

## IMPACT SANITAIRE DU PROGRAMME NUCLEAIRE FRANCAIS EN 1990.

Carlo Maccia, Francis Fagnani.

Centre d'Etude sur l'évaluation de la protection dans le Domaine Nucléaire (C.E.P.N) - FONTENAY-AUX-ROSES - FRANCE.

### INTRODUCTION - RESUME.

Le développement prévu de l'industrie électronucléaire française dans les années à venir, soulève le problème de l'évaluation des conséquences radiologiques pour l'environnement et pour l'homme dans le cadre du fonctionnement normal de chaque installation.

Nous avons défini à l'horizon 1990 un "scénario" correspondant à l'état d'avancement prévu du programme français, en nous limitant à la filière à eau pressurisée (PWR).

Pour chaque installation du cycle du combustible (mines, usine de conversion, réacteurs etc ...), nous avons évalué à partir des données françaises disponibles, cinq types d'indicateurs du risque radiologique lié au fonctionnement normal pendant 1 an :

- les activités des rejets liquides et gazeux,
- l'équivalent de dose effectif individuel en bordure de site,
- l'équivalent de dose effectif collectif pour les populations dans un rayon de 25 km,
- l'équivalent de dose effectif individuel et collectif pour les travailleurs,
- les effets sanitaires théoriques radio-induits.

Enfin, dans le cas des radionucléides de très longue période rejetés par l'usine de retraitement du combustible irradié, nous avons calculé l'engagement d'équivalent de dose collectif étendu à la population nationale et mondiale.

### LE SCENARIO A L'HORIZON 1990.

Le scénario "nucléaire" que nous avons défini tient compte de la perspective d'évolution de la demande et de l'offre d'électricité envisagée actuellement pour la France en 1990. Il est caractérisé par une production annuelle totale d'énergie électrique de 330 TWh, assurée par le fonctionnement de 30 tranches de 900 MW(e) et 28 tranches de 1 300 MW(e) de la filière PWR, pendant 5 200 heures par an en moyenne. Les quantités de matières mises en jeu par ce "scénario" au niveau de chaque étape du cycle du combustible nucléaire sont données dans le tableau n° 1. A ces quantités, il convient d'ajouter les produits de fission résultant du retraitement du combustible irradié, (environ 35 tonnes) ainsi que la production de plutonium (9t/an).

Tableau n° 1 : Quantités annuelles de matière.

Etape du cycle	Flux annuels relatifs à 63,4 GW(e) (T/an) *
Usine de concentration	7 230 t U naturel
Usine de conversion	8 620 t U naturel
Usine d'enrichissement	8 620 t U contenu dans l'UF <sub>6</sub>
Usine de fabrication	1 460 t U enrichi contenu dans l'UF <sub>6</sub>
Réacteurs	1 460 t U
Usine de retraitement	1 460 t U contenu dans l'UO <sub>2</sub>

\* 63,4 GW(e) = 330 TWh : 5 200 h.

IMPACT SANITAIRE SUR LES TRAVAILLEURS.

Les conséquences sanitaires pour les travailleurs du cycle du combustible nucléaire associé au programme que nous avons retenu, ont été évaluées à partir des données suivantes :

- nombre de travailleurs exposés,
- équivalent de dose effectif individuel moyen par voie d'exposition,
- coefficient dose-effets de la CIPR 26.

Le tableau n° 2 fourni les résultats pour l'ensemble du programme considéré [4].

Tableau n° 2 : Impact sanitaire sur les travailleurs.

Instal.	Effectif (statutaires)	Dose indiv. (mSv/an)	Dose collective (homme sievert)	Effets sanitaires
MINES	7 450	14	104,3	1,7
TRAIT.	2 020	5	10	0,16
CONVERS.	880 *	5	4,3	0,07
ENRICH.	640	5	3,2	0,05
FABRIC.	1 350	5	6,7	0,01
REACT.	9 120	25	228 + 253 *	7,9
RETRAIT.	4 450 *	10	46	0,8
TRANSP.	790	4	3,1	0,05

\* Statutaires + Entreprises extérieures.

Il est à noter que l'exposition des mineurs due au radon n'est pas prise en compte dans le calcul de la dose individuelle moyenne : ce choix est lié à l'incertitude importante concernant la relation entre le "Working Level Mounth" et le "Sievert" (de 0,03 à 1 Sv/WLM) d'où la sous-estimation du risque des mineurs [1].

L'estimation de l'effectif pose le problème du personnel appartenant aux "entreprises extérieures" intervenant dans l'exploitation des installations pendant leur fonctionnement normal. Ce personnel n'est connu et n'a été pris en compte que pour deux installations (conversion et retraitement). Dans le cas précis des réacteurs, l'estimation du risque est basée sur l'hypothèse, conforme à l'expérience actuelle, d'une répartition de la dose collective entre les deux catégories de travailleurs : statutaires (40 %) et non statutaires (60 %) [3].

#### IMPACT SANITAIRE SUR LE PUBLIC.

Compte tenu de l'hypothèse de fonctionnement normal de toutes les installations du cycle et de leur répartition géographique (75 % en bord de rivière et 25 % en bord de mer, pour les réacteurs par exemple) nous avons estimé les effets sanitaires pour le public en général, dans un rayon de 25 km autour de chaque site. Le tableau n° 3 fournit les résultats pour l'ensemble du cycle du combustible [4].

Tableau n° 3 : Impacts sanitaires sur le public.

Installations sites	Population (< 25 km) (1)	Dose indiv. critique mSv/an (2)	Dose indiv. moyenne mSv/an	Effets sanitaires
Mines			(10 <sup>-4</sup> WL)	
Traitement du minerai	5 293 900	(10 <sup>-2</sup> WL)(5)	1,4.10 <sup>-1</sup> 3.10 <sup>-3</sup>	7 .10 <sup>-1</sup> 1,4.10 <sup>-2</sup>
Conversion	2 358 500	-	-	-
Enrichiss.	1 202 000	2,6.10 <sup>-4</sup>	5,2.10 <sup>-5</sup>	1,7.10 <sup>-4</sup>
Fabrication du combust.	1 92 400	8 .10 <sup>-3</sup>	1,6 .10 <sup>-4</sup>	2,4.10 <sup>-3</sup>
Réacteur (6)	15 1 986 500	1,4.10 <sup>-2</sup> <sub>(3)</sub> 5,2.10 <sup>-2</sup> <sub>(4)</sub>	9 .10 <sup>-4</sup>	1,4.10 <sup>-2</sup>
Retraitement (7)	1 25 900	1.10 <sup>-1</sup> 7,2.10 <sup>-2</sup>	1,1.10 <sup>-2</sup>	4,7.10 <sup>-3</sup>
Transport	-	-	-	0,2
TOTAL	27 2 958 600	-	-	0,44

(1) Calculée pour la population française en 1978

(2) Exposition de l'individu théorique le plus exposé pour chaque site

(3) Equivalent de dose effectif de l'adulte le plus exposé

(4) Equivalent de dose effectif de l'enfant le plus exposé

(5) WL : working level (unité d'exposition dans le cas du radon)

(6) Valeurs pour 3 types de sites, respectivement, bord de rivière, 4 x 900 MW(e) ; bord de rivière 4 x 1300 MW(e), bord de mer 4 x 1300 MW(e)

(7) Emetteurs a non compris

Dans le cas de l'usine de retraitement nous avons évalué, pour les radionucléides, de longue période ( $I^{129}$ ,  $Kr^{85}$ ,  $C^{14}$ ,  $H^3$ ) l'engagement de dose effectif collectif pour 500 ans dû à un an de fonctionnement normal, pour la population française et mondiale.

Compte tenu du comportement de ces radioéléments dans l'environnement ainsi que de leur propriété physique, nous avons obtenu les valeurs suivantes [2] :

Tableau 4 : Impact sanitaire des radionucléides de longue période.

Equivalent d'engagement de dose collectif (homme-Sievert)		Effets sanitaires radioinduits théoriques (*)	
National	Mondial	National	Mondial
197,6	286,6	3,3	4,7

\* Somatiques + Génétiques.

#### CONCLUSIONS.

A la lumière des résultats présentés ici nous pouvons souligner, entre autres, les points suivants :

1. La différence importante entre le risque collectif des travailleurs et le risque collectif du public.
2. La spécificité du problème de l'évaluation de la dose collective des mineurs.
3. Le pourcentage de la dose collective des travailleurs des centrales nucléaires exprimés par rapport à la dose travailleurs totale (~ 70 %).
4. Enfin le rôle particulier de l'usine de retraitement dans le risque collectif du public en général.

#### REFERENCES.

1. ICRP 12 - General principles of monitoring for radiation protection of workers (ISBN 0 0800 6331 4)
2. ICRP 29 - Radionucléides release into the Environment. Assessment of doses to man. Pergamon Press - Vol.2-n° 2 - 1979.
3. Dosisbelastung bei der Durchführung von Arbeiten in Kontrollbereich des Kernkraftwerkes Biblis, Block A, 1977. (EUR 6986 DE) - 1978.
4. Risques sanitaires et Ecologiques de la production d'énergie électrique. Cycle charbon, fuel, nucléaire (PWR). Rapport CEPN (20-1) (20-3).  
J.F Belhoste, B. Durand, F. Fagnani, C. Maccia - Juin 1979.