

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 460 528

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 17158

(54)

Nouveaux bassins à grande contenance pour le stockage de produits radioactifs.

(51)

Classification internationale (Int. Cl. 3). G 21 F 9/34.

(22)

Date de dépôt..... 2 juillet 1979.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 4 du 23-1-1981.

(71)

Déposant : Société anonyme dite : SOCIETE GENERALE POUR LES TECHNIQUES NOU-
VELLES, S.G., résidant en France.

(72)

Invention de : René Guilloteau.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne de nouveaux bassins, à grande contenance, pour le stockage de produits radioactifs.

5 Les déchets radioactifs sont généralement stockés, à la sortie des piles, dans des bassins remplis d'eau que l'on a comparé à des piscines.

10 Les bassins actuellement utilisés ont la forme d'un parallèlepipède ; vue en plan ce parallèlepipède a la forme d'un rectangle dont la largeur est limitée par la portée normale des ponts de manutention qui doivent mettre en place et 15 enlever les "paniers" de matière radioactive et dont la longueur est limitée par des problèmes de dilatation des matériaux (bétons) dans lesquels les bassins sont réalisés. On arrive par conséquent dans l'état actuel de la technique à une dimension des bassins qui ne peut être dépassée.

20 Or la multiplication des déchets radioactifs susceptibles d'être plongés dans de tels bassins est telle qu'il apparaît souhaitable de pouvoir disposer dans un proche avenir de bassins de contenance (c'est-à-dire en fait de surface) nettement plus grande que celle des bassins actuels. C'est là un 25 des buts de la présente invention.

Par ailleurs les bassins actuels présentent tous des parois composées d'un voile de béton épais doublé, sur sa face interne d'une paroi en acier inoxydable. Cette paroi en acier inoxydable est réalisée sur place à l'aide de tôles planes qui sont d'une part soudées les unes avec les autres bord à bord et d'autre part fixées dans des montants verticaux (en bois ou métalliques) solidaires du voile de béton. Cette disposition du revêtement intérieur en acier inoxydable présente 30 un certain nombre d'avantages mais elle présente par ailleurs des inconvénients notables qui vont croissants au fur et à mesure que les dimensions des bassins augmentent, du fait de différences de dilatation entre le béton et l'acier inoxydable. Il est donc apparu souhaitable, notamment pour les bassins les plus grands, 35 d'utiliser un dispositif nouveau de revêtement des parois intérieures du béton des bassins au moyen d'éléments en acier inoxydable. C'est là un autre objet de la présente invention.

Enfin il va de soi que toute nouvelle conception des bassins entraîne des possibilités nouvelles et/ou préférées pour l'aménagement des dispositifs annexes et des servitudes nécessaires au fonctionnement de ces bassins. Les bassins selon l'invention se sont révélés particulièrement intéressants pour l'organisation des dispositifs de refroidissement et d'échanges ioniques ; une telle organisation rationnelle de ces dispositifs constitue également une caractéristique secondaire importante de l'invention.

La présente invention concerne donc de nouveaux bassins pour stockage de produits radioactifs dans de l'eau caractérisés en ce qu'ils ont une forme torique.

Cette forme torique est le plus généralement circulaire, le diamètre de la paroi intérieure du tore étant d'au moins 30 mètres et le diamètre de la paroi extérieure pouvant atteindre 120 m étant entendu que la distance entre la paroi intérieure et la paroi extérieure sera généralement compatible avec les portées des ponts de manutention. Les dimensions raisonnables semblent, dans les conditions technologiques actuelles, être : diamètre de la paroi intérieure 46 m, diamètre de la paroi extérieure 90 m.

La profondeur de ces bassins peut être quelconque ; on utilisera en général la même profondeur que celle des bassins actuels c'est-à-dire de l'ordre de 9m.

La construction des bassins de ce type est à la portée de l'homme de l'art ; les parois du bassin sont en béton armé d'épaisseur suffisante pour assurer d'une part la protection biologique et d'autre part une résistance aux déformations et aux séismes ; ces parois pourront par exemple être de 1,5 m d'épaisseur.

Les bassins sont de préférence du type à sous sol c'est-à-dire qu'ils sont montés sur des plots dont la partie supérieure est munie de dispositifs de liaison souples qui permettent d'une part les dilatations du béton et d'autre part une première résistance aux séismes horizontaux.

Les ouvrages d'entrée et de sortie des bassins sont avantageusement constitués par des "sauts de puce" construits de manière à être désolidarisés en structure par rapport aux bassins et reliés au sol latéral.

Selon un autre aspect de l'invention les faces internes des bassins sont revêtues d'un revêtement continu en acier inoxydable au moyen d'une paroi ondulée verticale fixée à la partie supérieure des parois des bassins et au moyen d'une plaque de fond, la liaison entre ladite paroi ondulée verticale et ladite plaque de fond étant réalisée au moyen d'une onde de dilatation, également en acier inoxydable, soudée à ladite paroi ondulée et à ladite plaque de fond.

La plaque de fond est bien évidemment réalisée par la soudure de plaques élémentaires en acier inoxydable ; cette plaque est soudée sur son pourtour à un bord d'une onde de dilatation en acier inoxydable.

La paroi ondulée verticale est constituée par la soudure *in situ* d'éléments unitaires de forme convenable ; ces éléments ont une forme telle que la ligne de soudure verticale, entre deux éléments adjacents, est à une certaine distance de la face intérieure de la paroi en béton lorsque les éléments unitaires adjacents sont plaqués contre ladite face interne. Un exemple d'éléments unitaires utilisables est constitué par des "planches".

La partie inférieure de la paroi ondulée verticale est soudée sur une onde de dilatation en acier inoxydable ; cette onde de dilatation a pour but de se déformer lorsque d'une part, la paroi ondulée et, d'autre part, la plaque de fond se dilatent ou se rétractent sous l'influence d'un changement de la température de l'eau.

La partie supérieure de la paroi ondulée verticale est fixée, par exemple grâce à un rabat, à la partie supérieure de la paroi en béton.

Ce dispositif de revêtement interne des bassins présente des avantages importants par rapport aux techniques de revêtement actuellement utilisées dans les bassins.

La nouvelle disposition torique des bassins selon l'invention entraîne certaines possibilités nouvelles quant aux dispositifs annexes nécessaires pour le fonctionnement desdits bassins. Il s'agit essentiellement d'utiliser aussi rationnellement que possible l'espace libre situé au centre du tore et d'y disposer les échangeurs thermiques et/ou ioniques et les éléments

de ventilation.

La ventilation, qui contribue au refroidissement du bassin, peut être aisément et avantageusement réalisée par la mise en place d'une cheminée couvrant l'espace libre situé au centre du tore ; cette cheminée est munie d'une hélice créant une ventilation forcée et un courant d'air ascendant ; ce courant d'air provenant du pourtour du bassin et passant sous ce bassin peut être guidé de façon à lècher la face inférieure dudit bassin.

Les échangeurs thermiques peuvent être classiquement constitués par des échangeurs à plaques, situés par exemple dans l'espace libre formant le centre du tore, qui reçoivent d'une part, au moyen d'une pompe, l'eau du bassin et d'autre part un fluide permettant le refroidissement. Mais et c'est là un des aspects complémentaires de l'invention il a été trouvé plus commode d'utiliser des échangeurs immersés dans le bassin ces échangeurs tubulaires recevant, par exemple au moyen de tubes souples démontables, un fluide permettant le refroidissement véhiculé au moyen d'une pompe et étant parcourus par l'eau du bassin grâce à une pompe à hélice intégrée. De tels échangeurs seront démontables. On peut utiliser ces échangeurs immersés en les alimentant, comme fluide de refroidissement, avec un fluide condensé qui se vaporisera dans l'échangeur en évacuant les calories de l'eau du bassin ; un tel système (qui emploiera par exemple comme fluide caloporteur le butane ou l'isobutane) est connu des techniciens.

Il est également possible d'utiliser un système analogue d'échangeurs immersés dans le bassin pour réaliser l'échange ionique de l'eau dudit bassin.

L'exemple non limitatif suivant illustre un mode de réalisation préféré de l'invention ; un bassin selon cet exemple est schématisé sur les figures 1, 2, 3, 4 et 5.

La figure 1 est une vue en coupe d'un bassin selon l'invention.

Les figures 2 et 3 sont des schémas, en plan et en coupe, d'une portion de paroi d'un bassin selon l'invention avec son revêtement en acier inoxydable.

Les figures 4 et 5 sont des schémas, en coupe de deux échangeurs l'un thermique et l'autre ionique immergés dans le bassin.

Sur la figure 1 on a représenté en coupe un schéma 5 d'un bassin selon l'invention ; on y a représenté notamment :

- en 1 le bassin proprement dit construit en béton, avec revêtement intérieur d'acier inoxydable ; ce bassin a la forme d'un tore de section rectangulaire ouverte à sa partie supérieure ; les deux parois verticales sont circulaires, la paroi interne a par exemple un diamètre de 40 m et la paroi externe un diamètre d'environ 85 m ; la hauteur du bassin est de 11 m ; ce bassin torique repose sur des supports en béton 2 convenablement disposés avec intercalation éventuelle, entre lesdits supports et le bassin d'éléments connus permettant la dilatation normale du bassin sous l'influence de changements de 10 température,
- en 3 les murs du bâtiment entourant le bassin,
- en 4 un pont de manutention des substances actives,
- en 5 la cheminée centrale couvrant le vide central du bassin ; cette cheminée d'aération est de préférence munie d'un dispositif connu 6 (par exemple hélice) permettant d'y assurer une ventilation forcée, on peut cependant concevoir cette cheminée de façon à ce qu'une ventilation naturelle suffisante soit assurée.
- en 7 un dispositif d'échange thermique ou ionique qui sera ultérieurement décrit.

Un bassin de ce type, muni éventuellement de 25 dispositifs accessoires d'entrée ou de sortie dits "sauts de puce" qui sont de préférence désolidarisés en structure par rapport au bassin, serait susceptible de recevoir environ 10.000 T de matière active à stocker.

Les figures 2 et 3 sont des schémas, en plan et 30 en coupe d'une portion de paroi de bassin montrant un mode de revêtement intérieur, à l'aide d'acier inoxydable, des parois de ce bassin.

Sur la figure 3 on voit le mur circulaire de béton 35 8 dont, grâce au dispositif de revêtement selon la présente invention, on peut laisser la surface interne à revêtir à l'état de béton brut ; en 9 est représenté le revêtement intérieur en

acier inoxydable ; ce revêtement est réalisé à partir d'éléments unitaires qui soudés les uns aux autres constituent une surface ondulée. Ces éléments unitaires peuvent avoir des formes très diverses mais il est important que les soudures 10 entre deux éléments unitaires voisins soient réalisées sur des extrémités de ces éléments qui sont à une certaine distance de la paroi lorsque lesdits éléments sont plaqués contre ladite paroi; grâce à cette dernière disposition on peut vérifier que les soudures entre les divers éléments sont convenablement effectuées.

Sur la figure 3, il apparaît que le revêtement 11 du fond du bassin est réalisé à l'aide de tôles planes soudées entre elles ; entre le revêtement 11 et les éléments verticaux 9 il est important de ménager une onde de dilatation 12 ; cette onde de dilatation, qui peut jouer dans une rainure ménagée à cet effet dans la partie inférieure du mur du bassin, permet d'accrocher la paroi verticale en acier inoxydable à la seule partie supérieure de la paroi de béton, cet accrochage étant schématisé en 13 ; ainsi contrairement aux techniques actuellement utilisées pour réaliser des revêtements en acier inoxydable des bassins, la paroi en acier inoxydable n'est pas liée, en des points autre que les points d'accrochage, à la paroi de béton à revêtir.

Les figures 4 et 5 montrent les nouveaux groupes autonomes d'échanges (thermiques ou ioniques) utilisables dans les bassins selon l'invention. Ces groupes 14 et 15 sont essentiellement caractérisés en ce qu'ils sont plongés directement dans les bassins, de préférence au voisinage d'une des parois verticales de ces bassins. Ces groupes comportent :

- une partie support 16 qui repose sur le fond du bassin avec une fixation éventuelle, sur ce fond, à l'aide d'un dispositif simple tel qu'un dispositif bayonnette par exemple ; ce support se présente par exemple sous la forme d'un tube vide muni d'une embase et d'un (ou plusieurs) orifice d'évacuation 17; la partie supérieure de ce support a généralement une forme évasée de façon à faciliter la mise en place, sur ce support de la partie échange du groupe.
- une partie échange 18 qui comporte les éléments d'échanges proprement dit c'est-à-dire soit des faisceaux de tubes pour l'échange thermique soit un lit de particules pour les échanges

ioniques. Pour cette partie d'échange on peut utiliser tout dispositif connu qui ne nécessite pas, pour la circulation de l'eau du bassin à travers l'édit dispositif, une pompe à haute pression. Dans le cas des échangeurs thermiques on utilisera par exemple des faisceaux de tubes, certains de ces tubes étant alimentés à l'aide d'un fluide réfrigérant extérieur, les autres tubes étant parcourus par le liquide du bassin ; l'alimentation des tubes du réfrigérant à l'aide d'un fluide réfrigérant extérieur s'effectue, à partir d'une prise 19, au moyen de préférence de tubes souples 20 ; ce fluide réfrigérant peut être de l'eau ou un liquide susceptible de se vaporiser dans l'échangeur en absorbant les calories de l'eau du bassin. L'alimentation des "éléments d'échanges" avec l'eau du bassin (pour refroidir cette eau ou lui faire subir des échanges ioniques) s'effectuera à l'aide d'un dispositif susceptible d'assurer une circulation d'eau sous basse ou moyenne pression ; ainsi on utilisera par exemple soit un moteur immergé soit un moteur 21 situé hors du bassin commandant une hélice plongée dans l'eau du bassin, cette hélice assurant la circulation de l'eau à travers la partie d'échange. Les avantages particuliers de ce système d'échange sont notamment :

- l'absence de circulation de l'eau légèrement radioactive à l'extérieur du bassin et,
- la facilité d'intervention sur ces échangeurs qui sont aisément démontables.

Les nouveaux bassins selon l'invention présentent des avantages considérables par rapport aux bassins actuels ; pour l'essentiel les nouveaux bassins sont beaucoup plus équilibrés, plus résistants aux déformations et aux secousses sismiques, plus faciles à construire et à utiliser et, pour une même emprise au sol beaucoup plus performants pour ce qui concerne les quantités de matériaux radioactifs qui sont stockables dans lesdits bassins.

REVENDICATIONS

1. Nouveaux bassins de stockage de produits radioactifs dans l'eau, caractérisés en ce qu'ils ont une forme torique.

2. Nouveaux bassins selon la revendication 1, caractérisés en ce qu'ils ont une forme torique circulaire le diamètre intérieur du tore étant d'au moins 30 m environ, le diamètre extérieur dudit tore pouvant atteindre 120 m environ.

5 3. Nouveaux bassins selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisés en ce que la partie centrale libre des 10 bassins est surmontée d'une cheminée permettant une ventilation convenable des bassins et des échangeurs utilisés.

15 4. Nouveaux bassins selon l'une des revendications 1, 2 et 3 caractérisés en ce que les faces verticales internes des parois sont revêtues d'une paroi ondulée verticale en acier inoxydable fixée à la partie supérieure desdites parois et reliée à la plaque de fond également en acier inoxydable au moyen d'une onde de dilatation.

10 5. Nouveaux bassins selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisés en ce que les échangeurs ioniques et thermiques nécessaires au fonctionnement desdits bassins sont immergés dans l'eau desdits bassins.



