

Rapport technique / domaine du Bâtiment

Contenu : Pompages de béton avec conduites de Ø 65mm

Rédaction : Pascal Wenger / Etudiant ETC 3^{ème} année / 1700 Fribourg

Date : janvier 2019

Introduction

La technique de pompage des bétons est une méthode très utilisée et bien connue dans le monde de la construction en suisse.

Elle présente de nombreux avantages par rapport à un béton mis en œuvre à la grue, tels que :

- Diminution des temps de bétonnage
- Libération du moyen de levage
- Diminution du risque de ségrégation
- Diminution de la main d'œuvre nécessaire



La majorité des pompages sont effectués au moyens de camions pompes avec des mats de 20 à 65m, de camions malaxeurs pompes ainsi que de pompes stationnaires pour les gros chantiers avec des conduites de distribution en acier couplés avec des épandeurs giratoires (girafes) ou des mats stationnaires.

Dans ce document, le sujet va néanmoins traiter de pompages plus spécifiques avec des conduites de petits diamètres (Ø65mm).

Cette méthode est utilisée mondialement et également en suisse, mais malheureusement quasi méconnue en suisse romande. Elle est en application dans la suisse alémanique depuis une vingtaine d'années déjà. Elle est de plus en plus mise en œuvre, notamment grâce à l'augmentation des rénovations, de la densification et de la place d'installation à disposition toujours plus réduite.

Le présent rapport va donc détailler les applications de ce système, ses particularités, ses coûts et faire une comparaison avec le système des silos malaxeurs pompe.

Applications conduites Ø65mm :

Les domaines d'applications de cette méthode sont très divers, dont notamment :

- Rénovations et transformation
- Faible place à disposition pour l'installation
- Éléments éloignés ou inaccessibles

Avantages conduites Ø65mm :

- Conduites beaucoup plus légères
- Une personne peut manier la tête de la conduite
- Mise en œuvre aisée dans des endroits difficilement accessibles
- Rapidité de mise en place des conduites.
- Coûts avantageux à partir d'étapes de quelques m³



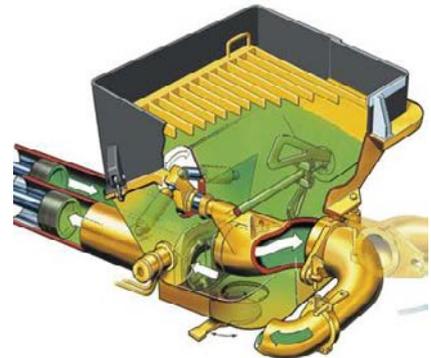
Système de pompage

Technologie de pompes

Deux types de pompes sont actuellement engagées pour les pompages de béton : pompe à piston et pompe à rotor.

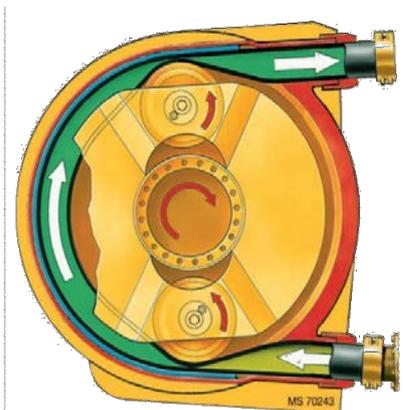
Pompe à piston :

Pompe standard installée sur les camions pompes et les pompes stationnaires. Le béton situé dans la trémie est aspiré dans un cylindre par la suction créée par le recul du piston présent dans celui-ci. Le béton est ensuite repoussé dans la conduite au moyen d'une valve lorsque le piston avance à nouveau. En général, les pompes sont équipées de deux pistons qui travaillent en alternance. Ce type de pompe permet d'atteindre des débits et des pressions élevés.



Pompe à rotor :

Pompe utilisée fréquemment pour des bétons légers, des mortiers ou des bétons autoplaçants. Elle fonctionne néanmoins très bien avec du béton standard jusqu'à une granulométrie de 32mm. Deux rouleaux écrasent un tuyau souple rempli de béton, ce qui fait avancer le béton. Ces pompes sont simples, silencieuses, rapides à nettoyer, travaillent avec moins de pression dans les conduites et pompent de manière régulière avec peu de pointes de pression.



Ces pompes peuvent être montées sur des malaxeurs pompe, des camions pompe ou dans des usines de préfabrication.

Type de pompes/véhicules

Le système de pompage en diamètre Ø65mm est disponible pour toutes les pompes à béton standard en mettant des réductions de diamètre de conduite et en disposant les conduites de petit diamètre au sol. Les réductions sont posées le plus proche possible de la pompe pour affaiblir le risque de bouchon et faciliter le nettoyage.

Il peut donc être utilisé conjointement avec l'inventaire suivant :

- Pompe à béton automotrice à mat
- Pompe à béton automotrice sans mat (saniermobil)
- Malaxeur pompe
- Pompe stationnaire/ pompes mobiles



Types de conduites

Les conduites de pompage à béton sont actuellement subdivisées en deux catégories :

- Conduites rigides en acier
- Tuyaux souple en caoutchouc

Caractéristiques des conduites :

Type	Diamètre intérieur	Longueur	Poids à vide/pce	Poids à vide/ml	Volume de béton/ml	Poids de béton/ml	Poids plein/ml	Pression max
Rigide	50	3m	22.4kg	7.5kg	2l	4.7kg	12.2kg	85 bars
Rigide	65	3m	15.8kg	5.3kg	3.3l	8kg	13.3kg	85 bars
Rigide	100	3m	32.1kg	10.7kg	7.9l	18.8kg	29.5kg	85 bars
Rigide	125	3m	39.9kg	13.3kg	12.3	29.4kg	42.8kg	85 bars
Souple	50	5m	16.1kg	3.2kg	2l	4.7kg	7.9kg	85 bars
Souple	65	5m	22.4kg	4.5kg	3.3l	8kg	12.5kg	85 bars
Souple	100	3m	30kg	10kg	7.9l	18.8kg	28.8kg	85 bars
Souple	125	3m	35kg	11.7kg	12.3l	29.4kg	41.2kg	85 bars

D'autres tailles, types et longueurs de tuyaux/conduites sont disponible sur le marché.

On remarque que les tuyaux Ø65mm ne contiennent que 3litres de béton contre 8 litres pour les conduites de Ø100mm. Cela explique la grande différence de poids entre ces deux éléments.

85 bars représente la pression de service maximale. La pression de rupture est généralement située à 200 bars.

Débit et pression

La vitesse de pompage dépend naturellement de la pompe mais varie également beaucoup en fonction :

- Des caractéristiques rhéologiques du béton frais (capacité à s'écouler). Elles sont influencées par la consistance, la viscosité, la fluidité ainsi que par le squelette granulaire.
- Des caractéristiques géométriques du circuit de pompage (longueur, hauteur, diamètre des tuyauteries, coudes des installations).

On peut néanmoins retenir les valeurs suivantes pour le bétonnage au moyens de conduite Ø65mm :

- Distance horizontale max : 80-200m
- Distance verticale max : 20-40m
- Débit 10-30m³/h

De nombreux critères peuvent influencer les données susmentionnées. Elles devront être étudiées pour chaque chantier de manière indépendante avec les différents prestataires de services.

Mise en marche, exploitation et nettoyage de la pompe

Comme dans tous les pompages usuels, il faut porter une attention particulière à la mise en marche. Le graissage des conduites au moyen d'un coulis d'amorçage est un élément indispensable.

Durant l'utilisation, la trémie de la pompe doit toujours être remplie afin de maintenir l'homogénéité du béton et éviter le désamorçage de la conduite. Si de l'air peut rentrer dans la pompe, l'air se mettra en pression les conduites et pourra provoquer de dangereux coups de fouets.

Une coordination entre le pompiste et la centrale à béton doit se faire afin d'assurer un ravitaillement optimal pour éviter les temps d'attente des camions ainsi que de la pompe. La qualité du béton d'apport doit être contrôlée en continu afin de garantir un pompage sans panne. Les camions malaxeurs doivent être nettoyés et vidés proprement avant de charger le béton 0-16 afin d'éliminer le risque de présence de granulats 32mm résiduels qui pourraient facilement boucher les conduites.

Prix estimatifs

Les prix du pompage en diamètre 65mm ne diffèrent que peu des pompages standards en diamètre 100 ou 125mm.

Des suppléments pour la mise à disposition de conduites supplémentaires, le montage/démontage des conduites et une plus-value pour pompage lent sont toutefois facturés.

Exemple de pompage :

10m3 de béton avec un camion pompe de 20m et 40m de tuyaux 65mm posés au sol.

Prix du pompage :	10 m3	à	CHF 65.-	=	CHF 650.-
Mise en place et démontage conduite :	2 h	à	CHF 90.-	=	CHF 180.-
<u>Mise à disposition conduite supplémentaire :</u>	<u>40 m</u>	<u>à</u>	<u>CHF 4.-</u>	<u>=</u>	<u>CHF 160.-</u>
Total					CHF 990.-

Soit un prix au m3 de pompage global de l'ordre de **CHF 100.-/m3**

Estimation du coût global pour l'installation, le pompage, le nettoyage et le replis avec 40m de tuyaux

1m3 = CHF 850.-	4m3 = CHF 905.-	7m3 = CHF 950.-
2m3 = CHF 870.-	5m3 = CHF 920.-	8m3 = CHF 965.-
3m3 = CHF 890.-	6m3 = CHF 935.-	9m3 = CHF 980.-

Une synergie peut être créée avec ce système et l'emploi de malaxeur pompe. Le prix du transport de béton peut être fortement réduit (il peut être compris dans le prix de l'installation du malaxeur pompe). De plus, on évite le temps d'attente qu'il faudrait payer pour le déchargement du camion malaxeur séparé.

Définition du béton

L'aptitude au pompage en diamètre 65mm ne dépend pas de l'inventaire mis en œuvre, mais bien du béton et de ses caractéristiques à l'état frais. Afin de garantir un bon déroulement des travaux, il est conseillé que la centrale à béton prenne directement contact avec l'entreprise de pompage afin qu'ils déterminent conjointement toutes les caractéristiques du béton frais et qu'une recette adéquate puisse être établie sur cette base.

Toutes les sortes de bétons standards peuvent être fabriquées selon une recette en Dmax 16mm afin qu'il soit pompable en Ø65mm, y compris les bétons scc. Les bétons fibrés sont plus difficilement pompables.

Le béton doit avoir une bonne cohésion, avoir assez de farines, être assez fluide (S4 ou S5) avec une courbe granulométrique continue tout en limitant la fraction 4/8mm. L'utilisation d'adjuvants tels que superfluidifiants, stabilisateurs et agents de pompage ainsi que l'incorporation d'ajouts spécifiques facilitent l'obtention des caractéristiques rhéologiques nécessaire au pompage. La teneur en granulats concassés est limitée à max 50%. La fraction 0/4mm devrait si possible être en granulats roulés.

Comparaison Silo Malaxeur Pompe (SMP)

Actuellement la plupart des bétonnages dans les rénovations ou transformations sont effectués au moyen de SMP. C'est une méthode très pratique qui a fait ses preuves depuis de nombreuses années. Néanmoins, le prix de la fourniture du béton sec en silo est nettement plus élevé que celui du béton d'apport frais.

Rappel SMP

Des rapports techniques ont déjà été établis sur le site www.techni.ch. Veuillez-vous référer à ceux-ci.



Comparaison pompage 65mm et SMP

Critères	Pompage Ø65mm	Silo malaxeur pompe
Emprise au sol	dim. pompe variable	2.5m*2.5m*8.2m
Accès	mise en place pompe	longueur libre de 14m pour mise en place
Ravitaillement	camion malaxeur divers	camion-citerne 5 essieux (recharge 20to)
Dmax granulats	16 mm	8 mm
Ø conduites	65 mm	40-50 mm
Rendement	10-25m ³ /h	4-5m ³ /h
Distances de pompages	élevées	élevées
Prix	Variable en fonction nbre m ³	~CHF 170.-/to, CHF 375 m ³
Raccord nécessaire	aucun	eau 4 bars 3/4", électricité 32A

Définition de seuils de rentabilité estimatifs

D'après les prix de pompages listés plus haut et les prix des SMP, on peut faire ressortir les seuils suivants pour la fourniture et le pompage de béton pour des étapes de bétonnage de :

- < 3 m³ : SMP plus avantageux
- >3m³ et <6m³ : Méthode la plus avantageuse à définir pour chantier
- >6m³ : Pompage avec conduite Ø65mm plus avantageux

La main d'œuvre nécessaire à la mise en place du béton doit être chiffrée en fonction des rendements prévus sur le chantier. Ceci permettra de définir le coût global de la fourniture et de la mise en place du béton et finalement déterminer le système le plus avantageux financièrement.

Ceci est uniquement une règle généraliste. Chaque intervention devra être calculée individuellement sur chaque chantier en fonction des spécificités et des conditions de livraison du béton d'apport, du béton en SMP et les tarifs de pompages.

Conclusion

Cette méthode d'exécution est avantageuse sur de nombreux aspects et convient à de nombreuses applications.

J'espère que ce système se démocratisera en Suisse Romande durant les prochaines années.

Sources :

www.transportbeton.org
www.infociments.fr
www.putzmeister.fr
www.usurtec.ch
www.cerib.com
www.pumpbeton-bern.ch
www.betonpumpen.ch
www.a3betonpumpen.ch
« Manuel de pompage de béton », 2018 - Holcim

Remerciements :

Martin Berger, directeur, Pump-beton Bern
Roland Genilloud, responsable des ventes FR/NE/JU, Holcim SA
Toni Glaus, directeur, Betonpumpen AG
Robert Beaud, Représentant, Weber Saint-Gobain
Nicolas Crausaz, conducteur de travaux, Frutiger SA Fribourg

