Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 99 (1973)
Heft: 11: SIA spécial, no 2, 1973

Artikel: Le problème des déchets radioactifs a trouvé diverses solutions
Autor: Buclin, J.-P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-71675

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: 15.07.2025

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

Le problème des déchets radioactifs a trouvé diverses solutions

par J.-P. BUCLIN, ing. dipl. EPF, ancien directeur de la Centrale nucléaire expérimentale de Lucens

On entend souvent parler du problème de l'élimination des déchets radioactifs comme d'un problème pas encore résolu à ce jour. En fait, les déchets radioactifs présentent une grande variété de produits, qui diffèrent fortement, selon

— leur degré de radioactivité : forte, moyenne ou faible ;
— leur état : corps solides, poussières, boues, liquides ou gaz ;
— leur encombrement : concentrés ou dilués ;
— leur durée de vie : longue, moyenne ou courte.

Il serait alors trop simple de prétendre globalement que l'élimination de ces déchets, sans différenciation aucune, constituerait un problème technique qui n'aurait pas encore trouvé de solutions. L'élimination de telle catégorie est certes plus difficile que celle de telle autre, mais *toutes* les catégories ont trouvé à l'heure actuelle des solutions acceptables.

Cycle du combustible : les déchets plus fortement actifs

Contrairement aux combustibles classiques, l'uranium ne se consomme pas totalement dans un réacteur ; quelques pour-cent, tout au plus, se transforment en produits de fission qui sont, eux, la source de l'énergie thermique fournie par le réacteur. Certains produits de fission, agissant comme des poisons pour les neutrons, atténuent la réaction en chaîne. Après un certain temps, d'environ trois années d'utilisation, la charge du réacteur doit alors être retraitée chimiquement, afin justement de séparer les produits de fission et récupérer le combustible non consommé, ainsi que le plutonium produit.

Le même combustible se trouve ainsi recyclé jusqu'à des dizaines de fois. Cet uranium recyclé chaque fois raffiné, et tout comme l'uranium frais formant l'appoint, n'est pratiquement pas radioactif. Une charge de 100 tonnes de combustible, irradiée durant trois ou quatre années, ne produira donc, à chaque retraitement, que quelques centaines de kg de produits de fission.

Actuellement, le retraitement s'effectue le plus souvent par dissolution du combustible dans l'acide. La solution chimique hautement active qui contient les produits de fission est souvent stockée dans des réservoirs durant quelques années, afin de laisser disparaître les produits à moyenne durée de vie. Il devient alors possible de récupérer les quelques kg de produits à longue durée de vie (Sr-90, Cs-137) pour usage industriel, respectivement médical. Ou bien, la solution en question est distillée de suite, et les résidus solides sont englobés sous une forme inerte, dans du verre par exemple.

Cette même charge de 100 tonnes ne produit finalement qu'un volume d'environ 1 m^3 de matières vitrifiées, facile à évacuer pour des durées de millénaires, dans une mine de sel par exemple. Des méthodes de retraitement « à sec », qui évitent la production intermédiaire de grandes quantités de liquides, sont en voie de développement. Elles aboutissent cependant au même résultat final.

Le plutonium et les bombes

Le plutonium n'est pas un déchet radioactif, mais une matière fissile ou fertile très précieuse pour les futures filières des réacteurs surgénérateurs. En attendant l'avènement de ce nouveau type, le plutonium est consommé dans les réacteurs actuels. Vu sa valeur, il est récupéré au gramme près lors du retraitement du combustible, avec plus de soin encore que l'uranium.

Le retraitement étant un procédé continu, les diverses charges traitées se mélangent entre elles à raison d'environ 2 % de leur masse. Chaque « client » ne peut donc pas recevoir en retour exactement la composition du plutonium qu'il avait fait raffiner, mais, pour ces 2 %, il recevra une matière qui correspondra partiellement à la qualité des charges précédente et suivante. Ceci ne veut pas dire, comme il a été prétendu bien souvent, que ces 2 % soient des pertes et deviennent des déchets radio-actifs particulièrement gênants, du fait de la toxicité *chimique* du plutonium.

Rappelons, en passant, que le plutonium n'est pas une matière nouvelle, créée par l'homme. Il en a été produit des quantités immenses dans la pile naturelle de Oklo, en Afrique. La croûte terrestre en contient plusieurs tonnes concentrées dans les gisements d'uranium. La concentration est cependant trop faible pour en permettre l'extraction.

C'est l'isotope Pu-239 *pur* qui est utilisable pour les armements nucléaires. Sa production n'est possible que dans des réacteurs d'un type spécial, différent de celui qui est utilisé pour la production rentable d'énergie électrique. Ce dernier type de réacteur produit bien une quantité de plutonium utilisable dans les futurs réacteurs dits rapides (surgénérateurs), mais sans intérêt pour l'armement nucléaire.

Les déchets produits sur le lieu même de la Centrale nucléaire : les déchets plus faiblement actifs

En cours d'exploitation, dans l'enceinte où se trouve le réacteur, est produite une plus grande variété de déchets, soit un faible volume de déchets moyennement actifs (boues et résines provenant des installations de purification de l'eau du circuit primaire), et un plus grand volume de déchets faiblement actifs (chiffons, habits de travail, filtres de ventilation, outillage et pièces d'équipement contaminées par des poussières, etc...).

Ces déchets, qui représentent moins d'un millionième de l'activité totale engendrée, sont conditionnés, sur place ou dans une installation centrale, de manière à ne plus présenter un danger de contamination : les boues sont enrobées dans du béton ou du bitume, à l'intérieur de fûts standards de 220 litres ; les chiffons, habits de travail, etc... sont incinérés, et les cendres traitées comme les boues ci-dessus ; les filtres et autres pièces non incinérables sont débités en petits morceaux, puis compactés, et enrobés si nécessaire.

Les gaz et les eaux rejetés après traitement et contrôles se trouvent dilués dans de grandes quantités de ces fluides.

Le volume de tous ces déchets reste cependant extrêmement faible, soit de l'ordre de 100 m^3, comparé à celui des déchets issus de l'industrie et des ménages [1].

Ainsi, l'installation d'un incinérateur de déchets radioactifs n'a pas été jugée pressante, pour l'ensemble de la Suisse, avant les années 1975 à 1980, bien que la recherche, la médecine et l'industrie produisent déjà, depuis bientôt vingt ans dans notre pays, certaines quantités de déchets radioactifs.

A plus long terme, les déchets faiblement actifs et conditionnés seront, eux aussi, évacués à l'extérieur du cycle biologique, dans des formations géologiques qui en garantissent l'isolement pour la durée nécessaire. Il semble bon de rappeler ici que la durée requise pour une décroissance à un millionième de l'activité initiale est inférieure à un siècle pour la presque totalité des quelque 300 divers produits d'activation et de fission catalogués ; seul un très petit nombre de ces produits possède une longue durée de vie. Mais toutes ces durées sont courtes, comparées à l'échelle géologique des temps.

Désactivation des déchets ?

La question est souvent posée de savoir si d'autres méthodes n'existeraient pas pour détruire, au lieu de mettre en lieu sûr, les déchets radioactifs. Il serait théoriquement possible de détruire, par bombardement à haute énergie, les produits plus gênants qui auraient été isolés et concentrés. Voilà la seule méthode possible, mais qui rencontre trop de difficultés pour être exploitable. En plus, aucun besoin n'existe actuellement, qui exigerait que de tels procédés passent plus vite du laboratoire à l'usine, pour autant que ce passage soit jamais jugé nécessaire.

Principes de gestion des déchets

La gestion des déchets radioactifs se conforme à de rigoureux principes :

1) ne relâcher sous forme diluée dans la biosphère que des substances dont on connaît les effets sur l'environnement (chaînes alimentaires), et alors seulement sous contrôle sévère de l'inventaire relâché et de son cheminement ultérieur ;
2) concentrer et conditionner les autres déchets, les stocker temporairement en marge du cycle biologique ou, mieux encore, les évacuer rapidement en dehors du cycle biologique.

L'immersion dans les océans

Les campagnes, à caractère plutôt scientifique, qui consistent à immerger dans des fosses profondes des océans certains déchets de faible ou moyenne activité particulièrement bien triés et conditionnés, furent certes très utiles, aussi dans le but d'apprendre à mieux connaître ces zones éloignées de la biosphère. Exécutées dans le cadre habituel, elles ne présentent aucun danger. En effet, plusieurs isotopes naturels présents dans les mers et à la surface des terres produisent, par fission spontanée, une grande quantité de produits de fission par année. Les éventuelles fuites émanant des fûts conditionnés et immergés, s'exprimeraient en grammes ! Des campagnes d'immersion pourraient donc se répéter. L'évacuation définitive dans certaines couches géologiques, dont en particulier les mines de sel gemme (à ne pas confondre avec les salines !) représente cependant une solution que la science et la technique actuelles jugent préférable.

Les mines de sel

La présence d'une mine de sel prouve que l'endroit a été préservé d'un contact avec l'eau depuis des millénaires. L'atmosphère très sèche d'une mine préserve de la corrosion les fûts stockés et les équipements utilisés. Les galeries et les chambres excavées supportent facilement les charges importantes que représentent les déchets conditionnés dans des fûts bétonnés. Il existe suffisamment de mines de par le monde, pour résoudre à très long terme le problème de l'évacuation définitive des déchets radioactifs.

Le krypton et le tritium

Quels sont alors ces problèmes plus difficiles à résoudre, dont il était question plus haut ? Ces problèmes étaient déjà amplement reconnus au début de la commercialisation de l'énergie nucléaire. La dilution dans l'atmosphère de l'isotope Kr-85, et dans l'eau de l'isotope H-3, deux isotopes à longue demi-vie (d'env. 11 ans) doit être considérée de façon plus approfondie.

Le relâchement dans la biosphère de la totalité de Kr-85 qui s'échappe lors de la dissolution chimique des combustibles irradiés dans les usines de retraitement entraînerait une élévation de sa concentration, laquelle s'approcherait dans plus de cent ans du seuil tolérable pour la population générale.

Des moyens de séparation et de concentration de ce gaz rare existent, qui permettront en temps voulu et si nécessaire, d'éviter que la dose reçue par la population, à cause de cet isotope, ne dépasse quelques pour-cent de celle provenant des radiations naturelles.

Bien que des moyens de séparation du tritium (H-3) existent en principe, on ne pense pas, à vues humaines, devoir y recourir. La masse d'eau des océans est immense, comparée à la très faible masse de tritium qui viendrait s'y diluer, produite par les réacteurs nucléaires. Par contre, les essais d'armes thermonucléaires dans l'atmosphère ont libéré des quantités de tritium beaucoup plus importantes, comparables aux quantités de tritium formées *naturellement* par les rayons cosmiques dans les hautes couches de l'atmosphère.

Sécurité du stockage des déchets : concentration ou dilution

Alors que la concentration et le conditionnement des déchets solides ne suscitent pas de craintes quant à un relâchement fortuit d'activité, une concentration de pro-

[1] Réf. *Schweizerische Bauzeitung* n° 6, du 8 février 1973, p. 188 : Production annuelle suisse de déchets :

a) densité faible, d'environ 1 t/m^3 :
déchets ménagers
déchets de construction
dégrilleurs, etc.
} 350 000 m^3, soit 350 000 t/an

b) densité plus élevée, d'environ 1,5 t/m^3 :
déchets de l'industrie
résidus d'épuration des eaux
résidus d'incinération des ordures
} 730 000 m^3, soit 1 090 000 t/an

duits volatils (tels le Kr-85, et en quelque sorte aussi le H-3), présenterait un potentiel de danger.

Comparant les précautions prises pour le stockage de matières toxiques ou dangereuses, produits pharmaceutiques, chimiques ou techniques et jusqu'au simple sel de cuisine, qui pourraient, dans des cas hypothétiques, mettre en danger des millions de personnes, on prend, dans le domaine nucléaire, des précautions beaucoup plus sérieuses, et ceci non seulement pour éviter des attaques à la santé de l'homme, mais déjà pour lui épargner d'être soumis à une irradiation beaucoup plus faible que l'irradiation naturelle.

Politique et stockage des déchets

Le problème de l'élimination des déchets radioactifs est, en fait, lié à l'implantation des usines de retraitement des combustibles nucléaires. Là, une planification existe déjà au niveau européen.

Pour les autres déchets, produits par un très grand nombre d'utilisateurs de l'énergie nucléaire dans des buts bénéfiques à l'humanité entière (médecine, recherche, agriculture, production d'électricité, industrie), un peu plus de compréhension serait nécessaire du niveau communal et jusqu'au niveau international, pour que soient acceptés des sites pour usines de concentration et de conditionnement, et des sites pour l'évacuation définitive de ces déchets. Le problème des déchets radioactifs n'est donc pas d'ordre technique, mais avant tout d'essence politique et sociale.

En Suisse, il ne faut pas envisager l'implantation d'une usine de retraitement de combustibles nucléaires avant qu'une trentaine de réacteurs de la puissance de celui de Beznau ne se trouvent en exploitation.

Le stockage temporaire des déchets plus faiblement actifs envisagé dans les cavernes de Lucens représente un maillon intermédiaire entre le conditionnement et l'évacuation définitive, qui suffirait à ce but pour des dizaines d'années. A partir des années 1980, on peut même envisager d'installer à Lucens l'usine de conditionnement des déchets, de type industriel, dont la Suisse aura besoin vers cette époque.

La Suisse ne rencontrera donc, jusqu'à la fin de ce siècle, et même en considérant une poursuite de la croissance au rythme actuel, pas de problème de stockage de déchets radioactifs. Des solutions possibles sont déjà connues aujourd'hui. Cependant, on s'attache maintenant déjà à sérieusement rechercher des solutions à plus long terme.

Adresse de l'auteur :
J.-P. Buclin, ing. dipl. EPF
ancien directeur de la Centrale nucléaire expérimentale de Lucens
Energie de l'Ouest Suisse
12, pl. de la Gare, Lausanne

Bibliographie

Les installations hydrauliques: conception et réalisation pratique, par *Robert Affouard*. Entreprise moderne d'édition — Technique et documentation, Paris, 1972. — Un volume 16×24, 426 pages, 559 figures.

Sortant du cadre des ouvrages nettement orientés vers la théorie, l'auteur, M. R. Affouard, ingénieur des Arts et Métiers, s'est au contraire résolument placé sur le terrain de la réalisation pratique.

Destiné à tous ceux, utilisateurs et constructeurs, qui ont le souci ou la responsabilité de la conception, de la réalisation ou de l'entretien de circuits et d'installations hydrauliques, le livre de M. Affouard présente le grand intérêt de n'avoir jamais recours aux calculs difficiles ou fastidieux : de nombreux abaques et graphiques permettent en effet de trouver, rapidement et avec précision, les renseignements recherchés et les réponses aux problèmes posés.

Outre tous les éléments et paramètres spécifiques relatifs aux organes hydrauliques, l'auteur rappelle les notions fondamentales de résistance des matériaux et de technologie de construction.

Ces notions sont utilisées pour justifier les principes de fabrication des appareils. Elles sont particulièrement développées dans le chapitre des vérins, organes dont la simplicité apparente a tenté un grand nombre de constructeurs.

L'auteur étudie aussi la plupart des points critiques de la conception des organes classiques : dentures des pompes à engrenage, glace de distribution des moteurs et pompes à barillet, etc., ce qui permet au lecteur de mieux apprécier les matériels disponibles sur le marché. De la sorte, il peut choisir ceux qui sont le mieux adaptés à ses besoins propres, sans être influencé par des arguments d'ordre essentiellement publicitaire.

L'auteur donne encore de très nombreux schémas de principe qui éviteront bien des ennuis à des néophytes, mais permettront aussi de simplifier et d'améliorer bien des réalisations importantes.

Ce livre pratique et complet constitue donc un véritable manuel de l'hydraulicien.

D'un niveau très accessible, il sera consulté fréquemment et avec commodité, aussi bien par les élèves ingénieurs que par les techniciens et les ingénieurs dans l'exercice de leur fonction.

Sommaire :

1. Formules fondamentales, relations et paramètres importants. — 2. Sujétions d'emploi des organes hydrauliques principaux : Les pompes. Les moteurs. Les vérins. — 3. Sujétions d'emploi des organes auxiliaires : Les distributeurs. Les limiteurs de débit. Les tuyauteries rigides. Les tuyauteries flexibles. Les accumulateurs. Les organes de conditionnement et de conservation du fluide. Les clapets. Les instruments de contrôle. Les organes divers. — 4. Les fluides : Généralités. Caractéristiques physiques du fluide de commande. Caractéristiques pratiques du fluide de commande. Mise en œuvre : refroidissement-réchauffage. Le choix et l'utilisation des fluides. Précautions au moment de la mise en route. — 5. Caractéristiques particulières de quelques applications : Les élévateurs. Les basculeurs. Les stabilisateurs. Les installations isolées. Les mouvements alternatifs. Les presses. Utilisation des moteurs. — 6. Indications concernant le dépannage.

Le contrôle technique de qualité, par *Maurice Teillac*, ingénieur des arts et manufactures, 2e édition. Paris, Entreprise moderne d'édition, 1972. — 108 pages 16×24, 35 fig. Prix : 30 F.

Sommaire :

Mesures par sondage

Définition de la qualité, contrôle des produits finis — contrôle en cours de fabrication — contrôle des incidents de fabrication — réception d'un lot — limite de confiance dans les résultats du contrôle des déchets de fabrication.

Contrôle et réglages en cours de fabrication

Les cartes de contrôle — types de cartes — choix des postes à contrôler — ordre de mise sous contrôle — mode et fréquences des prélèvements — limite de surveillance et de contrôle — introduction des méthodes dans l'atelier.

Prolongements aux méthodes

Analyse de la variance — corrélation et régression.

Place du contrôle dans l'organigramme

En cours de fabrication — contrôle final.