

Déviation Sud Ouest d'Evreux

Avis hydrogéologique

Le projet de déviation Sud-Ouest d'Evreux prévoit le franchissement de la vallée de l'Iton. La partie Est de la vallée est franchie en viaduc sur 210 m environ alors que la partie Ouest (environ 450 m) est franchie par un remblai de 7 m à 8 m de hauteur maximum, comportant un ouvrage cadre pour franchir le second bras de l'Iton. A moins de 200 m du tracé envisagé se situent les champs captant de la ville d'Evreux.

Le présent avis a pour objet d'apprécier l'impact quantitatif que peut avoir le remblai sur la piézométrie de la nappe et, in fine, sur l'exploitation des champs captants de la ville d'Evreux.

Pour rédiger cet avis, nous disposons des documents suivants :

- Extrait A.P.S.I. 2^{ème} Phase – Comparaison des variantes – Études hydrologiques et hydrogéologiques ;
- Extrait A.P.S.I. 2^{ème} Phase – Comparaison des variantes – Études géologiques et géotechniques – annexe 1 ;
- Extrait A.P.S.I. 2^{ème} Phase – Présentation générale de l'opération – Analyse des aspects environnementaux ;
- Ville d'Evreux : Diversification de l'alimentation en eau potable - Recherche en eau 1999-2001 – BE Gaudriot ;
- Extrait du rapport Antea ;
- Déviation sud –ouest d'Evreux par la RN 13.Passage inférieur PI 9.

Le contexte géologique et hydrogéologique local a été bien caractérisé par ces études, qui toutes ont mis en œuvre des investigations de terrain (sondages à la tarière, sondages carottés, pénétromètres, pose de piézomètres). Au droit de la vallée de l'Iton, on peut donc présenter le contexte géologique comme suit :

1. A l'échelle régionale, l'encaissant est constitué par la craie blanche et la craie dolomitique du Sénonien (Crétacé supérieur). Ces craies, d'une

puissance de l'ordre de 200 m à 250 m sont généralement dures et compactes et très riches en silex. Cependant, leur partie superficielle est généralement fortement altérée (diaclasses) voire plus ou moins karstifiée au droit des vallées humides, comme c'est le cas dans la vallée de l'Iton. On estime cet horizon altéré de l'ordre de 20 m à 30 m d'épaisseur dans la vallée de l'Iton, la transition entre cet horizon altéré et la partie saine étant progressive.

2. Au droit de la vallée de l'Iton, des argiles à Silex recouvrent complètement cet encaissant. Il s'agit d'argiles ferrugineuses brunes rouges, renfermant des silex anguleux. Ces produits résultent essentiellement de l'altération des craies sous-jacentes et se retrouvent souvent en remplissages de karsts. Elles peuvent également, en bordure de vallée, constituer des colluvions mêlant alors des éléments limoneux. En superficie, ces argiles sont souvent associées aux alluvions de l'Iton donnant ainsi des argiles sableuses et limoneuses. Les investigations de terrain ont mis en évidence que l'épaisseur de cette formation pouvait être très variable, de quelques mètres à 10-15 m par endroit.
3. Enfin, on trouve en surface les alluvions de l'Iton, constituées de sables, de galets et de silex anguleux. Ces alluvions sont souvent prises dans une matrice argilo-limoneuse. Ainsi la transition entre alluvions argileuses et argiles sablo-graveleuses est souvent délicate à faire. Selon les auteurs on peut retrouver l'une ou l'autre de ces appellations. L'épaisseur de cette formation ne dépasse généralement pas quelques mètres et peut même être absente localement.

Notons que les investigations de terrain (Gaudriot, Antéa, Simecsol, LRPC de Rouen), ont mis en évidence une très forte variabilité spatiale de ces différentes unités. Ainsi, les craies altérées peuvent être mises en évidence à 5 m de profondeur localement alors que quelques mètres plus loin, un sondage à 10 mètres de profondeur sera arrêté dans les argiles à silex.

A la lumière de ce contexte géologique il faut analyser le fonctionnement hydrogéologique de la vallée de l'Iton. L'étude Gaudriot apporte de très nombreux éléments sur la nature et le fonctionnement de la nappe à une échelle plus large que celle de la vallée. Le suivi piézométrique réalisé par le LRPC de Rouen sur 18 mois le long du tracé apporte localement une connaissance fine de la piézométrie.

D'extension régionale, la nappe de la craie est une ressource en eau très importante. Elle se situe dans la frange altérée de la craie décrite précédemment, soit sur une épaisseur de l'ordre de 20 m à 30 m. Là les nombreuses diaclasses, voire les écoulements karstiques, donnent à la nappe de très bonnes propriétés hydrogéologiques. A la base, la craie saine fortement compacte et faiblement perméable n'est pas considérée comme un niveau productif. D'une manière générale, il s'agit d'une nappe libre dont le toit, au droit des plateaux, se situe à une profondeur relativement importante alors qu'au droit des vallées, la nappe peut être sub-affleurante ou seulement à quelques mètres de la surface.

Son alimentation se fait soit par infiltration directe des eaux météoriques, soit par des pertes des eaux superficielles dans les secteurs karstiques. L'atlas hydrogéologique réalisée par le BRGM en 1973 montre qu'à l'échelle régionale, les isopièzes de cette nappe coïncident relativement bien avec la topographie naturelle et que d'une manière générale elle est drainée par les principaux cours d'eau de la région.

Au droit de la vallée de l'Iton, on retrouve pour partie ces caractéristiques générales : globalement l'Iton draine la nappe de la craie. Dans le détail, on peut cependant noter que les relations entre l'Iton et la nappe de la craie évoluent en fonction de la position du toit de la craie par rapport au terrain naturel et de son degré de karstification. Ainsi, en amont de Bonneville sur Iton, (amont du tracé), les craies, proches de la surface et très karstifiées permettent l'apparition des premières résurgences. Cette forte karstification entraîne à l'inverse des pertes partielles voire totale de l'Iton en période de basse eaux. Un tel drainage par le réseau karstique explique également le décrochage de la nappe par rapport à la rivière sur le tronçon Arnières – source de Brosville – Tourneville en aval d'Évreux (d'après Antéa 1997).

Au droit du tracé envisagé, Les relevés piézométriques réalisés par Gaudriot et surtout le suivi piézométrique le long du tracé réalisé par le LRPC de Rouen durant 18 mois apporte des éléments de réponse très clairs concernant le lien entre l'Iton et la nappe de la craie : les relevés piézométriques indiquent clairement que la nappe n'est pas en relation directe avec la rivière. Il existe un « décrochage piézométrique » entre les deux entités. Ce décrochage est de l'ordre de 2 m à 3 m, d'après les valeurs fournies par le LRPC de Rouen. Au sud de l'hippodrome, un décrochage de l'ordre de 8 m à 9 m a également été mesuré par Gaudriot. Ces très fortes valeurs sont sans doute imputables pour partie aux pompages des champs captants d'Évreux.

On peut donc penser que s'il y a un lien entre la rivière et la nappe, au droit du secteur qui nous intéresse celui-ci résulte des infiltrations des eaux de l'Iton au travers des berges plus ou moins colmatées de la rivière puis dans la zone non saturée jusque la nappe. Il est cependant capital de retenir que ce lien hydraulique n'est pas ferme en raison de la nature de la couverture alluviale et colluviale semi-perméable, isolant la nappe de la craie de l'Iton. Nous ne nous situons donc pas du tout dans le cas d'une nappe alluviale directement associée à la rivière.

Pour ce qui est des caractéristiques hydrodynamiques de la nappe de la craie, les essais de pompage menés par Gaudriot à 400 m à l'amont du tracé (secteur 8), montrent que les craies altérées ont de bonnes caractéristiques hydrodynamiques : une transmissivité de l'ordre de $2 \cdot 10^{-2}$ m²/s et $3 \cdot 10^{-2}$ m²/s, soit une perméabilité de l'ordre de 10^{-3} m/s si on considère une épaisseur de nappe variant entre 20 m et 30 m.

Différents indices tendent à montrer que la nappe de la craie au droit du secteur d'étude est tantôt libre tantôt semi-captive selon la position des argiles à silex :

- Les niveaux piézométriques se situent la plupart du temps dans les argiles à silex. Par nature, ces niveaux ont des caractéristiques hydrauliques médiocres voire franchement mauvaises (matériaux semi-perméables à imperméables). On peut donc penser qu'il y a là mise en charge.

- Les valeurs de coefficients d'emmagasinement issues des essais de pompage Gaudriot, variant entre 3% et 0,3% sont relativement faible pour une nappe tout à fait libre.

On pourrait s'interroger sur l'existence d'une nappe d' « interstice » dans les alluvions argilo-limoneuses et les argiles à silex. Cette hypothèse paraît peu probable. Quoi qu'il en soit, il ne s'agit en aucun cas d'une ressource exploitable au vu de la nature des matériaux constituant le réservoir. Les arrivées d'eau lors de la phase de foration, ainsi que les mesures réalisées par Gaudriot au micromoulinet montrent clairement que les niveaux productifs se situent au niveau des horizons crayeux.

Ainsi, pour se résumer, nous avons à faire à une nappe libre d'extension régionale qui au niveau de l'Iton peut localement devenir semi-captive, indépendante des eaux superficielles, même si on ne peut exclure que l'Iton l'alimente localement en partie par infiltration dans les berges puis dans la zone non saturée. Son niveau piézométrique se stabilise dans les argiles à silex et les alluvions de l'Iton. Pour autant ces formations ne constituent en aucun cas une ressource à proprement parler.

Dans ce contexte, quel peut être l'impact du contournement sur la piézométrie de la nappe ? Rappelons tout d'abord, que sur un linéaire de l'ordre de 900 m pour le franchissement de la vallée de l'Iton, plus de 200 m sont franchis en viaduc. Là, on peut considérer que l'impact de l'ouvrage sur les eaux souterraines est quasi-nul : l'impact potentiel des piles (fondées sur des semelles hors d'eau) ne peut être que très localisé, n'influençant pas la piézométrie de la nappe de manière générale.

Au droit du linéaire en remblai, se pose la question de savoir si le remblai induira un tassement des sols sous-jacents susceptible d'engendrer une modification locale des propriétés de la nappe (perméabilité, porosité efficace), elle-même susceptible d'influencer les lignes d'écoulement comme le suggère le schéma présenté figure 1.

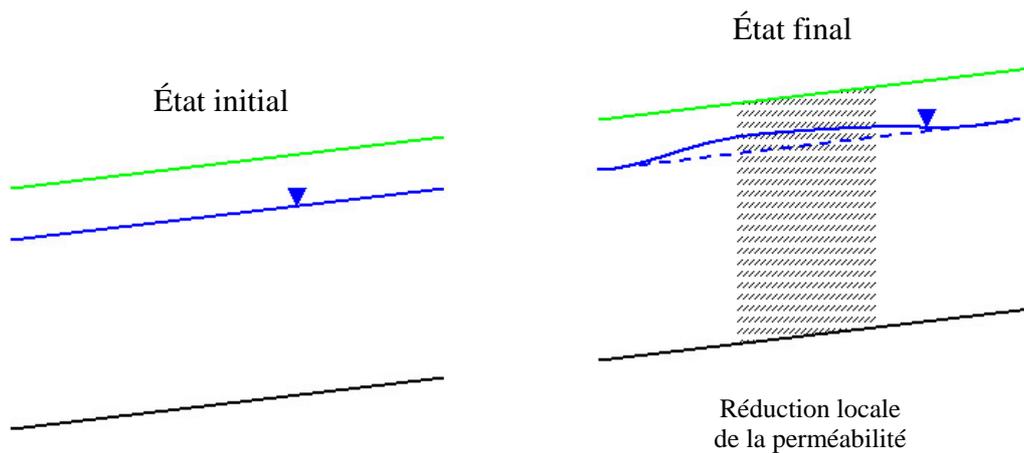


figure 1 : Impact schématique d'une baisse locale de la perméabilité sur la péizométrie

Pour répondre à cette question, il est nécessaire en premier lieu d'avoir une bonne idée des tassements que l'on peut attendre. A ce sujet, l'étude Antéa, puis Simecsol et enfin l'étude du LRPC de Rouen ont apporté des résultats relativement divergents :

- L'étude Antéa estime des tassements totaux pouvant atteindre au final au droit du remblai des valeurs de l'ordre de 70 cm à 80 cm tout en indiquant qu'il s'agit a priori de valeurs surestimées.
- L'étude Simecsol estime au droit des remblais des tassements primaires de l'ordre de la dizaine de cm, sans exclure pour autant les résultats d'Antéa.
- Enfin l'étude LRPC, pour le dimensionnement des fondations du viaduc estime au droit de chaque pile, des tassements absolus de l'ordre de 2 cm.

Ces différences peuvent s'expliquer par les éléments suivants :

L'étude Simecsol n'a pris en compte dans son calcul que les tassements immédiats (tassement primaire, à court terme) alors qu'Antéa a également calculé, grâce aux essais œdométriques les tassements secondaires (sur le plus ou moins long terme). Cependant il apparaît clairement que ce calcul, bien que respectant les règles de l'art en soit, repose sur des hypothèses excessivement pessimistes : le calcul de tassement s'est fait sur les matériaux ayant les propriétés géotechniques les plus faibles (argiles à silex) et a été considéré sur une hauteur de 20 m d'argile à silex. Cependant, rien n'est dit sur l'atténuation des tassement en fonction de la profondeur (abaque de Boussinesq) alors que l'on a vu précédemment que les niveaux productifs se situaient sous une couverture semi-perméable. Enfin Antéa a mené ses calculs de tassement sur l'essai E4 qu'il qualifie a priori comme un sol hétérogène « peu compressible ». Ainsi, même si l'approche d'Antea semble plus complète et rigoureuse que

celle de Simecsol, les hypothèses faites amènent des résultats peu crédibles et assurément surestimés.

Enfin, l'étude du LRPC de Rouen réalisée en 2009 apporte une meilleure appréciation des caractéristiques mécaniques des sols du fait du stade plus avancé du niveau d'étude : ici 9 sondages pressiométriques ont été réalisés au droit de chacune des futures piles (alors qu'antérieurement leur nombre n'excédait pas un à deux par étude). La géologie mise en évidence par ces sondages est analogue à celle de la zone de remblai. Afin de dimensionner les fondations des piles une modélisation spécifique a été réalisée. Il ressort de cette étude que les terrains les plus portants se situent au droit des alluvions limoneuses entre 2 m et 5 m de profondeur c'est à dire au-dessus du toit de la nappe. Au droit de chaque pile, le report de charge estimé à 400 KPa, soit environ le double des charges induites par le remblai, avec une semelle d'environ 5 m de large et 10 m de long, le tassement a été estimé à 2 cm.

Ainsi, fort de cette dernière étude, il apparaît que les terrains considérés sont relativement peu compressibles et qu'au final, on peut estimer des déformations de quelques centimètres au droit des alluvions de l'Iton. Il n'en demeure pas moins que le recouvrement des alluvions n'est pas forcément présent sur l'ensemble de la zone d'étude et que localement, au droit des argiles à silex, des déformations plus importantes peuvent apparaître.

Quel que soit le cas de figure considéré, la plus grande part de ces déformations se fera essentiellement dans les premiers mètres, c'est à dire au-dessus du toit de la nappe, et dans des formations qui par nature, ne constituent pas d'aquifère exploitable. Leur conséquence sur les écoulements seront donc négligeables.

En conclusion, on peut retenir les éléments suivants :

- La nappe et son niveau productif se situent dans une formation crayeuse surmontée d'argiles à silex et d'alluvions limoneuses. Ces dernières, bien que pouvant être mises en charge par la nappe sous-jacente de la craie, ne participent pas à l'écoulement en raison de la médiocrité de leurs caractéristiques hydrodynamiques.
- Les études géotechniques et de mécanique des sols donnent une fourchette de tassement importante (de 2 cm à 80 cm). Les premières estimations faites par Antéa s'appuyaient cependant sur un nombre restreint d'essais et sur des hypothèses fortement pénalisantes. Les études détaillées du LRPC de Rouen, dans le cadre de la construction des piles du viaduc ont permis de mieux caractériser les sols et leur hétérogénéité et par conséquent de considérer des tassements des sols à quelques cm maximum au droit des fondations et par conséquent des valeurs moindres a priori au droit des remblais (report de charge beaucoup plus faible).
- Quel que soit l'ordre de grandeur des déformations, celles-ci n'interféreront pas avec l'écoulement de la nappe. Ces déformations se manifesteront dans des terrains plus ou moins imperméables qui ne participent pas à l'écoulement.

Ces éléments permettent de trancher clairement sur l'absence d'impact des remblais sur la piézométrie de la nappe. Le problème de préservation de la qualité de la ressource vis à vis d'éventuelles sources de pollutions liées à la route paraît beaucoup plus pertinent.

∅ ∅

Vérifié par J-N AUDOUY chef par intérim de l'Unité Technique **Eau et Risque
Inondation**

Le Chargé d'Étude :

Le Chef du Groupe Risques Géotechnique Eau :

H. TACHRIFT

M. CHAHINE.