

## **Débat public ITER - 2 mars 2006 à Aix-en-Provence**

### **Réunion thématique : ITER, un projet scientifique international, une option énergétique**

#### **Résumé**

---

Le débat public du 2 mars 2006 à Aix-en-Provence s'est déroulé devant un public de plus de 150 personnes. Patrick Legrand a introduit la séance en rappelant les thèmes abordés lors des précédents débats dont il a redéfini les principes. Il a aussi rappelé que le débat en était à sa seconde réunion thématique.

Michel Chatelier a présenté les caractéristiques scientifiques et technologiques d'ITER. Un « référent » invité par la CPDP, Maxence Revault d'Allonnes, physicien des océans et professeur au Muséum national d'histoire naturelle, a donné quelques pistes de réflexion sur l'utilité d'un programme de recherche et sur la place du nucléaire dans le mix énergétique.

Suite aux questions du public, une quinzaine de précisions a été apportée par la tribune. Il a notamment été expliqué le rendement énergétique d'Iter, sa capacité d'auto-chauffage et les caractéristiques de la réaction de fusion tritium-deutérium. D'autres questions relatives au rôle du débat public, aux délais du projet et au financement des collectivités territoriales ont été abordées.

La réunion s'est tenue en présence des membres de la commission particulière du débat public sur ITER et de Yannick Imbert, directeur de projet chargé des mesures d'accompagnement d'ITER auprès du Préfet de région. Le CEA était représenté par Pascale Amenc-Antoni, directrice générale de l'agence ITER-France, et Michel Chatelier, chef du département recherche sur la fusion au CEA Cadarache. À noter enfin la venue de Eisuke Tada, chef de l'équipe internationale sur le site de Cadarache, et de Jérôme Pamela, directeur du Jet.

#### **Introduction de Patrick Legrand, président de la commission particulière du débat public (CPDP ITER)**

---

#### **Réunion thématique**

Patrick Legrand a fait part de son plaisir de se retrouver à Aix-en-Provence pour un débat serein et ouvert à tous. Il a fait remarquer que cette réunion était la septième depuis l'ouverture du débat public, et la seconde réunion thématique.

#### **Sciences, recherche et débat public**

Il a déploré le peu de débats portant sur la recherche ou les sciences en général. Pourtant, la recherche ouvre de nouveaux horizons. Et le citoyen peut donner son avis sur ces orientations scientifiques. Il a souligné que le débat n'était pas seulement un discours de vulgarisation scientifique mais prenait sa place dans l'évolution des rapports science - société. ITER est un projet de société.

#### **Les invités de la réunion**

Patrick Legrand a présenté la tribune : Maxence Revault d'Allonnes, physicien des océans et professeur au Muséum national d'histoire naturelle puis Hervé Le Guyader, membre de la Commission particulière du débat public, à ses côtés. Il a aussi précisé que les porteurs du projet prendraient la parole : Pascal Amenc-Antoni, directrice de l'agence ITER-France et du CEA Cadarache, Michel Chatelier, chef du département recherche sur la fusion au CEA Cadarache, et Yannick Imbert, directeur de projet chargé des mesures d'accompagnement d'ITER auprès du Préfet de région, pour les questions portant sur l'aménagement du territoire.

#### **Principes du débat public**

Il a ensuite rappelé que le débat public était un processus cumulatif. Son objectif est de porter aux responsables du projet les différents avis de la population. Il a donné trois des grands principes

d'un débat, outil de la concertation : transparence de la commission indépendante, équivalence de chacun (tout le monde est égal devant le droit à la parole) et nécessité, pour tous, d'argumenter ses propos.

### **Questions écrites**

Patrick Legrand a enfin rappelé que le public pouvait poser des questions via des formulaires écrits. Cette possibilité est offerte aux personnes ne s'exprimant pas à l'oral. Certaines questions pourront aussi trouver réponse sur le site Internet de la CPDP.

### **Michel Chatelier**

---

Michel Chatelier a fait une présentation succincte des caractéristiques scientifiques d'ITER. Il a précisé qu'il s'adressait aux personnes qui ne connaissaient pas la fusion.

### **Contexte de recherche**

Il a rappelé que le besoin énergétique était croissant au niveau mondial. Cette demande intervient alors que les ressources en énergies fossiles sont en baisse et que la production de gaz à effet de serre est de plus en plus inquiétante.

### **La fusion : solution énergétique**

Il a précisé que "l'énergie fusion" était aujourd'hui dans sa phase de recherche. Il n'existe pas de garantie de réussite mais le développement de la recherche dans ce domaine est très important. La fusion pourrait permettre la production de grandes quantités d'énergie dans des conditions de sûreté optimales.

### **La fusion**

La réaction de fusion consiste en l'alliance d'un atome de deutérium et d'un atome de tritium. Il en résulte la formation d'un atome d'hélium (particule chargée) et du rejet d'un neutron libre (particule non chargée). Cette réaction produit énormément d'énergie sous forme de chaleur.

Michel Chatelier a illustré son propos en faisant référence aux étoiles : le principe de la réaction de fusion dans Iter sera proche de celle qui se produit dans le soleil.

### **Température de réaction**

La réaction de fusion dans ITER se produira à une température de 100 millions de degrés Celsius. Cette élévation de température sera possible grâce à un confinement électromagnétique des particules.

### **Le Tokamak**

Il a expliqué que le Tokamak était une sorte d'aimant géant dans lequel les particules de réaction étaient confinées. Il permet la création de plasmas et sera utilisé pour ITER. Il a aussi rappelé l'existence d'autres Tokamaks dans le monde : JET en Angleterre, JT60 au Japon et Tore Supra à Cadarache. Le Tokamak d'ITER aura un volume de 800 m<sup>3</sup>. Il sera le plus grand jamais construit.

### **Auto-chauffage**

Michel Chatelier a fait référence à la capacité d'auto-chauffage d'ITER. Le réacteur devrait produire 10 fois plus d'énergie que celle nécessaire à son fonctionnement grâce à un système d'auto-chauffage des plasmas. Ainsi, ITER devrait produire 500 mégawatts (mW) avec 70 % d'auto-chauffage et seulement 30 % d'apport énergétique. Quant aux réacteurs industriels post ITER – les DEMO –, ils pourraient fournir de 3000 à 5000 mW avec une capacité d'auto-chauffage atteignant les 90 %.

### **Apports d'ITER**

Il a annoncé qu'ITER fournirait des réponses dans le domaine scientifique : la démonstration de l'auto-chauffage des plasmas, et le développement de scénarii et de modélisations théoriques sur les plasmas. D'autres technologies seront intégrées à ITER comme les aimants supraconducteurs,

les composants soumis à de forts flux thermiques, la robotique et les différents moyens de chauffage du plasma.

### **Améliorations nécessaires pour ITER**

ITER ne permettra pas la régénération du tritium consommé. Des essais sont en cours pour générer du tritium à partir de lithium qui est abondant dans la nature. Cette réaction pourrait avoir lieu à l'intérieur même du réacteur. Michel Chatelier a ajouté qu'ITER nécessitait des matériaux résistant aux neutrons de haute énergie. Un programme de recherche et développement sur ces matériaux doit être mis en place.

### **Etapes d'exploitation d'ITER**

L'exploitation d'ITER se fera en trois temps : d'abord une phase dite "inactive" de 2 à 3 ans pendant laquelle la machine sera mise à l'essai à partir de l'utilisation d'hydrogène. Ensuite une phase de test avec le mélange deutérium-tritium. Enfin une phase d'amélioration progressive des performances techniques sur 10 ou 15 ans. Durant cette période, il a estimé le nombre d'expériences à 2 500 par an.

### **ITER : un projet international**

Il a rappelé qu'il existait une communauté scientifique très active sur la fusion depuis 1958 en Europe. Elle travaille dans le cadre d'une collaboration Euratom-CEA. Avec ITER, c'est le monde entier qui décide de développer la fusion. Ses résultats scientifiques seront d'ailleurs partagés entre les différents partenaires. Michel Chatelier a aussi annoncé la création prochaine d'un master sur les sciences de la fusion.

### **Investissements liés à ITER**

Michel Chatelier a précisé que 10 milliards d'euros seraient investis sur 40 ans. Cette somme est répartie entre 32 pays ; la moitié de l'investissement étant supporté par la Communauté européenne. Il a détaillé les étapes du projet ainsi que leur coût : la construction d'une durée de 10 ans coûtera 4 570 millions d'euros, dont 50 % à la charge de l'Europe. Cette dernière somme sera partagée entre Euratom (38 %) et la France (12 %). L'exploitation s'étendra sur 20 ans. Elle coûtera 4 800 millions d'euros. Et enfin 530 millions d'euros seront provisionnés pour la phase de démantèlement.

### **Poids du budget d'ITER dans la recherche**

Il a précisé qu'ITER représentait 1,3 % du budget total de la recherche européenne dans le programme cadre recherche et développement. En France, la contribution du pays à ITER représente 0,3 % de son budget civil de recherche et développement.

### **Maxence Revault d'Allonnes**

Maxence Revault d'Allonnes a tout d'abord soulevé un grand nombre de questions sur les programmes de recherche : faut-il programmer la recherche ? Un programme de recherche est-il tourné vers la recherche fondamentale ou appliquée ? Proviend-il d'une volonté politique ou scientifique ? Ne fait-il pas partie d'un effet de "mode" tel qu'on pourrait le supposer du développement durable ?

Il a ensuite donné quelques ordres de grandeur afin d'aider le public à mieux cerner le projet ITER dans le monde énergétique. Ainsi, l'évaporation naturelle de l'eau des océans correspond à la même énergie que celle produite dans 20 centrales nucléaires. Et la puissance d'un réacteur nucléaire correspond à celle de 2 500 éoliennes de 600 kW ou à 150 km<sup>2</sup> de cellules photovoltaïques.

***Après cette introduction sur le débat public et sur les performances scientifiques d'ITER, le public a pris la parole.***

### **Rendement énergétique d'ITER**

Jean-Pierre Pollet-Villard, ingénieur nucléaire, a rappelé qu'une centrale de fusion était une sorte de chaudière qui pourrait fournir de l'électricité. ITER sera chauffé pendant des expériences de

400 secondes. Il a demandé quelle était la température du réacteur à vide et quel était son rendement énergétique ?

Michel Chatelier a expliqué qu'ITER était une expérience scientifique. Le projet n'a pas pour vocation d'optimiser les rendements thermiques. Il a aussi précisé que les écarts de température entre les phases d'expérience et celles de repos ne seront pas importants. En revanche, les réacteurs industriels devront garantir de meilleurs rendements en utilisant les technologies du futur.

### **Implantation du master sur les sciences de la fusion**

Un citoyen a interrogé la tribune sur le lieu d'implantation du master sur les sciences de la fusion. Jean Jacquinot, son créateur, a répondu que le master allait être cohabilité par 10 établissements sur 4 lieux géographiques avec la participation des 3 universités d'Aix-Marseille et des écoles d'ingénieurs.

### **Participation des collectivités locales et absence d'experts scientifiques opposés au projet**

M. Di Méo, conseiller municipal d'Aix-en-Provence et conseiller communautaire de la CPA, s'est dit indigné de la présentation de Patrick Legrand sur les manifestations passées. Il a rappelé que les manifestants soutenaient le débat public et, justement, regrettaient que celui-ci n'ait pas plus de poids décisionnel. Il a demandé pourquoi des scientifiques opposés au projet n'avaient pas été invités. Il a aussi remis en question la participation des collectivités territoriales au projet de recherche expérimentale et insinué que la majorité de la salle travaillait au CEA.

La salle a réagi en démontrant que les actifs du CEA n'étaient pas plus de 20. Patrick Legrand a répondu que les manifestations étaient réellement de l'ordre du charivari. Il a répété sa volonté de débattre sur la machine ITER, ses aspects scientifiques et sur l'aménagement du territoire. Il a aussi précisé que la CPDP n'était en rien responsable de l'absence d'autres scientifiques opposés à ITER pour argumenter la controverse car il est du ressort du public présent de solliciter le débat. La CPDP a rappelé avoir proposé aux opposants à ITER de faire venir des intervenants dont les déplacements auraient été pris en charge mais personne n'en a profité jusqu'à maintenant.

Stéphane Salord, adjoint au maire d'Aix-en-Provence, s'est exprimé sur la nécessaire implication des collectivités locales dans le projet ITER. Il a rappelé que la cohésion politique, administrative, et financière des collectivités locales, a été déterminante lors de l'adoption du projet à Cadarache.

### **Délais d'exploitation d'ITER**

M. Brouchon, habitant de Venelles, a demandé pourquoi les délais impartis pour l'exploitation d'ITER étaient si importants.

Michel Chatelier a précisé que la durée de construction de 10 ans était incompressible. Diverses autorisations sont obligatoires et les commandes des objets encombrants nécessitent beaucoup de temps. La phase de "test" de la machine avec l'utilisation d'hydrogène est aussi très importante car elle permet de préparer le réacteur à recevoir le mélange deutérium-tritium. Enfin, dans un souci d'optimisation d'ITER, la phase de perfectionnement peut prendre 15 ou 20 ans. L'équipe veut exploiter toutes les possibilités scientifiques du réacteur.

### **Implication des collectivités territoriales**

Fleur Skrivant, conseillère régionale, s'est exprimé sur la participation des collectivités locales au projet ITER. Elle a précisé qu'il était du devoir de ces dernières de s'investir car ITER va engendrer des aménagements considérables qui concernent tous les acteurs locaux. Elle a aussi précisé que la Région a alloué 152 millions d'euros, et la même somme à la recherche sur les énergies renouvelables.

### **Gestion décisionnelle du projet**

Un citoyen a fait part de son interrogation sur la gestion du projet. En 40 ans, de nombreuses décisions stratégiques et tactiques seront nécessaires. Quelle organisation prendront ces décisions ? Il a aussi fait part des barrières culturelles que pouvait rencontrer une équipe internationale.

Michel Chatelier a rappelé qu'une communauté sur la fusion existait depuis 1958. La France et L'Europe ont donc déjà des expériences en matière de gestion de projet énergétique. Pour ITER, l'Europe va s'organiser autour d'une "entreprise publique européenne" avec un conseil d'administration européen. La France, qui est le pays d'accueil, va créer une structure pour le contrôle de la sûreté et de la sécurité principalement. Au niveau international, un nouveau traité va voir le jour. Il sera basé sur ceux existants. Des décisions en terme d'organisation seront prises très prochainement.

Akko Maas, ingénieur hollandais de l'équipe ITER, est intervenu pour exprimer son bonheur de travailler dans une équipe internationale. Il a précisé que les différences culturelles étaient une richesse et une force pour la recherche.

### **Débat public et politiciens**

Une citoyenne a déploré un certain "complexe" de la part des porteurs du projet. Elle a fait part de son avis : il est normal que les politiques prennent des décisions mais il est alors hypocrite de lancer un débat public.

Patrick Legrand a rappelé qu'un débat public se juge à la fin. De nombreux points sont encore à débattre et la présence du public en est une preuve.

### **Risques d'ITER**

M. Duschenne a demandé si ITER présentait un risque d'accident nucléaire majeur.

Michel Chatelier a expliqué que les plasmas étaient des systèmes extrêmement fragiles. Le moindre dysfonctionnement provoquerait l'arrêt du système. Il n'existe donc aucun risque d'explosion ni d'emballement comme dans les réacteurs de fission. Il a aussi précisé que seulement quelques grammes de matière étaient en jeu. Le principe de protection appliqué est celui de "défense en profondeur" : la matière est entourée de plusieurs barrières de protection successives. Dès qu'une barrière est alertée d'un dysfonctionnement, tout le système est stoppé.

### **Effets d'activation**

Patrick Poulain, citoyen parisien, a demandé quels étaient les effets d'activation pour la réaction de fusion.

Michel Chatelier a répondu que la demi-vie des éléments radioactifs serait de 5 à 10 ans. Le réacteur serait alors non-radioactif au bout d'une centaine d'années.

Jean-Pierre Vauzin, d'ITER-France, a précisé qu'au bout de quelques années, seuls deux isotopes peu toxiques, dont le nickel, seraient encore radioactifs dans Iter. Il a confirmé que la radioactivité aurait disparu au bout d'une centaine d'années.

### **Poids du budget ITER et pression foncière**

Bernard Graige, citoyen de la CPA, a demandé quels étaient les budgets nationaux alloués aux énergies renouvelables, en comparaison avec ceux alloués à ITER. Il a aussi interrogé la tribune sur les moyens mis en place pour lutter contre la pression foncière due à ITER.

Stéphane Raud, délégué régional à la recherche et à la technologie, a précisé que sur les 600 millions d'euros alloués à l'énergie, 5 % concernaient ITER et 8,7 % les énergies renouvelables.

Yannick Imbert a souligné que l'augmentation du prix du foncier en Provence était présente bien avant l'annonce de l'implantation d'ITER. Il a énoncé les 3 instruments de l'État pour contrer la pression foncière : la possibilité de pré-Zader (geler) des terrains, le fonds de l'Établissement public régional qui s'élève à 34 millions d'euros, et les nombreuses réunions avec l'ensemble des professionnels du secteur. Il a précisé que les actions d'aménagement se feraient avec les collectivités locales pour un accueil optimal du personnel d'ITER.

### **Réussite du projet**

M. Lotreau, ingénieur retraité du CEA, a demandé si les recherches actuelles permettaient de penser qu'ITER fournira de l'énergie en continu.

Michel Chatelier a annoncé que des études de la Communauté européenne montraient que rien ne semblait empêcher une réussite d'ITER ; tant sur le plan scientifique qu'économique. Il a aussi

précisé que ce succès ne serait envisageable qu'avec l'apport de nouvelles technologies sur les cycles des matériaux et la durabilité du système.

### **Retombées d'ITER**

Stéphane Vartagnan, citoyen, a sollicité la tribune sur les retombées pratiques et théoriques d'Iter. Il s'est demandé si ITER provenait d'une volonté scientifique ou politique. Il a aussi interpellé M. Revault d'Allonnes en lui demandant s'il considérait le besoin énergétique comme un effet de mode.

Michel Chatelier a garanti qu'ITER aurait des retombées. Il a expliqué qu'en développant des procédés technologiques avec des industriels, ITER allait irriguer d'autres secteurs comme l'imagerie médicale. Il a aussi rappelé les sommets de Reykjavik et de Genève en 1985 et 1986 qui ont permis le lancement d'un projet international de fusion. Celui-ci reposait sur des résultats scientifiques encourageants. ITER est à la fois un projet scientifique et politique.

Maxence Revault d'Allonnes a déclaré que le besoin énergétique n'était certainement pas un effet de mode mais que la manière de produire de l'énergie pouvait en être un.

### **Non prolifération**

Jean-Christophe Boch, ingénieur au CEA, a demandé quels étaient les critères de non-prolifération (non-récupération par un tiers des matières radioactives) dans ITER.

Maurice Esler, directeur adjoint au CEA Cadarache, a assuré que le tritium serait protégé par les dispositions internationales en vigueur.

Jérôme Pamela, directeur du JET, a précisé que le problème de la non-prolifération concernait principalement l'uranium et le plutonium, éléments indispensables à la fabrication des bombes atomiques. Or ces matériaux ne sont pas utilisés dans les réacteurs de fusion.

### **Réaction deutérium-deutérium**

Gabriel Bonassi, citoyen, a expliqué que Tore Supra utilisait une réaction deutérium-deutérium qui ne produisait aucun élément radioactif (pas de neutrons). Il a demandé pourquoi cette voie n'était pas plus développée.

Michel Chatelier a souligné que chaque réacteur européen de recherche avait ses spécificités. Tore Supra tente de fournir de l'énergie à partir du seul deutérium. Pour le moment le réacteur ne produit rien mais la recherche peut évoluer.

### **Relation Laser Mega Joules et ITER**

Un citoyen a demandé quelles relations existaient entre ITER et le réacteur de recherche Laser Mega Joules de Bordeaux.

Michel Chatelier a répondu que le vocabulaire utilisé dans les deux réacteurs était le même mais que les sujets d'étude étaient différents.

### **Enjeux du débat public**

Un citoyen aixois a interpellé la CPDP sur la réalité des enjeux du débat public.

Patrick Legrand l'a renvoyé à la décision du 6 juillet 2005 de la CNDP. Il a affirmé que des protocoles internationaux majeurs avaient subi des modifications suite à des controverses.

### **ITER, solution énergétique**

M. Pollet Villard, ingénieur CEA, a précisé que l'énergie manquait aujourd'hui pour la production d'électricité et pour le transport. ITER peut montrer que la production d'énergie à partir de la fusion est possible mais beaucoup de travail sera nécessaire, et sur le long terme.

### **Réacteurs industriels à fusion**

Patrick Legrand a fait part d'une question écrite.

Mme Barreau a demandé dans quels délais les réacteurs industriels à fusion remplaceraient ceux à fission.

Michel Chatelier a estimé que les délais dépendraient de l'urgence et des budgets alloués à la recherche. Une première réponse sur la viabilité du projet sera connue en 2020. En 2050, le

procédé sera connu et vérifié. Son introduction dans la production d'électricité dépendra de la politique énergétique du moment.

### **Autres débats publics**

Mohammed Galiali, citoyen marseillais, a demandé si d'autres débats publics existaient dans le monde autour des grands projets.

Patrick Legrand a déclaré qu'il n'existait à sa connaissance aucun autre débat de ce type.

### **Aménagements d'ITER**

Jean-Pierre Almeda, citoyen, a interrogé la tribune sur les dates des travaux et des aménagements pour la construction d'ITER.

Patrick Legrand l'a invité à lire le dossier sur ITER ainsi que les comptes rendus sur le site internet de la CPDP.

Yannick Imbert a expliqué que les travaux significatifs commenceraient en 2007 pour une exploitation du site en 2015. Il a aussi précisé que la voie ferrée Aix-Marseille serait réaménagée dans les 5 années à venir.

Patrick Legrand a conclu le débat en invitant le public à s'exprimer de nouveau lors des prochaines réunions. Il a remercié les Aixois pour leur accueil.

*NB : les personnes du public ayant juste donné leur nom oralement, des erreurs peuvent s'être glissées dans leur orthographe*