

Déclaration collective concernant la recherche sur la sûreté nucléaire

**Moyens et compétences techniques
au profit de l'efficiencia et de l'efficacité
du contrôle réglementaire des centrales nucléaires**

© OCDE 2004
NEA n° 5491

AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE
ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

En vertu de l'article 1^{er} de la Convention signée le 14 décembre 1960, à Paris, et entrée en vigueur le 30 septembre 1961, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a pour objectif de promouvoir des politiques visant :

- à réaliser la plus forte expansion de l'économie et de l'emploi et une progression du niveau de vie dans les pays membres, tout en maintenant la stabilité financière, et à contribuer ainsi au développement de l'économie mondiale ;
- à contribuer à une saine expansion économique dans les pays membres, ainsi que les pays non membres, en voie de développement économique ;
- à contribuer à l'expansion du commerce mondial sur une base multilatérale et non discriminatoire conformément aux obligations internationales.

Les pays membres originaires de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. Les pays suivants sont ultérieurement devenus membres par adhésion aux dates indiquées ci-après : le Japon (28 avril 1964), la Finlande (28 janvier 1969), l'Australie (7 juin 1971), la Nouvelle-Zélande (29 mai 1973), le Mexique (18 mai 1994), la République tchèque (21 décembre 1995), la Hongrie (7 mai 1996), la Pologne (22 novembre 1996), la Corée (12 décembre 1996) et la République slovaque (14 décembre 2000). La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE (article 13 de la Convention de l'OCDE).

L'AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) a été créée le 1^{er} février 1958 sous le nom d'Agence européenne pour l'énergie nucléaire de l'OECE. Elle a pris sa dénomination actuelle le 20 avril 1972, lorsque le Japon est devenu son premier pays membre de plein exercice non européen. L'Agence compte actuellement 28 pays membres de l'OCDE : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, la République de Corée, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission des Communautés européennes participe également à ses travaux.

La mission de l'AEN est :

- d'aider ses pays membres à maintenir et à approfondir, par l'intermédiaire de la coopération internationale, les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre, respectueuse de l'environnement et économique de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques ; et
- de fournir des évaluations faisant autorité et de dégager des convergences de vues sur des questions importantes qui serviront aux gouvernements à définir leur politique nucléaire, et contribueront aux analyses plus générales des politiques réalisées par l'OCDE concernant des aspects tels que l'énergie et le développement durable.

Les domaines de compétence de l'AEN comprennent la sûreté nucléaire et le régime des autorisations, la gestion des déchets radioactifs, la radioprotection, les sciences nucléaires, les aspects économiques et technologiques du cycle du combustible, le droit et la responsabilité nucléaires et l'information du public. La Banque de données de l'AEN procure aux pays participants des services scientifiques concernant les données nucléaires et les programmes de calcul.

Pour ces activités, ainsi que pour d'autres travaux connexes, l'AEN collabore étroitement avec l'Agence internationale de l'énergie atomique à Vienne, avec laquelle un Accord de coopération est en vigueur, ainsi qu'avec d'autres organisations internationales opérant dans le domaine de l'énergie nucléaire.

© OCDE 2004

Les permissions de reproduction partielle à usage non commercial ou destinée à une formation doivent être adressées au Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France. Tél. (33-1) 44 07 47 70. Fax (33-1) 46 34 67 19, pour tous les pays à l'exception des États-Unis. Aux États-Unis, l'autorisation doit être obtenue du Copyright Clearance Center, Service Client, (508)750-8400, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA, ou CCC Online : <http://www.copyright.com/>. Toute autre demande d'autorisation ou de traduction totale ou partielle de cette publication doit être adressée aux Éditions de l'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France.

AVANT-PROPOS

La recherche en sûreté financée par les autorités de sûreté a pour rôle de fournir à ces autorités les informations dont ils ont besoin pour analyser les problèmes de sûreté des réacteurs, examiner la conception et s'acquitter de leurs diverses autres fonctions en préservant leur indépendance vis-à-vis des exploitants qui leur soumettent une demande d'autorisation ou de ceux qui œuvre en faveur de l'énergie nucléaire. Cette recherche et cette expertise indépendante sont déterminantes pour obtenir la confiance du public ainsi que pour accroître la sûreté en améliorant l'efficacité et l'efficacité des programmes réglementaires.

Cette opinion collective est le fruit du consensus international auquel sont parvenus les membres du Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSIN) et du Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CANR) de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (OCDE/AEN) en ce qui concerne les moyens et compétences techniques de recherche en sûreté nécessaires pour que le contrôle réglementaire des centrales nucléaires puisse être efficace. Bien qu'une grande partie de l'analyse qui suit soit fondée sur les recherches effectuées à l'appui des activités de contrôle des réacteurs à eau ordinaire et des réacteurs à eau lourde sous pression, les informations et les observations recueillies peuvent s'appliquer à des programmes de recherche en sûreté menés sur d'autres filières de réacteurs.

Cette opinion collective a été rédigée en vue d'aider les pays membres de l'AEN à déterminer les compétences et moyens de recherche en sûreté qu'il convient de préserver et pour quelles raisons. Bien qu'elle soit destinée avant tout à être lue par les directeurs de recherche, les autorités de sûreté et les centres de recherche, elle pourra aussi intéresser les organismes publics, les exploitants de centrales nucléaires et le grand public.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos.....	3
Contexte et objectif	7
Importance de la recherche en sûreté	9
Moyens et compétences en matière de recherche sur la sûreté	13
<i>Annexe</i>	
Résumé des domaines bénéficiant des moyens et des compétences de la recherche.....	15

CONTEXTE ET OBJECTIF

En juin 2001, le Comité de l'AEN sur la sûreté des installations nucléaires (CSIN) et le Comité de l'AEN sur les activités nucléaires réglementaires (CANR) ont organisé un atelier sur le rôle de la recherche dans le contexte réglementaire. Il s'agissait de réunir des représentants des autorités de sûreté et de l'industrie ainsi que des chercheurs afin qu'ils mettent en évidence les points de vue sur le rôle de la recherche qu'ils partageaient et sur lesquels ils divergeaient. Cet atelier a abouti à une série de recommandations dont l'une stipulant que « chacun des pays membres de l'AEN devra veiller à préserver des moyens de recherche suffisants. »

On a pu observer une convergence de leurs points de vue et un consensus sur les points suivants :

- nécessité pour chaque pays de tenter d'établir ce que l'on entend par des moyens de recherche suffisants ;
- nécessité d'exprimer clairement l'importance que revêt la recherche en sûreté nucléaire pour l'élaboration (ou la révision) de la réglementation ;
- importance de préserver une infrastructure appropriée, notamment des ressources humaines, des installations et des outils analytiques ainsi qu'intérêt pour les pays membres de parvenir à mieux saisir et à définir plus clairement ce que l'on entend par des moyens de recherche adaptés.

Les participants à un atelier précédent du CANR (octobre 1999) sur le maintien des compétences en sûreté nucléaire ont exprimé des préoccupations similaires en soulignant qu'il faut toujours préserver un potentiel de recherche dans ce domaine pour pouvoir traiter des problèmes qui n'ont pas encore trouvé de solution ainsi que des problèmes qui pourraient apparaître dans le futur.

En conséquence, le CSIN, en collaboration avec le CANR, s'est efforcé de tenir compte de la recommandation de l'atelier organisé en juin 2001 en rédigeant cette déclaration collective qui expose l'intérêt, pour la sûreté ainsi

que pour l'efficacité et l'efficience des activités des autorités de sûreté, de préserver des moyens et des compétences techniques de recherche en sûreté et fournit des informations qui peuvent aider les pays membres à les établir et les préserver. De fait, cette opinion collective pourra guider les pays membres de l'AEN dans leur réflexion sur les moyens et les compétences qu'il convient de préserver, et pour quelle raison.

Les travaux de recherche en sûreté examinés dans cette opinion collective concernent la conception des réacteurs de puissance et leur fonctionnement. Bien qu'une grande partie de l'analyse qui suit soit fondée sur les recherches réalisées au profit des activités de contrôle des réacteurs à eau ordinaire et des réacteurs à eau lourde sous pression par les autorités de sûreté, les informations et les observations recueillies peuvent s'appliquer à des programmes de recherche en sûreté menés sur d'autres filières de réacteurs. La méthode suivie pour préparer cette opinion collective a consisté à examiner les diverses activités des autorités de sûreté (par exemple, délivrance d'autorisation à de nouvelles centrales, examen de la prolongation de la durée de vie des centrales en exploitation, mesures prises en réponse à des problèmes d'exploitation, etc.) et les moyens et les compétences techniques de recherche qui peuvent aider ces autorités à s'acquitter avec efficience et efficacité de ces activités. Les moyens et compétences techniques de recherche une fois identifiés, ils peuvent être préservés au sein d'une autorité de sûreté, partagé par plusieurs autorités de sûreté (recherches conjointes) ou rester disponibles pour pouvoir être utilisés le moment venu.

Les moyens et compétences techniques de recherche sont décrits globalement dans cette opinion collective étant donné que les détails dépendent des filières de réacteurs, de l'expérience et des technologies utilisées dans chaque pays membre. En fait, la description de ces moyens et compétences est fondée sur l'expérience collective des pays membres du CSIN. En outre, cette opinion collective a également été revue par le CANR et reflète, donc, l'opinion de ces deux comités sur la question.

IMPORTANCE DE LA RECHERCHE EN SÛRETÉ

Le bilan et le succès actuels de l'énergie nucléaire en matière de sûreté dans le monde reposent sur un ensemble de recherches. Financées par les gouvernements et l'industrie, ces recherches ont permis d'améliorer la conception des centrales, d'augmenter la sûreté et la fiabilité de leur fonctionnement, d'accroître leur efficacité en exploitation et d'assurer des perspectives d'avenir qui, pour certains pays, pourrait comporter la construction de centrales nucléaires supplémentaires. Les recherches sur la sûreté financées par les autorités de sûreté jouent un rôle déterminant. Ces recherches ont de fait contribué en partie à améliorer la sûreté et à jeter les bases d'activités comme le contrôle éclairé par le risque, la prolongation de la durée de vie des installations, l'amélioration du fonctionnement des installations (par exemple, augmentation de la puissance nominale) et la conception de nouvelles filières. En outre, le retour d'expérience continue de mettre en évidence des domaines méritant un surcroît d'attention. Les autorités de sûreté se sont penchées ou devront se pencher sur tous ces points.

Les recherches à effectuer sont fonction de ce dont les autorités de sûreté ont besoin pour leurs examens de la sûreté en cours et pour prendre leurs décisions réglementaires, pour confirmer leurs positions réglementaires actuelles, pour étudier les problèmes de sûreté potentiels (ressortant du retour d'expérience, par exemple) ou pour se préparer à relever les futurs défis auxquels elles seront confrontées, parce que, par exemple, les exploitants auront décidé de modifier la conception ou l'exploitation de leurs centrales ou encore d'entreprendre de nouvelles activités. Ces recherches ont pris des formes diverses : élaboration de nouveaux outils analytiques destinés à être utilisés pendant les examens de la sûreté, réalisation de recherches expérimentales pour confirmer ou étudier la sûreté associée à différents aspects de la conception et de l'exploitation d'un réacteur (par exemple, accidents graves) et constitution des bases techniques indispensables à l'élaboration de normes et de codes nationaux consensuels, de pratiques et d'activités réglementaires (par exemple élaboration de règlements).

Il est entendu que les pratiques des autorités de sûreté varient d'un pays à l'autre et que l'ampleur du recours à des recherches financées par les autorités

de sûreté pour leurs activités réglementaires varie également. Néanmoins, en règle générale, ces recherches ont pour objet de fournir à ces autorités les moyens et les compétences indispensables pour analyser les problèmes de sûreté des réacteurs, examiner la conception et s'acquitter de leurs diverses autres fonctions, en préservant leur indépendance vis à vis des exploitants qui leur soumettent une demande d'autorisation ou de ceux qui œuvrent en faveur de l'énergie nucléaire. Ces moyens et compétences permettent aux autorités de sûreté de mieux comprendre les activités qu'elles contrôlent. Cette compréhension plus approfondie leur donne la perspicacité voulue pour réaliser des examens de sûreté de plus grande qualité, au moment voulu et de manière plus approfondie, leur permet de faire confiance dans les informations fournies par l'industrie ou de détecter des problèmes de sûreté qui peuvent avoir été ignorés.

Ces recherches n'ont pas pour objet de reproduire les travaux qui sont de la responsabilité de l'industrie, mais plutôt à vérifier en toute indépendance l'exhaustivité et la qualité des recherches menées par celle-ci. Les moyens et compétences des autorités de sûreté sont déterminants pour obtenir la confiance du public ainsi pour accroître la sûreté en améliorant l'efficacité et l'efficacités des programmes réalisés. Enfin, dans certains pays, l'accent est mis sur l'amélioration permanente de la sûreté par le biais de l'amélioration des connaissances, des méthodes d'évaluation, des procédures, etc. Les recherches jouent un rôle décisif en fournissant les bases techniques et les données expérimentales permettant de valider les analyses et les modifications proposées.

Des programmes de recherche dynamiques permettent également d'attirer de nouveaux venus dans le domaine de la sûreté nucléaire. Ils donnent une formation sur les rudiments de la sûreté des réacteurs ainsi qu'une expérience de l'évaluation et de la résolution des problèmes concrets. Cette expérience peut amener des individus à poursuivre leurs travaux pour les autorités de sûreté ou à rentrer dans leurs équipes. L'AEN a réalisé une étude sur le déclin de l'offre de formations nucléaires et de l'intérêt que celles-ci suscitent et, dans une publication parue en 2000 sous le titre de *Enseignements et formation dans le domaine nucléaire : faut-il s'inquiéter ?* a recommandé de mettre sur pied des projets de recherche répondant aux besoins de l'industrie et capables d'attirer des étudiants et du personnel de qualité. Précédemment, l'AEN avait noté, au cours de l'atelier qu'elle avait organisé à Budapest en 1999 sur le maintien des compétences en sûreté nucléaire au 21^{ème} siècle, que les recherches attirent les étudiants et les universitaires les plus capables et contribuent dans une large mesure à préserver les compétences. Cette conclusion a été confirmée dans le rapport du CANR de 2001 *Maintenir à l'avenir les compétences en sûreté nucléaire – Mesures spécifiques* qui souligne la nécessité de préserver le potentiel de recherche indispensable. D'autres instances ont également reconnu

l'intérêt de la recherche en sûreté. Ainsi, le Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire (INSAG) a récemment publié une note (Note n°4 de l'INSAG) intitulée "Maintaining Knowledge, Training and Infrastructure for Research and Development in Nuclear Safety" qui insiste, dans le cadre de sa réflexion sur les connaissances, la formation et les infrastructures indispensables aux activités de recherche et développement consacrées à la sûreté nucléaire, sur la nécessité absolue de préserver les compétences dans ce domaine. Le CSIN et le CANR approuvent les conclusions et recommandations contenues dans cette note. En outre, l'INSAG dans son rapport INSAG-12 intitulé "Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants (75-INSAG-3, Rev. 1)" inclut la recherche en sûreté parmi ses principes fondamentaux de sûreté et stipule que les activités de recherche et développement sont indispensables pour préserver les connaissances et les compétences au sein d'organismes qui soutiennent et contrôlent les activités des centrales nucléaires. Le CSIN et le CANR reprennent également ce principe à leur compte.

De l'avis général, les recherches en sûreté menées au profit des autorités de sûreté peuvent améliorer leur efficacité ou leur efficience. L'AEN dans un document publié en 2001 sous le titre de *Améliorer l'efficacité des autorités de sûreté nucléaire* précise que l'efficacité signifie « faire ce qu'il faut » tandis que l'efficience signifie « faire comme il faut ». Conformément à ces définitions, la recherche en sûreté financée par les autorités de sûreté peut concourir directement à l'efficacité et à l'efficience de celle-ci de la manière suivante :

Efficacité

- Aider à déterminer les éléments les plus importants pour la sûreté, permettant ainsi d'orienter les ressources vers les problèmes les plus importants.
- Anticiper les mesures et les questions auxquelles auront à faire face les autorités de sûreté, les préparant ainsi à l'avenir.

Effcience

- Aider à améliorer la qualité des contrôles réglementaires en fournissant les outils et les informations permettant de mieux comprendre les questions de sûreté et de prendre des décisions réglementaires en temps voulu.
- Aider à mettre le doigt sur les problèmes avant qu'ils ne prennent des dimensions importantes pour la sûreté ou pour les autorités de sûreté.

MOYENS ET COMPÉTENCES EN MATIÈRE DE RECHERCHE SUR LA SÛRETÉ

Cette section examine les facteurs décisifs pour la détermination du potentiel et des compétences de recherche en sûreté qu'il convient de préserver et de développer et auxquelles il convient d'avoir accès. Ces facteurs dépendent des activités dont doivent s'acquitter les autorités de sûreté et, étant donné que le rôle et les activités de ces autorités peuvent différer, tous les facteurs ne s'appliqueront pas forcément à chacune d'entre elles. Il appartient à chaque pays membre de prendre en considération les facteurs examinés dans cette section et de déterminer les moyens et les compétences de recherche en sûreté nécessaires. Soulignons que bien que les facteurs décrits dans cette section ne soient donnés qu'à titre indicatif pour aider les pays membres de l'AEN, ils sont le fruit de l'expérience et de la réflexion des membres du CSIN et du CANR sur ce qu'il convient de préserver.

L'évaluation des activités effectuées par les autorités de sûreté est la première étape lorsqu'on détermine les recherches qui doivent être maintenues à l'appui d'un contrôle réglementaire efficient et efficace. Les activités portant sur la conception et l'exploitation des centrales nucléaires peuvent être classées dans les catégories suivantes :

- surveillance des réacteurs actuellement en service (par exemple évaluation des problèmes d'exploitation, réalisation d'examens de sûreté périodiques, etc.) ;
- évaluation des modifications proposées sur les centrales actuellement en service (par exemple combustible à taux de combustion plus élevé, augmentation de la puissance nominale, amélioration du matériel de contrôle-commande) ;
- prolongation de la durée de vie des centrales actuellement en exploitation ;
- autorisation des nouveaux réacteurs (issus de la technologie actuelle ou nouvelle).

Beaucoup de ces activités sont entreprises à l'initiative de l'industrie elle-même et peuvent bénéficier des résultats de la recherche financée par celle-ci.

De fait, l'ampleur de la prise en charge de la recherche par l'industrie varie d'un pays à l'autre selon le système mis en place dans le pays. C'est pourquoi, il importe que les autorités de sûreté ne se laissent pas déborder par les projets et les activités de recherche de l'industrie. En outre, les autorités de sûreté doivent pouvoir être capables d'évaluer les recherches financées par l'industrie au profit de ses projets afin de pouvoir se prononcer sur leur adéquation aux problèmes de sûreté (portée, qualité et pertinence). Cela ne signifie pas pour autant que les autorités de sûreté doivent refaire les mêmes recherches que celles effectuées par l'industrie mais elles doivent toujours être à même de juger de leur pertinence et d'étudier tout autre domaine en rapport avec leur décision relative à la sûreté. Chacune des activités citées ci-dessus exige des autorités de sûreté des moyens et des compétences. L'annexe résume les points de vue du CSIN et du CANR sur les moyens et compétences de recherche permettant à une autorité de sûreté de s'acquitter de ses fonctions de manière efficiente et efficace.

Les moyens de recherche et les domaines de compétences cités dans l'annexe s'inspirent largement de ceux mentionnés dans le rapport sur les moyens et les installations (SESAR/CAF) rédigé par le Groupe d'experts à haut niveau sur les recherches en matière de sûreté et du rapport de ce même groupe sur les installations et les programmes de recherche en sûreté nucléaire. Néanmoins, contrairement à ce dernier rapport qui était axé sur les recherches nécessaires pour traiter des problèmes spécifiques liés aux réacteurs à eau ordinaire et aux réacteurs à eau lourde sous pression actuellement en service, les compétences requises sont de nature plus générale puisqu'elles doivent permettre de traiter le problème plus général des moyens et des compétences sur lesquels doit pouvoir s'appuyer une autorité de sûreté pour être efficiente et efficace.

En règle générale, pour assurer la viabilité des moyens et des compétences de recherche, il faut avoir un programme stable de travaux utiles et ambitieux ainsi que des ressources humaines et matérielles suffisantes pour pouvoir compter sur un engagement à long terme du personnel et permettre une interaction constructive entre les membres de ce personnel. On sait que tous les pays membres ne disposent pas des ressources voulues pour mener des recherches dans tous les domaines, de sorte que la coopération entre pays et par l'intermédiaire d'organismes comme l'AEN leur permet d'avoir accès aux moyens et compétences nécessaires. En outre, une partie des compétences et des moyens indispensables peut être obtenue auprès d'autres industries (comme certains aspects du contrôle-commande numérique) et, dans ce cas, les autorités de sûreté seront peut-être moins contraintes de préserver des moyens et des compétences à condition que l'on puisse mettre en évidence les incidences sur la sûreté de cette décision.

Annexe

**RÉSUMÉ DES DOMAINES BÉNÉFICIAIRES DES MOYENS
ET DES COMPÉTENCES DE LA RECHERCHE**

Domaine	Possibilités données par la recherche	Moyens et compétences de recherche	Fonction des autorités de sûreté*
Évaluation du risque	<ul style="list-style-type: none">• Mise au point ou acquisition d'outils analytiques permettant une évaluation indépendante de la conception, de la sûreté, du fonctionnement de la centrale ainsi que des incidents d'exploitation• Compréhension de la modélisation physique et de ses limites• Préservation et amélioration de ces outils analytiques	Modélisation de la centrale et fiabilité et performances humaines	1, 2, 3, 4
Matériaux/structures (acier et béton)	<ul style="list-style-type: none">• Prévisions et évaluation des problèmes liés aux matériaux comme l'acier, les câbles et les structures• Évaluation et analyse des dommages et réactivité aux incidents d'exploitation	<ul style="list-style-type: none">• Métallurgie, chimie, résistance des matériaux• Réalisation d'essais sur les matières radioactives	1, 2, 3, 4

- * Fonctions des autorités de sûreté :
1. Surveillance des réacteurs en exploitation.
 2. Modification des réacteurs en exploitation.
 3. Prolongation de la durée de vie des centrales.
 4. Autorisation des nouveaux réacteurs.

Domaine	Possibilités données par la recherche	Moyens et compétences de recherche	Fonction des autorités de sûreté*
Performances humaines et organisationnelles	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation des causes à l'origine des dysfonctionnements humaines • Évaluation des caractéristiques des performances et des dysfonctionnements organisationnels liés à la sûreté 	Gestion organisationnelle et fiabilité humaine	1, 2, 4
Systèmes mécaniques/ électriques	Évaluation des problèmes d'exploitation liés aux systèmes et aux composants	Fonctionnement et maintenance du matériel mécanique et électrique	1, 2, 3, 4
Évaluation du retour d'expérience	Mise en évidence des anomalies, des tendances, des modalités, des causes et importance pour la sûreté des conditions, paramètres et incidents	Connaissance générale de l'ingénierie des systèmes, contrôle-commande, physique des réacteurs et du combustible, thermo hydraulique, métallurgie, électricité, mécanique	1, 2, 3

* Fonctions des autorités de sûreté :

1. Surveillance des réacteurs en exploitation.
2. Modification des réacteurs en exploitation.
3. Prolongation de la durée de vie des centrales.
4. Autorisation des nouveaux réacteurs.

Domaine	Possibilités données par la recherche	Moyens et compétences de recherche	Fonction des autorités de sûreté*
Combustibles	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation de la sûreté des modifications proposées du combustible, dont limite de sûreté • Évaluation des problèmes opérationnels liés au combustible • Évaluation de la sûreté des installations du cycle du combustible 	Criticité, physique des réacteurs, matériaux	1, 2, 4
Analyse des accidents	<ul style="list-style-type: none"> • Mise au point ou acquisition des outils analytiques permettant une évaluation du comportement des centrales dans des conditions accidentelles • Compréhension de la modélisation physique et ses limites • Préservation et amélioration des outils analytiques • Constitution ou acquisition de données expérimentales de confirmation 	Thermohydraulique, modélisation physique, développement de codes, compétences analytiques et réalisation d'expériences	2, 4
Contrôle et surveillance des centrales	Évaluation du matériel et des logiciels de contrôle-commande assurant la fiabilité dans des conditions d'exploitation et des environnements divers	Instrumentation, logiciels (y compris qualité des logiciels) et matériel	2, 3, 4

* Fonctions des autorités de sûreté :

1. Surveillance des réacteurs en exploitation.
2. Modification des réacteurs en exploitation.
3. Prolongation de la durée de vie des centrales.
4. Autorisation des nouveaux réacteurs.

Domaine	Possibilités données par la recherche	Moyens et compétences de recherche	Fonction des autorités de sûreté*
Gestion des accidents graves	<ul style="list-style-type: none"> • Mise au point ou acquisition d'outils analytiques permettant une évaluation indépendante du comportement des centrales dans des conditions accidentelles • Compréhension de la modélisation physique et de ses limites • Préservation et amélioration des outils analytiques • Élaboration ou consultation de données expérimentales pour confirmation • Évaluation des conséquences des accidents 	Modélisation, développement de codes, réalisation d'expériences, capacités analytiques et connaissance générale de la phénoménologie des accidents graves	1, 2, 4
Risques externes (inondations, incendies, séismes, tornades, avions, vents, etc.)	Compréhension et modélisation des phénomènes	Sismologie, météorologie, chimie et ingénierie des structures	1, 2, 3, 4

* Fonctions des autorités de sûreté :

1. Surveillance des réacteurs en exploitation.
2. Modification des réacteurs en exploitation.
3. Prolongation de la durée de vie des centrales.
4. Autorisation des nouveaux réacteurs.

Domaine	Possibilités données par la recherche	Moyens et compétences de recherche	Fonction des autorités de sûreté*
Plans d'urgence	Évaluation des risques sur le site et hors site pour les travailleurs, le public, la société (par exemple transport, industrie, etc.) et l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> • Connaissance générale de la nature et de la chronologie des rejets radioactifs, de leur dispersion et de leurs effets sur l'homme et l'environnement • Modélisation mathématique et physique 	1, 4

* Fonctions des autorités de sûreté :

1. Surveillance des réacteurs en exploitation.
2. Modification des réacteurs en exploitation.
3. Prolongation de la durée de vie des centrales.
4. Autorisation des nouveaux réacteurs.

LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE