

Clamart, le 28 septembre 2007

COMPTE RENDU DE LA REUNION DU GT-CIPR

IRSN - 15 juin 2007

Le Groupe de travail sur la Commission internationale de protection radiologique (GT-CIPR) s'est réuni le 15 juin 2007 sous la présidence d'Annie Sugier (IRSN, membre de la Commission principale et présidente du Comité 4 de la CIPR). L'ordre du jour (PJ 1) est orienté sur des sujets à dominante scientifique.

Direction de la stratégie,
du développement
et des relations extérieures

BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

tél. (33) 01 58 35 93 31
fax (33) 01 58 35 79 62
annie.sugier@irsn.fr
jean-francois.lecomte@irsn.fr

DSDRE/DOS/2007-134

1. Introduction

En introduction, afin de faire un point d'actualité sur les travaux de la CIPR, Annie Sugier a présenté l'état d'avancement des nouvelles recommandations. Après une dernière information-consultation sur le web et les ultimes arbitrages parfois difficiles au sein même de la Commission principale, celle-ci a adopté ses nouvelles recommandations en mars 2007 (réunion à Essen - Allemagne). Les « documents fondateurs » (considérés comme des annexes) et les « *building blocks* » (documents autoportants contribuant aux nouvelles recommandations) avaient été approuvés précédemment et certains sont déjà publiés. Le N°14 de la « Lettre de la CIPR » (PJ 3) résume en quelques pages les points saillants de ces recommandations. La question est maintenant de savoir si l'AIEA et Euratom, qui ont engagé la révision de leurs propres normes de base en radioprotection, vont suivre la CIPR sur les avancées qu'elle propose (en particulier pour ce qui concerne la gestion des situations d'exposition d'urgence et existantes). Une présentation de ces travaux est prévue durant le congrès national de la SFRP à Reims (19-21/06/07). Dans ce contexte, les prochains numéros de la « Lettre de la CIPR » devraient évoluer en élargissant le champ aux travaux des organisations impliquées dans l'évolution des normes de base.

Annie Sugier a également évoqué le débat au sein du Groupe permanent « Déchets » à propos des critères de radioprotection pertinents pour apprécier l'impact d'un site de stockage géologique. L'une des questions portait sur l'utilisation « mathématique » des outils du système de radioprotection (calcul du nombre de décès chez un groupe d'individus exposés, à partir de la dose résultant d'un radionucléide donné sur un organe cible, cumulée sur plusieurs générations). Compte tenu des postulats inhérents aux concepts utilisés et des incertitudes liées au mode de calcul, cette méthode est inappropriée dans une démarche prospective sur le très long terme. Son utilisation pour dimensionner un site de stockage géologique trahissait un déficit de culture en radioprotection, d'où l'intérêt de développer l'information et les échanges sur la doctrine dans ce domaine.

2 -Travaux sur le risque lié aux émetteurs alpha (Margot Tirmache, IRSN)

Le thème du risque de cancer et autres maladies après exposition chronique à des émetteurs alpha (appelé Alpha Risk) fait à la fois l'objet d'un programme de recherche européen dans le cadre du 6^{ème} PCRD et d'un groupe de travail (Task group) du Comité 1 (Effets des rayonnements) de la CIPR, les deux étant coordonnés par M. Tirmache (voir PJ 4).

2.1. Contrat de recherche européen (cf. www.alpha-risk.org)

L'objectif scientifique est d'étudier les risques à long terme après exposition aux rayonnements alpha, en tenant compte des autres expositions (radio-induites ou non). Les situations concernées sont les expositions au radon (mineurs et population générale) et à l'uranium et ses dérivés (travailleurs du nucléaire), sachant que les individus sont simultanément exposés à d'autres agents (irradiation externe, tabac, produits chimiques...). Le travail a été réparti en plusieurs groupes : constitution d'une base de données commune concernant les mineurs d'uranium (tchèques, français et allemands) et analyse des études épidémiologiques correspondantes (GT 1), études sur le risque de cancer du poumon lié au radon domestique (GT 2) et études sur les travailleurs du nucléaire exposés à des contaminations internes dues à l'uranium et le plutonium (GT 3 et GT 4). Le GT 5 est chargé du calcul de la dose aux différents organes et le GT 6 de l'évaluation du risque pour les différentes populations (professionnels, autres) et de l'intégration des résultats. A mi-terme (février 2007), le travail avait bien avancé, en particulier pour les GT 1 et 2 qui se sont appuyés sur de nombreuses études récemment publiées au niveau international.

S'agissant du radon et ses descendants, la relation dose-effet est confirmée pour les mineurs et mise en évidence pour la population générale (habitat) grâce au cumul des études qui en augmente la puissance statistique (l'augmentation du risque de cancer du poumon serait de l'ordre de 8% par tranche de 100 Bq.m⁻³ supplémentaire lors d'une exposition cumulée sur 30 ans, y compris chez les non-fumeurs). Des cancers autres que celui du poumon sont suspectés mais aucun effet autre que le cancer n'a pu être mis en évidence. S'agissant des autres radionucléides (U, Pu), un risque de cancer du poumon est suspecté, sans conclusion nette (les recherches se poursuivent).

2.2. Task group (TG) de la CIPR sur le risque de cancer lié aux émetteurs alpha

Le champ d'investigation du TG est quant à lui limité aux seuls émetteurs alpha, à savoir le radon (notamment les résultats des études postérieures au BEIR VI) et les autres émetteurs alpha (Pu, U, thorotrast). Sur un mandat de 4 ans (2006-10), les deux premières années sont consacrées à la collecte des données épidémiologiques et éventuellement biologiques et les deux suivantes à l'analyse de ces données et aux conclusions à en tirer pour les coefficients de risques relatifs aux différentes maladies

considérées. Après deux réunions (février 2006 à Fontenay-aux-Roses, mars 2007 à Mayence - Allemagne), des questions sont apparues concernant :

- le mode de gestion du radon (sur la base de la concentration en Bq.m^{-3} ou de la dose en mSv.an^{-1} ?) ;
- le coefficient de risque (est-ce le même pour le radon que pour les autres émetteurs alpha ?) ;
- la dose à l'organe (sera-t-elle comparable à celle pour l'exposition externe évalué à partir des résultats de Hiroshima-Nagasaki ?).

2.3. Discussion

En réponse aux nombreuses questions de la salle, Margot Tirmarche a fourni les explications suivantes :

- la diminution des incertitudes concernant la relation dose-effet pour le radon ne modifie pas la pente de la courbe (pas d'effet de seuil à ce stade). L'effet est net pour des expositions relativement faibles, autour de 200 Bq.m^{-3} ;
- la mise en œuvre d'une politique de gestion du risque radon est nécessaire. Cependant, les niveaux à partir desquels les résultats sont statistiquement significatifs en épidémiologie ne constituent pas forcément les niveaux d'action les plus pertinents. Les incertitudes restent nombreuses et il convient d'en tenir compte (l'OMS quant à elle chiffre à 16% l'augmentation du risque par tranche de 100 Bq.m^{-3}) ;
- la mise en évidence d'une éventuelle synergie entre radon et autres polluants n'est pas facile, en raison notamment des différences de méthodes de mesure (ponctuelles vs continues). L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) vient de mener une étude sur les polluants de l'habitat mais il n'a pas encore rendu ses conclusions (en outre, elle a été réalisée sur un corpus de mesures faible) ;
- l'évaluation du risque radon pour les travailleurs ou les habitants tient compte des durées respectives d'exposition. Sur cette base, 1 WLM (*Working level month*, unité de concentration en radon dans les mines) correspond à environ 230 Bq.m^{-3} dans l'habitat ;
- l'estimation de l'exposition interne nécessite de connaître - ou de présumer - la durée d'exposition antérieure. Plus généralement, comme le précise B. Le Guen, il faut connaître préalablement le type de contamination potentielle pour mettre en place une surveillance adaptée (alors que les difficultés pour évaluer l'exposition externe sont presque exclusivement liées à la mesure). Cette contrainte limite les cas dans lesquels les données existent, d'où les difficultés à lever les incertitudes. Cette situation est propice aux contestations, comme par exemple le rapport du CERI (cf. réunion du GT-CIPR du 02/11/05) ;
- l'absence de mise en évidence de maladie non cancéreuses parmi les effets du radon méritera confirmation à partir notamment de l'étude des organes à risque, en s'inspirant de l'approche dosimétrique, mais la priorité actuelle est plutôt l'étude des différents types de tumeurs et de leucémies ;
- l'équipe de scientifiques impliqués dans le contrat européen réunit une cinquantaine d'épidémiologistes, dosimétristes et statisticiens. Des relations de travail -solides bien que peu connues - ont été établies avec les physiciens.

Plusieurs questions ont porté sur les expositions dans le domaine militaire. Margot Tirmarche a indiqué que l'IRSN, bien que n'étant pas partenaire dans l'étude des militaires du Centre d'expérimentation du Pacifique (l'INSERM ne l'a pas encore publiée), a participé à des recherches sur les expositions externes et interne des personnels du CEA/DAM. S'agissant des autres sites et des autres personnels, l'analyse est rendue difficile par la faiblesse des cohortes, le manque de données et les aspects liés au secret défense. Annie Sugier ajoute que la cohorte des personnes irradiées à Hiroshima et Nagasaki, suivie depuis 47 ans, bien documentée et dont les résultats sont périodiquement réactualisés, reste une référence précieuse pour l'évaluation du risque radiologique.

3. Les avancées dans le domaine de la dosimétrie interne

La dosimétrie interne est complexe et les incertitudes qui lui sont associées conduisent certains à mettre en doute l'évaluation des doses correspondantes (cf. ci-dessus). François Paquet (IRSN), membre du Comité 2 (dosimétrie) de la CIPR, a structuré son intervention en fonction des pistes d'amélioration.

3.1. Les moyens de mesure

Les méthodes actuelles sont fiables (nombreux détecteurs à hautes sensibilité et résolution) malgré quelques difficultés, en particulier pour la mesure des actinides dont l'énergie est faible (alors que leur toxicité est forte). Des améliorations sont en cours, grâce au développement des semi-conducteurs opérant à température ambiante. Pour la mesure in vitro (des excréments), la méthode actuelle est efficace (bonne sensibilité) mais le temps de mesure est long (quelques jours). Il est possible de la réduire à 1 jour grâce à la spectrométrie de masse (ICP-MS).

3.2. Les modèles biocinétiques

Les modèles applicables à l'homme sont dérivés de l'expérimentation animale, moyennant d'importantes extrapolations. Seuls deux laboratoires au monde réalisent encore des mesures de biocinétique (dont l'un à l'IRSN). Or, les résultats de l'expérimentation animale ne confirment pas ceux obtenus à partir des modèles en cas d'exposition chronique cumulée. D'où l'idée de mener des recherches sur des organes non pris en compte dans les modèles. Des études sur le cerveau du rat ont mis en évidence une concentration inattendue d'uranium dans cet organe (à des degrés différents selon que la contamination provient d'une inhalation, d'une ingestion ou d'une injection), même en l'absence de détection dans les urines et les fèces. Ces découvertes ouvrent des pistes pour améliorer les modèles.

3.3. Les données en radiobiologie

L'ADN est considéré comme la cible principale des rayonnements. Toutefois, la mise en évidence d'effet non ciblés brouille les pistes. Une étude fine de l'os a permis de mieux identifier les cellules cibles de la moelle osseuse et ainsi de réviser le modèle correspondant.

3.4. Les codes de calcul

Grâce aux progrès de l'imagerie et à l'augmentation de la puissance des ordinateurs, la numérisation des « fantômes » anthropomorphes (à partir d'images de personnes réelles) s'est généralisée (une trentaine de fantômes de ce type ont été développés). Ils constituent des outils précieux permettant des calculs dosimétriques plus réalistes.

3.5. Les modèles dosimétriques

De nombreux modèles dosimétriques ont été développés, en fonction du type de personnes exposées (âge, public/travailleur...) et des conditions d'exposition. Plusieurs facteurs sont porteurs d'incertitudes : hétérogénéité des dépôts d'énergie, multiplicité des paramètres des modèles bio-cinétiques, complexité et variabilité de la physiologie des individus, différentes efficacités biologiques relatives selon les espèces et les effets recherchés, etc. De nouveaux modèles plus complexes mais plus réalistes ont été développés (modèle alimentaire, par exemple) ou sont en préparation (modèle pour les blessures).

3.6. L'accessibilité des modèles

Les modèles de la CIPR sont utilisables grâce à des abaques et des logiciels simples permettant de calculer la dose reçue en fonction de l'activité mesurée dans les excréta. Pourtant, les exercices d'inter-comparaisons montrent parfois des résultats avec 6 ordres de grandeur d'écart. Un effort est en cours pour simplifier encore les outils de calcul avec notamment l'apparition du concept de dose par unité de contenu (*dose per unit content*) et le développement de guides plus précis pour l'évaluation des doses internes. A terme, la future publication de la CIPR (fin 2008) sur l'incorporation de radionucléides en milieu professionnel, fera un point précis sur les incertitudes liées à la détermination d'une dose et sur les limites de l'usage du concept de dose efficace.

3.7. Le traitement des contaminations internes

Celui-ci repose sur une pharmacopée et des guides d'utilisation. Cependant, le DTPA, préconisé pour le traitement des contaminations internes, ne dispose pas encore d'autorisation de mise sur le marché

(AMM) ; en outre, il n'est pas universel et les autres molécules comme le bicarbonate de sodium préconisé pour l'uranium ne sont pas très efficaces. L'AMM du DTPA, demandée en 2006, sera facilitée par le récent retour d'expérience du traitement de plus de 450 travailleurs durant 30 ans, qui a montré son efficacité.

3.8. Discussion

Après avoir conclu en disant que ces avancées concouraient à une meilleure évaluation des risques, F. Paquet a répondu à de nombreuses questions en apportant les précisions suivantes.

- la diversité des fantômes anthropomorphes permet de répondre aux différents besoins, notamment pour différencier les genres ;
- en revanche, il n'y a pas de coefficient de dose spécifique à chaque sexe. Cette question entraîne une discussion sur les concepts de dose et leur utilisation. En particulier, il est rappelé que le concept de dose efficace, utilisé prospectivement pour la gestion du risque, est global, c'est-à-dire qu'il est un indicateur du risque pour le corps entier sans distinction des organes. S'il est possible d'estimer une dose efficace à partir d'une dose à l'organe (dose équivalente), l'inverse n'est pas vrai comme le rappelle Jean-Claude Nénot, et pourrait même conduire à des aberrations (passage d'une dose à 1 organe à une dose efficace puis à une dose à 1 autre organe, par exemple). Pour une évaluation rétrospective du risque, il convient d'utiliser des concepts tenant compte des paramètres réels de l'exposition ;
- malgré leur utilisation fréquente en radiothérapie, la détection des rayonnements bêta n'est pas une priorité et les progrès dans ce domaine sont lents ;
- le spectromètre de masse (ICP-MS) permet de distinguer l'ensemble des radionucléides (avec leur composition isotopique). Cette méthode, fiable pour les éléments lourds, l'est moins pour les plus légers ;
- le nouveau modèle alimentaire a eu une incidence sur les facteurs de dose et sur les doses par unité d'incorporation (DPI) ;
- les détecteurs utilisant des semi-conducteurs sont désormais pratiquement aussi sensibles que la spectrométrie alpha. Ils sont complémentaires des systèmes actuels, en particulier pour obtenir des résultats rapides après une blessure (mesure à température ambiante) ;
- les moyens de mesure de la dosimétrie interne restent complexes et leur utilisation une affaire de spécialistes, dans un contexte où il existe une demande forte de moyens permettant d'estimer la dose individuelle d'une personne exposée au sein d'une cohorte.

4. Point sur les travaux de L'UNSCEAR (Anne Flüry-Hérard)

Après un rappel général sur l'UNSCEAR, Anne Flüry-Hérard (CEA) a passé en revue les sujets en cours d'étude (voir PJ 5 ; les diapos présentées sont les n°1 à 18 ; les autres sont fournies à titre d'information).

4.1. Rappel

L'UNSCEAR (United Nation Committee on the Effects of Atomic Radiation), créé en 1955, est le comité scientifique des Nations-Unies chargé de d'évaluer les sources de rayonnements ionisants auxquelles les humains sont exposés, ainsi que leurs effets (la dernière mise à jour de ses rapports sur les sources et leurs effets date de 2000-01). Composé des délégations scientifiques de 21 pays aidés de quelques consultants (soit en tout de l'ordre de 200 experts impliqués), il travaille uniquement à partir de documents publiés dans des revues scientifiques. Il ne mène pas de recherches lui-même mais il analyse les publications et en tire des synthèses.

L'UNSCEAR publie régulièrement des rapports scientifiques mais n'émet pas de recommandations. Ses rapports servent de matériaux pour les autres organisations internationales chargées de bâtir le système de gestion du risque radiologique et la réglementation.

Les travaux de l'UNSCEAR ont fait l'objet d'un colloque au ministère de la santé le 23 avril dernier. Ils sont consultables sur le site www.unscear.org.

4.2. Sujets en cours d'étude

Lors de sa 55^{ème} session en mai 2007, l'UNSCEAR a passé en revue les dernières publications scientifiques. Il a décidé de retarder de quelques mois la publication de certains de ses rapports pour en tenir compte. Parmi ceux dont l'approbation est envisagée en 2008 :

Tchernobyl : le rapport correspondant sera actualisé sur la base de la nouvelle estimation des doses (DS02) et des données sur les cancers de la thyroïde, les cataractes et les leucémies, ainsi que sur la question des intervenants et « liquidateurs ».

Accidents : l'UNSCEAR procède à un recensement des radionucléides susceptibles d'être présents dans l'environnement après un accident nucléaire.

Exposition du public et des travailleurs : la récupération des données en provenance de l'ensemble des pays du monde, et leur harmonisation, permettra de disposer prochainement d'une synthèse actualisée.

Médical : l'évaluation des doses liées aux applications médicales des rayonnements est difficile pour différentes raisons (collecte imparfaite des données dosimétriques, évolution rapide des techniques...).

Protection de l'environnement : le rapport correspondant sera centré sur les effets (l'exploitation des données sur les mécanismes biologiques est remise à plus tard). Les conséquences sur l'environnement de l'accident de Tchernobyl ont servi de champ d'étude. Une modification des modèles de transfert est à prévoir.

D'autres rapports sont en préparation :

Epidémiologie des cancers : le rapport correspondant est actualisé tous les 4-5 ans. Les nouvelles estimations dosimétriques concernant les victimes d'Hiroshima et Nagasaki (DS02) conduisent à une diminution du risque de l'ordre de 8%. Toutefois, par prudence, aucune modification des coefficients de risque n'a été envisagée. D'une façon générale, l'évolution des données ne conduit pas à des changements significatifs dans l'évaluation du risque dû aux faibles doses.

Affections non-cancéreuses (maladies cardio-vasculaires) : bien qu'elles aient été mises en évidence dans des situations d'exposition aux fortes doses (radiothérapie), les données restent insuffisantes pour établir avec certitude une relation de cause à effet avec l'exposition aux rayonnements.

Radon : le risque principal est le cancer du poumon. Les approches dosimétriques et épidémiologiques sont à peu près cohérentes malgré quelques divergences. L'UNSCEAR estime l'augmentation du risque relatif à 0,16% par tranche de 100 Bq.m⁻³.

Radiobiologie : de nombreuses données nouvelles portent sur les effets non ciblés et retardés (qui ne sont pas propres aux rayonnements ionisants) mais il n'est pas encore possible de les interpréter dans un sens ou dans un autre.

Système immunitaire : les fortes doses de rayonnements provoquent un effet supprimeur. Celui des faibles doses, plus incertain, serait à la fois supprimeur et stimulant.

En conclusion, les données scientifiques récentes, bien que nombreuses, ne conduisent pas envisager à court terme des changements dans l'évaluation du risque radiologique.

4.3. Discussion

Malgré l'intérêt opérationnel du concept de dose absorbée, il manque une grandeur dosimétrique permettant de rendre compte de l'hétérogénéité des organes.

Il n'est pas encore possible d'interpréter les effets retardés mais leur introduction dans le calcul du risque pourrait intervenir à moyen terme. Par exemple, des réflexions sont en cours pour mieux protéger les jeunes femmes qui absorbent de la progestérone dans le cadre de leur contraception. Les études montrent que, lorsque peu de cellules sont atteintes, elles réagissent plutôt par apoptose (mort spontanée des cellules) que par mutation, ce qui est préférable, or la progestérone a pour effet de réduire l'apoptose radio-induite.

La critique selon laquelle les nouvelles recommandations de la CIPR (2007) seraient laxistes car elles n'anticiperaient pas (contrairement à la CIPR 60 en 1991) sur les enseignements des récentes découvertes scientifiques, voire même feraient régresser la protection en diminuant la précaution (facteur d'efficacité de dose et de débit de dose maintenu à 2 alors que la valeur réelle serait inférieure, calcul des effets héréditaires sur 2 générations au lieu de plusieurs), paraît infondée à plusieurs participants pour différentes raisons. Tout d'abord, la CIPR a tenu compte des progrès de la science en établissant ses nouvelles recommandations. Des phénomènes comme la réponse adaptative et l'hormésis vont dans le bon sens tandis que d'autres comme les effets de proximité sont plutôt pénalisants. Les scientifiques manquent encore de recul pour interpréter les nombreuses données nouvelles, qui apparaissent parfois contradictoires. En outre, les résultats de l'étude des personnes exposées autour du site de Mayak (exposition chronique) sont cohérents avec ceux des cohortes de Hiroshima et Nagasaki (exposition à fort débit) sur lesquels le système actuel repose en grande partie. La prise en compte désormais de 2 générations seulement pour apprécier les effets héréditaires répond à des considérations méthodologiques et à une meilleure connaissance de l'induction de tels effets quelle qu'en soit la cause. L'application du principe de précaution par la CIPR ne conduit pas celle-ci à recommander de surprotéger de manière flagrante les personnes exposées mais de les protéger de façon réaliste, en mettant l'accent sur le principe d'optimisation pour réduire les expositions aussi bas que raisonnablement possible. Enfin, les évolutions recommandées par la CIPR dans la gestion des situations d'exposition d'urgence et existantes (optimisation sur la base d'une valeur de référence plafond et non plus plancher) va dans le sens de la sévérité.

Enfin, le souci de disposer de lignes directrices claires pour pouvoir établir une réglementation applicable dans toutes les situations concrètes (par exemple le contrôle douanier), a été rappelé.

5. Rapport du Comité 3 de la CIPR sur les expositions médicales

En raison d'un empêchement, Jean-Marc Cosset (Institut Curie, membre du Comité 3 de la CIPR) n'a pas été en mesure de présenter ce sujet.

6. Conclusions générales

Après avoir remercié les participants et les auteurs, Annie Sugier a conclu la réunion en rappelant les grands objectifs de la CIPR pour les prochaines années :

- l'intégration de ses nouvelles recommandations dans les textes des autres agences internationales compétentes en radioprotection ;
- l'achèvement des travaux des deux *Task Groups* du Comité 4 chargés respectivement de l'application des nouvelles recommandations dans les situations d'exposition d'urgence et lors de la réhabilitation d'un territoire contaminé ;
- la veille scientifique, en particulier sur les nouveautés en radiobiologie, les effets non cancéreux, le risque lié aux rayonnements alpha ;
- l'amélioration de la maîtrise des expositions médicales ;
- la construction d'un système de protection de l'environnement.

La CIPR entend aussi poursuivre sa politique d'ouverture en direction des professionnels, des autorités et des pays non représentés dans ses comités.

La prochaine réunion de la CIPR aura lieu à la fin de l'automne 2007.

P.J. :

- 1 - Ordre du jour
- 2 - Liste des participants
- 3 - Lettre de la CIPR N° 14
- 4 - Diapositives de Margot Tirmarche (risque de cancer et autres maladies après exposition aux émetteurs alpha)
- 5 - Diapositives de François Paquet (les avancées dans le domaine de la dosimétrie interne)
- 6 - Diapositives d'Anne Flury-Hérard (les activités de l'UNSCEAR)

Destinataires:

SGAE	J-C. Perraudin A. Bertrand
CTE	B. Buet J. Parlange
SGDN	M. Boubé
ASN	M. Bourguignon F. Féron M-L. Perrin I. Mehl-Auget C. Pinel C. Feltin L. Tabard G. Rudant
DSND	R. Isnard C. Payen E. Lugagne D. Delmont P. Marty
SSA	R. Abiliou H. de Carbonnières
DGT	M. Jarry P. Guyot T. Lahaye
DPPR	D. Gilbert D. Bergot
DDSC	P. Audebert C. Généau
DGS	D. Houssin
DGEMP	C. Vincent J. Lambotte
DGDDI	E. Jimenez M. Rossi
AFSSAPS	J. Lorenzi C. Besnier V. Franchi

ANDRA	B. Cahen
	L. Legrand
CEA/HC	J. Piechowski
CEA/DRI	B. Quaglia
CEA	D. Calmet
	P. Fracas
	D. Robeau
	E. Moustacchi
	C. Ricoul
AREVA	V. Decobert
	P. Bosquet
	P. Devin
	C. Jorant
	J-J. Radecki
EDF	D. Minière
	Y. Garcier
	B. Le Guen
CEPN	C. Lefaure
	C. Schieber
	T. Schneider
IRSN	J. Repussard
	M. Brière
	D. Quéniart
	J-C. Nénot
	J-L. Pasquier
	Y. Souchet
	J-C. Barescut
	T. Bolognese
	R. Dallendre
	M. Jorda
	F. Rollinger
	A. Oudiz
	S. Supervil
	M. Agarande
	E. Scott de Martinville
	D. Gobin
	F. Bretheau

	J-P. Vidal
	P. Gourmelon
	J. Aigueperse
	J. Brenot
	J-R. Jourdain
	Y. Billarand
	E. Blanchardon
	D. Champion
	B. Dufer
	K. Herviou
	J. Joly
	J. Jalouneix
	M. Jorel
	G. Bruna
	C. Monier
	F. Derboux
	T. Charles
	C. Duretz
	V. Renaud-Salis
	M. Voytchev
OPECST	C. Birraux
	P. Gaillochet
ANCLI	J-C. Delalonde
CSHPF (SR)	A. Aurengo
ACRO	P. Barbey
CSPI	J-C. Zerbib
GSIEN	M. Sené
EDA	A. Villers
SFRP	J. Lombard
	H. Métivier
Experts Article 31	J-L. Godet
	L. Lebaron-Jacob
	A. Rannou
Experts Articles 35-36	J-M. Péres
Experts Article 37	M. Chartier
	T. de Bruyne
	M. Stolz

UNSCEAR	J-F. Lacronique A. Flüry-Hérard J-C. Gariel J. Lallemand D. Legay
CRPPH	J. Lochard A. Jouve
NUSSC	P. Saint-Raymond J-L. Lachaume D. Wattrelos
WASSC	J. Rieu F. Besnus C. Courtois
TRANSC	D. Landier G. Sert
Mb français de la CIPR	A. Sugier M. Tirmarche F. Paquet J-M. Cosset J. Lochard J-F. Lecomte F. Bréchignac