

# Principes fondamentaux de protection et de sûreté nucléaire

*Harmoniser la radioprotection et la sûreté nucléaire*

par  
Abel J. González

Cet article propose un ensemble de principes fondamentaux de protection et de sûreté pour le secteur nucléo-électrique qui pourrait servir de base à l'élaboration de principes formels en vue de leur adoption officielle par les gouvernements. L'objectif est de faciliter des accords en vue d'une harmonisation, au niveau mondial, de critères permettant d'annuler les menaces que l'industrie nucléo-électrique fait peser, aux yeux de certains, sur la santé et l'environnement.

## Prologue

Au cours de ce siècle, on a beaucoup appris au sujet des effets sur la santé de l'exposition aux rayonnements ionisants (dénommés ci-après «rayonnements») et l'on a mis au point des technologies permettant de s'en protéger et d'assurer la sûreté du nucléaire. Cette connaissance approfondie est le fruit d'importants programmes de recherche et de développement menés dans le monde entier. Les résultats de ces travaux sans précédent sont récapitulés régulièrement par un organe international unique en son genre, le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants, ainsi que par des organismes scientifiques et techniques spécialisés tant au niveau national qu'au niveau international.

Sur cette base, les «communautés» de la radioprotection et de la sûreté nucléaire (un grand groupe de scientifiques et de technologues spécialistes de la radiobiologie, des rayonnements, de la physique nucléaire, des mesures et de la technologie de la sûreté) ont déterminé des objectifs de base pour la protection et la sûreté. L'objectif commun de la radioprotection et de la sûreté nucléaire est de pro-

téger les individus, la société et l'environnement — y compris les espèces autres que l'homme — contre les effets adverses des rayonnements. Ce but général est assorti d'objectifs complémentaires: maintenir les risques de radioexposition au niveau le plus bas que l'on puisse raisonnablement atteindre et à un niveau inférieur à celui des limites prescrites, empêcher les accidents nucléaires et, le cas échéant, en atténuer les conséquences. Ces objectifs englobent la protection et la sûreté de toutes les personnes subissant ou pouvant subir une radioexposition. Ils comprennent des obligations éthiques relatives à la protection des générations futures et de l'état naturel de l'environnement et ils couvrent l'ensemble du cycle nucléo-électrique — de l'acquisition de matières premières à l'évacuation définitive des déchets.

Pour atteindre ces objectifs, un certain nombre de principes généraux et fondamentaux ont été établis au niveau international. Un consensus mondial *de facto* s'est dégagé en faveur de ces principes grâce à des organes spécialisés respectés sur le plan international, notamment la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), qui publie des recommandations sur la radioprotection depuis 1928, date de sa création, et le Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire (INSAG), créé plus récemment et qui définit depuis 1985 — sous l'égide de l'AIEA — des notions de sûreté nucléaire. Les travaux de ces organes contribuent au fondement de normes internationales de sûreté telles que les Normes fondamentales de radioprotection AIEA/OIT/AEN-OCDE/OMS, les normes de sûreté nucléaire du Groupe consultatif sur les normes de sûreté nucléaire (NUSSAG), le Règlement de transport des matières radioactives du Groupe consultatif permanent sur le transport des matières radioactives (SAGSTRAM), et les normes relatives à la gestion des déchets que doit établir le Comité consultatif sur la gestion des déchets radioactifs (WAMAC).

Les principes présentés ici s'appuient essentiellement sur les recommandations de la CIPR et de l'INSAG, mais ils contiennent également de nou-

M. González est directeur adjoint de la Division de la sûreté nucléaire de l'AIEA. Les vues exprimées dans cet article sont les siennes et ne représentent pas nécessairement celles de l'AIEA ou des gouvernements des Etats Membres.

velles notions examinées récemment au niveau international par des instances compétentes en matière de protection et de sûreté.

Ces principes sont tous liés les uns aux autres et l'ordre dans lequel ils sont énumérés ne reflète pas leur importance.

Leur philosophie de protection et de sûreté constitue une nouvelle éthique de coexistence individuelle et collective qui prend en compte la pollution de l'environnement et a de bonnes chances de s'imposer vu la poussée démographique mondiale et l'interdépendance croissante de tous les pays. Ces principes peuvent, *mutatis mutandis*, s'appliquer également à d'autres risques potentiels du monde industriel moderne, y compris ceux que présentent les autres moyens de produire de l'énergie.

## Principes fondamentaux

**Premier principe: Activité réglementaire des gouvernements.** *Les gouvernements doivent mettre en place un cadre juridique et des organismes réglementaires indépendants pour garantir la sûreté nucléaire.*

Les gouvernements sont les principaux responsables du lancement et de la poursuite de programmes nucléo-électriques ainsi que du contrôle des installations nucléaires et de la radioexposition qu'elles peuvent causer. Ils mettent en place un cadre juridique pour la protection et la sûreté, prévoient l'infrastructure nécessaire au respect des prescriptions juridiques et lui allouent des ressources suffisantes. Ils encouragent également la recherche dans le domaine de la sûreté et stimulent l'échange et la diffusion de l'information sur la sûreté. Ils créent les mécanismes officiels chargés de ces fonctions en promulguant une législation instituant des organismes réglementaires et assignant la responsabilité ultime de la sûreté aux exploitants d'installations nucléaires. Les organismes réglementaires établissent des règles et normes de sûreté — concernant notamment les interdictions et les exemptions — et ils veillent à leur respect. Ils mettent en place des systèmes assurant l'enregistrement et l'homologation par l'Etat, ou autres mesures statutaires, ainsi que la surveillance, le contrôle, l'examen, la vérification et l'inspection des installations nucléaires. Ils prennent également toutes dispositions exécutoires nécessaires et exigent des organismes exploitants qu'ils prennent les mesures correctives pertinentes. Les organismes réglementaires agissent indépendamment des fournisseurs d'installations nucléaires et de leurs exploitants; la séparation entre les responsabilités de l'organisme réglementaire et celle des autres intéressés doit être claire de sorte que les responsables du contrôle conservent leur indépendance en tant qu'autorité de protection et de sûreté et soient à l'abri de pressions extérieures injustifiées. Les gouvernements sont également tenus de prescrire des interventions afin

de réduire les expositions préexistantes dues à des événements liés au secteur nucléo-électrique.

**Deuxième principe: Justification de l'option nucléo-électrique.** *L'option nucléo-électrique doit être justifiée au regard des autres options de production d'énergie.*

Comme tout autre moyen de production d'énergie, l'énergie nucléaire a des effets nuisibles, dont la radioexposition fortuite du public. Le lancement et la poursuite d'un programme nucléo-électrique doivent être justifiés par le fait que le programme présente pour les personnes exposées ou la société un avantage suffisant pour compenser tout détriment radiologique éventuel et par le fait que l'avantage net est supérieur à celui que présentent les solutions de remplacement. L'importance et la probabilité des expositions possibles dues aux installations nucléaires doivent être prises en compte de façon explicite dans le processus de justification.

**Troisième principe: Protection des individus.** *L'exposition d'individus causée par l'industrie nucléo-électrique doit être limitée.*

Le nucléaire peut causer accidentellement la radioexposition de personnes, laquelle comporte un risque radiologique. Afin d'assurer que personne n'est exposé à un risque imputable pouvant être jugé inacceptable, l'importance et la probabilité de l'exposition de tout individu, due au nucléaire, doivent être limitées. Puisque chaque installation nucléaire peut contribuer à l'importance et la probabilité totales de l'exposition, l'exposition imputable à chaque installation doit être telle que la limite totale n'est pas dépassée. En outre, puisque certaines installations peuvent dégager des matières radioactives de longue période qui circulent dans l'environnement et auxquelles des personnes se trouvant loin de l'installation et les générations à venir risquent d'être exposées, il faut veiller à ce que la limite soit respectée chaque fois et partout où l'exposition est prévue. En particulier, par souci d'éthique à l'égard des générations à venir, l'exposition cumulée due à l'exécution de programmes nucléo-électriques doit être limitée à un niveau jugé acceptable au moment où la décision de procéder au rejet est prise.

**Quatrième principe: Protection de l'environnement.** *La production nucléo-électrique ne doit pas mettre en danger l'état naturel général de l'environnement.*

Des précautions doivent être prises pour limiter tout changement de l'environnement mondial que le nucléaire pourrait éventuellement provoquer. Leur but doit être d'assurer que l'état naturel de l'environnement est préservé dans son ensemble, dans la limite de variations normales, et que l'existence des ressources naturelles nécessaires à un développement durable n'est pas compromise. Le secteur nucléo-électrique, plus particulièrement, engendre des produits et des déchets radioactifs qui, à long terme, ne restent pas nécessairement isolés des régions de la croûte terrestre et de l'atmosphère

occupées par des organismes vivants, c'est-à-dire de la biosphère. Par conséquent, le dégagement probable dans la biosphère en raison du stockage définitif de ces sous-produits et déchets devra être limité à une petite fraction du dégagement naturel dans la biosphère prévu pour les matières radioactives présentant le même genre de risques et qui pénètrent dans la biosphère naturellement, à partir de la géosphère, ou sont produites dans la biosphère. En outre, puisque les concentrations naturelles locales de matières radioactives peuvent affecter des populations d'espèces du biota, le taux d'apport de ces matières à l'environnement devra être limité de façon à assurer qu'aucune espèce n'est mise en danger ou que l'équilibre entre les espèces n'est pas rompu.

**Cinquième principe: Optimisation de la protection et de la sûreté.** *Les installations nucléaires doivent être soumises aux meilleures mesures de sûreté que l'on puisse raisonnablement appliquer, dans les circonstances existantes.*

Afin de réduire encore les risques radiologiques associés à une installation nucléaire donnée, il est nécessaire d'étudier la façon de tirer le meilleur parti des ressources pour améliorer la protection et la sûreté. Parmi toutes les options de sûreté possibles, il faut choisir la solution optimale, afin de maintenir l'importance et la probabilité de l'exposition — quels que soient l'endroit et le moment où l'on prévoit que l'exposition risque de se produire — et le nombre de personnes exposées au niveau le plus bas que l'on puisse raisonnablement atteindre, compte tenu des facteurs économiques et sociaux. L'importance et la probabilité de chaque exposition seront limitées afin de réduire les différences éventuelles au sein de la population exposée.

**Sixième principe: Procédures de défense en profondeur.** *Des procédures de défense en profondeur doivent être appliquées pour parer à d'éventuelles défaillances en matière de protection et de sûreté.*

Pour parer aux erreurs humaines et défaillances mécaniques possibles en matière de protection et de sûreté, des procédures de défense en profondeur doivent être appliquées à tous les stades auxquels une installation nucléaire peut entraîner l'exposition d'êtres humains. Ces mesures doivent établir plusieurs niveaux de protection; une défaillance à l'un de ces niveaux doit donc être compensée ou corrigée au niveau suivant, ce qui assure une protection et une sûreté supérieures à celles qu'offrirait un seul niveau de protection quel qu'il soit. Les procédures doivent prévoir essentiellement des mesures visant à prévenir les accidents en limitant la probabilité de séquences d'événements entraînant l'exposition d'êtres humains ou des rejets de matières radioactives dans l'environnement. Des mesures destinées à atténuer les conséquences d'accidents éventuels, notamment des procédures de gestion de ces accidents, de préparation aux situations d'urgence et d'intervention correctrice, devront être prises.

**Septième principe: Application de critères techniques corrects.** *La protection et la sûreté doivent reposer sur une technologie et une gestion correctes, une assurance de la qualité, un personnel formé et qualifié, des évaluations de sûreté complètes, et des leçons tirées de l'expérience et de la recherche sur la sûreté.*

Le choix des sites, la conception, la construction, la mise en service, l'exploitation, la maintenance, la gestion des déchets et le déclassement des installations nucléaires doivent s'appuyer sur une technologie correcte, dont la valeur a été démontrée par des essais et par l'expérience et qui trouve son expression dans des codes et normes approuvés ou d'autres dispositions dûment consignées, ainsi que sur une gestion et une organisation fiables visant la protection et la sûreté pendant toute la durée utile de l'installation. Un système d'assurance de la qualité prévoyant des mesures planifiées et systématiques permet de garantir, à un degré de confiance suffisant, que les prescriptions en matière de sûreté sont respectées. Tout le personnel dont dépendent la protection et la sûreté doit comprendre ses responsabilités et avoir la formation et les qualifications voulues pour s'acquitter de ses fonctions selon des procédures définies; néanmoins, l'erreur humaine doit être considérée comme l'une des principales causes d'accident, et des mesures devront être prises pour la réduire, la détecter, la corriger ou la compenser. Des évaluations de sûreté étayées et indépendantes seront effectuées aux divers stades de la vie d'une installation. Les organisations intéressées veilleront à ce que les critères techniques de sûreté tiennent dûment compte des nouveautés: les résultats de la recherche relatifs à la sûreté doivent être échangés, examinés, analysés et appliqués; des leçons doivent être tirées de l'expérience et mises à profit.

**Huitième principe: Promotion d'une culture de protection et de sûreté.** *Une solide culture de protection et de sûreté guide les actions et les interactions de toutes les personnes et de toutes les organisations engagées dans des activités du secteur nucléaire.*

Il est essentiel, pour assurer la protection et la sûreté dans le secteur nucléaire, que tous les individus qui y travaillent aient le sens de l'engagement et de leur responsabilité personnelle, tout particulièrement au niveau de la direction et de l'encadrement. Il faudra donc inculquer une culture de protection et de sûreté, c'est-à-dire une habitude générale de penser en termes de sûreté, qui implique une attitude de remise en question systématique, un refus de se contenter des résultats acquis, un souci permanent de la perfection, et un effort de responsabilité personnelle et d'autodiscipline de groupe.

**Neuvième principe: Responsabilité des exploitants.** *La responsabilité ultime de la protection et de la sûreté d'une installation incombe à l'exploitant.*

La responsabilité ultime de la protection et de la sûreté d'une installation incombe à l'exploitant de

## Définitions

Le terme **nucléo-électrique** s'applique à la production d'électricité par des moyens nucléaires. Il englobe toutes les activités connexes, telles que l'exploitation des installations nucléaires, qui peuvent augmenter l'exposition des hommes aux rayonnements. Il recouvre l'ensemble des activités nécessaires à cette production, de l'extraction de matières premières pour la fabrication du combustible nucléaire jusqu'au stockage définitif des déchets radioactifs.

Le terme **installation nucléaire** désigne toute entité physique utilisée pour la production d'électricité nucléaire et qui peut impliquer une radioexposition due à l'émission de rayonnements ionisants ou au dégagement de matières radioactives. Les centrales nucléaires et les dépôts de déchets radioactifs sont des installations nucléaires.

Le terme **radioexposition** désigne le fait de recevoir des rayonnements ionisants; il fait référence plus particulièrement à l'irradiation de personnes, causée soit par une source extérieure à l'organisme, soit par l'incorporation de matières radioactives. La radioexposition s'exprime en termes radiologiques (dose absorbée, équivalent de dose ou dose efficace). Due à la production nucléo-électrique, elle n'est pas intentionnelle mais accidentelle.

Les termes **protection et sûreté** signifient que les activités du secteur nucléo-électrique et les installations nucléaires ne doivent pas être susceptibles de causer une lésion ou un danger imputable à des rayonnements et, donc, de présenter un seul risque radiologique inacceptable; le terme s'applique tout particulièrement aux moyens permettant d'obtenir cette qualité, tels que divers dispositifs et procédures visant à maintenir les risques pour l'être humain au niveau le plus bas que l'on puisse raisonnablement atteindre et dans les limites prescrites, afin de prévenir les accidents et, le cas échéant, d'en atténuer les conséquences. Le terme englobe les disciplines techniques de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (dont la gestion et le stockage définitif de déchets radioactifs).

Le terme **exploitant** désigne toute personne physique ou morale ayant des droits et des devoirs reconnus pour l'exploitation d'une installation nucléaire; le terme s'applique à tout individu, organisme, entreprise, société, association, trust, complexe, institution publique ou privée, groupe ou toute entité politique ou administrative qui a accepté la possession d'une installation nucléaire, en est entièrement responsable et jouit de l'autorité nécessaire à son exploitation selon des modalités approuvées.

Le terme **intervention** désigne toute mesure visant à réduire les expositions dues à des situations de fait liées à la production nucléo-électrique telles que l'existence de résidus radioactifs résultant d'événements

antérieurs. L'intervention peut consister à modifier le réseau constitué par les causes préexistantes d'exposition, les voies d'exposition et le mode de vie des individus exposés, c'est-à-dire, par exemple, à éliminer les causes des expositions, à modifier les voies d'exposition existantes ou à changer les habitudes, l'environnement ou le comportement des personnes concernées afin d'empêcher leur exposition.

Le terme **importance** de l'exposition désigne la quantité mesurée d'exposition (par exemple, la dose); le terme **probabilité** d'exposition désigne la probabilité qu'une exposition se produise, c'est-à-dire le degré de certitude que l'exposition se produira réellement, sous réserve que des suppositions raisonnables aient été faites sur la base de l'information disponible.

Le terme **risque** radiologique désigne une quantité multidimensionnelle exprimant l'éventualité ou la probabilité de conséquences néfastes ou dangereuses qui peuvent être attribuées à la radioexposition. Il renvoie à des quantités objectives telles que la probabilité de certains effets délétères ainsi qu'à l'importance et aux caractéristiques de ces effets; il peut également recouvrir des considérations subjectives telles que la connaissance du risque et de ses conséquences et leur acceptation volontaire.

Le terme **individu** désigne un être humain imaginaire représentatif du groupe supposé recevoir l'exposition la plus forte, quels que soient l'endroit où ce groupe puisse se trouver et le moment où l'exposition puisse se produire, ce groupe étant suffisamment homogène pour ce qui est des facteurs affectant l'exposition de ses membres.

Le terme procédures de **défense en profondeur** désigne un système de dispositions en matière de protection et de sûreté appliqué à tous les stades où une installation nucléaire peut causer l'exposition de personnes, et dans lequel toutes les activités concernées, qu'elles se rapportent à l'organisation, au comportement humain ou à l'équipement, sont soumises à des dispositions étagées en profondeur et se recouvrant partiellement, de sorte que, si une défaillance se produisait, elle serait compensée ou corrigée.

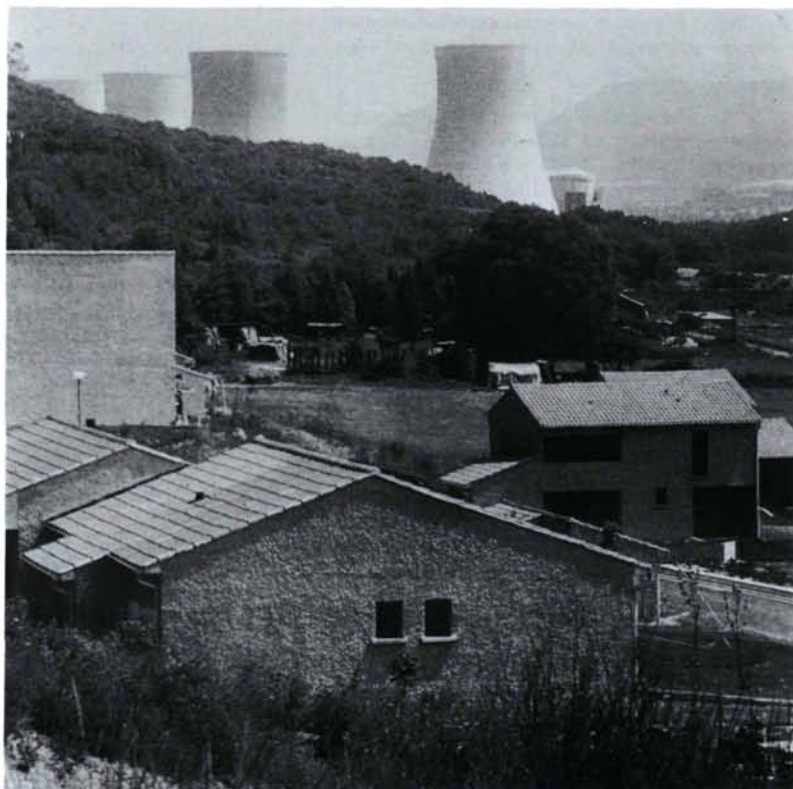
Le terme **culture de protection et de sûreté** désigne, chez les personnes et les organisations, un ensemble de caractéristiques et d'attitudes qui font que les questions de protection et de sûreté reçoivent en priorité absolue toute l'attention qu'elles méritent.

Le terme **régime international** désigne un système international visant l'harmonisation, à l'échelle de la planète, de la protection radiologique et de la sûreté nucléaire, en vertu duquel les Etats conservent la responsabilité principale, l'autorité et la suprématie en matière de réglementation de la sûreté.

l'installation et n'est en aucune manière diluée par les activités et attributions des concepteurs, des fournisseurs, des constructeurs ou des autorités réglementaires compétentes. Néanmoins, les concepteurs, les fabricants, les fournisseurs et les constructeurs d'une installation sont au moins tenus de fournir une étude et des équipements corrects et conformes aux spécifications en ce qui concerne à la fois les détails techniques et l'exécution de la fonction prévue, et qui atteignent les normes de qualité correspondant à l'importance des divers composants ou systèmes pour la sûreté. Il incombe à l'exploitant de donner des instructions pour que la conception et la construction de l'installation respectent les règles de protection et de sûreté pertinentes, de veiller à l'application de ses instructions, d'établir et de mettre à jour des procédures et des dispositions, et d'employer un personnel compétent et parfaitement entraîné, afin de garantir la sûreté d'exploitation de l'installation en toutes circonstances pendant toute sa durée utile. L'exploitant doit également définir une politique assurant le respect des règles et procédures de protection et de sûreté, et faire en sorte que les responsabilités soient bien définies et dûment consignées et que les ressources et moyens nécessaires à la protection et à la sûreté soient en place.

**Dixième principe: Réduction des expositions de fait.** *La radioexposition due à des événements passés liés à la production nucléo-électrique doit, lorsque cela se justifie, être réduite par une intervention.*

Centrale nucléaire de Cruas dans le sud-est de la France.  
(Photo: EdF)



Les hommes peuvent subir des radioexpositions dues à des situations de fait héritées. (Ces expositions de fait sont dues aux résidus radioactifs d'événements antérieurs, tels que des contaminations.) Afin de réduire l'ampleur et la probabilité de ces expositions, les organismes publics doivent prendre des mesures d'intervention, à condition qu'il puisse en résulter plus de bien que de mal et que la forme, le degré et la durée de l'intervention soient optimisés et puissent être considérés comme les plus appropriés dans les conditions économiques et sociales du moment. L'intervention comprend des mesures visant à éliminer les causes de l'exposition, à modifier les voies d'exposition ou à protéger l'homme contre l'exposition.

## Epilogue

La Conférence internationale sur la sûreté nucléaire: stratégies pour l'avenir, réunie à Vienne en septembre 1991, a conclu notamment qu'«il est nécessaire d'envisager une approche internationale intégrée de tous les aspects de la sûreté nucléaire...». Au même moment, la XXXVème Conférence générale de l'AIEA — lorsqu'elle a examiné les mesures pour renforcer la coopération internationale dans le domaine de la sûreté et de la protection radiologique — a, entre autres, noté l'intérêt qu'il pourrait y avoir à procéder par étapes pour la promotion d'un régime international de sûreté, a réaffirmé la nécessité vitale de renforcer la coopération internationale dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la protection radiologique et a souligné la nécessité d'envisager une approche internationale harmonisée.

Il semble que le moment est venu de faire une proposition qui pourrait aboutir à un nouveau principe fondamental de sûreté radiologique et nucléaire, à savoir:

*La mise en place d'un régime international de sûreté visant à favoriser une approche harmonisée, à l'échelle mondiale, concernant tous les aspects de la sûreté radiologique et nucléaire.*

Une convention internationale sur la sûreté pourrait être l'expression officielle d'un tel régime et prévoir l'application *de jure* des principes fondamentaux de sûreté radiologique et nucléaire.