

ETUDE DE PLUSIEURS ANNEES SUR LES EFFLUENTS RADIOACTIFS
LIQUIDES REJETES PAR UNE CENTRALE NUCLEAIRE PWR

R.KIRCHMANN
E.FAGNIART

Département Radiobiologie, CEN/SCK, Mol, Belgique

G.BEUKEN
SEMO Exploitation, Tihange, Belgique

H. DECLERCQ-VERSELE
Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie, Bruxelles, Belgique

H. MEURICE-BOURDON
J.C.DUPONT
Département Botanique, Université de Liège, Belgique

OBJECTIF

La connaissance du terme source est nécessaire pour l'établissement d'un programme de surveillance cohérent d'un site d'implantation d'une installation nucléaire. C'est pourquoi, depuis 1975, des échantillons mensuels représentatifs d'effluents liquides rejetés par la centrale nucléaire PWR de Tihange 1 (890 MWe) dans l'eau de la Meuse ont été analysés au point de vue radioactif, chimique et biologique.

METHODES

Analyses Radiochimiques

Les teneurs en radionucléides des effluents liquides ainsi que des algues ont été déterminées par l'emploi de la spectrométrie gamma (NaI et GeLi) et de méthodes radiochimiques spécifiques (^3H , ^{14}C).

Analyses Chimiques

La composition chimique des effluents liquides mensuels (éléments majeurs et éléments traces) a été déterminée par l'emploi des méthodes conventionnelles d'analyse : spectrophotométrie de flamme, absorption atomique, etc...

Analyses Biologiques

Des cultures en conditions contrôlées de l'algue unicellulaire Scenedesmus obliquus ont été réalisées dans chaque échantillon mensuel d'effluents et ce à différentes dilutions. Pour les cultures témoins, on utilise d'une part l'eau distillée et d'autre part le milieu "eau de Meuse" du mois correspondant. La productivité algale est suivie au cours du temps de culture. L'algue Scenedesmus obliquus a été choisie comme matériel biologique parce qu'il s'agit d'une algue commune d'eau douce, représentative d'un des premiers maillons de la chaîne alimentaire. De plus, la multiplication de ce "végétal-test" est rapide et les conditions de culture aisément contrôlables. L'effet des effluents sur la morphologie de ces algues a été évalué en fin de culture par la mesure des tailles des cellules et du degré de groupement des cellules. La fixation des radionucléides et l'incorporation du tritium par les algues ont été également mesurées en fin de culture.

RESULTATS

Caractéristiques Radiochimiques

Le tableau ci-dessous établit le bilan des rejets radioactifs effectués par la Centrale durant la période 1976-1980. On constate que neuf radionucléides sont toujours présents dans les effluents rejetés et que six autres le sont occasionnellement. La gamme des concentrations mesurées varie du pCi.l^{-1} au nCi.l^{-1} excepté dans le cas du tritium dont la concentration est de l'ordre du $\mu\text{Ci.l}^{-1}$.

Bilan des rejets liquides de la centrale de Tihange-1 (Ci/an)

Radio-éléments	1976	1977	1978	1979	1980
³ H	162	320	356	282	334
⁵¹ Cr		4,2x10 ⁻²	7,7x10 ⁻²	3,7x10 ⁻¹	9,0x10 ⁻²
⁵⁴ Mn	3,1x10 ⁻²	1,8x10 ⁻¹	9,3x10 ⁻²	3,7x10 ⁻²	3,0x10 ⁻²
⁵⁷ Co		2,5x10 ⁻²	3,0x10 ⁻³	1,0x10 ⁻³	7,1x10 ⁻⁴
⁵⁸ Co	3,8x10 ⁻¹	1,6x10 ⁰	1,0x10 ⁰	3,5x10 ⁻¹	4,0x10 ⁻¹
⁵⁹ Fe	4,2x10 ⁻⁴	8,0x10 ⁻³	2,0x10 ⁻²		
⁶⁰ Co	2,2x10 ⁻²	8,3x10 ⁻¹	2,7x10 ⁻¹	3,9x10 ⁻¹	4,8x10 ⁻¹
⁶⁵ Zn		4,0x10 ⁻³		5,0x10 ⁻³	1,0x10 ⁻²
⁹⁵ Zr	1,9x10 ⁻⁴	5,0x10 ⁻³		4,0x10 ⁻³	1,3x10 ⁻²
⁹⁵ Nb	3,2x10 ⁻⁴	9,0x10 ⁻³	5,0x10 ⁻³	2,8x10 ⁻²	3,8x10 ⁻²
^{110m} Ag				1,0x10 ⁻³	
¹³¹ I	3,0x10 ⁻¹	2,8x10 ⁻¹	2,0x10 ⁻¹	4,5x10 ⁻²	1,4x10 ⁻¹
¹³³ I					1,0x10 ⁻¹
¹³⁴ Cs	3,5x10 ⁻²	2,0x10 ⁻¹	8,4x10 ⁻²	2,2x10 ⁻²	1,9x10 ⁻²
¹³⁷ Cs	6,4x10 ⁻²	3,5x10 ⁻¹	1,7x10 ⁻¹	4,3x10 ⁻²	3,7x10 ⁻²

Caractéristiques Chimiques

D'une manière générale, la centrale produit très peu d'effluents de caractéristiques chimiques particulières. Les effluents liquides sont des eaux déminéralisées contenant quelques milligrammes d'acide borique et polluées par les eaux de buanderie et de lavages de sol. Exceptionnellement, ces eaux peuvent contenir un peu de chrome (provenant de la réduction des chromates utilisés comme inhibiteurs de corrosion) et des produits de décontamination (réduction du permanganate de potassium et des acides faibles). Les détergents utilisés pour le linge ou les sols sont des produits biodégradables. En marche normale, la centrale rejette de manière continue 15 à 20 m³/h d'eau déminéralisée (purges de déconcentration des générateurs de vapeur) dans lesquels elle injecte environ 20 m³/jour d'effluents "dits" radioactifs (eaux provenant des installations nucléaires) qui sont tous contrôlés avant rejets. Il n'est pas possible de détailler ici les caractéristiques chimiques de chacun des réservoirs analysés. On peut dire cependant que ces effluents respectent les normes suivantes :

pH compris entre 6,5 et 8,5 dans le canal de rejet
 Δ pH inférieur à 0,5 unité dans la zone d'influence du rejet (entre S.E.M.O. et barrage Ampsin)
 Cr⁶⁺⁺ inférieur à 50 ppb dans le rejet
 Mn⁺⁺ inférieur à 100 ppb dans le rejet
 Détergents < 3 mg/l au rejet.

Caractéristiques Biologiques

Les résultats montrent que la croissance des algues n'est pas affectée par l'effluent radioactif, quelle que soit sa concentration. Par ailleurs, les algues cultivées dans l'eau distillée ont une taille plus grande que celles cultivées dans l'eau de Meuse. Plus on dilue l'effluent avec de l'eau de Meuse, plus la taille des algues diminue et se rapproche de celle des algues cultivées dans l'eau de Meuse.

On a aussi constaté qu'une série de radionucléides sont fixés dans les algues. Le nombre de ceux-ci varie d'un mois à l'autre suivant la qualité de l'effluent. Tous les radionucléides présents dans l'effluent ne se retrouvent pas dans les algues. Par contre certains radioéléments sont observés dans les

algues après culture, alors qu'ils n'ont pas été détectés en raison de leur faible concentration, dans l'effluent incorporé dans le milieu de culture. C'est le cas du Carbone-14 qui s'incorpore dans la matière sèche de l'algue, les teneurs observées étant du même ordre de grandeur que celles du tritium. En ce qui concerne ce dernier radioélément, des expériences répétées ont montré que si la source de tritium est de l'eau tritiée, le rapport de concentration entre l'activité de l'eau de combustion des algues et l'activité du milieu de culture est égal ou inférieur à 1. Au contraire, lorsque la source de tritium se présente sous forme organique tritiée assimilable, ce rapport est nettement plus élevé que 1. Les expériences effectuées avec les effluents de Tihange-1 ont montré que ceux-ci ne contiennent pas, ou très peu, de tritium organique. Par contre, on a décelé dans un échantillon d'eau de Meuse témoin la présence de molécules organiques tritiées provenant de sources situées en amont de la centrale nucléaire de Tihange.

Il est par ailleurs intéressant de noter que les paires de radioisotopes Co-58 et Co-60 d'une part et Cs-134 et Cs-137 d'autre part sont présentes avec les mêmes rapports de concentration dans les algues et les effluents.

RESUME ET CONCLUSIONS

L'analyse des échantillons mensuels moyens, résultant eux-mêmes d'un mélange de quatre ou cinq échantillons hebdomadaires effectués depuis la mise en service de la Centrale de Tihange-1 (1975) a montré que le Co-60, Cs-134 et Cs-137 sont les radionucléides critiques à surveiller, la voie d'atteinte critique d'exposition des individus de la population étant les sédiments du cours d'eau.

L'emploi de cultures d'algues *Scenedesmus obliquus* a permis de démontrer que les paires Co-58 / Co-60 et Cs-134 / Cs-137 sont respectivement biologiquement disponibles au même degré. La méthode de culture permet aussi la détection de composés tritium et carbone-14 dans les effluents.

La comparaison de la composition chimique des effluents de l'eau de la Meuse, et de l'eau de la nappe phréatique a montré que la modification résultant des corps chimiques présents dans les rejets d'effluents est très faible ($< 10^{-6}$), c'est à dire que l'impact de ces substances est non-significatif.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude à la Commission des Communautés Européennes, au Ministère de la Santé Publique ainsi qu'au Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire pour l'octroi des moyens nécessaires pour l'exécution de la présente étude.