

Étanchement par géomembrane du bassin de stockage d'eau potable du Berre

Clément Pons ^a, Hugues Girard ^b, Martial Jouve ^c, Gaétan Potié ^d et Daniel Poulain ^b

Le Causse Méjean, en Lozère, est un plateau calcaire de 330 km², bordé, sur chacun de ses côtés, par de profondes vallées : à l'ouest et au nord, les gorges du Tarn, à l'est, la vallée du Tarnon, et au sud, les gorges de la Jonte, rivière qui prend sa source sur les flancs du Mont Aigoual. Sur cet espace d'altitude, faiblement peuplé, voué à l'élevage du mouton, et par ailleurs en partie englobé dans le parc national des Cévennes, ne coule aucun cours d'eau et n'existe quasiment aucune source, car la roche est très perméable et l'eau de pluie s'infiltré très rapidement. Pour subsister, les habitants avaient recours à la collecte des eaux de pluie des toitures jusqu'à ce que le Syndicat intercommunal d'alimentation en eau potable (SIAEP) du Causse Méjean, constitué en 1963, ne prenne en charge la desserte en eau potable de toutes les communes et hameaux de ce plateau.

Il y a pourtant de l'eau sous le Causse, en profondeur, au voisinage du niveau de base, à trois ou quatre cents mètres de la surface. Mais ces écoulements souterrains, qui alimentent les résurgences au niveau du Tarn ou de la Jonte et leur assurent de bons débits d'étiage, sont très mal connus et difficilement accessibles. Pour cette raison, ces écoulements ont été délaissés, et, dès l'origine, le SIAEP a utilisé les eaux de la Jonte, qu'il a dérivées à quelques centaines de mètres du Mont Aigoual, où ce cours d'eau n'est encore qu'un torrent courant sur un substratum de granit. Les eaux sont acheminées gravitairement par une conduite de 12 km jusqu'à un des points hauts

du Causse, où ont été édifiés successivement un réservoir puis une station de traitement, à partir desquels elles sont réparties sur le Causse, toujours par gravité.

Tout ce système, dont la localisation est donnée par la figure 1, est approvisionné sans difficulté, huit à dix mois par an, car il pleut souvent et beaucoup sur le Mont Aigoual. Mais les débits sont trop faibles en été, et s'ajoute depuis vingt ans, l'obligation pour le SIAEP, au terme de la loi « pêche », de laisser s'écouler un débit minimal dans le cours d'eau. Pour faire face à cette pénurie saisonnière, le SIAEP a fait réaliser, en 2004, un bassin de 45 000 m³ de capacité, sur les terres du Causse, à proximité du réservoir de tête.

Le présent article rend compte des conditions et des difficultés de réalisation de ce bassin de stockage d'eau brute rendu étanche par mise en place d'une géomembrane revêtue de matériaux naturels : granulats et dalles calcaires provenant du site.

Objectifs de l'aménagement, solutions examinées

Contexte

L'objectif du SIAEP était de sécuriser, à moindres frais et sans trop bouleverser les infrastructures existantes, son approvisionnement en eau pendant l'étiage, à un moment où les consommations sont maximales. Avec un peu moins de 600 abon-

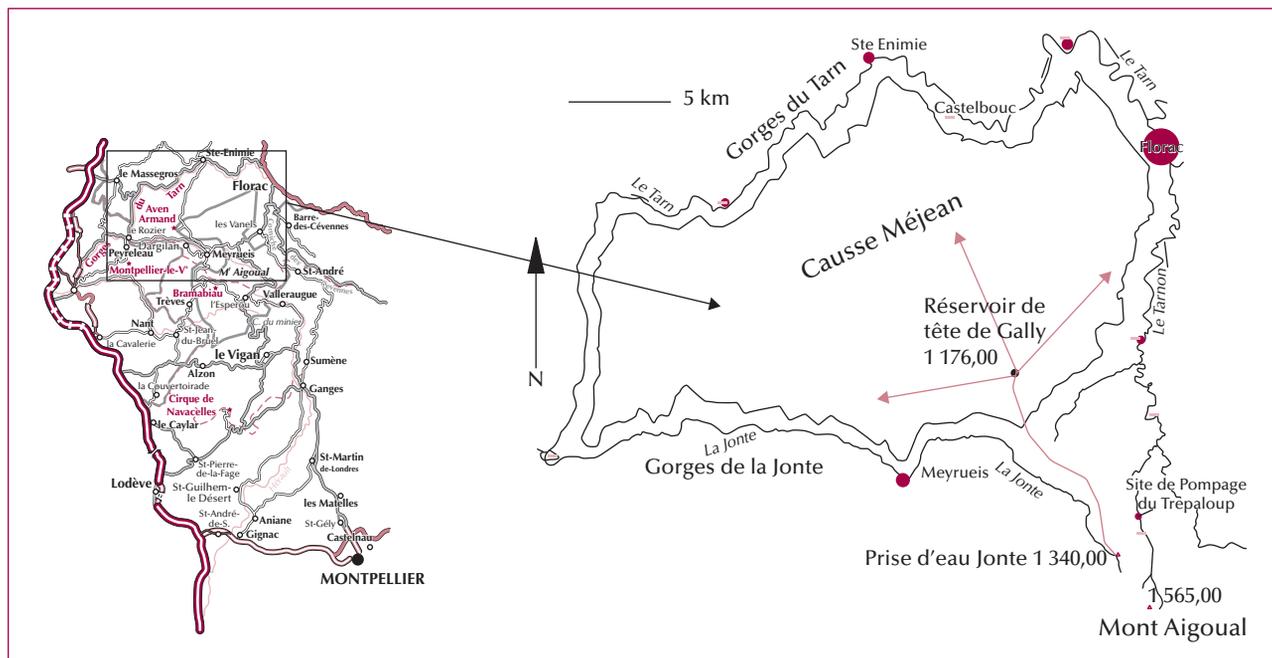
Les contacts

a. DDAF Lozère, rue des Carmes, 48000 Mende

b. Cemagref, UR Réseaux, épuration et qualité des eaux, 50 avenue de Verdun, Gazinet, 33612 Cestas Cedex

c. BEC Frères S.A., 1111 avenue Justin Bec, 34680 Saint-Georges-d'Orques

d. ALKOR DRAKA, Roissy-pôle le Dôme, 5 rue de La Haye, BP 10943, Tremblay en France, 95733 Roissy CDG Cedex



▲ Figure 1 – Localisation de l'aménagement.

nés, la consommation annuelle du SIAEP est de 75 000 m³. Il fallait donc pouvoir compter sur au moins 30 à 35 000 m³ pour passer l'été.

Parmi les solutions étudiées, on peut citer la création d'un bassin à proximité de la prise d'eau du Mont Aigoual, le pompage d'une résurgence en pied de Causse à Castelbouc, le pompage dans un torrent voisin de la Jonte, et la création d'un bassin sur le Causse, en dehors de la zone centrale du parc national des Cévennes, assez éloigné du réservoir de tête. Aucune de ces solutions envisagées n'a vu le jour, soit parce qu'elle était trop onéreuse pour le SIAEP ou d'exploitation complexe, soit parce qu'elle n'était pas acceptable pour la protection de l'environnement.

Le choix du bassin du Berre

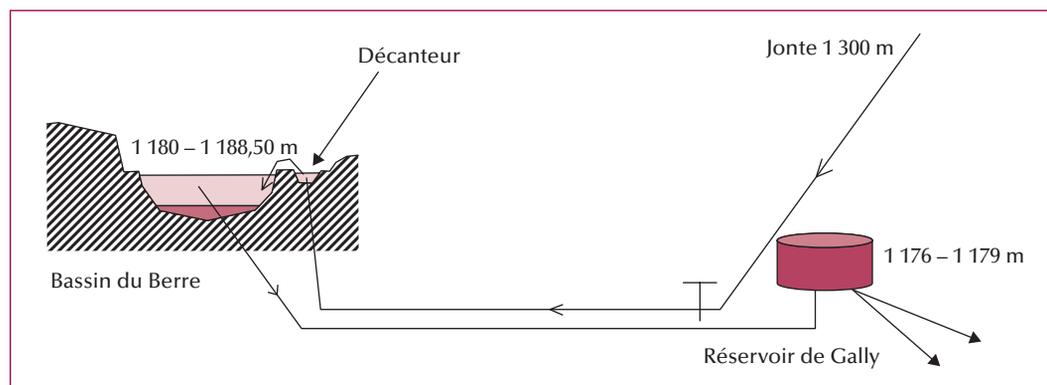
Une mission d'ingénieurs généraux (MM. Combes et Riquois), mandatée pour trouver un dénominateur commun entre collectivité et protecteurs de l'environnement, a proposé une solution, comprenant notamment la réalisation d'une réserve d'eau sur le Causse, en zone centrale du parc des Cévennes, laquelle se remplirait, hors étiage, grâce au trop-plein de la conduite d'adduction reliant l'Aigoual au réservoir de tête, trop-plein pouvant représenter 500 m³/j en hiver. Il existait, en effet, sur le Causse, des dolines, sortes de périmètres en creux, comme des

cratères, qui se prêtaient bien à l'aménagement d'une réserve d'eau, pourvu que l'on réussisse à étancher le fond. Cette proposition fut acceptée, en 2000, en particulier par le ministère chargé de l'environnement.

Les premières études montrèrent la faisabilité d'un tel bassin et au surplus, que l'eau de l'Aigoual pouvait être stockée pendant quelques mois, sans subir de dégradation notable de sa qualité, compte tenu de sa très faible minéralisation (TH = 0,5 ; TAC = 0,7 ; Ptot < 0,1 ; NO₃ = 2). De la sorte, l'eau ainsi stockée pourrait être rendue potable sans traitement compliqué. Dès lors, le projet fut réduit au seul aménagement d'un bassin sur le Causse.

Le site du lieu dit « le Berre » se trouva être le plus favorable, de tous points de vue :

- son aménagement ne comportait pas de destruction de biotope remarquable ;
- situé sur un point haut, le plan d'eau ne serait visible de nulle part ;
- il y avait là une doline qui pouvait être aménagée de manière à contenir un volume d'eau de 45 000 m³ ;
- cette doline était située à une altitude comprise entre 1 180 et 1 190 m, légèrement supérieure à celle du réservoir de tête de Gally, de sorte



◀ Figure 2 – Coupe de l'aménagement.

qu'elle pouvait être remplie gravitairement par les eaux de la Jonte venant de l'Aigoual, puis soutirée gravitairement vers le réservoir de tête et sa station de traitement (figure 2) ;

– enfin, elle était située à 700 m seulement du réservoir de Gally, ce qui limitait le coût de la liaison entre les deux sites.

Conditions de l'aménagement et choix constructifs

Géologie

La doline du Berre est située en terrain calcaire, sur un col, entre deux sommets du Causse, au niveau d'une zone de contact entre les étages Oxfordien supérieur et Kimméridgien inférieur. Dix-sept sondages de reconnaissance à la pelle ont montré que les bords et le fond de la doline étaient recouverts de colluvions limono-argileuses enrichies de matières organiques avec des épaisseurs variant de 20 cm sur les bords à 100 cm en fond de doline. Sous ces colluvions, on rencontrait dans l'Oxfordien, un matériau fragmenté, tout venant, contenant quelques plaques calcaires de 20 à 40 cm d'épaisseur et de 0,5 à 2 m² de surface. Dans le Kimméridgien, la roche, organisée en strates parallèles avec un léger pendage sud-nord, était beaucoup plus dure, compacte et très peu altérée. Entre les deux formations, on a identifié une cheminée remblayée de colluvions, en fond de doline, mais point de faille.

Des sondages électriques sont venus compléter cette reconnaissance. Il n'a point été fait de sondage profond, les géologues ayant considéré que les charges à appliquer sur ces terrains n'étaient pas de nature à provoquer des effondrements en dessous.

Topographie et géométrie de l'ouvrage

Le calcaire du Causse est progressivement dissout et entraîné en profondeur par les eaux de pluie acidifiées au contact de la matière organique, ce qui explique la présence de dolines. La dépression ainsi observée au Berre pouvait permettre, sans terrassements, de contenir près de 8 000 m³ d'eau.

L'idée a donc consisté à extraire des matériaux de la cuvette et à fermer le col à l'est et à l'ouest, en édifiant deux digues permettant d'accroître la capacité de retenue et de la porter à 45 000 m³.

Les digues, de faible hauteur (3 et 5,5 m) ont été réalisées avec des talus de pente 1/3 coté eau et 1/5 coté extérieur pour mieux se fondre dans le paysage. Équipées d'une étanchéité amont par géomembrane et assises sur un sol perméable, elles ont été réalisées sans précaution particulière, en remblai convenablement compacté (matériaux du site).

Au total, 20 000 m³ de matériaux ont été extraits pour réaliser les digues, l'empierrement des accès et la couche de protection de la géomembrane. Les matériaux organiques ont été utilisés pour l'enherbement des talus extérieurs et la réhabilitation des zones de stockage temporaires.

Contraintes liées à la réalisation du bassin dans le parc national des Cévennes (PNC)

Le site du Berre se trouvant à l'intérieur de la zone centrale du PNC, tous les travaux à réaliser devaient être soumis à l'autorisation préalable du directeur. Pour satisfaire aux demandes de cet établissement, le SIAEP a renoncé à réaliser un bassin à couverture flottante qui lui aurait permis de stocker l'eau brute dans de meilleures

conditions. Il a également renoncé à réaliser le revêtement des talus exposés au marnage en plaques de béton car celles-ci auraient dû être colorées ou cloutées d'un pavage calcaire. La géomembrane d'étanchéité a dû être recouverte de matériaux naturels extraits du site, de manière à obtenir un aspect semblable aux « lavognes » anciennes, petites retenues d'accumulation des eaux pluviales que les agriculteurs utilisaient pour l'abreuvement des moutons. Enfin, pour limiter l'impact du chantier, le SIAEP s'est astreint à équilibrer les cubatures de matériaux et à fabriquer ses granulats sur place.

Contraintes liées à l'eau potable, alimentation, vidange

L'eau venant du Mont Aigoual est de très bonne qualité. S'agissant d'en faire de l'eau potable, il était exclu que sa qualité se dégrade au contact du contenant.

Dès le début des études, les roches calcaires ont fait l'objet d'analyses pour rechercher leur teneur en phosphore et en éléments toxiques. Ces analyses ont donné des résultats favorables.

Par ailleurs, à la demande des autorités sanitaires, la mise en œuvre de matériaux d'étanchéité de qualité alimentaire a été imposée. Le CCTP¹ prévoyait que la géomembrane devrait avoir une attestation de conformité sanitaire délivrée par le ministère de la Santé depuis moins de cinq ans, conformément au décret de 1997 (Pellarin *et al.*, 2003).

Les études hydrologiques de la Jonte ont montré que ce bassin pourrait se remplir de février à mai. Il permettrait ainsi de couvrir les besoins en eau du Causse pendant l'été, sans dérivation des eaux de la Jonte pendant cette période.

Il a enfin été prévu de vidanger le bassin tous les ans, à l'automne, pour éviter la bio-accumulation de phosphore qui conduirait progressivement vers son eutrophisation.

Conception du dispositif d'étanchéité par géomembrane (DEG)

Principaux éléments

Les conditions topographiques de l'aménagement ont permis de limiter les pentes intérieures du bassin à une valeur maximum de 1V/3H (18,4) afin de faciliter la mise en place du DEG, en par-

ticulier des couches granulaires de couverture, et de permettre la stabilité de ces mêmes couches.

Les fondations du bassin ont été estimées suffisamment perméables pour ne pas nécessiter la mise en place d'un dispositif drainant sous la géomembrane. Pour obtenir un fond de forme peu agressif, il a été prévu de broyer *in situ* le matériau calcaire en place à l'aide d'un concasseur porté sur un engin ; l'objectif de ce broyage était d'obtenir un matériau 0/31,5 mm, ensuite nivelé et compacté.

La structure support prévue était constituée uniquement par un géotextile non tissé (400 g/m²). La géomembrane polymérique préconisée devait notamment avoir une épaisseur supérieure à 2 mm et bénéficier d'une attestation de conformité sanitaire (ACS). La structure de couverture prévue comportait successivement au-dessus de la géomembrane :

- une couche de sable 2/6 mm (épaisseur = 10 cm) pouvant être remplacée par un géotextile sous réserve qu'il dispose d'une ACS ;
- une couche de grave 6/50 mm (épaisseur = 20 cm) ;
- un tout-venant de 30 cm d'épaisseur en dessous des plus basses eaux normales (fond et bas des talus) ;
- des dalles calcaires, d'environ 30 cm d'épaisseur, dans la zone de marnage, afin d'améliorer l'intégration du bassin dans le paysage.

Cahier des clauses techniques particulières (CCTP)

Il est à noter que le CCTP faisait en particulier référence à trois documents de recommandations :

- « *Recommandations générales pour la réalisation d'étanchéité par géomembranes* » (CFG², 1991),
- « *Étanchéité par géomembranes des ouvrages pour les eaux de ruissellement routier* » (SETRA-LCPC³, 2002),
- « *Guide pour la réalisation de planches d'essais d'endommagement* », (CFG, 2001).

Le CCTP demandait des matériaux et des équipes de pose de la géomembrane certifiés ASQUAL ou strictement équivalents et précisait les contrôles à réaliser par les différents intervenants.

1. Cahier des clauses techniques particulières.

2. Comité français des géosynthétiques.

3. Service d'études techniques des routes et autoroutes – Laboratoire central des Ponts et Chaussées.

Planches d'essais

Des planches d'essais de convenance étaient prévues afin de vérifier, d'une part l'efficacité de la structure de couverture du DEG pour protéger la géomembrane vis-à-vis des sollicitations en poinçonnement lors de sa mise en œuvre, et d'autre part sa stabilité sous les effets de la circulation des engins utilisés pour l'installation des matériaux sur le talus intérieur du bassin. Trois planches, de 5 m de long et 2 m de large, ont été réalisées les 9 et 10 juin 2004 (figures 3 à 6), sur un talus de pente 1/3 à 1/2,5 (V/H).

Les matériaux granulaires et géosynthétiques prévus pour le chantier ont été utilisés à l'exception de la géomembrane : les tests ont été réalisés sur une géomembrane en PVC⁴ translucide de même épaisseur, la géomembrane prévue n'étant pas disponible sur le chantier au moment des planches.

Les trois planches ont comporté la mise en place d'un géotextile, de la géomembrane, de 10 cm de sable et de 80 cm de grave 6/50 mm, épaisseur demandée pour les zones de circulation des engins. Sur les planches P1 et P2, on a d'abord mis en place une couche de sable pour boucher les trous entre les blocs calcaires insuffisamment concassés du fond de forme et recouvrir les aspérités dues à ces blocs. Pour la planche P3, il n'a pas été ajouté de sable. La masse surfacique du géotextile placé sous la géomembrane était de 400 g/m² pour la planche P1 et de 800 g/m² pour les planches P2 et P3. Pour simuler la mise en œuvre des matériaux, la pelle hydraulique (poids = 23 tonnes) a circulé sur la couche de grave (circulation limitée à 4 passages, compte tenu des problèmes d'instabilité). Enfin, des blocs ont été mis en place sur la planche P1 pour simuler leur installation, après enlèvement d'une

4. Polychlorure de vinyle.



▲ Figure 3 – Planches d'essai : « surfacage » du fond de forme à l'aide de sable.



▲ Figure 4 – Planches d'essai : circulation de la pelle hydraulique sur le DEG.



▲ Figure 5 – Planches d'essai : apparition d'un pli au pied de la planche d'essai.



▲ Figure 6 – Planches d'essai : mise en place d'une dalle calcaire.

épaisseur de 50 cm de grave. Les constatations suivantes ont été faites :

- des plis de la géomembrane ont été observés en partie basse des planches P1 et P2, témoignant d'un glissement géomembrane/géotextile (figure 5) ;
- des déformations locales ont été constatées sur la géomembrane pour la planche P3 liées à l'agressivité du support.

Des mesures d'angle de frottement au plan incliné de l'interface géomembrane/géotextile avaient donné des valeurs de l'ordre de 25°; les glissements constatés, malgré une pente plus faible, peuvent s'expliquer par les effets dynamiques de l'engin lourd utilisé et une pente légèrement supérieure à 1/3 dans la zone d'essai.

En conclusion de ces planches, il a été décidé :

- de mettre en place les matériaux granulaires sur les talus depuis leur pied pour éviter les glissements constatés ;
- d'adopter le géotextile de 800 g/m² sous la géomembrane sur l'ensemble du bassin après avoir surfacé le fond de forme à l'aide de sable 2/6 mm dans les zones agressives où la granulométrie 0/31,5 mm après concassage *in situ* n'avait pas été obtenue (id planche P2).

Réalisation

Déterminé à partir des résultats des planches d'essais de convenance, le DEG mis en œuvre comporte les éléments suivants, disposés du bas vers le haut, sur le fond de forme obtenu par concassage *in situ* du substratum calcaire :

- sable 0/6 mm, en « surfacage » du fond de forme dans les zones agressives,
- géotextile non tissé aiguilleté (800 g/m²; *Fibertex F-800M*),
- géomembrane PVC-P de qualité alimentaire (épaisseur 2 mm ; *Alkorplan® 350 52*),
- sable 2/6 mm, épaisseur = 10 cm,
- grave 6/50 mm, épaisseur = 20 cm,
- tout-venant, épaisseur = 30 cm en dessous des plus basses eaux normales (fond du bassin et parties basses des talus) ou dalles calcaires, d'environ 30 cm d'épaisseur, dans la zone de marnage.

Nous ne décrivons pas ici les conditions habituelles de mise en œuvre d'une géomembrane (mise en place, soudures, contrôles...); nous nous attacherons ci-après à présenter les solutions apportées à quelques problèmes rencontrés, informations susceptibles d'être utiles pour de futures réalisations de ce type.

La découverte d'une cheminée karstique remplie de matériaux fins lors de la réalisation des terrassements a conduit à traiter spécifiquement cette zone par remblaiement et compactage et à réaliser un complément d'étude géologique (géophysique) pour s'assurer de l'absence d'autres zones de ce type ; il n'est pas inutile à ce sujet de rappeler que la géomembrane n'a pas de rôle mécanique.

La figure 7 montre une partie des engins utilisés pour la mise en œuvre du DEG ; en plus de ces engins (chargeurs et pelles hydrauliques), des camions approvisionnaient les matériaux. Il est apparu que ces camions, en reculant au pied du talus, associés à la circulation d'engins lourds, entraînaient l'apparition de déformations de la géomembrane en pied de talus. La mise en place d'une banquette en pied de talus ajoutée à des consignes de circulation « non agressives » (pas de mouvements brusques en particulier) ont permis de résoudre ce problème apparu malgré des pentes relativement faibles et les précautions prises à la suite des planches d'essais (notamment approvisionnement depuis le pied de talus).

La difficulté d'utiliser des matériaux granulaires prélevés et préparés sur le site ne doit pas être sous-estimée : ainsi le matériau 0/6 mm prévu, concassé sur place, s'est révélé contenir trop de fines et a dû être remplacé par un sable 2/6 mm



▲ Figure 7 – Vue du bassin en cours de réalisation.



▲ Figure 8 – Ravinement et dégradation du support et du géotextile après l'orage.

provenant d'une carrière, afin d'avoir un matériau suffisamment frottant et drainant entre la géomembrane et la couche de grave de la structure de couverture.

Les conséquences d'un orage violent sont également à signaler : cet orage a dégradé le fond de forme « surfacé », faisant ressortir les aspérités et nécessitant la reprise de sa surface (figure 8) ; une partie du géotextile installé a dû être enlevé et remplacé dans une zone où l'écoulement s'est produit sous et sur le géotextile. Cet incident pose la question sur un plan général de la réception globale du fond de forme, parfois plusieurs semaines avant la pose de la géomembrane.

La mise en place du DEG, depuis le surfacage du fond de forme jusqu'à la structure de couverture, s'est déroulée du 10 juillet 2004 au 20 septembre 2004 (y compris trois semaines de congé pour les entreprises) avec les moyens suivants :

- terrassement : personnel pour régalinge manuel du sable 2/6 au-dessus de la géomembrane, trois pelles hydrauliques et deux camions,
- étanchéité : équipe de 5 personnes dont un soudeur certifié ASQUAL pour la pose de géomembranes PVC, un chariot télescopique, un groupe électrogène et une machine à souder les lés.

Les travaux ont été réalisés sous maîtrise d'œuvre de la DDAF⁵ de la Lozère avec l'appui technique du Cemagref de Bordeaux. Les travaux ont été confiés au groupement d'entreprises Germain-Bec. Le marché a été soldé à 590 000 euros hors taxes répartis ainsi : 1/3 pour l'étanchéité, 1/3 pour la couche de couverture du DEG, 1/3 pour les autres travaux.

Contrôles d'exécution, mise en eau, réception

Contrôles

Une surveillance quotidienne d'avancement du chantier a été effectuée par un représentant du maître d'ouvrage. L'entreprise a effectué ses autocontrôles.

À l'occasion des visites de chantier, au moins une fois par semaine, le maître d'œuvre a procédé, avant couverture, à un examen visuel des derniers lès posés. Des contrôles aléatoires de points triples à la cloche à vide ont été effectués. De même, plusieurs contrôles aléatoires d'essais de gonflement sur double soudure ont été effectués sous une pression de 300 kPa.

Mise en eau, réception

La mise en eau est intervenue en novembre 2004. Seul le fond du bassin a été mis en eau sur une épaisseur maximale de deux mètres et laissé en l'état jusqu'en mars. Puis, après le 15 mars, le remplissage a repris jusqu'en juin avec plusieurs paliers de quelques jours. Enfin, en juin 2005, après remplissage du bassin (figure 9), une inspection par plongeur a été réalisée pour pré-réception des ouvrages. Il n'a pas été, à aucun stade, relevé d'anomalie de l'étanchéité du bassin.



◀ Figure 9 – Vue du bassin en eau – Intégration dans le paysage.

Conclusion

Parmi les solutions envisagées pour renforcer l'alimentation en eau du Syndicat intercommunal d'alimentation en eau potable du Causse Méjean (Lozère), le choix s'est porté sur un bassin dont le remplissage peut être assuré gravitairement mais qui est situé en terrain karstique perméable.

La solution « géomembrane » a permis d'étancher ce bassin dans des conditions techniques et

5. Direction départementale de l'agriculture et de la forêt.

économiques acceptables, ce que n'auraient pas permis les solutions traditionnelles d'étanchéité : absence de matériau argileux sur place et autres solutions trop onéreuses (béton notamment).

Néanmoins, cet exemple montre que malgré son apparente simplicité, la solution « géomembrane » doit faire l'objet, comme toute technique, de précautions particulières, notamment :

- les études géologiques et géotechniques sont essentielles pour garantir la stabilité du substratum en zones calcaire karstique ;

- la structure support doit être conçue pour éviter le poinçonnement de la géomembrane à la mise en œuvre de la structure de couverture sous l'effet de la circulation des engins et en service ;

- la stabilité de la structure de couverture sur pente doit être examinée avec soin, notamment sous les effets dynamiques des engins.

L'intérêt de planches d'essais de convenance a été confirmé vis-à-vis du choix des matériaux de protection anti-poinçonnant et la mise au point des conditions de mise en œuvre. □

Résumé

Le Syndicat intercommunal d'alimentation en eau potable (SIEAP) du Causse Méjean (Lozère) a fait réaliser un bassin de stockage d'eau potable. Ce bassin, aménagé sur un plateau karstique perméable, est étanché par une géomembrane. Pour des raisons environnementales, cette géomembrane a été revêtue de matériaux naturels : granulats et dalles calcaires provenant du site. Ce bassin a été mis en eau à l'automne 2004. Après l'examen des objectifs et des conditions de l'aménagement ainsi que du déroulement du chantier, quelques enseignements tirés de cette réalisation sont présentés. En particulier, des planches d'essais de mise en œuvre sur les talus du dispositif d'étanchéité par géomembranes (DEG) sont décrites et l'attention est attirée sur les précautions à prendre pour la mise en place d'une structure de couverture sur une géomembrane sur pente.

Abstract

The Causse Méjean Inter-Municipal Drinking Water Supply Syndicate (SIAEP Causse Méjean, Lozère, France) has had a drinking water storage basin built. The basin is on a permeable karstic plateau and is lined with a geomembrane. For environmental reasons, this geomembrane was covered with natural materials: limestone rocks and slabs from the site. The basin was filled in the autumn of 2004. After examining the objectives and conditions of this development and the way in which the construction work proceeded, we present a few lessons learned from the project. In particular, in situ test areas for the installation of Geomembrane Liner Systems (GLS) on slopes are described and attention is drawn to the precautions to be taken when installing a cover structure on a geomembrane on slope.

Bibliographie

CFG, 1991, *Recommandations générales pour la réalisation d'étanchéité par géomembranes*, Fascicule 10, www.cfg.asso.fr, 47 p.

CFG, 2001, *Guide pour la réalisation de planches d'essais d'endommagement*, www.cfg.asso.fr, 16 p.

DDAF Lozère, 2003, *Aménagement de la retenue du Berre, Cahier des clauses techniques particulières* (2^e consultation), 15 p.

PELLARIN, P., KHADIR, A., 2003, *Synthèse sur le système des attestations de conformité sanitaire (ACS) françaises concernant les matériaux au contact des eaux propres à la consommation humaine*, Travaux, n° 797, 76-79.

SETRA-LCPC, 2000, *Étanchéité par géomembranes des ouvrages pour les eaux de ruissellement routier*, Guide technique, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, 95 p.