



LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE

Agence d'Auxerre

Parc technologique de la Chapelle

89470 MONETEAU

Tél. : 03 86 72 04 40 – Fax : 03 86 72 04 41



LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE

Siège Social

9 Boulevard de l'Europe

21800 QUETIGNY-LES-DIJON

Tél. : 03 80 48 93 20 – Fax : 03 80 48 93 30

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE COMPLEMENTAIRE
DE CONCEPTION DES BASSINS

2014/04281/AUXER/12

89380 – APPOIGNY

RD 319

Parc d'activités

14 mars 2017

Etude hydrogéologique complémentaire de conception des bassins

Parc d'activités

89380 APPOIGNY

RD 319

N° AFFAIRE		2014/04281/AUXER/12		ENV	MISSION : HYDRO		
INDICE	DATE	Nbre de Pages		ETABLI PAR	VERIFIE PAR	MODIFICATIONS OBSERVATIONS	APPROUVE PAR
		Texte	Annexes				
0	10/03/2017	16		F. AUROUX	J. CILIANI	Première émission – Résumé des investigations et premières approches techniques	
A	14/03/2017	20		F. AUROUX	J. CILIANI 	Débits en phase de travaux et d'exploitation. Spécifications et recommandations pour les travaux	

SOMMAIRE

1. CADRE DE L'INTERVENTION.....	4
1.1. INTERVENANTS	4
1.2. PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET METHODOLOGIE.....	4
2. résultats des investigations et principes d'aménagement des bassins	7
2.1. PROGRAMME D'INVESTIGATIONS.....	7
2.2. BASSIN NORD 2	7
2.3. BASSIN NORD 1	9
2.4. BASSIN SUD	13
2.5. SYNTHESE de la première partie	16
3. dispositions constructives, variantes et recommandations.....	17
3.1. bassin nord 2	17
3.2. bassin nord 1	18
3.2.1. solution de base.....	18
3.2.2. solution variante.....	19
3.3. BASSIN SUD	20

1. CADRE DE L'INTERVENTION

1.1. INTERVENANTS

A la demande et pour le compte de :

COMMUNAUTE DE L'AUXERROIS

3 bis Rue Clémenceau

BP 58

89010 AUXERRE Cedex

GEOTEC a réalisé la présente étude sur le site suivant :

- A proximité du hameau « Les Bries », au sein du Bois de Chaumoi et au niveau du lieu-dit « le Fossé du Bois », sur la commune d'APPOIGNY (89).

1.2. PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET METHODOLOGIE

Les documents suivants, de stade PRO/DCE, ont été mis à la disposition de GEOTEC :

Documents	Emetteur	Date de réception	Echelle	Cote altimétrique
Plan topographique	EGIS	24/05/2016	1/1000	oui (NGF)
Plan d'assemblage		24/06/2016	1/1000	oui (NGF)
Plan projet voiries/assainissement/hydraulique			1/1000	oui (NGF)
Profil en long - voiries principale et secondaires			1/1000 1/200	oui (NGF)
Coupe de principe voiries			1/100	non
Plans et coupes type bassins et équipements			1/100	non
Notice hydraulique – phase Projet réalisée par EGIS en mai 2015		25/02/2016	-	-
Rapport de Diagnostic environnemental réalisé par RSK de juin 2015			-	-
Plan de gestion réalisé par RSK d'octobre 2015			-	-
Plans d'avancement des recherches archéologiques			-	-

Le projet consiste en l'aménagement du Parc d'Activités d'Appoigny.

Cette opération d'aménagement donnera lieu à la réalisation d'une zone d'activités à dominante industrielle et technologique comprenant notamment en termes d'ouvrages de gestion des eaux pluviales :

- ✓ 3 bassins de rétention et ouvrages associés (séparateur d'hydrocarbures, ...),
- ✓ 2 bassins d'orage.

Cette étude hydrogéologique, complémentaire aux études géotechniques réalisées jusqu'à présent par GEOTEC, a pour objectif de définir les conditions hydrogéologiques à prendre en compte pour la construction et l'exploitation des bassins de décantation. Une des principales questions porte en effet sur les niveaux de hautes eaux de la nappe et conséquemment sur les dispositifs de compensation à mettre en œuvre.

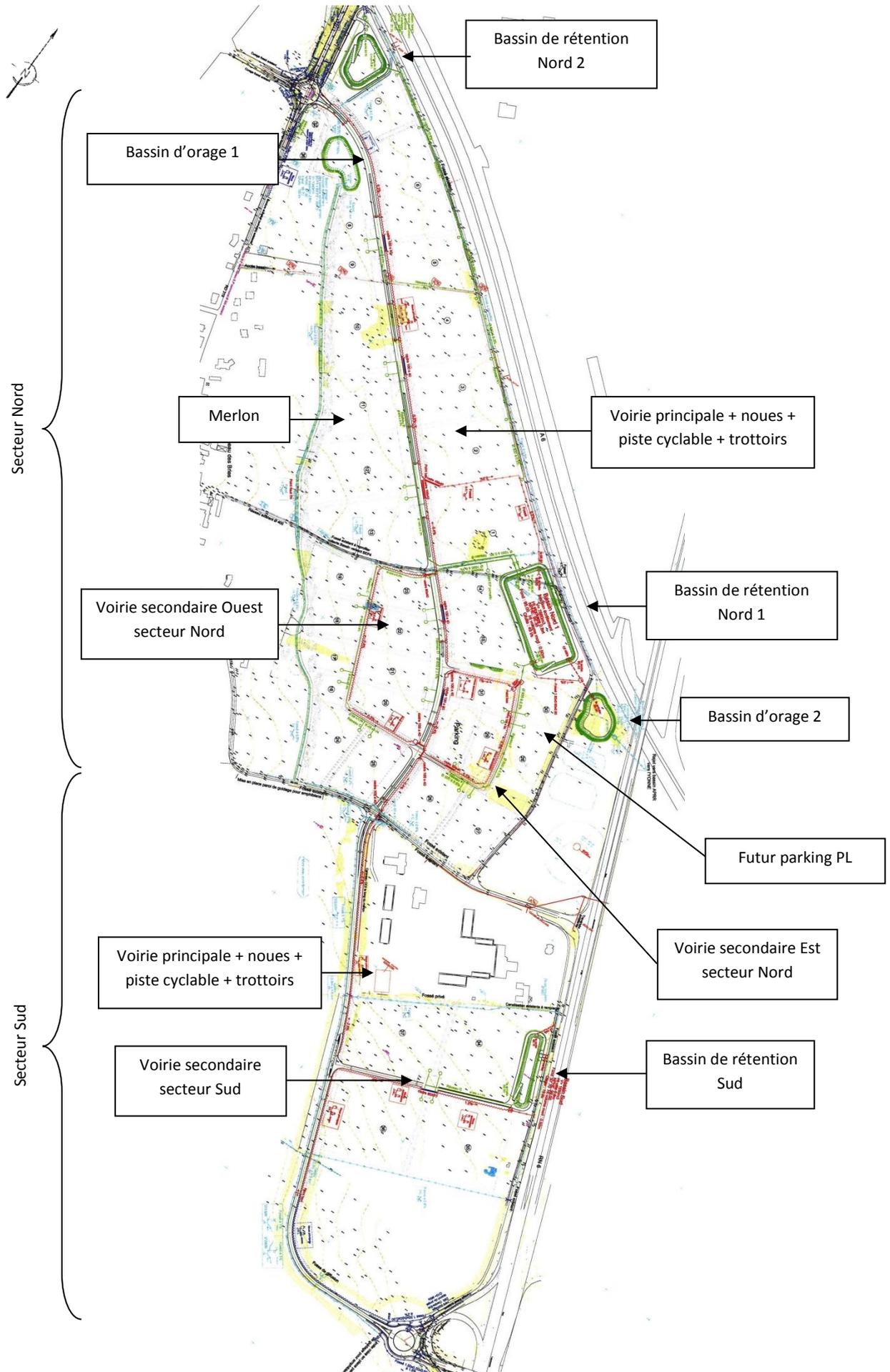
Compte tenu de l'absence de mesures et de chroniques piézométriques sur un cycle suffisamment long et représentatif et de la complexité du site qui aurait permis une extrapolation statistique, l'étude n'a pu être réalisée qu'à partir de mesures ponctuelles ; le niveau d'incertitude reste donc relativement élevé.

Par ailleurs, au cours des expertises hydrogéologiques de fin février 2017, il s'est avéré que les conditions et caractéristiques géologiques et hydrogéologiques ne permettaient pas de réaliser le programme d'investigations prévisionnel : le programme a donc été adapté. Le programme d'investigation a ainsi compris conformément au programme initial des sondages et des tests de pompage mais aussi : des sondages géologiques complémentaires, plusieurs séries de mesures et nivellements piézométriques, etc. Ces investigations ont permis de bien appréhender les contextes géologiques et hydrogéologiques qui sont spécifiques à chaque site de bassin de rétention.

Ce rapport comprend deux principales parties :

- ✓ Une première partie présentant les investigations complémentaires de février 2017 ainsi qu'une synthèse hydrogéologique et les principes d'aménagement,
- ✓ Une seconde partie qui précise les caractéristiques des bassins ainsi que les dispositifs de pompage et de drainage et des recommandations pour le dossier de consultation des entreprises.

Le plan de masse reprenant la localisation des ouvrages est présenté ci-après.



2. RESULTATS DES INVESTIGATIONS ET PRINCIPES D'AMENAGEMENT DES BASSINS

2.1. PROGRAMME D'INVESTIGATIONS

Bien que les 3 bassins de rétention soient localisés au sein des alluvions de l'Yonne (hautes terrasses), les contextes géologiques et hydrogéologiques de chaque bassin sont relativement différents ; ils le sont notamment par les caractéristiques pétrographiques des alluvions et la topographie (cf. ci-après).

Le programme a consisté outre une expertise générale en la réalisation sur chaque site de bassin de :

- ✓ 2 à 3 sondages avec une pelle hydraulique dont un équipé d'un tube en PVC crépiné permettant des mesures piézométriques,
- ✓ Des tests de pompage courts : cependant, les niveaux piézométriques étant soit trop profonds ou bien les arrivées d'eau étant insuffisamment productives, les durées des tests de pompage ne sont pas significatives,
- ✓ Plusieurs séries de mesures piézométriques (nivelées) sur les sondages et piézomètres existants ainsi que dans la gravière (en eau).

2.2. BASSIN NORD 2

Les investigations suivantes ont été réalisées les 27 et 28/02/2017 et ont compris :

- ✓ 2 sondages avec une pelle hydraulique dont 1 équipé d'un tubage en PVC, crépiné.
- ✓ Les 2 sondages ont été réalisés à des distances de 5 à 10 m du sondage SC/Pz 103.

Les levés géologiques / TA et en m sont les suivants sur :

Sondage nommé : Nord2_S1_27_02_17 (pose d'un tube PVC) :

- TA – 0,20 : TV
- 0,20 – 1,00 : argile gris/marron et galets à la base
- 1,00 – 2,20 : argile gris/marron et galets à la base
- 2,20 – 3,50 : sable argileux marron
- 3,50 – 4,60 : argile noire finement sableuse (vert ?)

Sondage nommé : Nord2_S2_28_02_17 (rebouché) :

- TA- 1,85 : limon argileux gris/noir
- 1,85 – 3,50 : argile à graviers, panachées
- 3,50 : argile/marne gris/noire = substratum d'altération

Le substratum argilo-marneux avait été identifié à 4,80 sur SC101 et probablement à 3,90 en F116.

En terme d'hydrogéologie, nous pouvons noter :

- ✓ Un horizon aquifère de perméabilité relativement élevée sous un horizon à dominante argileuse,
- ✓ Des niveaux d'eau mesurés les 27 et 28/02 à 0,8 m / TA.

En terme d'environnement général :

- ✓ Le bassin Nord 2 est implanté en point bas de la ZAC,
- ✓ Au cours des investigations des 27 et 28/02/2017, les fossés et le bassin *récemment aménagé* étaient *largement* en eau

Ainsi, concernant le bassin Nord 2, nous pouvons considérer :

- ✓ Un niveau de plus hautes eaux (*pas forcément* de type Eaux Exceptionnelles) au niveau du TA (terrain actuel),
- ✓ Des sols de surface de très faibles perméabilités,
- ✓ Une nappe en charge (captive) sous cet horizon argileux.

Par ailleurs, il nous semble possible que ce secteur puisse être sujet à des inondations par ruissellement avec un effet de barrière hydraulique par le remblai de l'autoroute...

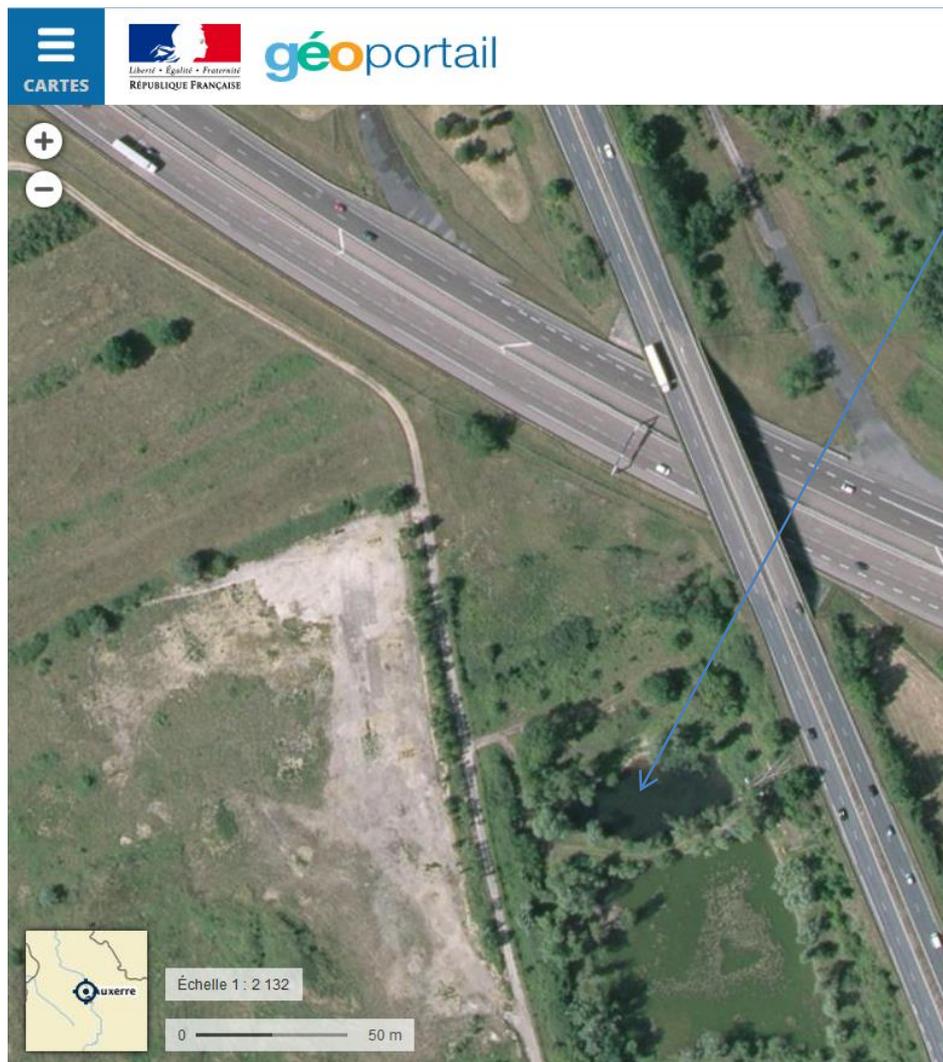
Un bassin sur géomembrane, y compris avec drainage en sous-face risque d'être soumis à des déformations (bulles) et le maintien d'une charge piézométrique sous le bassin nécessiterait des débits d'exhaure en continu. Dans le cas où cette option était retenue, un pompage d'essai serait indispensable afin de déterminer les débits permanents ainsi que les impacts sur les avoisinants (rabattements induits et distances d'influence).

De ce fait, le terrassement du bassin recoupera un horizon aquifère, en charge, et il convient de prendre en compte une sous-pression équivalente (lestage béton).

2.3. BASSIN NORD 1

Le bassin Nord 1 est situé dans un contexte géologique relativement différent de celui du bassin Nord 2. La présence d'alluvions constituées de sables et de graviers *propres* est bien visible notamment au niveau de l'excavation récente qui a été réalisée à proximité.

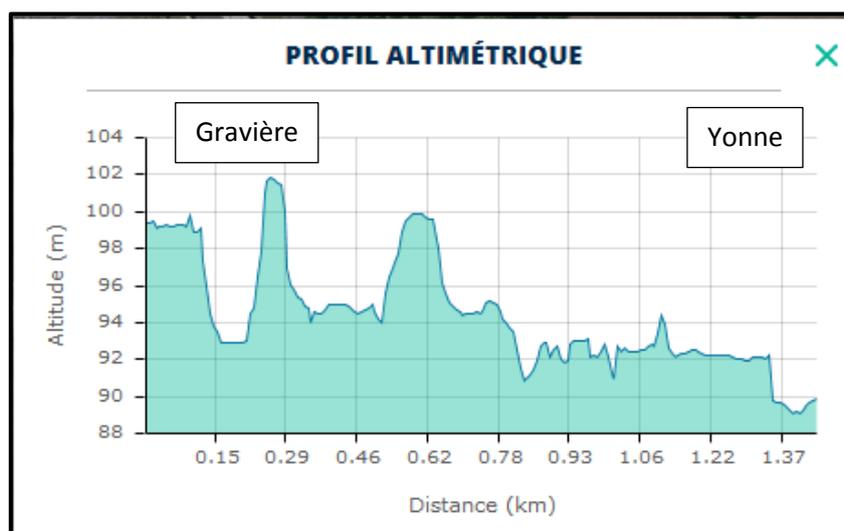
Par ailleurs, le secteur est relativement proche d'anciennes gravières actuellement en eau. En fonction du degré de colmatage de leurs berges, ces gravières peuvent avoir une incidence importante sur les niveaux piézométriques (par drainage de la nappe notamment), c'est pourquoi, des mesures piézométriques avec nivellement ont été effectuées le 29 février 2017.



En terme de substratum géologique du futur bassin, tous les sondages forés et avec une pelle mécanique ainsi que ceux des 27 et 28 février 2017 ont mis en évidence la présence de sables et de graviers dans une matrice très faiblement argileuse. Le substratum argileux a été identifié au droit d'un sondage à 7,5 m (SP3 du 25/09/2014) soit à une cote de 89,8 NGF. Les perméabilités de ces alluvions sont de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-5} m/s soit des valeurs relativement élevées.

En terme de piézométrie, nous ne disposons pas malheureusement de mesures piézométriques sur un cycle hydrologique et notamment en période de hautes eaux afin d'évaluer les NPHE (Niveaux de Plus Hautes Eaux).

Les formations en place correspondent aux alluvions anciennes de hautes terrasses. A la différence de la nappe contenue dans les alluvions anciennes de basses terrasses (nappe d'accompagnement de l'Yonne), nous pouvons supposer que la nappe contenue dans les alluvions de hautes terrasses dépend d'avantage des précipitations et des gravières en place que des niveaux de l'Yonne. Dans le cas de terrasses étagées, la nappe supérieure serait drainée par la nappe inférieure, elle-même drainée par l'Yonne en période de basses eaux.



Profil altimétrique entre les gravières et l'Yonne (extrait Géoportail) et passant par les infrastructures routières.

Les mesures piézométriques disponibles sont les suivantes :

	ST/Pz12	Pz105	Pz104	Pz fouille	Gravière
06/03/2017	3,31/93,19	2,94/93,73	3,65/93,46		
01/03/2017	3,98/92,52	3,59/93,08	4,47/92,64		93,20
28/02/2017				3,84/TA	
27/02/2017			3,78/93,33		
Variation pluviométrique entre le 06 et le 01/03	0,67 m	0,65 m	0,82 m		

Mesures en m/ TA et en NGF.

Pz fouille (au droit du bassin de rétention), arrivée d'eau à 4,20 m/TA,

Cabanon au sein de la gravière à environ 94,6 NGF (ce cabanon est-il toujours hors d'eau ?).

Nous pouvons noter de ces quelques mesures les éléments suivants :

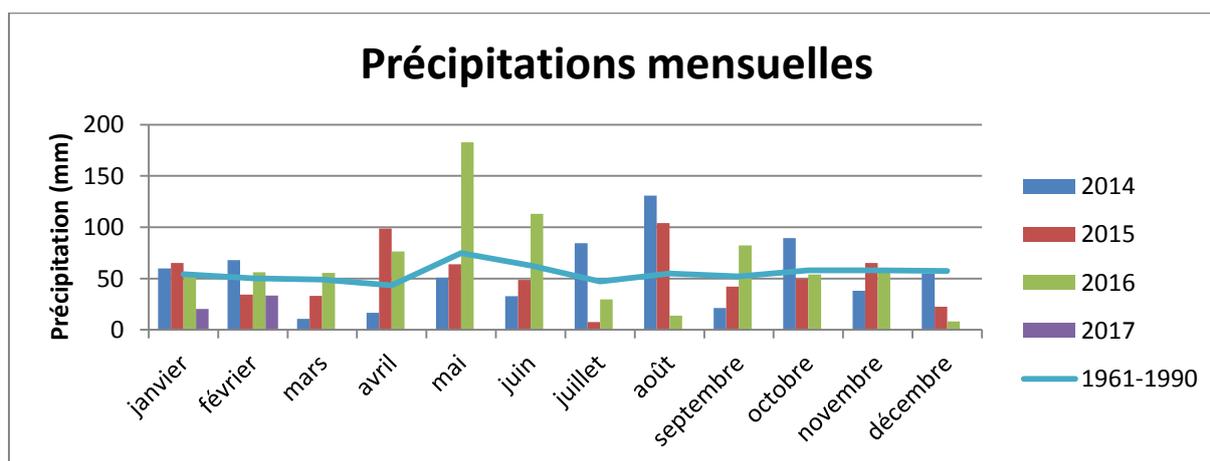
- ✓ Le niveau d'eau dans la gravière étant supérieur à celui de la nappe : la nappe serait peu ou prou drainée et les berges pourraient être colmatées,
- ✓ Les variations piézométriques mesurées entre le 06 et le 01 mars sont comprises entre 65 et 82 cm (le piézomètre le plus significatif étant Pz12).

D'après le site METEOCIEL pour Auxerre Perrigny, les précipitations en février 2017 et notamment celles sur la dernière décade du mois sont de l'ordre de 12 mm puis celles de la première semaine de mars 2017 de 30,9 mm (cf. tableau ci-dessous) :

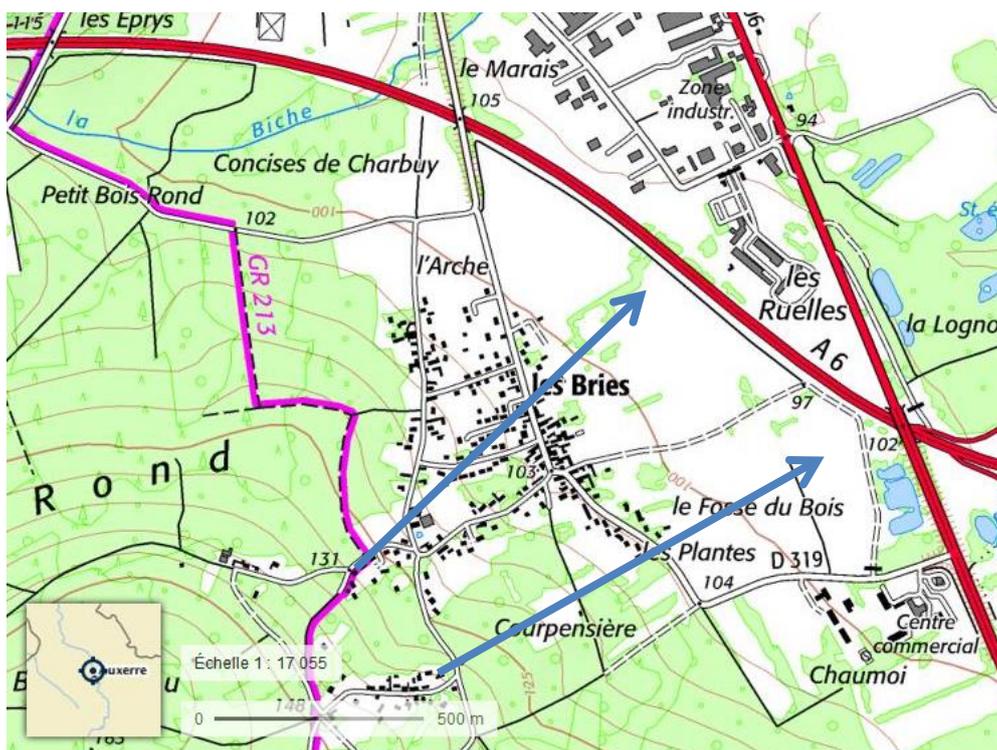
Jour	Température max.	Température min.	Précipitations 24h	Ensoleillement
Mer. 1	11.1 °c	5.6 °c	8.6 mm	0.2 h
Jeu. 2	11.7 °c	5 °c	0 mm	8.5 h
Ven. 3	16.4 °c	3.3 °c	0.8 mm	1.5 h
Sam. 4	9.7 °c	6.8 °c	4 mm	0.2 h
Dim. 5	9.6 °c	4.9 °c	7.4 mm	1.5 h
Lun. 6	8.4 °c	4.5 °c	10.1 mm	0 h
Mar. 7	9.8 °c	5.3 °c	0 mm (Tr)	3.1 h
Mer. 8	---	1.5 °c	---	
	11 °c	4.6 °c	30.9 mm	15 h

Précipitations mars 2017.

D'après l'analyse statistique de ce site, la fin d'année 2016 et le début d'année 2017 correspondent à une période plutôt de faibles précipitations (cf. tableau ci-après).



La variation piézométrique entre le 1 et le 6 mars de 67 cm en ST/Pz12 est liée aux 30 mm environ de précipitations mais aussi à une recharge importante de la nappe. En effet, les sols superficiels tels qu'ils ont été observés sont très perméables et il est très probable que le bassin versant topographique contribue à la recharge de la nappe (cf. carte ci-après).



Carte topographique et directions des écoulements superficiels, extrait GEOPORTAIL.

En conséquence, et vis-à-vis des niveaux de plus hautes eaux par rapport au fond du bassin, nous pouvons considérer :

- ✓ Les niveaux piézométriques les plus hauts mesurés à ce jour au droit du bassin sont supérieurs à 3 m/TA et correspondent à une période de début de hautes eaux (mars) mais à un bilan hydrologique *plutôt faiblement humide*.
- ✓ Hors conditions pluviométriques exceptionnelles, il serait donc peu probable que la nappe contenue dans cette haute terrasse puisse être sub-affleurante, voire être supérieure à la cote de fond du bassin soit de l'ordre de 1,50 m/TA.
- ✓ Cependant, la nappe alluviale est aussi très probablement alimentée par les ruissellements provenant du bassin versant hydrologique et la gravière semble peu ou prou participer au drainage des eaux souterraines.

De ce fait, il est préférable de prendre en compte des sous-pressions liées à des niveaux de saturation (de type nappe libre). Hormis un bassin lesté ou ancré, les dispositifs de compensation des sous-pressions pourraient être :

- ✓ Un dispositif de drainage enterré avec exutoire, par exemple, les gravières (si les pentes et profondeurs le permettaient),
- ✓ Un dispositif de drainage périphérique.

Pour ces deux dispositifs, il est nécessaire de réaliser au préalable des profils en long topographiques.

2.4. BASSIN SUD

Le bassin Sud est topographiquement le plus haut, de plusieurs mètres, par rapport aux deux autres bassins. Par ailleurs, un fossé longe le site. Ces deux facteurs sont favorables vis-à-vis du risque de remontée de nappe. En revanche, la RD 6 sur remblai peut se traduire par un frein sur les écoulements souterrains et ce secteur est aussi exposé aux ruissellements.

Les investigations suivantes ont été réalisées les 27 et 28/02/2017 et ont compris :

- ✓ 2 sondages avec une pelle hydraulique dont 1 équipé d'un tubage en PVC, crépiné.
- ✓ Les 2 sondages ont été réalisés à des distances de 5 à 7 m du sondage SC/Pz 107.

Les levés géologiques / TA et en m sont les suivants sur :

Sondage nommé : SUD_S1_27_02_17 (pose d'un tube PVC) :

- TA - 0,20 : TV
- 0,20 – 2,30 : argile brune
- 2,30 – 4,00 : sables et graviers argileux beige
- 4,00 – 5,00 : sable et graviers
- 5,00 – 5, 10 : argile finement sableuse noire

A 2,30 m/TA soit au toit des sables et graviers, une arrivée d'eau était constatée.

Sondage nommé : SUD_S2_28_02_17 (rebouché) :

- TA - 0,10 : TV
- 0,10 – 1,10 : argile limoneuse beige
- 1,10 – 2,50 : argile à graviers
- 2,50 – 2,90 : graves *propres* et arrivée d'eau
- 2,90 – 4,60 : graves argileuses saturées en eau
- 4,60 – 4,80 : argile noire.

Le substratum argileux avait été identifié à 5,60 sur SC1 et à 5,00 en SP1 (2014). Il peut correspondre à une interface avec des alluvions de basses terrasses.

La couche supérieure d'argile de *très faible perméabilité* correspond à une couche de type aquiclude mais maintient en charge la nappe contenue dans les alluvions aquifères sous-jacentes : dans la mesure où les argiles n'étaient pas terrassées sur toute leur hauteur, les fonds de fouilles resteraient hors d'eau. Cependant, d'après les sondages réalisés précédemment (2014 et 2016), cette couche d'argile n'a pas une épaisseur et une lithologie homogènes et continues.

Les mesures piézométriques disponibles sont les suivantes (en m/TA et en NGF) :

06/03/2017	ST/Pz11	Pz107	remarques
	1,11/97,59	1,65/97,75	PZ107 a fait l'objet d'un pompage de nettoyage le 28/02
28/02/2017		2,52/96,88	
15/02/2017	1,97/96,73	2,60/96,80	

Nous pouvons noter :

- ✓ Début mars 2017, une surface piézométrique proche, voire supérieure à la cote prévisionnelle du fond du bassin,
- ✓ Une variation piézométrique sur ST/PZ11 de 86 cm entre le 15 février et le 6 mars.

Ainsi, concernant le bassin Sud, nous pouvons considérer :

- ✓ La présence d'une couche d'argile de couverture des alluvions aquifères : les argiles présentent une très faible perméabilité (*apparente*) mais elles ne représentent pas une couche totalement homogène et continue,
- ✓ Une nappe pouvant être en charge (captive) sous cet horizon argileux.

Compte tenu de la position topographique du site et hors inondation par ruissellement et/ou absence de drainage par le fossé, il est probable que le niveau piézométrique de hautes eaux reste néanmoins inférieur à la cote du sol actuel, voire de l'ordre de 0,50 à 1,0 m de profondeur.

Dans ces conditions, plusieurs options sont possibles :

- ✓ Une profondeur de terrassement dans tous les cas supérieure à la base des argiles (de l'ordre de 1m/TA) et comprenant un drainage avec un exutoire vers le fossé (après vérification des fils d'eau),
- ✓ Un bassin recoupant la base des argiles mais qui nécessite de prendre en compte des sous-pressions a minima équivalentes à 1m/TA.

2.5. SYNTHÈSE DE LA PREMIÈRE PARTIE

Bien que les 3 bassins soient situés au droit des alluvions d'une ancienne terrasse haute de l'Yonne, les paramètres hydrogéologiques à prendre en compte présentent des différences notables dues notamment à leur position topographique.

Le bassin Nord2, topographiquement le plus bas, est dans un secteur potentiellement inondable à la fois par remontée de nappe et probablement par ruissellement. Le bassin devra donc être conçu en conséquence.

Le bassin Nord1 est implanté au droit d'alluvions perméables dans un secteur où la nappe en conditions de hautes eaux devrait être relativement profonde, c'est-à-dire, supérieure ou égale à 1 m/TA. Néanmoins, les berges de la gravière en eau qui devrait drainer la nappe sont probablement colmatées et les apports par ruissellement et par infiltration contribuent à l'*alimenter rapidement*. Le bassin devra donc prendre en compte des niveaux de saturation des sols. En fonction de profils hydrauliques à réaliser, une solution de drainage gravitaire vers la gravière ou vers le bassin d'infiltration situé à proximité pourrait être étudiée en remplacement d'un ouvrage soit lesté/ancré soit drainé avec relevage des eaux de drainage (par pompage). Pour ce dernier cas, un pompage d'essai à partir d'un puits de pompage devra être réalisé.

Le site du bassin Sud, topographiquement en point haut, présente une couche d'argile en surface qui isole la couche de graves aquifères sous-jacente. D'après les sondages réalisés en 2014 et en 2016, cette couche d'argile n'est cependant pas continue et homogène tout du moins sur plus de 1 m d'épaisseur, ce qui limite les possibilités de créer un bassin sans prise en compte des sous-pressions à long terme. Une solution de drainage gravitaire serait à rechercher avec comme exutoire le fossé de la RD6.

Par ailleurs, concernant un dispositif de drainage permanent remplaçant un ouvrage ancré/lesté, seul le bassin Nord2 nécessiterait a priori des périodes de pompage relativement longues.

Enfin, nous rappelons que nous n'avons disposé que de mesures piézométriques ponctuelles, ce qui ne permet pas une analyse statistique précise. Il convient aussi de rappeler que la nappe n'est pas alimentée que par les précipitations directes mais aussi par les ruissellements provenant du bassin versant en amont ; les aménagements de type bassins d'infiltration, noues, fossés de collecte et de drainage, etc. ont donc aussi une incidence directe sur les niveaux de la nappe.

3. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES, VARIANTES ET RECOMMANDATIONS

3.1. BASSIN NORD 2

Au vu des caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques, la solution de base de ce bassin est donc de type génie civil.

Pour rappel, le NPHE à prendre en compte au droit de ce bassin se situe au niveau du terrain actuel, soit vers la cote 97.00 m NGF.

Pour ce bassin, il conviendra donc de réaliser un lestage béton avec incorporation de la géomembrane ou pose de cette dernière en fond de bassin afin de reprendre les sous-pressions dues aux remontées de nappe et aux ruissellements.

Le lestage minimal à réaliser est récapitulé dans le tableau suivant :

	Bassin Nord 2
Cote NGF fond de bassin	93.80
Cote NGF « moyen » du TA	97.00
Cote NGF du NPHE à prendre en compte	97.00
Hauteur d'eau à compenser (m)	3.20
Poids du lestage à mettre en place (T)	3.20
Epaisseur théorique minimale de béton à prévoir (hypothèse pour le béton : $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$)	1.35 m

Remarque importante : Afin de respecter la cote du fond du bassin (le lestage se trouvant sous le niveau du fond du bassin et nécessite donc de reprendre une sous-pression encore plus importante), l'épaisseur de béton à prévoir pour reprendre les sous-pressions « réelles » devra être de 2.30 m au minimum.

En effet, pour des terrassements jusqu'à la cote 91.50 m NGF, base du lestage, la hauteur d'eau à prendre en compte est de 5.50 m et la sous-pression équivalente de 5.5 tonnes. De ce fait, pour un lestage d'une épaisseur de 2.30 m, la condition est vérifiée.

Les travaux nécessiteront un rabattement de la nappe. Dans un premier temps, les débits d'exhaure ont été évalués par la méthode simplifiée de Schneebeli de la forme $Q=2,5*K*H *Rac(S)$, avec K perméabilité mesurée et évaluée à $8*10^{-4}$ m/s ; H rabattement à 2,50 m (nappe affleurante) et S surface du bassin à 3 927 m² soit un débit horaire de l'ordre de 1 130 m³/h.

Recommandations : le débit fourni est une estimation, il correspond à un débit instantané indépendamment des caractéristiques hydrogéologiques *en grand*. Il est fortement recommandé de réaliser un pompage d'essai afin, d'une part de dimensionner le dispositif de rabattement de nappe, d'autre part de préciser les conditions de rejet ainsi que les incidences sur les avoisinants (évolution des débits en fonction du temps et rabattements induits). Le pompage d'essai comprendra a minima un forage ou puits de pompage d'une dizaine de mètres de profondeur (jusqu'aux argiles) ainsi que 2 piézomètres de suivi.

Ouverture à variantes : Le lestage béton, d'une épaisseur minimale de 2.30 m, par le présent calcul est « déraisonnable ». Il conviendra donc d'étudier une ou plusieurs solution(s) variantes notamment lors de la G3 des entreprises :

- soit par l'intermédiaire d'un bassin ancré => radier béton associé à des micropieux pour reprendre les sous-pressions,
- soit par l'intermédiaire d'une solution mixte par l'intermédiaire d'un radier béton et de matériaux type concassé qui aura l'intérêt de contenir un indice de vide permettant de rentrer dans le dimensionnement du bassin (eau circulant dans cet horizon) mais qui possède un poids volumique moindre par rapport à celui du béton.

3.2. BASSIN NORD 1

Au vu des caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques, une solution de base ainsi qu'une solution variante sont projetées.

3.2.1. SOLUTION DE BASE

La solution de base est un bassin sur géomembrane d'étanchéité comprenant en sous-face un dispositif drainant. En fond de bassin, une couche de 30 cm de GNT 20-40 cm plus une couche de terre végétale de 40 cm sont prévues sur la géomembrane d'étanchéité. La géomembrane est de type PEHD ou équivalent.

La superficie du bassin est de l'ordre de 8 530 m² sur une profondeur moyenne de 2 m/TA. La probabilité que la charge piézométrique dans les graves soit supérieure à 2m/TA est faible ; néanmoins, sans chroniques piézométriques, un dispositif de drainage est à prévoir. Sous réserve d'une vérification des profils hydrauliques, le dispositif de drainage comprend :

- ✓ Un dispositif de drainage avec drains tel que celui décrit dans le rapport G2PRO,
- ✓ Ou bien un dispositif intégré de type géomembrane avec géotextile de drainage.

Les eaux souterraines ainsi drainées sont ensuite collectées gravitairement vers une bache de reprise équipé d'un dispositif de pompage.

En termes de débits et volumes d'eau souterraine à gérer, ceux concernant les travaux de terrassement seront fonction de la période des travaux. Hors période de hautes eaux, les mesures jusqu'à présentes réalisées montrent que les niveaux piézométriques sont inférieures à 2 m/TA. Cependant, les perméabilités des graves en place sont très élevées (très probablement supérieures ou égales à 10^{-3} m/s en grand) et les débits potentiels sont donc potentiellement supérieurs à ceux du bassin Nord 2 (de l'ordre de $30 \text{ m}^3/\text{h}/100 \text{ m}^2$ de terrassement).

Les débits et volumes à gérer en phase d'exploitation et de service sont ceux collectés par le dispositif de drainage (tapis drainant avec drains ou géotextile drainant). En l'absence de données quantitatives (chroniques piézométriques, porosité de drainage, résultats de pompage d'essai en grand), le débit collecté gravitairement par une surface de l'ordre de $8\,530 \text{ m}^2$ peut être estimé par l'équation de Darcy de la forme $Q : KIS$ avec K : perméabilité de 10^{-3} m/s ; i : gradient de 0,5 % ; S surface équivalente de $8\,530 * 1 \text{ m}$ de hauteur (charge piézométrique de 1 m sous le bassin) soit un débit de pointe de l'ordre de $150 \text{ m}^3/\text{h}$ ou $2,5 \text{ m}^3/\text{mn}$.

Recommandations : le débit fourni est une estimation haute, il correspond à un débit instantané indépendamment des caractéristiques hydrogéologiques *en grand* et surtout des aménagements projetés (augmentation des surfaces imperméabilisées et donc réduction de la recharge directe de la nappe superficielle). Il est recommandé de réaliser un pompage d'essai et de poursuivre le suivi piézométrique jusqu'au démarrage des travaux. Ces données permettront notamment de préciser les débits de drainage via des calculs aux éléments finis, par exemple.

3.2.2. SOLUTION VARIANTE

Une solution variante permettant de s'affranchir ou tout du moins de réduire l'impact d'une remontée de nappe serait de remplacer la géomembrane d'étanchéité par une couche d'argile compactée.

Cette solution présente de nombreux avantages notamment d'ordres économique et environnemental.

En terme de caractéristiques de cette couche d'étanchéité et eu égard aux données actuellement disponibles (mars 2017), une épaisseur de 30 à 40 cm serait suffisante.

Recommandations : Les éléments suivants sont à vérifier :

- ✓ Quantités d'argile disponibles,
- ✓ Perméabilités après compactage (un objectif de 10^{-8} m/s à +/- 25 % serait suffisant).

3.3. BASSIN SUD

Le bassin Sud a une superficie de 1 300 m² et une profondeur de 2,30 m/TA.

Compte tenu de la présence d'un horizon argileux superficiel, une solution d'étanchéité avec des argiles est adaptée. Dans ce secteur, le niveau piézométrique peut potentiellement être supérieur au fond du bassin d'autant plus si des niveaux sableux superficiels sont recoupés. Dans ces conditions, un dispositif de drainage est recommandé quel que soit la solution d'étanchéité (argile ou géomembrane en variante si la quantité d'argile disponible n'était pas suffisante).

Les débits en jeu peuvent être estimés dans un premier temps de manière équivalente soit de l'ordre de 450 m³/h en phase de terrassement et de l'ordre de 25 à 50 m³/h en phase d'exploitation (drainage).

Recommandations : Les éléments suivants sont à vérifier :

- ✓ Quantités d'argile disponibles après calcul de cubature pour le bassin Nord 1,
- ✓ Perméabilités après compactage (un objectif de 10^{-8} m/s à +/- 25 % serait suffisant),
- ✓ Caractéristiques hydrogéologiques pour le dimensionnement du dispositif de rabattement de nappe et de drainage à partir d'un pompage d'essai.