

L'OPTIMISATION EN DÉMANTÈLEMENT : TROIS INSTALLATIONS, TROIS APPROCHES ?

Pascal P.A. Deboodt
SCK•CEN
pdeboodt@sckcen.be

1. Introduction

- Implication du CEN de Mol dans trois démantèlements
- Trois installations de nature bien différente
- Intérêt d'identifier les similitudes et les différences
- Attention particulière pour la mise en œuvre du principe ALARA

Exposé non dédié au démantèlement en général

1. Introduction

Role du SCK·CEN

		Thétis	Belgonucléaire
"Paperwork"	Plan d'évacuation du combustible irradié	x	
	Plan final de démantèlement	x	
	Demande d'autorisation de démantèlement	x	
	Critères de sélection des contractants	x	
	Demande d'offres pour le démantèlement	x	
	Dossier de sûreté pour le démantèlement	x	
Cartographie détaillée du coeur		x	
Définition du cadre général des activités de démantèlement	Methodologies pour la caractérisation des déchets	x	x
	Assistance en matière de méthodes de libération	x	x
	Base de données pour les matériaux	x	x
	Plan relatif à la gestion de la qualité	x	x
SIPPT	Contrôle physique (Risque radiologique)		x

2.1. Le réacteur BR3

Données générales

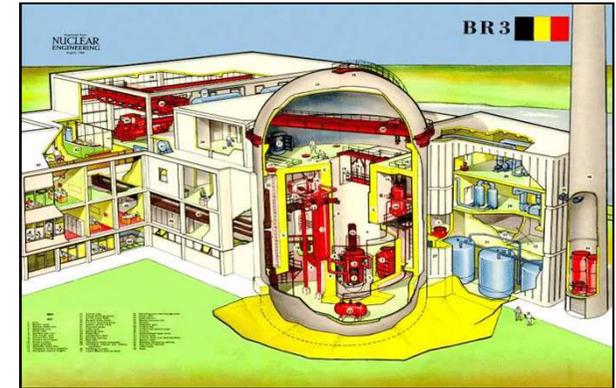


- ❑ **Belgian Reactor 3, Mol**
- ❑ Critique en août 1962 et arrêt définitif en 1987
- ❑ Retenu par la CE comme projet-pilote de démantèlement:
 - comparaison de techniques de coupe
 - mise en oeuvre du principe d'optimisation en démantèlement
- ❑ “Projet-pilote” au niveau réglementaire belge (évacuation du combustible, autorisation de démanteler, libération de matières,...)
- ❑ REP à d'une puissance maximale de 40 MW_{th}
- ❑ A “géométries variées”
 - nature du coeur et du réfrigérant
 - deux jeux d'internes
 - ...
- ❑ Utilisations principales:
 - Opérabilité sous conditions/configurations/utilisations diverses
 - Formation des premiers pilotes de réacteurs belges

2.1. Le réacteur BR3

Opérations de déconstruction

- 1991 : **primary loop decontamination**
- 1992-1996 : internals dismantling
- 1997-2002 : primary circuit and annexes dismantling
- 1999-2000 : reactor vessel extraction and **cutting**
- 2000 : turbine dismantling
- 2001 : steam generator decontamination
- 2002 : **irradiated fuel evacuation**
- 2003 : vessel head and bottom cuttings,
- 2003-2004 : purification circuits dismantling
- 2004 : fuel storage racks dismantling; decontamination of the fuel transfer tank
- 2005 : steam generator and pressurizer cuttings.
- 2006 : dismantling of the first liquid effluents collecting tank; concrete decontamination in nuclear auxiliary building
- 2007 : start of the **tele operated** dismantling of the Neutron Shield Tank
- 2007-2008 : equipment dismantling in the ventilation building.
- 2008 : **conventional** dismantling of the ventilation chimney



2.1. Le réacteur BR3

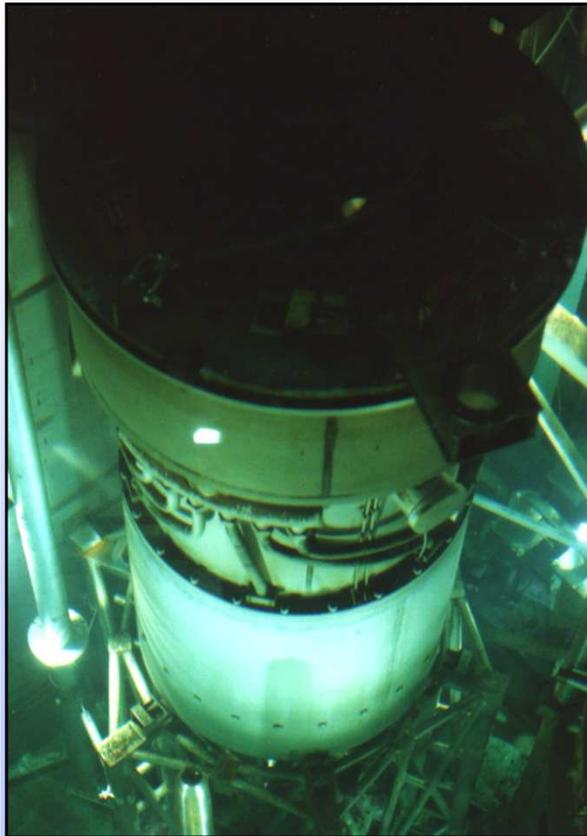
Opérations de déconstruction



2.1. Le réacteur BR3

Opérations de déconstruction

Les internes Vulcain:
après 8 ans de décroissance



Impact de la décroissance ?

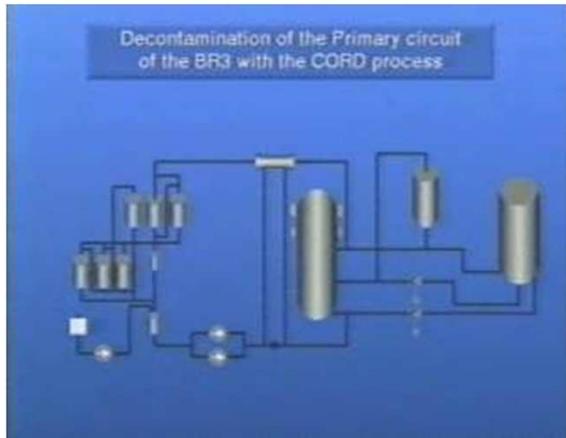
Deux jeux d'internes furent
démantelés, autorisant une
comparaison quant aux
stratégies de démantèlement

Les internes Westinghouse:
après 30 ans de décroissance



2.1. Le réacteur BR3

Opérations de déconstruction



Chaque opération était suivie par une dosimétrie opérationnelle

- Décontamination circuit primaire CORD® Process: 158 h.mSv
- Coupe de l'écran thermique: 39,55 h.mSv
- Elimination d'amiante de plusieurs circuits: 22,4 h.mSv
- Démantèlement sous Operating Deck (bâtiment réacteur): 22,21 h.mSv
- Préparation et évacuation du combustible: 9,8 h.mSv



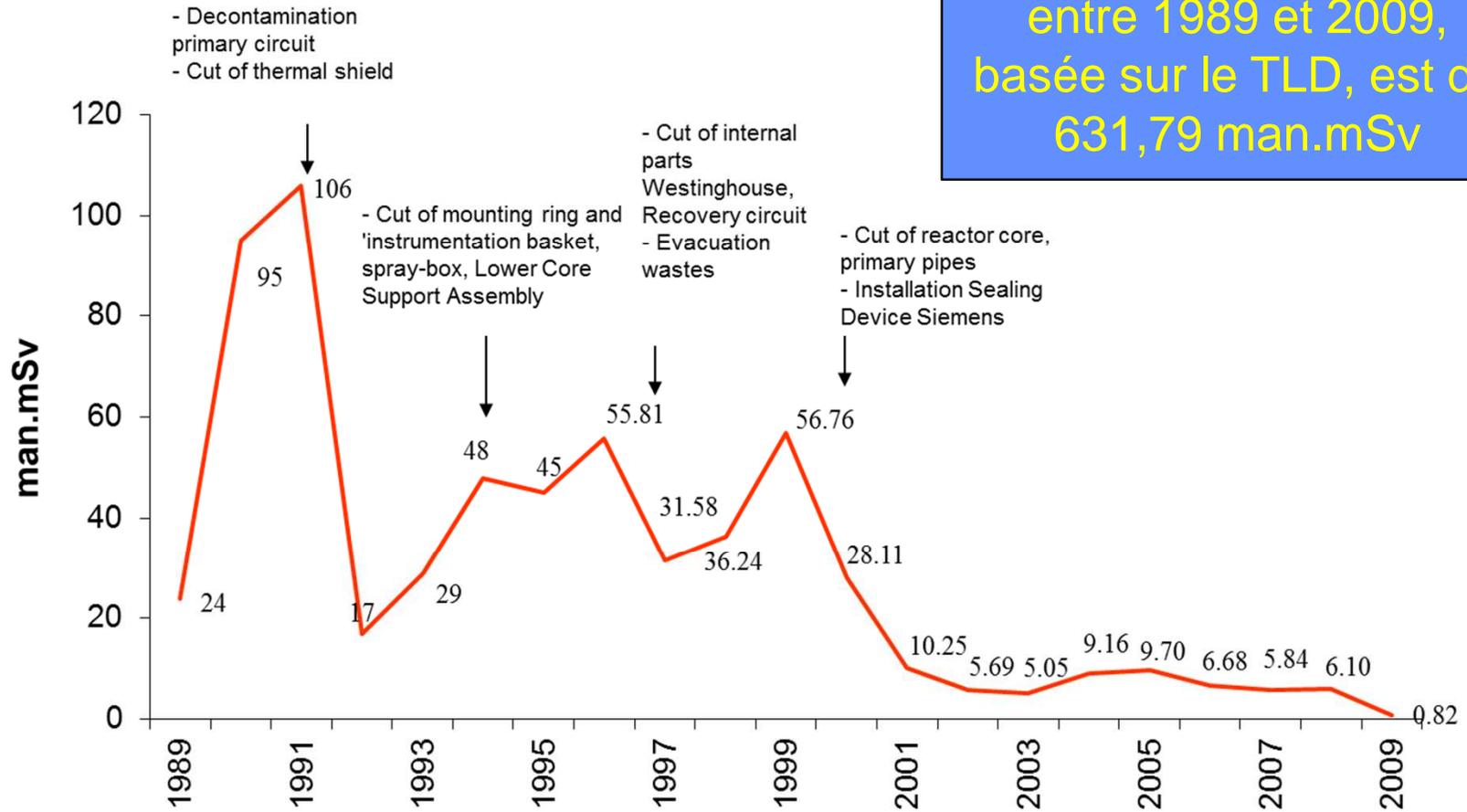
2.1. Le réacteur BR3

Gestion des risques

- Cfr présentation du mercredi 11 juin

2.1. Le réacteur BR3 Quelques données chiffrées

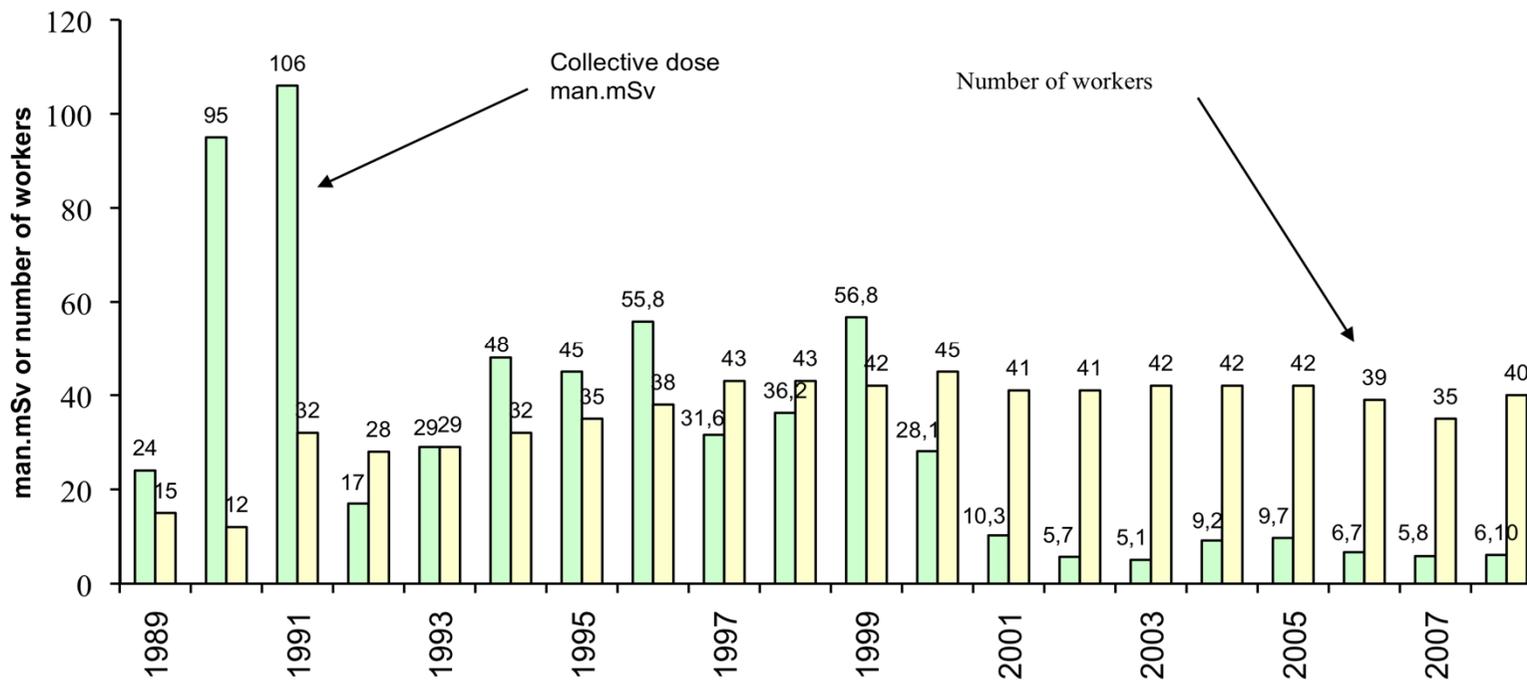
La dose collective totale, entre 1989 et 2009, basée sur le TLD, est de 631,79 man.mSv



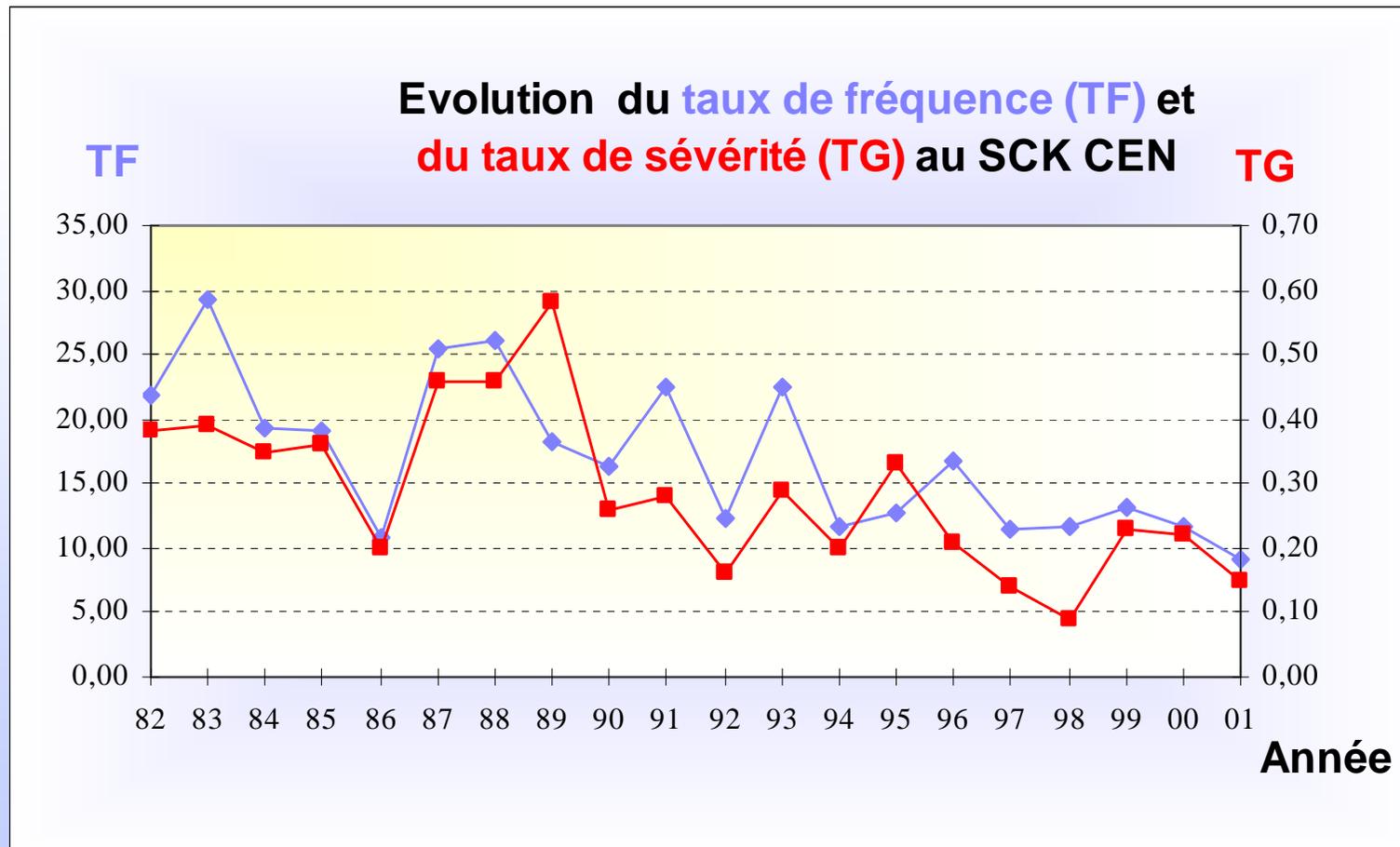
2.1. Le réacteur BR3

Quelques données chiffrées (2)

- Les doses individuelles maximales ont été reçues entre 1989 et 1999
- La dose annuelle moyenne par travailleur entre 1989 et 2008 a été de 0,88 mSv



2.1. Le réacteur BR3 Evolution des indicateurs de sécurité au travail (SCK•CEN)



2.1. Le réacteur BR3

Conclusions

- *Comparaison des techniques de coupe*
- **Les apports de l'optimisation :**
 - ALARA = approche formalisée
 - Efficacité avérée de l'optimisation pour le R.R
 - ALARA = catalyseur positif pour la Culture de Sécurité
 - ALARA "couvre" implicitement les R.NR

2.1. Le réacteur BR3 *Optimisation* 24 années de “pratique” ALARA”

- 1990: ALARA mis en oeuvre (BR3 avec support CEPN)
- 1993: → extension à l'ensemble du SCK•CEN
- 1996: SCK•CEN devient membre de l'EAN

Résultats majeurs

- Décroissance de la dose maximale individuelle et de la dose collective
- Actions d'optimisation “spontanée”
- Décroissance du taux de fréquence TF des accidents du travail

2.2. Belgonucléaire

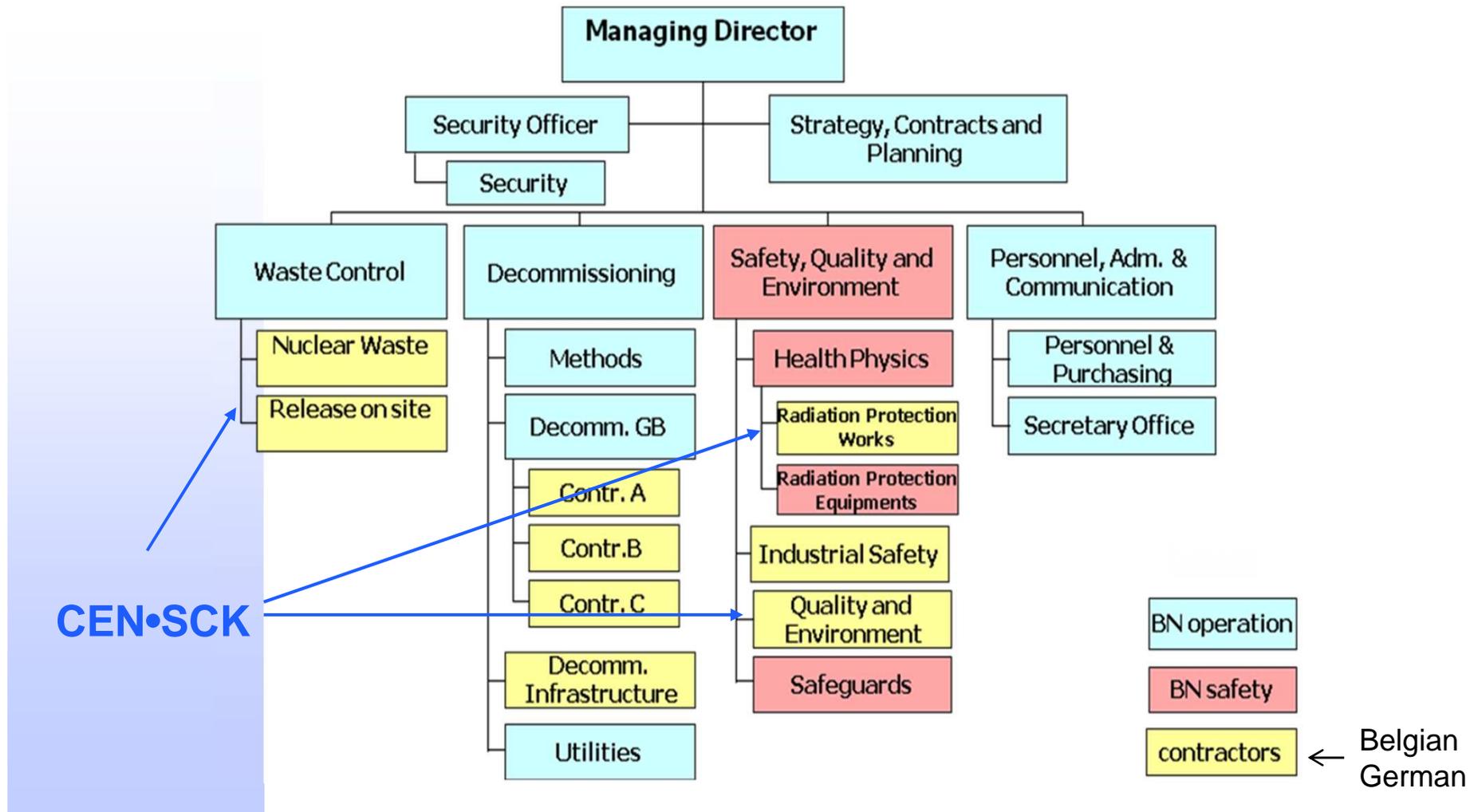
Données générales



- ❑ Usine de production de combustible MOX sur le site de Dessel en Campine de 1971 à 2006
- ❑ Production stoppée le 15.08.2006 et arrêt complet de l'usine
- ❑ 2006 : demande officielle introduite auprès de l'AFCN
- ❑ 2008 : publication de l'Arrêté Royal autorisant le démantèlement de l'usine
- ❑ 2009 : début des opérations sous la direction BN
2009 : formation – 2010 à 2014 : déconstruction + dossier de déclassement
- ❑ 2014(?) : fin prévue des opérations et publication de l'AR indiquant le déclassement de BN
comme INB (Classe 1)

2.2. Belgonucléaire

Structure organisationnelle du projet



2.2. Belgonucléaire

Opérations de déconstruction



BàG placée dans la tente



Découpe de la BàG



La tente est "repliée" ...



...puis enroulée



...et finalement transportée vers la BàG du Schredder pour découpe en "rondelles"...



...et élimination en fûts

2.2. Belgonucléaire

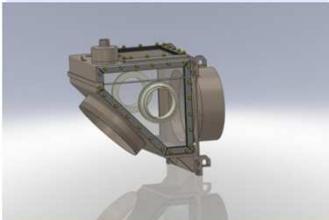
Gestion des risques

- Intérêt essentiellement porté sur le risque de contamination interne
- Maintien du programme de suivi durant la période d'exploitation (dosimétrie légale et dosimétrie opérationnelle (alpha, bêta, gamma et neutron) + suivi de la dosimétrie des extrémités)
- Analyse “globale” de risques pour chaque nouvelle B&G
- Système étendu de gestion de la qualité sous normes ISO
- Exercices annuels pour les situations d'urgence maintenus



2.2. Belgonucléaire “Optimisation”

Principalement liée aux choix initiaux



- Utilisation de techniques bien validées
- Développement de sessions et d'outils de formation spécifiques
- Aucun outil de coupe avec risque d'incendie
- Boîtes à gants (BàG) démantelées sur site (usage de tentes)
- Avec support d'équipes expérimentées externes (Allemande – Belge)
- Objectif RP : ~ 10 man.mSv / tonne (= contrainte de dose)
- Inventaire préliminaire des quantités restantes de Pu dans toutes les BàG
- Cartographie initiale des débits de dose
- Bonnes pratiques issues de la période de production

Procédure d'optimization : type de gants

démantèlement de 2 BàG revenues de BP

2.2. Belgonucléaire

QUELQUES DONNÉES CHIFFRÉES : PRODUCTION DE DÉCHETS A3X

	Dose Collective (h.mSv) (évaluation initiale : 10 mSv/tonne ou 1500-1800 h.mSv au total)	Quantité totale de déchets A3X (tonne) en fin d'année (planned :150 – 180)	Quantité de déchets A3X produit par année (tonne)	Dose Collective dose per tonne (h.mSv/tonne)
2009	121	10.8	10.8	11.2
2010	464	63.1	52.3	8.9
2011	364	114.1	51	7.1
2012	282	156.1	42	6.7
2013	269	189.7	33.6	8.0
Total	1500	-	-	Moyenne : 8.4



STUDIECENTRUM VOOR KERNENERGIE
CENTRE D'ETUDE DE L'ENERGIE NUCLEAIRE

2.2. Belgonucléaire

QUELQUES RÉSULTATS DOSIMÉTRIQUES

		2010			2011		
		Max.Ind. Dose (mSv)	Dose Collective (h.mSv)	Max dose Extrémités (mSv)	Max.Ind. Dose (mSv)	Dose Collective (h.mSv)	Max dose Extrémités (mSv)
BN		4.1	18.62	41.33	1.79	11.54	12.4
Contractants	Opérateurs	9.77	376.97	275.56	10.21	296.87	226.92
	Agents CR	9.05	68.38	16.87	7.63	5.27	23.64
Totaux			463.97			363.68	
		2012			2013		
		Max.Ind. Dose (mSv)	Dose Collective (h.mSv)	Max dose Extrémités (mSv)	Max.Ind. Dose (mSv)	Dose Collective (h.mSv)	Max dose Extrémités (mSv)
BN		0.61	5.89	33.96	1.97	10.17	1.21
Contractants	Opérateurs	10.54	229.51	121.41	6.24	219.67	51.94
	Agents CR	1.08	46.95	12.3	4.64	39.36	7.54
Totaux			281.92			269.2	

2.3. Le réacteur Thétis

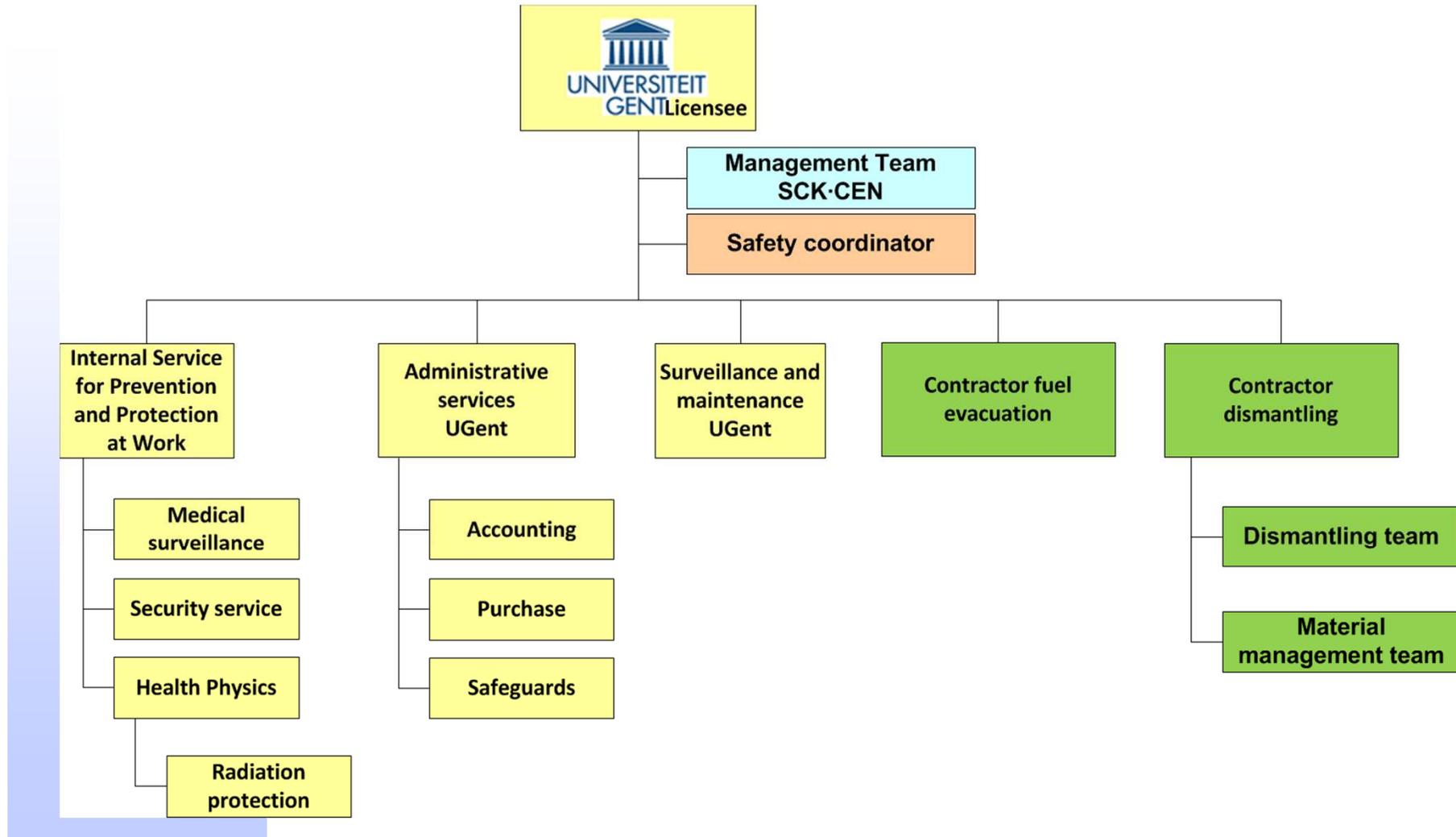
Données générales



- ❑ Université de Gand
- ❑ Opérationnel de 1967 à décembre 2003
- ❑ Evacuation du combustible en 2010
- ❑ Autorisation de démanteler en 2012
- ❑ 25 éléments combustibles (LEU), eau légère, modérateur graphite
- ❑ Puissance 150 kW (max. 250 kW)
- ❑ Réacteur piscine : Ø 3 m, profondeur 7,5 m
- ❑ Utilisations principales:
 - Production de radioisotopes pour des applications médicales;
 - Analyses par activation

2.3. Le réacteur Thétis

Structure organisationnelle du projet



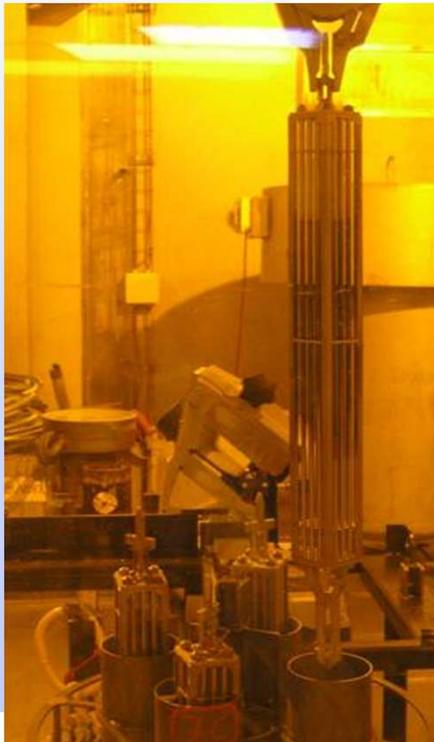
2.3. Le réacteur Thétis

Opérations de déconstruction

Evacuation du combustible irradié

Stockage intermédiaire et dépôt final

- Coupe des attaches sup et inf des éléments combustibles
- Conditionnement des éléments en fûts de 400 l (4 per drum)
- Remplissage du fût par un béton au LiNO_3



2.3. Le réacteur Thétis

Opérations de déconstruction

Objectif final : déclassement complet de l'installation

Etapes : cartographie, démantèlement, cartographie, décontamination, élimination d'amiante, cartographie finale

Travail sous tente pour la découpe d'internes



Elimination des blocs de graphite



2.3. Le réacteur Thétis Optimisation

Procédure ALARA CEN•SCK

1. Identificatie - Identification

Naam procedure - Nom procédure : *Algemene procedure voor interventie in warme cellen, onderhoud cel 35*
 Installatie - Installatie : *LHMA* Lokaal - Local : *21*
 Auteur : *A Daniels* BR2 Systeemcode : *Net van toepassing*
 Ref. - Réf. / BR2 SO/040: *Nbta interventie cel 35* Editie - Edition : *0*

2. Uitvoering - Exécution

Datum uitvoering - Date exécution : *1/03/2007*
 Groep - Groupe : Aantal SCK-werkers - Nombre travailleurs CEN : *1*
 Externe Firma - Firma externe : Aantal ext. werkn. / Nbre trav. ext. : *0*
 Verantwoordelijke Begeleiding - Responsable Suivi : *M. Eylmans*
 Frequentie - Fréquence : *Eensmalig - une fois* 0 per jaar - 0 in totaal/au

3. Nucleaire aspecten - Aspects nucléaires

Zone : *Gecontroleerde zone - Zone contrôlée*
 Raming collectieve dosis - Estimation dose collective : *1.5* man.mSv
 Op basis van - Basée sur :
 Dosisdebiet - Débit de dose : *4* mSv/h Tijdsduur - Durée : *0.5* h
 Aantal personen - Nombre de personnes : *1*
 Ref. berekening - Réf. calculs :
 Raming maximale individuele dosis - Estimation dose individuelle maximum : *1.5* mSv
 Maximaal dosisdebiet - Débit de dose maximal : *6* mSv/h
 Maximale tijd nodig voor evacuatie - Temps maximal pour évacuation : *3* min
 Behandelde bronnen - Sources manipulées :

Isotopen - Isotopes : Splijtstof - Combustible ;
 Alfa-stralers - Emetteurs alpha ;
 $\beta\gamma$ -stralers - Emetteurs $\beta\gamma$;

Activiteit - Activité : Bq

Fysische vorm - Forme Physique :

Afsluiting - Blindage :

Besmettingsrisico - Risque de contamination : *Ja - Oui* Oppervlakte - Surfaccique : *0* Bq/m²
 Lucht - air : Bq/m³

Afvalproductie - Production de déchet Nee / Non
In dien radioactief afval ontstaat dien tevens een procedure PO, SR, 130 te bevestigd worden. Au cas où de déchets radioactifs seront produits, la procédure PO, SR, 130 te et d'application. Effluents - Effluents

Opmerking - Remarque : Standaard - Standard Niet standaard - Non standard

4. Niet-nucleaire risico's - Risques non nucléaires

Brand - Incendie Gassen - Gaz Intern transport - Transport interne Elektriciteit - Electricité

Vallen en uitglijden/Chute et glissade : Ladders-échelles/Lopbruggen-passerelles/Andere-autres

Machines Giftige producten - Produits toxiques Werkomstandigheden - Conditions de travail Andere - autres

Opmerking - Remarque : *De gereedschappen op positie 4 en 10 worden volledig naar het LCSAS verplaatst alvorens de interventie gestart wordt*

Naam aanvrager - Nom demandeur : *Roger Mertens* Handtekening - Signature : Datum aanvraag - 21-6-07
 Date demande :
 Plaatselijke ALARA coördinator - Coordinateur ALARA local : *W. Claes*

In te vullen door de Fysische Controle - A remplir par le Contrôle Physique

Referentienr - n° de référence IDPBW-SIPPT/ 07-147/F34

SCK-CEN A nr n°: 399

Goedkeuring / Approbation : *Philippe Antoine* Handtekening - Signature

Datum - Date : 23/02/2007

2.3. Le réacteur Thétis Optimisation

Procédure ALARA CEN•SCK

*Vooraleer deze procedure kan uitgevoerd worden is de toelating vereist van :
Avant que cette procédure ne puisse être exécutée, il faut l'approbation de :*

Bij incidenten of wijzigingen - En cas d'incidents ou de modifications : *SCK-CEN ALARA Coördinator*

Zonder incidenten - wijzigingen
Sans modifications - incidents :

Verplicht - Sont exigés

Toezicht agent SC bij volgende taken of onderdelen - Contrôle par agent CR pendant les tâches suivantes :

1. Continu opvolging tijdens de ganse interventie

Dosimetrie - Dosimétrie

- Alarmdosimeter - Dosimètre à alarme
- Polsdosimeter - Dosimètre-poignet
- Vingerdosimeter - Dosimètre-doigt

Beschermiddelen - Moyens de protection

- PBM - MPI: *Overdruppak - Combinaison en suppression*
- Handschoenen - Gants Andere - Autres *Teletack systeem - Opvolging dosissen op afstand*
- Overshoes
- Ademhalingsbescherming - protection respiratoire : *Overdruppak*

Andere - Autres : omschrijving - description

Belangrijke opmerkingen - Remarques importantes :

- 1. Voor het begin van de interventie zullen de aanwezige bliktoren met afval buitengebracht worden*
- 2. Het gereedschap op positie 4 zal naar links, richting L. C. sas verplaatst worden*
- 3. De grootste hot spots zullen verwijderd worden*
- 4. De interventietijd zal tot een maximum beperkt worden*
- 5. Een specifiek taaknummer zal in het systeem van de elektronische dosimeter bepaald worden: 5399.*

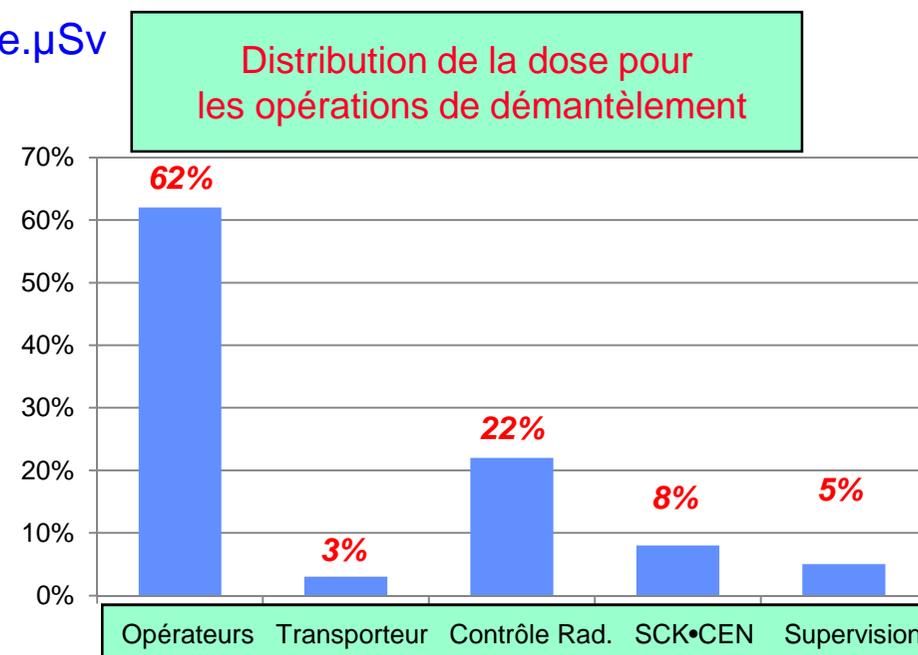
2.3. Le réacteur Thétis

Gestion des risques et optimisation

- ✓ Mise en œuvre de la procédure ALARA développée au SCK•CEN
- ✓ Évacuation du combustible : 404 homme.μSv
- ✓ Dose collective pour le projet < 2 homme.mSv (estimation initiale : 11,8 homme.mSv)

Opérations de démantèlement : 1,58 homme.mSv

Contrôle Radiations : ~ 300 homme.μSv



3. Conclusions : Ce qui est commun ...

- La gestion des déchets
(production, stockage, caractérisation...)
- Organigramme/structure du projet
- Développement d'outils nouveaux
- Importance de la formation
- Les surprises : la réalité face aux plans initiaux
- *La confrontation avec des risques « conventionnels »*

3. Conclusions : Ce qui est spécifique ...

- **Mise en œuvre de l'optimisation**
- Contenu et gestion de la formation
- Indicateurs de performance
- Gestion d'équipes « variées »
- Contexte socio-économique
- Statut du projet de démantèlement
- Etablissement et suivi de la planification
- *La gestion intégrée des risques R et NR*

3. Ce qui est encore à venir ...

- Procédure réglementaire de **déclassement**
- Procédure de **libération** des matières et bâtiments
- **Valorisation** de l'expérience acquise
- **Leçons** pour la construction d'INB futures
- Extension du principe ALARA vers le principe **ASARA** ?

Copyright © 2014 - SCK•CEN

All property rights and copyright are reserved.
Any communication or reproduction of this document, and any communication or use of its content without explicit authorization is prohibited. 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

Studiecentrum voor Kernenergie
Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire

Stichting van Openbaar Nut
Fondation d'Utilité Publique
Foundation of Public Utility

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