

# Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon

Séance publique du mardi 10 novembre 2015

Compte-rendu des communications de M. M. Dürr et M. J. Remillieux

## « L'énergie nucléaire à l'heure de la transition énergétique Les réacteurs de 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> génération (Michel Dürr) Les projets d'utilisation de la fusion nucléaire (Joseph Remillieux) »

### Conférence publique :

Dans une première partie notre confrère Michel Dürr met en perspective la situation de la production d'électricité en France et les objectifs de la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique. Les centrales nucléaires assurent actuellement l'essentiel de la production, mais elles vieillissent, et il faut penser à leur renouvellement, à côté de cela les énergies renouvelables prennent une part minoritaire mais non négligeable et croissante. La question de l'évolution de ce domaine n'est ni technique ni financière, elle est du domaine de la volonté politique.

Dans une deuxième partie, notre confrère Joseph Remillieux présente l'état des recherches dans le domaine de la fusion nucléaire. Le principe physique consiste à faire s'approcher deux noyaux d'atomes si près l'un de l'autre que les forces nucléaires, arrivant à l'emporter sur la répulsion électrique, les fassent se fondre en un seul noyau. La perte de masse qui accompagne cette fusion libère beaucoup d'énergie. Le seul moyen d'y parvenir est de chauffer ces atomes à une température de l'ordre du million de degrés. Plusieurs filières ont été développées pour vaincre une difficulté majeure : confiner suffisamment longtemps les atomes dans cet état. Il y a aussi plusieurs choix possibles de paire d'atomes à combiner, produisant plus ou moins, voire pas du tout, de déchets radioactifs. Les espoirs sont immenses car cette source d'énergie est réputée inépuisable.

### Discussion académique

Notre confrère Christian Dumas se souvient d'avoir visité les installations du laser Mégajoule. Il est étonné de la relativement faible protection de cette installation si elle devait servir à des applications militaires de type guerre des étoiles.

Joseph Remillieux répond que sa mention de la guerre des étoiles faisait surtout allusion aux recherches menées à l'époque en URSS pour provoquer un flash de rayons X pour anéantir une attaque spatiale.

Christian Dumas demande ensuite comment on fera dans 20 ou 30 ans, lorsqu'il faudra en parallèle construire de nouvelles centrales et déconstruire les vieilles, s'il n'y a pas eu une action de formation pour ces métiers.

Michel Dürr répond que la déconstruction des vieilles centrales ne présente aucune urgence. Leur cocon est solide, laissons les tranquilles dedans. Pour la construction, l'exemple des problèmes rencontrés avec l'EPR de Flamanville montre bien qu'un savoir faire acquis sur des dizaines d'années avait été partiellement perdu, entraînant surcoûts et retards. Mais le niveau de technicité dans les programmes est à l'heure actuelle très élevé et la formation des agents s'est faite partiellement sur le tas. C'est traditionnellement le CEA, avec l'institut National des sciences et techniques nucléaires, qui a toujours maintenu la filière de formation

pour la construction des centrales, par contre, la formation dans le domaine scientifique et théorique a toujours été parfaitement assurée par les Universités.

François Sibille demande à Joseph Remillieux ce qu'il pense des recherches privées, non institutionnelles comme ITER, qui sont menées actuellement aux USA dans le domaine de la fusion, et qui ont fait l'objet récemment d'un article en couverture du magazine Time, certes plus journalistique que scientifique, mais remarquable par son volume, sous le titre « cette fois ci, il se pourrait bien que ça marche ».

Joseph Remillieux répond qu'en effet cet article fait un état détaillé des entreprises diverses, petite start-up ou poids lourds de l'armement comme Looked, financées massivement par de gros opérateurs de la Silicon Valley, et qui engagent des Nobel réputés dans leurs conseils scientifiques. L'objectif avoué est de réaliser de petites unités de production d'énergie de fusion : le modèle « truck size », moins de 10 tonnes, 100 Mwatt, rien à voir avec la méthode européenne de LHC et de ITER. La démarche vise un résultat concret, pas une publication. Il exprime sa conviction que de telles entreprises ont de fortes chances d'aboutir à quelque chose avant 2050.

Notre confrère Michel Lagarde fait remarquer que si ITER utilise la filière deutérium-tritium, fortement neutrogène, il y aura des problèmes de radioactivité.

Joseph Remillieux répond qu'on a fait très attention de choisir des métaux qui ne donneront que des déchets à courte durée de vie.

Michel Dürr pense que l'on peut s'accommoder du problème des déchets qui est tout à fait supportable actuellement s'il n'y en a pas trop. Il sera abordé avec DEMO, la prochaine phase du programme ITER.

La séance est levée à 16 heures.

Compte-rendu rédigé par François Sibille

## **Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon**

Séance publique du mardi 10 novembre 2015

Compte-rendu des communications de M. M. Dürr et M. J. Remillieux

**« L'énergie nucléaire à l'heure de la transition énergétique  
Les réacteurs de 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> génération (Michel Dürr)  
Les projets d'utilisation de la fusion nucléaire (Joseph Remillieux) »**

### **Conférence publique :**

Dans une première partie notre confrère Michel Dürr met en perspective la situation de la production d'électricité en France et les objectifs de la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique. Les centrales nucléaires assurent actuellement l'essentiel de la production, mais elles vieillissent, et il faut penser à leur renouvellement, à côté de cela les énergies renouvelables prennent une part minoritaire mais non négligeable et croissante. La question de l'évolution de ce domaine n'est ni technique ni financière, elle est du domaine de la volonté politique.

Dans une deuxième partie, notre confrère Joseph Remillieux présente l'état des recherches dans le domaine de la fusion nucléaire. Le principe physique consiste à faire s'approcher deux noyaux d'atomes si près l'un de l'autre que les forces nucléaires, arrivant à l'emporter sur la répulsion électrique, les fassent se fondre en un seul noyau. La perte de masse qui accompagne cette fusion libère beaucoup d'énergie. Le seul moyen d'y parvenir est de chauffer ces atomes à une température de l'ordre du million de degrés. Plusieurs filières ont été développées pour vaincre une difficulté majeure : confiner suffisamment longtemps les atomes dans cet état. Il y a aussi plusieurs choix possibles de paire d'atomes à combiner, produisant plus ou moins, voire pas du tout, de déchets radioactifs. Les espoirs sont immenses car cette source d'énergie est réputée inépuisable.

### **Discussion académique**

Notre confrère Christian Dumas se souvient d'avoir visité les installations du laser Mégajoule. Il est étonné de la relativement faible protection de cette installation si elle devait servir à des applications militaires de type guerre des étoiles.

Joseph Remillieux répond que sa mention de la guerre des étoiles faisait surtout allusion aux recherches menées à l'époque en URSS pour provoquer un flash de rayons X pour anéantir une attaque spatiale.

Christian Dumas demande ensuite comment on fera dans 20 ou 30 ans, lorsqu'il faudra en parallèle construire de nouvelles centrales et déconstruire les vieilles, s'il n'y a pas eu une action de formation pour ces métiers.

Michel Dürr répond que la déconstruction des vieilles centrales ne présente aucune urgence. Leur cocon est solide, laissons les tranquilles dedans. Pour la construction, l'exemple des problèmes rencontrés avec l'EPR de Flamanville montre bien qu'un savoir faire acquis sur des dizaines d'années avait été partiellement perdu, entraînant surcoûts et retards. Mais le niveau de technicité dans les programmes est à l'heure actuelle très élevé et la formation des agents s'est faite partiellement sur le tas. C'est traditionnellement le CEA, avec l'institut National des sciences et techniques nucléaires, qui a toujours maintenu la filière de formation pour la construction des centrales, par contre, la formation dans le domaine scientifique et théorique a toujours été parfaitement assurée par les Universités.

François Sibille demande à Joseph Remillieux ce qu'il pense des recherches privées, non institutionnelles comme ITER, qui sont menées actuellement aux USA dans le domaine de la fusion, et qui ont fait l'objet récemment d'un article en couverture du magazine Time, certes plus journalistique que scientifique, mais remarquable par son volume, sous le titre « cette fois ci, il se pourrait bien que ça marche ».

Joseph Remillieux répond qu'en effet cet article fait un état détaillé des entreprises diverses, petite start-up ou poids lourds de l'armement comme Lockheed, financées massivement par de gros opérateurs de la Silicon Valley, et qui engagent des Nobel réputés dans leurs conseils scientifiques. L'objectif avoué est de réaliser de petites unités de production d'énergie de fusion : le modèle « truck size », moins de 10 tonnes, 100 Mwatt, rien à voir avec la méthode européenne de LHC et de ITER. La démarche vise un résultat concret, pas une publication. Il exprime sa conviction que de telles entreprises ont de fortes chances d'aboutir à quelque chose avant 2050.

Notre confrère Michel Lagarde fait remarquer que si ITER utilise la filière deutérium-tritium, fortement neutrogène, il y aura des problèmes de radioactivité.

Joseph Remillieux répond qu'on a fait très attention de choisir des métaux qui ne donneront que des déchets à courte durée de vie.

Michel Dürr pense que l'on peut s'accommoder du problème des déchets qui est tout à fait supportable actuellement s'il n'y en a pas trop. Il sera abordé avec DEMO, la prochaine phase du programme ITER.

La séance est levée à 16 heures.

Compte-rendu rédigé par François Sibille