

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 00327

(54) Procédé d'utilisation du résidu des eaux de curage d'installations de filtrage et produit obtenu par application dudit procédé.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). C 04 B 31/00; B 09 B 3/00; C 04 B 15/00.

(22) Date de dépôt..... 8 janvier 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 28 du 10-7-1981.

(71) Déposant : LENINGRADSKY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY INSTITUT AKADEMII KOMMUNALNOGO KHOZYAISTVA IMENI K. D. PAMFILOVA, résidant en URSS.

(72) Invention de : Yakov Berievich Lazovsky, Mark Grigorievich Novikov, Andrei Igorevich Kostrits, Valery Yakovlevich Rotan et Vladimir Fedorovich Sheryakov.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte au domaine de la protection de l'environnement contre la pollution, et a notamment pour objet un procédé d'utilisation du résidu des eaux de curage d'installations de filtrage.

5 C'est la première fois qu'est proposé un tel procédé pouvant s'appliquer à la distribution d'eaux ménagères, potable et industrielle effectuée dans les stations d'épuration aussi bien des sources de surface que de celles de fond, dont les eaux contiennent essentiellement des
10 sels d'aluminium et de fer, respectivement. D'autre part, la présente invention peut être utilisée avantageusement dans l'industrie des matériaux de construction pour la fabrication de béton.

Dès l'époque où les anciens Egyptiens ont fait
15 usage des aluns de potasse en vue de clarifier l'eau des sources de surface, il est devenu nécessaire d'éliminer le résidu observé dans les tonneaux après l'évacuation de l'eau décantée. Cependant, la quantité de ce résidu ne posait pas encore pour l'humanité de sérieux problèmes.

20 Par la suite, sont apparus dans la technologie d'épuration des eaux les filtres lents dans lesquels l'eau était épurée grâce à des processus biologiques s'opérant dans la pellicule superficielle, la régénération du filtre consistant à enlever la couche filtrante épaisse de
25 5 à 10 mm.

Vu que ce procédé de régénération ne prévoyait pas l'emploi d'eau de curage, le problème des résidus ne se posait pas encore.

Avec l'apparition de la filtration rapide, on a
30 commencé à soumettre la charge filtrante, ayant retenu, lors du filtrage, les différentes impuretés, à une régénération par un courant ascendant d'eau, ce qui a créé un problème de traitement des eaux de curage et, surtout, celui du traitement et de l'utilisation des
35 résidus des eaux de curage.

Selon la technologie actuelle d'épuration des eaux, une station d'épuration d'eau ayant une capacité de

1000000 m³ par jour consomme environ 50000 m³/jour d'eau de curage.

Ces eaux de curage contiennent près de 2500 m³ de résidus.

5 La plupart des usines de distribution d'eau des divers pays du monde évacuent les eaux de curage, avec le résidu qu'elles contiennent vers des bassins d'eau avoisinants qui souvent, sont les mêmes que ceux qui servent de sources d'alimentation en eau. Ceci provoque
10 une grave pollution de l'environnement, surtout dans le cas où les usines d'eau sont échelonnées en cascade aux bords de grands fleuves et lorsque la station située en aval effectue l'épuration non seulement de l'eau de départ mais aussi un pourcentage important du résidu
15 rejeté par la station précédente.

Moins fréquemment, les eaux de curage sont soumises à une décantation et sont soit recyclées dans le processus d'épuration soit utilisées, en y ajoutant un certain pourcentage d'eau pure, pour le lavage des
20 filtres.

Actuellement, on connaît un assez grand nombre de procédés de traitement du résidu des eaux de curage.

En règle générale, on soumet les résidus des eaux de curage à un épaississement en les décantant durant
25 plusieurs jours, en les filtrant au moyen de filtres-tambours à vide, ou en les centrifugeant.

Toutefois, la haute résistance spécifique du résidu ne permet pas d'en éliminer l'humidité et, par conséquent, nuit à son épaississement, ce qui rend sa filtration
30 et sa centrifugation peu efficaces.

Pour la même raison, les efforts faits actuellement pour prévenir la pollution de l'environnement par les résidus des eaux de curage consistent à réduire le volume du résidu en le soumettant à un séchage thermique ou à
35 une congélation.

La congélation du résidu, aussi bien que son séchage thermique, permettent de réduire de plusieurs dizaines de

fois le volume du résidu et d'élever en même temps sa concentration.

5 Il est connu notamment un procédé de traitement du résidu des eaux de curage, décrit dans le brevet américain n° 3720608, consistant à déshydrater les résidus au moyen d'un séchage thermique.

10 On a proposé également, dans une étude publiée dans la revue américaine "Water and Sewage Works", vol. 112, n°11, 1965, p.p. 401-406, un procédé de traitement du résidu des eaux de curage, consistant à déshydrater le résidu au moyen d'un traitement thermique précédé par la congélation et le dégivrage dudit résidu en vue de la destruction de sa structure et, de ce fait, de l'élévation de l'efficacité de la déshydratation.

15 Il est en outre connu un procédé de traitement de résidus décrit dans la revue américaine "AWWA", vol. 61, n° 10, 1966, pp. 541-566, selon lequel on déshydrate le résidu par congélation suivie d'une filtration à vide.

20 Tous les procédés de traitement de résidus mentionnés ci-dessus permettent de réduire de plusieurs dizaines de fois le volume du résidu et d'augmenter en même temps sa concentration. Toutefois, tous ces procédés sont extrêmement coûteux, puisqu'ils nécessitent l'emploi d'un équipement spécialisé et consomment beaucoup d'énergie.
25 De surcroît, ils ne résolvent pas les problèmes de la protection de l'environnement contre la pollution par les résidus, vu qu'un résidu déshydraté par n'importe quel procédé est transporté toujours à une voirie où il est dissout par les pluies, les eaux de fonte et de crue
30 et pénètre de nouveau dans les bassins d'eau et les nappes aquifères.

De cette façon, malgré une sensible augmentation du coût des processus de traitement du résidu, supérieur, dans certains cas, au coût du processus d'épuration des
35 eaux ménagères et potable, la technologie actuelle ne permet pas d'éviter la pollution de l'environnement par les résidus des eaux de curage que l'on n'a jamais utilisés.

Seule l'utilisation des eaux de curage ou du résidu qu'elles contiennent permet, de ce point de vue, de résoudre d'une façon radicale le problème de la protection de l'environnement de sorte qu'il soit conforme aux
5 exigences imposées par le maintien de l'équilibre écologique.

Bien que le problème de la protection de l'environnement contre la pollution par les résidus des eaux de curage se pose depuis longtemps, il n'est pas résolu
10 jusqu'à présent à cause du manque de procédés d'utilisation desdits résidus.

La présente invention vise par conséquent un procédé d'utilisation du résidu des eaux de curage, dont la mise en œuvre permettrait d'utiliser ledit résidu d'une façon
15 suffisamment efficace et d'éviter la pollution de l'environnement par de tels résidus.

A cet effet, on propose un procédé d'utilisation du résidu, obtenu par décantation, des eaux de curage d'installation de filtrage, dans lequel suivant l'invention,
20 on incorpore le résidu des eaux de curage dans un mélange pour la préparation de béton en qualité d'agent de gâchage.

L'incorporation du résidu des eaux de curage dans lesdits mélanges permet, pour la première fois dans la
25 technique, d'utiliser ledit résidu et de l'empêcher de polluer l'environnement.

Il est utile, si le résidu des eaux de curage contient essentiellement des sels d'aluminium, que la quantité de résidu introduite dans le mélange de préparation
30 de béton soit choisie de façon à assurer un rapport eau/ciment compris dans les limites de 0,35 à 0,70, ledit résidu étant incorporé dans un mélange de béton humidifié au préalable.

L'incorporation de telles quantités de résidu, contenant essentiellement des sels d'aluminium, dans un mélange
35 de préparation de béton humidifié au préalable, outre qu'elle permet de l'utiliser et de prévenir par là la

pollution de l'environnement, présente l'avantage de permettre l'obtention d'un béton qui, par ses caractéristiques de résistance, correspond à celui qu'on gâche avec de l'eau de robinet. L'incorporation du résidu en quantités assurant un rapport eau/ciment inférieur à 0,35 affecte sensiblement les caractéristiques de résistance du béton, vu l'humidification insuffisante du mélange à béton, et complique le processus de compactage du béton. L'incorporation du résidu en quantités assurant un rapport eau/ciment supérieur à 0,7 nuit aux caractéristiques de résistance du béton à cause de l'humidification excessive du mélange. Ce dernier doit être soumis au préalable à une humidification, sinon les sels d'aluminium peuvent détruire la structure cristalline du béton formé.

Il est également utile, si le résidu des eaux de curage contient essentiellement des sels de fer, qu'il soit ajouté au mélange de préparation de béton en quantités assurant un rapport eau/ciment allant de 0,35 à 0,70.

L'incorporation de telles quantités de résidu contenant essentiellement des sels de fer permet non seulement d'utiliser ledit résidu et de prévenir par là la pollution de l'environnement, mais présente en outre l'avantage de permettre l'obtention d'un béton ayant des caractéristiques de résistance plus élevées que celles du béton gâché avec de l'eau de robinet. L'obtention de ces hautes caractéristiques de résistance du béton est due non pas à l'accroissement de son poids, mais à la création de structures plus résistantes dues à l'interaction entre les précipités contenant du fer et le ciment. L'addition de résidu en quantités assurant un rapport eau/ciment inférieur à 0,35, affecte sérieusement les caractéristiques de résistance du béton, vu l'humidification insuffisante du mélange de béton, et complique le processus de compactage du béton. L'introduction du résidu en quantités assurant un rapport eau/ciment supérieur à 0,7 nuit également aux caractéristiques de résistance du béton, par suite de l'humidification

excessive du mélange à béton.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative, qui va suivre, de modes préférés et non limitatifs de mise en œuvre du procédé, objet de l'invention.

Le procédé d'utilisation du résidu, obtenu par décantage des eaux de curage des installations de filtrage, consiste à incorporer ledit résidu dans un mélange de préparation de béton en qualité d'agent de gâchage. Ledit résidu des eaux de curage provenant de sources de surface, lorsqu'il contient essentiellement des sels d'aluminium, est incorporé en quantités assurant un rapport eau/ciment compris entre 0,35 et 0,7, ledit mélange étant humidifié avant l'introduction dudit résidu. Quant au résidu des eaux de curage provenant de sources souterraines, qui contient essentiellement des sels de fer, on l'ajoute en quantités assurant un rapport eau/ciment compris entre 0,35 et 0,7.

A titre expérimental, on a préparé un mélange sec de préparation de béton dont la composition était la même dans tous les essais. Pour préparer le mélange, on a utilisé les matériaux ci-après : ciment Portland type 100 passé à travers un tamis à mailles de 0,9 mm ; sable de rivière quartzeux de dimensions granulométriques de 0,14 à 5 mm, contenant jusqu'à 0,5% d'impuretés nuisibles ; granit cassé de dimensions granulométriques de 5 à 30 mm, contenant jusqu'à 0,5% d'impuretés nuisibles.

On a préparé le mélange sec dans un local à une température de 18 à 20°C. Avant de préparer le mélange on a soumis les agrégats à un traitement dans une étuve de séchage à la température de 105°C jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

On a dosé les composantes au moyen d'une balance, avec une précision de dosage jusqu'à 1%. Le mélange sec a été préparé comme suit. Dans une quantité pesée de sable, on a

introduit du ciment conformément aux calculs, on a remué le mélange ainsi obtenu jusqu'à l'obtention d'une teinte homogène, puis on a ajouté de l'agrégat grossier et on a remué tout le mélange sec jusqu'à ce qu'il soit distribué régulièrement suivant toute la masse.

Le rapport en poids du ciment, du sable et du granit cassé dans le mélange sec ainsi préparé était de 1:2:3.

On a réalisé deux séries d'essais. Dans la première série d'essais, on a gâché un mélange à béton humidifié au préalable en utilisant un résidu d'eaux de curage contenant des sels d'aluminium.

Dans la deuxième série, on a gâché un mélange sec en employant un résidu d'eaux de curage contenant des sels de fer.

Pour fabriquer les échantillons, on a procédé comme suit. On a remué soigneusement le mélange jusqu'à obtention de l'homogénéité nécessaire. La durée du brassage (à partir du moment où on a ajouté l'agent de gâchage) a été de 1 à 5 minutes.

A titre de témoin, on a préparé un mélange gâché à l'eau de robinet. Dans tous les essais, on a fabriqué des cubes de béton à dimensions de 100 x 100 x 100 mm.

La fabrication des échantillons s'est effectuée de la façon suivante.

On a versé le mélange à béton fraîchement préparé dans des moules métalliques et on installé ces derniers sur une table vibrante à fréquence d'oscillations de 2800 par minute. Pour les mélanges dans lesquels le rapport eau/ciment était inférieur à 0,45, on a appliqué, lors du vibrotassement, des vibrocharges en soumettant la surface à une pression spécifique de 50 g/cm^2 . Le vibrotassement du mélange à béton terminé, on a enlevé les restes du mélange de la surface du moule au moyen d'une règle en acier et on a lissé la surface supérieure exposée du mélange au moyen d'une truelle. Puis on a maintenu les échantillons ainsi préparés dans une chambre de durcissement normal à une température de 20 à 25°C et une humidité

relative de 90 à 95%.

Lors des essais des échantillons de béton, les principaux critères adoptés étaient l'aspect extérieur et la résistance à la compression.

5 Lors de l'examen extérieur des échantillons, on a contrôlé l'état de surface, la couleur, l'humidité, la présence de fissures et de vides. Puis on a soumis les échantillons de chaque série à des essais de résistance à la compression sur une presse hydraulique après 7, 28
10 et 365 jours.

Pour fixer les idées, des exemples concrets mais non limitatifs de mise en œuvre du procédé, objet de l'invention, sont décrits ci-après.

Exemple 1

15 On a humidifié un mélange sec de préparation de béton avec de l'eau de robinet jusqu'à obtention d'un rapport eau/ciment égal à 0,3, et après avoir brassé soigneusement, on a introduit un résidu des eaux de curage d'installations de filtrage, contenant de l'hydro-
20 xide d'aluminium. Quand on fabrique le béton avec un rapport eau/ciment inférieur à 0,35, on constate une sensible réduction de la résistance du béton, due à l'insuffisance de l'humidification du mélange, et une complication du processus de compactage du béton.

25 La quantité de résidu incorporé a été choisie de manière que la quantité totale d'eau ajoutée lors du gâchage dans le mélange soit respectivement de 0,35 ; 0,40 ; 0,50 ; 0,60 ; 0,70. La fabrication du mélange avec un rapport eau/ciment supérieur à 0,7 provoque
30 une diminution des caractéristiques de résistance du béton préparé à partir d'un tel mélange surhumidifié.

La composition du résidu incorporé dans le béton se caractérisait par les données suivantes :

	Humidité	99,5 %
35	Teneur en phase solide	0,5 %
	Densité du résidu	2,35 g/cm ³
	Teneur en aluminium rapportée à	
	Al ₂ O ₃ après calcination	21,45 %

	Teneur en fer rapportée à Fe_2O_3	
	après calcination	0,24 %
	Teneur en sels durs rapportée à	
	$\text{CaO} + \text{MgO}$	0,79 %
5	(sels causant la dureté de l'eau)	15,16 %
	teneur en sulfate	
	Teneur en chlorures	5,27 %
	Teneur en oxide de silicium	
	rapportée à SiO_2	7,39%
10	Teneur en impuretés organiques	50,7 %

Pour chacun des rapports eau/ciment, on a préparé une série d'échantillons, au nombre de neuf.

Les résultats des essais de résistance à la compression sont donnés dans le tableau 1. Le tableau 2 montre à titre de comparaison, les résultats des essais de résistance à la compression pour les échantillons témoins gâchés avec de l'eau de robinet.

Comme il ressort de la comparaison des tableaux 1 et 2, le béton gâché avec le résidu des eaux de curage contenant des sels d'aluminium, avec un rapport eau/ciment dans les limites de 0,35 à 0,70, correspond, par ses caractéristiques de résistance, à celui qui est gâché avec de l'eau de robinet.

Exemple 2

On a gâché un mélange sec de béton avec un résidu d'eaux de curage contenant des sels de fer.

La fabrication du béton avec un rapport eau/ciment inférieur à 0,35 compromet la résistance du béton par suite de l'humidification insuffisante du mélange à béton et de la complication du processus de tassement du béton. La quantité de résidu incorporée a été choisie de manière que la quantité d'eau ajoutée lors du gâchage du mélange soit respectivement de 0,35 ; 0,40 ; 0,50 ; 0,60 ; 0,70. Quand on fabrique le mélange avec un rapport eau/ciment supérieur à 0,7, on constate une réduction des caractéristiques de résistance du béton préparé à partir d'un tel mélange surhumidifié.

La composition du résidu était caractérisée par les données suivantes.

	Humidité	99,3 %
	Densité du résidu sec	2,7 g/cm ²
5	Teneur en phase solide	0,7 %
	Teneur en fer rapportée à Fe ₂ O ₃ après calcination	84 %
	Teneur en sels dur rapportée à CaO + MgO	15,1 %
10	Teneur en impuretés organiques (humines)	0,63 %
	Teneur en impuretés non identifiées	0,2 %

On a préparé pour chacun des rapports eau/ciment une série d'échantillons, au nombre de neuf. Les résultats des essais de résistance à la compression sont donnés dans le tableau 3.

En comparant les tableaux 2 et 3 on voit que le béton gâché au moyen de résidu d'eaux de curage contenant essentiellement des sels de fer possède des caractéristiques de résistance plus élevées. Ces caractéristiques de résistance sont obtenues non à cause de l'accroissement du poids des échantillons, mais grâce à la création de structures de résistance plus élevée par suite de l'interaction entre le résidu contenant du fer et le ciment, alors que dans les procédés connus mis en œuvre pour la fabrication de béton à haute résistance, l'accroissement de la résistance est dû à l'incorporation dans le béton d'agréats à haute résistance (magnétite, hématite, déchets ou "scrap") de poids unitaire élevé.

En conséquence, la mise en œuvre du procédé, objet de l'invention, prévoyant l'utilisation de résidu d'eaux de curage contenant des oxydes de fer pour gâcher le béton, permet non seulement d'utiliser ledit résidu, mais aussi de fabriquer un béton à résistance élevée sans augmentation de son poids.

Les exemples d'application décrits ci-dessus mettent

en évidence la possibilité d'atteindre tous les buts et avantages de la présente invention dans le cadre de l'invention définie par les revendications. Il est également évident que des modifications peuvent être
5 apportées aux différentes opérations du procédé proposé, sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

Les avantages de la présente invention consistent en ce que, pour la première fois dans la technique, un procédé est proposé pour utiliser le résidu des eaux
10 de curage et éviter ainsi la pollution de l'environnement. De plus, l'utilisation qui est ainsi faite dudit résidu est suffisamment efficace. Le béton qu'on fabrique en effectuant le gâchage au moyen du résidu des eaux de curage contenant essentiellement des sels d'aluminium
15 est analogue, par ses caractéristiques de résistance, au béton classique gâché avec de l'eau de robinet. Le béton qu'on fabrique en effectuant le gâchage au moyen du résidu des eaux de curage, contenant essentiellement des sels de fer, a des caractéristiques de résistance
20 supérieures à celle du béton classique gâché avec de l'eau de robinet, et est analogue aux bétons spéciaux à haute résistance, tout en ayant un poids spécifique inférieur à celui de ces derniers. La mise en œuvre du procédé, objet de l'invention, est très peu coûteuse du fait qu'elle
25 ne nécessite aucun équipement spécialisé.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous
les moyens constituant des équivalents techniques des
30 moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en œuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

TABLEAU 1

n° de la série	rapport eau/ciment	aspect extérieur	Résistance à la compression, kg/cm ²					
			7 Jours		28 Jours		365 Jours	
			Valeurs particu- lières	Valeur moyenne	Valeurs particu- lières	Valeur moyenne	Valeurs particu- lières	Valeur moyenne
1	0,35	Surface lisse, Couleur gris- clair	256 259 261	259	324 305 358	328	363 383 362	369
2	0,40	" "	237 270 256	254	391 340 342	338	352 335 376	354
3	0,50	" "	153 151 157	154	248 250 262	253	252 244 263	253
4	0,60	Surface mate, couleur grise	105 80 124	103	167 176 188	177	218 226 224	223
5	0,70	Surface mate, couleur grise avec des ta- ches brunes	81 71 77	76	111 101 97	103	131 127 139	132

TABLEAU 2

n° de la série	rapport eau/ciment	aspect extérieur	Résistance à la compression, kg/cm ²							
			7 Jours		28 Jours		365 Jours			
			Valeurs particu- lières	Valeur moyenne	Valeurs particu- lières	Valeur moyenne	Valeurs particu- lières	Valeur moyenne	Valeurs particu- lières	Valeur moyenne
1	0,35	Surface lisse, couleur gris- clair	247 265 250	251	331 329 348	336	372 357 373	366		
2	0,40	"	229 236 246	237	338 286 396	333	381 370 320	360		
3	0,50	"	145 152 176	158	232 250 270	251	231 252 275	259		
4	0,60	Surface mate couleur grise	101 102 92	98	179 196 180	185	228 230 220	228		
5	0,70	"	83 75 63	74	101 113 109	108	125 138 149	137		

TABLEAU 3

n° de la série	rapport eau/ciment	aspect extérieur	Résistance à la compression, kg/cm ²					
			7 Jours		28 Jours		365 Jours	
			Valeurs particul- lières	Valeur moyenne	Valeurs particul- lières	Valeur moyenne	Valeurs particul- lières	Valeur moyenne
1	0,35	Surface lisse, couleur gris- clair	235 247 241	241	334 327 320	327	400 411 415	409
2	0,40	" "	260 232 220	236	343 314 332	330	401 422 416	413
3	0,50	Surface lisse, Couleur marron clair	170 156 160	162	253 260 290	267	275 280 348	301
4	0,60	" "	113 120 138	124	196 203 210	203	268 278 286	277
5	0,70	Surface mate, couleur marron clair	61 82 64	69	105 107 101	104	151 138 143	144

R E V E N D I C A T I O N S

=====

1. Procédé d'utilisation du résidu des eaux de curage d'installations de filtrage obtenu par décantation, caractérisé en ce qu'on incorpore le résidu des eaux de curage dans un mélange pour la préparation de béton à titre d'agent gâchant.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que, dans le cas d'un résidu contenant essentiellement des sels d'aluminium, la quantité de résidu à introduire dans le mélange de préparation de béton est choisie de façon que le rapport eau/ciment dans ledit mélange soit compris dans les limites de 0,35 à 0,70, ledit mélange étant humidifié avant l'introduction dudit résidu.
3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que dans le cas d'un résidu contenant essentiellement des sels de fer, la quantité de résidu à introduire dans le mélange de préparation de béton est choisie de façon que le rapport eau/ciment dans ledit mélange soit compris dans les limites de 0,35 à 0,70.
4. Béton, caractérisé en ce qu'il est obtenu par application du procédé faisant l'objet de l'une des revendications 1, 2 et 3.