

LESLIE DEWAN : Je suis ici parce que je pense que je peux sauver le monde avec l'énergie nucléaire. La diapositive est un peu osée, mais pas vraiment.

Aujourd'hui, l'économie mondiale de l'énergie est dominée par les combustibles fossiles. Mais ce n'est pas durable. Il suffit de regarder la pollution de l'air en Chine.

On aurait pensé que l'énergie nucléaire serait une solution évidente au problème parce que c'est une technologie mature qui produit de grandes quantités d'électricité, à échelle variable. Mais le nucléaire nous laisse avec un problème très désagréable : les déchets nucléaires, qui sont radioactifs pour des centaines de milliers d'années.

Alors imaginez une technologie qui résout ces deux problèmes, la production d'énergie propre et les déchets. Et ça existe !

J'ai un réacteur nucléaire qui peut fonctionner entièrement avec des déchets nucléaires. Il consomme les déchets radioactifs, réduisant leur durée de vie tout en produisant simultanément des quantités énormes d'électricité.

Aujourd'hui, juste pour chiffrer le problème, il y a 270 000 tonnes de déchets nucléaires de haute activité qui existent dans le monde, et personne ne sait encore ce qu'il faut en faire. La plupart de ces déchets est juste stockée en surface dans des fûts de combustible usé en attendant que quelqu'un trouve une solution.

Et c'est là que ma technologie entre en jeu.

On peut prendre ce combustible nucléaire irradié et extraire presque toute son énergie restante, ce qui se traduit par une très, très grande quantité d'électricité. Pour y mettre des chiffres, on peut prendre toutes les 270 000 tonnes de combustible nucléaire irradié qui existent dans le monde et les transformer en assez d'électricité pour alimenter le monde entier pendant 72 ans - donc, de l'électricité pour le monde entier pendant 72 ans, même en tenant compte de la demande croissante, et simultanément se débarrasser de la quasi-totalité de ses déchets nucléaires. Il y a donc un potentiel énorme ici.

Les réacteurs sont suffisamment petits pour être co-localisés avec les centrales nucléaires existantes. Alors on peut consommer les déchets sans jamais les transporter en dehors du site. Et ce matériel peut également fonctionner avec un combustible uranium à très faible niveau d'enrichissement, ce qui lui permet de débloquer 75 fois plus d'électricité d'une quantité donnée d'uranium que ce qui est possible avec des réacteurs classiques.

La base de notre approche est un réacteur nucléaire à combustible liquide qui est alimenté par de l'uranium dissous dans un sel de fluorure fondu. La conception est en fait basée sur des travaux antérieurs menés dans les années 50 et 60 au Laboratoire National d'Oak Ridge dans le Tennessee. C'est de là que viennent ces images. Ils ont réussi à construire et faire fonctionner une machine similaire appelée un réacteur à sels fondus qui fonctionnait avec un combustible d'uranium frais. Et ils ont montré qu'il avait de nombreux avantages en matière de sécurité. Mais le projet a été annulé par la suite assez rapidement car il était encombrant, avait une faible densité de puissance, et il ne pouvait pas

être justifiée sur des motifs de sécurité parce que le monde n'avait pas encore connu de Tchernobyl, Three Mile Island ou Fukushima.

Alors, comment ça marche ? Ça fonctionne, en fait, parce que ce que nous appelons des déchets nucléaires ne sont pas en effet des déchets du tout, ils contiennent encore une quantité énorme d'énergie. Les réacteurs classiques, qui sont présentés dans cette figure, sont alimentés par des pastilles solides d'oxyde d'uranium qui sont maintenues en place par un revêtement métallique mince. Le métal doit être mince afin qu'il n'absorbe pas trop de neutrons, mais avoir un revêtement métallique mince signifie qu'il est facilement endommagé par le rayonnement dans le cœur du réacteur. Et les dommages accumulés limitent le temps que le combustible peut rester dans le cœur à environ trois ou quatre ans.

Mais le problème, c'est qu'on extrait seulement environ 4% de l'énergie qu'on pourrait potentiellement extraire du combustible nucléaire. C'est donc, en quelque sorte, pourquoi les déchets nucléaires sont si dangereux, parce qu'il y a tellement d'énergie qui reste dedans. Ce que nous faisons avec cette conception, c'est d'enlever les assemblages de combustible usé à partir du réacteur classique, enlever la gaine métallique, et de dissoudre les pastilles de combustible dans un sel de fluorure fondu. On n'a pas de revêtement, de cadre métallique dans le réacteur, rien à être endommagé, donc on peut laisser le combustible dans le réacteur pour, essentiellement, aussi longtemps qu'il le faut pour extraire toute son énergie restante.

Et le truc cool, c'est que cela réduit aussi la durée de vie radioactive d'un facteur important. Les déchets d'un réacteur classique sont radioactifs pour des centaines de milliers d'années, mais la majorité des déchets qui sortent de notre machine sont radioactifs seulement quelques centaines d'années, ce qui fait encore un long moment. Mais les humains peuvent construire des choses - des structures et des dépôts - qui durent quelques centaines d'années. Alors ça permet de résoudre le problème.

Voici un schéma très approximatif du réacteur. A gauche, on a la boucle primaire qui a le combustible à sel fondu qui circule dedans. Sur l'extrême gauche, on a le cœur du réacteur où le sel de combustible se trouve dans un état critique, ce qui signifie qu'on a un nombre important et stable de réactions de fission nucléaire qui génèrent une grande quantité de chaleur. Cette chaleur est transférée à partir de la boucle primaire, par une boucle intermédiaire, jusqu'à une boucle de production d'énergie où elle alimente une turbine, qui entraîne un générateur, qui produit de l'électricité. Donc le côté droit de la centrale est très standard.

Alors, pour résumer, la principale différence entre les réacteurs nucléaires classiques et les réacteurs à sels fondus est que les réacteurs à sels fondus utilisent un combustible liquide plutôt que d'un combustible solide. Mais alors - c'est ce que les deux prochaines diapositives décriront - qu'est ce qui rend la conception de mon entreprise différente des autres réacteurs à sels fondus antérieurs, ceux qui étaient abandonnés dans les années 60 et 70?

Les deux principaux changements sont de modifier les matériaux utilisés dans le modérateur et le sel combustible. Un modérateur est utilisé pour ralentir les neutrons au bon niveau d'énergie, de sorte qu'ils ne sont plus susceptibles de provoquer la fission. Les premiers réacteurs à sels fondus utilisaient

du graphite comme modérateur, ce qui marchait. Ils ont pu atteindre la criticité. Mais ça rendait le cœur très grand et volumineux, de faible densité de puissance, cher.

Nous avons eu l'idée, à la place, d'utiliser l'hydrure de zirconium en tant que modérateur, qui est beaucoup plus efficace pour ralentir les neutrons, et permet à notre cœur d'être beaucoup plus compact, dense en puissance, et moins cher.

L'autre chose que nous avons changée est le sel. Les premiers réacteurs à sels fondus utilisaient ce qu'on appelle un sel FLiBe, qui est un mélange de fluorure de lithium et fluorure de béryllium. Mais l'utilisation de ce sel signifie qu'il fallait enrichir l'uranium jusqu'à 33% à 93 % d'uranium 235. C'est ce qu'il fallait faire, mais ce n'est pas disponible dans le commerce parce que c'est très proche de la matière pour la fabrication d'armes. Et ils ne pouvaient pas non plus fonctionner avec le combustible nucléaire usé.

Alors ce que nous avons fait, c'est de l'échanger pour un autre type de sel, le fluorure de lithium et d'uranium, qui nous permet de fonctionner avec du combustible frais très faiblement enrichi ou du combustible nucléaire usé. Et vous pouvez voir qu'on a une très forte augmentation de la densité de puissance aussi.

Maintenant, la diapositive la plus technique ici, mais ça vaut le coup, c'est du bon. Alors, avec nos deux nouveaux matériaux, le modérateur et le sel combustible, c'est une substitution assez simple, mais ça permet une grande différence dans la conception. Voici ce qu'on appelle le spectre d'énergie des neutrons dans le cœur. Transatomic est la grande ligne bleue sur ce graphique. Comme nous sommes en mesure de ralentir les neutrons beaucoup plus rapidement entre la région rapide et la région thermique, ils sont capables de faire la transition plus rapidement, donc nous évitons cette région épithermique au milieu. Notre ligne est beaucoup plus basse là.

Et c'est bien, parce que dans la région épithermique, on perd beaucoup de neutrons, absorbés par les mauvaises isotopes, ils quittent le système, ils sont capturés par des choses dont on ne veut pas qu'ils soient capturés. Donc, on veut éviter la région épithermique. C'est ce qu'on fait. C'est bien. Par conséquent, on a aussi plus de neutrons dans la partie rapide du spectre pour attaquer les composants des déchets à longue durée de vie, et plus dans la partie thermique du spectre pour la production d'énergie. Donc, c'est exactement le spectre en forme d'haltère qu'on veut.

J'ai parlé avant des avantages de sécurité de ce type d'installation, qui sont possibles avec un combustible liquide. C'est l'une des choses vraiment essentielles à ce sujet qu'ils ont prouvé à l'Oak Ridge National Lab il y a 50 ans. Dans un réacteur nucléaire classique, on a besoin d'un apport constant d'énergie électrique pour pomper de l'eau dans le cœur, pour l'empêcher de chauffer de façon catastrophique. C'est ce qui s'est passé à Fukushima. Mais dans un réacteur à combustible liquide, on n'a pas du tout besoin de ça. A la place, on a ce qu'on appelle une soupape gelée qui est en bas de la boucle primaire.

Elle contient un bouchon de sel refroidi électriquement de sorte qu'il est gelé. Si on perd l'électricité, dans un accident par exemple, on perd le refroidissement de la soupape gelée, elle fond. Et tout le sel de la boucle primaire s'écoule dans un récipient auxiliaire. Quand il est dans le récipient auxiliaire, il

n'est plus en proximité d'un modérateur. Et aussi, la géométrie est différente, ce n'est plus dans un état de criticité. Donc, il ne génère plus autant de chaleur. Et la petite quantité de chaleur qui est produite peut être évacuée par des boucles de convection naturelle qui n'ont pas besoin d'électricité.

Et puis au cours de quelques heures - c'est la partie cruciale - il gèle. Alors, en cas de défaillance, il passe dans un mode gelé pas comme un mode liquide. Et cela veut dire que notre réacteur est intrinsèquement sûr. Donc, si on perd l'alimentation électrique, et même s'il n'y a pas d'opérateurs sur le site, il va doucement s'arrêter et le rester indéfiniment.

Voici un autre rendu de la conception. Alors la technologie est très bien, mais pour les construire, il faut que ce soit bon marché, bien sûr. Et heureusement, c'est aussi un avantage pour nous. Si on utilise des techniques de construction actuelles, c'est environ 2/3 du coût de l'énergie nucléaire conventionnelle dès maintenant. Et plus important encore, nous pouvons être moins cher que le charbon. Et ces chiffres vont s'améliorer quand nous évoluons vers une conception plus modulaire et d'autres techniques de construction plus avancées qui sont en cours d'élaboration en parallèle dans d'autres secteurs de l'industrie.

Nous avons recueilli des fonds importants à ce jour, en plus de l'argent du ministère américain de l'énergie, déposé des brevets pour notre conception, et obtenu un feu vert sur la technologie de notre conseil consultatif qui inclut l'ancien directeur de la technologie de Westinghouse et le chef du département d'ingénierie nucléaire du MIT.

Donc, pour terminer super-vite, parce que je n'ai presque plus de temps, le monde a besoin maintenant d'une alternative aux combustibles fossiles qui est bon marché et sans carbone pour nourrir sa demande croissante d'énergie. Et cette technologie le permet. Donc, avec cette conception, nous avons résolu les problèmes de la sécurité et des déchets nucléaires, nous avons vaincu le charbon, et nous avons une réponse sûre, propre et abordable aux besoins de l'humanité pour l'énergie.

Merci à toutes et à tous.