

CHAMBRE DES REPRÉSENTANTS
DE BELGIQUE

8 mars 2023

**LE PARCOURS DE RECHERCHE
SUR LES SMR**

Audition

Rapport

fait au nom de la sous-commission
de la Sécurité nucléaire
par
Mme Leen Dierick
et **M. Reccino Van Lommel**

Sommaire

	Pages
I. Exposés introductifs des représentants du SCK CEN.....	3
II. Échange de vues.....	7
A. Questions et observations des membres.....	7
B. Réponses des invités.....	13
C. Répliques.....	20
Annexe	24

BELGISCHE KAMER VAN
VOLKSVERTEGENWOORDIGERS

8 maart 2023

**HET ONDERZOEKSTRAJECT
NAAR SMR'S**

Hoorzitting

Verslag

namens de subcommissie
voor de Nucleaire Veiligheid
uitgebracht door
mevrouw **Leen Dierick** en
de heer **Reccino Van Lommel**

Inhoud

	Blz.
I. Inleidende uiteenzettingen door de vertegenwoordigers van het SCK CEN	3
II. Gedachtewisseling	7
A. Vragen en opmerkingen van de leden.....	7
B. Antwoorden van de genodigden.....	13
C. Replieken	20
Bijlage	24

09052

**Composition de la commission à la date de dépôt du rapport/
Samenstelling van de commissie op de datum van indiening van het verslag**
Président/Voorzitter: Bert Wollants

A. — Titulaires / Vaste leden:

N-VA	Bert Wollants
Ecolo-Groen	Kim Buyst
PS	Eric Thiébaut
VB	Kurt Ravyts
MR	Vincent Scourneau
cd&v	Leen Dierick
PVDA-PTB	Thierry Warmoes
Open Vld	Marianne Verhaert
Vooruit	Kris Verduyckt

B. — Suppléants / Plaatsvervangers:

Yngvild Ingels
Samuel Cogolati
Hervé Rigot
Reccino Van Lommel
Marie-Christine Marghem
Jan Briers
Greet Daems
Tim Vandenput
N .

C. — Membre sans voix délibérative / Niet-stemgerechtig lid:

Les Engagés Catherine Fonck

N-VA	: Nieuw-Vlaamse Alliantie
Ecolo-Groen	: Ecologistes Confédérés pour l'organisation de luttes originales – Groen
PS	: Parti Socialiste
VB	: Vlaams Belang
MR	: Mouvement Réformateur
cd&v	: Christen-Démocratique en Vlaams
PVDA-PTB	: Partij van de Arbeid van België – Parti du Travail de Belgique
Open Vld	: Open Vlaamse liberaal en democraten
Vooruit	: Vooruit
Les Engagés	: Les Engagés
DéFI	: Démocrate Fédéraliste Indépendant
INDEP-ONAFH	: Indépendant - Onafhankelijk

Abréviations dans la numérotation des publications:		Afkorting bij de nummering van de publicaties:	
DOC 55 0000/000	Document de la 55 ^e législature, suivi du numéro de base et numéro de suivi	DOC 55 0000/000	Parlementair document van de 55 ^e zittingsperiode + basisnummer en volgnummer
QRVA	Questions et Réponses écrites	QRVA	Schriftelijke Vragen en Antwoorden
CRIV	Version provisoire du Compte Rendu Intégral	CRIV	Voorlopige versie van het Integraal Verslag
CRABV	Compte Rendu Analytique	CRABV	Beknopt Verslag
CRIV	Compte Rendu Intégral, avec, à gauche, le compte rendu intégral et, à droite, le compte rendu analytique traduit des interventions (avec les annexes)	CRIV	Integraal Verslag, met links het definitieve integraal verslag en rechts het vertaalde beknopt verslag van de toespraken (met de bijlagen)
PLEN	Séance plénière	PLEN	Plenum
COM	Réunion de commission	COM	Commissievergadering
MOT	Motions déposées en conclusion d'interpellations (papier beige)	MOT	Moties tot besluit van interpellaties (beige kleurig papier)

MESDAMES, MESSIEURS,

Lors de sa réunion du 17 janvier 2023, votre sous-commission a entendu des représentants du SCK CEN à propos du parcours de recherche sur les petits réacteurs modulaires (SMR).

I. — EXPOSÉS INTRODUCTIFS DES REPRÉSENTANTS DU SCK CEN

M. Peter Baeten, directeur général du SCK CEN, déclare que des explications ont déjà été fournies à propos des SMR devant la commission de l'Énergie, de l'Environnement et du Climat, mais pas encore devant la sous-commission de la Sécurité nucléaire. Il donnera d'abord quelques informations contextuelles sur les SMR, puis se penchera plus en détail sur l'évaluation technologique demandée par le gouvernement.

M. Hamid Aït Abderrahim, directeur du projet MYRRHA (MYRRHA est l'acronyme de "Multi-purpose Hybrid Research Reactor for High-tech Applications") précise que ce projet est basé sur la technologie des petits SMR. À la suite de la décision du Conseil des ministres du 23 décembre 2021, le gouvernement belge a demandé au SCK CEN de procéder à une évaluation technologique de tous les concepts de SMR en développement dans leurs différentes applications. Les résultats de cette étude seront présentés.

M. Marc Schyns, directeur des Systèmes nucléaires avancés (ANS, pour Advanced Nuclear Systems) est responsable de l'Institut ANS au sein du SCK CEN. ANS travaille essentiellement pour le projet MYRRHA.

L'acronyme SMR signifie *small modular reactor* (petit réacteur modulaire). Petit, parce qu'il s'agit d'un réacteur dont la puissance électrique est inférieure à 300 mégawatts (MW) et modulaire, parce que ce réacteur se présente sous la forme de modules qui peuvent être couplés. Afin de réduire le travail de montage sur chantier et les coûts, ces modules sont préfabriqués. En ce qui concerne la technologie du réacteur, on peut dire, de manière simplifiée, qu'il existe actuellement deux concepts:

- il y a la technologie mature et bien connue qui utilise l'eau comme modérateur. C'est aussi la technologie qui est utilisée aujourd'hui dans les centrales nucléaires belges. C'est ce qu'on appelle les "réacteurs à eau légère";

DAMES EN HEREN,

Uw subcommissie heeft tijdens haar vergadering van 17 januari 2023 een hoorzitting gehouden over het onderzoekstraject naar *Small Modular Reactors* (afgekort: SMR's) met vertegenwoordigers van het SCK CEN.

I. — INLEIDENDE UITEENZETTINGEN DOOR DE VERTEGENWOORDIGERS VAN HET SCK CEN

De heer Peter Baeten, directeur-generaal van het SCK CEN, zegt dat er over SMR's reeds toelichtingen werden gegeven in de commissie Energie, Leefmilieu en Klimaat, maar nog niet in de subcommissie Nucleaire Veiligheid. Er zal eerst wat achtergrondinformatie over SMR's worden gegeven, en daarna zal er iets dieper worden ingegaan op de evaluatie van de technologie, zoals door de regering werd gevraagd.

De heer Hamid Aït Abderrahim, directeur van het MYRRHA-project, (MYRRHA is de afkorting van "Multi-purpose Hybrid Research Reactor for High-tech Applications") zegt dat dit project is gebaseerd op de technologie van de kleine SMR's. Naar aanleiding van de beslissing van de Ministerraad van 23 december 2021 heeft de Belgische regering aan het SCK CEN gevraagd om een technologische evaluatie te maken van alle SMR-concepten in ontwikkeling in hun verschillende toepassingen. Het resultaat van deze studie zal worden getoond.

De heer Marc Schyns, directeur Geavanceerde Nucleaire Systemen (afkorting: ANS, Advanced Nuclear Systems) is verantwoordelijk voor het instituut ANS binnen SCK CEN. ANS werkt voornamelijk voor het MYRRHA-project.

De afkorting SMR staat voor "small", "modular" en "reactor" (Nederlands: klein, modulair en reactor). Klein betekent dat dit reactoren zijn met een elektrisch vermogen dat kleiner is dan 300 megawatt (afgekort: MW). Modulair duidt erop dat deze reactormodules kunnen worden gekoppeld. Om het montagewerk op de werf te reduceren en de kosten te drukken worden deze modules geprefabriceerd. Op het gebied van de reactortechnologie kan er, weliswaar vereenvoudigd, worden gezegd dat er op dit moment twee concepten zijn:

- er is de bekende mature technologie die water gebruikt als moderator. Dit is ook de technologie die vandaag gebruikt wordt in de Belgische nucleaire centrales, de zogenaamde "*light water reactors*";

- ensuite, il y a les réacteurs plus avancés et plus innovateurs, comme par exemple les réacteurs rapides.

Les deux technologies ont en commun l'avantage que les SMR (par comparaison avec les centrales nucléaires classiques) nécessitent un investissement beaucoup moins important. Le fait de travailler avec des modules, dont il est beaucoup plus facile de maîtriser la construction, réduit fortement les risques en termes de planification et de dépassement du budget.

Un deuxième avantage, mais uniquement pour les réacteurs rapides, réside dans la limitation des déchets nucléaires hautement radioactifs. La durée de vie de la radioactivité est réduite par un facteur 1000. Les ressources sont également utilisées de manière plus efficiente.

Un troisième aspect concerne l'utilisation des réacteurs rapides dans des applications autres que la production d'électricité. Les réacteurs rapides se distinguent également de la technologie mature par le fait que leur puissance peut être beaucoup mieux modulée, de sorte qu'il est beaucoup plus facile d'adapter la production d'énergie à la demande (en anglais: "*load following*").

Le véritable objectif avec ces SMR est de faire baisser le prix de l'électricité produite. Dans le passé, la construction de centrales de plus en plus grandes et de plus en plus puissantes a permis d'exercer une pression sur les prix. Avec les SMR, cette pression sur les prix s'exerce par une production en série. Grâce à une simplification, une standardisation et une harmonisation pour l'obtention des autorisations et des licences d'exploitation, les coûts liés à ces plus petits SMR peuvent être maintenus à un faible niveau. En combinant plusieurs de ces réacteurs "à faible coût", il est possible de créer des centrales plus grandes. Le coût estimé de ces centrales est de l'ordre de 5000 euros ou 5000 dollars US par kilowatt (kW). Pour une unité SMR, le coût de construction est estimé à environ un milliard, plutôt qu'à environ 10 milliards.

Un deuxième avantage majeur des SMR se situe sur le plan de la durabilité et de la sécurité. Les réacteurs sont refroidis de manière passive, par circulation naturelle. Il ne faut pas d'électricité pour actionner les pompes qui refroidissent les réacteurs. Ce concept a déjà été créé et utilisé pour le projet MYRRHA et a déjà été présenté à la sous-commission de la Sécurité nucléaire en avril 2022. Son fonctionnement a également été prouvé de façon expérimentale dans les laboratoires du SCK CEN à Mol.

Le troisième avantage majeur réside dans la possibilité d'utiliser ces SMR pour des applications autres

- daarnaast zijn er de meer geavanceerde en innovatievere reactoren, bijvoorbeeld de snelle reactoren.

Gemeenschappelijk voor beide technologieën is er het voordeel dat de SMR's (in vergelijking met klassieke nucleaire centrales) een veel kleinere investering vereisen. Door het werken met modules, waarvan de bouw veel beter kan worden beheerst, zijn de risico's op het gebied van planning en overschrijden van het budget veel kleiner.

Een tweede voordeel, maar enkel voor de snelle reactoren, is de beperking van het hoogradioactieve nucleaire afval. De levensduur van de radioactiviteit vermindert met een factor 1000. Er is ook een efficiënter gebruik van de middelen.

Een derde aspect betreft het gebruik van de snelle reactoren in andere toepassingen dan de productie van elektriciteit. De snelle reactoren onderscheiden zich ook van de mature technologie doordat hun vermogen veel beter kan worden gemoduleerd, zodat de energieproductie veel beter kan worden aangepast aan de vraag (Engels: "*load following*").

Het is echt de bedoeling met deze SMR's de prijs van de geproduceerde elektriciteit te drukken. In het verleden werd de prijs gedrukt door het bouwen van steeds grotere centrales met hogere vermogens. Bij de SMR's wordt dit gedaan door serieproductie te gebruiken. Door een vereenvoudiging, een standaardisatie en een harmonisatie voor het bekomen van de toelatingen en exploitatievergunningen kunnen de kosten van deze kleinere SMR's laag worden gehouden. Door het samenvoegen van meerdere van deze "lage kost" reactoren kunnen grotere centrales worden gevormd. Kostenramingen voor dergelijke centrales bedragen ordegrootte 5000 euro of 5000 Amerikaanse dollar per kilowatt (afkorting: kW). Voor een SMR-eenheid wordt een constructiekostprijs begroot die eerder in de buurt van één miljard dan in de buurt van tien miljard ligt.

Een tweede groot voordeel van de SMR's ligt op het gebied van duurzaamheid en op het gebied van veiligheid. De reactoren worden passief gekoeld, door natuurlijke circulatie. Er is geen elektriciteit nodig om pompen aan te drijven om de reactoren te koelen. Dit concept werd reeds ontworpen en gebuikt voor het MYRRHA-project, en werd reeds aan de subcommissie Nucleaire Veiligheid voorgesteld in april 2022. De werking werd ook experimenteel bewezen in de laboratoria van het SCK CEN in Mol.

Als derde groot voordeel is er de mogelijkheid deze SMR's te gebruiken voor andere toepassingen dan de

que la production d'électricité. Différents concepts de SMR peuvent être utilisés pour produire de la chaleur à des températures de 700 ou 800 degrés Celsius (°C). Cette chaleur peut être utilisée dans plusieurs processus industriels et pour la production d'hydrogène.

Dans les réacteurs rapides, l'eau ne sert plus de moyen de refroidissement ou de moyen caloporeur. Des gaz ou des métaux, tels que le sodium (Na), le plomb (Pb) ou un mélange de Pb et de bismuth (Bi), sont utilisés à cet effet. Un mélange Pb-Bi est utilisé pour le projet MYRRHA. En recourant à des métaux, il est possible de travailler sous pression atmosphérique dans le réacteur, ce qui augmente la sécurité. Il n'y a pas non plus de réaction chimique avec le Pb ou les mélanges Pb-Bi, alors qu'avec le Na, une forte réaction chimique est possible.

Les réacteurs rapides produisent une quantité beaucoup plus faible de déchets radioactifs et utilisent les ressources de manière plus efficiente, jusqu'à un facteur 100. Le cycle du combustible devient beaucoup plus long, entre huit et quinze ans, ce qui réduit les risques de prolifération.

Le programme de recherche du SCK CEN soutient tant la conception que l'obtention d'une licence. Pour le système primaire, le SCK CEN a terminé la phase conceptuelle.

L'objectif principal du projet MYRRHA est la transmutation des déchets nucléaires, la production de radio-isotopes pour des applications médicales et l'étude ou la recherche de matériaux pour des applications dans les réacteurs à fission et à fusion nucléaires.

MYRRHA sera également utilisé comme plateforme pour le développement de réacteurs rapides utilisant le Pb comme moyen de refroidissement. Le développement de MYRRHA et le développement des SMR évoluent simultanément. On peut également s'attendre à des développements en ce qui concerne les SMR qui utilisent l'eau comme liquide de refroidissement, tels qu'ils commencent à être commercialisés aujourd'hui. Les développements obtenus peuvent également être utilisés à cette fin.

Le gouvernement belge a demandé au SCK CEN de procéder à une première évaluation technologique des différents concepts de SMR, non seulement pour la production d'électricité, mais aussi pour la production d'hydrogène, et ce à partir de 2040. Pour établir une classification, huit critères ont été imposés au SCK CEN:

productie van elektriciteit. Verschillende concepten van SMR's kunnen worden gebruikt voor de productie van warmte op temperaturen van 700 of 800 graden Celsius (afkorting: °C). Deze warmte kan ingezet worden in verscheidene industriële processen en voor de productie van waterstof.

In de snelle reactoren wordt geen water meer gebruikt als koelmiddel of als middel om de warmte te transporteren. Hiervoor worden gassen of metalen, zoals natrium (afgekort: Na), lood (afgekort: Pb) of een mengsel van Pb en bismut (afgekort: Bi) gebruikt. Voor MYRRHA wordt met een Pb-Bi mengsel gewerkt. Door metalen te gebruiken kan er gewerkt worden met atmosferische druk in de reactor, wat resulteert in een verhoogde veiligheid. Er is ook geen chemische reactie mogelijk met Pb of Pb-Bi mengsels, met Na is er wel een hevige chemische reactie mogelijk.

Snelle reactoren gaan een veel kleinere hoeveelheid radioactief afval produceren en de ingezette middelen tot een factor 100 efficiënter gebruiken. De brandstofcyclus wordt veel langer, tussen acht en vijftien jaar, wat de risico's op proliferatie vermindert.

Het onderzoekprogramma bij het SCK CEN ondersteunt zowel het ontwerp als het bekomen van een licentie. Voor het primaire systeem heeft het SCK CEN de fase van het conceptuele ontwerp beëindigd.

Het hoofddoel van het MYRRHA-project is de transmutatie van nucleair afval, de productie van radio-isotopen voor medische toepassingen en het onderzoek van of naar materialen voor toepassingen in nucleaire splijtings- en fusiereactoren.

MYRRHA zal ook gebruikt worden als een platform voor de ontwikkeling van snelle reactoren met Pb als koelmiddel. De ontwikkeling van MYRRHA en de ontwikkeling van SMR's lopen simultaan. Er komen waarschijnlijk ook ontwikkelingen op het gebied van SMR's met water als koelmiddel, zoals die nu op de markt beginnen te komen. Ook daarvoor kunnen de bekomen ontwikkelingen worden benut.

De Belgische regering heeft het SCK CEN gevraagd een eerste technologische evaluatie van de verschillende concepten van SMR's te doen, niet enkel voor de productie van elektriciteit maar ook voor de productie van waterstof, en dat vanaf 2040. Voor het opstellen van een classificatie werden acht criteria aan het SCK CEN opgelegd:

- la sécurité passive;
- la minimisation de la production de déchets nucléaires;
- la non-prolifération;
- la flexibilité, l'applicabilité et la versatilité dans le domaine des possibilités d'application en dehors de la production d'électricité;
- des critères économiques;
- l'assurabilité;
- la durabilité;
- le temps nécessaire pour la réalisation.

Ces huit critères ont été utilisés de manière égale, sans pondération. Il existe actuellement plus de 80 concepts différents de SMR, dont la moitié utilise l'eau comme moyen de refroidissement. Ces concepts ont été classés dans huit familles qui ont reçu une note d'évaluation allant de A à E.

Les recommandations de cette évaluation sont les suivantes:

- continuer l'étude en vue de l'intégration des SMR dans le mix énergétique belge, et ce de manière holistique. Un certain nombre d'initiatives ont déjà été prises, par EnergyVille, par le Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO = l'Institut flamand pour la recherche technologique), ...
- continuer à développer le SMR à réacteur rapide, refroidi au Pb, en avançant sur la base des connaissances et résultats obtenus à partir du projet MYRRHA et sur la base des connaissances sur le combustible "Mixed Oxides" (MOX) qui est disponible au sein du SCK CEN;
- développer un partenariat stratégique par le biais de l'association internationale sans but lucratif (AISBL) MYRRHA, ou par le biais du SCK CEN, dans le but d'élaborer un dispositif de démonstration au SCK CEN et aussi de contribuer à l'harmonisation du processus d'obtention d'une licence internationale;
- conserver les connaissances nucléaires, non seulement au sein du SCK CEN, mais également dans tous les centres de recherche nucléaire des universités et dans toute la chaîne de production qui existe en Belgique.

- passieve veiligheid;
- de minimalisatie van de productie van nucleair afval;
- de non-proliferatie;
- de flexibiliteit, de toepasbaarheid en de veelzijdigheid op het gebied van toepassingsmogelijkheden buiten de productie van elektriciteit;
- economische criteria;
- de verzekeraarbaarheid;
- de duurzaamheid;
- de tijd nodig voor de realisatie.

De opgegeven acht criteria werden gebruikt zonder dat ze verschillende gewichten kregen. Er bestaan op dit moment meer dan 80 verschillende concepten van SMR's, de helft daarvan gebruikte water als koelmiddel. Deze werden in acht verschillende families ingedeeld, en deze families kregen elk een beoordeling, van A tot E.

De aanbevelingen van deze evaluatie zijn:

- verder gaan met het studiewerk voor de integratie van de SMR's in de Belgische energiemix, en dit op een holistische manier. Een aantal initiatieven werd reeds genomen, door EnergyVille, door de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (afgekort: VITO) ...
- verder ontwikkelen van de SMR met een snelle reactor, gekoeld door Pb, verder bouwend op de reeds verkregen kennis en resultaten van het MYRRHA-project en op de binnen het SCK CEN beschikbare kennis van de "Mixed Oxides" brandstof (afgekort: MOX-brandstof);
- ontwikkelen van een strategische samenwerking met partners, via de internationale vereniging zonder winstoogmerk (afkorting: ivzw) MYRRHA, of via het SCK CEN, met als doel een demonstratietoestel te bouwen bij het SCK CEN en ook met als doel om bij te dragen aan de harmonisatie van het proces voor het bekomen van een internationale licentie;
- behouden van de nucleaire kennis, niet alleen in het SCK CEN, maar in alle nucleaire onderzoekscentra van de universiteiten en in de volledige leverketen die bestaat in België.

II. — ÉCHANGE DE VUES

A. Questions et observations des membres

Mme Kim Buyst (Ecolo-Groen) sait qu'il s'agit du mix énergétique du futur et de la place de l'innovation dans le domaine de l'énergie nucléaire. Les centrales nucléaires telles que nous les connaissons aujourd'hui ne sont pas la solution, il suffit de voir les tonnes de déchets qu'elles produisent ou les coûts que représente la mise en conformité des réacteurs existants avec les niveaux de sécurité de référence de 2014 de l'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA). Ces coûts ont été repris par le gouvernement en affaires courantes dans l'arrêté royal complétant l'arrêté royal du 30 novembre 2011 portant prescriptions de sûreté des installations nucléaires en ce qui concerne la conception des réacteurs existants, leur protection contre les phénomènes naturels et diverses dispositions connexes (arrêté royal sur les prescriptions de sûreté). En Belgique, le SCK CEN est le spécialiste de la recherche sur les futures centrales nucléaires et doit être consulté à ce sujet.

Le gouvernement soutient la recherche portant sur des petits réacteurs flexibles, les SMR, et y associe à juste titre un certain nombre de critères importants, tels qu'ils ont été énumérés dans l'exposé introductif. Dans quelle mesure les futurs SMR répondront-ils à ces conditions? Est-il exact que le refroidissement passif, qui ne nécessite pas d'électricité, n'est utilisé qu'à titre expérimental et qu'il n'existe pas encore de réacteur en service qui soit refroidi de manière passive?

Comment réduira-t-on le volume des déchets nucléaires de longue durée de vie? Les déchets qui seront également produits par les SMR seront-ils réutilisés? Cela se fait-il déjà aujourd'hui? La réutilisation des déchets ne présente-t-elle pas des risques?

Il sera très difficile pour les anciens réacteurs existants de se conformer à l'arrêté royal sur les prescriptions de sûreté. Les futurs SMR pourront-ils répondre à ces exigences de sûreté?

Le coût de construction des SMR sera inférieur à celui des centrales classiques. Mais quel est le coût prévu pour une centrale équipée d'un SMR? Une diminution du coût ne sera possible que si les réacteurs peuvent être construits en série. A-t-on une idée de la date à laquelle ces SMR pourront être construits en série?

Les SMR doivent répondre à un certain nombre de critères importants. À partir de quel moment les SMR

II. — GEDACHTEWISSELING

A. Vragen en opmerkingen van de leden

Mevrouw Kim Buyst (Ecolo-Groen) weet dat het gaat over de energiemix van de toekomst en de plaats van innovatie op het vlak van kernenergie daarin. De kerncentrales zoals we ze vandaag kennen zijn niet het antwoord, kijk maar naar de tonnen afval die ze produceren of de kosten om de bestaande reactoren te laten voldoen aan de *Western European Nuclear Regulators Association* (afgekort: WENRA) referentieveiligheidsniveaus van 2014. Deze kosten werden door de regering in lopende zaken opgenomen in het koninklijk besluit tot aanvulling van het koninklijk besluit van 30 november 2011 houdende veiligheidsvoorschriften voor kerninstallaties, voor wat betreft het ontwerp van bestaande reactoren, hun bescherming tegen natuurverschijnselen en diverse bijbehorende bepalingen (afgekort: KB veiligheidsvoorschriften). Voor onderzoek naar toekomstige kerncentrales is het SCK CEN de expert in België en dient hierover te worden geconsulteerd.

De regering ondersteunt verder onderzoek naar kleine flexibele reactoren, SMR's, en koppelt daar terecht een aantal belangrijke criteria, zoals in de inleidende uiteenzetting opgesomd, aan vast. In welke mate gaan de toekomstige SMR's aan deze voorwaarden voldoen? Klopt het dat de passieve koeling, waarvoor geen elektriciteit nodig is, enkel nog maar op experimentele schaal wordt toegepast en dat er nog geen draaiende reactoren zijn met passieve koeling?

Hoe zal het langlevende nucleaire afval worden geminimaliseerd? Gaat het afval dat ook bij SMR's zal worden gerecreëerd, opnieuw worden gebruikt? Wordt dit vandaag al toegepast? Zijn er geen risico's aan het hergebruik van afval verbonden?

De oude bestaande reactoren zullen heel moeilijk kunnen voldoen aan het KB Veiligheidsvoorschriften. Zullen de toekomstige SMR's wel kunnen voldoen aan deze veiligheidsvereisten?

De kostprijs voor het bouwen van de SMR's zal lager zijn dan voor de klassieke centrales. Maar wat is de verwachte kostprijs voor een centrale met een SMR? De lagere kost zal pas bereikt worden als de reactoren in serie kunnen worden gebouwd. Is er een zicht op vanaf welk moment in de tijd deze SMR's in serie zullen kunnen worden gebouwd?

De SMR's moeten voldoen aan een aantal belangrijke criteria. Vanaf welk moment zullen de SMR's kunnen

suffiront-ils pour produire de l'électricité de manière industrielle et pour la fournir au réseau?

Le projet MYRRHA s'inscrit dans cette recherche et est soutenu par le gouvernement fédéral. Où en est ce projet? Il a déjà été vaguement expliqué devant la commission de l'Énergie, de l'Environnement et du Climat. Mais le projet MYRRHA est-il suffisamment avancé pour intervenir dans la recherche sur les SMR?

La Belgique ne peut pas financer seule la recherche sur les SMR, des investisseurs internationaux sont nécessaires. Où en est-on à ce sujet?

M. Eric Thiébaut (PS) sait qu'en décembre 2021, le gouvernement a demandé une évaluation technologique des SMR, dans le but de pouvoir les intégrer dans le mix énergétique belge à partir de 2040. Un budget de 100 millions d'euros, réparti sur quatre ans, a été prévu à cet effet. Cette étude a été réalisée depuis lors. Peut-on en savoir plus sur les conclusions tirées à propos des projets en cours à l'étranger? Plus de 70 concepts différents de SMR sont en cours de développement dans le monde. Lesquels ont la préférence du SCK CEN? Et pourquoi? L'expertise belge peut-elle être utilisée pour ces développements? Comment la technologie retenue peut-elle être mise en œuvre en Belgique? Quel est l'avantage en termes de flexibilité? Les SMR peuvent-ils servir de transition vers les énergies renouvelables? Il y a beaucoup d'informations divergentes sur les déchets produits par les SMR. Est-il possible d'avoir des précisions sur ces déchets, et plus particulièrement sur les déchets produits par la technologie retenue? Que montrent les projets qui existent déjà à l'étranger?

Les SMR sont moins puissants que les réacteurs nucléaires qui existent actuellement en Belgique. Quel est leur potentiel dans le futur mix énergétique belge? Quel est l'état d'avancement du projet belge et quel est le calendrier pour les mois à venir?

M. Reccino Van Lommel (VB) demande comment le "levelized cost of electricity" (coût actualisé de l'électricité = lcoe) pourrait être réduit. Comment le SCK CEN voit-il cette réduction et dans quel délai pourrait-elle être réalisée? Il n'y a actuellement aucune clarté sur le coût futur des SMR. Le SCK CEN voit-il une possibilité de commercialiser des SMR à un prix abordable à l'avenir? Si nous considérons la feuille de route qui fixe des échéances annuelles précises, quelle est la position du SCK CEN sur la réalisation d'un SMR commercialisable? Qu'est-ce que le SCK CEN attend spécifiquement du gouvernement pour pouvoir respecter le calendrier? Quelle concertation a déjà eu lieu avec le gouvernement à propos de cette feuille de route? Il a été question de

voldoen om op een industriële wijze elektriciteit te produceren en aan het net te leveren?

Het MYRRHA-project past in dit onderzoek en wordt door de federale regering ondersteund. Hoe ver staat het MYRRHA-project? Het werd reeds in de commissie Energie, Leefmilieu en Klimaat voor een stukje toegelicht. Maar is het MYRRHA-project ver genoeg gevorderd om ingeschakeld te worden in het onderzoek naar SMR's?

België kan het onderzoek naar SMR's niet alleen dragen, internationale investeerders zijn noodzakelijk. Hoe ver staat het hiermee?

De heer Eric Thiébaut (PS) weet dat de regering in december 2021 een technologische evaluatie van de SMR's heeft gevraagd, met als doel ze vanaf 2040 te kunnen inschakelen in de Belgische energiemix. Hiervoor werd een budget van 100 miljoen euro, gespreid over vier jaar, voorzien. Deze studie werd ondertussen uitgevoerd. Kan er iets meer worden gezegd over de conclusies die werden getrokken rond de projecten die in het buitenland lopen. Wereldwijd worden meer dan 70 verschillende SMR-concepten ontwikkeld. Welke daarvan hebben de voorkeur van het SCK CEN? En waarom? Kan er Belgische expertise worden gebruikt voor deze ontwikkelingen? Hoe kan de weerhouden technologie in België worden uitgevoerd? Wat is het voordeel op het gebied van flexibiliteit? Kunnen SMR's helpen als overbrugging naar hernieuwbare energie? Er is heel wat uiteenlopende informatie te vinden over het door SMR's geproduceerde afval. Kan hierover wat meer duidelijkheid worden geschapen, meer specifiek over het geproduceerde afval van de weerhouden technologie? Wat tonen de reeds bestaande buitenlandse projecten?

De SMR's hebben een kleiner vermogen dan de nu bestaande Belgische kernreactoren. Wat is het potentieel hiervan in de toekomstige Belgische energiemix? Wat is de juiste stand van zaken van het Belgische project en wat is de planning ervan voor de komende maanden?

De heer Reccino Van Lommel (VB) vraagt hoe de "levelized cost of electricity" (afkorting: lcoe) kan gedrukt worden. Hoe ziet het SCK CEN dit en op welke termijn kan deze lcoe naar beneden? Er is op dit moment geen duidelijkheid over de toekomstige kost van SMR's. Ziet het SCK CEN een mogelijkheid dat in de toekomst betaalbare SMR's op de markt zullen kunnen worden gebracht? Als er naar het stappenplan met specifieke jaartallen wordt gekeken, wat is dan het standpunt van het SCK CEN over het realiseren van een commercialeerbare SMR? Wat heeft het SCK CEN specifiek nodig van de regering om op schema te blijven? Welk overleg is er al geweest met de regering over dit stappenplan? Er werd gesproken over 3000 tot 5000 dollar

3000 à 5000 dollars par kW pour la construction d'un SMR, ce qui représentera environ 1 milliard d'euros pour un SMR de 300 MW. Ces unités peuvent être combinées entre elles de façon modulaire. Jusqu'où peut-on aller? Combien de MW une unité peut-elle produire?

Avec les SMR rapides, il sera possible de réduire la quantité de déchets. Quelque 80 concepts sont actuellement à l'étude. Environ la moitié d'entre eux sont refroidis à l'eau, les autres au métal. Mais lesquels arriveront les premiers sur le marché? Les SMR refroidis à l'eau ne peuvent-ils pas être disponibles plus rapidement?

En ce qui concerne les combustibles nucléaires, il existe également plusieurs options, comme l'utilisation du thorium (Th). Cet élément est-il repris dans l'étude? Sera-t-il tout à fait possible d'utiliser du Th dans les SMR à l'avenir?

Le SCK CEN a reçu un financement pour cette étude. Est-il suffisant? Que couvre-t-il? Qu'est-ce qui sera nécessaire pour l'étape suivante, lorsque l'on passera aux tests?

Mme Marie-Christine Marghem (MR) sait que les gouvernements précédent et actuel ont soutenu le projet MYRRHA. Ce projet peut contribuer à produire de l'énergie et à réduire la quantité de déchets radioactifs. Ces dernières années, le SCK CEN a créé une plate-forme pour pouvoir s'attirer un soutien financier et une haute expertise technique de l'étranger. Qu'en est-il aujourd'hui? Et qu'est-ce qui sera nécessaire à l'avenir, en termes de soutien financier, pour qu'à un moment donné, le projet MYRRHA puisse déboucher sur des applications concrètes?

De nombreux concepts possibles de SMR à sécurité passive sont en cours de développement. Quelle est la meilleure solution pour notre pays, qui puisse être réalisée le plus rapidement à l'échelle industrielle? Pour la réalisation, il faut compter au moins dix ans. Et pour rendre tout cela possible, il est impératif de conserver l'expertise nucléaire disponible et le tissu industriel nucléaire existant.

Les SMR sont des machines plus petites. En Belgique, quels sont les meilleurs sites pour installer ces SMR? Ces unités n'ont plus besoin d'eau pour être refroidies. Mais ne serait-il tout de même pas préférable, aussi pour éviter une trop grande dispersion, d'installer ces unités sur des sites où l'on dispose déjà d'une expertise nucléaire? En Belgique, on pourrait également envisager d'ajouter à un moment donné des unités nucléaires plus grandes. Comment pourrait-on les combiner avec les petits SMR?

per kW voor de bouw van een SMR. Dit zal resulteren in ongeveer 1 miljard euro voor een SMR van 300 MW. Deze eenheden kunnen modulair aan elkaar worden geschakeld. Hoeveel kan hiermee worden gegaan? Hoeveel MW is mogelijk in één eenheid?

Met de snelle SMR's is een reductie van de hoeveelheid afval mogelijk. Er wordt momenteel aan een 80-tal concepten gewerkt. Ongeveer de helft daarvan is watergekoeld, de andere worden met metaal gekoeld. Maar welke zullen het snelst op de markt komen? Kunnen de watergekoelde SMR's niet sneller beschikbaar komen?

Op het gebied van kernbrandstoffen zijn er ook meerdere opties, zoals het gebruik van thorium (afgekort: Th). Wordt dit meegenomen in het onderzoek? Is het überhaupt mogelijk om Th in de toekomst in SMR's in te zetten?

Het SCK CEN heeft voor het onderzoek middelen gekregen. Zijn deze toereikend? Hoeveel reiken ze? Wat is er nodig voor de volgende fase, als er naar proefopstellingen wordt gegaan?

Mevrouw Marie-Christine Marghem (MR) weet dat de vorige en de huidige regering het MYRRHA-project hebben ondersteund. Dit project kan helpen om energie te produceren en om de hoeveelheid radioactief afval te verkleinen. Het SCK CEN heeft in de voorbije jaren een platform gecreëerd om buitenlandse financiële ondersteuning en hoge technische expertise te kunnen aantrekken. Wat is de stand hiervan? En wat is er op het gebied van financiële ondersteuning in de toekomst nodig, zodat het MYRRHA-project op een bepaald moment tot concrete toepassingen kan leiden?

Er zijn vele mogelijke concepten van SMR's met passieve veiligheid in ontwikkeling. Wat is de beste oplossing voor België, die het snelst op een industriële schaal kan worden gerealiseerd? Voor de realisatie moet minstens met tien jaar worden gerekend. Om dit mogelijk te maken is het absoluut nodig om de beschikbare nucleaire expertise en de bestaande nucleaire industriële weefsel te behouden.

De SMR's zijn kleinere machines. Wat zijn in België de beste locaties om deze SMR's te plaatsen? Er is geen koelwater meer nodig voor deze eenheden. Maar zou het toch niet beter zijn, ook om een te grote verspreiding te vermijden, deze eenheden te plaatsen op terreinen waar reeds nucleaire expertise beschikbaar is? Er kan in België op een bepaald moment ook gedacht worden aan het bijplaatsen van grotere nucleaire eenheden. Hoe kunnen deze met de kleinere SMR's worden gecombineerd?

Mme Leen Dierick (cd&v) demande s'il existe une coopération avec d'autres pays pour ce qui concerne la recherche sur les SMR et le projet MYRRHA. Comment ces pays sont-ils associés, y a-t-il des échanges et comment cela se passe-t-il? À partir de quand les SMR seront-ils disponibles sur le plan commercial et quand pourront-ils être utilisés? Qu'est-ce qui pourrait influencer ce calendrier?

La Belgique est une référence en termes de savoir-faire nucléaire et elle doit absolument le conserver. Néanmoins, il convient de renforcer la coopération au sein de l'Union européenne (UE) pour unir les forces et accélérer la construction de ces SMR. Que pense le SCK CEN d'une intensification de la coopération avec les autres États membres de l'Union européenne? Le SCK CEN a-t-il des contacts avec d'autres États membres pour l'étude et le développement des SMR?

Un grand avantage des SMR est qu'ils peuvent être construits en série. S'ils peuvent être installés en plus grand nombre dans différents États membres, cela devrait réduire leur coût. Mais ce déploiement ne sera-t-il pas entravé par les différences entre les législations des États membres? Ne faudrait-il pas harmoniser les procédures d'autorisation et de licence dans le domaine de la sécurité nucléaire?

Mme Marianne Verhaert (Open Vld) estime que les SMR devraient être regroupés dans un même paquet, avec les projets en matière d'hydrogène et de batteries. Il ne faut plus tergiverser. Que pense le SCK CEN du SMR de l'entreprise américaine NuScale Power, qui a récemment été approuvé par le régulateur nucléaire américain? Il existe des projets aux États-Unis d'Amérique (USA), mais aussi en Pologne et en Roumanie. Qu'en est-il du SMR de la Rolls-Royce britannique? Pourrait-on examiner plus en détail la dynamique générale des SMR, et ce par rapport aux grands réacteurs nucléaires que les Pays-Bas souhaitent développer? Que peut-on dire de l'introduction sur le marché de tous ces projets?

Ces dernières semaines, les choses n'étaient pas très claires concernant le financement. Celui-ci n'est pas remis en cause. Mais la question est de savoir à quoi le SCK CEN l'a utilisé depuis qu'il a été approuvé fin 2021. Les projets introduits ont-ils déjà fait l'objet d'une évaluation?

Le but de la recherche sur les SMR est de développer un produit commercialisable. Il est prévu d'adopter une loi qui rendrait possible l'utilisation de nouvelles technologies pauvres en carbone, dont les SMR. Des propositions ont déjà été déposées, mais il y a aussi

Mevrouw Leen Dierick (cd&v) vraagt of er samenwerking is met andere landen voor het onderzoek naar SMR's en voor het MYRRHA-project. Hoe zijn deze er bij betrokken, zijn er uitwisselingen en hoe verloopt dat? Vanaf wanneer komen SMR's commercieel beschikbaar en kunnen ze worden ingezet? Wat heeft impact op deze termijn?

België is een koploper op het gebied van nucleaire kennis en dit moet behouden blijven. Toch zou er binnen de Europese Unie (afgekort: EU) een versterkte samenwerking moeten komen om de krachten te bundelen en de bouw van deze SMR's te versnellen. Wat is de opvatting van het SCK CEN over intensere samenwerking met andere Europese lidstaten? Heeft het SCK CEN contacten met andere Europese lidstaten op het vlak van onderzoek en ontwikkeling van SMR's?

Een groot voordeel van de SMR's is dat ze in grotere series kunnen worden gebouwd. Als ze in grotere aantallen kunnen worden geplaatst in verschillende lidstaten in Europa, dan moet dat de kostprijs doen dalen. Maar zal dit niet worden bemoeilijkt door de verschillen in de wetgeving in de verschillende lidstaten? Moet er geen harmonisatie komen van de vergunnings- en licentieprocedures op het gebied van nucleaire veiligheid?

Mevrouw Marianne Verhaert (Open Vld) vindt dat SMR's samen met de plannen voor waterstof en batterijen in één pakket moeten zitten. Er mag niet meer worden getalmd. Hoe kijkt het SCK CEN naar de Amerikaanse nucleaire regulator recentelijk goedgekeurde SMR van het Amerikaanse bedrijf NuScale Power? Ze hebben plannen in de *United States of America* (afgekort: USA), maar daarnaast ook in Polen en in Roemenië. Wat kan er worden gezegd over de SMR van het Britse Rolls Royce? Kan er dieper worden ingegaan op de algemene dynamiek rond de SMR's, en dit in vergelijking met de grote nucleaire reactoren, zoals Nederland wenst te ontwikkelen? Wat kan er worden gezegd over de markt-introductie van al deze projecten?

De afgelopen weken was er wat onduidelijkheid over de financiering. Deze staat niet ter discussie. Maar de vraag is wel waar het SCK CEN sinds de goedkeuring van de financiering eind 2021 op heeft ingezet? Is er al een beoordeling van ingediende projecten bekend?

Het doel van het SMR-onderzoek is een commercieel inzetbaar product te ontwikkelen. Er werd voorzien een wet aan te nemen die nieuwe koolstofarme technologieën, waaronder SMR's, mogelijk moet maken. Er werden reeds voorstellen ingediend, maar er is ook wat

une certaine réticence parmi les écologistes. Qu'en pense le SCK CEN?

Outre les SMR, MYRRHA est également un projet essentiel pour le SCK CEN. Le financement de MYRRHA est très important. Quel est l'état de la situation en ce qui concerne la participation étrangère? Y a-t-il d'autres options? Un délégué spécial, comme par le passé, apporterait-il une valeur ajoutée? Que pourrait-il faire de plus?

M. Kris Verduyckt (Vooruit) demande une production d'électricité abordable et fiable. Si on observe ce qui se passe en France, on constate que le nucléaire n'est pas la panacée. La production d'électricité doit également être durable et propre, et ne produire aucun déchet ou un minimum de déchets. Avec les SMR, le problème des déchets n'est pas entièrement sous contrôle.

Nous aurons besoin de beaucoup d'électricité à l'avenir. Les SMR peuvent certainement y contribuer, mais ils doivent toutefois répondre aux critères. Après avoir entendu l'exposé introductif, il apparaît que le SMR reste tout de même encore une notion fourre-tout. Il est difficile de savoir ce que l'on peut attendre du développement des SMR. Quelles sont les principales finalités des concepts qui seront développés?

Le calendrier est très important. Ce n'est pas de sitôt que les SMR fourniront de l'électricité au réseau. Pendant ce temps, le marché de l'énergie continue d'évoluer. Lorsque les SMR arriveront sur le marché, le marché de l'énergie aura déjà beaucoup changé. À ce moment-là, le coût de l'électricité produite par les SMR sera-t-il encore compétitif par rapport à ce qui sera alors disponible? Aujourd'hui, le nucléaire ne peut pas être proposé de manière vraiment compétitive.

M. Bert Wollants (N-VA), président, a compris que les SMR sont une solution pour produire moins de déchets hautement radioactifs. La sécurité passive n'est pas un élément qui ne pourra être concrétisé qu'en 2040. Les SMR qui arrivent aujourd'hui sur le marché, comme ceux de NuScale Power, Seaborg, NUWARD, ... annoncent tous qu'ils présentent certaines caractéristiques liées à la sécurité passive. La sécurité passive des réacteurs nucléaires doit-elle donc encore être inventée? Ou est-elle déjà acquise aujourd'hui pour chaque concept SMR qui est en cours de développement?

Quand les premiers SMR pourront-ils produire de l'énergie en Europe? Seulement après 2040, ou certains concepts seront-ils disponibles plus tôt?

Pour l'intégration future des SMR, est-il important de conserver suffisamment de savoir-faire nucléaire également en dehors du SCK CEN?

terughoudendheid bij de groene fracties. Hoe kijkt het SCK CEN hiernaar?

Naast SMR's is ook MYRRHA een heel belangrijk project voor het SCK CEN. De financiering van MYRRHA is zeer belangrijk. Wat is de stand in verband met buitenlandse participatie? Zijn er andere opties? Zou een speciaal gezant, zoals in het verleden, een meerwaarde betekenen? Wat zou hij extra kunnen doen?

De heer Kris Verduyckt (Vooruit) vraagt een betaalbare en betrouwbare energieopwekking. Als er naar Frankrijk wordt gekeken, dan maakt nucleair geen goede beurt. Energieopwekking moet ook duurzaam en schoon zijn, geen of minimaal afval produceren. Bij SMR's is het afvalprobleem niet helemaal onder controle.

Er zal veel elektriciteit nodig zijn in de toekomst. De SMR's kunnen zeker een bijdrage leveren, maar ze moeten wel aan de criteria voldoen. Na de inleidende uiteenzetting blijft SMR toch nog altijd een containerbegrip. Het is niet echt duidelijk wat er van de ontwikkeling van SMR's mag worden verwacht. Wat zijn de belangrijkste finaliteiten van de concepten die zullen worden ontwikkeld?

De planning is heel belangrijk. SMR's zullen niet snel elektriciteit aan het net leveren. Ondertussen staat de energiemarkt niet stil. Op het moment dat SMR's op de markt zullen komen, zal de energiemarkt er helemaal anders uitzien. Gaat de kostprijs van de elektriciteit van SMR's op dat moment nog concurrentieel zijn met wat er op dat moment beschikbaar is? Vandaag kan nucleair niet echt concurrentieel worden aangeboden.

De heer Bert Wollants (N-VA), voorzitter, heeft verstaan dat SMR's een oplossing zijn om minder hoogradioactief afval te produceren. Het element passieve veiligheid is niet iets dat pas in 2040 kan worden uitgerold. De SMR's die nu op de markt komen, zoals deze van NuScale Power, Seaborg, de NUWARD-SMR's ... geven allemaal aan dat ze een aantal passieve veiligheidskenmerken hebben. Moet een passieve veiligheid op kernreactoren nog worden uitgevonden? Of is dat vandaag eigenlijk al aan de orde voor elk SMR-concept dat er staat aan te komen?

Wanneer kunnen de eerste SMR's in Europa energie produceren? Is dat pas na 2040, of zullen bepaalde concepten eerder beschikbaar zijn?

Is het belangrijk, voor de toekomstige integratie van SMR's, dat de nucleaire kennis, ook buiten het SCK CEN, voldoende aanwezig blijft?

On se base en fait sur ce que le SCK CEN a déjà développé dans le passé. Le MOX a été mentionné. MYRRHA, même s'il est encore en plein développement, et les réacteurs de recherche BR 1, BR 2, BR 3 (BR est l'abréviation pour les réacteurs de recherche "Belgian Reactor") et VENUS ("Vulcan Experimental Nuclear Study") ont vraisemblablement tous joué un rôle. Ne faudrait-il pas, dans l'intervalle, prendre des mesures pour pouvoir conserver ce savoir-faire?

La recherche de partenaires joue-t-elle un rôle important? Les partenaires industriels potentiels attachent-ils de l'importance au fait qu'actuellement, ces réacteurs ne puissent pas être construits en Belgique? Le fait qu'en Belgique, la loi interdise la construction de tels SMR rend-il plus difficile pour le SCK CEN d'associer des partenaires industriels au projet?

Le financement, les 100 millions d'euros promis, n'est pas remis en cause. La ministre de l'Énergie, Tinne Van der Straeten, a annoncé que les 50 millions d'euros qu'elle souhaite engager ont été libérés. Mais faut-il encore prendre des décisions supplémentaires, via le budget, pour que les 50 millions d'euros du secrétaire d'État à la Relance et aux Investissements stratégiques, chargé de la politique scientifique, Thomas Dermine, puissent être versés?

Quand le SCK CEN pourra-t-il démarrer ce programme de recherche? Quelle est la première date possible? Plusieurs dates ont été évoquées dans le passé, en fonction de la disponibilité des fonds. Le secrétaire d'État Thomas Dermine a évoqué récemment le premier trimestre 2023 et la ministre Van der Straeten aurait évoqué une date plus éloignée, après juin 2023. Mais combien de temps après le versement des fonds sur son compte le SCK CEN pourra-t-il démarrer le programme?

Quelles sont les principales recherches qui seront menées au début du projet? Le concept est clair. Mais quelles sont les premières étapes et les premières recherches qui permettront de mettre le projet sur les rails le plus vite possible?

M. Samuel Cogolati (Ecolo-Groen) déclare que les SMR sont les héritiers d'une technologie que nous connaissons bien, à savoir celle des réacteurs utilisés dans les sous-marins. Le SCK CEN peut-il confirmer clairement que la recherche porte uniquement sur la nouvelle génération de SMR, et non sur les SMR existants?

Une étude récente bien connue, publiée dans les "Proceedings of the National Academy of Sciences" (PNAS) et réalisée par les universités de Stanford et de Colombie britannique, indique que les SMR produisent

Er wordt verder gebouwd op zaken die in het verleden bij het SCK CEN al werden ontwikkeld. MOX werd genoemd. MYRRHA, ook al is dat nog volop in ontwikkeling, en de onderzoeksreactoren BR 1, BR 2, BR 3 (BR is de afkorting van onderzoeksreactoren "Belgian Reactor") en "Vulcan Experimental Nuclear Study" (afgekort: VENUS) hebben vermoedelijk allemaal een rol gespeeld. Moeten er in de tussentijd dan ook geen stappen worden gezet om ervoor te zorgen dat de kennis kan blijven worden uitgebouwd?

Speelt het vinden van partners een grote rol? Hechten potentiële industriële partners belang aan het feit dat deze reactoren vandaag in België niet mogen worden gebouwd? Maakt het feit dat het bij wet verboden is dergelijke SMR's in België te bouwen het moeilijker voor het SCK CEN om industriële partners bij het project te betrekken?

De financiering, de beloofde 100 miljoen euro, wordt niet in vraag gesteld. De 50 miljoen euro die minister van Energie Tinne Van der Straeten wil aanbrengen is volgens de minister vastgelegd. Maar moeten er via de begroting nog extra beslissingen worden genomen om de 50 miljoen euro van staatssecretaris voor Relance en Strategische Investeringen belast met Wetenschapsbeleid Thomas Dermine te laten uitbetalen?

Wanneer kan het SCK CEN met dit onderzoeksprogramma starten? Wat is het snelst mogelijk? In het verleden werden reeds meerdere datums genoemd, afhankelijk van de beschikbaarheid van de middelen. Staatssecretaris Dermine heeft laatst het eerste kwartaal van 2023 genoemd, minister Van der Straeten zou ergens na juni 2023 gezegd hebben. Maar hoe snel na het storten van de centen op de rekening kan het SCK CEN starten.

Wat zijn de belangrijkste onderzoeken waarmee het project zal worden gestart? Het concept is duidelijk. Maar wat zijn de eerste stappen en met welke onderzoeken zal worden gestart, om het project zo snel mogelijk op de rails te krijgen?

De heer Samuel Cogolati (Ecolo-Groen) stelt dat de SMR's de erfgenamen zijn van een goed gekende technologie, namelijk die van de reactoren die in onderzeeërs worden gebruikt. Kan het SCK CEN duidelijk bevestigen dat het onderzoek enkel en alleen de nieuwe generatie SMR's betreft en niet de bestaande?

Een bekende recente studie, gepubliceerd in de "Proceedings of the National Academy of Sciences" (afgekort: PNAS), van de universiteiten van Stanford en British Columbia, stelt dat SMR's vergeleken met

jusqu'à 30 fois plus de déchets radioactifs que les réacteurs nucléaires classiques. Comment le SCK CEN réagit-il à cette étude?

Le projet MYRRHA est très prometteur, mais quel est son état d'avancement? Et surtout, où en est la recherche de partenaires internationaux? C'est tout de même la raison pour laquelle une AISBL a été créée. La présence de partenaires internationaux permettrait de réunir davantage de fonds pour la recherche. Le Japon a été mentionné à un moment donné comme partenaire potentiel. Quels sont les pays intéressés par une participation au projet MYRRHA? Et quelles sont les prochaines étapes du projet MYRRHA?

M. Thierry Warmoes (PVDA-PTB) a entendu citer les avantages des SMR, mais quels en sont les inconvénients? À partir de quand les SMR rapides, qui présentent tous les avantages cités, seront-ils commercialement disponibles à l'échelle industrielle? Il est souvent fait référence à des projets étrangers, mais ne s'agit-il pas dans ce cas de petites centrales nucléaires traditionnelles?

Quel est le lien entre les SMR et l'industrie militaire? Le SCK CEN affirme que les SMR présentent un moindre risque de prolifération, mais un rapport du Conseil supérieur de la santé souligne que le développement de ces petits SMR ne peut être dissocié de l'industrie militaire. En particulier, les modèles américains qui sont développés actuellement connaîtraient des applications militaires. Quelles sont les applications militaires des SMR? Les SMR sont déjà utilisés dans les sous-marins et vraisemblablement aussi dans les porte-avions.

L'une des promesses des SMR est la production en série, qui permettrait de réduire considérablement les coûts. Combien de SMR faudrait-il construire pour arriver à réduire les coûts? Lors d'une audition en 2022, le chiffre de 100 a été mentionné. Plusieurs modèles sont actuellement en cours de développement, un modèle belge, un modèle allemand, un modèle américain ... Si nous avions un SMR belge, cela signifie-t-il qu'il faudrait en installer 100 en Belgique? Que pense le SCK CEN de ces chiffres? Quelles conséquences cela aurait-il?

Les SMR rapides produisent beaucoup moins de déchets hautement radioactifs. Mais ils en produisent toujours. Quelles quantités précises de déchets radioactifs un SMR rapide produit-il?

B. Réponses des invités

M. Peter Baeten, directeur général du SCK CEN, répond aux questions posées sur les critères qu'ils sont effectivement les bons critères pour opérer les

conventionele nucleaire reactoren tot 30 maal meer radioactief afval produceren. Wat is de reactie van het SCK CEN op deze studie?

Het MYRRHA-project is zeer beloftevol, maar wat is de stand van dit project? En vooral, waar staat de zoektocht naar internationale partners? Dat is toch de reden waarom een ivzw werd opgericht. Met internationale partners zou er meer geld beschikbaar komen voor het onderzoek. Japan werd op een bepaald moment als potentiële partner genoemd. Welke landen hebben interesse om in het MYRRHA-project in te stappen? En wat zijn de eerstvolgende stappen in het MYRRHA-project?

De heer Thierry Warmoes (PVDA-PTB) heeft de opsomming van de voordelen van SMR's gehoord, maar vraagt wat de nadelen van de SMR's zijn? Vanaf wanneer gaan de snelle SMR's, met alle opgesomde voordelen, commercieel op industriële schaal beschikbaar zijn? Er wordt vaak verwezen naar projecten in het buitenland, maar gaat het daar niet over kleinere traditionele kerncentrales?

Wat is de link tussen de SMR's en de militaire industrie. Het SCK CEN stelt dat de SMR's een kleiner proliferatierisico hebben, maar in een rapport van de Hoge Gezondheidsraad wordt erop gewezen dat de ontwikkeling van deze kleinere SMR's niet los kan worden gezien van de militaire industrie. Vooral de Amerikaanse modellen die nu worden ontwikkeld zouden militaire toepassingen hebben. Welke militaire toepassingen kennen SMR's? SMR's zijn al in gebruik in duikboten en vermoedelijk ook in vliegdekschepen.

Een van de beloftes van SMR's is de serieaanpak waardoor de kostprijs sterk zou dalen. Hoeveel SMR's zouden moeten worden gebouwd om een kostenreductie te realiseren? In een hoorzitting in 2022 werd het getal 100 genoemd. Er worden op dit moment nogal wat modellen ontwikkeld, een Belgisch, een Duits, een Amerikaans ... Als er een Belgische SMR komt, wil dat dan zeggen dat er 100 moeten geplaatst worden in België? Hoe schat het SCK CEN dat in? Welke consequenties heeft dat?

De snelle SMR's produceren veel minder hoogradioactief afval. Maar er is wel hoogradioactief afval. Wat zijn de juiste hoeveelheden radioactief afval die in een snelle SMR worden geproduceerd?

B. Antwoorden van de genodigden

De heer Peter Baeten, directeur-generaal van het SCK CEN, antwoordt op de vragen over de opgestelde criteria dat het inderdaad de juiste criteria zijn om toekomstige

futures sélections. L'un d'eux, qui est très important, est la sécurité passive, qui implique qu'il ne faut plus d'électricité extérieure pour évacuer la chaleur résiduelle du réacteur en cas d'arrêt. Ce concept doit être intégré dès le début de la conception du réacteur. Les centrales actuelles utilisent un refroidissement actif. Mais le refroidissement passif est déjà utilisé aujourd'hui, par exemple dans le réacteur BR2 du SCK CEN qui utilise un refroidissement passif à l'eau. Le refroidissement passif peut être démontré. Le refroidissement passif avec un mélange Pb-Bi a également déjà été testé pour le projet MYRRHA. Tous les SMR, qu'ils soient refroidis à l'eau ou non, mettent en œuvre un refroidissement passif. La sécurité passive est une caractéristique de sécurité très spécifique, elle est intrinsèque et permet de se conformer plus facilement à l'arrêté royal portant des prescriptions de sûreté. En outre, les SMR seront conçus de manière à répondre aux exigences de sûreté.

Quand on parle de déchets radioactifs provenant des SMR, il faut distinguer clairement les SMR refroidis à l'eau et les SMR rapides. En cas d'utilisation de la technologie basée sur un refroidissement à l'eau, le réacteur produit le même type de déchets hautement radioactifs que les réacteurs existants de Doel et de Tihange. C'est une conséquence de la modération des neutrons par le liquide de refroidissement. Ces neutrons, une fois ralentis, peuvent être capturés par le combustible et produisent les éléments hautement radioactifs. C'est inhérent au choix de l'eau comme liquide de refroidissement. Dans le cadre de la demande formulée par le gouvernement belge, le SCK CEN s'est penché spécifiquement sur le critère de durabilité, ainsi que sur la manière de produire moins de déchets hautement radioactifs et de mieux utiliser les matières premières. Il en résulte que l'eau doit être exclue comme liquide de refroidissement. Il convient alors d'utiliser un moyen de refroidissement qui ne déclenchera pas le même processus que celui qui produit les déchets hautement radioactifs. Il existe un certain nombre de moyens de refroidissement possibles qui ne présentent pas cet inconvénient. Dans l'étude du SCK CEN, ces moyens de refroidissement ont été répartis en huit familles. Parmi les réacteurs innovateurs, il y a ceux qui sont refroidis au sodium (Na), ceux qui sont refroidis au plomb Pb, ou encore aux sels fondus, ... Les refroidissements au Pb et au Na présentent les mêmes avantages en termes de réduction de la production de déchets radioactifs. Ils utilisent des neutrons rapides et les éléments créés par ces neutrons rapides sont immédiatement détruits. Les neutrons ne sont pas ralentis. Mais le Pb présente un certain nombre d'avantages techniques par rapport au Na. Ainsi, le Pb n'entraîne pas de réaction exothermique avec l'air ou l'eau, contrairement au Na. Jusqu'au milieu des années 80, le SCK CEN a utilisé du Na et connaît cette technologie, ses avantages et ses inconvénients.

selecties te maken. Een heel belangrijke is de passieve veiligheid, wat betekent dat er geen externe elektriciteit nodig is voor het afvoeren van de restwarmte van de reactor bij een stop. Dit concept moet van bij het begin van het ontwerp van de reactor worden geïntegreerd. De huidige centrales gebruiken actieve koeling. Maar passieve koeling wordt vandaag reeds gebruikt, bijvoorbeeld in de bestaande BR2 reactor bij het SCK CEN die passieve koeling met water gebruikt. Passieve koeling kan worden gedemonstreerd. Ook voor het MYRRHA-project werd de passieve koeling met een Pb-Bi mengsel reeds getest. Alle SMR's, zowel de watergekoelde als de andere, implementeren passieve koeling. Passieve veiligheid is een heel specifieke veiligheidskarakteristiek, het is intrinsiek en maakt het gemakkelijker aan het KB Veiligheidsvoorschriften te voldoen. Bovendien zullen de SMR's zo ontworpen worden dat ze de veiligheidseisen respecteren.

Als er over het radioactieve afval van SMR's wordt gesproken moet er een duidelijk onderscheid gemaakt worden tussen de watergekoelde SMR's en de snelle SMR's. Bij het gebruik van de technologie met waterkoeling zal hetzelfde type hoogradioactief afval worden geproduceerd als bij de bestaande reactoren in Doel en Tihange. Dit is een gevolg van de moderatie van de neutronen door de koelvloeistof. Deze vertraagde neutronen kunnen door de brandstof worden gevangen en zorgen ook voor het ontstaan van de hoogradioactieve elementen. Het is eigen aan de keuze van water als koelvloeistof. In het kader van de vraag van de Belgische regering heeft het SCK CEN specifiek gekeken naar het duurzaamheidscriterium, hoe er minder hoogradioactief afval kan worden gemaakt en hoe de grondstoffen beter kunnen worden gebruikt. Dat heeft tot gevolg dat water als koelmiddel moet worden uitgesloten. Er moet dan een koelmiddel worden gebruikt dat niet hetzelfde proces, waarbij hoogradioactief afval wordt geproduceerd, zal starten. Er zijn een aantal mogelijke koelmiddelen die dit nadeel niet hebben. In de studie van het SCK CEN werden deze koelmiddelen in acht families onderverdeeld. Voor de innovatieve reactoren zijn er families rond Na-koeling, Pb-koeling, koeling met gesmolten zout ... Pb- en Na-koeling hebben dezelfde voordelen op het gebied van verminderde productie van radioactief afval. Ze werken met snelle neutronen, en de elementen die met deze snelle neutronen worden gemaakt, worden ook direct vernietigd. De neutronen worden niet vertraagd. Maar Pb heeft een aantal technische voordelen tegenover Na. Zo heeft Pb geen exotherme reactie met lucht of met water, wat Na wel heeft. Het SCK CEN heeft tot het midden van de jaren 1980 gewerkt met Na en kent de technologie, de voor- en de nadelen ervan. Het SCK CEN ziet een duidelijk voordeel van het werken met zware metalen. De Belgische regering heeft het SCK CEN gevraagd waar zij een verschil kunnen maken. Het heeft geen zin

Le SCK CEN voit un réel avantage à travailler avec des métaux lourds. Le gouvernement belge a demandé au SCK CEN où il pouvait faire la différence. Cela n'aurait aucun sens que le SCK CEN se lance dans une technologie où il n'apporterait qu'une valeur ajoutée limitée et où il ne pourrait être qu'un partenaire mineur. Le SCK CEN a construit des installations de test pour le projet MYRRHA afin de tester la thermohydraulique, la corrosion, ... Pendant 10, 15, 20 ans, il a acquis une expertise. Il s'agit d'un premier avantage concurrentiel.

Un deuxième avantage concurrentiel, souvent sous-estimé, est l'interaction avec l'autorité de sécurité. De nombreux concepts n'existent que sur papier, sans aucune interaction avec une autorité de sécurité, alors qu'une telle interaction est nécessaire pour aboutir à une technologie qui puisse finalement être concrétisée. Depuis 2010, un trajet de "pre-licensing" est en cours en Belgique pour le projet MYRRHA. C'est assez unique. C'est la raison pour laquelle le SCK CEN a opté pour la technologie basée sur le Pb.

En termes de planification, il convient encore une fois de faire une distinction entre la famille des SMR refroidis à l'eau et celle des SMR rapides. Les SMR refroidis à l'eau sont actuellement disponibles. Si une loi belge autorisait la construction de ces SMR et qu'un consortium industriel était créé à cette fin, celui-ci pourrait par exemple s'adresser à NuScale Power... Une telle installation pourrait probablement alimenter le réseau belge en électricité entre 2030 et 2035...

Pour ce qui concerne les SMR refroidis au plomb, les choses ne pourraient pas aller aussi vite. Avant de passer à une production en série, il faut d'abord construire un "démonstrateur technologique" afin de pouvoir prouver que la technologie peut développer une puissance suffisante. Un "démonstrateur technologique" pourrait peut-être être opérationnel d'ici 2035-2040 et la commercialisation pourrait suivre d'ici 2040-2045.

Les SMR étant modulaires, le but est bien de pouvoir installer plusieurs SMR sur un même site. Mais il faut tenir compte du mix énergétique futur. Il faudra produire non seulement de l'électricité, mais également de l'hydrogène ou de la chaleur... L'avenir doit être envisagé de manière différente, holistique. À l'avenir, un SMR produira de l'électricité pendant peut-être 30 % du temps et de l'hydrogène pendant 70 % du temps. Il convient de tenir compte de l'intégration future des SMR dans le mix énergétique. Cela permettra aussi de déterminer le meilleur lieu d'implantation de ces SMR. Ils pourraient être installés sur les anciens sites nucléaires, mais peut-être serait-il préférable de les installer plus près des utilisateurs. L'objectif du SCK CEN est également d'associer dès le début les utilisateurs au projet, dans une

dat het SCK CEN zich lanceert in een technologie waar het slechts een beperkte toegevoegde waarde heeft, en enkel een onbelangrijke partner kan zijn. Het SCK CEN heeft voor het MYRRHA-project testinstallaties gebouwd om de thermo-hydraulica te testen, de corrosie te testen ... Gedurende 10, 15, 20 jaar werd een expertise opgebouwd. Dit is een eerste concurrentieel voordeel.

Een tweede concurrentieel voordeel dat dikwijls wordt onderschat is de interactie met de veiligheidsautoriteit. Vele concepten bestaan enkel op papier. Er is geen interactie geweest met een veiligheidsautoriteit. Deze interactie met een veiligheidsautoriteit is nodig om tot een technologie te komen die uiteindelijk kan worden gebouwd. Sinds 2010 wordt er in België, voor het MYRRHA-project, een "pre-licensing" traject doorlopen. Dit is redelijk uniek. Daarom kiest het SCK CEN voor de Pb-technologie.

Als er over planning wordt gesproken, moet alweer een onderscheid worden gemaakt tussen de waterfamilie en de snelle SMR's. De SMR's met waterkoeling zijn nu beschikbaar. Als er in België een wet zou zijn die dit toelaat en er zou een industrieel consortium gevormd zijn dat dat zou willen bouwen, dan kunnen zij bijvoorbeeld naar NuScale Power stappen ... Waarschijnlijk zou een dergelijke installatie dan tussen 2030 en 2035 elektriciteit aan het Belgische net kunnen leveren ...

Voor de Pb-gekoelde SMR's kan het niet zo snel gaan. Alvorens naar een serieproductie kan worden gegaan, moet er eerst nog een "*technology demonstrator*" worden gebouwd, zodat de technologie met een voldoende groot vermogen kan worden bewezen. Een "*technology demonstrator*" kan misschien in 2035-2040 werken, waarna in 2040-2045 de commerciële uitrol kan volgen.

Het is inderdaad de bedoeling dat de SMR's modular zijn, en er verschillende SMR's op één site kunnen worden geplaatst. Maar er moet worden gekeken naar de toekomstige energiemix. Er zal niet alleen elektriciteit moeten worden geproduceerd, maar ook waterstof of warmte ... Er moet op een andere, een holistische manier naar de toekomst worden gekeken. Een SMR zal in de toekomst misschien 30 % van de tijd elektriciteit maken, en 70 % van de tijd waterstof. Er moet worden gekeken naar de toekomstige integratie van de SMR's in de energiemix. En dat kan ook bepalen waar deze SMR's best zullen worden geplaatst. Misschien kunnen ze worden geplaatst in de oude nucleaire sites, maar misschien is het beter ze dichter bij de gebruikers te plaatsen. Het is ook de bedoeling van het SCK CEN om

“communauté d’utilisateurs”. Un autre objectif important du SCK CEN est de développer et de renforcer la chaîne d’approvisionnement existante en Belgique.

M. Hamid Aït Abderrahim, directeur du projet MYRRHA, rappelle que la sécurité passive n'est pas une théorie et n'est pas destinée à une application spécifique, mais qu'elle existe déjà dans les SMR refroidis à l'eau, qui sont déjà commercialisés aujourd'hui. Mais le fonctionnement de la sécurité passive dans un SMR qui utilise un refroidissement au Pb-Bi, qui est identique au refroidissement au Pb, a été prouvé expérimentalement au SCK CEN. Aujourd’hui, le SCK CEN peut garantir que dans un “*lead-cooled fast reactor SMR*” (SMR LFR) refroidi au plomb, la chaleur résiduelle du réacteur peut être évacuée de manière passive. Sur la base de l’expérience acquise en matière de refroidissement au plomb et de la coopération avec l’autorité de sûreté, le SCK CEN a choisi la solution du refroidissement au plomb pour la Belgique. Grâce au projet MYRRHA, l’autorité de sûreté belge a également eu la possibilité d’acquérir des connaissances suffisantes dans ce domaine. Dès 2001, le projet a été présenté de manière informelle à l’autorité de sûreté. Depuis 2011, il existe un trajet de “*pre-licensing*”. Le SCK CEN est certain que l’Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN) et sa filiale technique Bel V possèdent l’expertise et sont outillées pour autoriser un SMR LFR.

Dans le passé, le SCK CEN a également investi dans la recherche et le développement. L’entreprise Cummings à Oevel est une entreprise belge qui a été reprise par une société américaine et qui commercialise des électrolyseurs très performants pour la production d’hydrogène. Les brevets pour ces électrolyseurs ont été déposés par le SCK CEN, à l’époque où le SCK CEN faisait encore de la recherche non nucléaire. Ces électrolyseurs fonctionnent à haute température et peuvent être combinés avec les SMR. Nous avons donc une combinaison belge qui peut jouer un rôle important.

Les investissements réalisés pour le projet MYRRHA peuvent également être utilisés pour les SMR si l’on choisit le refroidissement au plomb. Toutes les installations construites au SCK CEN de Mol pour le refroidissement au Pb-Bi peuvent être utilisées directement pour le projet SMR LFR. Beaucoup de résultats de tests effectués dans le cadre du projet MYRRHA peuvent être utilisés et des tests supplémentaires peuvent être effectués dans l’installation de test MYRRHA existante. Et il y a une équipe de collaborateurs qui maîtrise ce projet et qui, jusqu’à présent, a effectué des tests sans qu’aucun accident ne se produise.

de utilisateurs, de “*user community*”, vanaf het begin bij het project te betrekken. Ook het uitbouwen en versterken van de bestaande toeleveringsketen in België is een belangrijke doelstelling van het SCK CEN.

De heer Hamid Aït Abderrahim, directeur van het MYRRHA-project, herhaalt dat de passieve veiligheid geen théorie is, of niet voor één specifieke toepassing is, maar reeds bestaat in de watergekoelde SMR’s die vandaag reeds worden gecommercialiseerd. Maar de werking van de passieve veiligheid in een SMR met Pb-Bi koeling, wat identiek is aan Pb-koeling, werd bij het SCK CEN experimenteel bewezen. Het SCK CEN kan vandaag garanderen dat in een “*Lead-cooled Fast Reactor SMR*” (afgekort: LFR-SMR) met Pb-koeling de restwarmte van de reactor op een passieve manier kan worden afgevoerd. Met de ervaringen opgedaan met Pb-koeling, en door de samenwerking met de veiligheidsautoriteit, heeft het SCK CEN voor België gekozen voor de oplossing met Pb-koeling. Door het MYRRHA-project heeft de Belgische veiligheidsautoriteit ook de mogelijkheid gehad voldoende kennis hierover op te doen. Reeds in 2001 werd het project informeel voorgesteld aan de veiligheidsautoriteit. Sinds 2011 is er een “*pre-licensing*” traject. Het SCK CEN is zeker dat het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (afgekort: FANC) en zijn technisch filiaal Bel V de expertise hebben en uitgerust zijn om de autorisatie van een LFR-SMR uit te voeren.

Het SCK CEN heeft ook in het verleden geïnvesteerd in onderzoek en ontwikkeling. Het bedrijf Cummings in Oevel is een Belgisch bedrijf, vandaag overgenomen en in Amerikaanse handen, dat zeer performante elektrolyzers voor het produceren van waterstof gecommercialiseert. De patenten voor deze elektrolyzers werden door het SCK CEN ingediend, in de tijd toen het SCK CEN ook nog niet nucleair onderzoek deed. Deze elektrolyzers werken met hoge temperatuur en kunnen worden gecombineerd met de SMR’s. Zo wordt een Belgische combinatie gecreëerd die een belangrijke rol kan spelen.

De investeringen gedaan voor het MYRRHA-project, kunnen ook gebruikt worden voor de SMR’s indien voor de Pb-koeling wordt gekozen. Alle installaties, gebouwd voor Pb-Bi bij het SCK CEN in Mol, kunnen direct worden gebruikt voor het LFR-SMR-project. Vele testresultaten van het MYRRHA-project kunnen worden gebruikt, bijkomende testen kunnen in de bestaande MYRRHA-testinstallatie worden gedaan. En er is een ploeg van werknemers die dit project beheersen en tot vandaag zonder ongevallen de testen hebben uitgevoerd.

Pour le projet MYRRHA, le SCK CEN est actuellement en pourparlers avec deux partenaires industriels potentiels qui sont intéressés par la technologie du refroidissement au plomb. Le fait que depuis 2011, un trajet de "pre-licensing" soit officiellement en cours rend la Belgique très attractive pour un tel projet.

Le MOX a été choisi comme combustible, tant pour MYRRHA que pour les SMR. Le MOX convient très bien pour ces projets. Il a été développé en Belgique et la technologie y est bien maîtrisée. Si demain, un SMR était construit quelque part en Europe, il devrait fonctionner avec du MOX, car il est alors nécessaire de récupérer le plutonium (Pu) contenu dans le combustible usé et de l'utiliser pour produire de l'énergie. On diminue ainsi la quantité de combustible usé qui devra faire l'objet d'un enfouissement géologique.

En ce qui concerne les questions relatives à NuScale Power et à l'étude publiée dans les PNAS, qui portait sur le SMR de NuScale, on peut se référer à la réponse de NuScale Power à cet article. L'étude réalisée était plutôt une étude générique. Le choix s'était porté sur un réacteur d'une puissance donnée – 40 MW – qui n'est pas la bonne puissance pour un réacteur NuScale Power. Le plus petit cœur de réacteur possible a ainsi été placé dans un réacteur, sans optimisation, avec d'énormes fuites... Ces calculs donnent certains résultats, qui ne sont pas remis en cause. Mais quelle est l'utilité de tels calculs?

Le combustible utilisé dans le SMR de NuScale Power contient 20 % d'uranium 235 (^{235}U). Le combustible utilisé dans les centrales exploitées en Belgique contient environ 4 % de ^{235}U .

On entend souvent dire que l'énergie nucléaire sera nécessaire pour la transition, et ce jusqu'en 2050 environ. Mais il n'y a aucun fondement à cela. Avec une croissance annuelle de 2 % de la capacité installée, il existe encore une réserve avérée de combustible nucléaire disponible pour plus de 20.000 ans. Des informations sont disponibles sur le sujet, par exemple sur le site internet de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), sous la rubrique "*uranium redbook reserves*". Cela ne signifie évidemment pas que l'énergie nucléaire sera utilisée pendant encore 20.000 ans. Il s'agit d'une question socio-économique à laquelle il faut répondre dans un contexte particulier: quel mix énergétique est raisonnablement abordable et disponible pour une société à un moment donné?

En ce qui concerne les questions relatives au consortium international et à la désignation d'un délégué spécial pour le projet MYRRHA, on peut répondre que c'est important. Beaucoup de pays avec lesquels le SCK CEN

Vandaag is het SCK CEN voor het MYRRHA-project in gesprek met twee potentiële industriële partners, die geïnteresseerd zijn voor de technologie van de Pb-koeling. Het feit dat er officieel sinds 2011 met een "pre-licensing" traject wordt gewerkt, maakt België heel attractief voor een dergelijk project.

Als brandstof werd er voor MOX gekozen, zowel voor MYRRHA als voor de SMR's. MOX past heel goed voor deze projecten, werd in België ontwikkeld en de technologie is in België heel goed gekend. Als er morgen ergens in Europa een SMR wordt gebouwd, dan zou deze met MOX moeten werken, omdat het dan nodig is het Plutonium (afkorting: Pu) in de gebruikte brandstof te recupereren en in te zetten voor de energieproductie. Zo vermindert de hoeveelheid verbruikte brandstof die in de geologische berging moet worden opgeslagen.

Op de vragen rond NuScale Power en ook over de studie verschenen in PNAS, die over de SMR van NuScale ging, kan worden verwezen naar de reactie van NuScale Power zelf op het artikel. De gedane studie was eerder een generieke studie. Er werd een reactor met één bepaalde grootte, 40 MW, gekozen, wat al niet het juiste vermogen was voor een reactor van NuScale Power. De kleinste mogelijke reactorkern werd zo in een reactor geplaatst, zonder optimalisatie, met enorme lekken ... Deze berekeningen leiden tot bepaalde resultaten, die niet ter discussie staan. Maar wat is het nut van dergelijke berekeningen?

De brandstof die wordt gebruikt in de SMR van NuScale Power bevat 20 % uranium-235 (afgekort: ^{235}U). De brandstof in de werkende Belgische centrales bevat ongeveer 4 % ^{235}U .

Vaak wordt er gezegd dat de nucleaire energie nodig zal zijn voor de transitie, en dit tot ongeveer 2050. Maar hiervoor is er geen basis. Met een jaarlijkse groei van 2 % van het geïnstalleerde vermogen, is er nog een bewezen reserve voor meer dan 20.000 jaar nucleaire brandstof beschikbaar. Informatie hierover kan bijvoorbeeld worden gevonden op de website van de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (afgekort: OESO), onder "*uranium redbook reserves*". Wat natuurlijk niet betekent dat er nog 20.000 jaar nucleaire energie zal worden gebruikt. Dit is een socio-economische vraag die in een bepaalde context moet worden beantwoord: welke energiemix is op een bepaald moment voor een samenleving redelijkerwijze betaalbaar en beschikbaar?

Over de vragen rond het internationale consortium en het inzetten van een speciale gezant voor het MYRRHA-project, kan worden geantwoord dat dit belangrijk is. Vele landen waarmee wordt gesproken vinden België

est en pourparlers considèrent que la Belgique n'est pas crédible, car l'énergie nucléaire n'y a aucun avenir, même si le SCK CEN peut prouver que le gouvernement soutient le projet MYRRHA. Personne n'a été mandaté par la Belgique pour défendre le projet. Le "réacteur thermonucléaire expérimental international" (ITER) n'est pas arrivé en France parce que son directeur était un homme très compétent, mais bien parce que la France l'a négocié. La "Source européenne de spallation" (ESS) a été installée à Lund, en Suède, parce que le premier ministre suédois en a fait la promotion. Il est important d'avoir quelqu'un qui représente la Belgique pour aider à vendre le projet MYRRHA.

Pour répondre aux questions concernant les lieux d'implantation possibles des SMR, il convient de prendre en compte les futurs réseaux énergétiques dans lesquels plusieurs éléments seront combinés. La sécurité passive facilite l'installation d'un SMR. Le choix d'un site d'implantation sera donc plutôt déterminé par les possibilités de combinaison sur le site d'implantation. La Suède a déjà décidé d'installer de nouveaux SMR et ceux-ci seront autorisés sur de nouveaux sites. En Finlande aussi, ils pourront être installés sur de nouveaux sites.

M. Peter Baeten, directeur général de SCK CEN, ajoute encore que la Pologne et la Tchéquie envisagent de remplacer spécifiquement des centrales au charbon par des SMR, car leur puissance est comparable.

Pour répondre à la question posée sur l'harmonisation, il convient de souligner qu'il s'agit d'un point très important. Toute initiative du gouvernement visant à soutenir cette harmonisation est la bienvenue. Les SMR ne seront synonymes de succès que s'ils peuvent être construits en série. Si chaque pays doit suivre une nouvelle procédure d'autorisation de A à Z, la production en série n'est pas possible. Les États-Unis n'ont pas ce problème. La "Nuclear Regulatory Commission" (NRC) délivre une certification pour le projet et une certification pour le site. Une fois que la NRC a approuvé le projet, il ne reste plus qu'à s'occuper du site. En Europe, les choses ne se passent pas comme ça actuellement. Il s'agit d'un handicap intrinsèque. Tout ce que le législateur peut faire pour remédier à cette situation est très important.

Pour un SMR, il importe d'avoir les bons partenaires industriels. D'autres pays européens, comme la Roumanie, la Suède et l'Italie, étudient également la technologie SMR. Pour le SCK CEN, il s'agit de partenaires naturels qui seront associés à la recherche sur les SMR.

niet geloofwaardig, omdat kernenergie geen toekomst heeft in België, zelfs al er vanuit het SCK CEN wordt aangetoond dat de regering het MYRRHA-project steunt. Er is niemand, gemanageerd door België, die mee het project verdedigt. De "*International Thermonuclear Experimental Reactor*" (afgekort: ITER) is niet naar Frankrijk gekomen omdat de directeur van ITER een heel bekwame man was, maar wel omdat Frankrijk dit heeft onderhandeld. De "*European Spallation Source*" (afgekort: ESS) is naar Lund in Zweden gegaan omdat de Zweedse premier hiervoor promotie heeft gedaan. Een vertegenwoordiger van België om te helpen het MYRRHA-project te verkopen is belangrijk.

Op de vragen over de mogelijke installatieplaatsen van de SMR's moet worden uitgegaan van toekomstige energienetwerken waarin meerdere zaken zullen worden gecombineerd. Door de passieve veiligheid is het gemakkelijker ergens een SMR te plaatsen. Daarom zal de keuze van de installatiesites eerder worden bepaald door de combinatiemogelijkheden op de installatieplaats. Zweden heeft reeds beslist nieuwe SMR's te plaatsen, en er wordt toegelaten dat deze op nieuwe sites komen. Ook in Finland wordt voor SMR's toegelaten naar nieuwe sites te kijken.

De heer Peter Baeten, directeur-generaal van het SCK CEN, voegt nog toe dat in Polen en Tsjechië wordt gedacht kolencentrales specifiek te vervangen door SMR's, omdat ze een vergelijkbaar vermogen hebben.

Op de vraag over de harmonisatie moet worden gezegd dat dit een heel belangrijk punt is. Alle initiatieven vanuit de regering om deze harmonisatie te ondersteunen zijn zeer welkom. SMR's zullen pas een succes worden als ze in serie kunnen worden gebouwd. Als er in elk land een nieuw vergunningsproces van A tot Z moet worden doorlopen, dan is serieproductie niet mogelijk. De USA heeft dit probleem niet. De "Nuclear Regulatory Commission" (afgekort: NRC) geeft een "*design certification*" en een "*site certification*". Eens de NRC een ontwerp heeft goedgekeurd, wordt er enkel nog gekeken naar de site. In Europa bestaat dit nu niet. Dit is een intrinsieke handicap. Alles wat de wetgever kan doen om dit te verhelpen is zeer belangrijk.

Voor een SMR is het belangrijk de juiste industriële partners te hebben. Ook in andere Europese landen, zoals Roemenië, Zweden en Italië, is men bezig met de SMR-technologie. Dit zijn voor het SCK CEN natuurlijke partners die in het SMR-onderzoek zullen worden betrokken.

Il est essentiel de conserver les connaissances nucléaires en Belgique si l'on veut passer à une nouvelle technologie. Pour les SMR, l'horizon est fixé à 2035-2040. Pour atteindre ce nouvel horizon, il faut que la technologie nucléaire soit ancrée dans notre pays, non seulement au SCK CEN, mais dans toute la chaîne d'approvisionnement.

Le réacteur VENUS du SCK CEN a fonctionné comme un réacteur au Pb au cours des dix dernières années. Il s'agit du premier réacteur au Pb qui a fonctionné de manière critique et sous-critique, avec une puissance très limitée certes. Mais cela a permis au SCK CEN, qui est l'un des rares à l'avoir fait, d'étudier toutes les propriétés physiques des cœurs de réacteur dans un réacteur au Pb. Il s'agit d'une valeur ajoutée importante pour le choix des SMR au Pb.

M. Hamid Aït Abderrahim, directeur du projet MYRRHA, réagit aux propos selon lesquels les autres technologies connaissent également des avancées et déclare que c'est positif. Mais il faut aussi tenir compte de la sécurité d'approvisionnement. Le premier réacteur a été construit au SCK CEN, à Mol. Ce réacteur a été opérationnel à partir de 1962 et a même fourni de l'électricité au réseau. Mais il a fallu attendre jusqu'en 1975 pour que la première centrale nucléaire soit opérationnelle. La fermeture du robinet pétrolier en 1973 a fait en sorte que sept centrales nucléaires ont été construites et sont devenues opérationnelles en dix ans. Ce sont les circonstances qui font qu'une technologie progresse plus ou moins vite. La sécurité d'approvisionnement doit être garantie aujourd'hui. Cela peut devenir un accélérateur pour les nouvelles technologies.

Le traitement des déchets hautement radioactifs problématiques, les actinides mineurs, par la technologie développée dans le cadre du projet MYRRHA, devrait être porté au niveau européen par les responsables politiques, afin que cette technologie puisse être utilisée collectivement dans toute l'Europe. Ce sera moins coûteux pour tout le monde. Le dossier MYRRHA est un très beau dossier. Si le projet MYRRHA doit être mis en œuvre de manière cohérente, concentrée et efficace, il doit être porté au niveau européen. Sur le plan technique, tous les éléments sont prêts. Actuellement, l'industrialisation de la fermeture du cycle du combustible et de la transmutation est en cours de préparation. Mais il faut la décision politique de le faire ensemble. Pour l'Europe, ce serait une très bonne chose. Cela réduirait la superficie nécessaire pour l'enfouissement géologique à seulement 8 % de celle qui serait nécessaire si le combustible était enfoui sans traitement. Et ces déchets ne devraient être gérés que pendant 300 ans au lieu de 300.000 ans.

Het is essentieel om de nucleaire kennis in België te behouden, indien men naar een nieuwe technologie wil gaan. Voor de SMR's is de horizon 2035 à 2040. Om naar deze nieuwe horizon te gaan moet de nucleaire technologie hier worden verankerd, niet alleen in het SCK CEN, maar in de volledige leveringsketen.

De VENUS-reactor in het SCK CEN heeft de laatste tien jaar als een Pb-reactor gewerkt. Dit is de eerste Pb-reactor die gewerkt heeft op een kritische en een sub-kritische manier, weliswaar met een zeer beperkt vermogen. Maar dit heeft het SCK CEN wel toegelaten, als een van de weinige, alle reactor-fysische eigenschappen van reactorkernen in een Pb-reactor te bestuderen. Dit is een belangrijke toegevoegde waarde om te kiezen voor de Pb-SMR's.

De heer Hamid Aït Abderrahim, directeur van het MYRRHA-project, antwoordt op de opmerking dat de andere technologieën ook vorderingen maken, dat dit positief is. Maar er moet ook naar bevoorradingzekerheid worden gekeken. In Mol, bij het SCK CEN, werd de eerste reactor gebouwd. Deze reactor was vanaf 1962 operationeel en leverde zelfs elektriciteit aan het net. Maar het duurde tot 1975 vooraleer de eerste kerncentrale operationeel was. Het dichtdraaien van de oliekraan in 1973 heeft ervoor gezorgd dat in tien jaar tijd zeven kerncentrales werden gebouwd en operationeel werden. Het zijn de omstandigheden die ervoor zorgen dat een technologie zich sneller of trager gaat doorzetten. De bevoorradingzekerheid moet vandaag worden gegarandeerd. Dit kan een versneller worden voor nieuwe technologieën.

Het behandelen van het problematische hoogradioactieve afval, de mineure actiniden, met de technologie die wordt ontwikkeld met het MYRRHA-project, is iets wat door de politici naar het Europese niveau zou moeten worden gebracht, zodat deze technologie gezamenlijk door heel Europa kan worden gebruikt. Dit zal goedkoper zijn voor iedereen. Het MYRRHA-dossier is een heel mooi dossier. Als het MYRRHA-project op een coherente, geconcentreerde en efficiënte manier moet worden uitgevoerd, moet het naar het Europese niveau worden gebracht. Op technisch gebied zijn alle onderdelen klaar. Op dit moment wordt de industrialisering van het sluiten van de brandstofcyclus en de transmutatie voorbereid. Maar de politieke beslissing om dit samen te doen is nodig. Voor Europa zou dit een heel positieve zaak zijn. Het zou de benodigde oppervlakte van de geologische berging reduceren tot slechts 8 % van wat nodig zou zijn als de brandstof zonder behandeling zou worden geborgen. En dit afval zou slechts 300 jaar in plaats van 300.000 jaar moeten worden beheerd.

M. Peter Baeten, directeur général du SCK CEN, ajoute encore que des discussions portant sur un plan de travail plus concret sont actuellement en cours avec l'autorité de tutelle. Plus ce dossier sera rapidement finalisé, plus le SCK CEN pourra rapidement prendre des mesures concrètes dans ce dossier.

M. Bert Wollants (N-VA), président, demande si l'on pourrait encore ajouter quelques précisions à propos des 50 millions d'euros.

M. Peter Baeten, directeur général du SCK CEN, répond que le SCK CEN est au courant de l'arrêté royal qui prévoit 50 millions d'euros, ainsi que de l'intention du gouvernement de prévoir 100 millions d'euros pour le projet. La manière dont ces 50 millions d'euros supplémentaires seront concrétisés est vraisemblablement encore en cours de discussion auprès des autorités.

C. Répliques

M. Samuel Cogolati (Ecolo-Groen) a lui-même cherché des informations concernant les réserves d'U dans le livre rouge de l'OCDE et a constaté qu'il y a encore des réserves pour 135 ans, et non pour 20.000 ans.

M. Hamid Aït Abderrahim, directeur du projet MYRRHA, réplique que ce délai de 135 ans est correct si la capacité nucléaire actuelle augmente de 2 % par an et si l'on conserve la technologie actuelle. Il est nécessaire d'évoluer vers la fermeture du cycle du combustible. L'U qui se trouve dans la nature ne contient que 0,7 % d'²³⁵U. La technologie actuelle ne permet d'utiliser que ce 0,7 % de ²³⁵U. Mais la technologie qui sera disponible à l'avenir permettra d'utiliser presque 100 % de l'U. Il y a donc une fenêtre d'environ 100 ans pour passer à une nouvelle technologie nucléaire. Et avec la technologie du futur, on pourra également utiliser le Th, qui est cinq fois plus abondant sur la Terre. Et ce Th peut également être recyclé plusieurs fois. Le potentiel de Th, dont il existe des réserves pour peut-être 100.000 ans, vient s'ajouter aux 20.000 ans pour lesquels l'U est disponible. Ce qui, bien sûr, ne veut pas dire que l'énergie nucléaire doit être utilisée pendant les 120.000 prochaines années.

M. Samuel Cogolati (Ecolo-Groen) a entendu que l'infrastructure et les installations du projet MYRRHA seront utilisées pour développer un SMR au Pb. Mais qu'adviert-il de MYRRHA? Concrètement, quelles sont les prochaines étapes du projet MYRRHA? Quels partenaires seront associés à MYRRHA? Que va devenir MYRRHA dans les prochaines années?

De heer Peter Baeten, directeur-generaal van het SCK CEN, voegt nog toe dat er op dit moment met de voogdijoverheid besprekingen over een concreter werkplan lopen. Hoe sneller dit afgerond is, hoe sneller het SCK CEN concrete stappen in dit verhaal kan zetten.

De heer Bert Wollants (N-VA), voorzitter, vraagt of er toch nog iets kan gezegd worden over de 50 miljoen euro.

De heer Peter Baeten, directeur-generaal van het SCK CEN, antwoordt dat het SCK CEN op de hoogte is van het koninklijk besluit dat 50 miljoen euro vastlegt, en ook van de intentie van de regering dat het een project van 100 miljoen euro is. Hoe die tweede 50 miljoen euro zal worden geconcretiseerd is vermoedelijk nog in besprekking bij de overheden.

C. Replieken

De heer Samuel Cogolati (Ecolo-Groen) heeft zelf de gegevens over de U-reserves in het OESO-redbook opgezocht en vindt dat er nog reserves zijn voor 135 jaar, niet voor 20.000 jaar.

De heer Hamid Aït Abderrahim, directeur van het MYRRHA-project, repliceert dat 135 jaar juist is, met een groei van het huidige nucleaire vermogen van 2 % per jaar, en indien men bij de technologie van vandaag blijft. Er moet verder worden geëvolueerd naar het sluiten van de brandstofcyclus. Het U dat in de natuur voorkomt bevat slechts 0,7 % ²³⁵U. Met de technologie van vandaag kan alleen deze 0,7 % ²³⁵U worden gebruikt. Maar met de technologie die in de toekomst zal beschikbaar zijn zal bijna 100 % van het U kunnen worden gebruikt. Er is dus een venster van ongeveer 100 jaar om over te schakelen op nieuwe nucleaire technologie. En er kan met de technologie van de toekomst ook Th worden gebruikt, dat vijfmaal meer voorkomt op aarde. En dat Th kan ook meermaals worden gerecycleerd. Het potentieel van Th, met voorraden voor misschien wel 100.000 jaar, komt nog bovenop de 20.000 jaar waarvoor U beschikbaar is. Wat natuurlijk niet wil zeggen dat de volgende 120.000 jaar nucleaire energie moet worden gebruikt.

De heer Samuel Cogolati (Ecolo-Groen) heeft gehoord dat de infrastructuur en de installaties voor het MYRRHA-project zullen worden gebruikt voor de ontwikkeling van een Pb-SMR. Maar wat gebeurt er met MYRRHA? Wat zijn heel concreet de volgende stappen voor het MYRRHA-project? Welke partners komen er voor MYRRHA? Wat zal er de eerstvolgende jaren met MYRRHA gebeuren?

M. Hamid Aït Abderrahim, directeur du projet MYRRHA, répond que le projet MYRRHA va se poursuivre. Il s'agit d'un projet important pour résoudre le problème des déchets radioactifs provenant du combustible usé. Au mois de mai 2023, les membres de la sous-commission seront invités pour la pose de la première pierre de MYRRHA. La phase 1 de la construction, qui devait commencer fin 2022, débutera au deuxième trimestre 2023. Il y a un certain retard dû au COVID. La construction durera jusqu'en 2026 ou 2027. Les études portant sur les phases 2 et 3 se poursuivent actuellement. Une évaluation est prévue fin 2023 ou début 2024. Elle portera sur l'état d'avancement des travaux concernant les phases 2 et 3 et permettra de préparer les décisions à prendre pour les phases 2 et 3. Elle permettra également de vérifier si des partenaires s'engagent dans le projet MYRRHA.

M. Reccino Van Lommel (VB) estime qu'un certain nombre de questions posées n'ont pas vraiment été traitées en profondeur. Ainsi, les questions concernant l'utilisation du Th dans les SMR n'ont pas vraiment été abordées. Il a été dit que le choix s'était porté sur le MOX. Pourrait-on également utiliser du thorium ou y a-t-il une raison pour ne pas le faire?

On parle d'un horizon à 2035-2040. Y aura-t-il alors un concept finalisé, qui sera commercialisable et qui pourra être construit en 2035-2040? Avec le concept du Pb liquide, on ne part pas de zéro, ce qui est un atout. Cela montre aussi les avantages du refroidissement au Pb.

En ce qui concerne la concertation avec le gouvernement, il est dit uniquement qu'il faudrait un représentant belge pour porter ce dossier. C'est tout à fait exact. Mais des moyens ont aujourd'hui été libérés. La ministre de l'Énergie, Tinne Van der Straeten, a déclaré fin 2022 qu'elle examinait ce projet et en discutait avec le SCK CEN. Mais qu'attend le SCK CEN du gouvernement pour aller de l'avant? L'organe de direction du SCK CEN a validé le programme de recherche en octobre 2022. Il est temps aujourd'hui d'en discuter avec le gouvernement. Où en sont ces discussions?

Les 100 millions d'euros sont désormais libérés. Dans quelle mesure sont-ils suffisants pour les mesures qui devront être prises à l'avenir? Des moyens supplémentaires seront-ils encore nécessaires? Quelle partie de ce parcours les 100 millions d'euros pourront-ils couvrir?

Mme Marie-Christine Marghem (MR) demande ce qui est nécessaire sur le plan législatif pour réaliser ce long parcours, tel qu'il a été expliqué au cours de l'exposé

De heer Hamid Aït Abderrahim, directeur van het MYRRHA-project, antwoordt dat aan het MYRRHA-project verder zal worden gewerkt. Het is een belangrijk project om het probleem van het radioactieve afval van de gebruikte brandstof op te lossen. In de maand mei 2023 zullen de leden van de subcommissie worden uitgenodigd voor de eerstesteenlegging van MYRRHA. De eerste fase van de constructie die voorzien was te starten eind 2022 zal in het tweede kwartaal van 2023 worden aangevat. Er is wat vertraging door COVID. De constructie duurt tot 2026 à 2027. De studies voor de tweede en de derde fase gaan vandaag gewoon door. Er is een evaluatie voorzien eind 2023 of begin 2024, over de voortgang van de werkzaamheden voor de tweede en de derde fase en om de beslissingen nodig voor de tweede en de derde fase voor te bereiden. En in deze evaluatie zal er ook worden nagegaan of er zich partners voor het MYRRHA-project engageren.

De heer Reccino Van Lommel (VB) vindt dat op een aantal gestelde vragen niet echt diep is ingegaan. Zo is er niet echt ingegaan op de vragen rond het gebruik van Th in de SMR's. Er is wel gezegd dat er wordt gekozen voor MOX. Kan er ook met thorium gewerkt worden of is er een reden om dit niet te doen?

Er wordt gesproken over een horizon van 2035 à 2040. Is er dan een finaal concept dat commercialiseerbaar is en kan er in 2035 à 2040 worden gebouwd? Er wordt met het concept van vloeibaar Pb niet vanaf nul gestart, dat is een sterkte. En het toont ook de voordelen van het werken met Pb als koelmiddel.

Als het gaat over het overleg met de regering wordt enkel gezegd dat er een vertegenwoordiger vanuit België nodig is, die het verder uitdraagt. Dat is helemaal correct. Maar er zijn nu middelen vrijgemaakt. De minister van Energie Tinne Van der Straeten heeft eind 2022 gezegd dat ze samen met het SCK CEN dit plan aan het bekijken en bespreken is. Maar wat heeft het SCK CEN van de regering nodig om verder te kunnen werken? Het bestuursorgaan van het SCK CEN heeft in oktober 2022 het onderzoeksplan gevalideerd. Het is nu tijd om dit met de regering te bespreken. Hoeven staan die gesprekken nu?

Er wordt nu 100 miljoen euro vrijgemaakt. In welke mate volstaat dat voor de stappen die in de toekomst moeten worden gezet? Zullen er nog bijkomende middelen nodig zijn? Tot waar in het traject reiken deze 100 miljoen euro?

Mevrouw Marie-Christine Marghem (MR) vraagt wat er op wetgevend vlak nodig is om het lange traject, zoals uitgelegd tijdens de inleidende uiteenzetting en

introductif et des répliques. Certaines lois doivent-elles être modifiées? Si oui, lesquelles précisément? Des propositions de loi sont actuellement pendantes devant la commission de l'Énergie, de l'Environnement et du Climat, présidée par M. Christian Leysen. Certaines de ces propositions de loi, qui traitent de la technologie nucléaire, et plus particulièrement des SMR, sont partagées par plusieurs groupes au sein du parlement. Pour pouvoir en débattre au sein de la commission de l'Énergie, de l'Environnement et du Climat, il serait utile de savoir de quoi le SCK CEN a besoin.

M. Christian Leysen (Open Vld) confirme que les préoccupations sont très claires. Le projet MYRRHA doit bénéficier d'un soutien suffisant, notamment par la désignation d'un délégué spécial. Il faut également un langage clair. Si le gouvernement dit qu'il prévoit 100 millions d'euros, il doit le faire. Il faut également créer un cadre qui mette en lumière l'importance de ce secteur, tant en Belgique qu'au niveau international.

Les parlementaires doivent également penser au-delà de la législature de ce gouvernement. Il est très important de communiquer sur ce qui peut être fait et de croire en la capacité d'innovation des ingénieurs et de l'industrie belges. Il ne peut y avoir de politique industrielle à long terme sans politique énergétique à long terme. Cela ne peut se faire que par une diversification des sources, la confiance dans l'évolution technologique et un ancrage européen de la politique.

M. Thierry Warmoes (PVDA-PTB) n'a pas obtenu de réponse à la question posée sur les inconvénients de ces SMR. Chaque technologie présente des avantages et des inconvénients. Est-ce parce que le SCK CEN pense que cette technologie ne présente aucun inconvénient? La question des liens entre les SMR et l'industrie militaire, soulevée dans le rapport du Conseil supérieur de la santé, n'a pas non plus été traitée. Et est-il exact qu'il faut construire au moins 100 SMR pour pouvoir en diminuer le coût?

M. Bert Wollants (N-VA), président, a entendu que le SCK CEN a adopté un point de vue très clair sur la crédibilité à l'étranger si la Belgique souhaite développer une telle technologie. Il faut clairement faire savoir au monde extérieur que la Belgique s'engage dans cette voie. Mais l'article 3 de la loi du 31 janvier 2003 sur la sortie progressive de l'énergie nucléaire à des fins de production industrielle d'électricité n'aide pas dans cette démarche. Il faut avancer à ce niveau-là.

de replieken, te kunnen realiseren. Zijn er wijzigingen aan bepaalde wetten nodig? Zo ja, welke wetten juist? Er zijn op dit moment wetsvoorstellingen hangende in de commissie Energie, Leefmilieu en Klimaat, waarvan de heer Christian Leysen de voorzitter is. Daar zijn voorstellen bij die handelen over nucleaire technologie, meer bepaald over SMR's, en die door verschillende fracties in het parlement worden gedeeld. Voor het voeren van het debat in de commissie Energie, Leefmilieu en Klimaat zou het nuttig zijn te weten wat het SCK CEN nodig heeft.

De heer Christian Leysen (Open Vld) bevestigt dat de bezorgdheden heel duidelijk zijn. Het MYRRHA-project moet voldoende ondersteuning krijgen, onder andere door het aanstellen van een speciale gezant. Er moet ook duidelijke taal worden gesproken. Als de regering zegt dat ze 100 miljoen euro voorziet, dan moet ze dat ook doen. En er moet ook een kader worden gecreëerd die het belang van deze sector in het daglicht stelt, zowel in België als internationaal.

De volksvertegenwoordiging zou ook verder moeten denken dan de legislatuur van deze regering. De communicatie van wat er kan en het geloof in de innovatiekracht van de Belgische ingenieurs en de Belgische industrie is heel belangrijk. Er is geen industrieel lange-termijnbeleid mogelijk als er op het gebied van energie geen langetermijnbeleid wordt gevoerd. Dat kan enkel door een diversificatie van de bronnen, het geloof in de technologische evolutie en een beleid dat Europees is verankerd.

De heer Thierry Warmoes (PVDA-PTB) heeft geen antwoord gekregen op de vraag naar de nadelen van deze SMR's. Elke technologie heeft voor- en nadelen. Of vindt het SCK CEN dat er hier geen nadelen zijn? Ook op de vraag over de verbanden tussen de SMR's en de nucleaire industrie, waarover wordt gesproken in het rapport van de Hoge Gezondheidsraad, werd niet ingegaan. En is het zo dat er minimaal 100 SMR's moeten worden gebouwd om de kostenreductie te kunnen realiseren?

De heer Bert Wollants (N-VA), voorzitter, heeft gehoord dat het SCK CEN een heel duidelijk standpunt heeft ingenomen over de geloofwaardigheid in het buitenland als België dergelijke technologie wil ontwikkelen. Er moet aan de buitenwereld duidelijk worden gemaakt dat België hierop inzet. En dan helpt artikel 3 van de wet van 31 januari 2003 houdende de geleidelijke uitstap uit kernenergie voor industriële elektriciteitsproductie natuurlijk niet. Het is nodig dat hier stappen vooruit worden gezet.

Le gouvernement promet de débloquer 100 millions d'euros pour ce projet. Un arrêté royal a déjà prévu 50 millions d'euros à cet effet. La deuxième tranche de 50 millions d'euros doit encore être concrétisée. Mais il est difficile de savoir d'où et comment elle viendra. Il faut concrétiser ces points pour ce que ce projet puisse avancer.

M. Hamid Aït Abderrahim, directeur du projet MYRRHA, confirme qu'une réponse claire sera donnée par écrit aux questions restées sans réponse.

*
* *

Les réponses complémentaires écrites du SCK CEN ont été transmises aux membres via le site extranet de la sous-commission.

Les rapporteurs,

Leen Dierick
Reccino Van Lommel

Le président,

Bert Wollants

Annexe: présentation du SCK CEN.

De regering belooft 100 miljoen euro uit te trekken voor dit project. 50 miljoen euro is hiervoor via een koninklijk besluit vastgelegd. De tweede 50 miljoen euro moet nog worden geconcretiseerd. Maar het is nu minder duidelijk van waar die moet komen en hoe die er moet komen. Daar moet werk van worden gemaakt, zodat dit project vooruit kan.

De heer Hamid Aït Abderrahim, directeur van het MYRRHA-project, bevestigt dat op de vragen die nog niet werden beantwoord een duidelijk schriftelijk antwoord zal gegeven worden.

*
* *

De bijkomende schriftelijke antwoorden van het SCK CEN werden overgemaakt aan de leden via de extranet-site van de subcommissie.

De rapporteurs,

Leen Dierick
Reccino Van Lommel

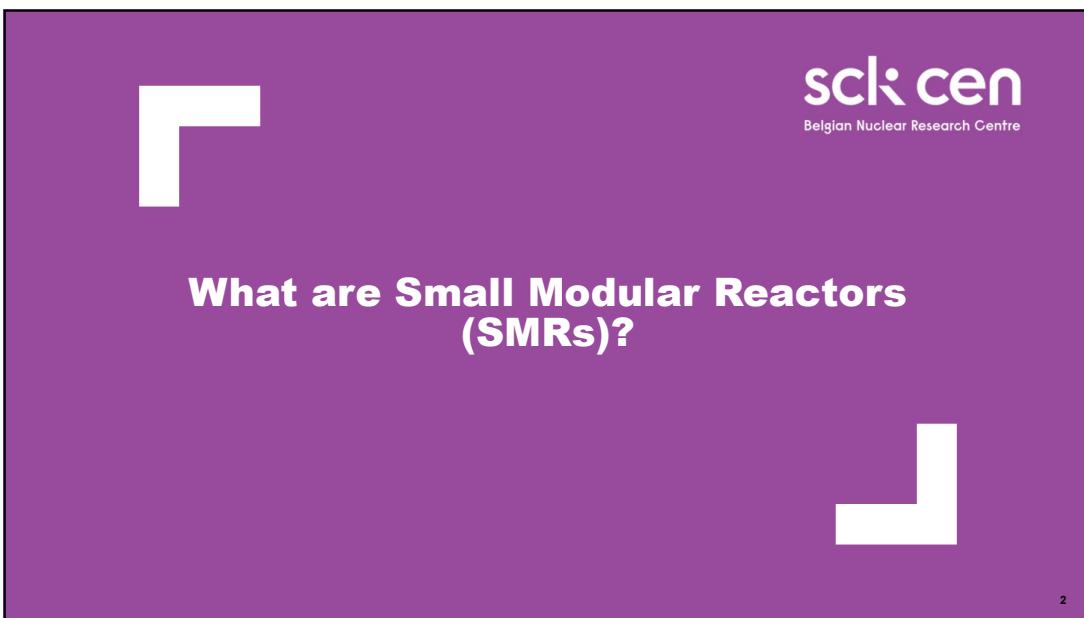
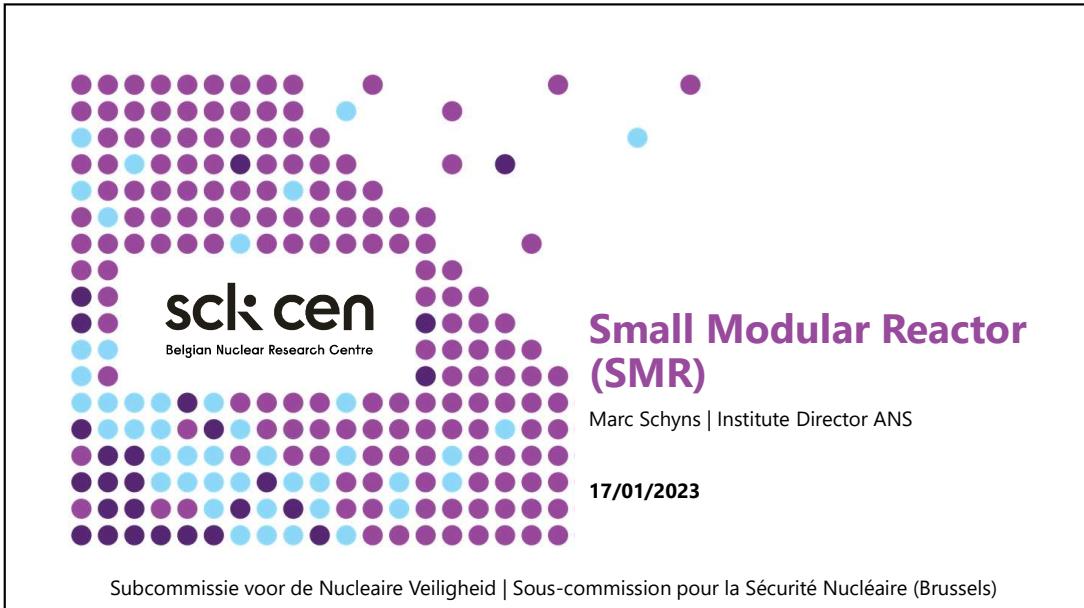
De voorzitter,

Bert Wollants

Bijlage: presentatie van het SCK CEN.

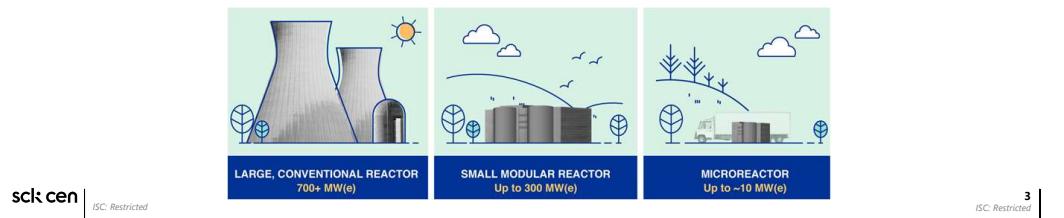
ANNEXE

BIJLAGE



In a nutshell: Small Modular Reactors (SMR)

- **Small** Reactor: up to 300 MWe
- **Modular** reactor: grouping of individual reactors that form a larger nuclear power plant through use of factory pre-fabricated modules assembled on-site, "plug-and-play"
- Two main technologies of Small Modular **Reactors**
 - Mature: Light Water Reactor technology: LWR-SMR
 - Innovative: Fast Reactor SMR technology: FR-SMR for increasing sustainability



LWR and Fast Reactor SMR characteristics

Benefits	Description
1. Economics: both	
CapEx	▪ Lower capital investment → lower risk
Factory-production	▪ Factory manufacturing → planning control ▪ Economies of series
2. Climate and Safety benefits: fast versus thermal	
Sustainability	▪ For LWR-SMR: no waste reduction as compared to present reactors ▪ High Level Waste reduction (half-live/1000) ▪ Increased fuel resource utilization (50x)
Passive cooling	▪ Lower power → safer by passive design
Proliferation-resistant	▪ Very long refueling time (10 to 15 y) → more proliferation resistant
Modularity	▪ Deployment in series increases safety controls
3. Other benefits: beyond electricity	
Grid integration	▪ More easy to integrate in distributed electricity market (flexibility), more easy load following
Stable load	▪ No volatility: stable predictable base load
New markets	▪ E.g. isolated sites (μ -SMR), emerging countries,...

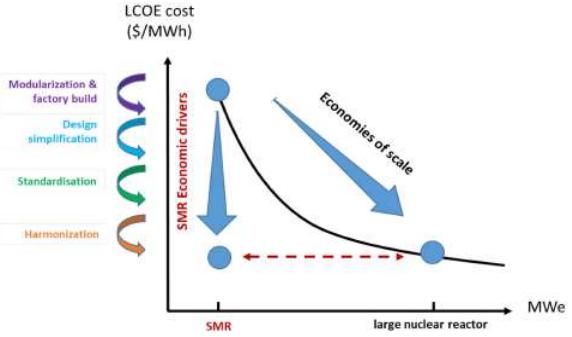
sckcen * Benefits in green specific Fast Reactor Technology | ISC Restricted | 3 | ISC Restricted

Benefits SMR: 1. Economics



Affordability
(known info for LWR-SMR)

- **Lower upfront** capital cost
- Expected CAPEX : **3000 – 5000\$/kW**
- ~**1B\$** range project (*instead of ~10B\$*)



LCOE cost (\$/MWh)

MWe

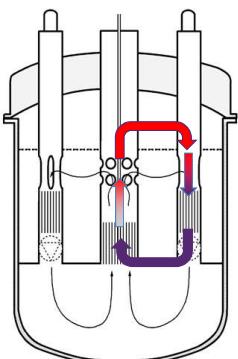
Source: NEA (2020).
Note: KW_e = kilowatt electric.

Source: Tractebel

sckcen | ISC: Restricted
5 | ISC: Restricted

SMR Benefits: 2. Climate & Safety Benefits

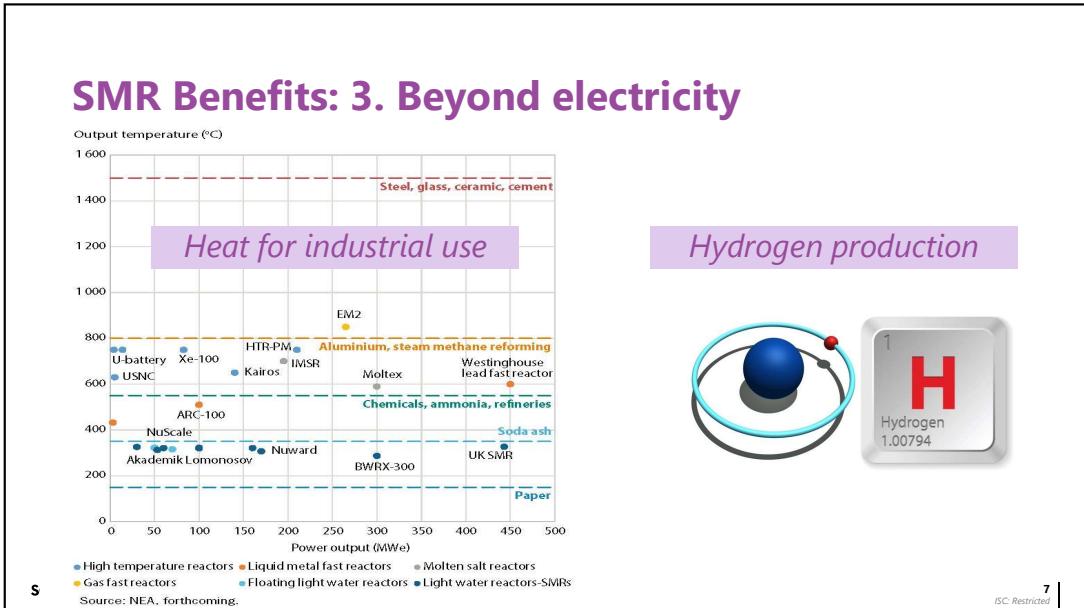
Passive cooling principle by natural circulation



- No need for any active system (no electricity)
- Based on natural circulation of the coolant by gravity between the cold Heat Exchanger (HX) and the hot core
- Implemented in the MYRRHA experimentally demonstrated
- Proven experimentally at appropriate scale

6 | ISC: Restricted

sckcen | ISC: Restricted
6 | ISC: Restricted



FR-SMR: how, what, why

- FR-SMRs use an alternative coolant to water,
- Eligible alternative coolants (today)
 - Gas (He, Air or even CO₂)
 - Liquid metals : sodium, **lead or lead-bismuth**
- For liquid metal
 - Working at atmospheric pressure in the reactor vessel, increased safety
 - **Lead and lead-bismuth** do not present violent chemical reactivity



FR-SMR: how, what & why

Advantages

of FR-SMRs in comparison with LWR-SMRs:

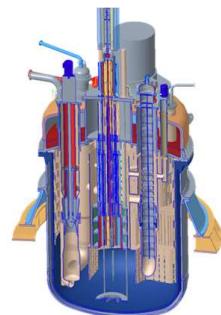
- ✓ Less high radiotoxic nuclear waste produced
- ✓ Better use of natural resources (up to a factor 100)
- ✓ Long to very long fuel cycle (8 to 15 y)
hence reducing proliferation risk

MYRRHA: World Class Technology complex to serve HLM SMR development



sckcen ISC: Restricted

- LiLiPuTTeR-II
- HELIOS 3
- HLM Lab
- MEXICO
- CRAFT
- LIMETS 3
- RHAPTER
- COMPLOT
- ESCAPE
- Ultrasonic Lab
- GUINEVERE



Lead-Bismuth Chemistry & Conditioning

Material development & testing

Component testing & Thermal Hydraulics

Instrumentation & Visualisation

Lead Zero Power Reactor

ISC: Restricted

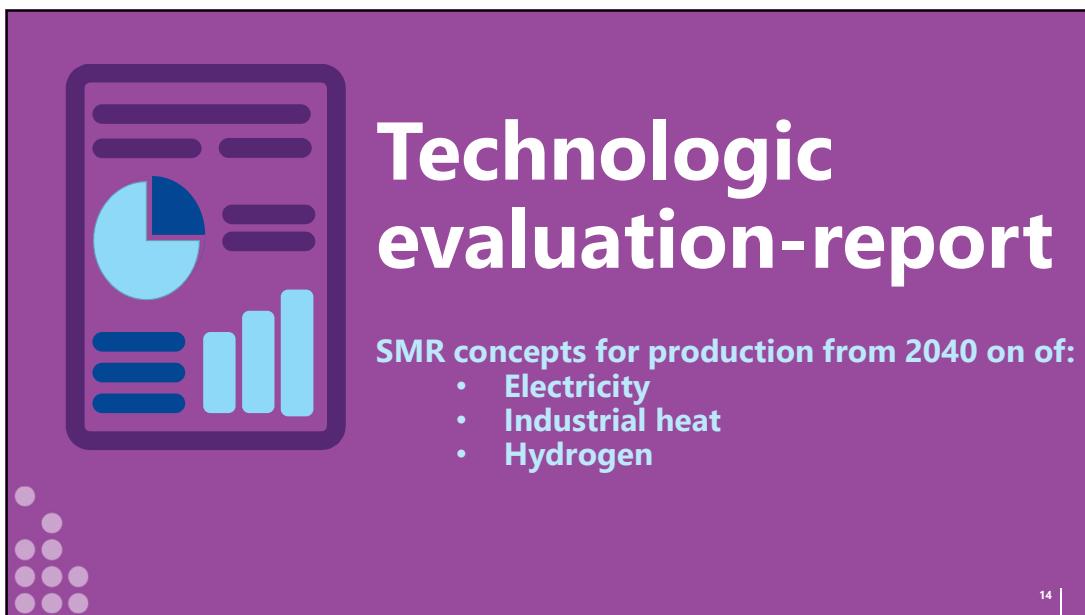
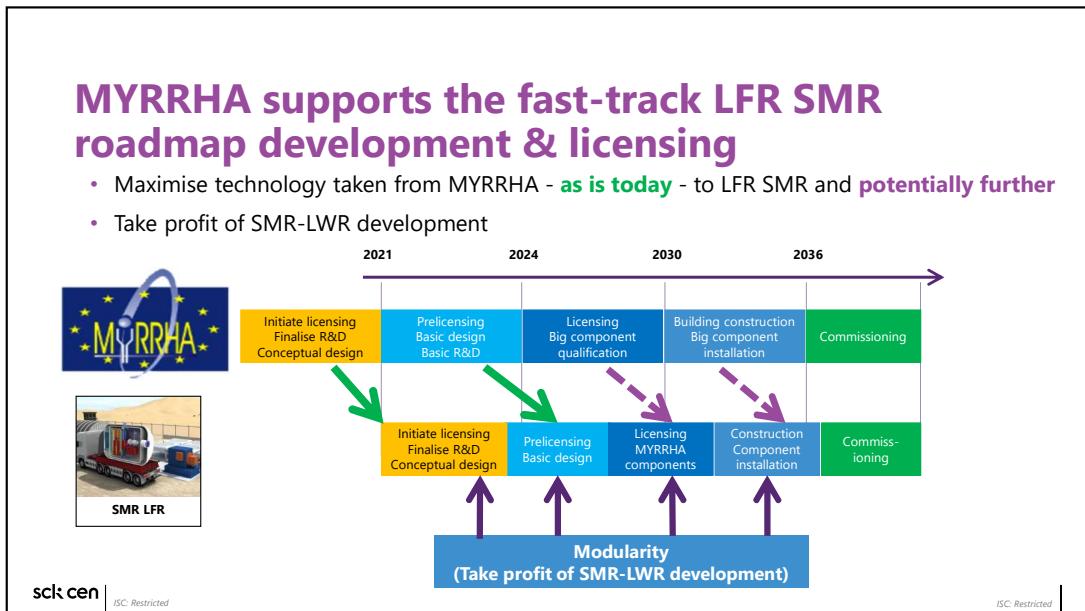
MYRRHA REACTOR IMPLEMENTATION

OBJECTIVES = WASTE TRANSMUTATION + RADIOISOTOPES + FUSION MATERIAL R&D + TECHNOLOGY PLATFORM

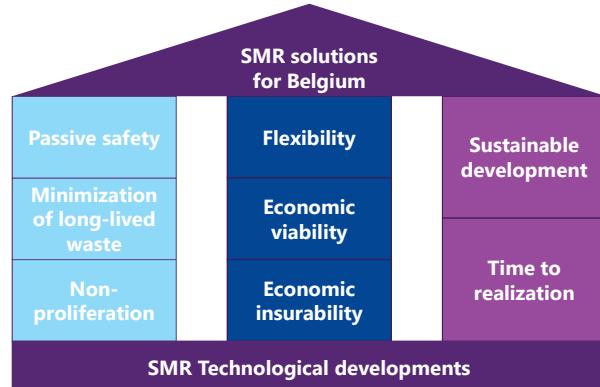


sckcen Source: ISC: Restricted

ISC: Restricted

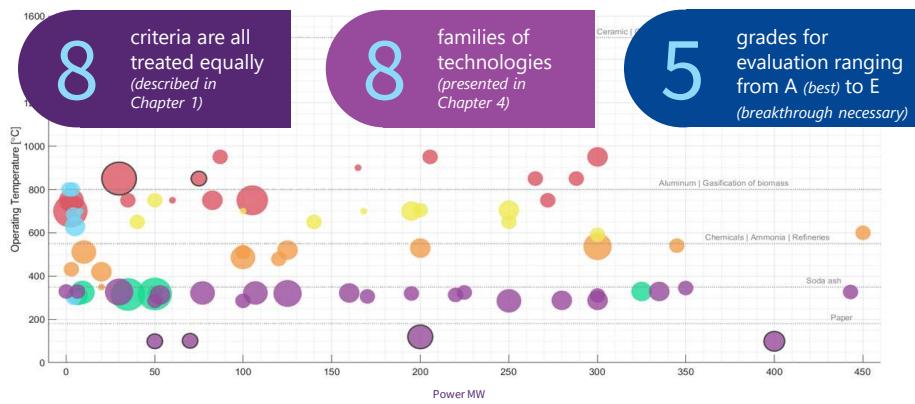


8 criteria for comparing SMRs concepts



- 1 Reducing potential impact on society by technological advances
- 2 Benefits to the Belgian economy and industry
- 3 Responsible and timely planning of the future energy landscape

Evaluation of SMR's concepts



Recommendations

- Assessing **integration of SMR's to the energy mix** in a holistic approach
- Choosing for an **SMR-LFR** building upon the know-how from **MYRRHA** and the **MOX**-technology
- Developing **strategic partnerships** by MYRRHA & SCK CEN in view of the construction of a **SMR-LFR demonstrator** at SCK CEN
- **Contributing to harmonizing of the licensing process** on international level
- Maintaining the **nuclear know-how** in Belgium

Copyright © SCK CEN

PLEASE NOTE!

This presentation contains data, information and formats for dedicated use only and may not be communicated, copied, reproduced, distributed or cited without the explicit written permission of SCK CEN.
If this explicit written permission has been obtained, please reference the author, followed by 'by courtesy of SCK CEN'.

Any infringement to this rule is illegal and entitles to claim damages from the infringer, without prejudice to any other right in case of granting a patent or registration in the field of intellectual property.

SCK CEN
Belgian Nuclear Research Centre

Foundation of Public Utility

Registered Office: Avenue Herrmann-Debrouxlaan 40 – BE-1160 BRUSSELS
Operational Office: Boeretang 200 – BE-2400 MOL