Zeitschrift: Energie & Umwelt : das Magazin der Schweizerischen Energie-Stiftung SES

Herausgeber: Schweizerische Energie-Stiftung

Band: - (1989)

Heft: 1-2: Malville

Artikel: Risque du Super-Phénix

Autor: Benecke, Jochen / Reimann, Michael

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-585973

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Risque du Super-Phénix

Critique de la recherche sur la sûreté et de l'éstimation du risque que présente la centrale nucléaire de Creys-Malville[1]. Par Jochen Benecke et Michael Reimann

(...)Dans une déclaration du Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires (SCSIN) datée du 11 octobre 1988, il est dit qu'«il était nécessaire de procéder à un réexamen de la conception et de la fabrication d'un certain nombre de composants importants pour la sûreté et en contact avec le sodium». Les documents nécessaires à l'appréciation de cette révision et du nouveau concept de sûreté ne nous sont pas accessibles et nous ne pouvons pas dès lors nous prononcer sur ces deux points. Nous doutons cependant que la transformation du système d'extraction et d'introduction d'assemblages combustibles dans le réacteur (le barillet doit être remplacé par le Poste de Transfert du Combustible, PTC) soit entièrement sans danger, car elle suppose l'existence d'un chantier qu'il est prévu de maintenir en activité à côté du réacteur, alors même que ce dernier fonctionnera et qu'une partie des travaux doit être exécutée directement au-dessus de la cuve du réacteur.

La fuite du barillet a rappelé à tout le monde les risque inhérents à l'utilisation de grandes quantités de sodium liquide. C'est pourqoui nous évoquerons les problèmes que peut connaître le Superphénix du fait de réactions chimiques impliquant le sodium.

Par ailleurs, nous aborderons essentiellement les accidents graves avec destruction du cœur du réacteur, accidents qui sont classés eux aussi dans la catégorie des accidents dits «hypothétiques». Nous disposons, pour cette analyse, des publications de la recherche internationale sur la sûreté des surgénérateurs. On constate que les ingénieurs et les scientifiques qui travaillent dans des installations de recherche françaises publient moins sur certains problèmes que leurs collègues d'autres pays européens et, plus particulièrement, des Etats-Unis. Un exemple de tels problèmes est la recriticité lors d'un accident de Bethe-Tait. Mais du fait que l'échange d'informations et la collaboration internationale sont régulièrement maintenus et renforcés lors de conférences internationales de spécialistes, il est possible de suppléer au manque d'information de source française par des informations tirées de publications d'autres pays, par exemple des Etats-Unis d'Amérique. Dans tous les cas, il n'y a aucune raison de supposer que les codes de calcul français qui servent à modéliser les processus complexes de neutronique et de dynamique des fluides qui se produiraient lors d'un accident de Bethe-Tait soient supérieurs aux codes de calculs américains.

Le cœur d'un surgénérateur à neutrons rapides peut être détruit soit par une excursion du puissance due à une défectuosité du système d'arrêt rapide (accident de Bethe-Tait, [voir **p. 15**], soit par une fusion des assemblages combustibles du fait d'une panne de circulation empêchant l'évacuation de la chaleur résiduelle du circuit primaire après l'arrêt du réacteur. Dans le cas d'une centrale comme Superphénix, il est généralement admis que le premier de ces risques est le plus important. (...)

Lors d'un accident du premier type (accident de Bethe-Tait), le combustible nucléaire est vaporisé en partie. L'expansion de cette bulle de vapeur de combustible produit un travail qui exerce une contrainte sur l'enceinte contenant le cœur. Par ailleurs, lors de la dislocation du cœur consécutive à l'excursion de puissance, des projections violentes de matière peuvent bombarder les parois de la cuve et son couvercle. La bulle de vapeur peut, en plus, pousser devant elle une lame de sodium liquide, qui viendra frapper le couvercle du réacteur comme un marteau («marteau de sodium»). Enfin, des réactions thermiques entre le combustible nucléaire fondu et le réfrigérant, en l'occurrence du sodium liquide, peuvent provoquer une évaporation quasi-instantanée du sodium («explosion de vapeur») et conduire ainsi à une augmentation considérable de l'énergie totale libérée.

La cuve principale du Superphénix et son confinement intermédiaire sont censés

1 Tiré d'un résumé d'une étude effectuée par les professeurs Jochen Benecke et Michael Reimann à la demande de l'Association pour l'Appel de Genève APAG. Février 1989. Gazette de l'APAG No. 1/89, pp.9-18. Le texte allemand du rapport suivi du résumé français peut être commandé auprès de l'APAG, case postale 89, 1212 Grand-Lancy 1.

résister à tout cela. Ils sont dimensionnés pour supporter la libération d'une énergie totale de 800 mégajoules. Est-ce suffisant? Quelle quantité d'énergie un accident de Bethe-Tait peut-il effectivement libérer? Les deux chapitres [du rapport] exposent les raisons pour lesquelles la détermination de l'énergie mécanique libérée reste problématique. Le premier analyse l'excursion de puissance et la dislocation du cœur qui lui est liée, le second la réaction thermique entre le combustible nucléaire fondu et le sodium liquide («explosion de vapeur»).

(...) avec le Superphénix, il faut prendre en compte des accidents de dislocation violente du cœur en phase de recriticité, pour lesquels on ne dispose pas en France d'analyses intégrales, mais seulement de «photos instantanées» (fournies par le code SUREX). Il n'y a pas à ce sujet de publications permettant analyse et vérification. Et nous n'avons pas réussi à obtenir des informations précises sur la manière dent le problème des recriticités est traité en France: M. Cogné nous a renvoyé à la séance extraordinaire de la Commission pour la sécurité des réacteurs nucléaires de la RFA, au cours de laquelle ce problème n'a pas été abordé.

Les publications américaines fournissent des informations de manière bien plus ouverte et spécifique. On notera aussi la manière d'aborder aux USA les dangers liés aux bulles (voids) dans le réfrigérant: le surgénérateur de Clinch River aurait dû, comme le Superphénix, contenir un cœur «homogène». Il en serait résulté un coefficient de vide positif important. Mais, il y a dix ans environ, on a exigé la mise en place d'un cœur «hétérogène» caractérisé par un coefficient de vide nettement plus faible. Rien de tel ne s'est passé pour le superphénix, pour lequel le cœur homogène avec son fort coefficient de vide a été maintenu. Il en résulte un potentiel de risque qu'il faut prendre très au sérieux. La comparaison avec le réacteur RMBK 1000 de Tchernobyl, lequel a également un coefficient de vide positif, s'impose. Il faut cependant noter que le congrès américain a, entretemps, stoppé la construction du surgénérateur de Clinch River, parce qu'il ne voyait aucune nécessité à la mise en fonction de surgénérateurs.

Il y a encore de sérieuses lacunes dans les connaissances fondamentales relatives aux réactions thermiques entre combustible nucléaire et réfrigérant. Par contre, les phénomènes physico-chimiques liés à la réactivité du sodium ont été étudiés en laboratoire et sont bien connus. Dans les deux cas cependant, il est très difficile d'extrapoler les résultats de laboratoire à une installation aussi énorme que le Superphénix. Des événements lourds de conséquence se sont produits dans des installations utilisant du sodium liquide, en particulier le feu de sodium dans la centrale solaire d'Almeria et la destruction d'un générateur de vapeur dans le surgénérateur rapide PFR en Grande-Bretagne. En fait, les conséquences de ces événements sont bien plus importantes que celles qui ont été prévues pour des événements similaires dans le Superphénix. Il est probable que la même chose serait vraie pour le cas où un accident avec dislocation du cœur et interaction subséquente entre combustible et sodium se produirait dans un surgénérateur à neutrons rapides.

Ainsi donc est violé un principe de base important, qui devrait toujours être respecté lorsqu'on envisage les conséquences d'événements mettant en jeu la sécurité, mais qui ne se sont pas encore produits et qui sont donc encore «hypothétiques»: le principe de conservativité. Ce principe exige que l'on prévoie des conséquences, pour un événement «hypothétique» dans une installation technique de grandes dimensions, qui soient plus graves que celles qui se produisent lorsque l'événement a effectivement lieu. Dans le cas où cet événement peut vraiment être décrit de manière déterministe, il faudrait que les conséquences prévues soient à tout le moins équivalentes.

Ceci nous rappelle la remarque de P.K. Feyerabend: «La recherche est menée non pas sur la base d'hypothèses conservatives, mais sur la base d'anticipations.»

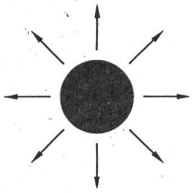
Le fonctionnement d'un surgénérateur et l'accident de Bethe-Tait

Voilà en résumé les caractéristiques principales d'un surgénérateur: La fission par des neutrons rapides étant moins efficace que par des neutrons thermiques, le combustible dans le Superphénix doit être enrichi plus fortement en matière fissile et disposé d'une manière plus compacte que dans un réacteur à eau légère. Il résulte de cette configuration et de l'influence du sodium sur le bilan neutronique que, en régime normal, le réacteur ne se trouve pas dans son état «le plus réactif». Des écarts de régime peuvent provoquer une augmentation de la réactivité, entraînant un risque d'accident dit de criticité (emballement de la réaction nucléaire). Dans de tels accidents, la fission nucléaire échappe au contrôle, provoquant finalement l'explosion du cœur du réacteur. Ce type d'accident est appelé accident de Bethe-Tait, du nom des deux physiciens qui, les premiers, ont essayé en 1956 de le décrire quantitativement; son déroulement est illustré dans le croquis [à côté]:

Perte de la totalité du fluide réfrigérant

Fusion du cœur: augmentation de la recriticité à cause de l'effondrement du cœur sur lui-même

Explosion du cœur



Jochen Benecke, Gazette de l'APAG No. 3/88, p. 15

Auszug aus der Rede von Jochen Benecke anlässlich der SES-Jahresversammlung 1986, «Tschernobyl ist überall. Irreführung durch Begriffe wie Restrisiko und Grenzwerte»

«Man kann Reaktoren nicht auf den Teststand bringen...»

...Und selbst wenn man es könnte, würde man nicht viel lernen aus solchen integralen Tests, weil es wiederum so viele Einflussgrössen gibt, die einen Reaktorunfallablauf bestimmen könnten, dass man eine Unmenge von Tests bräuchte, um daraus etwas lernen zu können.

Um das noch etwas drastischer zu verdeutlichen, möchte ich von einem Beispiel reden, das ich selber erfahren habe, als ich im Auftrag der Bundesregierung in Bonn eine Risikoabschätzung für den westdeutschen Schnellen Brüter in Kalkar gemacht habe. Parallel zu meinen Mitarbeitern und mir arbeitete eine Untersuchungsgruppe der Nuklearinstitutionen. Auch diese Gruppe gestand zu, dass sie eigentlich die Wahrscheinlichkeiten gerade für das Kernstück eines Reaktorunfalles nicht bestimmen kann, nämlich für das, was bei der Kernschmelze eines Brüters passiert. Trotzdem verstand die Konkurrenzgruppe von uns ihren Auftrag so, dass sie auf Biegen und Brechen den Politikern eine Zahl liefern müsse. Um sich aus der Klemme zu helfen, hat sie einen seitenlangen Fragebogen an die 18 Experten der westlichen Welt geschickt, also genau an die Leute, die in den vergangenen Jahren die entsprechenden Werte weder messen noch sonstwie bestimmen konnten, und hat sie aufgefordert: «Schätzt doch mal!». Keiner der befragten Experten hat sich geweigert, die haben alle brav den Fragebogen ausgefüllt. Nach vierzig Seiten statistischer Gelehrsamkeit kam am Schluss eine Wahrscheinlichkeit heraus. Und diese Zahl ging als eine der Bestimmungsgrössen in das Endergebnis ein, das zahlenmässige Endergebnis, das dann die Politiker in Bonn dazu veranlasste zu sagen: «Dieser Brüter ist jedenfalls nicht gefährlicher als das, woran wir uns schon gewöhnt haben. Also kann er in Betrieb gehen.»

Ich glaube, dieses Beispiel sagt etwas über das prinzipielle Dilemma aus, das auch mit mehr oder besserer Wissenschaft nicht gelöst werden kann. Ein Grund mehr, dass wir mit der Atomenergie die falsche Technik haben.

Wir machen uns abhängig von solchen Simulationen und den Experten, die sie durchführen, und haben eigentlich keine Basis für ein Vertrauen. Das können wir nur ändern, wenn wir die Technik loswerden, die uns in solche Zwangslagen hineinbringt. (...)