

Concours externe de recrutement de professeurs agrégés

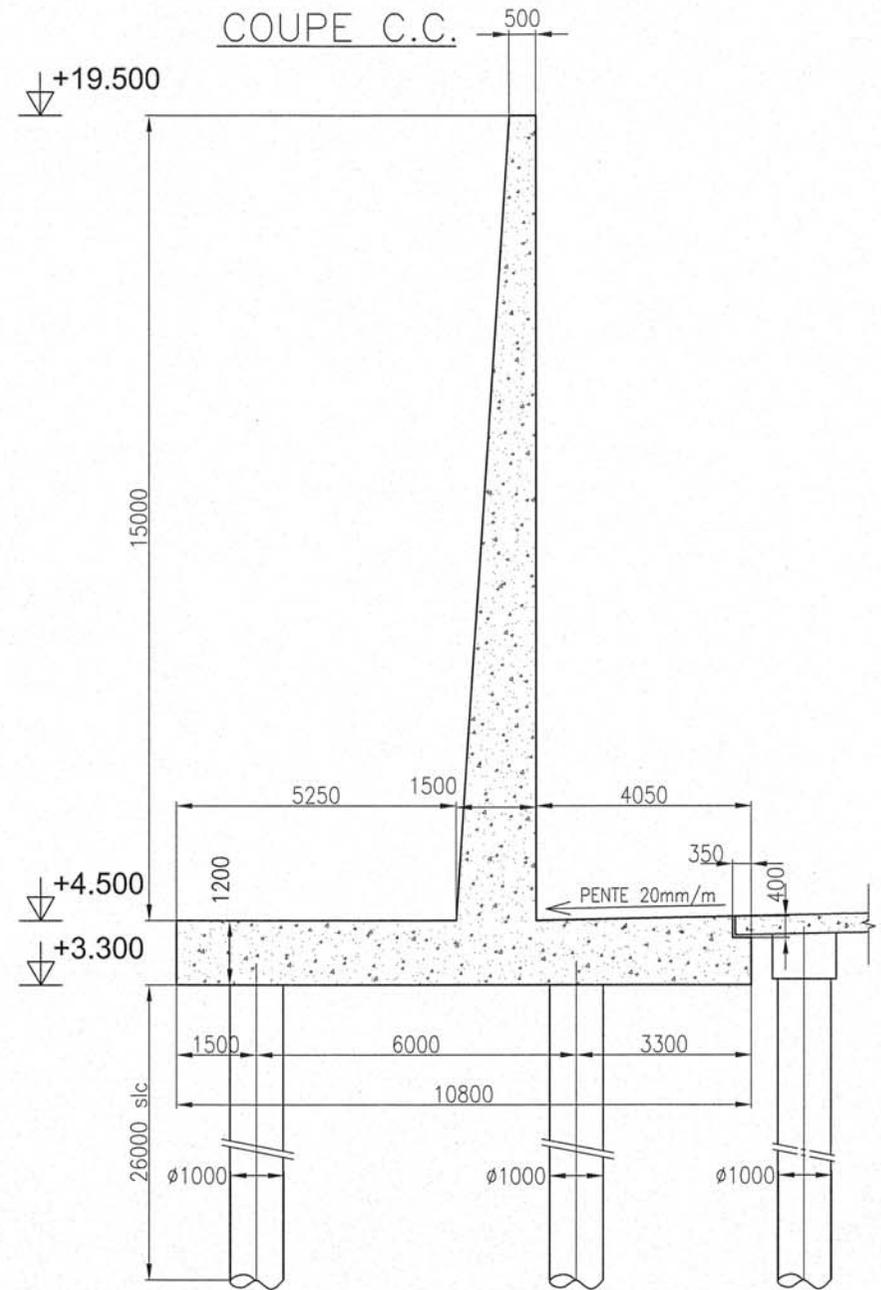
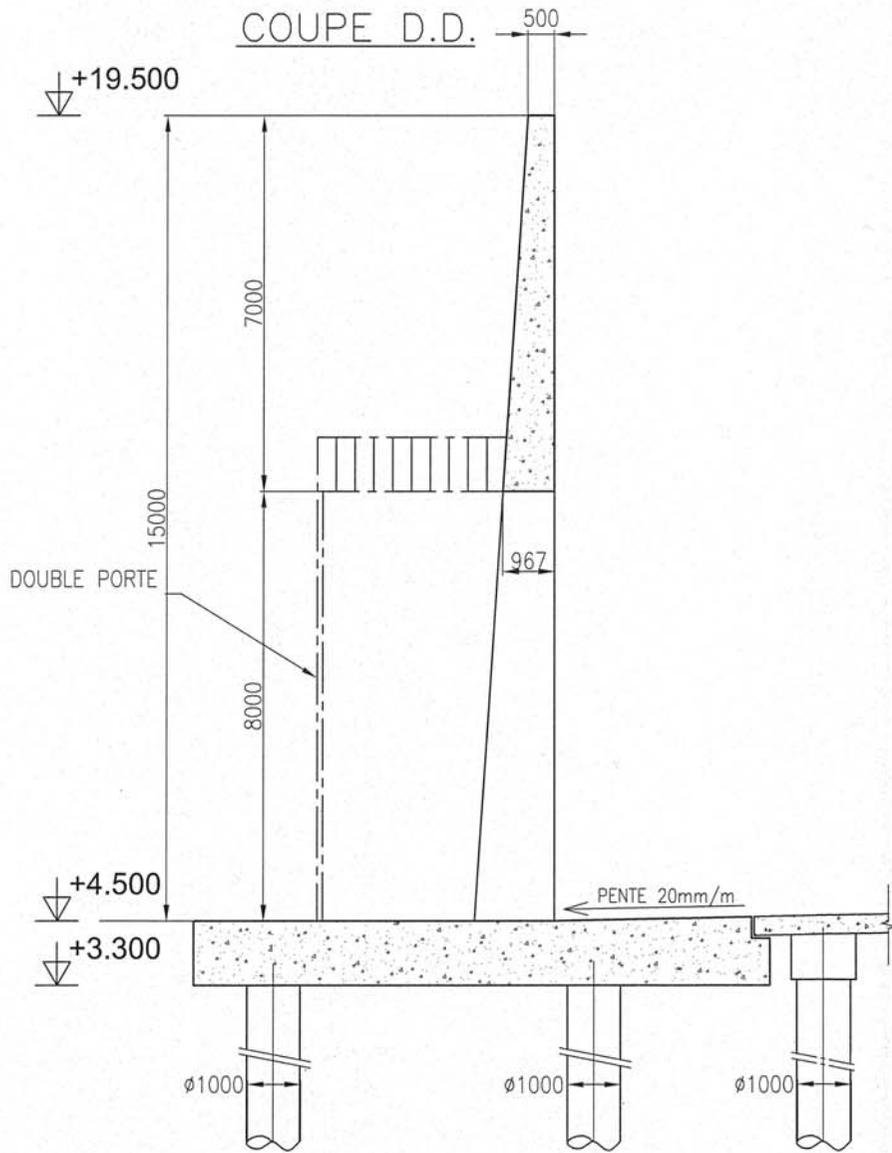
Section Genie Civil Session : 2010

SILOS de STOCKAGE
Plan masse

Option A Ingenierie de Projet

Echelle : 1/500

P3



Concours externe de recrutement de professeurs agréés

Section Genie Civil Session : 2010

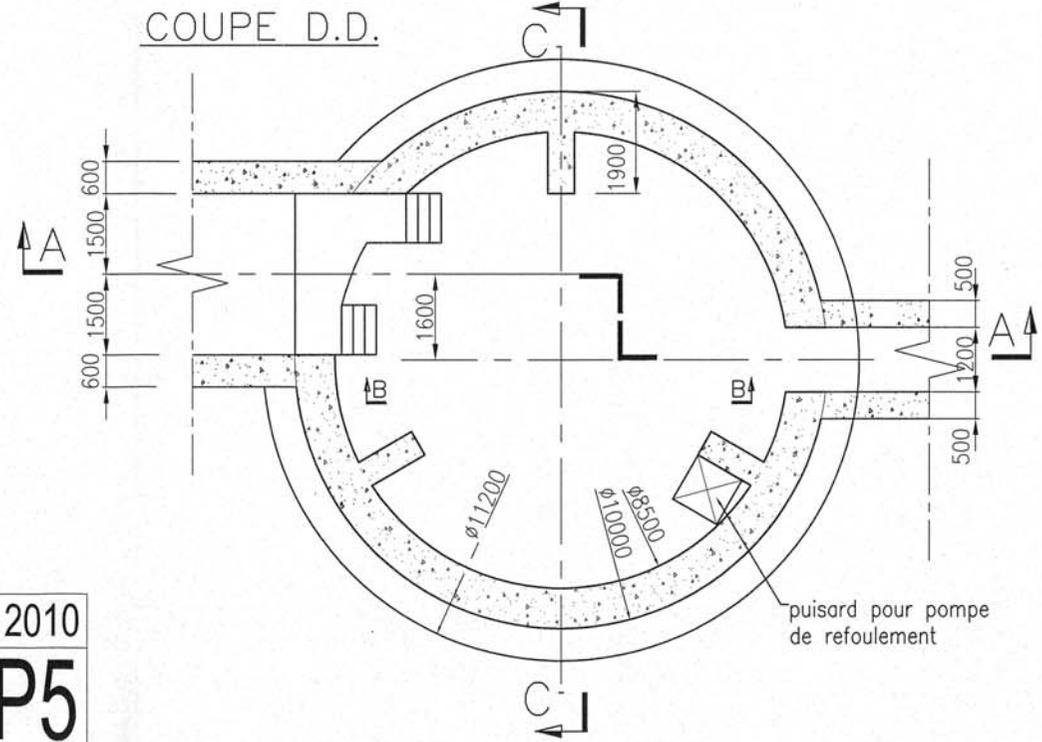
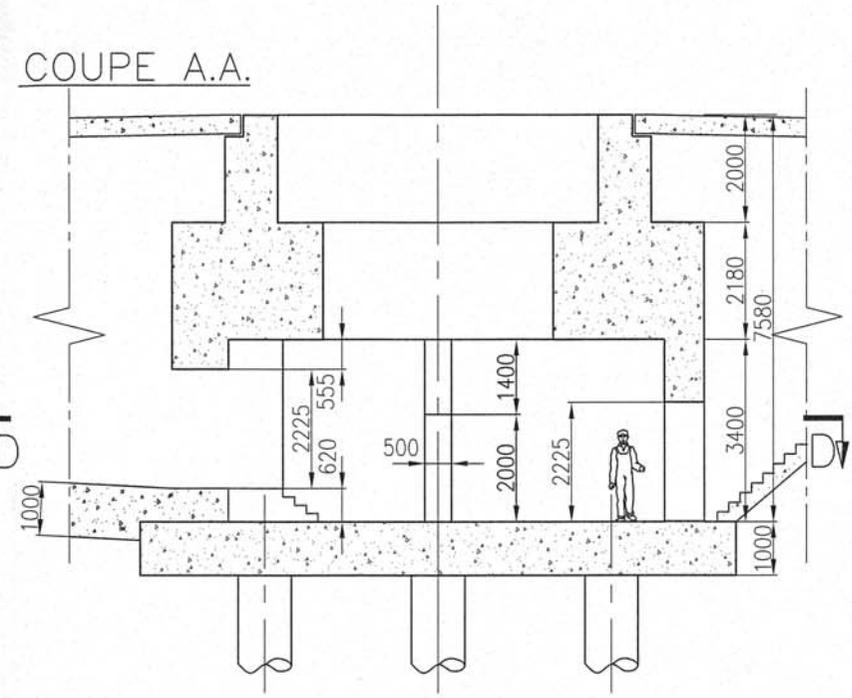
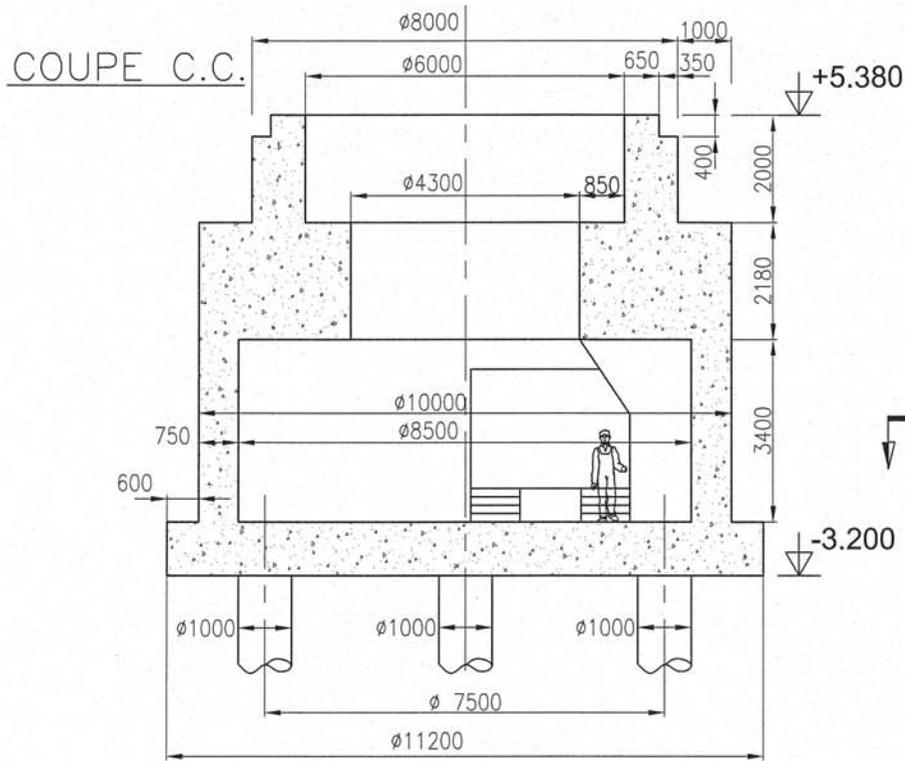
SILOS de STOCKAGE

Coupes sur mur peripherique

Option A Ingenierie de Projet

Echelle : 1/100

P4



Concours externe de recrutement de professeurs agrégés

Section Genie Civil Session: 2010

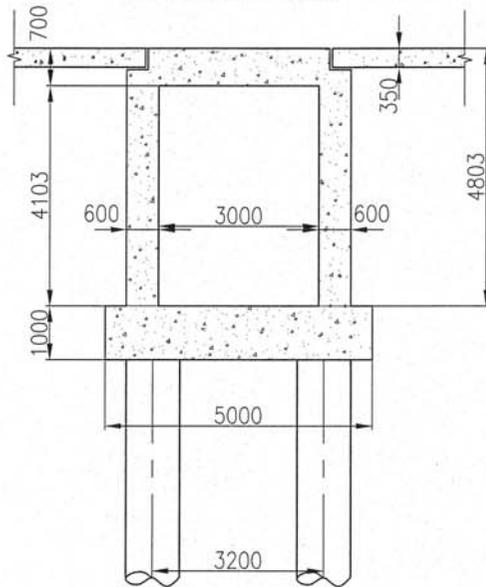
SILOS de STOCKAGE
DEFINITION du NOYAU

Option A Ingenierie de Projet

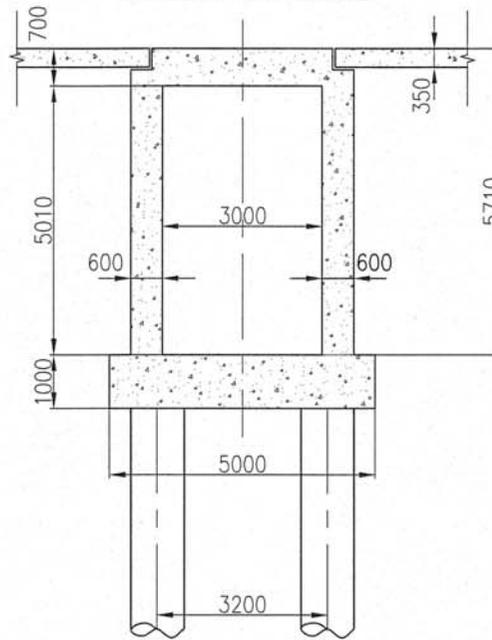
Echelle: 1/100

P5

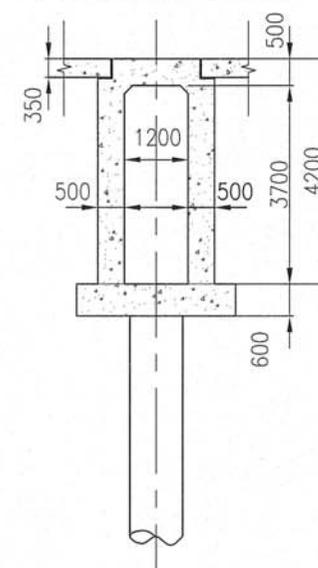
COUPE I.I.



COUPE G.G.



COUPE H.H.



Concours externe de recrutement de professeurs agrégés

Section Genie Civil Session : 2010

SILOS de STOCKAGE
COUPES sur GALERIES

Option A Ingenierie de Projet

Echelle : 1/100

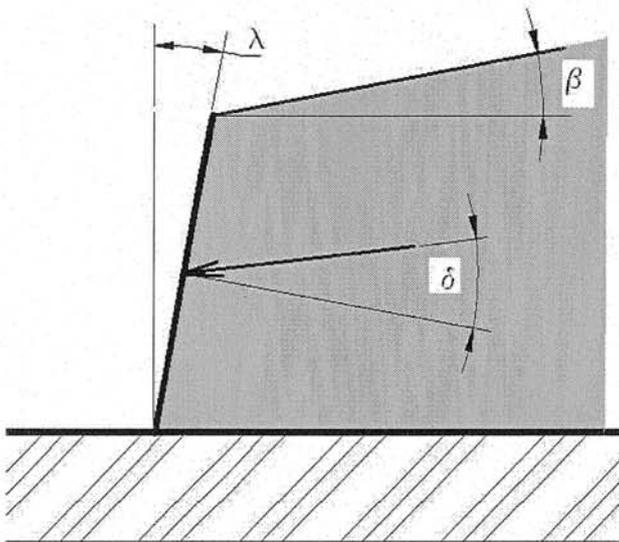
P6

D – Documents annexes supplémentaires

D1- Coefficients de poussée active

Notations :

- λ : angle de l'écran avec la verticale
- ϕ : angle de frottement interne du sol
- β : inclinaison de la surface libre
- δ : obliquité des contraintes par rapport à la normale à l'écran



Coefficient de poussée des terres selon formules de RANKINE :

$$k_a = \left[\frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \right] \cos \beta$$

Coefficient de poussée des terres selon formules de COULOMB :

(Extrait techniques de l'ingénieur ; C242 ; « ouvrages de soutènements : poussée et butée ; F.SCHLOSSER)

$$k_a = \frac{\cos^2(\lambda - \phi)}{\cos(\lambda + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) * \sin(\phi - \beta)}{\cos(\lambda + \delta) * \cos(\lambda - \beta)}} \right]^2}$$

D2 – Calcul simplifié de l'action sismique pour les ouvrages de soutènements

Le dimensionnement du voile est effectué par un modèle statique en adaptant le calcul de la poussée selon la méthode de Rankine-Coulomb au cas sismique.
Cette adaptation formulée par les équations de Monobé Okabé est reprise dans l'annexe E de l'Eurocode 8 – conception et dimensionnement des structures pour leur résistance au séisme. Une synthèse des éléments nécessaires aux calculs du projet est présentée ici.

Principe :

Le prisme de rupture du sol est un corps rigide dont tous les points sont soumis à la même accélération, déterminée par les coefficients :

$$K_H = \frac{K \cdot T \cdot a_N}{g}$$

$$K_V = 0,4 \cdot K_H$$

T est le coefficient topographique à l'aplomb du mur : $T = 1$

K est le coefficient qui dépend de l'amplitude de déplacement du mur : $k = 0,5$

g est l'accélération de la pesanteur

Aux forces s'exerçant sur le bloc de sol supposé rigide (poids, réaction du mur, résistance au cisaillement mobilisée le long de la surface de rupture plane), on ajoute des forces d'inertie ($K_H \cdot W$) et $\pm (K_V \cdot W)$, où W est le poids du prisme de terre.

Le poids apparent résulte de la superposition des forces W, ($K_H \cdot W$) et $\pm (K_V \cdot W)$, et il fait donc un angle θ avec la verticale défini par : $\tan \theta = K_H / (1 \pm K_V)$

La poussée dynamique peut alors être évaluée.

Méthode :

On fait subir de manière fictive à l'ensemble mur et sol une rotation θ de telle manière que le poids apparent soit vertical.

Ainsi, le coefficient de poussée globale est calculé de la même manière que dans la théorie de Coulomb-Rankine en remplaçant λ par $\lambda + \theta$, β par $\beta + \theta$ et le poids volumique γ par le poids apparent :

$$\gamma_{app} = \frac{\gamma \cdot (1 \pm K_V)}{\cos \theta}$$

On obtient alors une expression du coefficient dynamique $K_{a,d}$

La force totale de calcul agissant sur le mur E_d vaut alors :

$$E_d = \frac{1}{2} \cdot \gamma_{app} \cdot (1 \pm K_V) \cdot K_{a,d} \cdot H^2$$

Le diagramme de poussée dynamique est considéré comme rectangulaire et le point d'application de la résultante est donc à la moitié de la hauteur.

Remarque :

La formule obtenue impose que l'équilibre du talus n'est possible que si : $\beta \leq \phi - \theta$

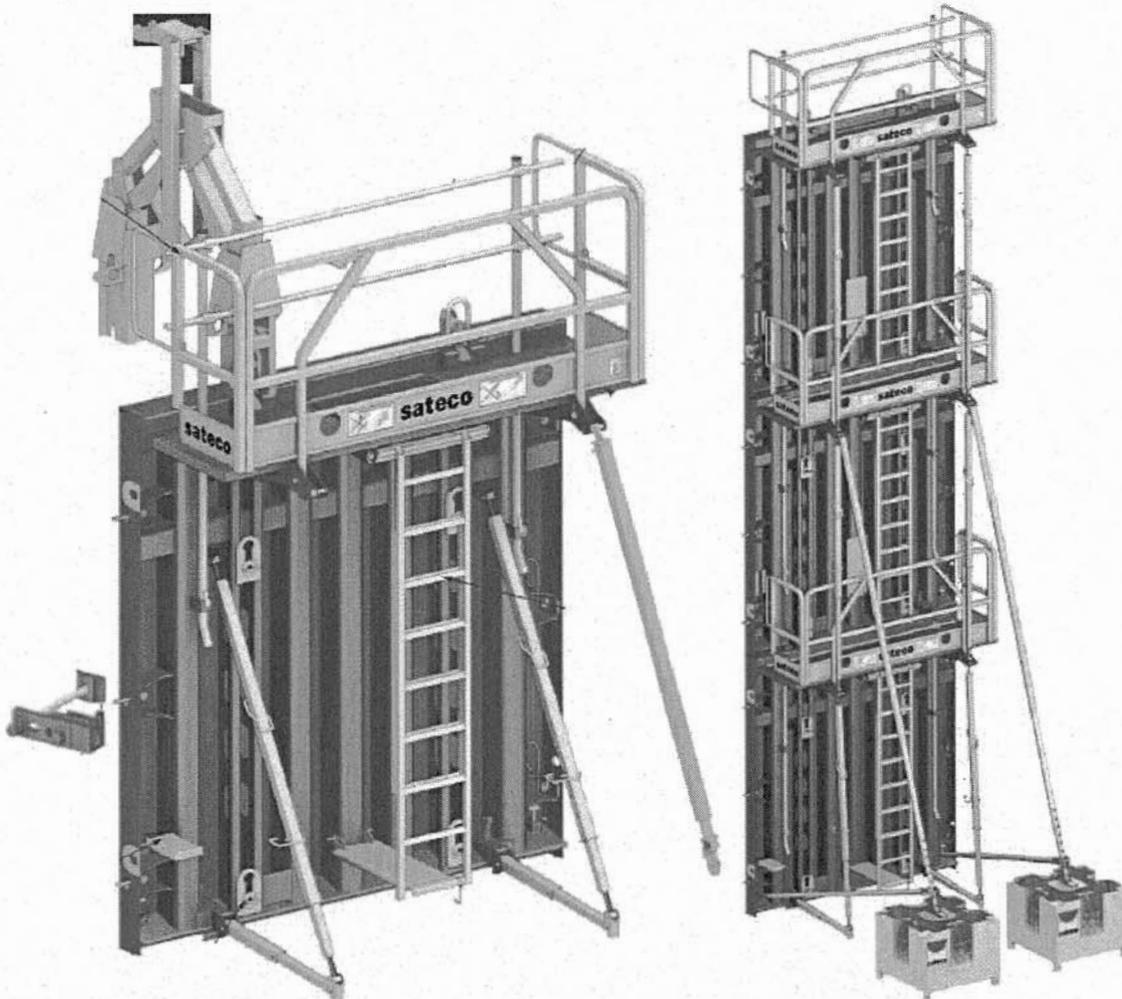
On peut considérer, en cas de séisme, que la partie supérieure de talus d'angle :

$\beta \geq \phi - \theta$ n'est pas stable et n'est pas à prendre en considération dans le calcul puisqu'elle disparaît dès le début du séisme.

On prendra donc pour le calcul un angle $\beta = \phi - 5^\circ$

UTILISATION DES BANCHES

- Banche caisson adaptée tant aux bâtiments qu'aux ouvrages d'art de grande hauteur.
Conçue dans le respect de la Norme NF P 93 350 et fabriquée selon les critères "QUALITE" de la certification ISO 9001.
- Pression béton admissible : 12 t/m² avec tige entretoise Ø23, 15 t/m² ; avec tige de Ø27
- Panneau caisson de grande rigidité résistant à 15 t/m² avec poutres intégrées contre la tôle coffrante. Absence de nid à béton.
- Tôle coffrante épaisseur 5 mm
- Rive du panneau constitué de plats de 8 mm
- Platelage avec trappe auto rabattable étanche
- Raidisseur bas - largeur 90 mm pour passage des fers en attente
- Accessoires repliables, colisables, imperdables.
- Stabilisateur arrière de sécurité au vent.
- Protection face avant manoeuvrable soit à partir du sol, soit du platelage par une seule personne.



BANCHE :
Hauteur : 2,800 m
Longueur : 2,400 - 1,200 - 0,900 - 0,600 - 0,300 m
Angle intérieur : 1,140 x 1,140 m
Angle extérieur en fonction de l'épaisseur du voile

SOUS-HAUSSE :
Hauteur : 1,000 - 1,500 m

REHAUSSE :
Hauteur : 0,500 m – 0.600 m – 0.700 m –
0.800 m (avec entretoise au dessus à
partir des rehausses hauteur 0.600 m).

COFFRAGE AVEC BETON AUTOPLAÇANT :

- 1) Utilisation de tiges entretoises et écrous neufs
- 2) Sur les entretoises les plus sollicitées il est fortement conseillé de doubler les écrous afin de limiter les efforts au desserrage.
- 3) Indicateur de charge pour vérifier les efforts maxi à ne pas dépasser dans la tige entretoise. L'indicateur ne doit pas se situer dans une zone avec réservations. Si l'effort est dépassé il faut stopper le coulage, car la hauteur de béton frais dépasse le maximum autorisé.
 - o Utilisation avec tige Ø23 mm :
Pour hauteur ≤ 7,500 m, coulage continu sans procédure de coulage (déversement par le haut)
Pour hauteur > 7,500 m, établir une procédure de coulage.
 - o Utilisation avec tige Ø27 mm :
Pour hauteur ≤ 8,900 m, coulage continu sans procédure de coulage (déversement par le haut)
Pour hauteur > 8,900 m, établir une procédure de coulage.
- 4) Sous-hausse 1,500 m avec 2 entretoises obligatoires au dessus de 4,800 m.
Le serrage des tiges entretoise doit se faire de façon uniforme avec les clés de coffrage sans rallonge de clé.
L'effort maximum de serrage admissibles est de 2,5 t, afin d'éviter les déformations irréversibles de la face coffrante et des cônes écarteurs.

A	T		Vt								
			1	1.5	2	2.5	3	4	5	6	7
125	5	Pr	6	8.5	10.5	12.5	14	17	19.5	21.5	23.5
		H	3	4.5	6	7	9	11.5	14.5	17.5	20.5
	10	Pr	5	7.5	9.5	11	13	15.5	16	20	21.5
		H	2.5	3.5	5	6	7.5	10	12.5	15	17.5
	15	Pr	4.5	5.5	8	9.5	11	14	16	18	20
		H	2	3	4	5	6.5	8.5	10.5	12.5	14.5
	20	Pr	3.5	5	7	5	9.5	12	14	16	17.5
		H	1.5	2.5	3.5	4	5	7	8.5	10	12
150	5	Pr	6.5	9	11.5	13.5	15	18.5	20.5	22.5	24.5
		H	3	5	6.5	8	9.5	13	16	19	22.5
	10	Pr	5.5	8	10	12	14	17	19.5	21.5	23
		H	3	4	5.5	7	8.5	11	14	17	19.5
	15	Pr	5	7	9	11	12.5	15	17.5	19.5	21.5
		H	2.5	3.5	5	6	7	9.5	12	14.5	17
	20	Pr	4	6	8	9.5	11	13.5	15.5	17.5	19.5
		H	2	3	4	5	6	8	10	12	14
200 à 300	5	Pr	7.5	10.5	13	15	17	20	22.5	24.5	26
		H	4	6	7.5	9.5	11.5	15	19	23	26,5
	10	Pr	7	9.5	12	14	16	19	21.5	23.5	25
		H	3.5	5	7	8.5	10	13.5	17	20,5	24
	15	Pr	6	8.5	11	13	14,5	17.5	20	22	23,5
		H	3	4.5	5	7,5	9	12	15	18	21
	20	Pr	5.5	7.5	9.5	11.5	13	16	18.5	20.5	22
		H	2,5	4	5	6,5	8	10,5	13	15,5	18

Légende :

A – Affaissement du béton (mm)
 T - Température du béton (°C)
 Vt - Vitesse de coulage du jeton (m/h)
 H - Hauteur de béton frais (m)
 Pr- Pression (t/m²)

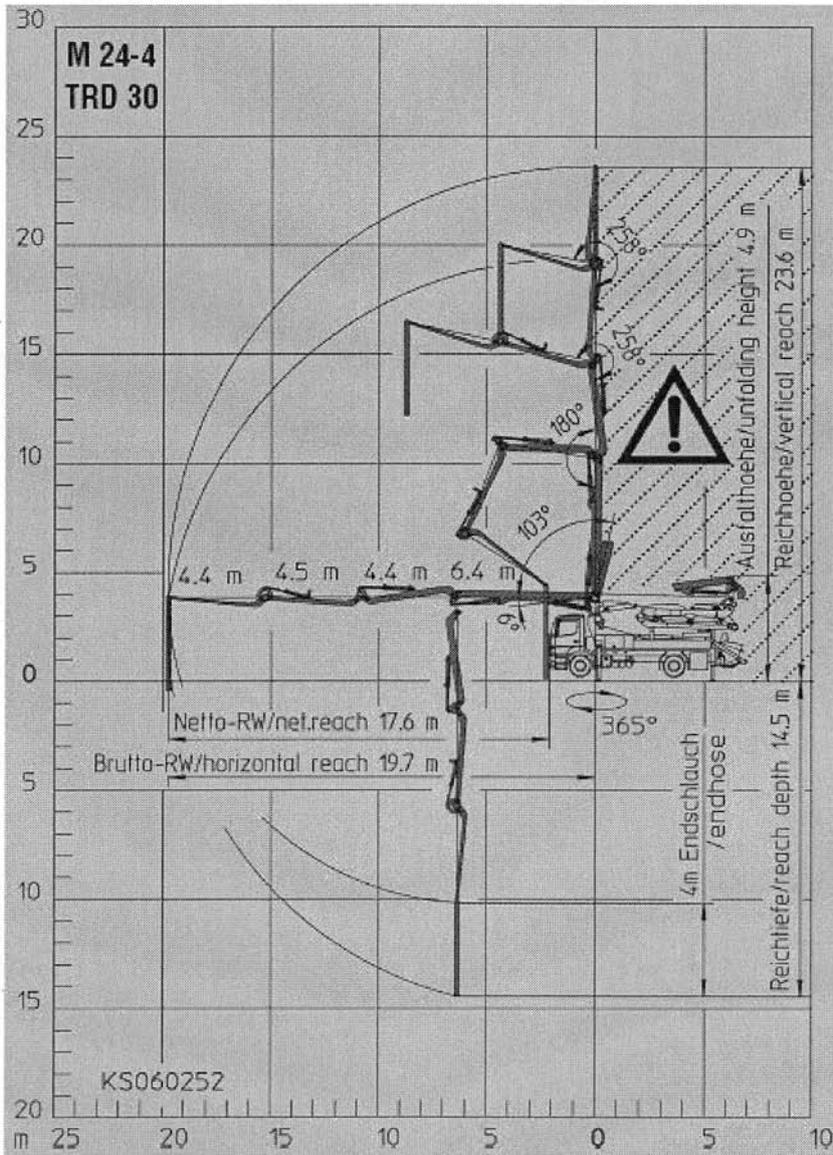
Exemple de poussée pour un coulage :

Hauteur coulée : 8 m
 Temps de coulage : 4 h
 Vitesse de coulage : 2 m/h
 Affaissement du béton : 150 mm
 Température du béton : 10 °C
 La poussée du béton est de 10 t/m²
 (soit une hauteur de béton frais de 5.500 m).

Pression maxi du béton 12 t/m² tige Ø 23
 Pression maxi du béton 15 t/m² tige Ø 27

D4- Données relatives aux pompes à béton PUTZMEISTER

M24-4



Caractéristiques techniques

Flèche de distribution M 24-4

Mode de pliage	4-bras-plier en-Z (Z)
Portée verticale	23.6 m
Portée horizontale	19.7 m brute
Portée profondeur	14.5 m
Hauteur de dépliage	4.9 m
Longueur de flexible d'épandage	4 m
Tuyauterie	DN125 max. 85 bar
Angle d'articulation	365°
Largeur de stabilisation	
avant/arrière	5.6/2.6 m

Pompe BRF.16 H /BSF.16 H

Débit béton	160 /108* m ³ /h
Pression béton	85/130 bar
Cylindres-ll-course	230/2100 mm
Nbre coups/Mn	31/21

Pompe BRF.14 H /BSF.14 H

Débit béton	140/88* m ³ /h
Pression béton	70/112* bar
Cylindres-ll-course	230/2100 mm
Nbre coups/Mn	27/17*

Pompe BRF.11 H

Débit béton	110 m ³ /h
Pression béton	78 bar
Cylindres-ll-course	230/1400 mm
Nbre coups/Mn	32

Pompe BRF.09 H

Débit béton	90 m ³ /h
Pression béton	78 bar
Cylindres-ll-course	230/1400 mm
Nbre coups/Mn	26

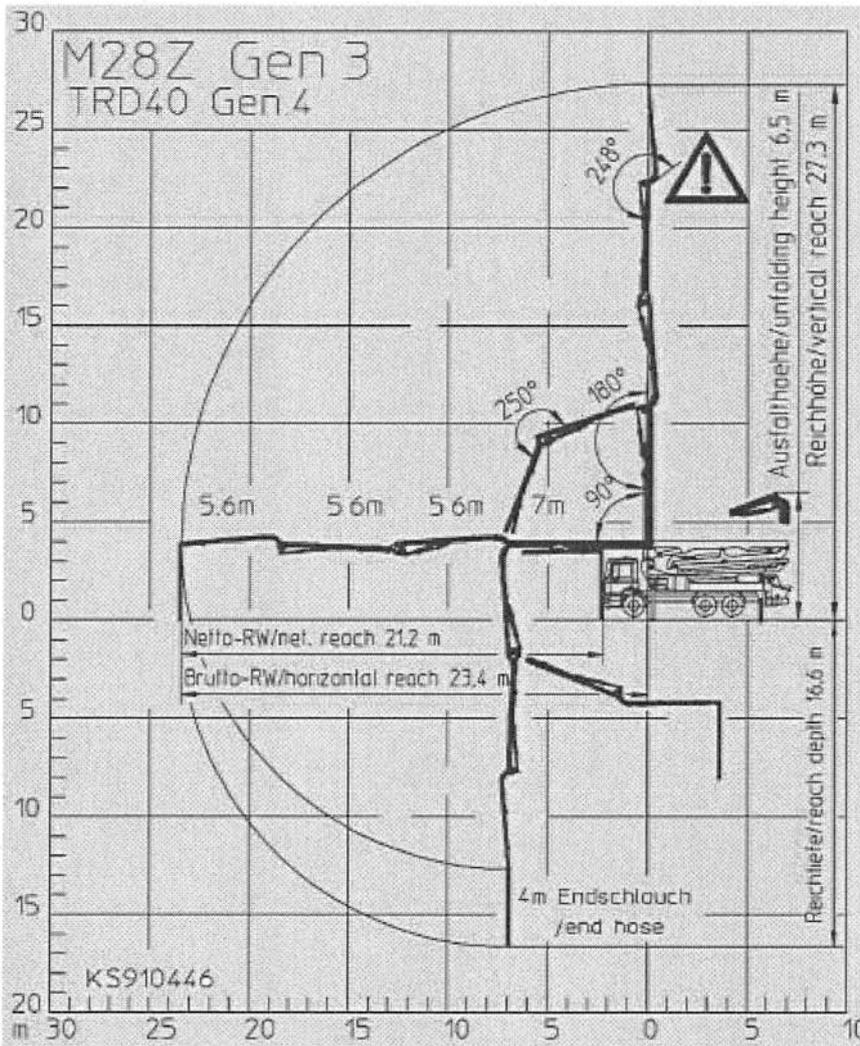
M28-4



Caractéristiques techniques

Flèche de distribution M 28-4

Mode de pliage	4-bras-pliage en-Z (Z)
Portée verticale	27.4 m
Portée horizontale	23.4 m brute
Portée profondeur	16.6 m
Hauteur de dépliage	6.5 m
Longueur de flexible d'épandage	4 m
Tuyauterie	DN125 max. 85 bar
Angle d'articulation	365°
Largeur de stabilisation avant/arrière	5.6/2.6 m



Pompe BRF.16 HLS/BSF.16 HLS

Débit béton	160 m ³ /h
Pression béton	85 bar
Cylindres-//course	250/2100 mm
Nbre coups/Mn	26

Pompe BRF.16 H / BSF.16 H

Débit béton	160/108* m ³ /h
Pression béton	85/130* bar
Cylindres-//course	230/2100 mm
Nbre coups/Mn	31/21*

Pompe BRF.14 H / BSF.14 H

Débit béton	140/88* m ³ /h
Pression béton	70/112* bar
Cylindres-//course	230/2100 mm
Nbre coups/Mn	27/17

Pompe BRF.11 H LS

Débit béton	110 m ³ /h
Pression béton	85 bar
Cylindres-//course	250/1400 mm
Nbre coups/Mn	27

M36-4



Caractéristiques techniques

Flèche de distribution M 36-4

Mode de pliage	4-bras-pliage en-Z (Z)
Portée verticale	35,6 m
Portée horizontale	31,7 m brute
Portée profondeur	23,7 m
Hauteur de dépliage	8,7 m
Longueur de flexible d'épandage	4 m
Tuyauterie	DN125 max. 85 bar
Angle d'articulation	365°
Largeur de stabilisation	
avant/arrière	6,3/6,5 m

Pompe BRF.16 HLS/BSF.16 HLS

Débit béton	160 m ³ /h
Pression béton	85 bar
Cylindres-l/course	250/2100 mm
Nbre coups/Mn	26

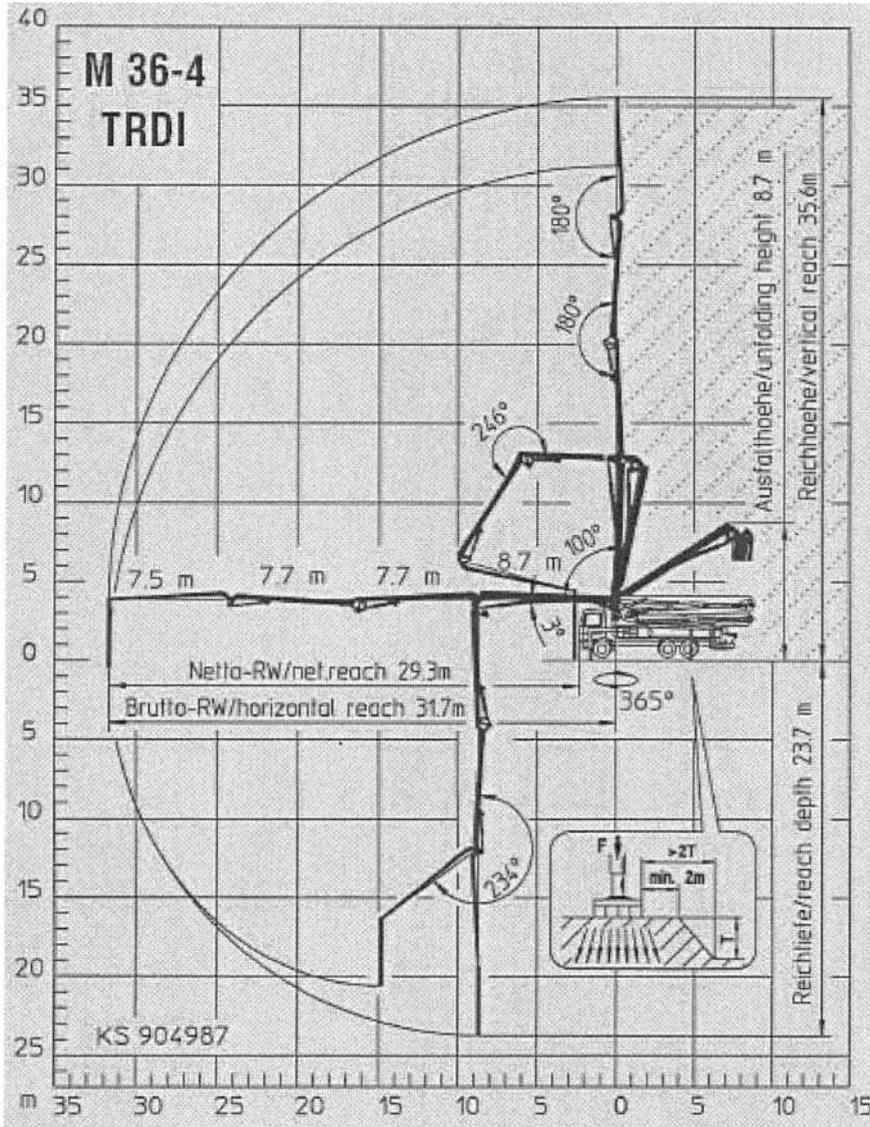
Pompe BRF.16 H / BSF.16 H

Débit béton	160/108* m ³ /h
Pression béton	85/130* bar
Cylindres-l/course	230/2100 mm
Nbre coups/Mn	31/21*

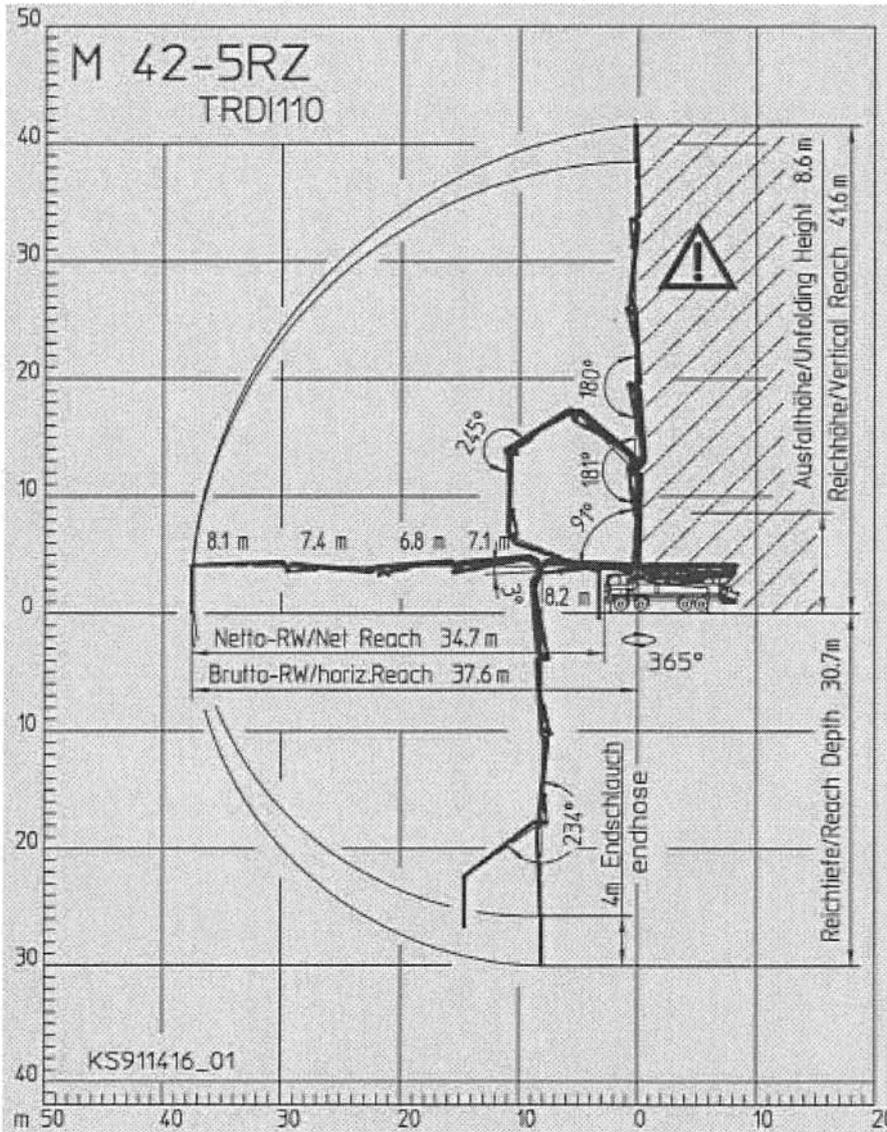
Pompe BRF.14 H / BSF.14 H

Débit béton	140/88* m ³ /h
Pression béton	70/112* bar
Cylindres-l/course	230/2100 mm
Nbre coups/Mn	27/17

Toutes les données sont des maxi théoriques
* côté tige/semelle. Les débits et les pressions
maxi. Ne peuvent être obtenus simultanément



M42-5



Caractéristiques techniques

Flèche de distribution M 42-5

Mode de pliage	5-bras-pliage en-Z (RZ)
Portée verticale	41,6 m
Portée horizontale	37,6 m brute
Portée profondeur	30,7 m
Hauteur de dépliage	8,6 m
Longueur de flexible d'épandage	4 m
Tuyauterie	DN125 max. 85 bar
Angle d'articulation	365°
Largeur de stabilisation	
avant/arrière	7,9/7,9 m

Pompe BRF.16 HLS/BSF.16 HLS

Débit béton	160 m ³ /h
Pression béton	85 bar
Cylindres-//-course	250/2100 mm
Nbre coups/Mn	26

Pompe BRF.16 H / BSF.16 H

Débit béton	160/108* m ³ /h
Pression béton	85/130* bar
Cylindres-//-course	230/2100 mm
Nbre coups/Mn	31/21*

Pompe BRF.14 H / BSF.14 H

Débit béton	140/88* m ³ /h
Pression béton	70/112* bar
Cylindres-//-course	230/2100 mm
Nbre coups/Mn	27/17

Toutes les données sont des maxi théoriques

* côté tige/semelle. Les débits et les pressions maxi. Ne peuvent être obtenus simultanément

D5- Données propres à la réalisation de la paroi périphérique

Catalogue de prix unitaires

<i>Désignation</i>	<i>U</i>	<i>P.U. (€/U)</i>
Armatures façonnées assemblées pour béton armé	kg	1,15 €
Béton C8/10	m ³	83,50 €
Béton C20/25	m ³	97,25 €
Béton C25/30	m ³	101,25 €
Béton C30/37	m ³	104,65 €
Produit de ragréage (0,5 kg/m ²)	kg	0,30 €
Location Coffrage manu portable avec accessoires (par mois)	m ²	47,25 €
Location banches SC9015 avec accessoires (par mois)	m ²	40,00 €
Location compacteur tandem 1,5 t	jour	105,00 €
Location passerelles de travail en encorbellement avec accessoires (par mois)	m	30,00 €
Location échafaudage (par mois)	m ²	12,00 €
Location grue mobile	mois	22000,00 €
Location pompe à béton	jour	550,00 €

Catalogue de temps unitaires

Les temps unitaires moyens ouvrier pour la réalisation des différentes parties d'ouvrage sont précisés ci-dessous :

<i>Réalisation des semelles</i>		
Béton propreté :	0,20	h/m ²
Ferraillage (80 Kg/ m ³) :	0,01	h/kg
Coffrage :	0,50	h/m ²
Bétonnage :	0,20	h/m ³
Remblaiement :	0,25	h/m ³

<i>Réalisation des voiles</i>		
Mise en place échafaudage :	0,10	h/m ²
Ferraillage (80 Kg/ m ³) :	0,01	h/kg
Coffrage :	0,75	h/m ²
Bétonnage :	0,20	h/m ³
Ragréage :	0,05	h/m ²

Autres données

- DHmO : 23,50 €/h
- Pertes sur le béton : 2%
- Frais de chantier : 14% des DS
- Frais généraux : 18% du coût de réalisation
- Bénéfice : 4 % du prix de vente

D6 – Données propres à la réalisation du noyau central

Densité de ferrailage pour le quantitatif :

- Radier : 80 kg/m³
- Porteurs verticaux : 50 kg/m³
- Porteurs horizontaux : 100 kg/m³

Catalogue de temps unitaires

Les temps unitaires moyens ouvrier pour la réalisation des différentes parties d'ouvrages sont précisés ci-dessous :

- Coffrage horizontal ou vertical : 0.50 h/m²
- Mise en œuvre des armatures : 0.025 h/kg
- Bétonnage du radier : 0.40 h/m³
- Bétonnage des éléments horizontaux : 0.8 h/m³
- Bétonnage des éléments verticaux : 1.0 h/m³

Autres données :

Les travaux pour réaliser le noyau central de l'arase inférieure du radier de l'altitude -3.200 jusqu'au niveau + 5.380 doivent être réalisés en 10 semaines.

Certaines informations, nécessaires pour traiter la partie B2, ont été volontairement omises, elles sont laissées à l'appréciation des candidats qui devront justifier leur choix.

DETAIL ABOUT Facette primaire Echelle 1/10



COFFRAGE Facette primaire Echelle 1/50

Concours externe de recrutement de professeurs agréés

Section Genie Civil Session : 2010

SILOS de STOCKAGE
Coffrage facette primaire

Option A Ingenierie de Projet
Echelle : 1/50-1/10

R2