

Rapport technique / domaine des travaux spéciaux

Contenu : Enceinte de palplanches avec un châssis métallique

Rédaction : Gerber Arthur / Vuilleumier Corentin / Etudiants 3^{ème} année ETC / 1700 Fribourg
Date : 9 janvier 2019

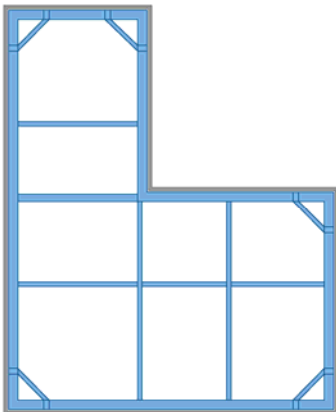


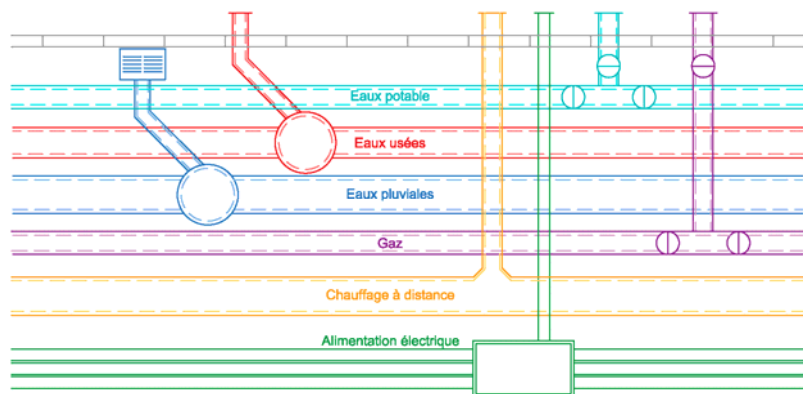
Table des matières :

- Introduction
- Description du chantier
- Méthodologie
- Moyens de terrassement
- Analyse de prix et comparatif
- Avantages et inconvénients
- Conclusion
- Remerciements

Introduction

Au début d'un projet, les travaux de terrassement sont les premières opportunités pour l'entrepreneur de démontrer aux différents intervenants et collaborateurs la maîtrise de son chantier. Ses compétences techniques, la tenue des délais, la gestion financière et ses connaissances géotechnique permettent de débiter l'exécution sur des bases saines et solides.

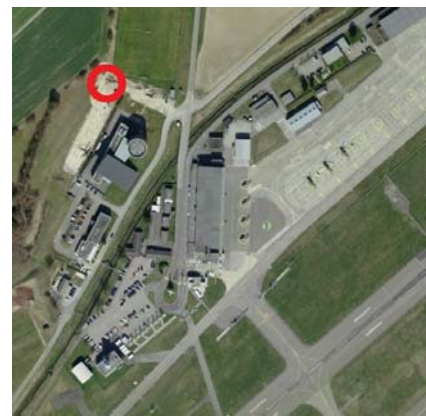
La grandeur de l'ouvrage, la nature du projet et les objectifs du maître d'œuvre déterminent majoritairement les méthodes retenues. Dans certains cas, la localisation du chantier et les conditions avoisinantes réduisent les options de façon considérable.



Comment réaliser un terrassement à l'intérieur d'une densification urbaine imposante et en présence de nombreuses conduites/canalizations souterraines à proximité ? Nous allons répondre à cette question avec une approche objective, pratique et technique qui vous donnera un support complet de qualité.

Description du chantier

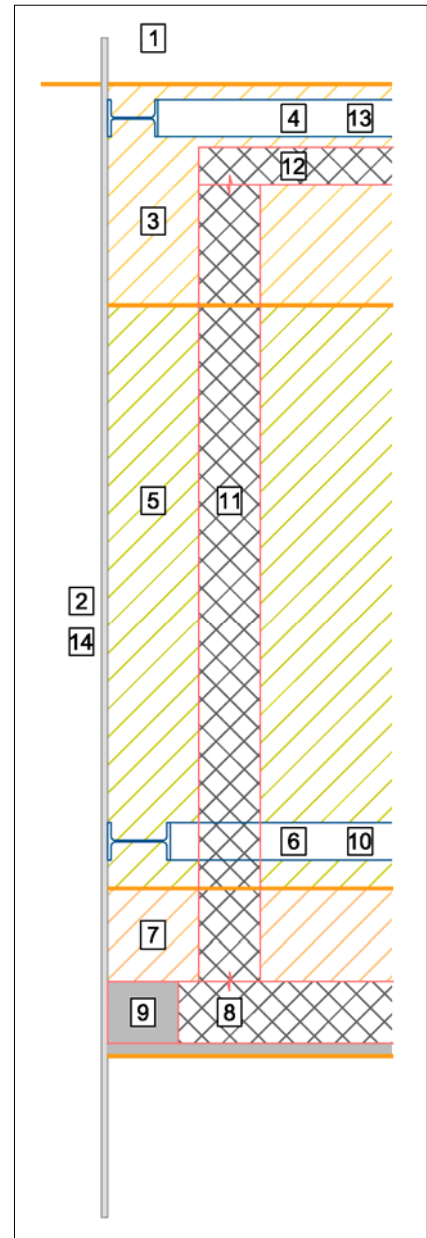
Cette technique de blindage de fouille a été utilisée dans le cadre de la construction d'une centrale de chauffage à distance. Cette dernière se trouve sur la base aérienne de Payerne. Le bureau d'ingénieur en charge du chantier a exigé, à la demande du maître d'ouvrage, qu'aucun forage ou autre fouille complémentaire ne sorte de l'enceinte de palplanches. L'ingénieur civil a donc opté pour ce type de terrassement. L'entreprise en charge de ces travaux n'était pas persuadée de la bonne faisabilité de cette technique et a donc analysé une variante de fouille avec des micros-pieux. Après discussion avec l'ingénieur, l'entreprise a finalement abandonné cette variante et a donc choisi d'exécuter les travaux selon la technique initiale, à savoir un réseau de palplanches renforcé avec des châssis métalliques.



Méthodologie

Description phasage des travaux :

- 1 / Pré-terrassement pour plate-forme
- 2 / Mise en place des palplanches
- 3 / Excavation étape n°1
- 4 / Mise en place ossature métallique étape n°1
- 5 / Excavation étape n°2
- 6 / Mise en place ossature métallique étape n°2
- 7 / Excavation étape n°3
- 8 / Exécution béton de propreté et radier en béton
- 9 / Remplissage entre radier et palplanches avec béton maigre
- 10 / Déconstruction ossature étape n°2
- 11 / Exécution murs béton du sous-sol
- 12 / Exécution dalle sur sous-sol et remblayage
- 13 / Déconstruction ossature étape n°1
- 14 / Enlèvement des palplanches



Voici une présentation chronologique de l'exécution, des premières excavations au retrait total des palplanches :

1 / Pour commencer, nous avons réalisé un pré-terrassement pour disposer d'une plate-forme destinée aux travaux de mise en place des palplanches. Avant l'arrivée de l'inventaire d'exécution, il convient de réaliser au minimum une analyse visuelle concernant la portance du terrain existant. Si besoin, après vérification des valeurs avec des essais de plaque, il peut être nécessaire d'accomplir une piste de chantier provisoire pour garantir l'ouvrabilité.



2 / La mise en place des palplanches a été réalisée par vibro-fonçage. Cette technique réduit considérablement les nuisances sonores, mais c'est avant tout pour répondre à des rendements élevés que nous l'avons employée. De plus, le sol très terreux et sans présence de blocs rocheux convenait parfaitement aux vibrations de cette méthode. Nous respectons une hauteur minimale de 2m. entre la base des palplanches et le fond de terrassement en plus de la géométrie en "L" de l'ouvrage.



Une fois l'enceinte en place, nous exécutons nos étapes entre excavation et mise en place de blindage de fouille en profilés métalliques à l'avancement. Il est primordial d'établir une approche logique et optimale en collaboration avec l'ingénieur civil afin de coordonner efficacement les travaux de terrassement, de bétonnage et de remblayage tout en assurant la stabilité des parois.

3 et 4 / Terrassement du niveau n°1 en respectant la profondeur convenue. Mise en place de l'ossature n°1 afin de sécuriser la prochaine étape d'excavation.



5 et 6 / Terrassement du niveau n°2 en respectant la profondeur convenue. Mise en place de l'ossature n°2 afin de sécuriser la dernière étape d'excavation.

7, 8 et 9 / Cette dernière étape de terrassement doit permettre une transition agréable avec le début du bétonnage, tout en assurant les mêmes critères de stabilisation des parois. Pour ce faire, après l'exécution du radier du sous-sol, une surlargeur en béton est exécutée entre les palplanches et le bord du radier.

10 / Après cette consolidation en fond de fouille, l'ossature inférieure peut être déconstruite et retirée. Il convient de procéder par étape, comme pour sa mise en œuvre.



Comme mentionné au-dessus, la géométrie de l'ossature doit le moins possible perturber les phasages d'exécution. Cependant bien présente, cette contrainte supplémentaire ne doit pas être négligée et doit donc être prise en compte lors des analyses de prix, des rendements d'exécution et des diverses manutentions sur chantier.

11 / La méthode de coffrage et la géométrie de l'ouvrage doit être étudiée avec cette contrainte. Grâce à cela, nous pouvons réaliser le coffrage et bétonnage des murs du sous-sol en une seule étape.

12 / Avant le retrait des palplanches, il est nécessaire d'exécuter la dalle sur sous-sol pour maintenir statiquement l'ensemble de l'ouvrage. Cependant, nous devons attendre la prise et le durcissement minimum du béton pour passer à la dernière étape de cette réalisation. Une fois les caractéristiques obtenues, nous remblayons l'ensemble de la fouille entre le rideau de palplanches et les murs du sous-sol.



13 / Après cette seconde consolidation, l'ossature supérieure peut être déconstruite et retirée.

14 / Préalablement percées avant leurs mises en œuvre, les palplanches sont retirées pour une utilisation ultérieure. Il est très important d'effectuer une vérification d'accessibilité entre la construction déjà réalisée et l'ampleur de l'inventaire nécessaire au retrait. Le risque étant une augmentation considérable des travaux si celles-ci devaient restées en place. L'anticipation, l'expérience des ouvriers et des intervenants ainsi qu'une planification rigoureuse nous ont permis d'entreprendre et d'accomplir ces travaux dans les règles de l'art.

Moyens de terrassement

Pour la réalisation des travaux de terrassement, de multiples engins peuvent être utilisés. Dans notre cas, l'intérieur de la fouille étant séparée par le châssis métallique et la création de rampe impossible, il n'est pas possible d'exécuter le terrassement avec n'importe quel inventaire sous peine d'avoir des problèmes ultérieurs. Pour ce chantier, nous avons choisi d'utiliser l'inventaire principal suivant :

- Pelle hydraulique sur chenilles 17 tonnes
- Pelle hydraulique sur chenilles 8 tonnes
- Pelle caméléon 41 tonnes
- Grapin RV1250
- Engins de mise en place des palplanches
- Escalier de chantier type MILLS déplaçable

La pelle hydraulique sur chenilles 17 tonnes a été utilisée pour les travaux de décapage des horizons A et B. Elle a également été exploitée pour la préparation de la plateforme qui permet la mise en place des palplanches. La première hauteur du terrassement à l'intérieur de l'enceinte de palplanches a également été réalisée à l'aide de cette pelle car une rampe de sortie est encore réalisable vu la faible profondeur de 80 cm.

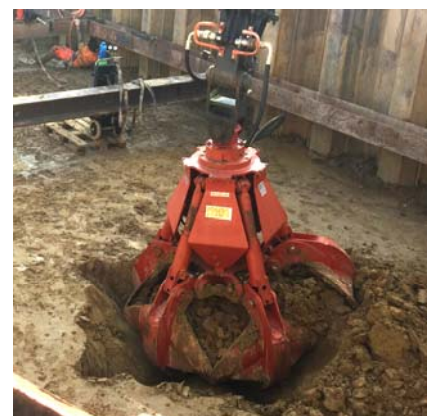
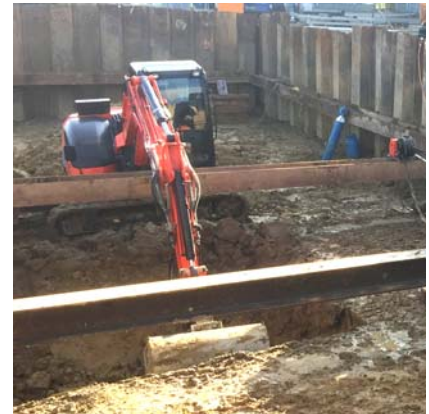
La pelle hydraulique sur chenilles 8 tonnes a été utilisée pour le terrassement à l'intérieur de l'enceinte de palplanche. Cette dernière se prêtait bien à cet usage pour plusieurs raisons. Premièrement, sa petite taille lui permet plus facilement de manœuvrer et de creuser entre le quadrillage du châssis métallique. Deuxièmement, son poids relativement faible permet de la déplacer à l'aide de la pelle caméléon.

La pelle hydraulique sur chenilles à bras télescopique appelée couramment pelle caméléon a été utilisée en premier lieu pour évacuer le déblai du fond de fouille mais également pour transporter la pelle hydraulique sur chenille 8 tonnes ainsi que l'escalier de chantier. Nous avons également la possibilité de l'utiliser pour terrasser au moyen de son grapin. Ce type de machine n'est pas courant en Suisse mais il est très efficace et polyvalent pour ce type de terrassement.

Le grapin RV1250 possède des caractéristiques très intéressantes. Il peut prendre dans ses mâchoires jusqu'à 1,25m³ et pèse à lui seul 2600kg. Il permet à la pelle caméléon d'évacuer le déblai du fond de fouille très rapidement grâce à sa grande capacité d'emprisonnement.

Un engin de mise en place des palplanches a aussi été nécessaire. La composition du terrain, très terreux et sans blocs importants, nous a orienté sur la technique par vibrofonçage car les rendements sont supérieurs et les nuisances sonores moindres.

Un escalier de chantier de type MILLS a été utilisé afin de permettre aux ouvriers de descendre en fond de fouille. Ce type d'escalier a été choisi car il est assemblé de manière à pouvoir être déplacé facilement par la pelle à bras télescopique. Il a été directement assemblé pour la bonne hauteur de fouille et il a été descendu petit à petit.



Analyse de prix et comparatif

Pour ce genre de travaux, une analyse de prix type est difficilement réalisable. Chaque cas étant pratiquement unique. Nous avons néanmoins réalisé un comparatif de prix avec une variante à laquelle nous avions réfléchi. Elle consistait également à concevoir une enceinte de palplanches mais venait renforcer à l'aide d'un pourtour métallique et de micropieux. Comme expliqué en début de document, le maître d'œuvre ne désirait pas que l'emprise du terrassement ne dépasse la zone donnée, cette variante a donc dû être abandonnée.

	Unité	Variante demandée			Variante étudiée		
		Quantité	Prix unit.	Prix total	Quantité	Prix unit.	Prix total
Installation de chantier des palplanches	gl	1	34'000	34'000	1	34'000	34'000
Préparation et transport des palplanches	m ²	1'010	5.20	5'252	1'010	5.20	5'252
Enfoncement des palplanches	m ²	1'010	32	32'320	1'010	32	32'320
Mise à disposition des palplanches	mois	2	550	1'100	2	550	1'100
Installation de chantier enlèvement des palplanches	gl	1	3'700	3'700	1	3'700	3'700
Extraction des palplanches	m ²	1'010	20	20'200	1'010	20	20'200
Evacuation des palplanches	m ²	1'010	5.20	5'252	1'010	5.20	5'252
Installation de chantier pour étaielement de la fouille	gl	1	3'700	3'700			
Fourniture acier couche supérieure	t	26	1'060	27'560			
Fourniture acier couche inférieure	t	26	1'060	27'560			
Travaux de soudage	h	40	125	5'000			
Installation pour enlèvement étaielement	gl	1	2'400	2'400			
Montant pour les tirants d'ancrage selon offre	gl				1	80'000	80'000
Montant pour F+P de l'enceinte métallique	gl				1	14'000	14'000
Montant total				168'044			195'824

Nous notons donc une moins-value de 27'780.- pour la variante demandée.

Avantages et inconvénients de la variante exécutée

Avantages :

- Rapidité de la mise en place du blindage
- Emprise du terrassement réduit
- Inventaire moins important
- Coûts moins importants

Inconvénients :

- Dérangement lors du terrassement
- Gêne lors du bétonnage

Conclusion

En fonction des éléments cités ci-avant, nous pouvons tirer un bilan positif de cette variante. L'entreprise n'était au départ pas très convaincue de cette technique. Cependant, en cours de chantier, cette dernière s'est avérée plutôt efficace. Il faut néanmoins analyser au cas par cas sa bonne faisabilité. Comme nous l'avons vu, la géométrie du bâtiment importe beaucoup dans le choix de cette méthode. Néanmoins, cette méthode apporte plusieurs avantages non négligeables, notamment son coût.

Remerciements

Nous tenions à remercier M. Jonathan Wahli, technicien en gestion de chantier chez Grisoni-Zaugg, qui a pris le temps de nous expliquer en détail ce chantier et de répondre à toutes nos questions.