

CENTRE D'ETUDE SUR L'EVALUATION
DE LA PROTECTION DANS LE DOMAINE NUCLEAIRE



RAPPORT N° 254

VALEURS MONETAIRES DE L'HOMME-SIEVERT

**Du concept à la pratique :
résultats d'une enquête internationale**

C. LEFAURE

Septembre 1998

Contrat EDF/SEPTEN ND 3670 TH

SIEGE SOCIAL ET ADMINISTRATIF :

ROUTE DU PANORAMA BP 48 F-92263 FONTENAY AUX ROSES CEDEX
TEL : +33 1 46 54 74 67 FAX : +33 1 40 84 90 34
E-MAIL : sec@cepn.asso.fr WEB : <http://www.cepn.asso.fr/>

ASSOCIATION DECLAREE CONFORMEMENT A LA LOI DU 1 JUILLET 1901 SIRET : 310 071 477 00031 N° DE TVA : FR60310071477

SOMMAIRE

RESUME	v
1. INTRODUCTION	1
2. DESCRIPTION DE L'ENQUETE ET DES TAUX DE REPONSES	3
3. POSITIONS DES AUTORITES DE CONTROLE EN RADIOPROTECTION	5
3.1. Existence d'un système des valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert	5
3.2. Mode de détermination des valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert par les Autorités de Contrôle en Radioprotection	6
3.3. Statuts, rôles et utilisations des valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert retenues par les Autorités de Radioprotection	9
3.4. Arguments des Autorités qui n'ont pas de valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert	13
3.5. Conclusion	13
4. VALEURS MONETAIRES DE L'HOMME-SIEVERT CHEZ LES EXPLOITANTS NUCLEAIRES	15
4.1. Les valeurs, leur établissement et les rationalités sous-jacentes	15
4.1.1. Valeurs uniques	15
4.1.2. Jeux de valeurs	18
4.1.3. Mode de détermination des valeurs	22
4.2. Les utilisations	22
4.2.1. Fréquence d'utilisation	22
4.2.2. Type de décisions concernées	23
4.2.3. Caractéristiques des utilisateurs et perception de la valeur monétaire de l'homme-sievert au sein des entreprises	25
4.2.4. Utilisation de la valeur monétaire de l'homme-sievert dans les relations des exploitants avec les Autorités	26
4.2.5. Utilisation de la valeur monétaire de l'homme-sievert dans les relations des exploitants avec les entreprises extérieures	26

4.2.6.	Existence de modes d'emploi	26
4.2.7.	Quelques biais à éviter	27
4.3.	Arguments contre l'utilisation de valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert comme outil de management	28
4.4.	Conclusion sur les pratiques des exploitants	29
5.	CONCLUSION	31
	REFERENCES	33
	ANNEXE : Présentation des questionnaires	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Pays d'origine des réponses à l'enquête	4
Tableau 2.	Adoption par les Autorités de Contrôle en Radioprotection d'un système de valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert	5
Tableau 3.	Le jeu de valeurs monétaires de l'homme-sievert des Autorités Tchèques en 1997	8
Tableau 4.	Valeurs monétaires de l'homme-sievert retenues par les exploitants électronucléaires - valeurs uniques	18
Tableau 5.	Valeurs monétaires de l'homme-sievert retenues par les exploitants électronucléaires - systèmes de valeurs	20
Tableau 6.	Fréquence annuelle d'utilisation de la valeur d'alpha chez les exploitants	22
Tableau 7.	Types de situations pour lesquelles la valeur d'alpha est utilisée par les exploitants	23

RESUME

Vingt cinq ans après l'introduction du concept de valeur monétaire de référence de l'homme-sievert par la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR), il est apparu opportun de s'interroger sur son utilité dans les pratiques de radioprotection. C'est pourquoi, à la demande d'EDF/SEPTEN, le CEPN a réalisé une enquête internationale auprès des exploitants nucléaires et des Autorités de Contrôle en Radioprotection, en s'appuyant essentiellement sur le réseau ISOE (International System on Occupational Exposure).

Vingt pays ont participé à cette enquête, qui a été réalisée par le biais de questionnaires. Les réponses fournies par les exploitants et les sites proviennent de 17 pays, celles des Autorités de 14 pays. Les réponses des exploitants couvrent 282 réacteurs de puissance, soit 80% du nombre total de réacteurs situés dans les 20 pays qui ont répondu à l'enquête et plus de 64% de l'ensemble des réacteurs installés dans le monde. L'étude a été complétée par de nombreux échanges tant avec les représentants des Autorités qu'avec ceux des exploitants, ainsi que par une analyse de la littérature.

Huit Autorités de Contrôle en Radioprotection ont défini une valeur ou un système de valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert (Canada, États-Unis, Grande-Bretagne, Finlande, Pays-Bas, Suède, Suisse, République Tchèque). Cinq autres Autorités ont engagé une réflexion sur ce sujet (Chine, Corée, Espagne, Roumanie, Slovaquie).

En général, les valeurs sont retenues dans le cadre d'une procédure interne à l'organisation, sans discussion avec des représentants que ce soit du public, des exploitants ou des travailleurs. L'étude préliminaire menée par les Autorités, s'appuie sur un recensement des modèles existants et des valeurs retenues au niveau international. La décision finale aboutit souvent à retenir des valeurs assez proches de celles qui sont "acceptées" par les autres Autorités. Il y a donc une sorte de "standard international", à tout le moins dans les pays "occidentaux". Deux types de systèmes de valeurs sont retenus : - soit une valeur unique, - soit un jeu de valeurs croissantes avec le niveau d'exposition individuelle pour réduire conjointement l'exposition collective, la dispersion des expositions individuelles et en priorité les expositions individuelles les plus élevées. Les valeurs uniques sont comprises entre 500 et 1200 FF par homme-mSv. Le fait de retenir un jeu de valeurs revient essentiellement à déterminer une valeur de base plus faible

(environ 100 FF) pour aboutir à des valeurs maximales de 1000 FF à 2000 FF par homme-mSv.

Les Autorités de Radioprotection considèrent la valeur monétaire de l'homme-sievert plus comme une référence de base que comme un outil très opérationnel et ne lui confèrent pratiquement jamais un statut réglementaire. De ce fait ces valeurs ne sont jamais des valeurs "prescrites" dont l'utilisation serait obligatoire ; elles sont seulement des valeurs recommandées.

Il y a un consensus parmi les Autorités pour considérer que, dans le cas de l'industrie nucléaire, l'optimisation de la radioprotection est essentiellement du ressort de l'industriel, et que de ce fait la valeur monétaire de l'homme-sievert est avant tout un outil "du management". Du point de vue des Autorités, cette valeur est alors un support pratique pour le dialogue qu'elles entretiennent avec les exploitants pour vérifier que tout ce qui est raisonnable est mis en œuvre ou non lors de décisions importantes.

En 1997, près des trois quart des sites et exploitants ayant répondu au questionnaire se sont dotés d'un système de valeur monétaire de l'homme-sievert. Le choix des valeurs a toujours fait l'objet d'une décision des responsables de l'entreprise au plus haut niveau.

Certains exploitants disposent d'une valeur unique. Ce groupe est principalement composé de la plupart des exploitants américains, suédois... ; ils utilisent ce type d'outil depuis le début des années 80 et en ont réévalué plusieurs fois la valeur. Les valeurs retenues par les exploitants sont "in fine" 5, 10 ou même 20 fois supérieures aux recommandations des Autorités et correspondent généralement à quelques milliers de francs par homme-mSv. Un second groupe d'exploitants (Allemagne, Belgique, France,...) s'est, plus récemment, doté de jeux de valeurs croissantes avec le niveau d'exposition individuelle. Les valeurs moyennes dans le deuxième groupe sont très proches des valeurs uniques dans le premier groupe. Les valeurs maximales dans le deuxième groupe sont beaucoup plus élevées (jusqu'à 30 000 FF par homme-mSv) que l'ensemble des valeurs uniques du premier groupe, alors que les valeurs de base sont beaucoup plus faibles (100 à 200 FF).

Les trois quarts des réponses en provenance des sites et des exploitants qui disposent de systèmes de valeurs font état d'une fréquence "d'utilisation formalisée" de cet outil inférieure à dix fois par an et plus du quart annoncent une fréquence d'une fois par an. En pratique, les plus grands utilisateurs de la valeur monétaire de l'homme-sievert sont les

radioprotectionnistes et les ingénieurs de conception qui préparent des dossiers, pour les responsables de l'exploitant, en vue de la prise de décision.

Dans tous les pays, l'utilisation formalisée de la valeur monétaire de l'homme-sievert est réservée à des décisions importantes à la fois en termes budgétaires et (ou) en termes d'impact sur l'exploitation ou la sûreté des installations : environ 60% des utilisations de cet outil correspondent à l'optimisation de modifications importantes des installations, de réparations importantes et coûteuses ou de la chimie du circuit primaire. L'utilisation formalisée de la valeur monétaire de l'homme-sievert n'apparaît donc pas, sauf pour quelques exceptions, comme faisant partie de la pratique quotidienne. Cependant, dès lors qu'elle existe, cette valeur monétaire constitue une référence qui est implicitement prise en compte dans de très nombreuses décisions, sans qu'il soit nécessaire de l'intégrer dans une étude très formalisée.

Cet outil n'est pas utilisé comme un "outil de décision noir ou blanc", il aide essentiellement à "réduire la subjectivité", et n'est le plus souvent "qu'un critère parmi d'autres".

Dès lors que l'exploitant s'est doté d'un système de valeurs monétaires de l'homme-sievert, il apparaît comme un "outil de transaction efficace entre partenaires", tant entre l'exploitant et ses sites que dans les relations avec les entreprises extérieures : environ un tiers des sites utilisent parfois cet outil pour discuter avec leurs sous-traitants. Quand les Autorités de Radioprotection se sont elles même dotées d'une valeur de base, les exploitants utilisent aussi cet outil dans leurs discussions avec elles : c'est le cas de la moitié des sites qui disposent d'une valeur monétaire de l'homme-sievert.

Une évolution récente et intéressante apparaît à travers plusieurs réponses à l'enquête. Aux Pays-Bas, les valeurs monétaires de l'homme-sievert vont être déterminées suite à une négociation entre les Autorités et les exploitants et seront de plus en plus souvent utilisées comme outil de transaction entre ces partenaires ; en France, l'utilisation de l'outil sur certains sites pour allouer des ressources de protection traduit de façon explicite l'engagement des managers dans la mise en œuvre d'une politique de réduction des doses ; dans ces deux cas, le système de valeurs monétaires de l'homme-sievert, plus qu'un simple outil d'aide à la décision pour les managers, devient un outil permettant de faciliter l'élaboration d'un compromis social sur le risque radiologique résiduel acceptable.

1. INTRODUCTION

Le principe d'optimisation de la radioprotection, ou principe ALARA, vise à réduire les expositions aussi bas que raisonnablement possible compte-tenu des contraintes économiques et sociales. Pour faciliter la mise en oeuvre pratique de ce principe, la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) a proposé, dès sa publication 22 [1], de mettre en regard les coûts associés aux options de radioprotection et les bénéfices en termes de réduction des expositions. Pour ce faire, la CIPR a suggéré de recourir aux analyses de type coût-bénéfice ou coût-efficacité dans lesquelles le bénéfice ou l'efficacité sont valorisés monétairement à l'aide d'une valeur monétaire de référence de l'unité de dose évitée : la valeur monétaire de l'homme-sievert ou valeur d'alpha.

Vingt cinq ans après l'introduction de ce concept, il paraît opportun de s'interroger sur son utilité dans les pratiques de radioprotection. Des revues de la littérature ont été régulièrement effectuées afin de mettre en perspective les valeurs retenues au niveau international [2, 3], et de décrire les modalités de leur établissement, mais, à notre connaissance, aucune étude n'a eu pour objectif de décrire l'utilisation qui en est réellement faite. C'est pourquoi, suite à une requête d'EDF/SEPTEN, le CEPN s'est efforcé de couvrir tous ces aspects par le biais d'une enquête internationale, réalisée auprès des exploitants nucléaires et des Autorités de Contrôle en Radioprotection, en s'appuyant essentiellement sur le réseau ISOE (International System on Occupational Exposure) mis en place par l'Agence pour l'Energie Nucléaire (AEN) de l'OCDE et l'Agence Internationale pour l'Energie Atomique (AIEA) des Nations Unies¹.

1

Le CEPN est Centre Technique Régional du système ISOE pour l'Europe.

2. DESCRIPTION DE L'ENQUETE ET DES TAUX DE REPONSES

L'enquête a été réalisée par le biais de questionnaires (voir Annexe) distribués sur tous les sites de production nucléaire d'électricité, dans la plupart des services centraux des exploitants, et auprès de toutes les Autorités de Radioprotection en charge des installations nucléaires. Cette enquête couvre l'ensemble des pays membres de l'OCDE, disposant de centrales nucléaires, situés en Amérique, en Asie et en Europe. Ces questionnaires ont été également distribués aux participants du réseau ISOE situés dans des pays non membres de l'OCDE, par le biais de l'AIEA (Agence Internationale de l'Energie Atomique), agissant en tant que Centre Technique du système ISOE.

Des réponses à ces questionnaires sont parvenues de 20 pays (voir Tableau 1). Dans 17 pays, les réponses ont été fournies par les exploitants et les sites ; dans 14 pays, les Autorités ont envoyé des réponses. Il est intéressant de noter que dans 11 pays les réponses ont été fournies à la fois par les exploitants et par les Autorités.

Le nombre des réponses reçues directement des exploitants et des sites électronucléaires s'élève à 70 ; elles couvrent 217 réacteurs de puissance ; d'autres données qui concernent 65 réacteurs supplémentaires ont été fournies par le centre technique Nord Américain du système ISOE. Ces 282 réacteurs représentent 80% du nombre total de réacteurs situés dans les 20 pays qui ont répondu à l'enquête et plus de 64% de l'ensemble des réacteurs installés dans le monde.

De plus, l'étude a été complétée par de nombreux échanges tant avec les représentants des Autorités qu'avec ceux des exploitants, ainsi que par une analyse de la littérature.

Tableau 1. Pays d'origine des réponses à l'enquête

Pays	Réponses des exploitants et sites nucléaires	Réponses des Autorités
Afrique du Sud	X	
Allemagne	X	
Belgique	X	
Canada	X	X
Chine	X	X
Corée	X	X
Espagne	X	X
États-Unis	X	
Grande-Bretagne	X	X
Finlande	X	X
France	X	X
Italie	X	
Japon	X	X
Pays-Bas	X	X
République Tchèque		X
Roumanie	X	X
Slovaquie		X
Slovénie	X	
Suède	X	X
Suisse		X

3. POSITIONS DES AUTORITES DE CONTROLE EN RADIOPROTECTION

3.1. Existence d'un système de valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert

Sur les 18 Autorités de Contrôle en Radioprotection pour lesquelles l'information a été recueillie (cf. Tableau 2), seules 8 ont défini une valeur ou système de valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert (Canada, États-Unis, Grande-Bretagne, Finlande, Pays-Bas, Suède, Suisse, République Tchèque). Cinq autres Autorités ont engagé une réflexion sur ce sujet (Chine, Corée, Espagne, Roumanie, Slovaquie). Ainsi, dans un futur proche ce sont 70% des Autorités de Contrôle en Radioprotection qui auront établi leur propre système de valeurs monétaires de l'homme-sievert.

Tableau 2. Adoption par les Autorités de Contrôle en Radioprotection d'un système de valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert

Pays	Existence d'un système de valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert	Valeur monétaire de l'homme-mSv en monnaie nationale	Valeur monétaire de l'homme-mSv en FF
Allemagne (*)	Pas de système		
Belgique (*)	Pas de système		
Canada 1997	Référence au concept dans des guides d'application d'ALARA (en cours de discussion)	100 \$ CAN établie à partir des références internationales	450 1 Can\$ = 4,5 FF
Chine	Réflexion en cours		
Corée	Réflexion en cours		
Espagne	Réflexion en cours		
États-Unis (*) NRC 1993 1995	Valeur recommandée Valeur recommandée	100 US\$ 200 US\$	600 1200 1 US\$ = 6 FF
Grande Bretagne 1993	Valeurs recommandées	10-100 UK £ en fonction de la situation d'exposition	100-1000 1 UK£ = 10 FF
Finlande 1984 1991	Valeur recommandée** Valeur recommandée**	20 US\$ 100 US\$	120 600 1 US\$ = 6 FF
France	Pas de système		
Italie (*)	Pas de système		
Japon	Pas de système		

Tableau 2. Adoption par les Autorités de Contrôle en Radioprotection d'un système de valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert (suite)

Pays	Existence d'un système de valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert	Valeur monétaire de l'homme-mSv en monnaie nationale	Valeur monétaire de l'homme-mSv en FF
Pays Bas 1995	Valeur recommandée	1000 FLs	3000 <i>1 FL = 3 FF</i>
Roumanie	Réflexion en cours		
Slovaquie	Réflexion en cours		
Suède 1984	Valeur recommandée**	20 US\$	120
1991	Valeur recommandée**	100 US\$	600
SSI 1992	Valeurs recommandées	400-2000 SEK	320-1600 <i>1 US\$ = 6 FFrancais</i> <i>1 SEK = 0,8 FF</i>
Suisse 1994	Valeur recommandée	3000 Francs Suisses	12000 <i>1 F Suisse = 4 FF</i>
République Tchèque 1997	Valeurs décrétées	500-5000 CSK en fonction du niveau de dose individuel et de la situation d'exposition	3-30 <i>100 CSK = 0,6 FF</i>

* Données issues d'autres sources que les questionnaires

** Valeur commune à l'ensemble des Pays Nordiques

3.2. Mode de détermination des valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert par les Autorités de Contrôle en Radioprotection

Ces valeurs ont été, et sont souvent encore, établies en référence à la richesse du pays en utilisant la méthode dite du capital humain, décrite dans la publication 37 de la CIPR [4] et recommandée par l'AIEA [5]. C'est la méthode qui a été utilisée en 1980 pour déterminer la valeur de base recommandée par la première institution nationale qui a réalisé une étude approfondie en vue de donner une valeur monétaire à l'homme-sievert : le National Radiological Protection Board (NRPB) en Grande Bretagne [6]. Les Autorités de Radioprotection des Pays Nordiques, et en particulier l'Autorité Suédoise, ont aussi commencé leur recherche d'une valeur raisonnable sur la base de cette méthode [7, 8]. Enfin, tout récemment elle a été retenue par les Autorités Tchèques pour estimer leur valeur de base [9] ; de même l'Autorité de Sécurité et de Radioprotection Américaine (NRC) y fait référence dans sa réévaluation de la valeur monétaire de l'homme-sievert [10].

Mais les critiques sur les fondements et les implications de cette méthode sont nombreuses :

- elle conduit à des valeurs monétaires trop basses pour envisager de mettre en œuvre une quelconque action de protection efficace dans les pays dont le revenu est faible² ;
- même dans les pays à revenu élevé, elle n'est pas suffisante pour permettre à des politiques "raisonnables" d'être menées à terme³ ;
- elle ne tient compte que de l'exposition collective, quels que soient les niveaux d'exposition individuels et de ce fait ne favorise pas l'équité ;
- elle considère comme similaires des situations d'exposition aussi variées que l'exposition des travailleurs, celle du public, l'exposition à l'irradiation naturelle ou l'exposition des patients...

Ces critiques sont par ailleurs tout à fait cohérentes avec la position que la CIPR prend dans sa publication 37 [4] : "l'approche du capital humain... doit être considérée comme le minimum absolu qui pourrait être dépensé pour éviter une mort prématurée".

Afin de répondre à ces critiques, la tendance actuelle au sein des administrations en charge de la radioprotection n'est plus de déterminer une seule valeur, mais, à l'aide de modèles semblables à ceux qui ont été développés par le NRPB [11]⁴ et le CEPN [12], de se doter d'un jeu de valeurs cohérent avec la publication 60 de la CIPR [13]. La démarche des Autorités Tchèques est exemplaire à cet égard. Ces Autorités viennent d'établir un système [9] qui vise à satisfaire deux objectifs principaux : réduction de la dose collective et réduction en priorité des expositions individuelles les plus élevées. Les Autorités de Sûreté Nucléaire des Pays-Bas ont décidé d'établir, dans un futur proche, un système de

² En Roumanie, le National Commission for Nuclear Activities Control (NCNAC) considère que les valeurs d'alpha estimées sur le capital humain sont si faibles que leur utilisation conduirait généralement à des doses individuelles plus élevées que les limites de doses !

³ "Considérant leur obligation de mettre l'accent sur les efforts de protection, les Autorités des Pays Nordiques estiment qu'une valeur raisonnable pour réduire les doses serait de 100 US\$ par homme-mSv (*plus de trois fois la valeur qui serait issue de l'approche du capital humain*)" [Statement from meeting of the Nordic Radiation Protection Regulatory bodies, Reykjavik, June 1991] [7].

⁴ Partant d'une valeur de base, établie, à partir de l'approche du consentement à payer, pour éviter un décès statistique, le NRPB propose de multiplier cette valeur par un coefficient qui croît avec la croissance du niveau de dose individuel annuel : la valeur recommandée est spécifique à chaque situation d'exposition (travailleurs, public, patients...) et est déterminée en utilisant ce modèle pour une exposition correspondant à l'ordre de grandeur des doses moyennes annuelles du groupe concerné.

valeurs monétaires de l'homme-sievert fondé sur le consentement à payer pour atteindre un résultat équitable ("willingness to pay for equity").

Durant de nombreuses années, le jeu de valeurs monétaires proposé par le NRPB est celui qui a couvert le plus grand nombre de "situations d'exposition" (travailleurs, public, patient-enfant, patient-adulte, patient-personne âgée). Depuis quelques années, d'autres Autorités de Contrôle en Radioprotection prennent en compte ces différences de situation en termes d'exposition. Ainsi en 1992, Bergman [8] précisait que : "Dans certains cas, les Autorités Suédoises ont déterminé ... des valeurs de l'homme-sievert ... correspondant à une année de vie perdue (égales à) 1 fois le ratio PNB par tête (produit national brut divisé par le nombre d'habitants) pour la prévention du risque lié au radon, 6 fois ce ratio pour la prévention des cancers radio-induits dans les pays Nordiques ; de 5 à 40 fois ce ratio pour la radioprotection des installations nucléaires qui appartiennent à l'État". Le système le plus complet est aujourd'hui celui de la République Tchèque (voir Tableau 3) car il combine clairement "les situations d'exposition et les niveaux de dose individuels au sein de chaque situation".

Tableau 3. Le jeu de valeurs monétaires de l'homme-sievert des Autorités Tchèques en 1997

Situation d'exposition	Niveau d'exposition individuel (mSv/an)	Valeur en CSK par homme-mSv	Valeur en FF par homme-mSv (100 CSK = 0,6 FF)
Travailleurs	< 2 (1/10° de la limite annuelle)	500	3
	2 - 6	1 000	6
	> 6 (3/10° de la limite annuelle)	2 500	15
Public (exposition due aux activités humaines)	< 0,1 (1/10° de la limite annuelle)	500	3
	0,1 - 0,3	1 000	6
	> 0,3 (3/10° de la limite annuelle)	2 500	15
Public (irradiation naturelle)		1 000	6
Médical		1 000	6
Public (due aux interventions)		5 000	30

Ainsi, à ce jour, plus aucune des Autorités qui se sont dotées d'un jeu de valeurs ne se réfère uniquement à l'approche du capital humain pour étayer son évaluation.

En général, les valeurs sont retenues après une procédure interne à l'organisation, sans aucune discussion avec des représentants que ce soit du public, des exploitants ou des travailleurs. L'étude préliminaire s'appuie souvent sur un recensement des modèles existants et des valeurs acceptées au niveau international. La décision finale aboutit la plupart du temps à retenir des valeurs assez proches de celles qui sont "acceptées au niveau international" par les autres Autorités. Il y a donc une sorte de "standard international" comme on peut le voir dans le Tableau 2 supra. A l'exception de la valeur utilisée en Suisse, les valeurs uniques sont comprises entre 500 et 2500 FF par homme-mSv, et le fait de retenir un jeu de valeurs revient essentiellement à déterminer une valeur de base plus faible (environ 100 FF) pour aboutir à des valeurs maximales de 1000 FF à 2000 FF par homme-mSv.

Une approche nouvelle et sans doute prometteuse dans la façon d'établir un jeu de valeurs peut être trouvée dans l'exemple des Pays-Bas. La valeur actuellement retenue par les Autorités a été discutée avec des représentants des exploitants à l'occasion de réunions ad hoc. Lors d'une réunion récente, le principe d'élaborer un jeu de valeurs en fonction du niveau d'exposition individuel a été retenu. Les valeurs elles-mêmes vont faire l'objet dans un futur proche d'une négociation entre les exploitants et l'Autorité. Il s'agit, à notre connaissance, du premier exemple qui pourrait aboutir à une utilisation différente de ce type d'outil d'évaluation au sein des transactions entre acteurs.

3.3. Statuts, rôles et utilisations des valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert retenues par les Autorités de Radioprotection

Jusqu'à présent, les valeurs monétaires de l'homme-sievert retenues par les Autorités de Radioprotection n'ont pratiquement jamais reçu un statut réglementaire : elles ne sont pas transcrites dans les réglementations. Aux Pays-Bas il n'y a même aucun document écrit qui s'y réfère. Dans la plupart des pays cependant, les valeurs sont insérées dans des documents sans portée juridique obligatoire, mais considérés comme des recommandations pour l'action (guidelines) :

- document du NRPB en Grande Bretagne [11],
- publication Nureg aux États-Unis [10],
- recommandation des "Nordic Radiation Protection Regulatory bodies" [7],
- guide d'application de la réglementation au Canada [14].

De ce fait, ces valeurs ne sont pratiquement jamais des valeurs “prescrites” dont l’utilisation serait obligatoire ; elles sont seulement des valeurs recommandées.

Cependant on peut noter qu’une instance réglementaire vient d’insérer, de façon claire et générique, un système de valeurs d’alpha dans sa réglementation, il s’agit de l’Autorité Tchèque de Radioprotection : “un décret sur ce qu’il convient de faire en radioprotection, incluant les valeurs monétaires de l’homme-sievert en tant que pierre angulaire de la mise en œuvre de l’optimisation” a été édicté fin 1997. Dans ce pays, la valeur monétaire de l’homme-sievert devient donc une donnée réglementaire pour les exploitants. De ce fait, des règles très précises sont retenues pour mettre à jour ces valeurs annuellement en fonction du taux d’inflation. Il sera intéressant, après quelques années d’étudier l’impact de cette nouvelle approche sur les modalités de mise en œuvre de l’optimisation. Antérieurement à l’exemple Tchèque, la NRC aux États-Unis avait déjà introduit réglementairement une valeur pour une situation spécifique : “le seul endroit où la valeur de 100 \$ par personne-mSv apparaît dans la réglementation de la NRC est la 10CFR Part 50, App 1, dans un paragraphe relatif aux éléments qui doivent être inclus dans la demande d’autorisation par un exploitant d’utiliser un système de gestion des effluents radioactifs (radwaste system). Lors de la conception de ce système, il n’est pas requis de l’exploitant qu’il installe des contrôles supplémentaires des effluents pour réduire les émissions de routine en dessous de 3 hommes-mSv par an pour les rejets liquides et de 0,5 homme-mSv par an pour les rejets gazeux si le coût en résultant pour une population comprise dans les limites de 50 miles autour de l’installation dépasse 100 \$ par homme-mSv au corps entier ou 100 \$ par homme-mSv à la thyroïde” [10].

En ce qui concerne l’utilisation de la valeur monétaire de référence de l’homme-sievert, il n’est pas surprenant que les Autorités qui disposent de cet outil l’utilisent :

- Parfois directement comme un outil de gestion interne, pour sélectionner des options de radioprotection, dans leur propre procédure de prise de décision dès lors qu’il s’agit d’allouer des ressources publiques pour la protection du public (ce fut le cas en Suède pour les contre-mesures après l’accident de Tchernobyl).
- Parfois pour réaliser des études concernant la radioprotection des patients, et aboutir à la définition de normes publiques ou de recommandations pour les pratiques médicales (ce fut le cas pour le choix des cassettes en fibre de carbone pour le radiodiagnostic en Suède, et pour l’épaisseur des murs dans les cabinets de radiologie en Tchécoslovaquie dans une norme publique de 1982). Comme dans le cas précédent, les ressources sollicitées sont publiques, directement ou

indirectement à travers un système d'assurance sociale, même si une large part des examens sont pratiqués dans des cliniques ou cabinets privés.

- Souvent comme des recommandations et un outil de dialogue dans le cas des discussions avec l'industrie nucléaire ; l'outil permet alors d'évaluer les propositions de l'industrie, mais les décisions sont rarement prises par les Autorités^{5,6}.

Quel que soit le type d'utilisation que les Autorités font de leur système de valeurs d'alpha, il convient aussi de signaler que ce système n'est pas la plupart du temps le seul critère de décision. Cela est clairement dit par les Autorités des Pays Nordiques [7] : "les jugements nécessaires à l'optimisation de la protection impliquent d'établir des préférences en ce qui concerne l'allocation de ressources pour réduire les effets sanitaires correspondant à divers types de détriments. Les décisions correspondantes sont rarement purement quantitatives et ne peuvent être assises sur la seule utilisation des résultats de l'analyse coût-bénéfice. Et de fait en pratique, l'optimisation est généralement informelle et s'appuie en particulier sur le bon sens... Cependant, il est souvent pédagogique et clarifiant d'utiliser une "common rule of thumb" en tant que valeur raisonnable pour la réduction des expositions collectives". Un représentant de l'Agence pour l'Environnement en Grande-Bretagne met l'accent sur le fait que pour les décisions concernant le public : "Les considérations de dose collective sont en général d'un poids faible dans les prises de décision des Autorités..., les facteurs non monétaires ont une influence bien plus considérable..., les coûts et bénéfices ne sont que deux facteurs parmi de nombreux autres..., les doses aux groupes de référence apparaissent beaucoup plus décisives". De même la NRC aux États-Unis [10] remarque que "d'un point de vue pratique, la valeur monétaire de l'homme-sievert semble avoir peu d'impact sur la conception des systèmes... à cause des coûts particulièrement élevés des alternatives de conception". Ainsi, dans la plupart des exemples d'utilisation de la valeur d'alpha décrits par les Autorités, de multiples critères (voire des méthodes multicritères) sont retenus pour étayer leurs décisions. La valeur monétaire de l'homme-sievert apparaît alors seulement comme un moyen d'être moins subjectif dans la prise en compte du risque radiologique.

5 Si l'on excepte la Tchécoslovaquie au début des années 80, mais il est vrai qu'à cette époque l'ensemble de l'industrie appartenait à l'État et les décisions de gestion industrielle pouvaient être considérées comme des décisions publiques (par exemple le choix du système de ventilation dans les mines en 1982).

6 "La valeur de \$1000 par homme-rem a été utilisée par la NRC dans une large variété d'applications réglementaires y compris dans l'évaluation des rejets en fonctionnement normal, des rejets accidentels et des pratiques en radioprotection" [10].

Dans le cadre de leurs relations avec l'industrie nucléaire, les Autorités considèrent généralement la mise en œuvre de l'optimisation de la radioprotection comme une prérogative des responsables industriels. L'utilisation des systèmes de valeurs d'alpha retenus par les Autorités leur permettant seulement de déterminer le niveau de protection minimum qu'elles s'autorisent à requérir des exploitants :

- "Aucune optimisation supplémentaire n'est requise si l'exploitant se situe en dessous des limites de dose individuelles et si des efforts additionnels coûtent plus de 3000 F Suisses par homme-mSv" (HSK, Autorité de Radioprotection Suisse).
- "Si les exploitants nous prouvent que leur politique est compatible avec cette valeur, nous devrions l'accepter". "Nous sommes seulement concernés par les décisions les plus importantes, dans ce cas, bien sûr, nous utilisons le coût de l'homme-sievert évité comme un critère" (Autorité de Radioprotection Canadienne).
- "Quand nous nous sommes mis d'accord sur une valeur avec les exploitants, nous leur demandons de prendre leurs propres décisions et de nous montrer ce que sont les options alternatives, leurs coûts et leur efficacité. Si la décision est compatible avec la valeur monétaire de l'homme-sievert, nous disons qu'il n'y a pas d'objection de notre part" (Autorité de Radioprotection des Pays-Bas).

La plupart des Autorités de Radioprotection qui se sont dotées d'un système de valeurs d'alpha s'accordent pour reconnaître, comme cela a clairement été dit dans notre enquête par le représentant des Autorités Canadiennes, que "cet outil est essentiellement un outil de management utile pour les prises de décision internes aux firmes"⁷. Cette position est très proche de celle des Autorités qui n'ont pas et ne souhaitent pas, pour l'instant, avoir de système de valeurs d'alpha (voir infra 3.4).

⁷ En Suède, les Autorités semblent aller plus loin dans cette direction ; en effet, elles "ne requièrent pas l'utilisation par les exploitants de la valeur d'alpha, mais elles requièrent que chaque exploitant prépare un Programme ALARA". Cependant il faut noter que tous les exploitants suédois se sont dotés d'une valeur d'alpha nettement supérieure à la recommandation des Autorités (voir infra), que cette valeur est bien connue des Autorités et que les Autorités discutent très fréquemment avec les exploitants des actions de radioprotection qui vont être mises en œuvre à la fois à court et moyen termes.

3.4. Arguments des Autorités qui n'ont pas de valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert

Deux Autorités de Radioprotection, celles du Japon et de la France, qui ne se sont pas dotées de système de valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert, et qui n'ont pas l'intention à court terme de s'en doter, ont cependant répondu au questionnaire, en précisant que si c'était bien le rôle des Autorités d'être "leader among the utilities" pour la réduction des expositions professionnelles, l'optimisation était de la responsabilité des responsables industriels : "nous pensons que la pratique de l'optimisation de la radioprotection avec prise en compte des coûts dépend des exploitants" (MITI, Japon), "les valeurs de l'homme-sievert peuvent jouer un rôle dans les décisions des exploitants ; quand un document fourni par les exploitants (aux Autorités) comporte une référence aux valeurs monétaires de l'homme-sievert, ce critère est pris en compte par l'Autorité qui juge globalement le cas, mais aucun poids particulier n'est apporté à sa présence, pas plus que son absence n'est préjudiciable" (France).

La plupart des autres Autorités qui n'ont pas de système de valeurs monétaires de l'homme-sievert, ont l'intention d'en établir un dans le futur. Les raisons avancées pour ne pas en avoir à ce jour sont nombreuses :

- ce n'était pas jusqu'à présent la première priorité si nous voulions favoriser la mise en œuvre d'ALARA dans notre pays ; des modifications en termes d'organisation et de structures s'imposaient dans un premier temps (Espagne) ;
- la culture existante dans l'industrie nucléaire de notre pays n'est pas encore appropriée (Corée) ;
- il faut en préliminaire collecter et évaluer des données, puis définir un modèle (Chine).

3.5. Conclusion

En première conclusion, cette enquête a montré que le concept de valeur d'alpha est de plus en plus répandu dans la communauté des Autorités de Radioprotection au niveau international. Cependant, cet outil est plus apparu comme une référence de base que comme un outil très opérationnel dans la plupart des cas. Les Autorités de Radioprotection utilisent cet outil de façon interne dans quelques occasions en vue d'être moins subjectives dans des décisions qui concernent les dépenses publiques. Il y a par ailleurs un consensus pour considérer que, dans le cas de l'industrie nucléaire, l'optimisation de la radioprotection est essentiellement du ressort de l'industriel, et que de ce fait la valeur

d'alpha est avant tout un outil de management. Du point de vue des Autorités, la valeur d'alpha est néanmoins un support pour le dialogue qu'elles entretiennent avec les exploitants pour vérifier que tout ce qui est raisonnable est mis en œuvre ou non lors de décisions importantes.

Il est alors intéressant d'analyser dans la section suivante comment cet outil est perçu et utilisé chez les exploitants eux-mêmes.

4. VALEURS MONÉTAIRES DE L'HOMME-SIEVERT CHEZ LES EXPLOITANTS NUCLEAIRES

4.1. Les valeurs, leur établissement et les rationalités sous-jacentes

Depuis de nombreuses années, les exploitants nucléaires ont établi, dans beaucoup de pays, leurs propres systèmes de valeurs monétaires de l'unité de dose évitée. Les exploitants de 200 réacteurs, soit plus de 70% des réacteurs couverts par l'enquête, disposent d'un système de valeurs monétaires de l'homme-sievert ; quelques-uns le présentant éventuellement comme un système officieux, ou en phase de test.

Ainsi, depuis des années, la valeur monétaire de l'homme-sievert est un outil largement répandu chez les exploitants. On peut distinguer deux groupes, de taille approximativement équivalente, parmi les exploitants : ceux qui disposent d'une valeur unique (voir Tableau 4) et ceux qui utilisent un jeu de valeurs (voir Tableau 5).

4.1.1. Valeurs uniques

Le premier groupe, qui rassemble 56% des réacteurs disposant d'une valeur d'alpha, est principalement composé de la plupart des exploitants américains. Aux États-Unis ce type d'outil a été défini depuis longtemps (début des années 80) et les valeurs ont été réévaluées plusieurs fois. Tous les autres exploitants qui appartiennent à ce groupe soit sont situés dans des pays où la culture ALARA est ancienne (Canada, Afrique du Sud, Suède), soit ont "importé" des réacteurs de conception américaine et ont adopté, au moins pour partie, la culture de gestion des États-Unis (Espagne, Slovénie et à nouveau Suède).

Aux États-Unis, la plupart des exploitants établissent leur valeur monétaire de l'unité de dose collective en s'appuyant sur une formule du type de celle qui suit :

$$\alpha \text{ site} = (\text{détriment} + \frac{\text{coût annuel du travailleur}}{\text{contrainte de dose individuelle annuelle chez l'exploitant}}) \times f_d$$

où :

α site = valeur d'alpha sur un site
 détriment = coût social du détriment sanitaire
 coût annuel du travailleur = coût total annuel correspondant à un travailleur
 f_d = facteur caractéristique de la situation dosimétrique du site

Dans cette formule, les divers éléments sont estimés de la façon suivante :

- le coût social du détriment a longtemps été estimé avec la méthode du capital humain et est aligné sur la valeur recommandée par la NRC qui s'appuie aussi sur des études de consentement à payer⁸. Il n'est donc pas surprenant que cette composante de la valeur d'alpha des exploitants soit comprise entre 100 et 200 \$ par homme-mSv, ce qui est tout à fait homogène avec la valeur recommandée par la NRC (cf. Tableau 2 supra).
- Le coût total annuel correspondant à un travailleur est calculé comme la somme du salaire moyen d'un salarié multiplié par un "ratio de bénéfice" (permettant de prendre en compte le pourcentage de bénéfice escompté) et d'un coût de formation. Ce coût est plusieurs dizaines de fois plus élevé que le coût social du détriment. Parfois, il ne comprend pas le coût de formation. Dans certains cas, ce coût est une moyenne entre celui qui est calculé pour le personnel de l'exploitant et celui calculé pour le personnel des entreprises extérieures⁹.
- La contrainte de dose individuelle annuelle chez l'exploitant (souvent appelée dose limite) ne correspond pas à la limite de dose réglementaire, mais à ce que l'industrie a retenu comme contrainte de management. Cette contrainte était comprise entre 50 et 40 mSv jusqu'à la fin des années 80, elle est maintenant de 20 mSv suivant une recommandation de l'INPO [15]. Ce ratio, "coût total annuel d'un travailleur/contrainte de dose individuelle annuelle" est directement lié au coût de remplacement d'un travailleur qui dépasserait la contrainte de dose.
- Enfin, le facteur caractéristique de la situation dosimétrique du site est généralement associé à l'exposition collective sur le site, et croît avec elle. Il peut donc être considéré comme un facteur qui permet de tenir compte du risque que certains travailleurs atteignent des doses particulièrement élevées du fait des conditions radiologiques du site et de la charge de travail. Kahn et Baum [16] ont recommandé pour ce facteur une valeur comprise entre 0,1 et 1.

⁸ En ce qui concerne la méthode du capital humain, ils utilisent ensuite les coefficients de risque de la CIPR 60 et du BEIR V, partant d'une valeur de la vie humaine sauvée estimée à 3 millions de \$ US.

⁹ A notre connaissance, il y a un coût unique par travailleur sur un site (ou chez un exploitant) quelle que soit la catégorie de travailleur.

Suivant la logique précédente, il n'est pas surprenant que les valeurs d'alpha retenues par les exploitants soient "in fine" 5, 10 ou même 20 fois supérieures à la recommandation de la NRC¹⁰. Il n'est pas non plus surprenant de trouver un large éventail de valeurs depuis 500 jusqu'à 2800 US \$ par homme-mSv, puisque les sites diffèrent non seulement par le facteur caractéristique de leur situation dosimétrique, mais aussi par la contrainte de dose individuelle qu'ils s'imposent et par le coût total annuel d'un travailleur (ainsi par exemple, un même site a accru sa valeur d'alpha de 500 à 1800 \$ par homme-mSv en moins de 10 ans, en premier lieu parce qu'il a réduit sa contrainte de dose individuelle de 40 à 20 mSv, en second lieu parce que ses coûts ont augmenté et en troisième lieu pour tenir compte de l'inflation).

Tous les sites ne font cependant pas des calculs aussi précis pour retenir une valeur d'alpha. Certains se contentent de se référer à des valeurs standards du reste de l'industrie. Aujourd'hui on peut affirmer que la tendance aux États-Unis est à l'accroissement de la valeur monétaire de l'homme-sievert "avec un poids de plus en plus important accordé à la réduction de l'exposition individuelle...", de ce fait les valeurs les plus élevées que l'on peut observer ont été retenues ces toutes dernières années.

Dans d'autres pays tels que l'Afrique du Sud ou la Slovénie, les valeurs d'alpha sont directement reprises à partir des standards américains sans aucune référence à la richesse du pays. A Ontario Hydro au Canada [17] et Vattenfall en Suède [18], des études très complètes ont été effectuées pour connaître les pratiques internationales dans l'industrie ; les recommandations issues de ces études ont alors tenu compte à la fois des contextes nationaux et des standards internationaux.

De ce fait, la valeur retenue par les exploitants Suédois est elle aussi 10 fois plus élevée que celle recommandée par les Autorités Nordiques en général et Suédoises en particulier. Mais contrairement à ce qui a été observé aux États-Unis, les exploitants Suédois, qui avaient des valeurs différentes les uns des autres jusqu'en 1992, ont cherché à harmoniser leurs comportements et ont décidé d'utiliser une valeur commune unique depuis 1992.

10

"La NRC est consciente que la pratique courante dans l'industrie est d'utiliser une valeur de l'homme-rem évité plus élevée en fonction de contraintes liées à la force de travail disponible, et à d'autres considérations qui font partie intégrante des "compromis" technico-économiques des exploitants. Les exploitants sont encouragés à utiliser de telles valeurs plus élevées pour leur propre politique ALARA" (NUREG 1530).

Tableau 4. Valeurs monétaires de l'homme-sievert retenues par les exploitants électronucléaires - valeurs uniques

Pays	Exploitant	Année d'adoption de la valeur monétaire de l'homme-sievert	Valeur en devise par homme-mSv	Valeur en FF par homme-mSv
Afrique du Sud	Koeberg	1993	1 000 US\$	6 000 (1 US\$ = 6 FF)
Canada	Gentilly	-	1 000 CAN\$	4 500 (1 CAN\$ = 4,5 FF)
Espagne	Asco	1994	2 000 US\$	12 000 (1 US\$ = 6 FF)
	Vandellos	1982	100 000 Ptas	4 000 (100 ptas = 4 FF)
États-Unis	Valeur par exploitant pour 90 % des réacteurs	1990-1991 en général 1993-1997 pour les valeurs les plus élevées	val. min : 500 US\$ val. max. : 2 810 US\$ val. médiane : 1 200 US\$ val. moyenne : 1 000 US\$	val. min : 3 000 val. max. : 16 860 val. méd. : 7 200 val. moyenne : 6 000 (1 US\$ = 6 FF)
Slovénie	Krsko	1996	700 US\$	4 200 (1 US\$ = 6 FF)
Suède	Valeur commune pour tous les exploitants	1992	4 000 SEK	3 200 (100 SEK = 80 FF)

4.1.2. Jeux de valeurs

Le second groupe (qui représente 44% de l'ensemble des réacteurs dotés d'une valeur d'alpha) a déterminé ses valeurs à partir du cadre conceptuel développé en Europe tout d'abord par le NRPB en Grande-Bretagne [6], puis par le CEPN en France [12]. Ce groupe s'appuie sur un modèle dont les objectifs sont de réduire conjointement l'exposition collective, la dispersion des expositions individuelles et en priorité les expositions individuelles les plus élevées (Allemagne¹¹, Belgique, France,...). Ce modèle fait tout d'abord l'hypothèse de l'existence d'une valeur de base assise sur une rationalité de santé publique (soit par le biais du capital humain, soit par l'approche du consentement à payer), cette valeur étant unique pour la réduction des expositions individuelles

¹¹ Le VGB en Allemagne a déterminé un jeu de valeurs monétaires de l'homme-sievert commun à l'ensemble des exploitants, actuellement en phase de test [19].

annuelles inférieures à 1 mSv (Belgique et France¹²) ou 10 mSv (Allemagne¹³). Ensuite, le modèle retenu dans ces pays définit une croissance exponentielle de la valeur d'alpha avec le niveau d'exposition individuel annuel, ce qui vise à allouer des ressources plus importantes pour réduire les expositions des travailleurs les plus exposés. De ce fait, les exploitants de ces pays ont retenu des systèmes avec plusieurs valeurs d'alpha croissantes avec le niveau de dose individuelle, c'est-à-dire avec le risque encouru.

Le ratio entre la valeur de base et la valeur maximale dépend bien évidemment beaucoup du niveau absolu de la valeur de base : quand le capital humain est la seule référence, ce ratio peut atteindre 50 à 60 (pour des doses individuelles ne dépassant pas 20 mSv). Quand la valeur de base inclut d'autres paramètres ce ratio ne dépasse pas 10. Pour des raisons pratiques, le nombre de valeurs est aussi souvent réduit à un jeu de quelques valeurs, sauf en Allemagne où pendant la phase de test seules la valeur de base et la valeur maximale ont été fixées. Entre 10 et 20 mSv, le modèle allemand présente une croissance exponentielle continue de 300 DM à 3000 DM par homme-mSv.

Dans les modèles NRPB et CEPN, il n'y a aucune référence au coût de remplacement des travailleurs qui atteignent, soit la limite réglementaire, soit une contrainte de gestion de l'exploitant. Il est admis que le coût d'exploitation associé à toute option de radioprotection qui permet de réduire le nombre de travailleurs qu'il va falloir remplacer, doit prendre en compte cette réduction du coût de remplacement (de même qu'il va intégrer l'impact positif ou négatif d'une action de radioprotection sur la durée d'un arrêt de tranche et les coûts correspondants). Dans cette logique, il est donc important de ne pas comptabiliser deux fois le même coût : une fois dans le coût d'exploitation de l'option, et une autre fois dans le coût du détriment par le biais de la valeur d'alpha. De plus l'introduction du coût de remplacement dans la valeur monétaire de l'homme-sievert elle-même risque d'induire un effet pervers sur le plan éthique. Un exemple va illustrer ce risque : supposons que sur un site, des calorifugeurs et des soudeurs très qualifiés aient la même dose individuelle moyenne annuelle, les deux catégories de travailleurs sont proches de la contrainte de dose de l'exploitant ; sur ce site, le directeur pourrait décider que la valeur d'alpha pour les calorifugeurs est inférieure à celle des soudeurs compte tenu de leur coût de remplacement respectif. D'un point de vue éthique, il ne paraît pas acceptable d'avoir des valeurs d'alpha différentes, pour des individus dont l'exposition

12 1 mSv correspondant à la future limite de dose individuelle pour le public.

13 10 mSv étant la dose individuelle au dessus de laquelle sont justifiées des procédures spéciales de radioprotection dans la "German Inspection, Maintenance, Repair and Radiation Protection guideline IWRS II".

annuelle est équivalente, c'est-à-dire pour des individus qui ont le même niveau de risque. Ce serait totalement contraire à l'éthique et à la logique sous-jacente à la notion même de valeur monétaire de l'homme-sievert. Il ne paraît donc pas approprié d'inclure le coût de remplacement d'un travailleur dans le coût du détriment.

Malgré des cadres conceptuels assez différents entre les deux groupes d'exploitants (ceux qui utilisent une valeur unique et ceux qui utilisent plusieurs valeurs), les valeurs moyennes en France, Belgique ou Allemagne dans le deuxième groupe sont très proches de celles observées dans le premier groupe aux États-Unis ou en Suède. Cependant, les valeurs maximales dans le deuxième groupe sont beaucoup plus élevées que n'importe quelle valeur unique du premier groupe, alors que les valeurs de base sont beaucoup plus faibles puisqu'elles ne comportent que la composante issue de l'approche "santé publique".

D'autres exploitants dans d'autres pays ont déjà commencé à réfléchir à la mise en place d'un système de valeurs monétaires de l'homme-sievert s'appuyant sur le modèle NRPB-CÉPN. C'est le cas en particulier de l'Espagne comme cela est décrit dans un article récent de Sollet et Carmena [20] et de la Corée [21].

Tableau 5. Valeurs monétaires de l'homme-sievert retenues par les exploitants électronucléaires - systèmes de valeurs

Pays	Exploitant	Année d'adoption	Valeur en devise par homme-mSv	Valeur en FF par homme-mSv
Belgique	CEN/SCK Mol Système de valeurs fonction du niveau de dose individuel annuel	1995	< 1 mSv : 1 000 FB 1 - 2 mSv : 2 500 FB 2 - 5 mSv : 10 000 FB 5 - 10 mSv : 25 000 FB 10 - 20 mSv : 50 000 FB 20 - 50 mSv : 200 000 FB	< 1 mSv : 160 1 - 2 mSv : 400 2 - 5 mSv : 1 600 5 - 10 mSv : 4 000 10 - 20 mSv : 8 000 20 - 50 mSv : 32 000 (100 FB = 16 FF)
Allemagne	Proposition du VGB en test chez les exploitants. Système de valeurs fonction du niveau de dose individuel annuel	1996	< 1 mSv : pas de valeur 1 - 10 mSv : 300 DM 10 - 20 mSv : valeur qui croît linéairement pour atteindre 3 000 DM à 20 mSv	< 1 mSv : pas de valeur 1 - 10 mSv : 1 020 10 - 20 mSv : valeur qui croît linéairement pour atteindre 10 200 à 20 mSv (1 DM = 3,40 FF)

Tableau 5. Valeurs monétaires de l'homme-sievert retenues par les exploitants électronucléaires - systèmes de valeurs (suite)

Pays	Exploitant	Année d'adoption	Valeur en devise par homme-mSv	Valeur en FF par homme-mSv
Canada	Darlington Système de valeurs fonction de la catégorie de travailleurs	?	De "quelques centaines" de \$ CAN à 2 000 \$CAN <i>(exemple :</i> "Travailleur en général": 200 \$CAN "Équipe de maintenance des réacteurs": 1 500 \$CAN)	De "quelques centaines" de FF à 9 000 FF <i>(exemple :</i> "Travailleur en général" : 900 FF "Équipe de maintenance des réacteurs" : 6 750 FF) (1 CAN\$ = 4,5 FF)
Espagne	Cofrentes Système de valeurs fonction du niveau de dose collectif annuel	1994	< 3 H.Sv par réacteur par an en moyenne sur 3 ans : 100 000 Ptas > 3 H.Sv par réacteur par an en moyenne sur 3 ans : 150 000 Ptas	< 3 H.Sv par réacteur par an en moyenne sur 3 ans : 6000 > 3 H.Sv par réacteur par an en moyenne sur 3 ans : 9000 (100 Ptas = 6 FF)
États-Unis	South Texas Système de valeurs fonction du niveau de dose individuel annuel	1993	< 10 mSv : 500 US\$ > 10 mSv : 2 500 US\$	< 10 mSv : 3 000 > 10 mSv : 15 000 (1 US\$ = 6 FF)
France	EDF Système de valeurs fonction du niveau de dose individuel annuel	1993		0 - 1 mSv : 100 1 - 5 mSv : 400 5 - 15 mSv : 2 300 15 - 30 mSv : 6 700 30 - 50 mSv : 15 000
Pays-Bas	Borselle Système de valeurs fonction du niveau de dose individuel annuel	1992	< 15 mSv : 1 000 FL > 15 mSv : 2 000 FL	< 15 mSv : 3 000 > 15 mSv : 6 000 (100 FL = 300 FF)
Roumanie	Cernadova Système de valeurs fonction du niveau de dose individuel annuel	1994	< 10 mSv : 3 US\$ > 10 mSv : 5 US\$	< 10 mSv : 18 > 10 mSv : 30 (1 US\$ = 6 FF)
Royaume-Uni	Sizewell Système de valeurs fonction du niveau de dose individuel annuel	-	Système du NRPB : entre 10 et 50 UK£	entre 100 et 500 (1 UK£ = 10 FF)

4.1.3. Mode de détermination des valeurs

Aucun exploitant ne dit que sa (ses) valeur(s) lui a (ont) été imposée(s) par les Autorités. Dans tous les cas où un système officiel existe chez un exploitant, la ou les valeurs ont fait l'objet d'une décision des responsables de l'entreprise au plus haut niveau, comme l'explique clairement pour les États-Unis le Centre Technique Régional Nord Américain d'ISOE [22] "généralement, le management de chaque site approuve une valeur monétaire de l'homme-sievert en vue de l'évaluation des projets". D'autres réponses à l'enquête montrent que la plupart du temps la décision est prise à l'issue d'une négociation entre différents départements du site ou de l'exploitant sur des propositions émises par le département de radioprotection : "les valeurs d'alpha ont été négociées entre le Directeur de la firme et le Comité ALARA", "les valeurs d'alpha ont été décidées par les managers de l'exploitant après discussion entre les départements de radioprotection, de conception, et de maintenance" (exploitant des Etats-Unis).

4.2. Les utilisations

4.2.1. Fréquence d'utilisation

Les réponses à l'enquête ont permis de déterminer la fréquence d'utilisation de la valeur monétaire de l'homme-sievert parmi les 70 % d'exploitants qui se sont dotés d'un système (cf. Tableau 6).

Tableau 6. Fréquence annuelle d'utilisation de la valeur d'alpha chez les exploitants

Fréquence annuelle d'utilisation	Pourcentage sur le nombre d'exploitants et de sites dotés d'un système
une fois	26 %
2 à 10 fois	48 %
plus de 10 fois	12 %
jamais	14 %

La fréquence d'utilisation des systèmes de valeurs d'alpha est assez faible. Les trois quarts des réponses en provenance des sites et des exploitants qui en disposent font état d'une fréquence d'utilisation inférieure à dix fois par an et plus du quart annoncent une fréquence d'une fois par an, ce qui laisse supposer qu'une utilisation formalisée de la

valeur d'alpha est réservée à des décisions importantes dans des contextes complexes. Il est intéressant de remarquer que des pourcentages d'exploitants pratiquement identiques utilisent fréquemment la valeur d'alpha (plus de 10 fois par an) ou ne l'utilisent pas du tout. On peut aussi remarquer que quelques exploitants qui disent ne pas avoir de système de valeurs monétaires de l'homme-sievert, fournissent des exemples de situations où ils ont utilisé cet outil. "Même si nous n'avons pas de valeur fixée, nous utilisons fréquemment le coût de l'homme-mSv comme un paramètre" (exploitant Japonais).

4.2.2. Type de décisions concernées

Une conclusion du Centre Technique Regional Nord Americain d'ISOE [22] est que "la valeur monétaire de l'homme-rem évité permet d'évaluer d'une façon pertinente des investissements concurrents". Cette conclusion peut être mise en perspective avec les résultats de l'enquête présentés ci-après.

Environ cent situations d'utilisation de la valeur d'alpha dans des processus décisionnels visant à réduire les expositions professionnelles ont été décrites par les représentants des sites ou des exploitants soit à l'occasion de l'enquête, soit à l'occasion de contacts personnels. La moitié des réponses correspondent à des exemples précis, la moitié à des cas génériques tels que des décisions de modifications des installations ou de mise en place de protections biologiques. Tous ces exemples ont été regroupés en plusieurs catégories dans le Tableau 7.

Tableau 7. Types de situations pour lesquelles la valeur d'alpha est utilisée par les exploitants

Type de situation	Fréquence sur l'ensemble des citations
Modification importante de la centrale	26 %
Réparation importante et coûteuse	13 %
Décontamination	13 %
Protection biologique	13 %
Gestion du travail (y compris automatismes et outils télécommandés dans un tiers des cas)	12 %
Modification mineure (y compris calorifugeage)	9 %
Gestion des points chauds (y compris modifications si nécessaire)	6 %
Modification de la chimie	4 %
Importante caractérisation radiologique (mesures ...)	4 %

Le Tableau 7 confirme que, dans tous les pays, l'utilisation de la valeur d'alpha est réservée à des décisions importantes à la fois en termes budgétaires et (ou) en termes d'impact sur l'exploitation ou la sûreté des installations : environ 60% des utilisations de cet outil correspondent à l'optimisation de modifications importantes des installations, de réparations importantes et coûteuses ou de la chimie du circuit primaire. Il est aussi intéressant de noter que les citations de protections biologiques concernent essentiellement la mise en place de protections biologiques permanentes, qui pourraient donc être ajoutées aux modifications des installations. En ce qui concerne la gestion du travail, les réponses à l'enquête décrivent un très large éventail d'exemples qui vont de la prise de décisions concernant la télémétrie automatisée jusqu'au nettoyage du site en passant par le contrôle vidéo, l'ergonomie des outils, les liaisons phoniques pour certaines catégories de travailleurs...

L'utilisation formalisée de la valeur d'alpha n'apparaît donc pas, sauf pour quelques exceptions, comme faisant partie de la pratique quotidienne. Cependant, et cela est confirmé par de nombreux interlocuteurs Européens, très souvent pour des décisions de moindre importance que celles qui ont été citées précédemment, même lorsqu'aucune procédure formalisée n'est pas mise en œuvre, il existe une référence "implicite à ce qui est raisonnable". Dans ce cas, les valeurs "officielles" sont connues et il n'est pas nécessaire de réaliser une étude très formalisée, souvent coûteuse en temps, pour prendre une décision "raisonnable".

Assez souvent, la valeur d'alpha est utilisée pour l'évaluation, du point de vue radioprotection, d'une seule option. Dans ce cas, son utilisation facilite l'acceptation ou le rejet de certains projets ; ce sera par exemple le cas pour de nombreux projets de décontamination, de mise en place de plates-formes permanentes... "Au niveau opérationnel, la décision est alors de faire ou de ne pas faire". Ce type de décision est beaucoup moins fréquent au stade de la conception de larges opérations (réparations, maintenance, modifications...), ou lorsque l'exploitant envisage un plan global de réduction des expositions à moyen ou long terme¹⁴ ; dans de tels cas, les réponses à l'enquête précisent que le rôle de la valeur d'alpha est essentiellement d'établir des priorités sur le critère radioprotection : "son rôle est de permettre de ranger les options

¹⁴ Sur de nombreux sites aux États-Unis, il existe des plans à cinq ans de réduction des doses qui incluent l'évaluation des coûts, des gains en doses et de retour d'investissement en évaluant la baisse du détriment. A Oskarsheim en Suède, la valeur d'alpha est utilisée comme un critère d'évaluation pour les plans d'investissement pour la réduction des doses à long terme qui sont soumis aux Autorités.

selon un certain ordre”, “elle facilite l’établissement de priorités pour les options de radioprotection et les modifications de l’installation”.

Quel que soit le type de décision (acceptation d’une option ou établissement de priorités), il est clair au travers de nombreuses réponses que la valeur monétaire de l’homme-sievert n’est pas utilisée comme un “outil de décision noir ou blanc”, et qu’elle aide essentiellement à “réduire la subjectivité dans la procédure de prise de décision”, sachant qu’elle n’est souvent “qu’un critère parmi d’autres”.

4.2.3. Caractéristiques des utilisateurs et perception de la valeur monétaire de l’homme-sievert au sein des entreprises

En pratique, les utilisateurs les plus courants de la valeur d’alpha sont les radioprotectionnistes, ainsi que cela est mentionné dans la quasi totalité des réponses à l’enquête. Certaines réponses précisent que les ingénieurs de conception “l’utilisent aussi de façon intensive”, mais souvent avec l’aide des radioprotectionnistes. Un quart des réponses précise que les radioprotectionnistes l’utilisent occasionnellement pour sélectionner des options qui seront mises en œuvre au sein de leur propre budget. Dans tous les autres cas, les radioprotectionnistes utilisent la valeur monétaire de l’homme-sievert pour préparer des décisions qui sont prises par les responsables de l’exploitant, du site ou les chefs des autres départements. Dans ces cas, la plupart du temps, comme cela a déjà été souligné, la valorisation du détriment radiologique est un des critères considérés et elle apparaît comme “une clarification dans une procédure d’aide à la décision qui favorise la transparence”. C’est alors un outil de management qui facilite les transactions et les “compromis” entre les différents aspects de la vie de l’entreprise : planning, disponibilité, sûreté...

De nombreux radioprotectionnistes considèrent la valeur d’alpha comme un outil “utile pour promouvoir des actions de radioprotection”. Les “managers” qui s’impliquent personnellement dans la mise en œuvre d’ALARA sur leur site utilisent aussi la valeur d’alpha comme un outil d’incitation ; cela est clairement dit par un chef de centrale française : “Si de l’argent doit être dépensé pour atteindre les objectifs (dosimétriques), il serait incompréhensible de le faire sans analyser ces objectifs au regard de la relation coût-efficacité, tout comme il serait désastreux de ne jamais faire un geste positif en direction des travailleurs, même si ce geste a une portée purement symbolique en termes financiers. C’est ce que notre personnel attend de nous. Cela montre notre engagement (pour mettre en œuvre ALARA) et cela est vital pour motiver le personnel” [23].

4.2.4. Utilisation de la valeur monétaire de l'homme-sievert dans les relations des exploitants avec les Autorités

La moitié des réponses des exploitants signalent que la valeur d'alpha est utilisée, plus ou moins fréquemment dans leurs discussions avec leurs Autorités de Radioprotection ou de Sûreté. Il est remarquable que cet outil soit utilisé par la quasi totalité des exploitants pour discuter avec les Autorités dans les pays où les Autorités ont pris une position positive et active (recommandation) sur la valeur de l'homme-sievert. Ainsi certaines réponses des États-Unis précisent que "l'objet... premier de la méthode est de montrer aux Autorités que nous sommes sérieux en matière de réduction de dose" ou "typiquement les Autorités sont favorables à des modifications qui sont coût-efficace du point de vue ALARA" ; et aux Pays-Bas : "dans les discussions avec les Autorités, elles acceptent le jeu de valeurs,... cela facilite les discussions, par exemple pour la décontamination du circuit primaire...".

4.2.5. Utilisation de la valeur monétaire de l'homme-sievert dans les relations des exploitants avec les entreprises extérieures

Dans un tiers de leurs réponses, les exploitants signalent que la valeur d'alpha est utilisée dans leurs relations avec les entreprises extérieures (contractantes) ; mais seule la moitié de ceux qui l'utilisent dans ces relations lui confèrent un statut contractuel. Ainsi aux Pays-Bas "nous utilisons la valeur d'alpha avec les entreprises extérieures pour accepter des options qu'elles proposent et pour demander des efforts supplémentaires" et en Suède "les entreprises extérieures doivent planifier leurs procédures de travail de façon à maintenir les expositions du personnel aussi basses que possible. Toutes les mesures réalisées en accord avec le principe ALARA jusqu'en 1999, doivent retenir la valeur de 4000 couronnes Suédoises par homme-mSv évité... La conception de nouveaux systèmes doit être faite de façon ALARA..." [24]. Aux États-Unis la valeur d'alpha est "parfois contractuelle" ou "contractuelle quand cela apparaît approprié". Dans plusieurs centrales, les exemples de l'utilisation de la valeur d'alpha dans les relations avec les entreprises extérieures concernent "les générateurs de vapeur, les activités de rechargement de combustible, et les modifications". Les exploitants considèrent alors cet outil comme un élément d'incitation vis-à-vis des entreprises en vue d'améliorer leurs équipements.

4.2.6. Existence de modes d'emploi

Près des deux tiers des utilisateurs de la valeur monétaire de l'homme-sievert disposent d'un guide d'utilisation. Ce guide précise généralement comment effectuer une étude coût-bénéfice et fournit une feuille d'évaluation à compléter. Dans quelques cas (Allemagne, Canada), il précise aussi les niveaux d'exposition individuelle et collective en dessous desquels il n'est pas nécessaire ni d'effectuer des études coût-bénéfice, ni même de mettre en œuvre des actions de protection spécifiques.

4.2.7. Quelques biais à éviter

Deux "biais principaux dans l'utilisation de l'outil pour gérer la réduction des expositions" ont été de nombreuses fois évoqués lors de contacts personnels avec les exploitants.

Le premier biais correspond à l'idée que si la valeur d'alpha représente le "coût du détriment", un travailleur pourrait au cours de sa vie professionnelle réclamer une prime de risque correspondant à la valorisation monétaire de son détriment. Si l'on acceptait cette logique, cela pourrait conduire à des comportements visant à accroître les expositions individuelles réelles ou comptabilisées, certains individus cherchant à accroître leur "exposition" pour accroître fictivement leur prime. Il est clair qu'un tel comportement serait totalement contraire à l'approche ALARA. De ce fait, il est impératif de bien expliquer à toutes les personnes concernées que la valeur d'alpha est la valeur qu'une société (ou un exploitant ou un site) accepte de payer pour réduire le risque et seulement pour le réduire.

Le second biais correspond à l'idée que, lorsqu'une valeur d'alpha a été déterminée et retenue, toute réduction de dose devrait être automatiquement "payée" à hauteur de la valorisation monétaire du détriment correspondant. Cette interprétation a conduit à des incompréhensions entre entreprises et exploitants en particulier lors de discussions sur des développements d'outillage ou des chantiers à venir, ou même entre les managers des exploitants (ou des sites) et leurs services ou départements lors de la discussion des budgets annuels. Comme il a été dit au paragraphe 4.2.2.2 ci-dessus, la logique de tout système de valorisation monétaire de l'homme-sievert est en premier lieu de rejeter les options clairement non raisonnables, puis d'établir des priorités parmi les options raisonnables. Cela veut-il dire que toutes les options raisonnables doivent être mises en œuvre immédiatement ? La pratique montre que cela ne serait pas "raisonnable". Une fois les options classées, la comparaison avec le budget disponible est indispensable pour permettre de déterminer celles qui seront mises en œuvre les premières en priorité, sur le

budget de l'exercice, et pour repousser les autres sur les exercices ultérieurs¹⁵. De nouvelles études seront alors effectuées si de nouvelles options sont disponibles, si le contexte tant dosimétrique qu'économique ou social a changé.

Cependant, il ne serait pas rationnel (ni raisonnable) de se doter de valeurs monétaires de l'homme-sievert sans que celles-ci correspondent d'une façon ou d'une autre aux ressources que l'on compte (ou peut) engager sur une période de moyen ou long terme pour gérer le risque radiologique.

4.3. Arguments contre l'utilisation de valeurs monétaires de référence de l'homme-sievert comme outil de management

Le quart des exploitants et sites nucléaires non doté de système de valeurs d'alpha appartient à trois pays : Belgique, Italie et Japon. Plusieurs arguments sont mis en avant pour expliquer la non utilisation de valeurs d'alpha. En Italie, il est fait une référence directe à la position des Autorités : "Les Autorités italiennes sont contre ; en conséquence, un tel système n'est pas retenu". Ailleurs, tous s'accordent pour dire que même si "ALARA est toujours mis en œuvre" (Belgique), ou si "diverses méthodes de réduction des expositions ont été mises en œuvre en appliquant ALARA" (Japon), plusieurs raisons militent en faveur de la non utilisation de valeurs d'alpha.

L'argument le plus souvent cité correspond au fait que les décisions sont pratiquement toujours prises en s'appuyant sur de nombreux facteurs. Sur ce point, comme nous l'avons déjà vu (voir 4.2.2 supra), ces exploitants ont un point de vue et une expérience semblables à ceux des exploitants qui utilisent une valeur d'alpha. Cela met en évidence que même si l'on s'est doté d'une valeur d'alpha, il ne serait pas très judicieux d'utiliser le résultat d'une étude coût-bénéfice comme la décision "qui doit être prise", mais seulement comme un élément de clarification et d'aide à la décision.

Un autre argument est qu'il est obligatoire, dans certains contextes sociaux et politiques, de montrer à l'opinion publique que l'on minimise tous les risques. De ce fait, tout ce qu'il est techniquement possible de faire pour réduire les doses devrait être mis en œuvre quel qu'en soit le coût (philosophie de la "Meilleure Technologie Disponible"). "Parce que la dose collective minimale est un des moyens de prouver la sûreté des installations à

¹⁵ La valeur monétaire de l'homme-sievert n'étant qu'un critère parmi d'autres dans le processus décisionnel, les options finalement retenues ne seront pas forcément les plus "coûts-efficaces" au regard de la valeur d'alpha.

l'opinion publique, nous n'avons pas estimé de valeur d'alpha, ni pris en compte l'optimisation" (plusieurs exploitants japonais). Cependant en pratique, les contraintes budgétaires s'imposent aussi aux exploitants de ces pays même en l'absence de valeurs d'alpha. "Une décision est (toujours) fondée sur la dose évitée, le coût de l'investissement, le coût d'exploitation, la faisabilité technique..." (Belgique). "Nous n'avons pas réalisé d'estimation quantifiée, mais nous n'avons pas complètement ignoré la valorisation monétaire des réductions de dose" (plusieurs exploitants japonais). "L'établissement de telles valeurs n'a pas été considérée systématiquement, mais au cas par cas et il se pourrait qu'un jour ou l'autre l'approche soit plus formalisée" (un exploitant japonais). "Nous sommes actuellement en train d'évaluer une valeur d'alpha, nous pensons qu'elle pourrait correspondre à plusieurs millions de yen par homme-sievert" (un exploitant japonais).

4.4. Conclusion sur les pratiques des exploitants

Cette enquête a montré que le concept de valeur monétaire de l'homme-sievert est un concept de plus en plus couramment admis chez les exploitants nucléaires, plus encore que dans la communauté des Autorités. En 1997, près des trois quart des sites et exploitants étaient dotés d'un système de valeurs monétaires de l'homme-sievert. Ils l'utilisent de façon interne une à dix fois par an pour faciliter et clarifier des décisions d'investissement importantes. En pratique, les plus grands utilisateurs de la valeur d'alpha sont les radioprotectionnistes et les ingénieurs de conception qui préparent, pour les responsables de l'exploitant, des dossiers en vue de la prise de décision sur des projets tels que modifications de l'installation, décontaminations majeures, réparations coûteuses et importantes, importante étude de caractérisation des conditions radiologiques du site, modifications majeures de la chimie du réacteur... La valeur monétaire de l'homme-sievert permet essentiellement de réduire la dimension subjective au niveau des décisions, mais elle est rarement le seul critère de décision. La valeur monétaire de l'homme-sievert est aussi utilisée occasionnellement par les radioprotectionnistes pour sélectionner des options qui seront mises en œuvre au sein de leur budget propre. On peut aussi dire que pour des décisions importantes, dès lors que l'on s'est doté d'un système de valeurs monétaires de l'homme-sievert, il apparaît comme un "outil de transaction efficace entre partenaires", tant entre l'exploitant et ses sites que dans les relations avec les entreprises extérieures. Environ un tiers des sites utilisent parfois cet outil pour discuter avec leurs sous-traitants. Quand les Autorités de Radioprotection se sont elles même dotées d'une valeur de base, les exploitants utilisent aussi cet outil dans leurs discussions avec elles : c'est le cas de la moitié des sites qui disposent d'une valeur d'alpha. Enfin, un quart des sites ne disposent pas de système de valeurs d'alpha, mais il paraît probable qu'il y ait une évolution vers une généralisation de ce type de système dans les années à venir.

5. CONCLUSION

Les Autorités de Radioprotection sont de plus en plus nombreuses à établir des systèmes de valeurs monétaires de l'homme-sievert qui tiennent compte de la richesse réelle de leur pays. Ces systèmes, qui la plupart du temps ne comportent qu'une seule valeur, correspondent de l'avis même des Autorités à des valeurs recommandées minimales. Leur utilisation n'est jamais obligatoire, mais de nombreuses Autorités les considèrent comme une aide dans le cadre de leur dialogue avec les exploitants afin de déterminer si tout ce qui est raisonnable a été envisagé ou non dans le cas de décisions importantes. En ce qui concerne l'industrie nucléaire, toutes les Autorités de Radioprotection estiment que l'optimisation de la radioprotection est de la responsabilité des industriels¹⁶, et que de ce fait la valeur d'alpha doit essentiellement être considérée comme un outil de gestion pour ces industriels.

Il n'est donc pas surprenant que le concept soit nettement plus diffusé chez les exploitants que parmi les Autorités. Chez les exploitants, la détermination d'un système de valeurs d'alpha interne à l'entreprise est effectuée en s'appuyant non seulement sur le niveau de richesse national (ou sur les recommandations des Autorités lorsqu'il y en a), mais aussi sur des standards internationaux de l'industrie électronucléaire traduisant les objectifs et les ressources disponibles de cette industrie. Les valeurs internes aux industriels sont toujours plus, voire nettement plus, élevées que les valeurs recommandées par les Autorités. Elles sont utilisées comme un outil de gestion et d'aide à la décision dans le cas où les enjeux financiers sont importants. Elles sont rarement utilisées comme critère unique dans la prise de décision.

Une évolution récente et intéressante apparaît à travers plusieurs réponses à l'enquête. Aux Pays-Bas, les valeurs monétaires de l'homme-sievert vont être déterminées suite à une négociation entre les Autorités et les exploitants et seront de plus en plus souvent utilisées comme outil de transaction entre ces partenaires ; en France, sur certains sites, l'outil est déjà utilisé pour démontrer l'implication personnelle des managers dans la

¹⁶ Sur le plan juridique, cette responsabilité est clairement inscrite dans la plupart des réglementations. Les Directives Européennes précisent également que la mise en œuvre d'ALARA est de la responsabilité conjointe des employeurs et des exploitants.

réduction des doses ; dans ces deux cas, le système de valeurs monétaires de l'homme-sievert, plus qu'un simple outil d'aide à la décision pour les managers, devient un outil permettant de faciliter l'élaboration d'un compromis social sur le risque radiologique résiduel acceptable.

REFERENCES

- [1] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, **Implication of Commission Recommendations that Doses be kept as Low as Reasonably Achievable**, ICRP Publication 22, Pergamon Press, Oxford, 1973.
- [2] BAUM J.W., **Value of Public Health and Safety Actions and Radiation Dose Avoided**, NUREG/CR-6212, Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, May 1994.
- [3] LEFAURE C., **Les valeurs monétaires de l'homme-sievert : perspectives internationales**, Risque et Prévention n° 15, CEPN, Nov. 1995.
- [4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, **Cost-Benefit Analysis in the Optimisation of Radiation Protection**, ICRP Publication 37, Pergamon Press, Oxford, 1983.
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, **Assigning a Value to Transboundary Radiation Exposure**, IAEA Safety Series 67, Vienna, 1985.
- [6] CLARK M., FLEISHMAN A., WEBB G., **Optimisation of Radiological Protection of the Public (a Provisional Framework of the Application of Cost-Benefit Analysis to Normal Operation)**, NRPB R-120, July 1981.
- [7] Statement from meeting of the Nordic Radiation Protection Regulatory bodies, Reykjavik, June 1991.
- [8] BERGMAN C., **How Much are we Willing to Pay in Order to Prevent Death Caused by Cancer?**, SSI-Report N°92-03, Stockholm, 1992 (in Swedish).
- [9] KUNZ E., SVEC J., PRISTUPY K., **Optimalizaci radiacni ochrany v jaderné, energetice**, Jaderna energy 23: 415-417, 1997.
- [10] US NATIONAL REGULATORY COMMISSION, **Reassessment of NRC's Dollar per Person-Rem Conversion Factor Policy**, NUREG - 1530, Washington, December 1995.
- [11] NATIONAL RADIOLOGICAL PROTECTION BOARD, **Occupational, Public and Medical Exposure**, Documents of the NRPB, Vol. 4, n°2, 1993.
- [12] LOCHARD J., LEFAURE C., SCHIEBER C., SCHNEIDER T., **A Model for the Determination of Monetary Values of the Man-Sievert**, IRPA 9, International Congress on Radiation Protection, Vienna, April 14-19, 1996.
- [13] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, **1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection**, ICRP Publication 60, Pergamon Press, Oxford, 1991.

- [14] CANADIAN REGULATORY BODY, personal communication, 1997.
- [15] INSTITUTE OF NUCLEAR POWER OPERATIONS, **Guidelines for Radiological Protection at Nuclear Power Station**, INPO 91-014, 1991.
- [16] KHAN T., BAUM J., **Optimisation of the Control of Contamination at NPPs**, NUREG-CR-5038, Brookhaven National Laboratory, Upton, New-York, 1988.
- [17] ONTARIO HYDRO UTILITY, **Assigning a Monetary Value to the Person-Sievert**, Report HSD HP 92 35, Toronto, Canada 1992.
- [18] VATTENFALL UTILITY, Report PKSR-MG/KA50/A/1991 1003, Sweden 1991.
- [19] VGB WORKING PANEL, Practical Radiation Protection ALARA Working Group, **Simplified Cost-Benefit Analysis for Measures to Optimise Radiation Protection**, Essen, March 1996.
- [20] SOLLET E., CARMENA P., **Optimizacion de la proteccion radiologica: valor monetario del Sv.persona para dosis ocupacionales**, Radioproteccion n°14, vol. V, 1997.
- [21] ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE (KOREA), personal communication, 1996.
- [22] INTERNATIONAL SYSTEM OF OCCUPATIONAL EXPOSURE NORTH AMERICAN REGIONAL TECHNICAL CENTRE, **Monetary Value of Person-Rem Avoided**, Information Sheet 97-1, Champaigne, Illinois, 1997.
- [23] CHARRIERE J.L., **ALARA Policy, Application and Benefits at a French NPP: the Manager Point of View**, to be published in Proceedings of the ALARA Awareness Workshop for plant managers and regulatory bodies senior staff, IAEA, Vienna, April 1998.
- [24] OSKARSHEIM NUCLEAR POWER PLANT, OKG report 97-03793, Sweden 1997.

ANNEXE : Présentation des questionnaires



Authority Name:.....

Contact-Person:.....

**REQUEST OF INFORMATION ON REFERENCE MONETARY VALUE
OF THE UNIT OF COLLECTIVE DOSE**

QUESTIONNAIRE FOR THE AUTHORITIES

- Have you established one or several reference monetary value(s) of the unit of collective dose (so called alpha values)?
 Yes No

↳ If No, please go to the last question.

- If yes, please indicate the alpha value(s), in your own currency and the corresponding unit of collective dose, and the corresponding exposure situations (worker, public...):

.....
.....
.....
.....

- When was it set?

- Are there any documents explaining how the alpha value has been established?
 Yes No

Reference to documents:

.....
.....
.....
.....

Contact-Person:

- Are there any documents explaining how the alpha values should be used?
 Yes No

Reference to documents:

.....
.....
.....
.....

Contact-Person:





Plant Name:.....

Plant Unit:

Contact-Person:.....

**REQUEST OF INFORMATION ON REFERENCE MONETARY VALUE
OF THE UNIT OF COLLECTIVE DOSE**

QUESTIONNAIRE FOR NUCLEAR POWER PLANTS

- Do you use one or several reference monetary value(s) of the unit of collective dose (so called alpha values)?

Yes No

- If yes, please indicate the alpha value(s), in your own currency and the corresponding unit of collective dose, and the corresponding exposure situations (worker, public...):

.....

- When was it set?

- Has the alpha value been defined by:

the authority? Yes No
 at the corporate level? Yes No
 at the plant level? Yes No

- Is the alpha value:

based on a model? Yes No
 negotiated? Yes No
 imposed? Yes No

- Are there any documents explaining how the alpha value has been established?

Yes No

Reference to documents:

.....

Contact-Person:



**REQUEST OF INFORMATION ON REFERENCE MONETARY VALUE
OF THE UNIT OF COLLECTIVE DOSE**

- Are there any documents explaining how the alpha values should be used?
 Yes No

Reference to documents:

.....

.....

.....

.....

Contact-Person:

- In your opinion, for the decisions taken at the plant level, how many times a year is alpha value used as a criterion:
 - never
 - once a year
 - from 1 to 10 times a year
 - more than 10 times a year

- Is alpha value used as a criterion during the decision process for radiation protection investments by:
 - top-level managers? Yes No
 - department managers? Yes No
 - Radiation Protection department? Yes No

- Is the alpha value used during the discussions with the contractors?
 Yes No

 ↳ If Yes, ① for which type of job, or which subject?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

 ② is the alpha value included in the contracts?

Yes No

- Is the alpha value used during the discussions with Safety and/or Radiation Protection authorities?
 Yes No



Utility Name:.....

Contact-Person:.....

**REQUEST OF INFORMATION ON REFERENCE MONETARY VALUE
OF THE UNIT OF COLLECTIVE DOSE**

QUESTIONNAIRE FOR UTILITIES

- Have you established one or several reference monetary value(s) of the unit of collective dose (so called alpha values)?
 Yes No

↳ If No, please go to the last question.

- Do you use the same alpha value for all the sites operated by your utility?
 Yes No

↳ If Yes, please indicate the alpha value(s), in your own currency and the corresponding unit of collective dose, and the corresponding exposure situations (worker, public...):

.....

When was it set?

↳ If No, please explain why you establish different alpha value(s):

.....

Indicate the different alpha value(s) in your own currency and the corresponding unit of collective dose, and the corresponding exposure situations (worker, public...):

.....

When were they set?



**REQUEST OF INFORMATION ON REFERENCE MONETARY VALUE
OF THE UNIT OF COLLECTIVE DOSE**

- Is the alpha value:
 based on a model? Yes No
 negotiated? Yes No
 imposed? Yes No

- Are there any documents explaining how the alpha value has been established?
 Yes No

Reference to documents:

.....

.....

.....

Contact-Person:

- Are there any documents explaining how the alpha values should be used?
 Yes No

Reference to documents:

.....

.....

.....

Contact-Person:

- In your opinion, for the decisions taken at the corporate level, how many times a year is alpha value used as a criterion:
 never
 once a year
 from 1 to 10 times a year
 more than 10 times a year

- Is the alpha value used during the discussions with the contractors?
 Yes No

 ↳ If Yes, ① for which type of job, or which subject?

.....

.....

 ② is the alpha value included in the contracts?

Yes No

