

**DEVIATION SUD-OUEST D'EVREUX****-  
Dispositions constructives bassin B2  
Renforcement par géosynthétique****1- Rappel du contexte**

Les travaux de la déviation sud ouest d'Evreux ont débuté en mai 2014 par l'exécution du bassin B2. Lors des terrassements, achevés courant juin 2014, la présence de craie altérée à l'extrémité est de l'ouvrage a été signalée. Depuis cette date, divers échanges ont eu lieu entre les services de la DDTM27, la DIR NO (SIR de Rouen), la DREAL HN et l'hydrogéologue agréé.

Suite à ceux-ci, dans sa note transmise le 29/07/2014 à la DDTM27, le maître d'ouvrage DREAL Haute-Normandie présentait une piste de solution technique afin de prévenir le risque lié à la présence d'une poche de craie sous une zone localisée du fond du bassin n°2.

A ce stade du projet, la solution envisagée devait encore faire l'objet d'investigations complémentaires sur le terrain et d'un avis de l'hydrogéologue agréé afin de définir la conception détaillée du dispositif.

La présente note revient sur les résultats des investigations complémentaires, sur l'avis de l'hydrogéologue agréé et précise les éléments de conception du renforcement.

**2 – Investigations complémentaires**

Une campagne géophysique s'est déroulée fin juillet 2014 afin d'identifier les éventuelles cavités dans l'épaisseur de la craie. Deux anomalies ont été identifiées :

- une première anomalie, située entre 1,3 et 2,5m de profondeur, sur une section d'environ 10m x 10m ;
- une seconde anomalie, située entre 2,5 et 4,5m de profondeur, sur une section d'environ 2m x 5m.

La reconnaissance géophysique n'identifiant que des anomalies dans le sol, une proposition de campagne géotechnique complémentaire a été proposée afin de confirmer le diagnostic géophysique par :

- l'identification de l'ampleur de ces anomalies : présence de vide franc, présence de sable, de fractures denses ;
- la caractérisation de la nature des matériaux dans les épaisseurs de sol présentant des anomalies.

Un programme de sondages complémentaires a donc été bâti par le CEREMA et soumis au préalable de son exécution à l'avis de l'hydrogéologue agréé, au regard de la proximité des points de captages en eau potable.

### **3 – Avis préliminaire de l'hydrogéologue agréé d'août 2014**

L'hydrogéologue agréé a remis un avis le 19 août 2014 sur la proposition de sondages complémentaires.

Au regard des anomalies avérées mises en évidence par la campagne géophysique, l'hydrogéologue n'est pas favorable à la réalisation de sondages destructifs qui ne viendraient que confirmer le caractère karstique de la zone, en prenant des risques non maîtrisés vis-à-vis de la nappe.

En sus de son avis, une visite sur le terrain a été menée le 25 août 2014 afin d'échanger sur la solution à mettre en œuvre. Les conclusions de cette visite ont été rendues par le maître d'ouvrage par courriel fin août et sont rappelées ci dessous :

- aucun sondage de reconnaissance ne sera réalisé dans la zone crayeuse compte-tenu du risque par rapport à la ressource en eau ;
- le géotextile actuellement posé sur la zone incriminée en fond de bassin sera retiré avant mise en œuvre des dispositions ci-dessous ;
- une couche d'argile sera disposée en fond de bassin afin d'empêcher toute infiltration dans la craie fracturée mise à jour. Son épaisseur sera à déterminer notamment avec l'entreprise en charge des travaux ;
- les géosynthétiques de renforcement proposés dans une première approche seront effectivement posés. Compte-tenu des caractéristiques maximales des géosynthétiques, ce dispositif ne permettra pas de se prémunir d'un effondrement de 10m par 10m (dimension maximale d'anomalie relevée par reconnaissance géophysique par le CEREMA). En l'absence de données complémentaires sur le risque karstique, le dimensionnement de ce dispositif ne peut se faire sur une hypothèse de taille de fontis. Néanmoins, il est convenu que la protection maximale au vu des caractéristiques du géosynthétique sera mise en place ;
- le dispositif d'étanchéité sera disposé tel que prévu avec une adaptation sur l'épaisseur de la couche drainante avant pose de la première géomembrane afin d'assurer le nivellement du fond de bassin ;
- la possibilité de neutraliser le volume mort dans la zone sud-est du bassin sera étudiée.

C'est donc sur ces dernières hypothèses que le dispositif de renforcement est dimensionné, dont les éléments techniques sont détaillés par la suite.

Au préalable, et suite à la demande de l'hydrogéologue et la DDTM27, une solution de traitement par neutralisation de la zone à risque a été étudiée. Les conclusions de cette étude sont rappelées ci-après.

#### **4 – Neutralisation du fond de bassin**

Concernant la possibilité de neutraliser une partie du volume mort dans le secteur du bassin concerné par la présence de craie et évoquée par la DDTM27 lors des divers échanges, on rappelle ici les éléments fournis par la maîtrise d'œuvre dans la note du 27/07/2014 :

- la neutralisation de la surface incriminée conduit à revoir le réseau d'assainissement en entrée de bassin. Dans ce cas de figure, les contraintes géométriques du projet d'assainissement (respect des pentes des ouvrages) et topographiques du milieu conduisent à une cote fil d'eau en entrée de bassin plus basse que la cote aujourd'hui définie aux études de projet. La cote de sortie étant elle-même contrainte par les conditions hydrauliques du site, cette modification conduirait à une réduction de la hauteur de marnage, passant de 1,00m à 0,85m.
- cette diminution de la hauteur de marnage impacterait directement la capacité de fuite de l'ouvrage, passant des 32 l/s prévus initialement à une valeur de 29 l/s. Ce nouveau débit nécessiterait un volume utile de 6300 m<sup>3</sup> pour contenir un événement pluvieux vicennal, contre 5800 m<sup>3</sup> prévu au projet initial.
- d'un point de vue volumétrique, la neutralisation de la zone de craie ne laisserait qu'une capacité de stockage utile d'environ 3700 m<sup>3</sup>, et ne permettrait donc pas le fonctionnement de l'ouvrage avec ce nouveau débit de 29 l/s.

Dans sa réponse du 24 juin 2014, la DDTM27 proposait à la DIR NO l'étude d'une augmentation de la hauteur de marnage et du débit de fuite.

Une réponse a été formulée le 25 juin 2014 par la DIR NO sur ces propositions :

- l'augmentation de la hauteur de marnage est techniquement impossible au regard des contraintes géométriques imposées au réseau en entrée et sortie de bassin. Cette piste a donc été écartée par la DIR NO ;
- pour que le volume restant (3700 m<sup>3</sup>) soit suffisant pour retenir un événement pluvieux vicennal, le débit de fuite devrait atteindre les 500 l/s, sans garantir le bon fonctionnement de l'ouvrage pour le traitement de la pollution. Cette proposition n'est donc pas envisageable.

Au regard des modifications substantiellement sur la conception de l'ouvrage, la solution de renforcement par géosynthétique est confirmée.

## **5 – Conception détaillé du dispositif**

La justification de la solution de renforcement utilise la méthode française basée sur les résultats du projet RAFAEL ( renforcement des assises ferroviaires et autoroutières contre les effondrements localisés).

Cette méthode de dimensionnement, basée sur un fonctionnement du dispositif en membrane, a pour principe en cas d'apparition de cavités :

- de vérifier que le poids généré par le remplissage du bassin est entièrement repris par les efforts horizontaux déployés par frottement le long du géosynthétique ;
- tout en limitant la déformation du dispositif de renforcement aux seuils de déplacements admissibles du dispositif d'étanchéité par géomembrane afin de garantir l'intégrité de ce dernier.

Le renforcement proposé est réalisé avec un produit TENCATE GEOLON PET 800 (cf. fiche technique jointe à la présente note) posé en double couchée, en contact direct et de façon orthogonale. Ce dispositif permet alors de reprendre des efforts en traction de 1072 kN/ml.

Conformément à l'arrêté n°DDTM/13/068, le bassin B2 sera réalisé avec une étanchéité double. Le dispositif d'étanchéité qui sera mis en œuvre est composé de deux géomembranes bitumineuses. La limite acceptable de déformation du complexe d'étanchéité est prise égale à 3% de son allongement maximal.

C'est sur la base de ces deux hypothèses que le calcul RAFAEL est mené. On fait ensuite varier le diamètre de la cavité (en partant d'une dimension de 1,00m) afin de trouver la dimension de cavité limite que peut reprendre le dispositif de renforcement.

La note de calcul jointe à la présente note aboutit à une cavité de 3,50 m de diamètre, générant des efforts horizontaux dans le géosynthétique de renforcement de 1065 kN/ml et une déformation au niveau du dispositif d'étanchéité égale à 3 % de son allongement maximal.

Les dispositions constructives à respecter sont alors définies par le fournisseur TENCATE afin de déployer cette résistance en traction. Ces dispositions sont définies sur les plans d'exécution fournis avec cette note (plan de calepinage du géotextile de renforcement et coupe type).

- longueur d'ancrage au delà de la zone de cavité : 7,00 m
- largeur de recouvrement entre deux nappes adjacents : 0,50 m
- longueur de recouvrement entre deux nappes successives : 13,00 m
- mise en place de l'ancrage également sur les talus du bassin
- longueur d'ancrage en haut de talus du bassin : 1,00 m

Au préalable de la pose du dispositif de renforcement, une couche de 30 cm d'argile de type A1 est mise en œuvre suivant les prescriptions de l'hydrogéologue agréé. Cette épaisseur est définie par l'épaisseur minimum de mise en œuvre et de compactage, et permet de maintenir une épaisseur de 20cm de matériaux drainants sous le fond du bassin. La fiche technique de l'argile est également fournie, ainsi que les essais de perméabilité du matériau caractérisant une perméabilité de variant de  $10^{-9}$  à  $10^{-10}$ .

## **6 – Conclusion**

La solution technique proposée dans la présente note répond aux objectifs visés par l'hydrogéologue agréé pour traiter les anfractuosités de la craie. Aussi résistante qu'une dalle béton, cette solution a l'avantage de prévenir tout risque de pollution de la ressource en eau en s'affranchissant des laitances inhérentes à l'exécution d'un ouvrage coulé en place.

En assurant ainsi la protection des captages en eaux potables et en garantissant les fonctionnalités de l'ouvrage prévu au projet, la solution de renforcement par géosynthétique est le meilleur compromis aux regards des contraintes et enjeux du site.