

Date de dépôt : 6 février 2019

Rapport

de la commission de l'énergie et des Services industriels de Genève chargée d'étudier la proposition de résolution de MM. Christo Ivanov, Stéphane Florey, Bernhard Riedweg : Le thorium, un atome vert pour le développement durable

Rapport de majorité de M. Alberto Velasco (page 1)

Rapport de minorité de M. Bernhard Riedweg (page 30)

RAPPORT DE LA MAJORITÉ

Rapport de M. Alberto Velasco

Mesdames et
Messieurs les députés,

La commission de l'énergie et des Services industriels de Genève (SIG) a étudié la proposition de résolution en question lors de sa séance du 8 juin 2017, sous la présidence de M. Daniel Sormanni. La commission a été assistée par M^{me} Myriam Garbely, adjointe à la direction générale (DALE).

Le procès-verbal de cette séance a été rédigé par M. Frank Siegfried et M^{me} Olivia Canel.

Que toutes ces personnes soient remerciées du soutien apporté à la commission.

Introduction

Mesdames et Messieurs les députés, le rapporteur, en guise d'introduction, vous expose les arguments énoncés par l'auteur dans le cadre de l'exposé des motifs.

Justification

Il est indiqué que, à la suite de la catastrophe de Fukushima, le Conseil fédéral et le Parlement fédéral ont décidé de ne pas autoriser la construction de nouvelles centrales nucléaires et que se passer d'elles ne sera pas facile, car les centrales nucléaires suisses assurent en moyenne 39% de la production d'électricité indigène avec des pointes à 45% en hiver.

Il indique que, pour garantir à long terme l'approvisionnement énergétique de notre pays, le Conseil fédéral propose toute une série de mesures qui passent par une hausse de la production des énergies renouvelables et une diminution de la consommation d'énergie. D'après les objectifs très ambitieux du Conseil fédéral, la consommation d'énergie par personne doit diminuer de 43% d'ici à 2030. Avec une croissance démographique de 80 000 personnes par an imputable à la libre circulation des personnes, soit 800 000 personnes de plus en dix ans, l'objectif de consommation par ménage fixé par le Conseil fédéral risque d'être insuffisant. A ce rythme, la Suisse aura besoin de l'équivalent d'une centrale nucléaire tous les dix ans.

Une planification sérieuse implique de déterminer de quelles capacités de production la Suisse a besoin afin d'envisager la construction des installations nécessaires, car notre économie doit pouvoir compter sur un approvisionnement en électricité à prix abordable, et la sécurité énergétique implique d'éviter une trop forte dépendance de l'étranger. Notons qu'en politique énergétique, les grandes décisions commenceront à déployer leurs effets dans les décennies futures, ce qui laisse une place importante à de nombreuses inconnues et variables. La hausse de la production d'électricité en provenance de sources émettant du CO₂ pour remplacer la part du nucléaire s'annonce difficile, la Suisse s'étant engagée, dans le cadre du protocole de Kyoto, à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 8% par rapport aux valeurs de 1990 entre 2008 et 2012. Avec la nouvelle loi sur le CO₂, adoptée par le Parlement suisse, les émissions de gaz à effet de serre devront être réduites de 20% par rapport à 1990.

Technologie proposée

Dans l'exposé des motifs, il est indiqué que le thorium est une filière prometteuse et une alternative à la production d'électricité par les centrales nucléaires actuelles. Et puis c'est un élément faiblement radioactif présent dans le sol, en des quantités trois à quatre fois supérieures à l'uranium. Il ne devient fissile que par l'apport de neutrons extérieurs, ce qui évite tout risque d'emballement de la centrale avec une fusion du cœur type Fukushima.

Le prix Nobel de physique Carlo Rubbia a imaginé des centrales aptes à brûler des déchets des centrales à uranium, notamment le plutonium qui pose de grands problèmes de stockage par sa longue durée de vie. L'avantage du thorium réside aussi dans le fait qu'un réacteur fonctionnant au thorium produit des déchets radioactifs de faible durée de vie, en très petite quantité et d'un stockage court. Toute l'énergie contenue dans le thorium étant utilisée, ce métal promet une très longue utilisation industrielle avant tout épuisement des ressources.

Ensuite, l'auteur relève que plusieurs pays mènent, avec de gros moyens, des recherches sur la filière nucléaire au thorium, comme la Chine depuis 2011 et l'Inde. La Norvège, un des pays les plus verts de la planète, a lancé un programme sur cette filière. Par le passé, divers réacteurs expérimentaux de haute capacité ont démontré que les réacteurs au thorium pouvaient fonctionner, mais comme ils ne produisaient pas de plutonium, indispensable à la fabrication de la bombe, c'est la filière uranium qui l'a emporté...

Il indique que la voie du thorium mérite d'être analysée et exploitée et que, curieusement, cette voie n'a pas été incluse dans la stratégie énergétique du Conseil fédéral, alors que la Suisse dispose d'excellentes capacités académiques et industrielles. Il relève l'écrit M. de Mestral, qui indique que le thorium est un élément nucléaire pour le développement durable, et que l'on peut parler dans ce cas d'atome vert, ainsi que d'atome pour la paix, car ceux qui s'engageront à utiliser ces centrales diront clairement non à la bombe.

TRAVAUX DE LA COMMISSION

Audition de M. Christo Ivanov, auteur de la résolution

Le président cède la parole à M. Ivanov qui annonce qu'en septembre 2015, il ne pensait pas être rattrapé par le temps aussi vite. En effet, le peuple suisse vient de voter une loi sur l'énergie de 2050 avec un abandon progressif du nucléaire. Or, le nucléaire est aujourd'hui militaire. Le thorium (centrales à sels fondus) existe déjà depuis les années 50. Cela s'appelle le nucléaire civil. Les Américains, avec leur plan, ont poussé, déjà lors de la Seconde Guerre mondiale, vers le nucléaire militaire pour fabriquer la bombe atomique. L'avantage du thorium par rapport à l'uranium, c'est qu'il y en a quatre fois plus sur la planète, et que c'est un corps qui a beaucoup de potentialité et qui est extrêmement intéressant. Aujourd'hui, il y a un problème pour démonter les centrales, ce qui va coûter une fortune. La

possibilité d'utiliser le thorium (atome vert) par fission permettrait même de faire des réacteurs à sels fondus, de réduire ainsi les déchets et de brûler du plutonium. Toute la problématique est de pouvoir avancer sur la filière du nucléaire civil, car il n'y a jamais eu de gros budget pour cela. Le CERN a travaillé par l'intermédiaire du prix Nobel Carlo Rubbia, qui a été l'un des premiers à imaginer des centrales aptes à brûler des déchets à uranium, notamment le plutonium qui pose des problèmes de stockage avec une longue durée de vie. Cette résolution n'a qu'une seule invite : une demande au Conseil fédéral d'étudier la voie du thorium dans sa stratégie et sa politique énergétique.

Question des commissaires

Un commissaire (UDC) remercie M. Ivanov pour cette présentation et il demande comment cela se fait que le thorium soit si peu évoqué, car il n'en avait jamais entendu parler avant cette résolution.

M. Ivanov explique que le nucléaire militaire a été utilisé à des fins économiques. Le cas de la France peut être cité, qui continue avec la systématique pro-nucléaire, avec les OPA par exemple, où Areva finance tout. Il n'y a donc pas de financement civil pour ces projets, mais uniquement des financements d'Etat ou des financements militaires. Ce qui explique pourquoi la logique était militaire pour faire la bombe et non civile. Si, depuis les années 50, la filière du thorium avait été étudiée, il n'y aurait jamais eu Tchernobyl, ni Fukushima. En cas de fuite dans un réacteur à sels fondus, comme tout se déroule à température ambiante (il n'y a pas d'eau pour surchauffer la centrale), le sel s'évacuerait et deviendrait solide, donc il bloquerait le réacteur. C'est un aspect à développer, surtout au niveau de la physique appliquée.

Le commissaire demande si de nouveaux chiffres ont été publiés depuis cette résolution du 29 septembre 2015 et si le thorium a une performance meilleure qu'une énergie renouvelable ou que le nucléaire.

M. Ivanov répond que des pays travaillent sur des développements, dont la France avec le CNRS, et commencent à s'aiguiller vers cette filière. La Norvège a un institut du thorium, la Chine travaille depuis 2011 sur les centrales à sels fondus, tous les grands pays s'y mettent, mais l'Europe est en retard d'une guerre. Au sujet de la performance, il répond qu'une centrale à sels fondus à base de thorium, c'est justement pour qu'il y ait le moins de déchets possible, et pouvoir aussi brûler des déchets actuels qui sont enfouis. Il ajoute que c'est le but de cette centrale : avec une fission d'atomes qui rend le thorium très peu polluant, des solutions bien meilleures que celles

d'aujourd'hui peuvent être trouvées. La science ne fait qu'évoluer : il y a une semaine, il est révélé que l'être humain ne vient pas de l'Afrique de l'Est mais de l'Afrique du Nord. En même temps, il était estimé que cela remonte à 300 000 ans alors qu'en vérité, cela remonte à 200 000 ans. En une semaine, tout est remis en question par des découvertes. La physique, c'est la même chose, au niveau de l'espace, de l'aviation, de la médecine, les robots ont fait leur apparition. Aujourd'hui, un chirurgien opère avec son robot et il a très peu de risques de faire une erreur médicale. Tout doit être dirigé, selon M. Ivanov, pour le développement ou la recherche pour cette filière qui pourrait permettre d'économiser beaucoup d'argent et éviterait de démanteler les centrales suisses.

Ensuite, le commissaire demande si M. Ivanov est sûr que les installations nucléaires actuelles pourraient être converties en centrales thorium et si la population suisse s'est prononcée sur ce genre de production d'énergie.

M. Ivanov répond par l'affirmative. En indiquant qu'il faut créer un réacteur « uranium plus thorium » pour faire de l'uranium 233 pour réaliser une centrale à sels fondus. Des prototypes déjà prêts ont certainement été développés par le CERN. S'agissant de la consultation de la population, il répond par la négative. C'est la première fois.

Un commissaire (EAG) indique avoir quatre questions :

- *En premier lieu, il a un problème d'ordre structurel avec ce débat parce que cela appellerait, en y entrant, d'avoir une discussion technique autour des qualités et défauts de la solution proposée, qui est controversée. Il a envoyé à la commission un petit « fact sheet » d'une association qui est opposée au thorium et qui met le doigt sur un certain nombre de problèmes ; le thorium n'étant pas fissile, pour démarrer la réaction, il faut de l'uranium 235 ou du plutonium qui demande l'enrichissement de l'uranium 235 ou du plutonium et qui sont des produits à fabriquer des bombes atomiques. Il est aussi fait mention du fait que le thorium se transforme en uranium 233, lui aussi fissile. En bref, toutes sortes de considérations que le commissaire ne peut maîtriser qu'à un certain niveau de vulgarisation en y travaillant, mais il n'est pas très compétent. Néanmoins, il pense être celui qui est le plus impliqué dans le nucléaire, car il était occupé à faire du militantisme antinucléaire pendant quelques années. Le commissaire salue ce que M. Ivanov a dit sur le nucléaire militaire et civil, mais justement, le peuple suisse a entrepris d'en sortir. Ne serait-ce pas finalement un moyen d'y retourner en se dirigeant vers le thorium ?*

- *Deuxièmement, il demande si M. Ivanov pense que cette commission peut raisonnablement discuter d'un sujet comme celui-là en ayant les compétences pour le traiter de manière utile.*
- *Troisièmement, il demande s'il est bien raisonnable qu'un canton qui a une tradition antinucléaire et qui proscriit l'usage du nucléaire dans la constitution de manière globale adresse une telle résolution. Cela semble un peu incongru que ce canton-là s'adresse au Conseil fédéral pour lui demander de trouver des alternatives pour renouveler le parc nucléaire.*
- *Quatrièmement, il demande à M. Ivanov s'il a vu les réponses du Conseil fédéral aux différentes motions. Il est tombé sur celle d'Oskar Freysinger (UDC), qui, en 2011, avec d'autres signataires, demande au Conseil fédéral, au lendemain de la décision de sortir du nucléaire, de se charger de prendre les mesures nécessaires pour promouvoir autant que faire se peut la recherche dans le domaine du thorium. Cet objet a été déposé comme objet parlementaire fédéral par un conseiller national, à l'époque UDC, avec un développement qui est analogue à celui retrouvé dans ce texte parlementaire, et le Conseil fédéral a proposé de rejeter la motion, ce qui fut fait. Il ne semble pas raisonnable de relancer cela. Pour ce faire, il faudrait s'adresser aux conseillers nationaux pour remettre l'ouvrage sur le métier en direction de Berne, sans détour par la commission de l'énergie et le parlement genevois.*

M. Ivanov pense que cette commission est compétente. Tôt ou tard, il faudra payer l'addition du démantèlement des centrales, qui sera lourde. Aujourd'hui, avec l'évolution de la science et de la physique, il y a des possibilités pour l'avenir qui permettront d'avancer. M. Ivanov est persuadé que la Chine et l'Inde, d'ici un à deux ans, vont démarrer des centrales au thorium et utiliseront ce fameux atome vert.

Le commissaire revient sur les problèmes techniques relatifs au thorium, car l'affaire était controversée : le thorium n'est pas fissile et pour démarrer la réaction, il faut de l'uranium 235 ou du plutonium, deux substances avec lesquelles des bombes atomiques sont fabriquées.

M. Ivanov comprend cette position. Néanmoins, il doute que les cantons alpins acceptent de mettre des éoliennes dans les Alpes. Des solutions doivent être apportées, car l'éolien ne fonctionne pas en Suisse. Cela a d'ailleurs coûté cher au niveau des services industriels, et ce n'est pas fini.

Un commissaire (PDC) indique que son parti s'est opposé à l'entrée en matière de cette résolution en se basant sur le fait que le réacteur au thorium est un réacteur à sels fondus, donc une technologie différente des réacteurs à eau sous pression qui sont actuellement utilisés en Europe. En effet, avec de

telles matières, il n'est pas possible d'adapter un réacteur nucléaire comme M. Ivanov semble le suggérer en disant que les centrales nucléaires seront transformées en centrales au thorium. Selon l'UDC, il faudrait démanteler le parc nucléaire actuel pour pouvoir bénéficier de ce réacteur au thorium, ce qui veut dire plusieurs années pour démanteler les centrales, plusieurs années pour décontaminer les sites, plusieurs années pour construire les nouvelles centrales, posant un certain nombre de problèmes. Le commissaire voudrait savoir si ces réflexions ont été menées. Ensuite, M. Ivanov a dit que certains pays mènent des recherches, comme la Chine, les Etats-Unis, la France, le Japon, mais il n'y a pas encore de background par rapport à ces technologies ; la date de mise en œuvre d'un prototype industriel basé sur cette technologie a été estimée à 2030 au plus tôt. Après quelques recherches, il a constaté que c'est un débat qui a déjà eu lieu au Conseil national, où les partis avaient pris position. Par conséquent, il se demande pourquoi vouloir encore étudier un objet pour lequel la commission n'est pas spécialisée et qui n'a pas encore été traité. Est-ce un coup d'éclat de l'UDC ?

M. Ivanov rappelle qu'il n'y a qu'une seule invite qui demande simplement de pouvoir continuer à travailler et développer une stratégie au niveau de la politique énergétique de la Suisse. Peut-être qu'une solution émergera avant 2030 ; les Chinois espéraient trouver pour 2017, peut-être qu'ils y parviendront, et peut-être qu'il y a des possibilités d'éviter de démanteler complètement la centrale, de la modifier partiellement, pour utiliser un réacteur à sels fondus.

Le commissaire demande dans ce cas que les conseillers aux Etats, en tout cas M. Cramer qui s'est exprimé sur ce sujet, soient auditionnés, car il n'est pas opportun de tout passer en revue alors que les sujets ont déjà été traités, surtout pour un objet aussi spécialisé, aussi technique, pour lequel la commission n'a pas les compétences.

Un commissaire (Ve) remercie M. Ivanov pour ses explications, mais il est interpellé par le fait d'avoir une constitution qui prévoit clairement que les autorités (jusqu'à preuve du contraire, le Grand Conseil en fait partie) s'opposent par tous les moyens à la construction de centrales, de dépôts et d'usines de retraitement, alors qu'une résolution du parlement s'apprête à être adressée au Conseil fédéral. Il aimerait entendre M. Ivanov sur ce sujet.

M. Ivanov explique que le but est de donner une impulsion, un crédit pour la recherche, dans un premier temps. Il convient de donner les moyens aux instituts de physique, au CERN, aux écoles polytechniques de pouvoir travailler sur le domaine.

Le commissaire rappelle que l'uranium 233 est en corrélation avec l'uranium 235 et le plutonium 239 pour les différentes centrales. M. Ivanov a dit que le peuple ne s'était jamais prononcé sur la sortie de l'énergie nucléaire, mais il rappelle que le peuple a voté la loi sur l'énergie le 21 mai 2017. Les opposants à la loi étaient Glaris et l'Argovie (avec 2 centrales nucléaires, et qui s'était opposé à 51,7%). Autrement, la moyenne suisse du oui est à 58,2%, et Genève est à 72,5%. Genève viendrait alors proposer aux autres cantons de transformer leur centrale nucléaire ? Il aimerait entendre M. Ivanov sur ce point. Par ailleurs, il a été dit qu'il est possible de transformer les centrales actuelles. Selon lui, le cadre légal actuel ne le permet pas. Il y aurait donc une anticipation d'une modification de la loi, cas échéant une anticipation d'une modification de la constitution, qui ne permet pas d'entrer dans une telle démarche ?

M. Ivanov entend bien le commissaire. Néanmoins, il faudra trouver une solution pour le démantèlement des centrales qui va coûter une fortune et pour les déchets qui vont « plomber » des générations. Cette modeste résolution d'il y a deux ans voulait simplement donner une impulsion au niveau de la recherche dans ce domaine qui paraît être novateur et prometteur pour l'avenir.

Un commissaire (PLR) mentionne trois mots en faveur de cette résolution dont il est cosignataire : prolifération, distribution et déchets. Il reconnaît que le commissaire (EAG) a raison de dire qu'il ne faut pas entrer dans un débat dans lequel il y aurait des arbitrages techniques et scientifiques, car la résolution est purement politique. L'empêchement de la prolifération du nucléaire allait de concert à l'époque avec le fait que le nucléaire militaire avait été choisi. Bien sûr, il ne fallait pas que n'importe quelle nation se lance dans la fabrication de bombes atomiques. Il valait mieux choisir une technologie qui était réservée à certains avec des matériaux de base difficilement accessibles, de sorte à contrôler cette prolifération.

A l'inverse, il observe que le thorium est largement distribué, ce qui voudrait dire qu'il n'y aurait pas de guerre du thorium comme il y aurait pu y avoir une guerre de l'uranium ou de plutonium pour alimenter les centrales. Sur la question des déchets : le thorium produit aussi des déchets, mais qui ne sont que très faiblement radioactifs. Ils pourraient être stockés dans un jardin sans que cela n'engendre de graves problèmes. La Suisse doit avancer les yeux ouverts, sans se couper d'un développement qui pourrait être intéressant, sans renier pour autant le fait que le nucléaire actuel n'est pas satisfaisant.

Le commissaire voulait commenter les questions précédentes, puisqu'elles portaient sur des éléments constitutifs de cette résolution. Sa

question allait dans le sens de la réutilisation des centrales actuelles, afin de savoir s'il est possible de réutiliser les centrales actuelles dans la mesure où elles sont basées sur le confinement d'un matériau hautement radioactif, alors qu'avec le thorium, qui l'est beaucoup moins, il y aurait moins besoin de constituer des centrales lourdes comme celles qui existent.

M. Ivanov répond que, quoi qu'il arrive, il y aura des travaux de décontamination à faire. Une partie existante peut être utilisée pour introduire un réacteur à sels fondus à la place des réacteurs actuels qui fonctionnent à l'eau.

Une commissaire indique qu'elle s'est passionnée pour la question et elle demande si M. Ivanov est au courant des expériences qui ont été faites aux Etats-Unis (« shipping port reactor » qui a fonctionné de 1953 à 1982 sur la base du thorium). En Allemagne, le fameux réacteur expérimental sur le thorium a été pris en charge en 1980 et arrêté en 1986. Les déchets produits par un réacteur à thorium ont une durée de vie de 500 ans, ce qui est déjà assez grave. Les théories militant pour le thorium sont plutôt basées sur plusieurs petites centrales nucléaires un peu partout, qui posent un énorme risque en cas d'attaque, et qui ne sont absolument pas dans l'axe de ce que M. Ivanov a proposé, c'est-à-dire une utilisation des anciennes centrales. La voie visant à utiliser les déchets des anciennes centrales est a priori la musique du futur. Avec 1,6 tonne de thorium, 8 kilos d'uranium sont produits. Sans uranium, aucun réacteur à thorium ne fonctionne. En Allemagne, au moment où la question s'est posée de savoir s'il fallait continuer avec les centrales nucléaires, la physicienne (docteur en physique) Angela Merkel a bien regardé tous les concepts et a dit que même la voie du thorium doit être abandonnée. La commission n'a absolument pas la compétence d'en discuter et cela doit être laissé au niveau fédéral. Si la voie nucléaire a été abandonnée, il y a des raisons.

M. Ivanov répond qu'il faudra de toute façon trouver une solution pour détruire les déchets de plutonium. Actuellement, seul le thorium permettrait de réaliser cela. Aux Etats-Unis, il a suivi tout ce qui s'est passé depuis les années 50, et eux regrettaient parce qu'ils pensaient pouvoir rapidement mettre au point des centrales à thorium, ce qui aurait évité Fukushima et Tchernobyl. La Chine et le Japon travaillent sur des microcentrales pour permettre d'avoir de l'énergie que pour leurs villes. L'Allemagne, par cette votation de vouloir sortir du nucléaire, montre que s'il n'y a pas de volonté politique, le développement de cette filière doit être abandonné.

La commissaire pense que l'utilisation de cet élément périodique a été abandonnée pour d'autres raisons.

Un commissaire (MCG) note que pour travailler avec le thorium, il faut continuer de travailler avec le plutonium et l'uranium en créant à nouveau des déchets radioactifs à raison de 30% de moins. Pour travailler avec des énergies vertes, il conseille d'élaborer des textes sur des énergies renouvelables qui sont totalement vertes et produisent du travail localement. Il demande si le canton de Genève est crédible de déposer cette résolution. Au regard de la constitution, des débats qui ont déjà eu lieu au Palais fédéral sur le même sujet et au regard de la votation du 21 mai, il ne semblerait pas qu'il appartienne au canton de Genève de se mettre en avant pour relancer d'éventuelles recherches.

Sur les recherches, M. Ivanov indique que l'EPFL travaille sur des centrales au plasma ; il faut au contraire encourager la recherche, car il est possible de trouver une solution : le prix Nobel de physique Carlo Rubbia en a déjà trouvé une, et certainement qu'un moyen sera mis en place pour détruire une partie des déchets. Même si Genève est antinucléaire et a voté à 72,5% lors des votations pour l'énergie 2050, cela n'empêche pas de poursuivre les recherches.

Un commissaire (EAG) a entendu plusieurs de ses préopinants dire que la commission n'était pas spécialisée dans le domaine et qu'elle manquait de compétences. Ceci dit, à quelques pas d'ici se trouve le Centre européen de recherche nucléaire (CERN). Or, à sa connaissance, les scientifiques ne font pas qu'accélérer des particules mais aussi de la recherche nucléaire. Il voudrait savoir ce que fait actuellement le CERN en ce qui concerne le thorium.

M. Ivanov répond que deux intervenants viennent juste après et que la commission pourra poser toutes les questions relatives aux travaux du CERN. Le problème est de trouver des financements pour avancer dans la recherche.

En réponse au commissaire qui demande si M. Ivanov ne trouve pas incompatible le fait d'abriter littéralement le Centre européen de recherche nucléaire et d'être en même temps antinucléaire, celui-ci répond que le souverain a toujours raison.

Un commissaire (MCG) revient sur la mention à deux reprises du coût de démantèlement des centrales atomiques existantes. Il est notoire qu'une centrale nucléaire a une durée de vie limitée. Deux questions sont adressées à M. Ivanov. La première est de savoir si les exploitants de cette centrale n'étaient pas censés provisionner des frais de démantèlement par prélèvement sur le bénéfice, car si cela avait été fait, cela ne coûterait plus rien à la collectivité. Enfin, le commissaire se demande si le fait de convertir ces centrales au thorium ne fera pas simplement reculer dans le temps

l'échéance du démantèlement de ces centrales, dont certaines sont déjà en fin de vie.

M. Ivanov répète que le but de cette résolution est déjà de développer la recherche pour trouver des solutions. Même avec une centrale à thorium, il y aura des déchets (moindres, puisqu'ils sont de l'ordre de 20%), et il n'est pas possible de continuer à les enfouir, car même si la Suisse ou l'Allemagne ont abandonné le nucléaire, d'autres pays continuent avec, notamment la France. Il y a des centrales dans la région, par exemple au Bugey. Certes, les responsables de centrales auraient dû faire des provisions et prévoir que dans une quarantaine d'années, il faudrait de l'argent pour les démanteler. Mais il indique qu'il n'est pas patron d'une centrale nucléaire.

Enfin le commissaire (MCG) résume la situation :

- Sur l'interdiction légale du nucléaire à Genève et la volonté populaire d'en sortir, M. Ivanov pense qu'il faut quand même donner des impulsions. Mais il y a peut-être une contradiction entre donner des impulsions en matière de recherche nucléaire et s'interdire l'usage du nucléaire et son développement.*
- En second lieu, M. Ivanov a indiqué que cela permettait quelque part d'éviter le démantèlement des centrales, d'éviter leurs coûts, au-delà de la remarque du commissaire (MCG) sur le fait que ce coût est essentiellement provisionné (ce qui n'est pas vrai). Avec les installations techniques existantes, l'usure des aciers, etc., il est impensable de penser les recycler pour leur donner une nouvelle vie de 50 ans avec des nouvelles fonctionnalités.*
- Enfin, M. Ivanov a cité Carlo Rubbia et les recherches faites au CERN. Entre parenthèses, ce n'est pas parce qu'il y a le mot nucléaire que les antinucléaires sont contre les recherches au CERN ; c'est de la physique fondamentale, c'est autre chose, il n'est pas question de production de bombes atomiques ou de chaudières à plutonium pour faire de l'électricité. Le Rubbiatron était aussi autre chose : il fallait construire un accélérateur de particules pour un réacteur « sous critique ». Il ne serait pas possible d'imaginer convertir les centrales actuelles pour en faire ce qu'imaginait peut-être Carlo Rubbia il y a un certain nombre d'années. Il y a beaucoup de critiques par rapport à ce projet. Cela ne s'est jamais matérialisé malgré le caractère distingué de l'auteur de ces idées.*

M. Ivanov ne voit pas pourquoi la physique appliquée ne pourrait pas être encouragée, sachant que la Suisse est partie prenante d'un programme du CERN.

Le commissaire précise que le CERN effectue de la recherche fondamentale physique des particules, ce qui n'a rien à voir. Carlo Rubbia a développé son projet en marge de son activité au CERN et avec un modèle de réacteur qui reposait sur un accélérateur de particules plutôt que d'uranium ou de plutonium pour faire démarrer la réaction au thorium. Carlo Rubbia a un éminent prix Nobel publié il y a 20 ans et a défendu cette idée du haut d'une tribune mondialement renommée. Il proposait quelque chose de distinct de ce dont il est question ici, à savoir la réutilisation des réacteurs et les réacteurs à sels fondus, etc.

M. Ivanov, humblement, indique avoir déjà répondu.

Audition de M. Jean-Pierre Revol, président, M. Jean-Christophe de Mestral, vice-président, et M. Maurice Bourquin, membre du comité d'iThEC

Le président souhaite la bienvenue à MM. Revol et Bourquin, M. de Mestral étant excusé. Ensuite, il souhaite entendre ces deux intervenants afin d'éclairer la lanterne des députés sur le thorium, ses possibilités, ses inconvénients, pour cela il leur cède la parole.

En préambule, M. Bourquin qui a souvent été audité dans cette salle comme professeur et recteur de l'Université a également représenté la Confédération au CERN et a aussi, pendant un certain temps, présidé le conseil du CERN. Il a pris sa retraite et s'est intéressé à l'application de la science, en particulier la physique des particules, les accélérateurs, ce qui l'a dirigé vers les problèmes d'énergie, de climat et de pollution sur la planète. En 2013, l'association iThEC, présidée par M. Jean-Pierre Revol, a organisé une grande conférence internationale au CERN où sont venues des personnes du monde entier. C'est de cette manière qu'il s'est intéressé à cette association et il cède la parole à M. Revol.

M. Revol indique qu'il est physicien et a fait une partie de sa carrière au MIT à Boston, puis au CERN. Il est maintenant retraité du CERN. Cela lui permet de se consacrer à ce qui l'intéresse, en particulier à l'écologie, raison pour laquelle il travaille sur la possibilité d'utiliser le thorium. M. Revol est un ancien collaborateur du professeur Rubbia. Il a réalisé quelques expériences au CERN qui ont eu pour but de vérifier les concepts de base des systèmes.

A ce stade, le président voudrait en savoir un peu plus sur cette technologie du thorium, notamment si elle a été expérimentée au niveau de la pollution et des déchets.

M. Revol voudrait d'abord corriger quelques malentendus sur le thorium. C'est un mot très vaste et il ne suffit pas de remplacer l'uranium par le thorium pour régler tous les problèmes du monde. Il faut développer une technologie un peu différente de celle qui est utilisée dans les réacteurs nucléaires d'aujourd'hui. Autrement dit, dans la résolution, il est dit qu'il était possible de remplacer le combustible d'uranium par du thorium, ce qui demande une correction, car les choses ne sont pas aussi simples. La raison est que le thorium n'est pas lui-même du combustible nucléaire : il faut générer le combustible. Mettre du thorium à la place de l'uranium enrichi n'est pas quelque chose de possible. Même en faisant un combustible principalement à base de thorium dans lequel de l'uranium 235 serait ajouté, soit du plutonium, ce combustible ne pourrait pas être utilisé de la façon dont sont utilisés les combustibles à uranium dans les réacteurs à eau pressurisée par exemple, parce que l'inventaire de neutrons n'est pas suffisamment favorable. Une opération supplémentaire doit être mise en place pour utiliser le thorium.

Deux possibilités sont envisageables : faire circuler le combustible continuellement de façon à avoir du combustible frais à l'intérieur du système, ou apporter quelques neutrons supplémentaires avec une source externe de neutrons (solution préconisée par M. Revol). Ces neutrons seraient apportés avec un accélérateur de particules pour produire les neutrons nécessaires à soutenir la réaction sur du combustible à base de thorium. Il n'est donc pas possible de remplacer simplement l'uranium par le thorium. Ces systèmes faisant circuler du combustible ont été testés. En Allemagne, c'était un système avec des boulets de combustible, qui a été abandonné à cause des problèmes survenus. Un autre système qui a été testé aux Etats-Unis et qui est maintenant développé en Chine consiste en des réacteurs à sels fondus : le combustible est liquide et circule dans le système. Cela pose un certain nombre de problèmes technologiques sérieux qui devront être résolus avant que le système puisse être conçu au niveau industriel. Ces deux systèmes sont toujours « sous critiques ». Ce que propose l'iThEC est un système piloté par un faisceau de protons qui est « sous critique », c'est-à-dire que dès l'arrêt de l'accélérateur, la fusion cesse, ce qui est une qualité très intéressante. La qualité la plus intéressante est que ce genre de système permet de détruire les déchets nucléaires.

M. Revol rappelle que l'iThEC fait la promotion de la recherche et du développement dans ce domaine, pour arriver d'une part à produire un système qui permet de détruire les déchets nucléaires actuels, d'autre part à produire de l'énergie, parce que les déchets contiennent potentiellement de l'énergie qui permet de payer une partie de la note. Le remplacement des

réacteurs nucléaires par des systèmes appelés « ADS » est également un système très intéressant pour produire des radio-isotopes pour la médecine.

Le président demande s'il serait possible de « recycler » les anciennes centrales qui fonctionnent aujourd'hui à l'uranium 235 avec ce système et M. Bourquin répond que c'est difficilement envisageable. M. Revol complète la réponse. Si des déchets ont été entreposés dans la centrale, il serait imaginable d'installer un système sur le cycle de cette dernière pour les traiter et éviter d'avoir à les transporter. Mais il n'est pas envisageable de simplement modifier un réacteur critique pour le transformer en ADS. M. Bourquin ajoute que les réacteurs dont il est question sont beaucoup plus sûrs et beaucoup plus simples que les réacteurs à l'uranium. Par exemple, ils fonctionnent à pression atmosphérique.

En réponse à la question du président qui demande s'il subsisterait des déchets avec le thorium, M. Revol répond par la positive en indiquant qu'il y a deux composantes dans les déchets :

- Les déchets produits par capture de neutrons : ce sont les éléments transuraniens, par exemple le plutonium, l'américium, le thorium, etc. Ce sont ceux-là qui ont une vie très longue (de l'ordre de deux millions d'années). Ils ont un intérêt, car la seule façon de les détruire, c'est de les faire fissionner et, en le faisant, l'on peut produire de l'énergie. C'est la classe de déchets qui concerne le plus, étant donné qu'un million d'années, c'est quelque chose d'important. Personne ne peut garantir l'intégrité d'un dépôt géologique sur une période aussi longue.
- Les produits de la fission de noyaux d'uranium : ils se cassent en noyaux plus petits. Ce type de déchets a une durée de vie beaucoup plus courte (de l'ordre de 30 ans). Cela représente un entreposage de 300 à 400 ares, ce qui est tout de même plus réaliste qu'un entreposage pour une durée d'un million d'années.

Pour répondre à la question du président, M. Revol explique que, effectivement, il reste des déchets, mais ceux qui ont le temps de vie le plus long peuvent être éliminés. Il ajoute une dernière précision pour aller au bout des explications : il se peut qu'il reste aussi un peu de déchets à long temps de vie, parce que cela dépend de l'efficacité de la méthode de retraitement. Cependant, en laboratoire, l'efficacité du retraitement a atteint 99,99%. Si l'on veut être très précis, il restera donc tout de même une petite composante qu'il faudra stocker.

Questions des commissaires

Un commissaire (UDC) souligne que, psychologiquement, le thorium semble être écarté des débats de l'avenir énergétique à cause de la catastrophe de Fukushima. Il demande donc l'avis de M. Revol à ce sujet.

M. Revol répond qu'il n'y a aucune corrélation et M. Bourquin ajoute que l'on peut effectivement se demander pourquoi on ne parle pas de thorium aujourd'hui et pourquoi la stratégie énergétique 2050 ne l'inclut pas. Dans les années 70, deux solutions se sont imposées : soit utiliser l'uranium, soit utiliser le thorium pour produire de l'énergie. Comme tout le monde le sait, l'uranium a été préféré parce qu'il peut produire du plutonium 239. Aux Etats-Unis, cette voie a donc été largement plébiscitée. Les filiales au thorium ont donc été négligées de telle manière que l'industrie s'est engagée dans des filières à l'uranium.

Ensuite, le commissaire souhaiterait savoir pourquoi le thorium n'est pas utilisé aujourd'hui, alors qu'il a un grand potentiel avec des risques d'accident réduits.

M. Bourquin répond que c'est parce qu'il faut développer cette filière et que pour cela il faut d'abord trouver le thorium, qui se trouve dans des sables, en Norvège, aux Etats-Unis, etc. Ensuite, il faudrait industriellement développer l'utilisation du thorium et construire les réacteurs. Pour le moment, les entreprises dans le monde ne l'ont pas encore fait, à part à travers les projets de développement en Chine, en Inde et dans quelques autres pays.

M. Revol ajoute un autre élément de réponse à la question du commissaire. L'industrie du nucléaire a réalisé depuis longtemps que la filière uranium telle que celle qui existe aujourd'hui n'est pas durable. D'ici 20 à 30 ans, il n'y aura plus suffisamment d'uranium pour continuer à produire autant d'énergie. Il fallait donc réagir, et l'option qu'a choisie l'industrie du nucléaire est de construire une nouvelle génération de réacteurs à neutrons rapides qui permettent de faire ce qu'on appelle de la surgénération pour produire du plutonium. L'industrie du nucléaire s'est donc massivement dirigée vers une filière qui consiste à simplifier les choses, à construire de nouveaux Superphénix. Et c'est cela qu'elle va offrir à la société le jour où l'on va constater qu'il n'y a plus assez d'énergie. Selon l'avis personnel de M. Revol, cet investissement dans les réacteurs rapides, les surgénérateurs, empêche d'investir dans le domaine qui nous occupe. Pour répondre à la question du commissaire, il pense que c'est l'une des raisons pour lesquelles on ne s'implique pas dans la voie du thorium. Lors de la conférence organisée au CERN en 2013, Areva avait fait une annonce qui

avait fait grand bruit. Il était question d'une alliance avec la compagnie Solvay au sujet de l'exploitation du thorium. Mais, tout de suite après, Areva a annoncé que ces exploitations n'auraient pas lieu avant 60 ans.

En réponse à la question du président qui demande si l'EPR est un surgénérateur, M. Revol répond par la négative en indiquant qu'il s'agit de la même technologie de base que les réacteurs actuels, mais avec, notamment, un niveau de sûreté amélioré.

Le commissaire rappelle que, récemment, le peuple suisse a refusé de poursuivre l'aventure des centrales nucléaires. Il se demande, si l'on présentait le thorium aux Suisses, si cela permettrait à la population de changer d'avis.

M. Revol déclare qu'il ne se permettrait pas de commenter la décision du peuple suisse. Il explique que, ce qui est exposé aujourd'hui, c'est l'importance de faire de la recherche et du développement pour développer une nouvelle façon de produire de l'énergie. Il ne s'agit pas d'ouvrir à nouveau le débat, mais de se demander quoi faire avec les déchets existants et ceux qui seront produits jusqu'à ce que le pays ferme définitivement toutes ses centrales. Car, même si la Suisse sort du nucléaire, il restera des déchets à gérer.

Une commissaire (S) a bien compris qu'il est possible de retraiter des déchets qui ont une valeur de plusieurs centaines de milliers d'années.

Ce à quoi M. Revol explique que, malheureusement, les réponses sont moins simples que la question. Ce qui se fait en ce moment, c'est un processus de « vitrification » qui fait qu'il est vraiment difficile de pouvoir retraiter les déchets. Donc si le déchet est pris directement à la sortie de la centrale, oui, il peut être retraité. S'il y a eu un processus de vitrification, c'est plus compliqué.

La commissaire évoque une technique allemande. Cette technique, utilisée dans la centrale au thorium de Hambourg, a été abandonnée en 1986. Elle se demande s'il s'agit là de la même problématique.

M. Revol répond par la négative en indiquant qu'il s'agissait d'une des petites boules qui s'était coincée dans le système. En intervenant, cette boule a été cassée et les fissions se sont dissipées. Ce qui a conduit à la mort du projet.

La commissaire explique que, justement, sa question va dans ce sens. Dans cette centrale, à l'époque, il y avait eu des mesures d'une très forte radioactivité sans trop savoir si cela provenait ou non de Tchernobyl. Elle se demande donc quels sont les besoins en termes de sécurité pour une centrale au thorium. Concernant sa seconde question, elle souhaiterait savoir quelle

place nécessite l'accélérateur à particules. Il lui semble que toutes les expériences effectuées au CERN occupent une surface considérable.

M. Revol répond que, heureusement, un accélérateur comme le LHC n'est pas nécessaire. Des expériences menées au CERN démontrent qu'un accélérateur de 27 km de circonférence n'est pas obligatoire pour piloter tout le système. 500 m à 1000 m suffisent. Une technologie d'accélérateur, nommée le cyclotron, est en train de se développer avec l'Institut Paul Scherrer à Zurich. Il permettrait d'avoir un accélérateur qui tiendrait dans une pièce, donc dans un espace très compact.

S'agissant des besoins en termes de sécurité, M. Revol explique que les besoins en termes de sécurité devraient, a priori, être les mêmes que pour une centrale actuelle. Evidemment, il s'agit d'éviter à tout prix des accidents comme celui de Tchernobyl ou celui de Fukushima. Celui qui s'est produit en Ukraine est évité dès le départ puisqu'il s'agit d'utiliser un système « sous critique ». Cela signifie que l'on n'est pas dans un équilibre instable avec des barres de contrôle pour assurer la réaction en chaîne, mais dans un système piloté par un accélérateur. Il s'agit d'une entrée en collision des protons avec une cible. Dès que l'accélérateur s'arrête, il n'y a plus de production de neutrons et, étant donné qu'il s'agit d'un système « sous critique », ce dernier s'arrête immédiatement. Quant à Fukushima, il s'agissait d'un incident dû au fait que le système de refroidissement est tombé en panne. A priori, la problématique est la même, mais il y a des concepts de refroidissement par convections naturelles qui assureraient le refroidissement de manière physique. Mais, effectivement, il faut prendre en compte les mêmes termes de sécurité qu'avec un système actuel.

La commissaire se permet une remarque. Certes, la physique ne tombe pas en panne, mais, s'il faut refroidir, cela signifie qu'il y a une chaleur qui reste quelque part. Elle se demande donc si cela provoque un réchauffement de l'atmosphère. Ensuite, elle demande confirmation : il est bien possible de produire de l'uranium avec du thorium.

M. Revol confirme : cela produit principalement l'isotope 233 de l'uranium, c'est celui qui est le combustible.

Puis, en réponse à la commissaire qui se demande donc si cela ne nécessite pas une sécurité contre d'éventuels attentats terroristes ou autres, M. Revol explique qu'une étude spécifique a été menée. La composition isotopique du mélange d'uranium qui serait extrait lors du rechargement du réacteur a été observée. Il faudrait 26 kg de ce mélange pour avoir une masse critique pour faire une bombe. Avec une telle quantité, la radiation est si forte qu'il serait impossible de manipuler ce mélange avec de la main-d'œuvre

humaine. Il faudrait le faire avec les systèmes robotiques, et donc cela exclut pratiquement la possibilité de faire une bombe, car cela demanderait une technologie beaucoup trop compliquée. De plus, la production de chaleur d'un tel système empêcherait de conserver une bombe le temps de l'utiliser. Le système de prolifération des systèmes au thorium a donc été étudié. Il s'avère que la prolifération est beaucoup plus faible que pour les systèmes nucléaires actuels. Elle est également plus faible que pour les systèmes de réacteurs à neutrons rapides, soit la prochaine génération de réacteurs nucléaires.

Ensuite, il répond de nouveau à la commissaire qui souhaiterait faire mention d'une phrase trouvée dans la biographie d'Oppenheimer : « Si on avait pu construire une bombe avec du thorium, on l'aurait fait », en indiquant que cela avait même été envisagé à une époque. Il y a eu deux projets : un aux Etats-Unis, et l'autre au Canada. Le principe était de mettre un bloc d'uranium et d'envoyer le faisceau dans le bloc d'uranium et dans le bloc de thorium. Mais, il s'est avéré que, pour cela, il faudrait un accélérateur d'une puissance de l'ordre de 100 mégawatts. Pour obtenir une telle puissance de faisceau, il faut 250 mégawatts de production électrique, soit plus que la consommation électrique de tout le canton de Genève. Dans l'ADS, une dizaine de mégawatts seulement sont préconisés.

Un commissaire (PDC) a bien compris qu'il n'est pas possible de transformer les centrales nucléaires actuelles en centrales à thorium ; c'est très bien indiqué dans le texte. Mais il est assez mal à l'aise lorsque la politique vient à affirmer qu'il faut développer le thorium. Surtout dans l'état actuel des recherches, puisqu'un prototype n'est envisageable que dans les années 2030, au mieux. Ce que confirme M. Revol, en indiquant que c'est effectivement ce qui est prévu dans l'état actuel des choses, en Chine et en Belgique.

Ensuite, le commissaire voudrait savoir comment réagissent les scientifiques lorsque les politiques disent qu'il faudrait développer telle ou telle partie plutôt qu'une autre. Il se demande s'il n'y a pas une certaine arrogance à dire qu'il faut attendre le résultat des premiers travaux avant de choisir une direction. Il souhaiterait savoir quelle est la réaction des scientifiques par rapport à ces impulsions.

M. Bourquin explique que les scientifiques n'attendent pas d'impulsions politiques. Mais lorsqu'il y a de bonnes idées, il faut pouvoir aller vers les agences de financements de manière à être bien reçus et à pouvoir, sans attendre, développer ces idées. Il estime que la situation politico-scientifique en Suisse est désavantagée par rapport aux recherches qu'il faudrait mener ; il y a un climat de défiance vis-à-vis des nouveaux projets dans ce domaine.

L'idéal serait de pouvoir réfléchir à ces problèmes, développer ces recherches, et, éventuellement, recevoir des fonds. Mais ce n'est pas le cas en Suisse. Pourtant, dans le pays, toutes les compétences nécessaires existent. A l'Institut Paul Scherrer, il y a les accélérateurs qui pourraient être directement utiles pour cette recherche, il y a la compétence dans les sites de production de neutrons, il y a la compétence pour ces nouveaux types de réacteurs « sous critiques », etc., mais le fait de pouvoir les utiliser n'est pas une priorité en Suisse. C'est pour cela que l'institut travaille à l'international et qu'il a des relations avec des pays comme la Russie, la Corée du Sud, le Japon, les pays européens, les Etats-Unis, etc. M. Bourquin a d'ailleurs récemment fait une conférence pour l'environnement aux Nations Unies. Elles sont très intéressées par ces nouveaux projets qui, à terme, permettront probablement de réduire le réchauffement climatique et la pollution atmosphérique en utilisant une nouvelle énergie renouvelable.

Le commissaire se demande si, par rapport à la Chine, les USA, la France, le Japon, ou tous les pays qui sont sur cette piste du développement du thorium, la Suisse arrive à se régater.

M. Bourquin répond par la positive en indiquant qu'en Suisse, les compétences à ce niveau sont bonnes, le pays est d'ailleurs bien reconnu dans les domaines scientifiques et technologiques. Les industries ont toutes les compétences pour construire des composants et elle peut vraiment jouer un rôle important à ce niveau-là.

Aux dires de M. Revol, la Suisse a joué le rôle de pionnière. Le PSI (Institut Paul Scherrer) a développé le réacteur le plus puissant du monde en termes d'énergies stockées dans le faisceau. Le LHC a une énergie plus haute, avec une puissance aussi haute que le cyclotron. Le PSI a été le premier laboratoire à développer une cible de spallation qui s'appelle le Megapie. Il est dommage que la Suisse ne fasse pas bénéficier le reste de monde de cela. Il explique qu'il faut se poser la question de ce qu'on peut faire en termes de thorium. L'un des buts d'iThEC, c'est de faire la promotion de la recherche et du développement sur le thorium. Il s'agit de montrer aux politiques ce qu'il est possible de faire, libre à ces derniers de décider. Mais le rôle d'iThEC, c'est d'offrir des options. Il n'est pas question de défendre le nucléaire ou de se battre contre les énergies renouvelables, mais de faire la promotion de la recherche et du développement. Un politique genevois lui a clairement dit un jour qu'il ne souhaitait pas que de la recherche et du développement soient faits dans le domaine du nucléaire. Mais, selon M. Revol, il n'est pas possible de choisir dans quels domaines on fait de la recherche et du développement. C'est une fois que la recherche est faite que l'on peut décider si le résultat est satisfaisant ou non.

M. Bourquin ajoute que les développements qui ont été faits, en particulier au CERN, pourraient avoir des bénéfices considérables sur les problèmes de la planète. Si Genève pouvait continuer à innover dans ce domaine, cela représenterait une bonne vision pour le canton.

De nouveau, le commissaire (EAG) souhaite intervenir sur quatre points :

- *Premièrement, il est interloqué par ce que vient de dire M. Revol qui explique que l'on ne peut pas décider dans quels domaines on fait de la recherche. Il y a tout de même des options, des budgets, des investissements. Par des appréciations politiques, des budgets sont votés. Si l'on considère qu'il n'y aucune impulsion politique concernant la recherche, autant laisser tomber directement ces discussions et cette motion, puisque leur but est justement de donner une impulsion dans une direction. Il a donc un souci avec cette conception.*
- *Deuxièmement, il évoque un point qui n'est pas très clair. La motion défend un modèle de réacteur au thorium avec un accélérateur « sous critique » et ADS, donc qui, en principe, ne peut pas s'emballer. Mais, il s'agit d'une des options d'utilisation du thorium. Il demande s'il y a bien d'autres modèles de réacteurs qui ne sont pas « sous critiques » et qui ne sont pas pilotés par un accélérateur, qui peuvent être imaginés, envisagés, ou expérimentés. Dans la motion, il y a un discours un peu général dans les exposés des motifs qui dit que le thorium est globalement quelque chose de positif. Il demande donc qu'on lui confirme que les membres du comité d'iThEC ne sont pas favorables à l'usage du thorium de manière générale, mais pour l'orientation spécifique qu'ils ont mentionnée. Les concernés confirment.*
- *Troisièmement, il se demande si le retraitement des combustibles issus des centrales à thorium nécessiterait de rebâtir des usines. Le retraitement est quelque chose de problématique et de controversé.*
- *Finalement, il remarque que, dans l'exposé des membres du comité d'iThEC, le thorium est essentiellement mis en avant comme une alternative au surgénérateur. Ces deux solutions sont donc présentées comme l'avenir du nucléaire qui arrive en bout de course. Il rappelle que, il y a 20 à 25 ans, la situation était déjà similaire puisqu'il y avait une bataille contre le Superphénix. Il se demande si, aujourd'hui, il y a vraiment encore des surgénérateurs qui fonctionnent quelque part. Les Japonais ont eu un accident majeur dans leur centrale il y a quelque temps, les Russes ont eu des problèmes, les Anglais ont démonté leur installation en Ecosse, Superphénix n'existe plus, etc. Selon lui, cette filière s'est avérée être un cul-de-sac matériellement parlant. Il n'est pas*

certain qu'il faille lui trouver une alternative dans le domaine du nucléaire, il pense que cette solution est un peu datée.

M. Revol indique avoir assisté à un colloque à Paris avec les représentants du CEA. Dans l'esprit de ces derniers, les surgénérateurs tels que le Superphénix vont revenir sur le marché. M. Revol leur a demandé ce qui les laissait penser que la population allait accepter ces surgénérateurs. Les représentants du CEA ont été embarrassés par cette question. Cependant, il s'agit véritablement de la direction que prend la recherche, soutenue par l'industrie nucléaire. Il imagine que ces représentants pensent à l'éventualité d'une crise majeure de l'énergie, qui pourrait intervenir dans des pays comme l'Inde ou la Chine, où un développement de la consommation d'énergie est attendu. Dans une telle éventualité, les représentants espèrent que les réacteurs de nouvelle génération, comme le Superphénix, seront utilisés, puisqu'ils sont sur le marché.

Le commissaire précise que les surgénérateurs ne sont pas disponibles sur le marché et ont tous rencontré des problèmes majeurs. A la suite de quoi, M. Revol répond qu'ils sont en préparation.

Ensuite, M. Bourquin rappelle qu'il a défilé devant l'Hôtel de Ville contre le Superphénix, et le commissaire le sachant tire la conclusion que cet acte signifie que M. Bourquin était pour une restriction de la recherche. A la suite de quoi, M. Bourquin répond par la négative.

Il évoque ensuite la recherche en Suisse. Il rappelle qu'il existe deux types de recherches : la recherche orientée et la recherche libre. M. Bourquin a fait partie du conseil de la recherche du Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS). A ce niveau, la recherche est libre. Le FNS reçoit de l'argent de la Confédération et le distribue suivant les requêtes qu'il reçoit, qui sont évaluées par des scientifiques. Une seconde partie de la recherche en Suisse est orientée par des programmes nationaux ou par le Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI), qui définit les directions qui doivent être soutenues. Le SEFRI recherche des scientifiques et propose des projets avant de décider comment les financer. M. Bourquin est lui-même mandaté par la Confédération dans le domaine de l'astrophysique, dans le but de dialoguer avec les agences de financement mondiales pour aider le SEFRI à choisir les meilleures directions scientifiques. Il faut donc bien différencier ces deux moyens de financer les projets de recherche.

M. Revol revient sur la question du retraitement. Si des systèmes à neutrons rapides sont utilisés, l'avantage est que tout ce qui est considéré comme déchet s'accumule dans les réacteurs à neutrons thermiques, soit les

centrales actuelles, et fissionne dans un flux de neutrons rapides. Dès lors, il n'est pas nécessaire de séparer les déchets les uns et des autres et le retraitement est plus simple. Il est possible d'extraire le plutonium, actinide majeur, des autres éléments, les actinides mineurs. La séparation des deux est très polluante et difficile. Un processus simple a été mis en place aux USA et consiste à faire fondre le combustible usagé puis à procéder à une électrolyse. Alors, il est possible de récupérer sur la même électrode tous les actinides, qu'il faudra ensuite mélanger à du thorium pour créer un nouveau combustible. Le retraitement est nécessaire mais peut être simplifié. En effet, il n'est pas forcément obligatoire de séparer les éléments les uns des autres. Il est donc intéressant de pouvoir éviter de procéder à un retraitement dans un énorme centre, car cela requiert le transport des déchets. Il est également imaginable de retraiter les déchets existants directement sur le site de chaque centrale, puis de détruire les déchets à ce moment-là.

A la suite de quoi, le commissaire (EAG) cite un paragraphe qu'il a lu sur le site internet de la World Nuclear Association concernant la prolifération. Le même argument est employé : « With regard to proliferation significance, thorium-based power reactor fuels would be a poor source for fissile material usable in the illicit manufacture of an explosive device. U-233 contained in spent thorium fuel contains U-232 which decays to produce very radioactive daughter nuclides and these create a strong gamma radiation field. This confers proliferation resistance by creating significant handling problems ». Cela rejoint la description de M. Revol, mais est tout de même inquiétant. En effet, il n'y a pas de prolifération, car les déchets créés sont tellement sales qu'il n'est pas possible de les manipuler pour en faire des usages licites. Pour ce faire, il faudrait des installations majeures. C'est tout de même une indication que les produits en bout de chaîne ne sont pas réellement « verts ».

M. Revol dit toutefois qu'il existe des moyens beaucoup plus simples de faire des dégâts dans la société, il explique que la barrière est la manipulation. Pour refaire du combustible, la manipulation est nécessaire. Cependant, même en variant la configuration, il n'est pas possible de créer une bombe. Une production de chaleur d'un kilowatt ne permet en effet pas de créer une bombe, même si le système est entouré d'explosifs. Il est imaginable de manipuler le combustible avec des manipulateurs, dans le but de reconstituer le mélange isotonique d'uranium. Cependant, cela ne sera pas fait.

Le commissaire entend bien les dires de M. Revol. Il souhaitait juste souligner que la présentation des auteurs de la motion était peut-être trop idyllique.

Un commissaire (S) remercie les intervenants pour leurs explications. Il demande s'il est envisageable d'installer une centrale au thorium sur le canton de Genève.

M. Revol répond qu'une telle centrale peut être installée sur le site d'une autre centrale nucléaire. S'il n'y en a pas sur le canton de Genève, cela peut être fait en Suisse alémanique.

Le commissaire a retenu que le FNS permettait de financer des programmes dans certains domaines et que des projets étaient sélectionnés. Il demande si des projets concernant le thorium sont financés par le FNS. Si tel n'est pas le cas, il s'enquiert de la raison.

Aux dires de M. Bourquin, pour qu'un projet puisse être financé par le FNS, il doit être présenté par une haute école, une université, une école polytechnique fédérale ou éventuellement une HES. La seule institution qui pourrait proposer un projet dans ce domaine serait le PSI, qui fait partie des écoles polytechniques fédérales. M. Bourquin s'est entretenu avec le directeur de l'institut à ce propos. Le directeur lui a expliqué que cela n'était pas possible car l'institut est actuellement entièrement engagé dans le projet de construction d'un très grand accélérateur qui produira de la lumière laser à haute intensité.

De plus, la nouvelle loi sur l'énergie votée en Suisse a découragé les universités et les écoles polytechniques de nommer du personnel ou des professeurs dans le domaine des énergies nucléaires. Seule l'EPFL poursuit encore des activités dans le domaine.

Le commissaire souligne donc que l'Université de Genève ne mène aucune recherche sur le thorium ou sur les centrales au thorium.

M. Bourquin acquiesce. Cependant, comme évoqué auparavant, l'Université de Genève avait demandé au FNS de financer un poste de professeur dans le domaine de la destruction des déchets nucléaires. Le FNS n'a pas accepté cette requête, en autres car la Suisse ne développerait pas de nouvelles centrales.

Le commissaire résume donc qu'il n'existe aucun emplacement sur le territoire cantonal pour installer une centrale. De plus, Le FNS n'a pas apporté son soutien à la création d'un poste dans le domaine de la destruction des déchets, avec une filière thorium. Il se demande donc pourquoi le canton de Genève, qui a accepté la stratégie énergétique 2050 à 72,55%, devrait demander à la Confédération de développer et d'investir dans une filière au thorium, comme le propose la résolution. Le commissaire pense que cela décrédibiliserait le Grand Conseil. D'autres groupes politiques pourraient aller directement à Berne, mais le Grand Conseil n'a

pas beaucoup de légitimité à le faire. Il comprend que des députés soient séduits par l'hypothèse. Cependant, si le texte est accepté, le Grand Conseil devra aller le défendre à Berne. Il faudra expliquer que le canton de Genève ne veut pas du projet mais que Berne devrait le prendre en charge. C'est une drôle de manière de soutenir un projet.

M. Bourquin répond qu'il ne peut pas s'engager dans le processus politique, car il est loin d'en être un expert. En tant que scientifique, certains problèmes majeurs retiennent son attention. C'est le cas des problèmes de pollution atmosphérique, de réchauffement climatique ou de l'augmentation de la population. Actuellement, il y a un besoin accru d'électricité dans le monde, notamment dans les grandes villes de Chine. Les moyens pour produire l'électricité sont aujourd'hui le charbon et l'énergie nucléaire provenant de l'uranium. M. Bourquin pense qu'à Genève, avec le CERN, il serait possible d'exploiter des idées existantes afin de résoudre cette problématique. Le canton de Genève devrait se mettre en avant et permettre à la Suisse de travailler sur des projets avec des partenaires internationaux, dans le but de trouver des solutions pour résoudre les problèmes qui se posent sur le long terme. Si le Grand Conseil donne cette impulsion, M. Bourquin et ses collègues seraient ravis de travailler dans ce sens.

M. Revol ajoute que 1,2 milliard de personnes n'ont pas encore accès à l'électricité. Le jour où ces personnes vivront dans de meilleures conditions, il faudra augmenter la production électrique de manière spectaculaire. Il faut commencer les recherches et le développement d'une nouvelle source d'énergie acceptable du point de vue de la société. Si cela n'est pas fait, il sera impossible de diminuer le CO₂ dans l'atmosphère.

Le commissaire déduit donc de la dernière intervention de M. Revol que celui-ci estime que la recherche financée par le FNS ou par les universités ne vise aujourd'hui pas à trouver des solutions pour les questions énergétiques de demain.

M. Revol répond par l'affirmative. La Suisse est un pays qui ne connaît pas de croissance démographique. Le niveau de vie est le plus élevé du monde et la croissance économique est proche de zéro. Le reste du monde connaît l'inverse de ces phénomènes. L'Europe en général ignore les problèmes globaux, qui vont pourtant déterminer le futur écologique.

Le commissaire demande si, au niveau du CERN, un projet cofinancé par les Etats est actuellement en cours sur le thorium.

M. Bourquin répond que le CERN a une mission bien claire qui se résume à la recherche fondamentale en physique des particules. Cet aspect est contrôlé par le Conseil, composé des 20 Etats membres, qui ne sont pas prêts

à allouer de nouveaux budgets pour de nouvelles missions alors qu'elles pourraient être confiées directement aux différents Etats. Cependant, les Etats membres souhaitent que la recherche fondamentale puisse avoir des applications utilisables, qui pourraient être lancées au CERN puis reprises par les Etats. Par exemple, le travail de M. Carlo Rubbia est une application de la physique fondamentale, qui a débouché sur un brevet qui est désormais à disposition des Etats membres, qui peuvent l'utiliser pour développer des applications.

Le commissaire demande si lors de leurs travaux de promotion de la solution thorium, MM. Bourquin et Revol ont rencontré les auteurs de la motion.

M. Revol indique qu'il ne les a pas rencontrés et M. Bourquin informe avoir été contacté par l'un des auteurs de la motion il y a deux ans. Il avait alors répondu à ses questions. La motion a ensuite été élaborée. Certains aspects de celle-ci sont positifs et d'autres doivent être modifiés.

Un commissaire (Ve) remarque que MM. Bourquin et Revol semblent passionnés, convaincus et sont sans doute compétents. Il s'était d'ailleurs entretenu longuement au téléphone avec l'un d'eux il y a deux ans, à ce même sujet. Il souhaiterait ensuite connaître les liens et les imbrications existants entre le CERN, l'iThEC, la ThEC (Thorium Energy Conference) et le PSI.

M. Revol répond que l'iThEC est une association de droit suisse fondée à la fin de l'année 2012. Elle n'a aucun lien avec le CERN, si ce n'est que certains de ses membres sont affiliés eux-mêmes au CERN ou en sont retraités, comme M. Revol. Des politiciens locaux et des ingénieurs font aussi partie de l'association, car ils s'intéressent aux énergies et en particulier au thorium. Il n'y a pas de relation directe entre le CERN et l'iThEC. Le financement d'un projet a été proposé par l'association dans le cadre du programme horizon 2020 de l'Union européenne. L'iThEC avait pour cette occasion monté une association avec le PSI, l'agence d'énergie italienne et avec IAEA, une compagnie privée qui dépend des cyclotrons. Concernant ce projet, le CERN avait simplement aidé à coordonner la demande auprès de l'Union européenne.

M. Bourquin parle ensuite du PSI. Il s'agit d'un institut indépendant, qui fait partie des écoles polytechniques. L'iThEC n'a pas de lien formel avec le PSI, les écoles polytechniques ou l'université mais a simplement des contacts avec les chercheurs ou la direction.

M. Revol précise que le projet dont il a parlé plus tôt concerne un concept d'accélérateur et non une centrale nucléaire. Il s'agit d'un cyclotron

supraconducteur, très compact, qui pourrait piloter un système nucléaire mais qui pourrait aussi produire des radio-isotopes ou des faisceaux de neurinomes pour des expériences de physique fondamentale.

Le commissaire remarque toutefois que 19 membres du comité de l'iThEC sont ou étaient liés au CERN. Il existe donc tout de même un lien entre les deux entités. Il s'enquiert des liens avec la FEDRE (Fondation européenne pour le développement durable des régions).

M. Revol répond que la FEDRE a simplement mis à disposition des locaux.

Le commissaire relève ensuite que l'iThEC organise annuellement une conférence, qui peut se dérouler partout sur le globe.

M. Revol rétorque qu'il s'agit d'un cycle de conférences et que l'iThEC a seulement organisé la conférence de 2013. M. Revol indique ensuite qu'il a apporté des exemplaires d'un livre sur le thorium, qui est un compte rendu de ladite conférence.

M. Revol explique ensuite que le CERN gère une partie d'un programme européen de développement de technologie d'accélérateur. Dans ce cadre, le CERN a organisé une session spéciale pour faire le point sur les applications des accélérateurs dans le domaine de l'APS.

Le commissaire conclut donc que la présentation du projet à la présente commission a pour but d'obtenir un financement direct ou indirect du projet, de la part du Grand Conseil ou d'autres structures, telles que des fondations. Il rappelle également que la Fondation pour la recherche scientifique a décidé de ne pas accorder son soutien.

M. Revol explique que le but n'est pas uniquement de trouver de l'argent mais également de catalyser un effort autour du thorium. L'idéal serait une collaboration internationale, à l'image des collaborations expérimentales qu'a menées le CERN. Cela permettrait un développement commun et global. Il explique également que deux expériences ont été menées au CERN à la fin des années 1990. Celles-ci sont actuellement réitérées à d'autres endroits du globe. Il n'y a pas de collaboration et les ressources sont gaspillées. Si les ressources étaient mises en commun, il serait possible d'avancer plus vite.

Le commissaire demande ce qui empêche actuellement le CERN de collaborer avec d'autres instituts à travers le monde, dans ce domaine.

M. Revol rappelle que le CERN n'a pas pour mission de faire de la recherche appliquée. La raison pour laquelle les expériences précitées ont pu être menées au CERN est qu'il s'agissait d'expériences de physique, permettant de vérifier le bon fonctionnement de certains principes. Au-delà

de cela, pour que le CERN puisse aller plus loin, un Etat membre doit explicitement demander au conseil du CERN de faire un développement dans le domaine de la destruction des déchets nucléaires. Le CERN ne peut pas en prendre l'initiative.

M. Bourquin ajoute que la convention du CERN est vieille de 60 ans et n'a pas été modifiée. Elle limite la mission du CERN à la recherche fondamentale dans le domaine de la physique des particules.

M. Revol rappelle que c'est pour cela qu'après avoir inventé le *World Wide Web*, le CERN l'a mis dans le domaine public et ne s'est pas impliqué dans son développement.

Sans autres commentaires, le président remercie les personnes auditionnées et demande si d'autres auditions sont souhaitées. Un commissaire (PDC) souhaiterait avoir l'éclairage de M. Cramer, conseiller aux Etats. Mais un commissaire (S) rappelle qu'il s'agit d'une résolution qui donne un mandat à la Confédération. Si des élus fédéraux viennent expliquer ce qu'ils ont fait pour qu'on leur confie un mandat ensuite, cela a peu de sens. Il pense qu'il ne faut pas passer plus de temps sur ce texte alors qu'il n'existe aucun emplacement sur le canton pour une telle centrale et que ni l'université ni le FNS ne souhaitent financer le projet en priorité. Les moyens ne sont pas illimités, que ce soit pour le Grand Théâtre ou pour une centrale au thorium et il ne s'agit pas d'une priorité cantonale. Si la Confédération souhaite investir dans ce projet, c'est son affaire. Il estime que les députés UDC peuvent aller déposer le projet à Berne, s'ils le veulent, et il souhaite qu'un vote ait lieu concernant ce texte, qui a déjà beaucoup occupé la commission.

A la suite de quoi, le président met au vote la proposition du commissaire (PDC).

Votes

Mise aux voix, cette proposition **est refusée** par :

11 non (1 EAG, 3 S, 1 Ve, 3 PLR, 3 MCG) ; 1 oui (1 UDC) et 1 abstention (1 PDC)

Avant de procéder au vote final, le commissaire (Ve) explique qu'un e-mail du commissaire (EAG) a été envoyé concernant une motion de M. Freysinger. Il demande que cet élément soit versé au dossier afin de pouvoir le traiter dans le cadre des travaux de la commission.

Sans autre commentaire, le président met au vote la résolution.

Soumise au vote, la résolution **est rejetée** par :

12 non (1 EAG, 3 S, 1 Ve, 3 PLR, 3 MCG, 1 PDC) et 1 oui (UDC).

Conclusion

Au vu de ces explications, la majorité de la commission de l'énergie et des Services industriels de Genève (SIG) vous encourage, Mesdames et Messieurs les députés, à refuser cette proposition de résolution.

Proposition de résolution (800-A)

Le thorium, un atome vert pour le développement durable

Le GRAND CONSEIL de la République et canton de Genève
considérant :

- que la part de l'énergie nucléaire dans la production d'électricité s'élève à 39% en moyenne ;
- la nécessité de garantir notre propre approvisionnement en électricité pour notre économie et nos concitoyens ;
- que la Suisse devra respecter ses promesses de diminution de production de CO₂ ;
- le formidable potentiel du thorium, alternative future au nucléaire commercial actuel ;
- que les recherches sur le thorium ont été délaissées au profit de l'uranium ;
- que le thorium est naturellement présent dans les sols, beaucoup plus abondant que l'uranium et mieux réparti ;
- que la Chine et l'Inde ont lancé des programmes de développement sur des réacteurs au thorium ;
- qu'une centrale au thorium ne peut pas s'emballer et qu'une centrale au thorium peut incinérer les déchets des centrales à uranium ;
- qu'un réacteur au thorium produit très peu d'éléments radioactifs à longue durée de vie ;
- que les installations nucléaires actuelles pourraient être converties en centrales au thorium ;
- les capacités industrielles, académiques et scientifiques de la Suisse,

invite le Conseil fédéral

à étudier la voie du thorium dans sa stratégie et sa politique énergétique.

Date de dépôt : 10 juillet 2017

RAPPORT DE LA MINORITÉ

Rapport de M. Bernhard Riedweg

Mesdames et
Messieurs les députés,

Pour certains, il aura fallu le dépôt de la résolution 800, qui est purement politique, pour en connaître davantage sur le thorium qui est un atome vert pour le développement durable ! Cette résolution a le mérite de nous faire découvrir une source d'énergie dont on parle très peu et de catalyser un effort autour du thorium. A long terme, il est nécessaire de garantir l'approvisionnement en électricité à notre économie et à la population.

En fait, le thorium constitue une importante réserve d'énergie nucléaire en raison de son abondance ; il est naturellement présent dans les sols, en plus grande quantité que l'uranium, et il est mieux réparti géographiquement dans le monde, notamment en Australie, aux Etats-Unis, en Turquie, en Inde, en Amérique du Sud, en Norvège et en Egypte ; en outre, il pourrait fournir plus d'énergie que l'uranium, le charbon et le pétrole réunis. Son utilisation nécessite la mise au point d'une nouvelle filière de réacteurs nucléaires surgénérateurs. L'exploitation du thorium par des réacteurs nucléaires est à l'étude dans plusieurs pays comme la France, les Etats-Unis, la Chine, l'Inde, la Norvège et le Japon. Le potentiel du thorium est important, car c'est une alternative au nucléaire commercial actuel.

Une centrale au thorium ne peut pas s'emballer et peut incinérer les déchets des centrales à uranium ; ses réacteurs produisent très peu d'éléments radioactifs à longue durée de vie. Le thorium a un énorme potentiel comme combustible nucléaire avec un risque d'accident nucléaire et une production de déchet très fortement réduits. En outre, une installation nucléaire actuelle peut être transformée en centrale au thorium, ce qui éviterait de démanteler les centrales nucléaires suisses et permettrait d'économiser beaucoup d'argent. En d'autres termes, une centrale au thorium peut être installée sur le site d'une autre centrale nucléaire.

L'objectif de cette résolution est de demander aux autorités fédérales d'étudier la voie du thorium, qui s'appelle aussi le nucléaire civil, dans le

cadre de sa stratégie et de sa politique énergétique ; il s'agit de développer la recherche pour trouver des solutions.

D'après le Conseil fédéral, la consommation d'énergie par habitant doit diminuer de 40% d'ici 2030 ; ce n'est pas sans compter avec la croissance démographique de 80 000 résidents par an, soit plus d'un million d'habitants d'ici 2030, ceci en tenant compte de la libre circulation des personnes, du solde positif des naissances par rapport aux décès et de l'avènement des véhicules électriques entre autres ; cela risque d'entraîner un déficit de ressources énergétiques voire une crise majeure de l'énergie.

Une planification implique de déterminer de quelles capacités de production la Suisse a besoin et, par conséquent, d'envisager la construction des installations nécessaires.

Le but de cette résolution est de prendre conscience de l'importance de faire de la recherche pour développer une nouvelle façon de produire de l'énergie et de se demander ce qu'il faut faire avec les déchets existants et ceux qui seront produits jusqu'à ce que la Suisse ferme définitivement toutes ses centrales. Même si notre pays sort du nucléaire, il restera des déchets à gérer.

La hausse de la production d'électricité en provenance de sources émettant du CO₂ pour remplacer la part du nucléaire s'annonce difficile, notre pays s'étant engagé, dans le cadre du Protocole de Kyoto, à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 8% par rapport aux valeurs de 1990.

On pourrait prétendre que cette résolution est malvenue puisque le peuple vient de voter une loi sur l'énergie pour un abandon progressif du nucléaire d'ici 2050. Il faut savoir qu'en Suisse, il y a un climat de défiance vis-à-vis des nouveaux projets dans ce domaine, ce qui n'est pas le cas en Russie, en Corée du Nord, au Japon, en Belgique et aux Etats-Unis entre autres, alors qu'ici nous avons toutes les compétences nécessaires en la matière. A l'Institut Paul Scherrer, on dispose d'accélérateurs qui pourraient être directement utiles pour cette recherche ; il y a la compétence dans les sites de production de neutrons et il y a des compétences pour les nouveaux types de réacteurs, mais le fait de pouvoir les utiliser n'est pas une priorité en Suisse. C'est la raison pour laquelle cet institut travaille pour la recherche internationale, tout comme des chaires des deux écoles polytechniques fédérales. Les Nations Unies sont très intéressées par ces nouveaux projets qui, à terme, permettront probablement de réduire le réchauffement climatique, la pollution atmosphérique tout en tenant compte de l'augmentation de la population, en utilisant une nouvelle énergie renouvelable.

Les développements qui ont été faits, en particulier au CERN à Genève, pourraient avoir des bénéfices considérables sur les problèmes de la planète. Le canton de Genève devrait se mettre en avant et permettre à la Suisse de travailler sur des projets avec des partenaires internationaux, dans le but de trouver des solutions pour résoudre les problèmes énergétiques qui ne manqueront pas de se poser sur le long terme ; continuer à innover dans une nouvelle source d'énergie acceptable du point de vue de la société représenterait une bonne vision pour le canton, notamment comme contribution pour diminuer le CO₂.

Il convient de relever que le sujet est très technique. Néanmoins, la minorité de la commission vous demande d'accepter la résolution qui vous est soumise au vote.