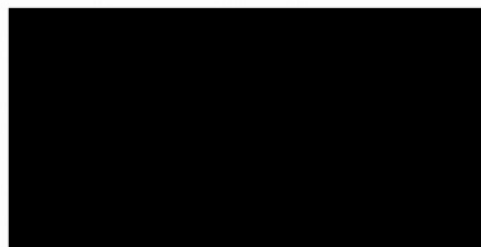


Par mail et recommandé



Direction générale
Service Communication et information

Bruxelles, le 18/08/2023

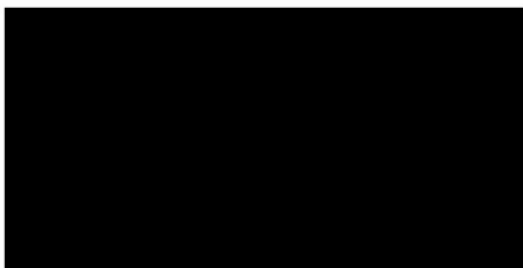
Votre courrier	Vos références	Nos références	Annexes(s)
26/06/2023			2
Objet : Demande obtention avis de l'AFCN à la CPN dans le cadre de l'exercice 2022			

Madame 

En réponse à votre demande, réceptionnée en date du 20 juillet 2023, dans le cadre de la loi du 5 août 2006 relative à l'accès du public à l'information en matière d'environnement demandant obtention de l'avis remis par l'AFCN à la Commission des provisions nucléaires dans le cadre de l'exercice triennal 2022 de révision des provisions nucléaires d'obtention de copie de notre avis sous format papier, nous vous transmettons en annexe copie de cet avis dans son intégralité, en version originale (NL) et en version traduite (FR).

Si vous désapprouvez cette décision, vous pouvez faire appel à la Commission fédérale de recours en matière d'accès à l'information environnementale (articles 35-40 de la loi du 5 août 2006 relative à l'accès du public à l'information environnementale/ Art 8 de la loi du 11 avril 1994 relative à la publicité de l'administration). Vous devez introduire votre recours par écrit auprès de la Commission de recours dans un délai de soixante jours ouvrables à compter de la réception de la présente lettre

Nous vous souhaitons une bonne réception du présent courrier et vous adressons nos sincères salutations



Advies van het FANC betreffende de aanleg van voorzieningen voor de ontmanteling van de kerncentrales en voor het beheer van verbruikte splijtstof voor de Commissie voor Nucleaire Voorzieningen 2022

1 Advies in het kader van de definitieve stopzetting en de ontmanteling van de kernreactoren

1.1 *Het beheer van radioactief afval dat ontstaat gedurende de DSZ fase en het nog te verwerken operationeel radioactief afval*

1.1.a *Onzekerheid betreffende de operaties en installaties nodig voor de verwerking van afval uit vroegere exploitatie en deze uit de CSD ("chemical or full scale decontamination") en de mogelijke interferenties hiertussen*

Het betreft hier hoofdzakelijk de problematiek van de harsen en concentraten die door EBL zelf zullen geconditioneerd worden: enerzijds de harsen en concentraten uit de normale exploitatie die momenteel (sinds de vaststelling van de "gelvaten" of ASR geaffecteerde colli in 2013) in ongeconditioneerde vorm worden opgeslagen te KCD en CNT en anderzijds de harsen en concentraten die zullen geproduceerd worden bij de chemische decontaminatie van het primair circuit kort na de definitieve stopzetting (DSZ) van de reactoren.

Voor de conditionering van concentraten zowel uit exploitatie als CSD (en verdere productie tijdens DSZ en ontmanteling) en voor de harsen uit exploitatie dient EBL nieuwe installaties te bouwen te KCD en CNT die volgens de huidige planning ten vroegste operationeel en door NIRAS erkend zullen zijn in 2025, waarna de verwerking nog tot een hele periode na 2030 zal duren. De planning voor de ontwikkeling van deze installaties is reeds meerdere malen verlaaat. EBL beweert de interferentie tussen verwerking van exploitatieafval en DSZ-afval te zullen kunnen vermijden, doch het FANC beschikt momenteel over onvoldoende informatie van EBL die dit aantoont. Het FANC verwacht dat met deze mogelijke interferentie rekening wordt gehouden en daarbij ook met de mogelijke gevolgen van vertragingen bij de oplevering van deze installaties (bv. door vertraging bij de bouw, problemen bij het bekomen van de erkenning wegens veranderende samenstelling van de concentraten bij CSD en gedurende de DSZ fase) en de invloed daarop/daarvan op de ontmantelingsactiviteiten.

Wat betreft de harsen uit de CSD, die door EBL als type B-afval beschouwd worden, is er een conditionering voorzien bij Belgoprocess. Doch Belgoprocess beschikt momenteel niet over de nodige installaties om deze harsen te verwerken. NIRAS en Belgoprocess werken momenteel verschillende opties voor verwerkingsprocessen uit. Het FANC verwacht, op basis van de informatie bekomen van NIRAS/Belgoprocess, dat de verwerking zal mogelijk zijn, doch het FANC wenst erop te wijzen dat nu de nodige middelen moeten voorzien worden voor de tijdige verwerking van deze harsen tot een stabiele geconditioneerde vorm, omdat deze harsen door hun hogere radioactiviteit kunnen (en zullen) degraderen, hetgeen de verwerking ervan sterk zal bemoeilijken. Dit is een situatie die radiologische consequenties kan hebben, waarvan FANC vraagt dat deze vermeden wordt.

1.1.b Lager aandeel cat A afval bij de EOP materialen dan aangenomen in het huidige scenario

Het betreft hier in eerste instantie de controle staven uit de reactoren waarvoor EBL voorzien had om daarvan het lagere deel (~1 m) af te "knippen" en als Cat B afval te behandelen, en de rest daarvan als Cat A afval. De bepalende factor hierbij is de concentratie aan Ag-108m, een harde gamma straler met een halveringstijd van 438 jaar. Recent is echter uit metingen gebleken dat de activatie van de controle staven zich ook in de hogere delen heeft voorgedaan omdat tijdens de operatie cyclussen van de reactoren de controle staven gedurende bepaalde perioden toch dieper in de kern ingeschoven zitten. Dit laatste was niet meegenomen in de modellen. Het resultaat hiervan is dat slechts een veel kleiner deel van de controle staven zal kunnen in beschouwing worden genomen als Cat A afval. Daar pas recentelijk EBL een meet-, bemonsterings- en karakterisatieprogramma voor de EOP materialen heeft voorgesteld dat nog moet uitgevoerd worden, is het niet uitgesloten dat er nog verrassingen zullen naar boven komen die een impact zullen hebben op het verder beheer van deze EOP materialen. Het FANC verwacht dat de nodige middelen voorzien worden om rekening te houden met het grotere aandeel Cat B afval en de mogelijke onzekerheden op het verder beheer van het andere afval en dat de nodige middelen voorzien worden om de fysieke karakterisatie en validatie van modellen zo snel mogelijk uit te voeren.

1.1.c Onzekerheden voor het verder beheer van het afval uit DSZ en ontmanteling

Ondanks herhaaldelijk aandringen door FANC en NIRAS is EBL nog niet ver gevorderd in de (pre-) karakterisatie – zowel fysico-chemisch als radiologisch – van het afval dat zal geproduceerd worden tijdens de DSZ en ontmanteling. De validatie van de codes die hierbij gebruikt worden is niet mogelijk zonder de nodige meetresultaten (zie ook hierboven). Dit leidt ons inziens tot belangrijke onzekerheden bij het inschatten van de hoeveelheden afval die als onvoorwaardelijk vrij te geven, voorwaardelijk vrij te geven, Cat A (criteria zijn bekend uit het veiligheidsverslag dat publiek beschikbaar is) of Cat B afval zullen kunnen beheerd worden. De nodige middelen dienen voorzien te worden om hiermee rekening te houden.

1.2 Voorwaardelijke vrijgave

In het kader van ontmanteling wordt voorzien om grote hoeveelheden materialen voorwaardelijk vrij te geven. Deze hoeveelheden zijn aanzienlijk groter dan deze waarvoor tot nu toe de voorwaardelijke vrijgave werd toegepast. Alhoewel dit reglementair mogelijk is, mits de nodige karakterisatie (zie ook hierboven) en veiligheidsstudies, kan dit enkel gerealiseerd worden als er ook bedrijven worden gevonden die deze hoeveelheden willen verwerken of opnemen op hun stortplaats. Tot nu toe heeft FANC geen indicatie dat EBL de nodige bereidwillige bedrijven heeft geïdentificeerd en reeds gecontacteerd, en dus is het niet zeker dat deze voorwaardelijke vrijgave zal gerealiseerd kunnen worden. Het FANC vraagt om deze onzekerheid weg te werken of in rekening te brengen.

1.3 De voorziene duur voor de ontmantelingsfase

EBL voorziet een ontmantelingsfase van 12 à 13 jaar die kort is ten opzichte van de internationale REX waaruit blijkt dat een ontmantelingsfase van 15 à 20 jaar nauwer aansluit bij de praktijk, namelijk:

- Het ontmantelingsplan voor de kerncentrale van Fessenheim (Frankrijk) voorziet 5 jaren voor de voorbereiding van de ontmanteling (= post-operationele fase in België), 15 jaren werk voor de ontmanteling zelf, één jaar voor de finale buitenbedrijfstelling en een marge van 5 jaren. Bovendien rekent EDF op de gelijkenissen in het park van zijn kerncentrales om de ontmanteling verder te optimaliseren: Frankrijk heeft inderdaad een trapsgewijze aanpak gevolgd, waardoor een reeks reactoren eenzelfde gedetailleerde ontwerpbasis hebben en dus weinig verschillen vertonen.
- In Zwitserland zou de ontmanteling van de kerncentrale van Mühlenberg 15 jaren in beslag nemen, en aflopen in 2034. Daarna zullen de gebouwen afgebroken worden.
- In Duitsland voorziet men voor de PWR reactoren zoals Isar 2, Mülheim-Kärlich, Neckarwestheim 1 en 2, Obrigheim of Philippsburg 2 de ontmanteling gedurende 20 à 25 jaren.

Op basis van deze vergelijking, merkt het FANC op dat:

- De verschillende reactoren in België in een mindere mate profiteren van gelijkenissen in hun ontwerp als in Frankrijk omdat ze soms belangrijke verschillen vertonen in hun ontwerpbasis. De interacties tussen en de coördinatie van de activiteiten op de sites – die deels parallel en deels sequentieel zullen moeten gebeuren – lijken niet in aanmerking te zijn genomen om de 12-13 jaren voor ontmanteling te justifiëren.
- De datums en periodes die vermeld zijn in de documentatie voor de CNV zijn coherent met de informatie waarover het FANC beschikt via andere kanalen, o.a. de voorbereiding van de ontmanteling door EBL (bv. het document “Decommissioning of the Belgian NPPS - Current high-level reference scenario, ref. 10011016343.000_02”). De verschillende bronnen geven echter weinig informatie over onzekerheden en hoe men rekening houdt met deze onzekerheden in het opstellen van de planning.

Op heden beschikt het FANC over onvoldoende elementen om zich te kunnen uitspreken over het realisme van de duur van de ontmanteling zoals becijferd door EBL, noch over het conservatisme van de hypothesen voor de voorzieningen die hiervoor becijferd worden in het kader van de CNV. Het FANC had ook verwacht om (licht) verschillende duurtijden te zien voor de verschillende reactoren, om rekening te houden met beperkingen komende van het uitvoeren van gelijktijdige activiteiten op de sites, en in de andere richting van mogelijke tijdswinsten dank zij de opgebouwde ervaring. Het FANC acht het wenselijk om onzekerheden en marges toe te lichten en, indien nodig, ermee rekening te houden in de provisies.

EBL stelt optimalisaties voor, zoals het starten met het versnijden van de interne delen van de reactor terwijl de splijtstofdokken nog niet leeg zijn. Deze optimalisaties dienen echter

nog verder ontwikkeld te worden en door FANC/Bel V beoordeeld te worden. Tevens dient hierbij nagegaan te worden wat de invloed hiervan is op de verschillende afvalstromen en of die invloed gedekt zal zijn door de erkenningen van NIRAS.

Het FANC vraagt om de nodige middelen voor deze onzekerheid te voorzien.

2 Advies in het kader van het referentiescenario voor het beheer van de verbruikte splijtstof

2.1 *Het referentiescenario*

Zelfs in de huidige situatie waarbij de locatie van de diepe berging niet bekend is, kan het FANC in principe akkoord gaan met het huidige referentiescenario, dat, mits de nodige veiligheidsstudies en veiligheidsvoorzieningen, op een veilige wijze zou kunnen uitgevoerd worden. Doch dit scenario omvat heel wat stappen van vervoer, conditionering en (vrij) lange periodes van opslag van afval voor berging. Het FANC verwacht dat dit scenario qua veiligheid geoptimaliseerd wordt eens de locatie van de berging gekend is, zodat bijvoorbeeld bepaalde vervoersstappen kunnen vermeden worden en meerdere behandelingen in een zelfde installatie kunnen uitgevoerd worden.

Tevens is het voor het FANC belangrijk dat wordt nagegaan of de veiligheid bij het geheel van het scenario, d.w.z. zowel het deel SYNATOM als het aansluitend deel NIRAS, kan geoptimaliseerd worden door het beschouwen van de (quasi) gelijktijdige berging van het B&C afval. Dit kan immers toelaten om de opslag periode voor het C afval, in het bijzonder de verbruikte splijtstof, te verkorten en dus de onzekerheden te verlagen op de levensduur van de opslaggebouwen en op het gedrag van de verbruikte splijtstof voor de berging ervan. In meerdere landen wordt de gelijktijdige berging van B&C afval beschouwd (bv. FR, CH). Het FANC vraagt dat SYNATOM de nodige middelen voorziet om dit in de oefening 2025 te kunnen beschouwen.

2.2 *De “alternatieve oplossing” voor de hotcell te KCD (DCA-A)*

Daar er te KCD na de stopzetting van alle reactoren na verloop van tijd geen splijtstofdok meer beschikbaar zal zijn voor de noodzakelijke veiligheidsfuncties, werd er tot op heden voorzien in een hotcell. In het huidige scenario wordt hiervoor een alternatieve oplossing voorgesteld waarbij, in het uitzonderlijke geval dat een container lek (binnenste deksel) zou zijn, er een extra deksel op deze container wordt gelast in afwachting van verdere acties (de zogenaamde DCA-A oplossing). In principe is de door EBL voorgestelde DCA-A optie waarbij, indien vereist, deze container wordt overgebracht van KCD naar CNT, aanvaardbaar mits de voorwaarden uit de FANC opinie ref. 2022-02-11-RK-5-4-1-NL voldaan zijn. In dit geval voorziet EBL inderdaad geen mogelijkheid meer te KCD tot manipulaties die het openen van een container vereisen. Doch het FANC verwacht wel dat EBL in het ICC de mogelijkheid voorziet om containers te openen die in het kader van DCA-A, zijn dichtgelast en om de verbruikte splijtstof te manipuleren op zo’n wijze dat het risico op contaminatie zoveel als redelijkerwijze mogelijk beperkt is. Hiertoe moeten de nodige middelen voorzien worden.

2.3 De levensduur van het gebouw DE en de noodzakelijkheid voor een alternatieve oplossing daarvoor

Het FANC is momenteel in voorafgaand overleg met EBL om de diverse aspecten m.b.t. de verdere uitbating van het DE gebouw tot 2057 te beoordelen. De discussies betreffen ook de nodige technische middelen om het DE gebouw onafhankelijk te maken van Tihange 3, aangezien er nu verschillende gemeenschappelijke systemen in werking zijn. De stappen naar de onafhankelijkheid van het DE gebouw zullen een nieuwe vergunning vereisen; het FANC kan zich dus, op dit ogenblik, niet uitspreken, noch een garantie geven, op de mogelijkheid tot uitbating van het DE gebouw tot 2075 (feitelijk zelfs niet tot 2057 gezien dit nog in onderzoek is), noch of dat deze strategie de beste is op het gebied van veiligheid en beveiliging. Overigens zijn zulke installaties wettelijk onderworpen aan “periodieke veiligheidsherzieningen” om de 10 jaar. Het doel van deze veiligheidsherzieningen is om een systematische beoordeling te bekomen van het nucleair veiligheidsniveau in een installatie, in het bijzonder:

- hetzelfde of een hoger veiligheidsniveau aan te tonen als oorspronkelijk ontworpen – of aanvaard gedurende de vorige herziening – en bewijzen dat corrigerende maatregelen werden genomen bij eventuele achteruitgang van de nucleaire veiligheid.
- Het huidige veiligheidsniveau te rechtvaardigen ten opzichte van de huidige normen en praktijk, en verbeteringen aan de veiligheid te identificeren en toe te passen daar waar ze redelijk zijn.

Het FANC vindt het nodig om alternatieven voor het DE gebouw te voorzien in het referentiescenario indien dit gebouw zijn taken niet kan vervullen voor de beschouwde termijn (kan ook eerder dan 2057 zijn). Het scenario zou dan rekening moeten houden met de nodige tijd voor het gedetailleerde ontwerp van de installatie, de lengte van de vergunningsprocedure, de bouw en de transfer van de verbruikte splijtstof naar de nieuwe installatie.

2.4 De aanvaardbaarheid van een uniek ICC te Doel en de nood om een “pre-licensing” te doen voor de installaties ICC, IECC en de post conditionering installatie om te kunnen evalueren of alle nodige maatregelen en SSC’s om de veiligheid te kunnen garanderen voorzien zijn

Het door Synatom voorgestelde scenario met slechts één ICC (=ICS) enkel op de site van Doel is aanvaardbaar voor zover de nodige middelen voorzien worden om ervoor te zorgen dat alle verbruikte splijtstof (dus inclusief de MOX) van CNT naar KCD kan vervoerd worden. Tevens moet het ICC voorzien zijn op het ontvangen van splijtstof die kan beschadigd zijn door manipulatie en/of transport. Hierbij moet ook rekening gehouden worden met een verhoogd risico hierop indien te CNT verbruikte UOX splijtstof van de reactoren naar DE wordt overgebracht via een “droge navette” (zie ook verder).

In het geval – ook beschouwd door Synatom in het referentiescenario – dat de opslagcontainers voor SF² Tihange niet zouden kunnen gebruikt worden voor het vervoer op openbare wegen, zal de systematische beschikbaarheid van het DE gebouw (of een alternatieve oplossing) moeten worden verzekerd op de site van Tihange. Deze oplossing zal

ten minste tot 2075 beschikbaar moeten zijn om de transfer van de verbruikte splijtstof met de pendelcontainers voor het vervoer naar de ICC mogelijk te maken.

Het FANC benadrukt dat er, zoals eerder vermeld, te veel onzekerheid is over de uitbating en de beschikbaarheid van het gebouw DE na 2057 om zich al uit te kunnen spreken op een mogelijke verlenging van de uitbating. Daarom is het nodig om over een alternatieve oplossing te beschikken.

Voor wat betreft het conditioneren op een enige conditioneringslijn, georganiseerd in twee ploegen, merkt het FANC op dat deze mogelijkheid maar beknopt beschreven wordt in het dossier van Synatom. Het FANC kan daarom de noodzaak niet uitsluiten, op basis van de informatie die tot nu ontvangen werd, om de uitbating via twee gelijktijdige conditioneringslijnen te voorzien om de continuïteit te garanderen (bv. in het geval van een ongeval) of om de algemene planning van het beheer van de verbruikte splijtstof te respecteren. Het FANC raadt aan om de optie met twee lijnen te behouden in het kader van de voorzieningen 2022. Die keuze zal later verfijnd kunnen worden in het kader van een pre-licensing aanpak, niet enkel voor het ICC installatie maar ook, in een geïntegreerde benadering, voor de andere installaties die voorzien zijn in het kader van het veilige beheer van de verbruikte splijtstof tot de berging ervan.

2.5 De problematiek van de mogelijke verbrossing van verbruikte splijtstof (in het bijzonder deze met cladding in “optimized ZIRLO” en “M5”)

Het FANC is van mening dat de uitbatingslimieten en -voorwaarden die voorzien zijn voor de uitbating van de SF² installaties, en die gebaseerd zijn op de US NRC “ISG-11 rev. 3”, niet toelaten om aan de onderliggende rechtvaardiging te voldoen voor bepaalde hulslegeringen (bv. “M5” en “Optimized Zirlo” legeringen). Dit zou kunnen leiden tot de verbrossing van (een deel van) deze hulzen.

De handelingen nodig om verbruikte splijtstof terug te nemen uit de opslagcontainers zouden kunnen gebeuren binnen een temperatuurdomein waar het hulsmateriaal verbrost is, met als potentieel gevolg een hogere verspreiding van deeltjes van verbruikte splijtstof bij een hanteringsongeval. De discussies met de uitbater hebben bemoedigende resultaten aangetoond, maar deze bieden nog geen omhullende bewijsvoering voor de karakteristieken van de Belgische verbruikte splijtstof.

De heroriëntatie van zirkoniumhydride precipitaten is een onomkeerbaar fenomeen dat bepaald wordt door de omstandigheden gedurende het drogen van de verbruikte splijtstof. Het FANC is van mening dat redelijke maatregelen genomen zouden moeten worden om heroriëntatie van zirkoniumhydriden te voorkomen, of sterk te beperken. De nodige middelen voor onderstaande maatregelen dienen voorzien te worden:

- De back-up oplossing voor het vervoer op site (te Tihange) tussen de reactorpools en het DE gebouw, namelijk het gebruik van een droge pendelcontainer, zou gepaard kunnen gaan met de verbrossing van een deel van de hulzen van de verbruikte splijtstof, in het bijzonder degene in “Optimized Zirlo” en “M5” legeringen, terwijl de basisoptie (nat vervoer) niet leidt tot dit degradatieproces. Zonder bewijs dat een droog on-site vervoer meer voordelen dan nadelen heeft, op het vlak van veiligheid

over het gehele beheer van de verbruikte splijtstof, is het FANC van mening dat dit droge on-site vervoer niet opportuun is.

- De criteria van het ISG-11 rev. 3 (US NRC) laten niet toe om een uitgebreide heroriëntatie van zirkoniumhydriden te vermijden voor bepaalde hulslegeringen, terwijl de minimalisering van dit proces onder andere aan de basis ligt van de rechtvaardiging van deze criteria. Het FANC verwacht dat de criteria voor de temperatuur van de hulzen herzien worden, of dat bijkomende maatregelen genomen worden om het fenomeen van heroriëntatie van zirkoniumhydriden te voorkomen of sterk te beperken. Dit zou kunnen, bij voorbeeld, door de verbruikte splijtstof over meerdere containers te spreiden voor opslag in de SF² installaties.
- Aangezien een deel van de verbruikte splijtstof dat al in droge opslag staat in Doel (SCG gebouw) waarschijnlijk heroriëntatie van zirkoniumhydriden vertoont, zullen het ontwerp en de dimensionering van de ICC installatie moeten voorzien om verbroste splijtstofelementen te kunnen ontladen uit de containers, en te kunnen hanteren.
- Bij gebrek aan internationale R&D programma's die condities, omhullend voor de karakteristieken van de Belgische verbruikte splijtstof beschouwen, zal een onderzoeksprogramma, gericht op de hulslegeringen "M5" en "Optimized Zirlo" geïmplementeerd moeten worden, om de relevante karakteristieken voldoende te dekken van de Belgische verbruikte splijtstof, zowel als de meest penalisierende omstandigheden voor de heroriëntatie van de hydriden gedurende het drogen van de verbruikte splijtstof.

2.6 De noodzaak tot intensifiëring van het onderzoek naar de opslag (R&D inspanning in lijn met de verbrossingsproblematiek) en de berging van verbruikte splijtstof met bijzondere aandacht voor MOX

Daar in het referentie scenario nu voorzien is dat alle resterende verbruikte splijtstof inclusief de MOX zal geborgen moeten worden, verwacht het FANC dat de R&D inspanningen met betrekking tot de berging van verbruikte splijtstof worden verhoogd om in het bijzonder de problematiek van de mogelijke verbrossing bij opslag en het gedrag op lange termijn in een diepe berging te onderzoeken, zodat NIRAS over de nodige gegevens kan beschikken om de veiligheid van de opslag en berging ervan te evalueren. Zelfs al is het exacte gastgesteente en de finale locatie niet bekend, toch zijn er voldoende aanduidingen betreffende de te verwachten omstandigheden bekend om reeds nuttig onderzoek te kunnen uitvoeren. Hierbij moet ook rekening gehouden worden met de internationale "state-of-the-art". Voor MOX zal deze echter heel beperkt zijn daar slechts weinig landen de directe berging van verbruikte MOX beschouwen.

3 Specifiek advies met betrekking tot i) de voor- en nadelen van de opslag van de verbruikte splijtstof, inclusief de MOX-splijtstof, over een periode van meer dan honderd jaar vooraleer er verdere stappen worden genomen en ii) de voor- en nadelen van een volledige opwerking, inclusief de MOX-splijtstof, met de noodzaak om het gerecupereerde splijtbaar materiaal te beheren

3.1 Voor- en nadelen van de opslag van de verbruikte splijtstof, inclusief de MOX-splijtstof, over een periode van meer dan honderd jaar vooraleer er verdere stappen worden genomen

3.1.a Achtergrond

De radioactiviteit en de restwarmte van de verbruikte splijtstof hebben als oorsprong het verval van radioactieve fissieproducten en van de opgebouwde actiniden (geproduceerd door activatie van het oorspronkelijk uranium). De meeste fissieproducten hebben een korte halveringstijd, minder dan 4 jaar, waardoor de restwarmte zeer snel daalt over de eerste 10 à 20 jaren na ontlading van splijtstofelementen uit de reactor.

Daarna, over de eerste honderden jaren, daalt de restwarmte op een iets trager tempo, omdat de warmteproductie dan gedomineerd wordt door het verval van twee langer levende fissieproducten, namelijk Cs-137 en Sr-90 (beide met een halveringstijd van ongeveer 30 jaar) en van bepaalde actiniden – bv. Pu-241 ($T_{1/2}$ 14,3 jaar), Cm-244 ($T_{1/2}$ 18 jaar), Pu-238 ($T_{1/2}$ 87,7 jaar) of Am-241 ($T_{1/2}$ 432,6 jaar). Gedurende deze periode is Cm-244 ook de grootste bijdrager aan de neutronendosis.

Bij een dergelijk lange termijn opslag, zal de warmteproductie (en in het algemeen de bronterm) van de verbruikte splijtstof bij het begin van de berging lager zijn dan bij een kortere opslagperiode.

3.1.b Impact van de koeltijd van de splijtstof op de bergingsomstandigheden

De nucliden die bijdragen aan de warmteproductie zullen quasi compleet vervallen nog voor dat er een belangrijke degradatie van de berginginstallatie ontstaat; deze nucliden hebben daarom geen directe invloed op de lange termijn dosis aan de bevolking of aan de omgeving ten gevolge van deze berging. Een indirect effect zou kunnen ontstaan door een mogelijke verstorning van de gastgesteente door de warmteproductie: bij gelijke dichtheid van berging (d.w.z. evenveel verbruikte splijtstof per oppervlakte en zelfde tussenafstand tussen de bergingscontainers), zal een daling van de warmteproductie ertoe leiden dat de temperatuur in de berging, in het omringende gastgesteente en in de watervoerende lagen minder hoog zal stijgen. In elk geval, voorziet men echter dat de lange termijn veiligheid van de berging zo weinig mogelijk beïnvloed wordt door veranderingen aan het omringende gastgesteente, komende bv. van de uitgraving, veranderingen aan het waterchemie, of van thermische effecten.

Een lagere warmteproductie zal zich niet onmiddellijk op het vlak van veiligheid laten voelen maar zal zich vooral vertalen in een bredere flexibiliteit in het ontwerp van de bergingsinstallatie. Een lagere warmteproductie maakt het bv. mogelijk het afval dichter te

bergen en dus een berging te ontwikkelen met een kleinere “voetafdruk” (of een kortere totale galerijlengte). Een lagere voetafdruk kan een gunstig effect hebben op de investeringskost en mogelijks ook op de publieke perceptie, maar niet per se op de veiligheid van het bergingssysteem.

3.1.c Impact op tussenopslag en transfert

Bij een dergelijke lange termijn opslag zal het dosistempo in de onmiddellijke omgeving van de verbruikte splijtstof aanzienlijk dalen omdat dit dosistempo, na de initiële ‘cooldown’, quasi uitsluitend bepaald wordt door Cs-137 voor gammastraling, en door Cm-244 voor neutronenstraling. Dit betekent dat het risico op rechtstreekse bestraling kleiner wordt met de tijd; doch zelfs na 300 jaar zal dit dosistempo in contact met de splijtstof nog steeds van de orde van grootte van Sv/h zijn. Het verder beheer van de verbruikte splijtstof zal dus nog steeds aanzienlijke afscherming vereisen: b.v. behandeling van op afstand (in hotcells / onder water in dokken) en transport in afgeschermd containers (weliswaar met minder dikke afscherming). Winsten in verband met de blootstelling de werknemers zijn dan miniem, of van een gelijkaardige orde als het gebruik van bijkomende afscherming, voor dezelfde manipulatie. De investeringskost kan wel lager liggen.

Gedurende de hele periode van lange termijn opslag behoudt men natuurlijk de vrijheid om te beslissen over het verder beheer van de verbruikte splijtstof, doch dit zal enkel leiden tot een verhoogde veiligheid als in deze periode veiligere methodes voor het beheer, bij voorbeeld door verbeterde conditioneringstechnieken of hergebruik gecombineerd met verbeterde conditioneringstechnieken voor de reststoffen, daadwerkelijk ontwikkeld en operationeel worden. Dit houdt intrinsiek een doorschuiven van de lasten in naar toekomstige generaties. Het FANC heeft reeds in 2010 in zijn advies op het NIRAS ontwerp van AfvalPlan en bijhorende Strategic Environmental Assessment om onder andere om deze reden negatief advies gegeven op een dergelijke lange termijn opslag. Deze argumentatie werd door het FANC in 2020 herhaald in zijn advies op het nieuwe Project Plan en bijhorend milieueffecten rapport met betrekking tot het langetermijnbeheer van geconditioneerd hoogradioactief en/of langlevend afval en tot bepaling van de beheeroplossing op lange termijn voor dit afval.

Bovendien heeft de opslag op lange termijn van verbruikte splijtstof als bijkomende nadelen dat de veiligheid, beveiliging en safeguards van de opslag van de verbruikte splijtstof moeten gegarandeerd worden en dat de kennis over de eigenschappen van deze verbruikte splijtstof en het verder beheer ervan moet behouden blijven. De mogelijke verdere degradatie van de verbruikte splijtstof over honderden jaren zal moeten opgevolgd worden. Bovendien zullen de opslag installaties en containers regelmatig moeten vervangen worden hetgeen de hoeveelheid te bergen radioactief afval alleen maar zal doen toenemen. De risico's ten gevolge van malafide praktijken zijn wegens de directere bereikbaarheid van het radioactief materiaal ook hoger bij een opslag dan bij een diepe berging.

3.2 De voor- en nadelen van een volledige opwerking, inclusief de MOX-splijstof, met de noodzaak om het gerecupereerde splijtbaar materiaal te beheren

3.2.a Achtergrond

Het FANC merkt op dat de lange-termijn degradatie (uitloging) van de verbruikte splijstof die geborgen wordt als splijstofelementen, en die van verglaasd hoog radioactief afval, op een gelijkaardige snelheid zou gebeuren in diepe bergingsomstandigheden. Enkel in het geval van ernstige verstoringen die leiden tot een oxidatieve omgeving zou de uitloging van verbruikte splijstof wat sneller kunnen verlopen. Verschillen zijn vooral terug te vinden in de verlaagde inhoud aan uranium en plutonium in verglaasd afval. Deze elementen migreren traag in gastgesteente als klei; ze spelen daarom enkel een belangrijke rol bij de studies om aan te tonen dat criticaliteit vermeden wordt en bij het bepalen van de radiologische impact in het geval van een intrusiescenario. Een tweede verschil betreft de fractie nucliden, zoals I-129, die, eens de container gedegradéerd is, 'onmiddellijk' zouden kunnen opgelost worden. Dit is niet het geval bij verglaasd afval waarin trouwens het I-129 quasi niet voorkomt omdat het bij de opwerking geloosd wordt. Verschillen bestaan dus tussen de twee afvalvormen, maar niet in een mate dat de directe berging van splijstofelementen te vermijden of onveilig zou zijn.

3.2.b Scope van de opwerking

Indien alle verbruikte splijstof, inclusief de MOX splijstof, van België zou opgewerkt worden, dan zou dit er kunnen toe leiden dat verglaasd hoog radioactief afval het enige afval van categorie C (d.w.z. hoog actief afval met een belangrijke warmteproductie) zou zijn dat in een diepe berging dient beheerd te worden. Hierbij dient nagegaan te worden welke andere splijstoffen in België aanwezig zijn die dan ook zouden moeten opgewerkt worden. Dit maakt het ontwerpen en aantonen van de veiligheid van de diepe berging in principe eenvoudiger dan de combinatie van verbruikte splijstof en verglaasd hoogactief afval. Maar dit geldt enkel indien het gerecupereerde uranium en plutonium *niet* moet geborgen worden (zie verder).

De opwerking van de MOX splijstofelementen vereist tegelijkertijd de verwerking van UOX elementen, beide voor productieredenen (verdunding van alfa-stralers om de radiolyse van het extractant te beperken en van hun concentratie in het ultieme verglaasd afval) en om de kwaliteit van de opgewerkte plutonium te verbeteren voor hergebruik als MOX splijstof. Met de opwerking, wordt de hogere warmteproductie van de MOX t.o.v. de UOX dan homogeen verdeeld over het verglaasd afval. Het feit dat er dan geen verbruikte MOX splijstofelementen moeten geborgen worden helpt ook in het ontwerpen en aantonen van de veiligheid van een diepe berging omdat er dan geen rekening moet gehouden worden met de hogere warmteproductie van deze MOX splijstof en de hogere inhoud aan alfastralers, hetgeen een negatieve impact kan hebben op de uitloogbaarheid van deze splijstof.

3.2.c Eindproducten van de opwerking

Verglaasd hoog radioactief afval heeft mogelijks een lagere warmteproductie dan verbruikte splijtstof indien de verbruikte splijtstof binnen de 10 jaar wordt opgewerkt. Een lagere warmteproductie bij de diepe berging is in principe steeds een voordeel voor de aantoonbaarheid van de veiligheid van de berging. Deze lagere warmte productie is het gevolg van de recuperatie van Pu-241 ($T_{1/2}$ 14,3 jaar) dat vervalst naar Am-241, dat, op zijn beurt, een belangrijke bijdrage heeft aan de warmteproductie gedurende de eerste honderden jaren. Doch een groot deel van de Belgische verbruikte splijtstof, inclusief de MOX, is nu reeds meer dan 10 jaar ontladen uit de reactoren en dus is de mogelijke winst hier beperkt en enkel realiseerbaar indien de opwerking snel beslist en uitgevoerd wordt.

Het beheer van het gerecupereerde splijtbaar materiaal stelt echter belangrijke problemen zowel qua veiligheid, beveiliging als safeguards, zowel bij de opslag ervan (zie hierboven) als bij de diepe berging. Bij de diepe berging van dit splijtbaar materiaal stelt zich bovendien het probleem van het vermijden van het risico op ongevallen ten gevolge van criticaliteit en dit over heel lange termijn. Dit is gemakkelijker te beheren bij een berging van verbruikte splijtstof juist omdat het splijtbaar materiaal grotendeels verbruikt is en het resterende splijtbaar materiaal verspreid is over een grote hoeveelheid splijtstof. Het is duidelijk dat voor de diepe berging een specifieke conditionering van het splijtbaar materiaal moet ontwikkeld worden die de nodige spreiding en stabiliteit van dit splijtbaar materiaal kan garanderen en elke mogelijkheid op herconcentratie kan uitsluiten. De diepe berging van dergelijk materiaal is nauwelijks bestudeerd. Vanuit een standpunt van veiligheid van een diepe berging beschouwt het FANC de diepe berging van dergelijke hoeveelheden gerecupereerd splijtbaar materiaal als absoluut te vermijden. Dit splijtbaar materiaal recupereren kan enkel gejustificeerd worden indien het verder gebruik ervan als grondstof is verzekerd en gerealiseerd zal worden en de nodige middelen hiervoor voorzien zijn.

3.3 Conclusies

De opslag van de verbruikte splijtstof, inclusief de MOX-splijtstof, over een periode van meer dan honderd jaar vooraleer er verdere stappen worden genomen heeft enerzijds het voordeel dat er meer flexibiliteit in het ontwerpen van het bergingssysteem mogelijk is nl.:

- de warmteproductie van de verbruikte splijtstof zal lager zijn wat toelaat om ofwel de temperatuur van het latere bergingssysteem lager te houden hetgeen mogelijks gunstig is voor de veiligheid of om een berging met kleinere voetafdruk te bouwen hetgeen de investeringskost gunstig kan beïnvloeden;
- de externe bestraling zal lager zijn waardoor er minder stralingsafscherming moet voorzien worden bij de latere conditionering- en opslaginstallaties en bij de opslagcontainers hetgeen een gunstige invloed op de investeringskosten kan hebben;
- de vrijheid wordt behouden om te beslissen hoe de verbruikte splijtstof verder te beheren eventueel met ondertussen verbeterde technieken.

En anderzijds het nadeel dat:

- de veiligheid, beveiliging en safeguards van de verbruikte splijtstof tijdens deze lange opslagperiode moeten gegarandeerd blijven;
- de kennis over de eigenschappen van de verbruikte splijtstof zal moeten behouden blijven en de mogelijke verdere degradatie van de verbruikte splijtstof over honderden jaren zal moeten opgevolgd worden;
- er door de noodzakelijke vernieuwing van opslaginstallaties en containers er bijkomend radioactief afval zal geproduceerd worden;
- de risico's ten gevolge van malafide praktijken wegens de directere bereikbaarheid van het radioactief materiaal hoger zijn bij een opslag dan bij een diepe berging;
- de lasten voor het verder beheer inclusief het ontwikkelen van een definitieve oplossing sowieso worden doorgeschoven naar de toekomstige generaties.

De voordelen voor de veiligheid voor de berging in het bijzonder op lange termijn wegen voor het FANC niet op tegen bovenstaande nadelen; daarom heeft het FANC reeds in het kader van de ontwikkeling van het nationaal beleid negatief advies gegeven over een dergelijke lange termijn opslag en hierbij herbevestigen we deze positie.

De volledige opwerking, inclusief de MOX-splijtstof, met de noodzaak om het gerecupereerde splijtbaar materiaal te beheren heeft enerzijds het voordeel dat:

- het ontwikkelen van een diepe berging van hoog radioactief warmte producerend afval en het aantonen van de veiligheid ervan eenvoudiger kan zijn doordat slechts één categorie C afval moet beschouwd worden, namelijk verglaasd afval;
- de warmteproductie van het verglaasd afval lager zou kunnen zijn indien de opwerking van de verbruikte splijtstof binnen de 10 jaar na de ontlading uit de reactor gebeurt, hetgeen gunstig kan zijn voor de aantoonbaarheid van de veiligheid van de diepe berging.

En anderzijds het nadeel dat het verder beheer van het gerecupereerd splijtbaar materiaal moet voorzien worden namelijk:

- ofwel door het ontwikkelen en realiseren van het hergebruik van het gerecupereerde uranium en plutonium, waar momenteel geen plannen voor bestaan in België;
- ofwel door het ontwikkelen van een diepe berging voor het gerecupereerd uranium en plutonium waarnaar er in België geen (en internationaal nauwelijks) onderzoek is gedaan en dat qua veiligheid als sterk problematisch moet worden aanzien (zie hierboven).

De voordelen van het eenvoudiger ontwerp van de diepe berging en de eenvoudigere aantoonbaarheid van de veiligheid wegen voor het FANC niet op tegen de nadelen met betrekking tot het verder beheer van de gerecupereerde uranium en plutonium. Om deze reden is deze optie met de terugname van het gerecupereerd uranium en plutonium, in de huidige Belgische context, voor het FANC niet aanvaardbaar.

Lijst van afkortingen

Afkorting	Betekenis
ASR	Alkali-silica reaction
CNT	Centrale nucléaire de Tihange
CNV	Commissie voor nucleaire Voorzieningen
CSD	Chemical or full scale decontamination
D&D	Decommissioning and dismantling
DCA-A	Lassen van een deksel op een lekkende container
DSZ	Definitieve stopzetting
EBL	Electrabel
EDF	Electricité de France
EOP	Emptying of pools (pools = splijtstofdokken)
FANC	Federale Agentschap voor nucleaire Controle
ICC	Installation de conditionnement du combustible usé
ISG-11	Interim Staff Guidance (US NRC guidance)
KCD	Kerncentrale Doel
M5	Legering materiaal voor hulzen ontwikkeld door Framatome
MOX	Mixed (uranium, plutonium) oxide
NIRAS	Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen
NPP(s)	Nuclear Power Plant(s)
PWR	Pressurized Water Reactor
REX	Return of experience
SSC	Systems, structures and components
T½	Halveringstijd
UOX	Uranium oxide
US NRC	US Nuclear Regulatory Commission (VS veiligheidsautoriteit)
ZIRLO	Legering materiaal voor hulzen ontwikkeld door Westinghouse

Avis de l'AFCN sur la constitution de provisions pour le démantèlement des centrales nucléaires et la gestion du combustible utilisé pour la Commission des provisions nucléaires 2022

1 Avis dans le cadre de la mise à l'arrêt définitif et du démantèlement des réacteurs nucléaires

1.1 *Gestion des déchets radioactifs générés pendant la phase de mise à l'arrêt définitif et des déchets radioactifs opérationnels qui doivent encore être traités*

1.1.a *Incertitude autour des opérations et des installations nécessaires au traitement des déchets issus de l'exploitation de la centrale et de la décontamination chimique ("CSD") et autour des interférences potentielle entre eux.*

Il s'agit principalement de la question des résines et des concentrats qui seront conditionnés par EBL : d'une part, les résines et les concentrats provenant de l'exploitation normale qui sont entreposés actuellement (depuis la constatation en 2013 de fûts qui présentaient une formation de gel ou de colis affectés par la réaction ASR) sous forme non conditionnée à Doel et à Tihange et, d'autre part, les résines et les concentrats qui seront générés lors de la décontamination chimique du circuit primaire peu après la mise à l'arrêt définitif des réacteurs.

Pour le conditionnement des concentrats provenant de l'exploitation et de la décontamination chimique (et de ceux qui continueront d'être produits lors de la mise à l'arrêt définitif et du démantèlement) et pour les résines générées lors de l'exploitation, EBL doit construire de nouvelles installations sur les sites de Doel et de Tihange qui, selon le calendrier actuel, ne seront pas opérationnelles et agréées par l'ONDRAF avant 2025 au plus tôt, après quoi le traitement se poursuivra encore au-delà de 2030. Le calendrier pour le développement de ces installations a déjà été retardé à plusieurs reprises. EBL prétend pouvoir éviter l'interférence entre le traitement des déchets issus de l'exploitation et celui des déchets issus de la mise à l'arrêt définitif, mais l'AFCN ne dispose actuellement pas d'informations suffisantes démontrant la capacité d'EBL à faire ce qu'elle prétend. L'AFCN s'attend à ce que cette interférence éventuelle soit prise en compte, y compris les conséquences possibles en termes de retard au niveau de la réception de ces installations (par exemple, en raison de retards lors de la construction, de problèmes d'obtention de l'agrément en raison de la modification de la composition des concentrats issus de la décontamination chimique ou de la phase de mise à l'arrêt définitif) et d'impact sur les activités de démantèlement.

En ce qui concerne les résines provenant de la décontamination chimique, qui sont considérées comme des déchets de type B par EBL, il est prévu que celles-ci soient conditionnées chez Belgoprocess. Toutefois, Belgoprocess ne dispose pas actuellement des installations nécessaires pour le traitement de ces résines. L'ONDRAF et Belgoprocess

développent actuellement différentes options pour réaliser ces procédés de traitement. L'AFCN attend sur base des informations obtenues de l'ONDRAF/Belgoprocess que ce traitement soit possible. Toutefois, elle tient à souligner que les ressources nécessaires doivent être prévues dès à présent pour que ces résines soient traitées en temps utile et conditionnées dans une forme stable, dès lors que ces résines peuvent (et vont) se dégrader en raison de leur haute radioactivité, ce qui compliquera considérablement leur traitement. Cette situation est susceptible d'avoir des conséquences radiologiques et l'AFCN réclame que celles-ci soient évitées.

1.1.b Surévaluation dans le scénario actuel de la proportion de déchets de catégorie A provenant du vidage des piscines

Il s'agit principalement des barres de contrôle des réacteurs qu'EBL avait prévu d'« ébouter » (de leur partie inférieure d'une longueur d'environ 1 m) et de traiter comme des déchets de Cat B, la partie sectionnée étant traitée comme des déchets de Cat A. Le facteur déterminant est la concentration en Ag-108m, un émetteur gamma dont la demi-vie est de 438 ans. Cependant, des mesures récentes ont montré que les barres de contrôle ont également été activées dans leurs parties supérieures. En effet, au cours des cycles d'opération des réacteurs, les barres de contrôle ont dû être insérées plus profondément dans le cœur à certaines périodes. Ce cas de figure n'a pas été pris en compte dans les modèles. Par conséquent, seule une partie bien plus courte des barres de contrôle pourra être considérée comme des déchets de catégorie A. Etant donné qu'EBL a récemment proposé un programme de mesure, d'échantillonnage et de caractérisation des matériaux issus du vidage des piscines, qui n'a pas encore été mis en œuvre, il n'est pas exclu que l'on tombe sur des surprises, qui auront un impact sur la gestion future de ces matériaux issus du vidage des piscines. L'AFCN attend d'EBL qu'elle prévienne les ressources nécessaires pour tenir compte de la proportion plus élevée de déchets de catégorie B et des incertitudes potentielles autour de la gestion des autres déchets, et qu'elle prévienne les ressources nécessaires pour procéder à la caractérisation physique et à la validation des modèles le plus rapidement possible.

1.1.c Incertitudes concernant la gestion ultérieure des déchets provenant de l'arrêt définitif et du démantèlement

En dépit de l'insistance de l'AFCN et de l'ONDRAF, EBL n'a pas encore beaucoup avancé dans la (pré)caractérisation - tant physico-chimique que radiologique - des déchets qui seront produits lors de la mise à l'arrêt définitif et du démantèlement. La validation des codes qui seront utilisés ne peut se faire sans les résultats de mesure nécessaires (voir ci-dessus). Selon nous, cela entraîne des incertitudes importantes dans l'estimation des quantités de déchets qui pourront être gérés comme des déchets libérables sans condition, libérables sous condition, de catégorie A (les critères sont définis dans le rapport de sûreté qui est accessible au public) ou de catégorie B. Les ressources nécessaires doivent être prévues pour en tenir compte.

1.2 Libération conditionnelle

Dans le cadre du démantèlement, il est envisagé de libérer sous conditions de grandes quantités de matériaux. Ces quantités sont considérablement plus importantes que celles pour lesquelles la libération conditionnelle a été appliquée jusqu'à présent. Bien que cela soit réglementairement possible, moyennant la caractérisation (voir ci-dessus) et les études de sûreté nécessaires, ces opérations n'ont une chance d'aboutir que si l'on trouve des entreprises qui acceptent de traiter ces quantités ou de les entreposer dans leurs décharges. Jusqu'à présent, l'AFCN ne possède aucune indication qu'EBL a pu identifier les entreprises nécessaires ou qu'elle les a déjà contactées, et il n'est donc pas certain que cette libération conditionnelle soit possible. L'AFCN demande que cette incertitude soit levée ou prise en considération.

1.3 La durée prévue de la phase de démantèlement

EBL envisage une phase de démantèlement d'une durée de 12 à 13 ans, ce qui est relativement court par rapport à ce que l'on connaît du REX international, qui montre qu'une phase de démantèlement de 15 à 20 ans est plus conforme à la pratique :

- Le plan de démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim (France) prévoit 5 ans pour la préparation du démantèlement (= phase post-opérationnelle en Belgique), 15 ans de travaux pour le démantèlement proprement dit, un an pour la mise hors service définitive, le tout assorti d'une marge de sécurité de 5 ans. De plus, EDF compte sur les similitudes du parc de ses centrales nucléaires pour optimiser le démantèlement. En effet, la France a suivi une approche graduée, c'est-à-dire que plusieurs réacteurs ont la même base de conception détaillée et présentent donc peu de différences.
- En Suisse, le démantèlement de la centrale nucléaire de Mühlenberg devrait durer 15 ans et se terminer en 2034. Ensuite, les bâtiments seront démolis.
- En Allemagne, les autorités prévoient une durée de démantèlement de 20 à 25 ans pour les réacteurs REP d'Isar 2, Mülheim-Kärlich, Neckarwestheim 1 et 2, Obrigheim ou Philippsburg 2.

Sur la base de cette comparaison, l'AFCN constate que :

- Les différents réacteurs en Belgique bénéficient dans une moindre mesure de similitudes dans leur conception par rapport à la France. En effet, ils présentent parfois des différences significatives dans leur base de conception. Les interactions et la coordination des activités sur les sites - dont certaines devront être menées en parallèle et d'autres séquentiellement - ne semblent pas avoir été prises en compte pour justifier les 12 à 13 années prévues pour le démantèlement.
- Les dates et périodes mentionnées dans la documentation destinée à la CPN sont cohérentes avec les informations qu'a acquises l'AFCN par d'autres canaux, y compris la préparation du démantèlement par EBL (par exemple le document "Decommissioning of the Belgian NPPS - Current high-level reference scenario, ref.

10011016343.000_02"). Cependant, les différentes sources fournissent peu d'informations sur les incertitudes et la manière dont elles sont prises en compte dans l'établissement du calendrier.

A ce jour, l'AFCN ne dispose pas d'éléments suffisants pour se prononcer sur le réalisme de la durée de démantèlement calculée par EBL, ni sur le conservatisme des hypothèses retenues pour chiffrer les provisions dans le cadre de la CPN. L'AFCN s'attendait également à voir figurer des durées (légèrement) différentes pour les différents réacteurs, afin de tenir compte, d'une part, des contraintes liées à l'exécution simultanée d'activités sur les deux sites et, d'autre part, de gains de temps possibles grâce à l'expérience acquise. L'AFCN souhaite que ces incertitudes et ces marges soient clarifiées et, au besoin, qu'elles soient prises en compte dans les provisions.

EBL propose des optimisations, comme le commencement du découpage des parties internes du réacteur tandis que les piscines de stockage du combustible ne sont pas encore vides. Ces optimisations doivent toutefois être développées et validées par l'AFCN/Bel V. L'impact sur les différents flux de déchets doit également être vérifié et il convient de déterminer si cet impact sera couvert par les agréments de l'ONDRAF.

L'AFCN demande que les ressources nécessaires soient prévues pour parer à cette incertitude.

2 Avis dans le cadre du scénario de référence pour la gestion du combustible usé

2.1 Le scénario de référence

Même dans la situation actuelle où l'emplacement du dépôt pour le stockage en profondeur n'est pas encore connu, l'AFCN peut en principe accepter le scénario de référence actuel qui pourrait être mis en œuvre en toute sûreté, à condition que les études de sûreté et que les provisions de sûreté soient réalisées. Ce scénario prévoit toutefois de nombreuses étapes que ce soit pour le transport, le conditionnement ou l'entreposage (relativement) long des déchets avant leur enfouissement. L'AFCN attend que ce scénario soit optimisé sur le plan de la sûreté une fois que le lieu du dépôt sera connu, de sorte que certaines étapes de transport puissent être évitées et que plusieurs traitements puissent être effectués au sein d'une même installation.

Aux yeux de l'AFCN, il est également important d'examiner s'il est possible d'optimiser la sûreté pour le scénario dans son ensemble, c'est-à-dire à la fois pour la partie SYNATOM et la partie subséquente ONDRAF, en envisageant le stockage (quasi) simultané des déchets de cat. B&C. En effet, cela pourrait permettre de raccourcir la période d'entreposage des déchets de cat. C, en particulier du combustible usé, et donc de réduire les incertitudes autour de la durée de vie des bâtiments d'entreposage et autour du comportement du combustible usé avant son stockage. Plusieurs pays envisagent le stockage simultané des déchets de cat. B&C (par exemple, en France et en Suisse). L'AFCN demande que SYNATOM prévoie les ressources nécessaires pour prendre en compte cet aspect dans l'exercice 2025.

2.2 La « solution alternative » pour la hot cell à KCD (DCA-A)

Étant donné qu'après l'arrêt de tous les réacteurs, plus aucune piscine de stockage du combustible ne serait disponible à Doel pour assurer les fonctions de sûreté nécessaires, une cellule chaude (« hot cell ») a été prévue. Dans le scénario actuel, une solution alternative est proposée : dans le cas exceptionnel où un conteneur présenterait une fuite (couvercle intérieur), un couvercle supplémentaire serait soudé sur ce conteneur en attendant d'autres actions (la solution baptisée DCA-A). En principe, l'option DCA-A proposée par EBL, selon laquelle ce conteneur serait, si nécessaire, transféré du site de Doel vers celui de Tihange, est acceptable pour autant que les conditions fixées dans l'avis de l'AFCN portant réf. 2022-02-11-RK-5-4-1-NL soient respectées. Dans ce cas, EBL ne prévoit en effet plus la possibilité d'effectuer sur le site de Doel des manipulations nécessitant l'ouverture d'un conteneur. Toutefois, l'AFCN attend d'EBL qu'elle prévienne dans l'ICC la possibilité d'ouvrir des conteneurs qui auraient été soudés dans le cadre de l'option DCA-A, et de manipuler le combustible utilisé de manière à limiter le risque de contamination autant que raisonnablement possible. Les ressources nécessaires doivent être prévues à cet effet.

2.3 La durée de vie du bâtiment DE et la nécessité de disposer d'une solution alternative

L'AFCN est actuellement en discussion avec EBL au sujet de l'évaluation des différents aspects liés à la poursuite de l'exploitation du bâtiment DE jusqu'en 2057. Les discussions portent également sur les moyens techniques nécessaires pour rendre le bâtiment DE indépendant de Tihange 3, étant donné que plusieurs systèmes sont actuellement communs aux deux installations. Les démarches vers l'indépendance du bâtiment DE nécessiteront une nouvelle autorisation. L'AFCN ne peut donc, à l'heure actuelle, ni se prononcer, ni donner des garanties sur la possibilité d'exploiter le bâtiment DE jusqu'en 2075 (ni même jusqu'en 2057, puisque cette éventualité est encore à l'étude) ou sur le fait que cette stratégie soit la meilleure en termes de sûreté et de sécurité. Par ailleurs, ces installations doivent légalement faire l'objet de « révisions périodiques de la sûreté » tous les 10 ans. L'objectif de ces révisions de sûreté est d'examiner systématiquement le niveau de sûreté nucléaire d'une installation, en particulier :

- de démontrer qu'elle présente un niveau de sûreté identique ou supérieur à celui prévu lors de sa conception - ou accepté lors de la révision précédente - et de prouver que des mesures correctives ont été prises en cas de détérioration de la sûreté nucléaire.
- de justifier le niveau actuel de sûreté par rapport aux normes et pratiques en vigueur, et d'identifier et mettre en œuvre des améliorations de la sûreté lorsqu'elles sont raisonnables.

L'AFCN estime qu'il est nécessaire de prévoir des alternatives au bâtiment DE dans le scénario de référence dans le cas où ce bâtiment ne peut pas remplir ses fonctions jusqu'à l'échéance envisagée (qui pourrait également être antérieure à 2057). Le scénario devrait alors tenir compte du temps nécessaire pour concevoir une installation dans le détail, de la durée de la procédure d'autorisation, de la construction et du transfert du combustible utilisé vers la nouvelle installation.

2.4 L'acceptabilité d'une ICC unique à Doel et la nécessité d'un « pre-licensing » pour les installations ICC, IECC et l'installation de post-conditionnement pour examiner si toutes les mesures et les SSC nécessaires pour garantir la sûreté sont prévues.

Le scénario proposé par Synatom, qui prévoit une seule ICC (=ICS) sur le site de Doel est acceptable pour autant que les ressources nécessaires soient prévues pour garantir que tout le combustible utilisé (y compris le MOX) peut être transporté du site de Tihange vers celui de Doel. En outre, l'ICC doit être équipée pour accueillir du combustible susceptible d'être endommagé par les manipulations et/ou le transport. A cet égard, il convient également de tenir compte d'un risque accru si le combustible utilisé UOX utilisé à Tihange doit être transféré des réacteurs vers le bâtiment DE en utilisant une « navette à sec » (voir ci-après).

Dans le cas - également envisagé par Synatom dans le scénario de référence - où les conteneurs de stockage conçus pour le SF² à Tihange ne peuvent pas être utilisés pour le transport sur la voie publique, la disponibilité systématique du bâtiment DE (ou d'une solution alternative) sur le site de Tihange devra être assurée. Cette solution devra être valable au moins jusqu'en 2075 pour permettre le transfert du combustible utilisé au moyen de conteneurs navettes pour le transport vers l'ICC.

L'AFCN souligne que, comme mentionné plus haut, il y a trop d'incertitudes autour de l'exploitation et de la disponibilité du bâtiment DE au-delà de 2057 pour pouvoir se prononcer dès à présent sur une éventuelle prolongation de l'exploitation. Il est donc nécessaire disposer d'une solution alternative.

En ce qui concerne le conditionnement sur une seule ligne de conditionnement, organisé en deux équipes, l'AFCN constate que cette possibilité n'est décrite que succinctement dans le dossier de Synatom. Sur base des informations reçues jusqu'à présent, l'AFCN ne peut donc pas exclure la nécessité d'organiser le conditionnement sur deux lignes simultanées pour garantir la continuité (en cas d'accident, par exemple) ou pour respecter le calendrier global de la gestion du combustible utilisé. L'AFCN conseille de conserver l'option de deux lignes dans le cadre des provisions de 2022. Cette option pourrait être affinée ultérieurement dans le cadre d'un pre-licensing, non seulement pour l'installation ICC mais aussi, dans une approche intégrée, pour les autres installations envisagées dans le cadre de la gestion sûre du combustible utilisé jusqu'à son stockage.

2.5 La problématique de la fragilisation potentielle du combustible utilisé (en particulier celui dont la gaine est en « Optimized ZIRLO » et en « M5 »)

L'AFCN considère que les limites et conditions d'exploitation prévues pour les installations SF², qui sont basées sur le document « US NRC ISG-11 rev. 3 », ne permettent pas de fournir la justification adéquate pour certains alliages de gaines (par exemple les alliages « M5 » et « Optimized Zirlo »). Cela pourrait provoquer la fragilisation de (certaines de) ces gaines.

Les opérations nécessaires pour retirer le combustible utilisé des conteneurs d'entreposage pourraient avoir lieu à une température qui fragilise le matériau des gaines, ce qui pourrait entraîner une dispersion plus importante des particules de combustible utilisé en cas d'accident de manutention. Les discussions avec l'exploitant se sont soldées par des résultats

encourageants, mais ceux-ci ne fournissent pas encore d'éléments probants pour les caractéristiques du combustible utilisé belge.

La réorientation des précipités d'hydrures de zirconium est un phénomène irréversible provoqué par les conditions de séchage du combustible utilisé. L'AFCN est d'avis que des mesures raisonnables doivent être prises pour empêcher ou limiter fortement la formation d'hydrures de zirconium. Les ressources nécessaires doivent être prévues pour garantir les mesures suivantes :

- La solution de back-up pour le transport sur site (à Tihange) entre les piscines des réacteurs et le bâtiment DE, à savoir l'utilisation d'un conteneur navette à sec, pourrait fragiliser certaines gaines de combustible utilisé, en particulier celles en « Optimized Zirlo » et en « M5 », tandis que l'option de base (transport humide) n'entraîne pas ce processus de dégradation. Sans preuve que le transport sur site à sec présente plus d'avantages que d'inconvénients, en termes de sûreté sur l'ensemble de la gestion du combustible utilisé, l'AFCN considère que ce transport sur site à sec n'est pas opportun.
- Les critères du document ISG-11 rev. 3 (US NRC) ne permettent pas d'éviter la formation d'hydru de zirconium pour certains alliages des gaines, alors que la minimisation de ce processus, notamment, permet de justifier le respect de ces critères. L'AFCN attend que les critères relatifs à la température des gaines soient revus ou que des mesures supplémentaires soient prises pour éviter ou limiter fortement le phénomène de réorientation d'hydru de zirconium. Une solution pourrait être, par exemple, de répartir le combustible utilisé dans plusieurs conteneurs destinés à être entreposés dans les installations SF².
- Étant donné qu'une partie du combustible utilisé déjà entreposé à sec à Doel (dans le bâtiment SCG) présente vraisemblablement une réorientation d'hydru de zirconium, la conception et le dimensionnement de l'installation ICC devront prévoir la possibilité d'extraire les éléments de combustible fragilisés des conteneurs et de les manipuler.
- En l'absence de programmes internationaux de R&D portant sur les conditions applicables aux caractéristiques du combustible utilisé belge, un programme de recherche axé sur les alliages « M5 » et « Optimized Zirlo » doit être implémenté pour couvrir suffisamment les caractéristiques du combustible utilisé belge, ainsi que les conditions les plus pénalisantes en termes de réorientation des hydrures pendant le séchage du combustible utilisé.

2.6 La nécessité d'intensifier la recherche sur l'entreposage (en parallèle au R&D sur la problématique de la fragilisation) et le stockage du combustible utilisé, avec une attention particulière pour le MOX.

Comme le scénario de référence prévoit maintenant que l'intégralité du combustible utilisé restant, y compris le MOX, devra être enfouie, l'AFCN attend d'EBL qu'elle intensifie ses initiatives de R&D sur le stockage du combustible utilisé, notamment pour examiner la problématique de la fragilisation éventuelle lors de l'entreposage et le comportement à long

terme dans un dépôt en profondeur, de sorte que l'ONDRAF dispose des données nécessaires pour évaluer la sûreté de l'entreposage et du stockage. Même si la roche hôte et l'emplacement final du dépôt ne sont pas encore connus, il y a suffisamment d'indications sur les conditions attendues pour pouvoir déjà effectuer des travaux de recherche utiles. Les dernières connaissances internationales doivent également être prises en compte. Pour le MOX, cependant, ces connaissances sont très limitées puisque peu de pays envisagent le stockage immédiat du MOX utilisé.

3 Avis spécifique sur (i) les avantages et les inconvénients de l'entreposage du combustible usé, y compris le combustible MOX, sur une période de plus de 100 ans avant d'entreprendre d'autres démarches et (ii) les avantages et les inconvénients d'un retraitement complet, y compris du combustible MOX, avec la nécessité de gérer les matières fissiles récupérées.

3.1 Avantages et inconvénients de l'entreposage du combustible usé, y compris du combustible MOX, sur une période de plus de 100 ans avant d'entreprendre d'autres démarches

3.1.a Contexte

La radioactivité et la chaleur résiduelle du combustible usé proviennent de la désintégration des produits de fission radioactifs et des actinides accumulés (produits par l'activation de l'uranium de départ). La plupart des produits de fission ont une courte demi-vie, inférieure à 4 ans, si bien que la chaleur résiduelle décroît très rapidement au cours des 10 à 20 premières années suivant le déchargement des éléments combustibles présents dans le réacteur.

Ensuite, au cours des premiers siècles, la chaleur résiduelle décroît à un rythme légèrement plus lent, puisque la production de chaleur est alors dominée par la désintégration de deux produits de fission à plus longue durée de vie, à savoir le Cs-137 et le Sr-90 (qui ont tous deux une demi-vie d'environ 30 ans) et de certains actinides - comme le Pu-241 ($T_{1/2}$ 14,3 ans), le Cm-244 ($T_{1/2}$ 18 ans), le Pu-238 ($T_{1/2}$ 87,7 ans) ou l'Am-241 ($T_{1/2}$ 432,6 ans). Pendant cette période, le Cm-244 est l'isotope qui contribue le plus à la dose de neutrons.

En cas d'entreposage d'une durée aussi longue, la production de chaleur (et plus généralement le terme source) du combustible usé au moment d'être enfoui dans le dépôt sera plus faible que si la période d'entreposage est plus courte.

3.1.b Impact de la durée de la période de refroidissement du combustible sur les conditions de stockage

Les nucléides contribuant à la production de chaleur se désintègrent presque complètement avant même que ne se produise une dégradation significative de l'installation de stockage; ces nucléides n'ont donc pas d'impact direct sur la dose à long terme reçue par la population ou l'environnement en raison des conditions de stockage. Une éventuelle dégradation de la roche hôte due à la production de chaleur pourrait avoir un effet indirect : à densité égale de stockage (c'est-à-dire même quantité de combustible usé sur une même surface et même espacement entre les conteneurs de stockage), une diminution de la production de chaleur entraînera une augmentation moindre de la température à l'intérieur du dépôt de stockage, dans la roche hôte environnante et dans les nappes phréatiques. Dans tous les cas, on s'attend à ce que la sûreté à long terme du dépôt soit impactée aussi peu que possible par les modifications de la roche hôte environnante, par exemple suite à des travaux d'excavation, à des modifications des paramètres chimiques de l'eau ou à des effets thermiques.

Une production de chaleur moindre ne se fera pas immédiatement sentir en termes de sûreté, mais se traduira principalement par une plus grande flexibilité au niveau de la conception de l'installation de stockage. Une production de chaleur moindre permet, par exemple, d'enfouir les déchets plus densément et donc de développer une solution de stockage dont l'« empreinte » est réduite (galerie plus courte). Une empreinte réduite peut avoir un effet favorable sur le coût d'investissement et éventuellement sur la perception du public, mais pas nécessairement sur la sûreté du système de stockage.

3.1.c Impact sur l'entreposage intermédiaire et les transferts

En cas d'entreposage d'une aussi longue durée, le débit de dose à proximité immédiate du combustible utilisé diminuera considérablement puisqu'après le 'cool down' initial, ce débit de dose est déterminé presque exclusivement par le Cs-137 pour le rayonnement gamma, et par le Cm-244 pour le rayonnement neutronique. En clair, le risque d'irradiation directe diminue avec le temps, mais même après 300 ans, ce débit de dose au contact du combustible sera toujours de l'ordre de grandeur du Sv/h. Par conséquent, la poursuite de la gestion du combustible utilisé nécessitera toujours une protection considérable : par exemple, le traitement à distance (dans des hot cells / en immersion dans les piscines) et le transport dans des conteneurs blindés (même si ce blindage est certes moins épais). Les gains en termes d'exposition des travailleurs sont alors minimes, ou d'un ordre similaire à l'utilisation de protection/blindage supplémentaire, pour une même manipulation. Toutefois, le coût d'investissement peut être inférieur.

Pendant toute la durée de l'entreposage à long terme, on conserve naturellement la liberté de décider de la suite de la gestion du combustible utilisé, mais l'option retenue ne conduira à un renforcement de la sûreté que si des méthodes de gestion plus sûres, comme par exemple des techniques de conditionnement améliorées ou la réutilisation des déchets combinée à des techniques de conditionnement améliorées pour les résidus, sont effectivement développées et mises en œuvre pendant cette période. Intrinsèquement, ceci implique un report de la charge sur les générations futures. Dès 2010, l'AFCN s'est prononcée négativement sur la question de l'entreposage d'une aussi longue durée dans l'avis qu'elle a rendu à l'époque sur le projet de plan déchets de l'ONDRAF et l'évaluation environnementale stratégique qui l'accompagnait. Ces arguments ont été repris par l'AFCN en 2020 dans son avis sur le nouveau Plan projet et sur le rapport d'incidences sur l'environnement qui l'accompagne concernant la gestion à long terme des déchets conditionnés de haute activité et/ou à vie longue et concernant le choix de la solution de gestion à long terme pour ces déchets.

En outre, l'entreposage à long terme du combustible utilisé présente les inconvénients supplémentaires que la sûreté, la sécurité et les safeguards de l'entreposage du combustible utilisé doivent être assurés et que les connaissances sur les propriétés de ce combustible utilisé et sur sa gestion ultérieure doivent être conservées. L'éventuelle dégradation du combustible utilisé sur des centaines d'années devra être surveillée. En outre, les installations et les conteneurs d'entreposage devront être remplacés régulièrement, ce qui ne fera qu'augmenter la quantité de déchets radioactifs à stocker. Les risques inhérents à des pratiques malveillantes sont également plus élevés dans une installation d'entreposage que

dans une installation de stockage en profondeur, dans la mesure où les matières radioactives sont plus directement accessibles.

3.2 Les avantages et les inconvénients d'un retraitement complet, y compris du combustible MOX, avec nécessité de gérer les matières fissiles récupérées.

3.2.a Contexte

L'AFCN souligne que la dégradation à long terme (lixiviation) du combustible utilisé stockés sous forme d'éléments de combustible, et celle des déchets hautement radioactifs vitrifiés, se produiraient à un rythme similaire dans des conditions de stockage en profondeur. Ce n'est que dans le cas de dégradations sérieuses entraînant un environnement oxydatif que la lixiviation du combustible utilisé pourrait quelque peu s'accélérer. Les différences se situent principalement au niveau de la teneur réduite en uranium et en plutonium dans les déchets vitrifiés. Ces éléments migrent lentement dans la roche hôte telle que l'argile ; ils ne jouent donc un rôle important que dans les études visant à démontrer que la criticité est évitée et à déterminer l'impact radiologique dans le cas d'un scénario d'intrusion. Une deuxième différence concerne la fraction de nucléides, tels que l'iode 129, qui, en cas de dégradation du conteneur, pourrait être dissoute « immédiatement ». Ce n'est pas le cas des déchets vitrifiés dans lesquels, d'ailleurs, l'I-129 est quasi inexistant puisqu'il est éliminé lors du retraitement. Il existe donc des différences entre les deux formes de déchets, mais pas au point que le stockage direct des éléments de combustible doive être évité ou considéré comme non sûr.

3.2.b Portée du retraitement

Si tous les combustibles utilisés de Belgique, y compris le MOX, devaient être retraités, les déchets hautement radioactifs vitrifiés seraient alors les seuls déchets de catégorie C (c'est-à-dire les déchets hautement radioactifs avec production significative de chaleur) à gérer dans une installation de stockage en profondeur. Cela nécessite une évaluation des autres matières fissiles présentes en Belgique qui devraient également être retraitées. En principe, il est plus facile de concevoir et de démontrer la sûreté d'une installation de stockage en profondeur que de combiner le combustible utilisé et les déchets hautement radioactifs vitrifiés. Toutefois, cela ne vaut que si l'uranium et le plutonium récupérés ne doivent *pas être* stockés (voir ci-après).

Le retraitement des éléments de combustible MOX nécessite en même temps le traitement des éléments UOX, à la fois pour des raisons de production (dilution des émetteurs alpha pour réduire la radiolyse de l'extractant et dilution de leur concentration dans les déchets vitrifiés ultimes) et pour des raisons de qualité du plutonium retraité destiné à être réutilisé comme combustible MOX. Grâce au retraitement, la production de chaleur plus élevée du MOX par rapport à l'UOX est alors répartie de manière homogène entre les déchets vitrifiés. Le fait que plus aucun élément de combustible MOX utilisé ne doive être stocké facilite la conception et la démonstration de la sûreté d'une installation de stockage en profondeur, dès lors qu'il n'est alors plus nécessaire de tenir compte de la production de chaleur plus intense de ce combustible MOX, ni de sa teneur élevée en émetteurs alpha, lesquelles peuvent avoir un impact négatif sur la lixiviation de ce combustible.

3.2.c *Produits finaux du retraitement*

Les déchets hautement radioactifs vitrifiés peuvent dégager moins de chaleur que le combustible usé si ce dernier est retraité dans les 10 ans. En principe, une production de chaleur moindre dans le cas d'un stockage en profondeur est toujours un avantage pour démontrer la sûreté de l'installation de stockage. Cette production de chaleur moindre résulte de la récupération du Pu-241 ($T_{1/2}$ 14,3 ans) qui produit de l'Am-241 par désintégration, qui contribue à son tour de manière significative à la production de chaleur au cours des premiers siècles. Toutefois, une grande partie du combustible usé belge, y compris le MOX, a été extrait des réacteurs depuis plus de 10 ans. Dès lors, le gain potentiel est limité et ne peut être atteint que s'il est rapidement décidé de procéder au retraitement et si celui-ci est rapidement mis en œuvre.

Cependant, la gestion des matières fissiles récupérées pose des problèmes considérables sur le plan de la sûreté, de la sécurité et des safeguards, tant lorsqu'il est question de les entreposer (voir ci-dessus) que lorsqu'il est question de les stocker en profondeur. Dans le cas du stockage en profondeur de ces matières fissiles, le défi consiste également à éviter le risque d'accidents de criticité sur une très longue période. Ce risque est plus facile à gérer pour une installation de stockage de combustible usé, précisément parce que les matières fissiles ont en grande partie été irradiées et que les matières fissiles résiduelles sont dispersées parmi une grande quantité de combustible. Il est clair que pour le stockage en profondeur, un conditionnement spécifique des matières fissiles doit être développé afin de garantir la dispersion homogène et la stabilité de ces matières et d'exclure toute possibilité de reconcentration. Le stockage en profondeur de ces matières n'a pratiquement pas été étudié. Du point de vue de la sûreté d'une installation de stockage en profondeur, l'AFCN considère que le stockage en profondeur de telles quantités de matières fissiles récupérées doit absolument être évité. La récupération de ces matières fissiles ne peut se justifier que si leur réutilisation ultérieure en tant que matière première est garantie, et que les ressources nécessaires à cet effet sont prévues.

3.3 *Conclusions*

L'entreposage du combustible usé, y compris celui du combustible MOX, sur une période de plus de 100 ans avant que d'autres mesures ne soient prises présente, d'une part, l'avantage de permettre une plus grande flexibilité dans la conception du système de stockage dans la mesure où :

- la production de chaleur du combustible usé sera moindre, ce qui permettra soit de maintenir l'installation de stockage à une température plus basse, ce qui peut être bénéfique sur le plan de la sûreté, soit de construire une installation dont l'empreinte est réduite, ce qui peut avoir un effet favorable sur les coûts d'investissement ;
- l'irradiation externe sera moindre, ce qui permettra de réduire le blindage radiologique des futures installations de conditionnement et d'entreposage et des conteneurs d'entreposage, ce qui peut avoir un effet favorable sur les coûts d'investissement ;

- cette option permet de conserver la liberté de choisir l'option à privilégier pour poursuivre la gestion du combustible usé, en espérant bénéficier d'ici là de techniques améliorées ;

et, d'autre part, l'inconvénient que :

- la sûreté, la sécurité et les safeguards du combustible usé devra continuer à être garanties pendant cette longue période d'entreposage ;
- les connaissances sur les propriétés du combustible usé devront être entretenues et que l'éventuelle dégradation du combustible usé sur des centaines d'années devra être surveillée ;
- le renouvellement nécessaire des installations et conteneurs d'entreposage générera des déchets radioactifs supplémentaires ;
- les risques inhérents à des pratiques malveillantes sont plus élevés dans une installation d'entreposage que dans une installation de stockage en profondeur, dans la mesure où les matières radioactives sont plus directement accessibles ;
- la charge de la gestion des déchets, y compris l'élaboration d'une solution définitive, sera de toute façon reportée sur les générations futures.

Pour l'AFCN, les avantages pour une installation de stockage sur le plan de la sûreté, notamment sur le long terme, ne l'emportent pas sur les inconvénients susmentionnés. Dès lors, l'AFCN a émis un avis négatif sur l'option de l'entreposage à long terme dans le cadre de l'établissement de la politique nationale et elle confirme sa position dans le présent avis.

Le retraitement complet, y compris celui du combustible MOX, avec nécessité de gérer les matières fissiles récupérées, présente, d'une part, l'avantage que :

- le développement d'une installation de stockage en profondeur pour les déchets hautement radioactifs et hautement calorifères et la démonstration de sa sûreté peuvent être simplifiés par le fait que les déchets vitrifiés seraient les seuls déchets de catégorie C à prendre en considération ;
- la chaleur produite par les déchets vitrifiés pourrait être réduite si le retraitement du combustible usé intervient dans les 10 ans suivant le déchargement du réacteur, ce qui pourrait être bénéfique à la démontrabilité de la sûreté de l'installation de stockage en profondeur ;

et, d'autre part, l'inconvénient qu'il est nécessaire de prévoir la gestion future des matières fissiles récupérées :

- soit en développant une solution de réutilisation de l'uranium et du plutonium récupérés, qui ne fait actuellement l'objet d'aucun projet en Belgique, et en la mettant en œuvre ;

- soit en développant une installation de stockage en profondeur pour l'uranium et le plutonium récupérés, au sujet de laquelle il n'existe aucune étude en Belgique (et peu au niveau international) et qui doit être considérée comme très problématique sur le plan de la sûreté (voir ci-dessus).

Pour l'AFCN, les avantages pour une installation de stockage en profondeur en termes de simplification de sa conception et de la démonstrabilité de sa sûreté ne compensent pas les inconvénients de la gestion future de l'uranium et du plutonium récupérés. Pour cette raison, dans le contexte belge actuel, cette option qui nécessite une solution pour l'uranium et le plutonium récupérés n'est pas acceptable pour l'AFCN.

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
AFCN	Agence fédérale de contrôle nucléaire
ASR	Réaction alcali-silice
CNT	Centrale nucléaire de Tihange
CPN	Commission des provisions nucléaires
CSD	Décontamination chimique
D&D	Déclassement et démantèlement
DCA-A	Option de souder un couvercle sur un conteneur qui présente une fuite
EBL	Electrabel
EDF	Electricité de France
EOP	Vidage des piscines de stockage du combustible ('Emptying of pools')
ICC	Installation de conditionnement du combustible utilisé
ISG-11	Interim Staff Guidance (US NRC guidance)
KCD	Centrale nucléaire de Doel
M5	Alliage pour gaines de combustible développé par Framatome
MOX	Oxyde mixte (uranium, plutonium)
NPP(s)	Centrale(s) nucléaire(s)
ONDRAF	Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies
REP	Réacteur à eau pressurisée
REX	Retour d'expérience
SSC	Systèmes, structures et composants
T½	Demi-vie
UOX	Oxyde d'uranium
US NRC	US Nuclear Regulatory Commission (autorité de sûreté américaine)
ZIRLO	Alliage pour gaines de combustible développé par Westinghouse