

MESURES DE SÛRETÉ

ERNST WARNECKE

Les systèmes informatiques sont largement utilisés dans la gestion des déchets radioactifs, par exemple pour l'exploitation des installations et le traitement des données. La gravité et l'ampleur potentielles du problème de l'an 2000 imposent de prendre des mesures pour garantir la sûreté des opérations à tout moment.

Toute défaillance de ces systèmes informatiques est normalement couverte par la méthode de sûreté habituelle associant diversité et redondance. Dans le cas du problème de l'an 2000, il risque de ne pas être possible de se fier à cette méthode, car un système de secours qui aura été installé pour pallier une défaillance risque également de tomber en panne – c'est ce qu'on appelle une "défaillance de cause commune". C'est pourquoi il faut, dans la perspective de ce problème, examiner les installations de gestion des déchets.

Heureusement, dans la gestion des déchets radioactifs, la réponse d'un procédé ou d'une activité à une défaillance sera souvent lente, ce qui donnera davantage de temps pour résoudre le problème avant qu'il n'ait des conséquences radiologiques. Si cette caractéristique peut être prise en compte lorsqu'on étudiera les problèmes liés à l'an 2000, elle ne justifie pas qu'on les ignore.

Le principal document d'orientation de l'AIEA consacré à la préparation à l'an 2000, s'il s'adresse principalement aux centrales nucléaires, n'en décrit

pas moins des méthodes qui sont largement applicables à d'autres installations nucléaires et industrielles. Il aborde, en particulier, l'évaluation du problème, les corrections à apporter, l'élaboration de plans d'urgence et les aspects réglementaires. Il est rédigé de façon à couvrir les problèmes liés à l'an 2000 que risquent de rencontrer les installations complexes.

Dans la gestion des déchets radioactifs, les types d'installations et d'activités peuvent être très divers. Cela peut aller de la vitrification de déchets de retraitement de haute activité au stockage de décroissance de déchets provenant de l'application médicale de radionucléides de courte période. Les degrés de nécessité et d'utilisation des ordinateurs dans les installations et activités de gestion des déchets radioactifs sont également très divers. Cela peut aller de procédés entièrement informatisés à l'absence totale d'applications informatiques, notamment dans les opérations ou phases simples de la gestion. L'AIEA aide les États membres en leur donnant, en particulier, des conseils concernant la vulnérabilité des installations et activités de gestion des déchets radioactifs au problème de l'an 2000 afin de soutenir les mesures prises à cet égard à l'échelon national.

Types de déchets. La gestion des déchets radioactifs nécessite une grande diversité de matériels, procédés et activités mis en œuvre dans une égale diversité

d'installations plus ou moins âgées et perfectionnées. Certains de ces procédés sont continus tandis que d'autres fonctionnent par lots ou nécessitent une maintenance mécanique. Ces procédés peuvent être contrôlés ou programmés automatiquement mais font souvent, en raison de leur lenteur, appel à du personnel.

Aux fins du traitement, les déchets radioactifs sont souvent classés selon leur forme physique (gazeux, liquides et solides) et le risque radiologique qu'ils présentent (déchets de haute ou de moyenne et faible activité). Les déchets radioactifs, en raison de leur composition chimique, peuvent présenter des propriétés non radiologiques: ils peuvent être, par exemple, à auto-échauffement, pyrophoriques ou générateurs d'hydrogène. Ces facteurs, et le fait de savoir si oui ou non les déchets radioactifs ont été conditionnés, détermineront le risque lié à ces déchets.

ÉVALUATION DES PROCÉDÉS

Les procédés de gestion des déchets radioactifs et la production des conteneurs de déchets sont généralement conçus de manière très spécialisée pour répondre à des exigences nationales, réglementaires ou commerciales. En outre, le fonctionnement des équipements

M. Warnecke est employé à la Division de la sûreté des rayonnements et des déchets de l'AIEA.

et des usines dépendra dans une grande mesure de caractéristiques telles que le type et le volume de déchets radioactifs à traiter. Il dépendra aussi du fait de savoir si le procédé en question correspond à une installation de recherche, à un procédé auxiliaire ou à une installation de traitement de déchets autonome. En raison de cette grande diversité d'installations et d'activités et des risques variables présentés par la gestion des déchets, il est recommandé d'adopter, pour déterminer les types de déchets et les procédés sensibles au problème de l'an 2000, une démarche systématique.

En conséquence, les orientations ne peuvent être données que de façon générale. Concrètement, les exploitants d'usines, contrôlés par l'organisme de réglementation, doivent évaluer chaque installation ou activité en tenant compte de toutes les caractéristiques des systèmes respectifs de traitement et de contrôle. Une analyse de sûreté (qui devrait déjà exister pour chaque installation en vertu de la procédure d'autorisation) formera la base de l'évaluation des problèmes liés à l'an 2000 en ce qui concerne les risques et les conséquences éventuelles de défaillances et le risque lié à l'exploitation de chaque installation.

Lorsque l'installation utilise des systèmes informatisés, leur défaillance aura très probablement été envisagée dans le cadre de l'analyse de sûreté. Cependant, on n'aura probablement pas envisagé la "défaillance de cause commune" liée au problème de l'an 2000. L'étude du problème de l'an 2000 devra donc porter sur les équipements de conduite de procédés ou autres qui intéressent la sûreté et utilisent des fonctions

de date et d'heure. Pour obtenir un tableau fiable et complet de la situation, il importera de lire les informations communiquées par les fournisseurs et, souvent, de les vérifier.

Vitrification. La vitrification est un procédé couramment utilisé pour convertir des solutions de déchets de haute activité provenant du retraitement du combustible irradié en une forme stable convenant au stockage et à l'évacuation. Ce procédé se caractérise principalement par des niveaux d'activité élevés, par une génération correspondante de chaleur, par des températures de fusion élevées, et par la volatilité élevée de certains des radionucléides présents dans ces déchets.

Pour garantir la sûreté de l'opération, il est indispensable d'assurer une bonne interaction entre les équipements de contrôle, de mesure et d'alarme. La défaillance des équipements de traitement ou des systèmes de contrôle peut entraîner des flux de traitement ou des produits ne répondant pas aux spécifications. Toute instabilité ou tout écart de paramètres de traitement tels que l'alimentation électrique des équipements peut se solder par une composition du verre ne répondant pas aux spécifications et par des vitesses de versement pouvant compromettre la stabilité à long terme du produit. Le trop-plein du creuset ou du conteneur peut entraîner une contamination de cellules et d'installations. Un défaut de soudage du couvercle peut entraîner un défaut d'étanchéité des conteneurs. Un dysfonctionnement des systèmes de traitement des effluents gazeux peut se traduire par un captage insuffisant de radionucléides volatils et de substances chimiques toxiques telles que le NO_x, et leur rejet consécutif dans l'environnement.

Face au problème de l'an 2000, dans ce contexte, la priorité doit être accordée aux systèmes informatiques susceptibles d'entraîner une défaillance du système de traitement des effluents gazeux, un trop-plein du creuset et des conteneurs, et des produits vitrifiés ne répondant pas aux spécifications.

Conditionnement du combustible irradié. Le conditionnement du combustible déclaré déchet est l'alternative au retraitement et à la vitrification subséquente de déchets de retraitement de haute activité. Cette procédure consiste principalement en activités de réemballage qui sont généralement purement mécaniques et non destinées à modifier l'intégrité des barres de combustible. Si l'on prend des précautions pour prévenir tout dommage à l'intégrité de la barre de combustible en cas de défaillance d'un système, il ne devrait se poser aucun problème de sûreté dans le contexte du bogue de l'an 2000. Il est probable qu'aucune installation de conditionnement de combustible irradié ne fonctionnera lors des dates critiques associées au bogue.

Bitumage. Le procédé de bitumage est largement utilisé pour immobiliser des déchets radioactifs provenant d'installations du cycle du combustible, y compris des centrales nucléaires et des installations de retraitement. Généralement, on immobilise dans le bitume des déchets de faible et moyenne activité de diverses compositions.

Des défaillances pourraient entraîner des formes de déchets bitumés ne répondant pas aux spécifications. Une défaillance du système de traitement des effluents gazeux peut se solder par un captage insuffisant de radionucléides. Le contrôle de la

température est essentiel pour éviter, pendant l'extrusion et le remplissage des conteneurs, un incendie ou toute autre réaction thermique qui risquerait de contaminer l'installation.

Face au problème de l'an 2000, dans ce contexte, la priorité doit être accordée aux systèmes informatiques susceptibles d'entraîner une défaillance des systèmes de contrôle de la température, de traitement des effluents gazeux et d'ajustement de l'alimentation, ce qui pourrait se traduire par des vitesses incorrectes d'écoulement du bitume.

Incinération. L'incinération est un moyen efficace de réduire le volume de déchets radioactifs organiques liquides et solides. Une combustion complète nécessite des températures pouvant atteindre 1200° C, un réglage correct de l'alimentation, et un système de traitement des effluents gazeux efficace capable de retenir les radionucléides et composés chimiques toxiques, en particulier les dioxines mais aussi le chlorure d'hydrogène, le SO₂ et le NO_x.

Un contrôle de température et un dosage d'alimentation incorrects peuvent se solder par la production de cendres de résonnant pas aux spécifications et par des réactions exothermiques non contrôlées pouvant perturber le fonctionnement du système de traitement des effluents gazeux. Ces dysfonctionnements risquent d'entraîner le rejet dans l'environnement de substances radioactives et de composés chimiques corrosifs et toxiques.

Face au problème de l'an 2000, dans ce contexte, la priorité doit être accordée aux systèmes informatiques susceptibles d'entraîner une défaillance des systèmes de contrôle de la température, d'alimentation et de traitement des effluents gazeux.

Séchage. Le séchage est utilisé pour extraire les liquides ou l'humidité de déchets radioactifs solides. Il est également utilisé pour solidifier des solutions ou suspensions de déchets radioactifs afin de produire des déchets solides. L'énergie thermique nécessaire peut être fournie par l'électricité, la vapeur ou d'autres moyens. L'application d'un vide peut permettre de sécher à des températures moins élevées pour éviter l'éventuelle dégradation de composés thermosensibles. La vapeur émise par le séchage est condensée. Des systèmes de ventilation et de traitement des effluents gazeux sont installés pour éviter tout rejet inacceptable dans l'environnement et pour prévenir la formation de concentrations dangereuses d'air et de gaz qui pourraient entraîner des réactions exothermiques.

Toute perte de contrôle des paramètres de traitement correspondants peut se solder par des produits ne répondant pas aux spécifications. Tout dommage causé aux systèmes de ventilation et de traitement des effluents gazeux du fait d'une chaleur excessive, d'un incendie ou d'une explosion risquerait d'entraîner le rejet de radionucléides dans l'environnement et une contamination de l'installation.

Face au problème de l'an 2000, dans ce contexte, la priorité doit être accordée aux systèmes informatiques susceptibles d'entraîner une défaillance des systèmes de contrôle de la température, d'alimentation et de traitement des effluents gazeux.

Incorporation dans du béton. L'incorporation dans du béton est la méthode la plus couramment utilisée pour immobiliser des déchets solides et liquides de faible ou moyenne activité provenant de presque tous les types d'installation nucléaire. On utilise une grande diversité de procédés – manuels ou

hautement automatisés, à commande directe ou télécommandés. Les déchets radioactifs en question varient de près de zéro substance contaminée à des éléments hautement contaminés ou activés dégageant des niveaux de rayonnements correspondants.

En fonction de la nature des déchets radioactifs, on utilise différents procédés. Dans le cas des déchets radioactifs solides (coques, rebuts ou éléments démontés), les matières peuvent simplement être placées dans un conteneur, par exemple un fût, et recouvertes de ciment ou de béton afin de combler l'espace libre par une matrice.

Les déchets radioactifs liquides ou les produits de précipitation sont généralement mélangés sous forme de boue au ciment pour obtenir des produits homogènes. Les opérations effectuées pour incorporer ces déchets dans du béton varient grandement en fonction du procédé utilisé.

Dans la plupart des cas, il n'existe aucun risque sérieux ni de réaction exothermique, ni d'incendie ou d'explosion. Il ne se produit pas non plus de rejet de substances ou de radionucléides dangereux dans l'atmosphère. Seules les coques provenant du retraitement de combustible irradié ont tendance à s'auto-enflammer et doivent être maintenues sous l'eau en attendant d'être traitées. Les faibles températures, le caractère essentiellement mécanique et la simplicité du procédé d'incorporation dans le béton font qu'il peut être utilisé sans risque important. Un dosage incorrect de l'alimentation et de la matrice dû à un dysfonctionnement de composants ou de dispositifs de contrôle peut se traduire par des produits ne répondant pas aux spécifications. Dans ce cas, le produit peut, par exemple, ne pas

avoir les propriétés mécaniques voulues, voire ne pas se solidifier.

Face au problème de l'an 2000, la priorité doit être accordée, en matière d'incorporation dans le béton, aux systèmes informatiques susceptibles d'entraîner une défaillance du contrôle de la composition chimique et du rapport alimentation/matrice.

Compactage. Le compactage est utilisé pour des déchets radioactifs solides très variés. Les déchets radioactifs solides, qui s'insèrent en fin de compte dans une cartouche ou dans un fût, sont placés dans le tube de la presse et compactés sous forte pression en pastilles. L'humidité liée aux déchets est exprimée et recueillie. Ce procédé ne présente aucun risque particulier aussi longtemps que l'on ne compacte pas de matières explosives, pyrophoriques ou autrement dangereuses. Il n'existe aucun élément de sûreté susceptible au bogue de l'an 2000.

La situation est différente lorsque l'on compacte des coques de zircaloy provenant du retraitement de combustible irradié. Dans ce cas, il faut, dans le contexte du problème de l'an 2000, prêter attention au système d'inertisation afin d'éviter un risque d'auto-allumage qui pourrait perturber les systèmes de ventilation et de traitement des effluents gazeux. Un dysfonctionnement pourrait entraîner une contamination de l'installation ou le rejet de radionucléides dans l'environnement.

Autres procédés. En matière de gestion des déchets radioactifs, les procédés d'évaporation, d'échange d'ions et de précipitation peuvent être utilisés comme procédés intermédiaires faisant partie intégrante du traitement global des déchets liquides. Les problèmes de sûreté résultant de la défaillance d'un

équipement peuvent être la corrosion dudit équipement, le risque de réaction exothermique, ou le rejet de gaz radiolytiques si des matières organiques sont présentes.

Face au problème de l'an 2000, une attention doit être portée aux procédés thermiques de traitement des déchets, la priorité étant accordée aux systèmes informatiques qui contrôlent la température et la teneur organique du flux de déchets radioactifs.

STOCKAGE ET ÉVACUATION

Les installations de stockage peuvent contenir des déchets radioactifs non conditionnés sous forme liquide ou solide en attente de traitement. En raison de la nature statique du procédé de stockage, il ne se produit aucun changement de volume ou de forme des déchets. Des risques ne peuvent donc survenir qu'en raison des propriétés inhérentes des déchets radioactifs stockés. Les solides dispersés dans les déchets radioactifs liquides peuvent se déposer et être très difficiles à extraire du réservoir de stockage.

Ainsi, en fonction du type de déchet radioactif, il faut prêter attention aux points suivants:

- ventilation, pour prévenir tout incendie ou mélange air/gaz explosif ou concentration inacceptable de substances corrosives;
- systèmes de refroidissement, pour éviter toute modification de la composition chimique, l'obtention de températures trop élevées ou des concentrations critiques du fait de l'évaporation de la solution;
- l'inertisation du système; et
- les systèmes d'homogénéisation ou d'impulsion, pour obtenir des solutions homogènes et éviter

l'accumulation de solides dispersés.

Le stockage de déchets radioactifs conditionnés fait normalement intervenir des conteneurs de déchets qui sont conçus pour le stockage et vérifiés pour répondre aux critères de stockage. Les seuls déchets qui nécessitent une attention supplémentaire sont les déchets solides de haute activité qui dégagent de la chaleur. Dans tous les cas connus, ces déchets sont stockés en utilisant des systèmes de refroidissement passifs par convection naturelle, qui ne dépendent pas de systèmes actifs.

Face au problème de l'an 2000, en matière de stockage de déchets radioactifs, la priorité doit être accordée aux systèmes informatiques qui contrôlent les éléments actifs d'une installation de stockage intéressant la sûreté: ventilation forcée, inertisation et homogénéisation ou impulsion des solutions, et systèmes surveillant les déchets radioactifs stockés.

Installations d'évacuation. Les déchets radioactifs devant être évacués de façon permanente et les installations d'évacuation respectives sont conçues et construites de façon à fonctionner en toute sûreté. Ils peuvent, en particulier, être laissés sans attention pendant de longues périodes sans qu'il soit nécessaire de prendre des mesures de sûreté actives. On ne recense aucun scénario crédible d'exposition à des rayonnements ou de rejets de radionucléides dans l'environnement qui serait dû au problème de l'an 2000.

REJETS ET ÉLIMINATION

Par rejet, on entend la libération dans l'environnement de radionucléides ne dépassant pas certaines limites réglementaires. Par élimination, on entend la

libération hors contrôle réglementaire de déchets à des concentrations de radionucléides ou en quantités tellement limitées que toute exposition potentielle aux rayonnements est infiniment faible.

Le rejet de substances gazeuses dans l'environnement dans le cadre normal du fonctionnement d'une centrale s'effectue en rapport avec l'exploitation de la centrale et de son système de traitement des effluents gazeux.

On a déjà souligné l'importance des systèmes de traitement des effluents gazeux en rapport avec l'évaluation des installations de traitement des déchets radioactifs.

Les rejets de liquides dans l'environnement marin, les rivières ou les systèmes d'égout s'effectuent généralement par lots après une analyse soignée de la solution et un contrôle de conformité aux normes réglementaires. La conception et la construction devraient normalement empêcher tout rejet involontaire.

Parfois, les décisions concernant les rejets ou les éliminations se fondent, par exemple, sur des calculs de décroissance. Dans ce cas, les calculs dépendent de la date. Ils risquent d'être erronés du fait du problème de l'an 2000 et peuvent donc entraîner des rejets et des éliminations inacceptables.

Face au problème de l'an 2000, dans le contexte des rejets et des éliminations, la priorité doit être accordée aux systèmes informatiques utilisés pour réaliser des calculs de décroissance ou des calculs analogues d'inventaire des radionucléides dans les déchets.

SURVEILLANCE ET ANALYSE

Outre l'utilisation directe de systèmes informatiques pour le

contrôle en ligne d'installations ou d'activités de gestion des déchets radioactifs, les ordinateurs sont utilisés pour la surveillance et l'analyse en mode autonome des procédés. Des données sont rassemblées, utilisées et stockées en ce qui concerne tous les aspects des procédés de gestion des déchets radioactifs: enregistrements d'inventaire des déchets radioactifs, paramètres d'exploitation clés correspondant à certaines phases de procédé, emplacement des conteneurs de déchets dans un procédé et emplacement des conteneurs de déchets dans une installation de stockage ou d'évacuation. Des données sont également utilisées pour réaliser des calculs, par exemple des estimations de décroissance permettant de prendre des décisions quant à la séparation des déchets, ou pour étalonner des instruments de mesure en ligne.

Il est essentiel, pour garantir la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, d'assurer l'exactitude, la validité et la possibilité de recherche de ces données.

Lorsqu'on utilise des systèmes informatiques pour rassembler, calculer et stocker ces informations, il existe un risque que ces systèmes soient vulnérables au problème de l'an 2000 et que des données soient perdues ou corrompues.

Face au problème de l'an 2000, la priorité doit être accordée aux systèmes informatiques qui sont utilisés en mode autonome pour gérer les procédés de gestion des déchets radioactifs, par exemple pour le calcul et le stockage de données. Il faudra évaluer la vulnérabilité des systèmes informatiques au problème de l'an 2000 et, le cas échéant, envisager des mesures correctives garantissant que les données ne seront ni perdues, ni corrompues.

ÉCHANGE DE DONNÉES D'EXPÉRIENCE

Le présent article s'inspire de recommandations plus détaillées fournies aux autorités nationales par des documents techniques de l'AIEA: "*Safety Measures to Address the Year 2000 Issue at Radioactive Waste Management Facilities*" et "*Achieving Y2K Readiness: Basic Processes*", publiés au début de l'année.

Ces documents, parmi d'autres moyens, ont sensibilisé les autorités nationales et les organisations internationales compétentes au risque identifié d'exposition à des rayonnements posé par le problème de l'an 2000 dans les installations de gestion de déchets radioactifs. Les organismes de réglementation du monde entier ont été invités à s'assurer que les titulaires potentiels et effectifs de licences de gestion de déchets radioactifs recensent systématiquement les installations et activités pouvant être perturbées par le problème de l'an 2000 et prennent des mesures correctives conformément aux documents d'orientation. Au besoin, les autorités peuvent solliciter l'assistance de l'AIEA.

En outre, les autorités nationales et les titulaires potentiels et effectifs de licences de gestion de déchets radioactifs sont invités à échanger, en temps voulu, des informations et des données d'expérience concernant le problème de l'an 2000.

Pour faciliter la coopération, l'AIEA a organisé, au début du mois de juillet 1999, un atelier international sur l'échange d'informations concernant les mesures de sûreté permettant de faire face au problème de l'an 2000 dans les centres de gestion de déchets radioactifs et les installations du cycle du combustible nucléaire. □