

Ville de Lancy

République et canton de Genève



PAVILLONS PROVISOIRES DE L'ECOLE EN-SAUVY

ENNONCE DES BESOINS, APPROCHE METHODOLOGIQUE

Octobre 2021

Version 1.0



1.0	29/10/2021	GAT	NBT	14	Première diffusion
Version Indice	Date	Etabli par	Vérifié par	Nbre pages	Observations
Réf. projet : Sans objet		Référence et nom document : Rapport N° 01 ENNONCE DES BESOINS, APPROCHE METHODOLOGIQUE - EN SAUVY.docx			



GENEVE :

Tél. : +41 (0) 22 309 30 60 – Fax : +41 (0) 22 309 30 70

E-mail : geos@geos.ch

Adresse géographique :

1, Route de l'Aéroport – CH-1217 MEYRIN

Adresse postale :

1, Route de l'Aéroport - CP 331 - CH-1215 GENEVE 15

LAUSANNE :

Tél. : +41 (0) 21 613 44 88

E-mail : lausanne@geos.ch

Adresse géographique :

Chemin Renou 2 - CH-1005 Lausanne

Adresse postale :

Chemin Renou 2 - CP 744 - CH-1001 LAUSANNE



TABLE DES MATIERES

	Page
1 PRÉSENTATION DU PROJET	1
2 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	1
3 HYPOTHÈSES DE CALCUL	1
3.1 ACTIONS PERMANENTES HORS PAVILLONS	1
3.2 ACTIONS VARIABLES HORS PAVILLONS	2
3.3 COMBINAISONS D' ACTIONS	2
3.3.1 Sécurité Structurale	2
4 OPTION 1 – PAVILLONS PARTIELEMENT SUR LE BASSIN	3
4.1 IMPACT SUR LE SYSTÈME DE FONDATION DU BASSIN	4
4.2 OPTION 1 – CONCLUSION	5
5 OPTION 2 – PAVILLONS TOTALEMENT SUR LE BASSIN	6
5.1 IMPACT SUR LE SYSTÈME DE FONDATION DU BASSIN	7
5.2 OPTION 2 – CONCLUSION	7
6 OPTION PROPOSÉE	8
6.1 STRUCTURE DU PLATELAGE	9
6.2 EXEMPLES DE STRUCTURES SIMILAIRES – FIGURES TYPES	9
6.3 VARIANTE ENVISAGEABLE	10
7 CONCLUSION	13

TABLEAUX

Tableau 1 : Actions Permanentes.....	1
Tableau 2 : Actions Variables	2
Tableau 3 : Combinaisons de sécurité structurale	2

FIGURES

Figure 1 : Implantation – Option 1	3
Figure 2 : Option 1 – Impact sur le radier du bassin	4
Figure 3 : Implantation – Option 2	6
Figure 4 : Option 2 – Impact sur le radier du bassin	7
Figure 5: Option proposée	8
Figure 6 : Coupe type dalle sur pieux.....	9
Figure 7 : Coupe type double pieux pour gestion des consoles.....	10
Figure 8 : Vues en perspectives de caissons types.....	11
Figure 9 : Vues en plan et coupe des caissons	12

1 PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet consiste en la construction de pavillons en bois pour le compte de la ville de Lancy et plus particulièrement pour l'école En Sauvy.

Ces pavillons en bois, d'une durée de vie de 10 ans ont pour objectif de pouvoir augmenter les effectifs des élèves de l'école tout en assurant un lieu d'enseignement provisoire dans le cadre des travaux de réhabilitation de l'école existante.

Ces pavillons, de type R+2 seront positionnés en partie sur un bassin de rétention existant enterré.

L'objectif de cette étude est d'étudier les conséquences de l'apport de charges complémentaires sur ce bassin de rétention existant et d'évaluer les mesures à prendre pour assurer la pérennité du bassin de rétention au cours de ces 10 années d'exploitation. Si cette solution ne peut pas être mise en œuvre, une proposition sera apportée dans ce document.

2 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Les documents de référence utilisés dans le cadre de cette étude sont :

- [1] Convention d'utilisation du bassin de rétention
- [2] Dimensionnement de la structure du bassin de rétention
- [3] Plan de situation et d'implantation du bassin de rétention
- [4] Plans de coffrage et d'armature du bassin de rétention
- [5] Descente de charge type du pavillon pressenti
- [6] Rapport géotechnique

3 HYPOTHÈSES DE CALCUL

L'ensemble des hypothèses de calcul sont issues du document [1] auxquelles nous ajoutons la charge induite par l'implantation des pavillons provisoires.

Pour mémoire, les hypothèses relatives aux actions permanentes et variables sur le bassin sont les suivantes :

3.1 ACTIONS PERMANENTES HORS PAVILLONS

Action	Descriptif
Poids Propre Béton Armé	$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$
Poids de l'eau dans le bassin	$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$; Hauteur max = 2.8 m
Poids propre du remblai	35.70 kPa ; épaisseur = 1.2 m
Poussée d'Archimède	$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$
Poids propre de la chaussée	- $\gamma_{\text{grave}} = 20 \text{ kN/m}^3$, épaisseur 0.50 m - $\gamma_{\text{enrobé}} = 24 \text{ kN/m}^3$, épaisseur 0.17 m

Tableau 1 : Actions Permanentes

3.2 ACTIONS VARIABLES HORS PAVILLONS

Action	Descriptif
Charge roulante : camion de 40 tonnes (demande communale) Cette action est plus défavorable que le modèle de trafic 1 de la norme SIA 261.	Le bassin doit pouvoir supporter une charge de 40 tonnes répartie en 3 essieux (2 essieux de 2x76.8 kN et 1 essieu de 1x86.4 kN) et une surcharge de 2 kPa.
Neige	0.72 kPa ; selon le §5 de la SIA 261.

Tableau 2 : Actions Variables

3.3 COMBINAISONS D'ACTIONS

3.3.1 Sécurité Structurale

Nom	Type	ELU de type 2		ψ - Coefficient		
		γ	γ _{inf}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
Poids Propre	Constant	1.35	0.80			
Surcharges	Constant	1.35	0.80			
Charges utiles générales	Variable	1.50		0.70	0.70	0.60
Neige altitude 400 m	Variable	1.50		0.85	0.38	0.00

Tableau 3 : Combinaisons de sécurité structurale

Les hypothèses relatives aux charges induites par les pavillons seront développées dans les paragraphes suivants en fonction des options de positionnements étudiées.

Les hypothèses géotechniques quant à elles sont consultables dans les documents [1] et [6]. Pour mémoire, la capacité portante ultime du sol à considérer est la suivante :

$q_u = 150 \text{ kPa}$

Enfin, les dimensions relatives des pavillons, issues du document [5] sont de 17m x 13.5m.

4 OPTION 1 – PAVILLONS PARTIELEMENT SUR LE BASSIN

Cette première option consiste à étudier l'impact d'un positionnement partiel des pavillons sur le bassin de rétention.

Les pavillons seront appuyés sur un platelage fondé sur pieux avec tablier en béton armé. Le mur SUD existant du bassin sera mis à contribution afin de limiter le nombre de pieux à créer avec une zone de porte à faux de 3.5 mètres afin de ne pas charger la dalle supérieure du bassin.

La figure suivante présente la position envisagée et les différentes contraintes :

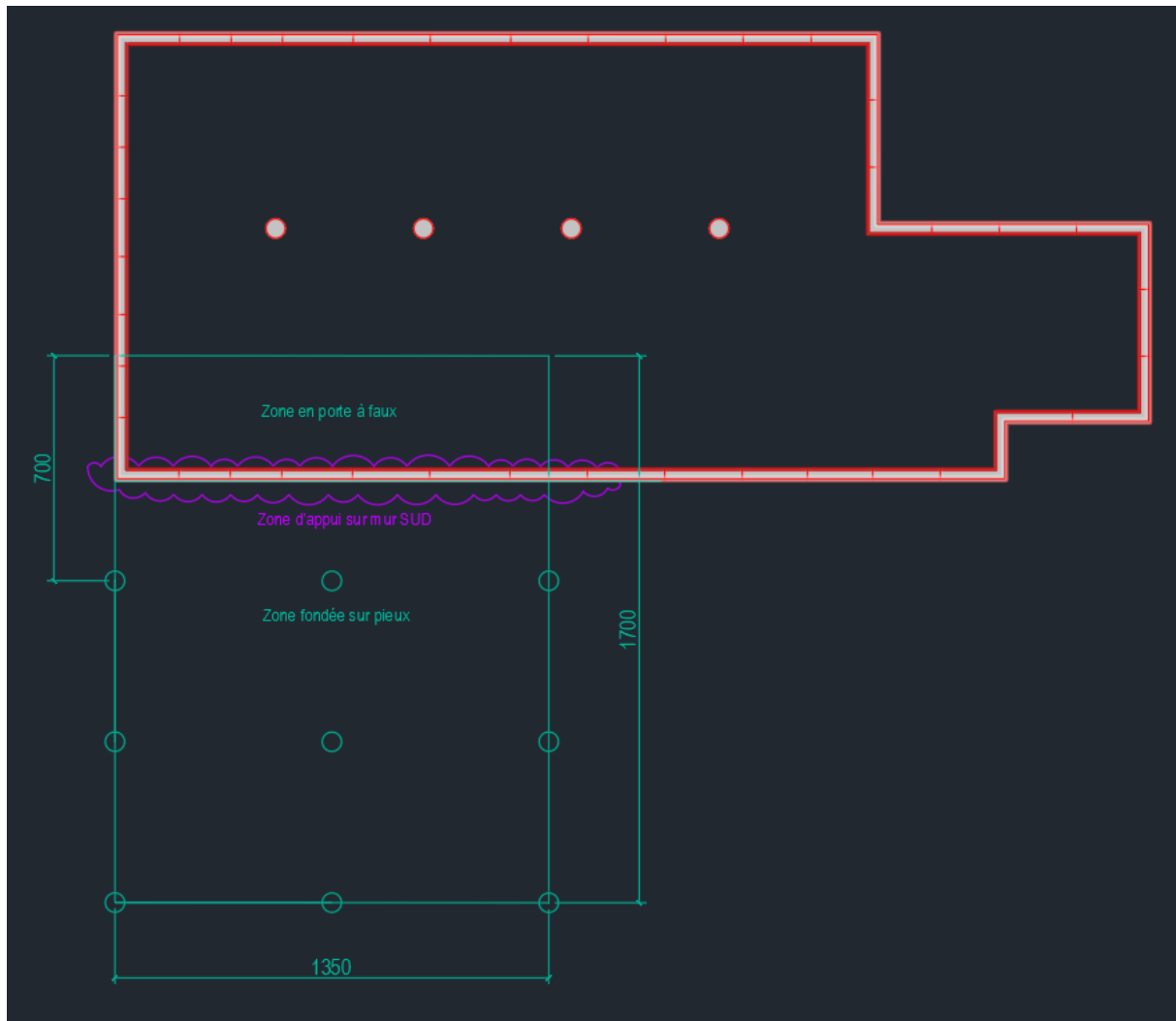


Figure 1 : Implantation – Option 1

Dans cette configuration, nous considérons que la surface d'influence qui impacte directement le mur du bassin est de :

$$13.5 \times (3.5 + 3.5/2) = 70.875 \text{ m}^2$$

D'après le document [5], nous identifions les actions induites par les pavillons à savoir :

Masse totale du bâtiment, y compris actions variables, avec combinaisons d'action prise en compte :

$$F = 5113 \text{ kN}$$

Nous considérons ce chargement uniforme en tout point du bâtiment à savoir :

$$Q_1 = 5113 / (17 \times 13.5) = 22.3 \text{ kN/m}^2$$

Nous prenons comme hypothèse que le platelage sera réalisé en béton armé avec une épaisseur d'environ 40cm, y compris poutraison à savoir :

$$Q_2 = 0.4 \times 25 = 10 \text{ kN/m}^2$$

Soit :

$$Q = 32.3 \text{ kN/m}^2$$

La charge à appliquer sur le mur est une charge linéaire résultant de l'influence d'une bande $3.5 + 3.5/2 = 5.25 \text{ m}$

La force totale à considérer est donc :

$$F = 32.3 \times 5.25 = 170 \text{ kN/ml}$$

Dans une approche conservative nous prendrons en compte une **force F = 200kN/ml** afin de pallier aux éventuelles répartitions de charges du bâtiment sur le platelage et les éléments de structure à y ajouter afin de garantir la stabilité du porte à faux.

Cette charge est appliquée dans le modèle éléments finis du bassin.

4.1 IMPACT SUR LE SYSTÈME DE FONDATION DU BASSIN

La cartographie ci-dessous représente les charges appliquées sur le sol de fondation du bassin :

- En rouge : Dépassement de la contrainte ultime admissible par le sol
- En Orange : Zone proche de la contrainte ultime admissible (10%)
- En vert : Zone où la contrainte ultime n'est pas dépassée
- En bleu : Zone de soulèvement du bassin

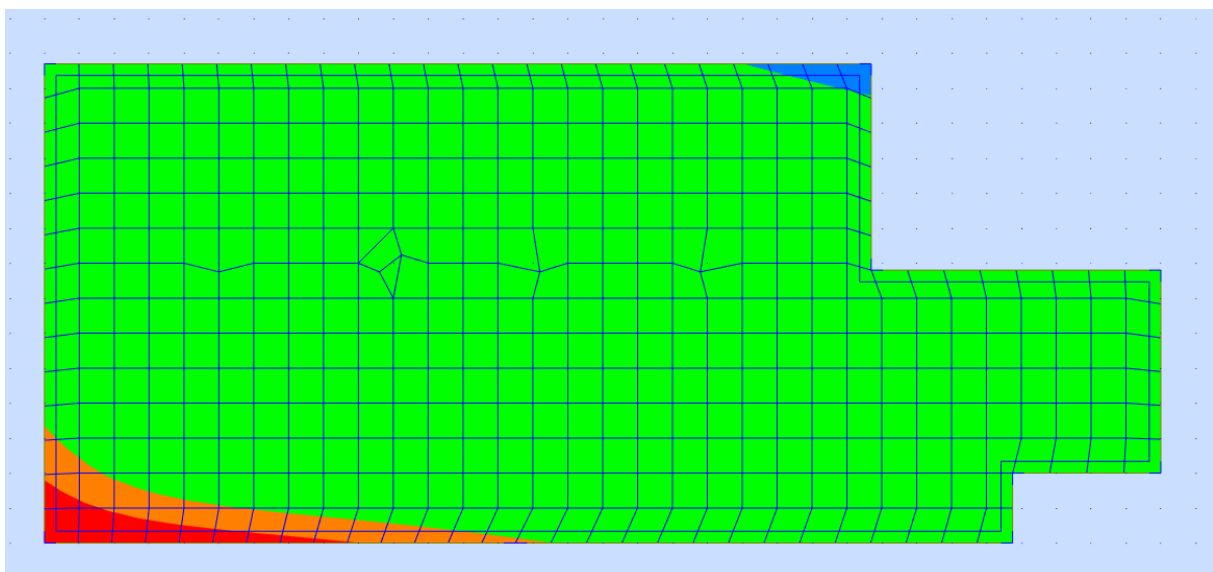


Figure 2 : Option 1 – Impact sur le radier du bassin

Nous notons dans un premier temps un dépassement de la contrainte ultime du sol menant à cette rupture. Même si cette zone est relativement réduite, nous notons dans un second temps un déséquilibre important des charges transmises provoquant même un décollement dans son angle NORD-UEST.

Compte tenu de la durée de vie de ce chargement (10 ans), le bassin au fil du temps va basculer vers le point de charge rapporté et amènera une dégradation importante non réversible de ce dernier.

De plus, il est important de noter que le système de fondation du bassin n'a pas été prévu pour reprendre cette surcharge, le chargement d'origine étant homogène.

4.2 OPTION 1 – CONCLUSION

Afin de pouvoir palier à la problématique décrite ci-dessus, une reprise en sous œuvre serait à mettre en œuvre afin de revoir pleinement le système de fondation du bassin pour y accueillir les pavillons.

Mais, compte tenu de l'importance des moyens à mettre en œuvre pour garantir les objectifs visés (humains et financiers) **et compte tenu qu'il s'agit d'un ouvrage provisoire**, cette solution doit être exclu.

5 OPTION 2 – PAVILLONS TOTALEMENT SUR LE BASSIN

Cette seconde option consiste à étudier l'impact d'un positionnement total des pavillons sur le bassin de rétention.

Les pavillons seront appuyés sur la dalle du bassin de rétention. Le mur SUD existant du bassin sera mis à contribution afin de reprendre une zone de porte à faux de 3.05 mètres. En effet, si cette zone devait être fondée, une solution pieu devrait être retenue, ce qui induirait une zone avec des tassements (bassin) et une zone sans tassement (pieux). Le déséquilibre amènera irrémédiablement à des désordres structurels de la dalle de repos des futurs pavillons.

Une autre solution serait de créer dans cette zone un système de fondation identique à celui du bassin. Cette configuration amène des travaux de très grande ampleur d'un point de vue économique.

La figure suivante présente la position envisagée et les différentes contraintes :

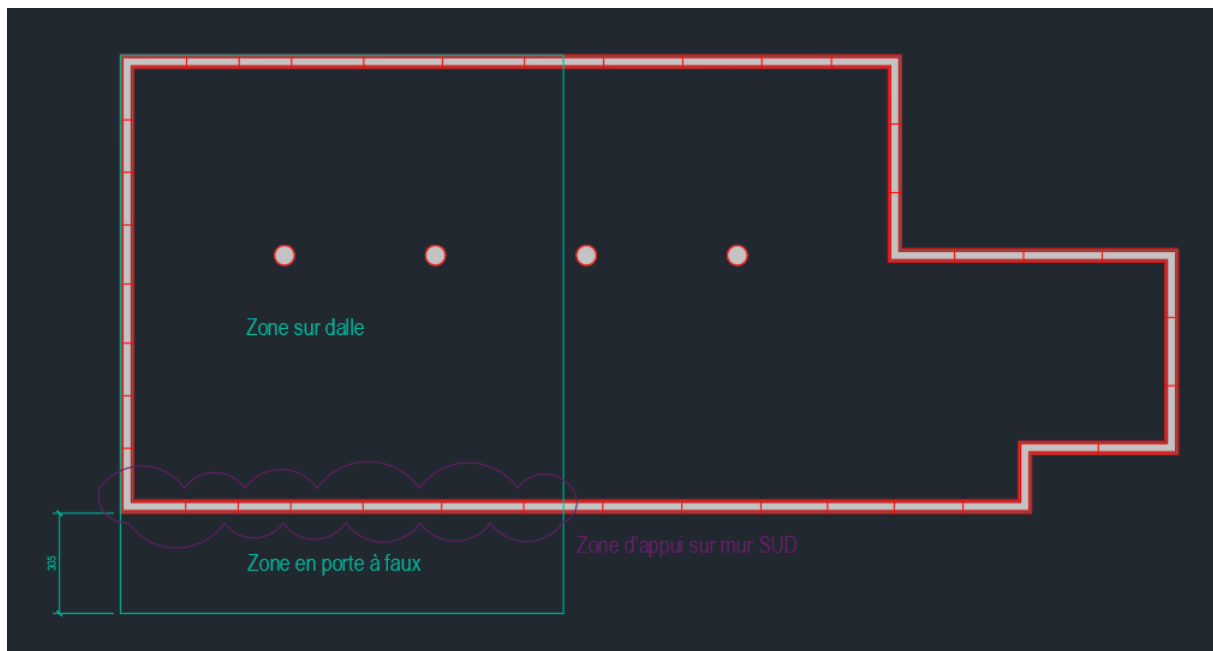


Figure 3 : Implantation – Option 2

D'après le document [5], nous identifions les actions induites par les pavillons à savoir :

Masse totale du bâtiment, y compris actions variables, avec combinaisons d'action prise en compte :

$$F = 5113 \text{ kN}$$

Nous considérons ce chargement uniforme en tout point du bâtiment à savoir :

$$Q_1 = 5113 / (17 \times 13.5) = 22.3 \text{ kN/m}^2$$

Nous prenons comme hypothèse que le platelage sera réalisé en béton armé avec une épaisseur d'environ 40cm, y compris poutraison à savoir :

$$Q_2 = 0.4 \times 25 = 10 \text{ kN/m}^2$$

Soit :

$$Q = 32.3 \text{ kN/m}^2$$

La charge à appliquer sur le mur est une charge linéaire résultant de l'influence d'une bande 3.05 m

La force totale à considérer est donc :

$$F = 32.3 \times 3.05 = 98.52 \text{ kN/ml}$$

Dans une approche conservative nous prendrons en compte une **force $F = 115\text{kN/ml}$** afin de pallier aux éventuelles répartitions de charges du bâtiment sur la dalle et les éléments de structure à y ajouter afin de garantir la stabilité du porte à faux.

La dalle sera chargée sur la zone d'impact avec une charge de 32.3kN/m^2

Cette charge est appliquée dans le modèle éléments finis du bassin.

5.1 IMPACT SUR LE SYSTÈME DE FONDATION DU BASSIN

La cartographie ci-dessous représente les charges appliquées (en kPa) sur le sol de fondation du bassin :

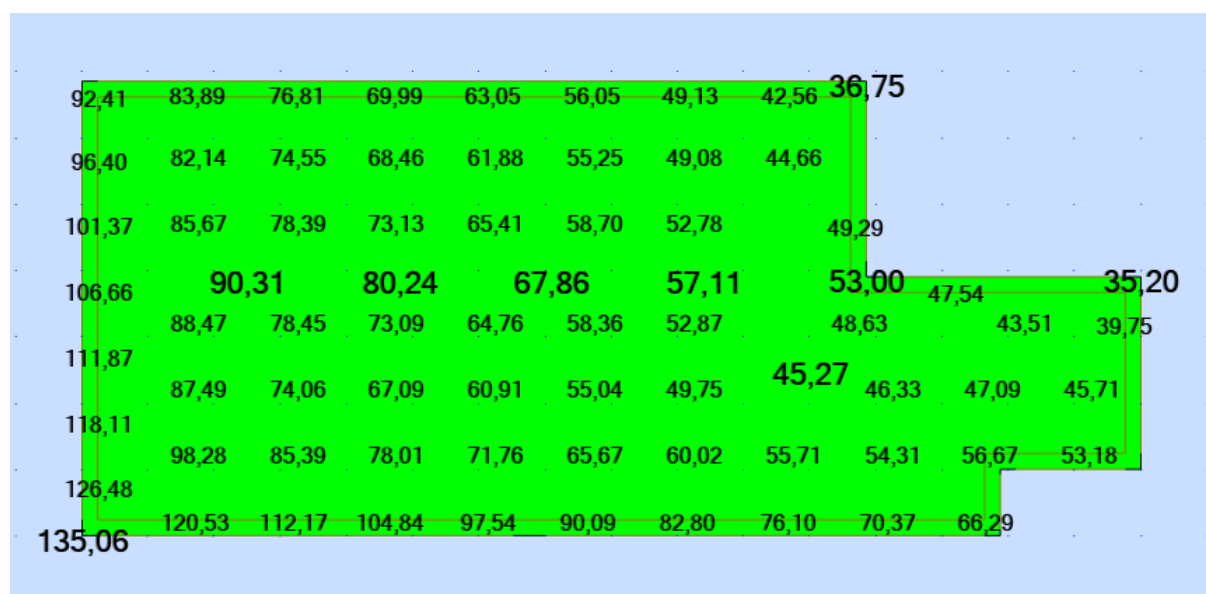


Figure 4 : Option 2 – Impact sur le radier du bassin

A la différence de l'option 1, nous n'observons pas de dépassement de la contrainte ultime du sol menant à une rupture ($q < q_u$). Nous notons cependant un déséquilibre important des charges transmises.

Compte tenu de la durée de vie de ce chargement (10 ans), le bassin au fil du temps va tasser vers les points de charges rapportés et amènera une possible dégradation non réversible de ce dernier.

De plus, il est important de noter que le système de fondation du bassin (radie homogène) n'a pas été prévu pour reprendre cette surcharge, le chargement d'origine étant homogène.

5.2 OPTION 2 – CONCLUSION

Cette seconde solution pourrait être en état réalisable à condition d'effectuer des calculs géotechniques avancés et de s'assurer que les charges nouvelles n'apportent pas de différences de tassements dans le temps relatifs à la durée de vie de l'ouvrage.

De plus, il serait nécessaire d'ajouter un système d'étalement dans le bassin afin de limiter les efforts en pieds de poteaux (problématique de poinçonnement).

Enfin, cette solution imposerait des travaux de reprise d'étanchéité de la dalle du bassin pour mise en place de la dalle des pavillons ; puis à la déconstruction une remise en état de cette dernière.

Compte tenu de ces éléments, cette solution pourrait être étudiée en phase 31 en plus de l'option proposée au §6 de ce document.

6 OPTION PROPOSÉE

L'option que nous proposons de retenir est de ne pas venir surcharger le bassin tout en conservant la position de l'option 1. Pour ce faire, nous disposons les pieux du platelage différemment en limitant la zone en porte à faux à 4m.

Le schéma ci-dessous présente la position des pieux estimés nécessaires en nombre et la position des pavillons :

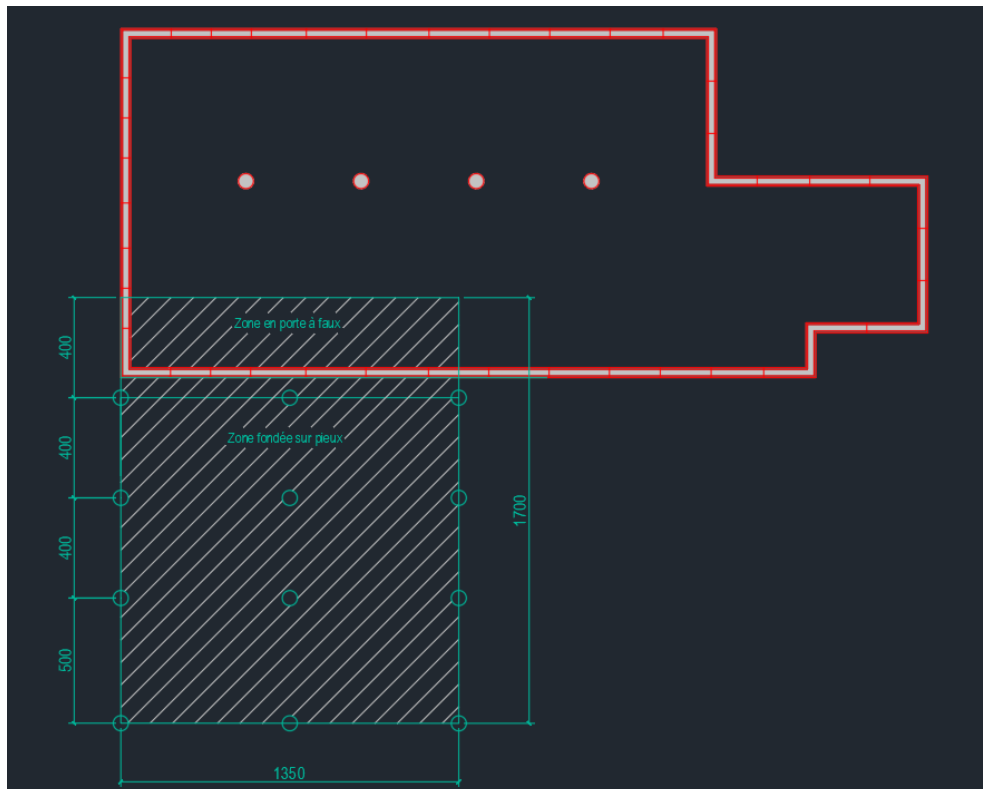


Figure 5: Option proposée

Dans ces conditions, La position partielle des pavillons au-dessus du bassin peut être conservée tout en n'apportant pas de charges complémentaires sur le bassin existant.

D'un point de vue économique, cette solution n'apportera pas de plus-value significative par rapport à l'option 1 (si cette dernière fonctionnait sans modification du bassin et reprise en sous œuvre). Elle consiste en réalité à l'ajout de pieux complémentaires et d'une faible quantité d'armatures supplémentaire pour assurer le delta de 0.5 mètre sur la distance du porte à faux à réaliser.

D'autre part, en étant fondé sur pieux, le bureau d'ingénieur en charge des mandats civil et géotechnique sera en mesure de concevoir une structure sans tassement permettant de garantir l'intégrité du bassin, et sans apporter de surcharges de poussées sur les murs du bassin existant.

Cependant, cette solution requière des études relativement importantes qui devront faire l'objet d'une parfaite collaboration entre Architecte et ingénieur afin de limiter au maximum les charges sur le porte à faux.

6.1 STRUCTURE DU PLATELAGE

La structure est celle d'une dalle sur pieux. Elle sera constituée de 3 files de pieux en longueur sur 4 files de pieux en largeur avec des travées de respectivement 5.00m et 4.00m sur sa longueur. Les pieux, de diamètres à définir après attribution des mandats d'ingénieurs civil et géotechnicien seront bétonnés sur toute leur hauteur et seront coiffés de chapiteaux.

Sur ces chapiteaux reposent des poutres en béton (dimensions courantes à définir) sur lesquelles repose une dalle en béton de 350mm d'épaisseur minimum. La dalle sera recouverte si nécessaire et selon contrainte architecturale d'un ragréage ou d'une finition spécifique ainsi que d'une chape thermique ou isolation équivalente.

En bout de dalle (côté bassin), des pieux pourront être ajoutés à proximité de ceux de la première file afin de supporter la dalle en console (doublage des pieux). Cette composante dépendra de la charge finale à prendre en considération dans les calculs de l'ingénieur.

La structure devra être adaptée en altimétrie aux contraintes du site et contraintes d'accessibilité. Elle pourra aussi être adaptée afin de prendre en considération les différentes contraintes architecturales du projet.

6.2 EXEMPLES DE STRUCTURES SIMILAIRES – FIGURES TYPES

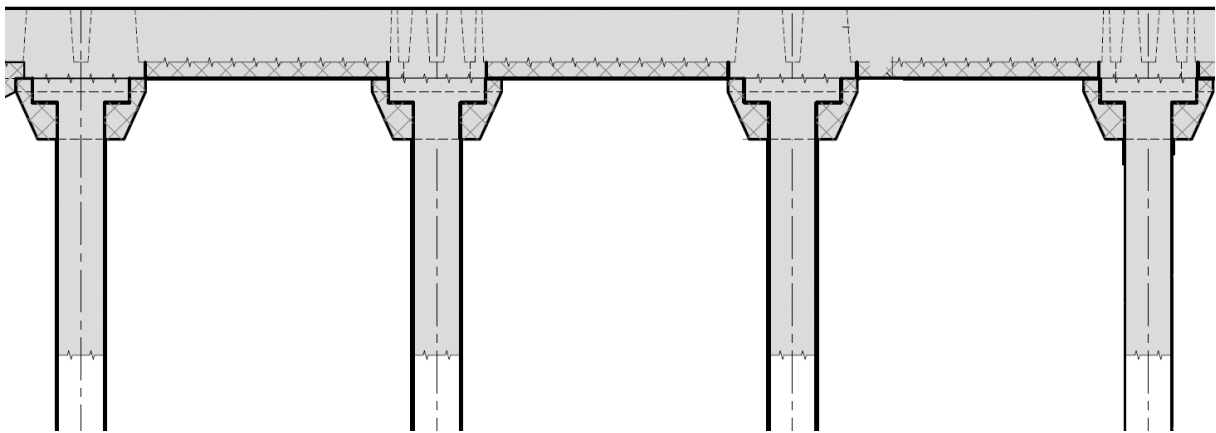


Figure 6 : Coupe type dalle sur pieux

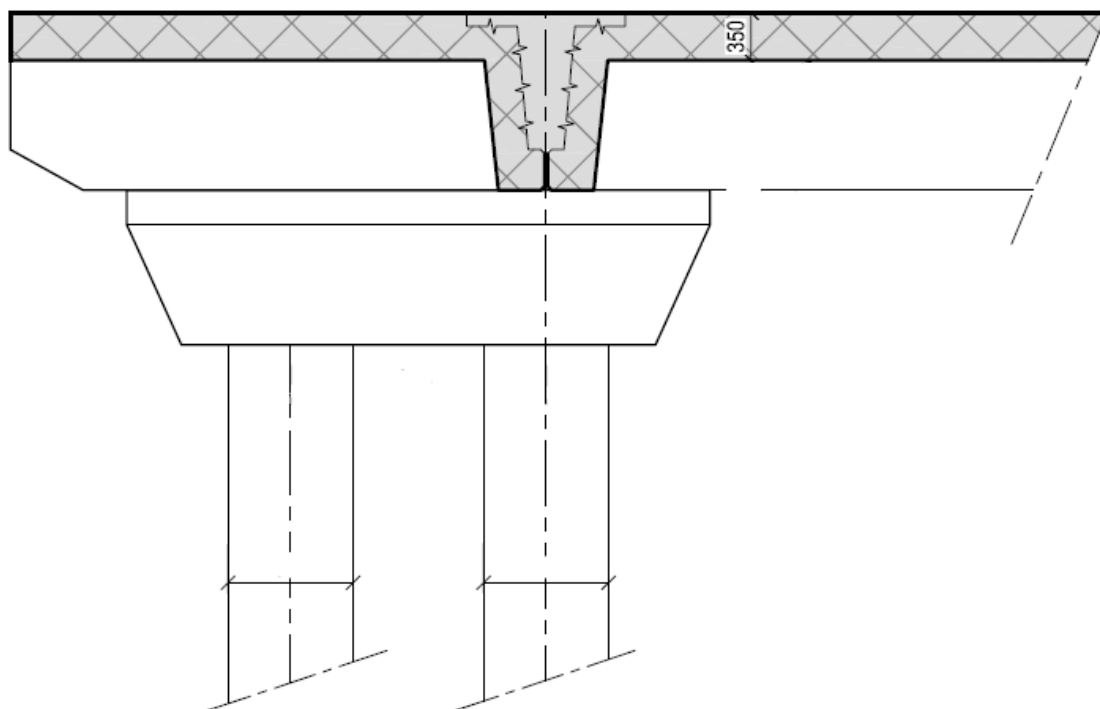


Figure 7 : Coupe type double pieux pour gestion des consoles

6.3 VARIANTE ENVISAGEABLE

Une variante peut être envisageable afin d'optimiser les temps de travaux en assurant une préfabrication de caissons triangulaires.

La structure conserve dans ces conditions ses dimensions, le nombre de pieux restera aussi inchangé.

La structure est celle d'une dalle sur pieux. Elle sera constituée de 3 files de pieux en longueur sur 4 files de pieux en largeur avec des travées de respectivement 5.00m et 4.00m sur sa longueur. Les pieux, de diamètres à définir après attribution des mandats d'ingénieurs civil et géotechnicien seront bétonnés sur toute leur hauteur et seront coiffés de chapiteaux.

Sur ces chapiteaux reposent des dalles triangulaires préfabriquées, de dimensions adaptées en béton armé / précontraints.

Le design des caissons et les reprises de ferrailage permettent de créer « un système de poutres continues » dans le sens de la longueur et de la largeur du platelage. Du béton de clavage sera mis en place dans les réservations pour solidariser les poutres longitudinales et latérales des caissons. Des reprises de ferrailage sont aussi prévues entre les caissons et les têtes de pieux.

A contrario, seul un joint sec est présent entre les poutres en diagonale. Il n'y a pas non plus de lien entre les armatures des poutres en diagonales et les armatures des têtes de pieux.

L'intérêt de cette variante est de pouvoir :

- Optimiser les délais de travaux en proposant une préfabrication des éléments de structure de la dalle
- Optimiser les dimensions et portées en apportant de la précontrainte (contrôlée en terme de qualité)
- Limiter la quantité de matériaux à utiliser => Diminuer les charges sur les pieux

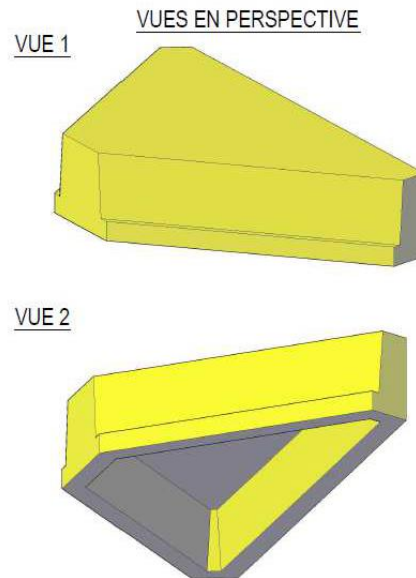


Figure 8 : Vues en perspectives de caissons types

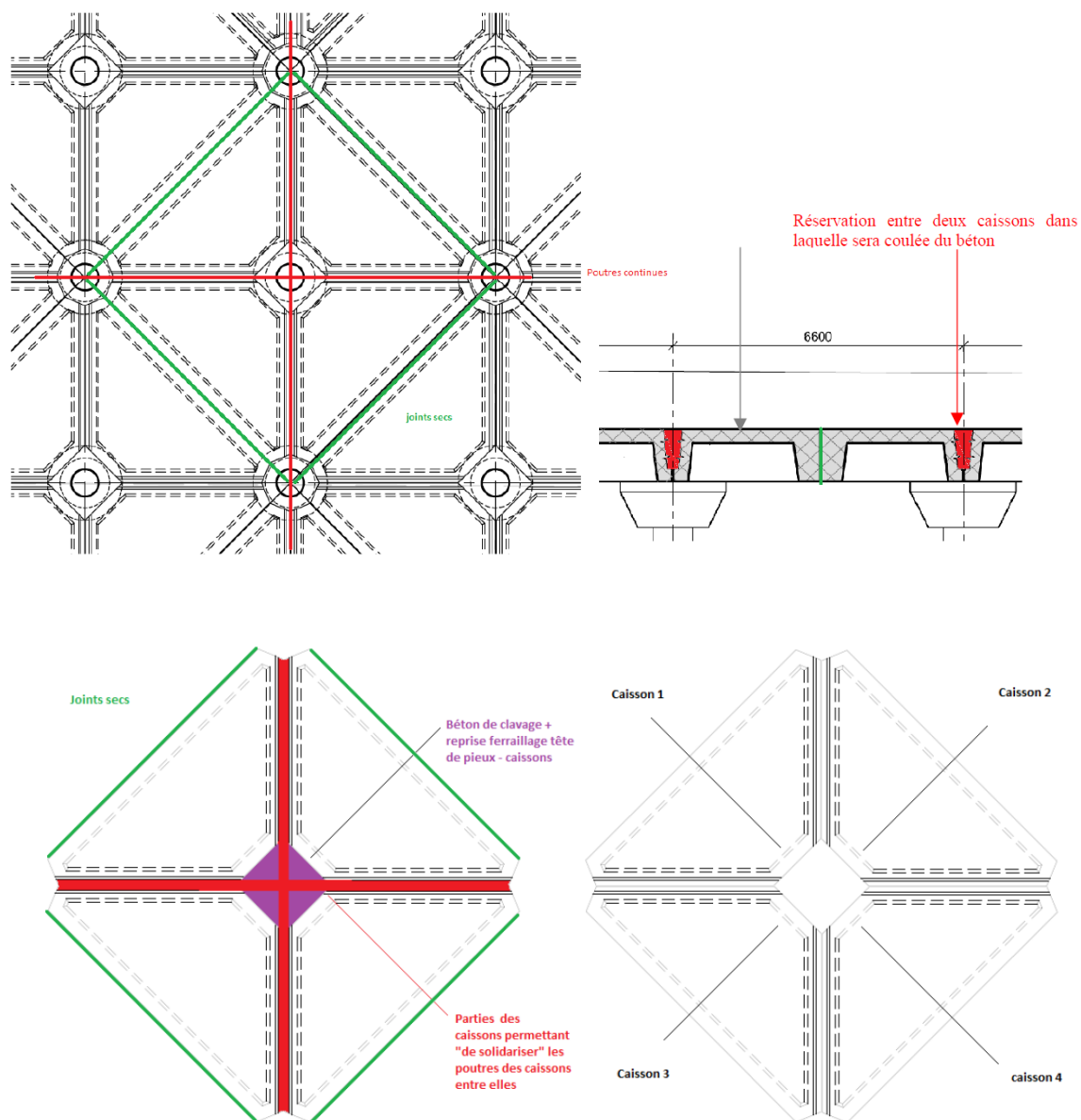


Figure 9 : Vues en plan et coupe des caissons

7 CONCLUSION

Suite à cette première étude, il a été démontré qu'il était complexe de rapporter des charges supplémentaires de l'ordre de grandeur pressenti sur le bassin de rétention existant.

Compte tenu du besoin « d'empiéter » sur une partie de ce bassin, nous considérons qu'il est nécessaire de faire reposer les pavillons en bois sur une structure indépendante de type platelage sur pieux.

Cette structure indépendante pourra être adaptée en termes de position et de dimensions afin de garantir et de s'adapter aux problématiques architecturales, contraintes de site et contrainte liées aux futurs travaux de réhabilitation de l'école.

Enfin, nous tenons à préciser que cette étude ne peut pas être considérée comme une prestation de phase 21 au sens de la norme SIA 103. Elle a pour vocation d'établir un état de lieu et de servir de guide aux Architectes, ingénieurs civils, géotechniciens etc... dans le cadre de leurs futurs mandats relatifs à ce projet.