordinaire, je pense, au niveau planétaire. La France est un des pays qui a un des systèmes électriques les plus jeunes voilà. Donc tout ça, ça génère, en fait, tout un tas de discussions en chaîne qui ne se limitent pas à ces questions techniques et c'est là où le citoyen et le politique doivent être absolument associés dans ce débat pour que ... je pense qu'à un moment on réalise tous que : Un, il y a aucune technologie propre c'est le faux de dire que telles technologies propres par rapport à telles autres. Elles ont toutes les externalités et elles ont toutes des inconvénients mais malgré tout on aura besoin de ses productions et des externalités qu'elles génèrent donc il faut les regarder en face il faut essayer de trouver le meilleur compromis et je vais essayer de faire adhérer en fait l'ensemble des parties prenantes c'est à dire tout le monde par rapport au choix qu'on va être amener à

décliner et c'est ce que nos politiques devraient nous amener à un réfléchir ensemble d'une manière beaucoup plus sereine que celle qui est proposée aujourd'hui et de manière transcendée par rapport à leur position idéologique je ne sais pas si j'ai répondu à la question.

Fred Courant : On vous a entendu, on a entendu votre point de vue en tout cas. On va s'orienter vers la fin de cette émission en parlant du nucléaire " quelle place pour le nucléaire " c'est le dernier chapitre donc que nous allons introduire un état des lieux jean.

Jean : Exactement, alors pour commencer rappelons que le nucléaire assure plus des deux tiers de la production d'électricité en France. EDF exploite 56 réacteurs répartis dans 18 centrales à travers le pays. Le parc nucléaire se classe deuxième au niveau mondial derrière les états unis mais si on ramène à la population, au nombre d'habitants, il est de loin le premier. Alors on entend souvent parler aussi de réacteurs de première ou de deuxième génération, mais est-ce que vous savez vraiment hein quoi cela fait référence. En réalité, on distingue quatre générations de réacteurs nucléaires dans le monde et chaque nouvelle génération est plus performante et plus sûr que la précédente. En France, la première génération est entrée en activité avant les années 1970 et à l'époque l'objectif c'était avant tout de montrer la faisabilité industrielle et technique. Depuis, tous ses réacteurs sont à l'arrêt ou alors en démantèlement. Aujourd'hui les 56 réacteurs actifs en France appartiennent tous à la deuxième génération, leur déploiement a permis un grand pas vers l'indépendance énergétique. Les plus vieux ont 40 ans mais pour beaucoup d'entre eux l'autorité de sûreté nucléaire a autorisé leur exploitation jusqu'à leurs 50 ans. Alors maintenant la troisième génération et bien en fait elle correspond à des réacteurs qui sont tout récemment construits ou alors qu'ils viennent tout juste d'être mis en service dans le monde. En France, cette génération cette troisième génération est représenté par le PR de Flamanville dont on entend beaucoup parler dans les médias mais attention il ne fonctionne pas encore d'ailleurs sa construction a pris dix ans de retard et la cour de comptes estime qu'au final il devrait coûter 10 9 milliards d'euros contre les 3,5 initialement prévu. Alors qu'en est-il de la quatrième génération ? Et bien là, elle est encore en cours de conception. Pour l'instant il n'y a rien de concret. Alors rappelons que la semaine dernière le président de la république Emmanuel Macron a annoncé son intention de relancer la filière du nucléaire en France. Il souhaite notamment la construction de six nouveaux réacteurs EPR d'ici à 2050 et il envisage huit supplémentaires pour compléter ses 6 premiers. La mise en service des EPR de nouvelle génération, le premier en tout cas, est prévu pour 2035. En plus, Emmanuel Macron compte bien prolonger la durée de vie des centrales nucléaires au-delà de la limite fixée, au-delà des 50 ans, quand c'est possible. Il veut aussi investir un milliard d'euros pour développer des minicentrales beaucoup moins puissantes mais plus faciles à installer. Ce sont des centrales qu'on appelle les SMR. Alors il faut quand même relativiser parce que cette technologie demande encore beaucoup de recherches et pas un seul prototype n'est encore en marche dans le monde. Enfin le rapport de RTE annonce dans les

grandes lignes que les scénarios avec du nucléaire sont plus viables financièrement que les scénarios avec 100% de renouvelables, mais d'autres voix assurent qu'en prenant en compte le surcoût et les délais de construction allongés, la filière du nucléaire père de l'intérêt.

Fred Courant : Perd de l'intérêt. En tout cas, le sujet est très nettement revenu à l'ordre du jour. Alors au-delà des questions, c'est un grand sujet et on ne va pas refaire une émission spéciale sur le nucléaire. Au-delà des questions de sécurité, de la gestion des déchets etc. Il y a une question qui se pose puisque on parle de transition énergétique, c'est celle du prix de l'électricité nucléaire. C'est une question qui revient souvent lorraine.

Lorraine : Eh Oui, j'ai entendu dire que l'électricité produite par le nucléaire coûte moins chère que celle produite par les énergies renouvelables, est-ce que vous pouvez répondre à cette question sylvain roche ?

Sylvain Roche : Or de manière assez rapide le prix du nucléaire encore une fois historique. Il faut bien différencier le prix du nucléaire historique où ils ont les réacteurs de deuxième génération qui est une technologie totalement amortie qui se situait...

Fred Courant : Les centrales ont été construites à l'époque...

Sylvain Roche : Voilà, les années 70 80. Donc là on est dans une technologie mature on est autour de 42 et le prix des nouveaux réacteurs EPR de troisième génération, Alors-là, les économistes situent le prix entre 100 et 130 euros. Donc après voilà il y a quand même un prix multiplié par trois. Après il faut voir comment le prix du nucléaire va évoluer donc là encore une fois ça dépend aussi de la courbe d'apprentissage, la capacité qu'aura les industriels de vendre l'EPR. Et si on en vend, la courbe d'apprentissage sera et puis finalement le prix baissera. Et encore une fois on est dans un nucléaire historique qui amortit mais les nouveaux dans...

Fred Courant : L'avenir c'est un peu flou

Sylvain Roche : C'est très flou voilà.

Fred Courant : Allez y développer un peu.

Stéphane Signoret : Non, mais effectivement comme on a dit on n'est pas sûr de la courbe d'apprentissage du nouveau nucléaire tous les EPR pour l'instant voient leur coût multiplié au moins par cinq ou six. La durée de construction on a pris dix ans dans la vue. Les démarrages ne sont pas satisfaisants, celui de Finlande devait démarrer il y a quelques temps, il a été arrêté tout de suite. Celui en chine au bout de quelques mois il a eu un problème donc c'est vrai que ça pose beaucoup de questions qui ne sont pas forcément rassurante alors qu'à côté on voit les énergies renouvelables installés dans des capacités beaucoup plus grandes. Alors, je fais un

retour en arrière, je réfute ce terme d'intermittence, ce micro est intermittent, ma voiture... Enfin non je n'ai pas d'âge et intermittents

Fred Courant : Intermittent, c'est un peu le coup de l'interrupteur, j'arrête...

Stéphane Signoret : Mais les centrales nucléaires aussi sont intermittentes par définition. Par contre, il y a une vraie question sur la variabilité visionnaire. Bien sûr elle n'est pas occultée cette question-là, mais si je fais la mini parenthèse stockage, on estime qu'il faut à peu près 70 % d'énergies renouvelables dans le mix pour avoir besoin de stockage, donc on en a pas besoin tout de suite. Et ce stockage, on sait qu'il est tout à fait abordable à la fois par des batteries, par les stations de pompage turbinage et puis par la création d'hydrogène par électrolyse de l'eau à partir de l'électricité excédentaire qui nous donne un relais de stockage derrière sous forme d'hydrogène ou de méthane. Et une fois qu'on a appliqué tout ça, on voit bien que le nucléaire a beaucoup moins d'intérêt et donc c'est vrai qu'on se pose quand même des questions sur la volonté du président de vouloir relancer ces EPR, dont on ne connaît pas grand-chose à vrai dire.

Fred Courant : Sylvain a voulu ajouter...

Sylvain Roche : Oui, juste pour rebondir. Ce qui est important par contre, c'est la question d'éviter autant que possible l'effet falaise. C'est finalement d'arrêter au même moment tous les réacteurs qui arrivent en fin de vie. Donc-là se pose la question, effectivement, quelle temporalité pour la fermeture des réacteurs nucléaires s'il y a fermeture. Donc première question : combien de temps doit encore exploiter ces réacteurs. Et la deuxième question, qui encore peut-être plus politique, c'est finalement est-ce que le nucléaire, énergie de transition ou énergie du futur ? Là se pose la question des...

Fred Courant : Énergie de transition dans la durée, quand on investit...

Sylvain Roche : Exactement, est-ce qu'on inscrit le nucléaire dans une approche court et moyen termes ou au contraire on l'inscrit dans le long terme. Il est complètement différent parce qu'on inscrit aussi des générations, on s'inscrit dans une politique du temps très long. Et la toute l'importance quand même d'un débat public.

Fred Courant : Un autre débat public ...

Sylvain Roche : Ça me semble totalement nécessaire.

Fred Courant : Nadia Maïzi, vous n'êtes pas avec nous mais vous avez un grand privilège. On va vous donner la parole pour conclure cette émission. Peut-être sur le nucléaire, justement avoir votre avis là-dessus.

Nadia Maïzi : Alors sur le nucléaire moi ce que je pense qui est vraiment très important, c'est que quelque soient les options retenues, il y a un désamour des vocations en termes d'éducation pour aller sur les options les sujets nucléaires. Je pense que c'est très dangereux parce que même pour le démantèlement il faudra

des experts et je pense que si on perd la compétence, comme on est en train de le faire dans ce pays, ça sera dommageable pour, encore une fois, l'ensemble de la communauté. Moi ce que je voudrais dire en conclusion, c'est que en fait on est peut-être un petit peu trop, c'est ce que je disais en introduction, centré sur la question de l'énergie, sur ces débats entre les technologies, sur une espèce de positionnement où on va vendre une techno par rapport à une autre. On va la venter et on va gommer les externalités, on va prôner un prêt qui diminuerait ou expliquer que le prix augmenterait. Mais je pense qu'on se trompe de sujet encore une fois. Je pense que cette transition, que nous attendons tous, n'est pas lancée. Je pense que la neutralité carbone, on est très loin d'être sur la trajectoire qui permettrait de l'atteindre suivant les recommandations du GIEC. Et on a vraiment intérêt à s'associer les uns avec les autres, ne plus travailler en silo, associer l'ensemble des disciplines scientifiques et au-delà sur tous les périmètres associer tous les tous les interlocuteurs pour, encore une fois, décider du grand projet qu'on mènera ensemble. Et je pense que c'est ce qui manque cruellement. Je suis vraiment fatigué en fait de cette discussion pro/anti pro/anti.

Fred Courant : Ça vient souvent.

Nadia Maizi : Nous, à l'École des Mines de Paris, nous avons un grand projet qu'on va lancer d'ici le mois d'avril de création d'un institut de la transition. The transition Institute 1.5, qui a cette vocation de rassembler toutes les disciplines et d'essayer d'avoir un rôle d'influence et d'information auprès de toutes les parties prenantes pour remettre un peu le scientifique exactement au cœur de débat, comme vous le faites ce soir. Et je vous remercie encore une fois de cette invitation.

Fred Courant : Et bien nous vous remercions. On vous souhaite bonne chance justement pour votre initiative. Merci, on est absolument désolés de ne pas prolonger ce débat mais il y a des règles du jeu. On a déjà dépassé un petit peu le temps. Donc, Nadia merci d'avoir été avec nous. Stéphane, merci d'avoir été avec nous et également Sylvain merci d'avoir été avec nous. Je signale au public que je vous remercie aussi d'avoir été avec nous, que nos invités, du moins ceux qui sont là, sont à votre disposition pour continuer à discuter et à partager des idées avec vous. Quant à nous, eh bien, si vous voulez bien et puis le public aussi, dans un petit quart d'heure on va attaquer une autre table-ronde avec des youtubeurs qui font un grand succès en parlant d'énergie notamment et de biodiversité aussi sur internet. On les retrouve tout à l'heure. A plus tard.