

1. COMPETENCES A DEVELOPPER

1.1. Compétence ciblée :

Compétence 4 : Organiser un chantier de BTP

1.2. Description des objectifs de la SAÉ et de la problématique professionnelle associée :

Par cette SAÉ, l'étudiant sera amené à choisir des modes constructifs garantissant la qualité des ouvrages et la sécurité des compagnons.

Il pourra ainsi planifier l'utilisation des moyens humains et matériels de l'entreprise dans le respect d'un cadre budgétaire et d'un délai contractuel.

1.3. Apprentissages critiques :

- Exploiter les pièces écrites, graphiques et numériques du dossier technique pour réaliser un quantitatif.
- Comparer des modes constructifs et proposer des modes opératoires en analysant les risques principaux.
- Décomposer la réalisation d'un ouvrage en tâches élémentaires et estimer leurs durées.
- Établir la planification des travaux d'un ouvrage simple.

2. PROGRAMME DE LA SAE

TD 4h : Présentation du sujet et début du calcul du coffrage du tablier

TD 4h : fin du calcul du coffrage du tablier et début coffrage de la pile

TD 4h : fin du coffrage de la pile et rotation de camion toupie pour son coulage

TD 4h : Phasage des travaux à partir de la maquette 3D et Planning grande maille

TD 4h : Planning d'exécution de la phase 1

3. EVALUATION ET LIVRABLES DE LA SAE

Coef 6 dans BC4

- Etudes du coffrage et du coulage du tablier : 0.5
- Phasage des travaux et Planning grande maille : 0.2
- Planning d'exécution, quantitatif et constitution des équipes : 0.3

4. OBJECTIF DU SUJET

Lors des trois premières séances (12h TD), vous devrez

- a. Comprendre le fonctionnement d'un coffrage de tablier et savoir dimensionner les éléments du coffrage et de l'étalement du tablier
- b. Comprendre le fonctionnement d'un coffrage de pile et savoir dimensionner les éléments du coffrage
- c. Organiser le coulage du tablier dans la journée en optimisant la rotation des camions toupies

Dans la quatrième séance (4h TD) :

- d. Réaliser le phasage des travaux et le planning grande maille de l'ensemble de l'ouvrage en mettant en pratique les compétences développées au premier semestre sur les ponts.

Dans la cinquième séance (4h TD) :

- e. Réaliser le planning d'exécution de la phase 1 du chantier en optimisant les moyens humains et matériel.

5. RESSOURCES A DISPOSITION

- Sujet de la SAE 2.6
- Coupe longitudinale de l'ouvrage
- Plan de coffrage de la pile (on considère que toutes les piles sont identiques)
- Plan de coffrage de la culée (on considère que les deux culées sont identiques)
- Demi-coupe du tablier
- Un diaporama sur la réalisation de l'ouvrage (PSIDP)
- La maquette BIM de l'étalement et du coffrage sur Trimble Connect (projet PS RN145) afin que vous puissiez visualiser le principe de l'étalement.
- Fichier Excel « quantitatif à remplir SAE 2.6 »

6. PRESENTATION DE L'OUVRAGE

6.1. Descriptif

Les travaux du présent marché, constituent la première phase de l'aménagement de la RN 145 entre le Trois et Demi et le Mouchetard. Il s'agit de la construction d'un passage supérieur permettant le rétablissement des voies de communication en passage dénivelé.

Le tracé en plan est un alignement droit sur toute la longueur de l'ouvrage. Le profil en long est en pente unique de 2.04 %. Pour le profil en travers, la chaussée a une largeur entre bordures de 5.50 m. Elle est bordée de chaque côté par un trottoir de 1.00 m. La pente est en toit à 2.5 %.

Le gabarit à conserver sous l'ouvrage sera au minimum de 4.85 m de hauteur.

Le passage supérieur sera réalisé en déblais. Les piles et les culées reposeront sur le sol par l'intermédiaire de semelles filantes. Le tablier de type PSIDA (Passage Supérieur ou Inférieur en Dalle de béton Armé), est à 4 travées de portées : 10.10 mètres, 12.70 mètres, 12.70 mètres, 9.80 mètres.

6.1.1. Culées

Assurant la liaison entre le pont et les remblais, chaque culée est constituée d'un voile enterré s'appuyant sur le sol par l'intermédiaire d'une fondation superficielle (semelle filante). Ce voile est surmonté d'un chevêtre (ou sommier d'appui) comprenant un mur garde-grève doté d'une réservation pour le joint de chaussée et d'un corbeau arrière sur lequel prend appui la dalle de transition.

6.1.2. Piles

Fondées à des niveaux différents (454.817 pour P2, 454.555 pour P3 et 454.290 pour P4) sur des semelles filantes surmontées d'un raidisseur et de 2 voiles à section rectangulaire sur lesquelles vient s'appuyer le tablier.

6.1.3. Tablier

De section constante, le tablier en béton armé est coulé en place sur un coffrage appuyé sur cintre. Une forme de pente (2,5 %) créé au coulage du tablier permet l'écoulement des eaux

pluviales dans le plan transversal. Dans le plan longitudinal, la pente de 2.04 % est déterminée par le coffrage et le coulage.

6.1.4. Equipements

Les dalles de transition seront réalisées après exécution des remblais contigus.

Le revêtement du tablier comprend une **couche d'étanchéité**, de type chape épaisse à base d'asphalte, constituée de feuilles préfabriquées et d'une couche de roulement constitué d'un tapis d'enrobés bitumineux.

Le **trottoir**, de type creux, rempli de gros béton, est délimité par une bordure de type T1. La **contre-corniche** (coulée en place, après la pose de la corniche) comprend une engravure pour éviter la pénétration de l'eau sous la couche d'étanchéité.

Les **corniches** dont le rôle est essentiellement esthétique sont préfabriquées et posées sur bain de mortier et scellées à la contre-corniche.

Le **garde-corps** est constitué, par la **barrière**, de type S8 adaptée piéton (à barraudage vertical).

Les **appareils d'appui** en élastomère fretté sont constitués par un empilage de feuilles d'élastomère et de tôles d'acier jouant le rôle de frettes

Des **joints de chaussée** souples, placées aux extrémités de l'ouvrage, permettent sa libre dilatation et, dans certaines limites, une rotation des sections extrêmes du tablier.

6.2. CLAUSES ADMINISTRATIVES

Délai contractuel : 6 mois,

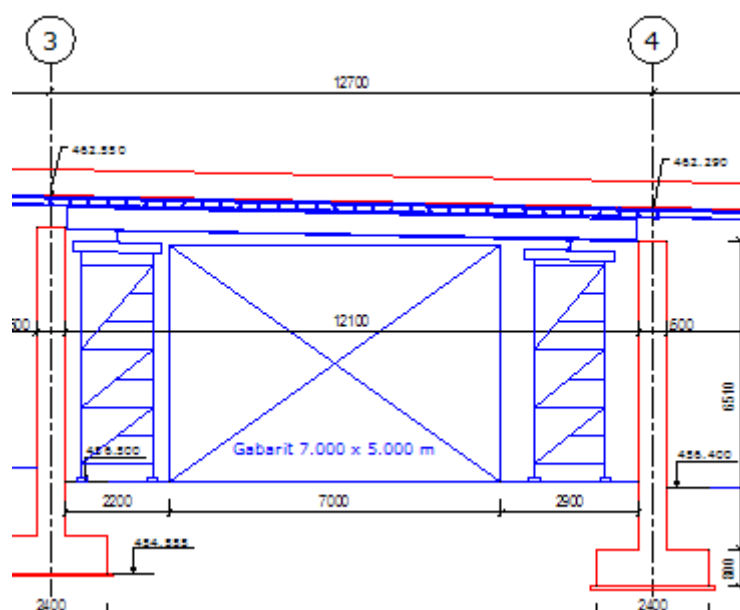
- Phase 1 : 40 jours,
- Phase de remblaiement : 1 mois (hors marché),
- Phase 2 : 3 mois.

Date de début des travaux : 5 septembre 2022.

La circulation sur la RN 145, pour l'instant à deux fois une voie, sera maintenue à double sens pendant toute la durée des travaux sauf pour quelques opérations ponctuelles pendant lesquelles elle sera interrompue. A cette fin, une passe charretière sera aménagée sous le PSIDA durant sa construction.

Ce qui impose :

- de réserver un gabarit de passage de largeur égale à celles des voies de circulation concernées et de hauteur égale à 5.00 m,
- de mettre en place des dispositifs (banquettes ou glissières) de sécurité au niveau des piles,
- de placer, de part et d'autre de l'ouvrage, un portique de protection du gabarit muni d'un dispositif (cellule + réflecteur) permettant de déceler les véhicules dont la hauteur est trop importante, d'une sirène associée à un feu tricolore (type Trafic 222 sur trépied) et d'une déviation permettant aux véhicules dont la hauteur est trop importante d'effectuer leur demi-tour.
- la mise en place d'une passerelle de circulation passant au-dessus de la RN145 permettant au personnel du chantier de franchir cette voie sans créer de risques.



6.3. MODE CONSTRUCTIF

Les piles et culées seront coulées en place.

Le tablier sera également coulé en place, sur des panneaux coffrants type DOKA de 21 mm d'épaisseur supportés par des poutrelles en bois H20 qui reposent sur des cintres constitués de profilés HEB.

Ces profilés s'appuieront sur des tours d'étalement de type SAXO. Les tours seront placés sur des madriers de dimensions 220 x 80 mm pour répartir la charge sur le sol.

6.4. INFORMATIONS DU BUREAU DES METHODES

Le ferrailage des éléments est inclus dans les temps unitaires suivants.

Temps unitaires :

bétonnage de propreté 2 h/m³

bétonnage semelle et élévation 1 h/m³

bétonnage du tablier 0,6 h/m³

coffrage semelle et élévation culées 1 h/m²

coffrage des piles 1,5 h/m²

Ratio d'armature moyen 120 kg / m³

pose des armatures 25 h /tonne

7. TRAVAIL DEMANDE :

7.1. Etalement et coffrage du tablier :

Le coffrage de la travée 3 du tablier sur cintre doit laisser un gabarit de passage. A partir des documents décrivant les caractéristiques constituant le coffrage en annexe 1 (page 12), dimensionner le coffrage, compléter le plan et la coupe et donner la nomenclature de l'étalement. La démarche pourra être la suivante :

1. Calculer les actions que reprend le coffrage (poids du béton armé, surcharge de chantier : 2 kN/m², et poids propre estimé du coffrage : 1.20 kN/m²).
2. A partir du diagramme de déformation des panneaux de Dokadur 21 mm et la charge reprise par ces panneaux, déterminer l'espacement des poutrelles H20 pour éviter une flèche supérieur à L/500.
3. Calculer la charge linéaire que reprend chaque poutrelle. A partir du diagramme déformation des poutrelles H20 et du critère de flèche (L/500), déterminer l'espacement des cintres qui soutiennent les poutrelles.
4. Déterminer la portée libre du cintre (L). Calculer la charge linéaire que reprend le cintre. En limitant la flèche à L/500, déterminer le profilé HEB qui respecte cette condition ($f = 5pl^4/384.E.I$) en choisissant dans le catalogue de l'annexe 1.
Vous devez également vérifier que le profilé choisi ne subit pas de contraintes de traction ou de compression sur ses fibres supérieures ou inférieures qui soient supérieures à la valeur de 200 MPa en phase élastique ($\sigma = M/W_{el}$)

5. En considérant que nous placerons une tour d'étaie sous chaque cintre déterminer la répartition des tours et leur espacement. Choisir l'orientation des tours et leurs dimensions en plan permettant de limiter la portée du profilé IPE qui soutient les cintres.
6. Tracer un schéma mécanique de la filière axiale (profilé IPE qui soutient les cintres). Chercher une travée et un chargement « isostatique » dimensionnant afin de simplifier les calculs de flèche maxi. Dimensionner l'IPE sous les conditions de flèches et de contrainte.
7. Dimensionner le profilé IPE au-dessus de chaque tour d'étaie sous les conditions de flèches et de contrainte (pour une poutre sur 2 appuis chargée d'une force ponctuelle (P) centrée, la flèche maxi au centre : $f = P \cdot L^3 / 48 \cdot E \cdot I$).
8. Vérifier que la contrainte exercée sur le sol est inférieure à 0.5 MPa
9. Déterminer la constitution des tours (hauteur, nombre et type d'éléments les constituants).
10. Tracer sur le plan et la coupe le système d'étaie légendé.

7.2. Coffrage de Pile :

A partir de la documentation des coffrages « DOKA » donnée en annexe 2, dimensionner le coffrage de la pile P3.

- 7.2.1. On considère que la pile est coffrée complètement et coulée en une seule fois.
- 7.2.2. Calculer le temps nécessaire au coulage pour déterminer la pression du béton sur le coffrage.
- 7.2.3. Déterminer l'espacement des poutrelles pour un contreplaqué de 21 mm en limitant la flèche à $L/500$.
- 7.2.4. Déterminer l'espacement maximal des profilés WS10 TOP 50 en limitant la flèche des poutrelles à $L/500$.
- 7.2.5. Calculer l'espacement des tiges d'ancrages
- 7.2.6. Calculer le nombre d'étais (340 et 540) pour reprendre les actions du vent sur le coffrage.
- 7.2.7. Réaliser le plan du coffrage et donner la nomenclature des éléments à mettre en œuvre.

7.3. Coulage du tablier :

Le coulage du tablier doit se faire en continu. Malgré la présence d'une grue sur le site, il est prévu d'utiliser une pompe à béton. Pour des raisons de sécurité, deux pompes à béton seront louées (pour éviter la panne) et deux centrales à béton seront sollicitées. L'une fournira le béton, et la seconde sera prête à prendre le relais dans le cas où la première tomberait en panne.

On tiendra compte des recommandations du SETRA (Service des Etudes Techniques des Routes et Autoroutes) concernant l'utilisation des pompes à béton :

« .../...Pour assurer un bon fonctionnement, il faut que la trémie soit toujours en charge (emplie au ¾ de sa capacité).../...en raison des consistances du béton demandé pour les ouvrages d'art, il est prudent de considérer que le débit pratique d'une pompe représente en général les 2/3 ou les ¾ du débit théorique du constructeur ».

Pour cette étude, on utilisera un coefficient de débit pratique de 0,7.

Le débit théorique est égal au volume de béton divisé par la durée de bétonnage (m^3/h).

Nous devons choisir une pompe dont le débit pratique est bien sûr supérieur au débit théorique afin d'être assuré de terminer le bétonnage dans le délai imparti.

Le coulage doit commencer à 8 heures et se terminer à 12 heures 30.

Pour tenir compte des pertes lors de la mise en oeuvre et de la contraction due à la vibration, on appliquera un coefficient de majoration de 7 % sur le volume de béton en place.

Pour le transport du béton, on utilisera des camions-toupies de 6 m³. Les camions

s'approvisionnent à la centrale située à 9 km. Les camions roulent à une vitesse moyenne de 40 km/h. Le chargement du camion à la centrale dure 5 mn, le temps de vidage du camion dans la trémie tampon dépend du débit de la pompe.

Vous devez :

- déterminer, si le modèle de pompe à béton proposé (annexe 2 p17), permet de réaliser cette opération.
- déterminer le nombre et la rotation (représentée par un chemin de fer) des camions également nécessaires

7.4. Planning grandes mailles

7.4.1. Données pour le planning grandes mailles :

Dans un premier temps il faut placer les tâches principales afin de vérifier la durée globale des travaux. Cette opération est basée sur l'expérience du conducteur de travaux, il estime la durée de chaque tâche et le nombre d'ouvriers nécessaires.

TACHES	DUREE	TRAVAUX SOUS TRAITES
Phase 1		
Installation - Signalisation	5 jours	
Terrassement Généraux	5 jours	ST
Culée C5 élévation	5 jours	
Pile P4	10 jours	

Pile P2	10 jours	
Pile P3	10 jours	
Culée C1 élévation	5 jours	
Remblais	20 jours	ST
Phase 2		
Culée C1 chevêtre	5 jours	
Culée C5 chevêtre	5 jours	
Dalles de Transition	5 jours	
Etalement - Coffrage - Ferrailage Tablier	15 jours	
Bétonnage	1 jour	
Durcissement du béton	5 jours	
Décoffrage Dévérinage	5 jours	
Corniche	5 jours	
Etanchéité	5 jours	ST
Garde-corps	3 jours	ST
Trottoirs	2 jours	
Murs garde grève des chevêtres C1 & C5	5 jours	
Finitions (réalisation de la chaussée sur le pont)	5 jours	ST
Perrés : revêtement du talus sous le pont	5 jours	

7.4.2. Planning sur Project Libre

Utiliser le tutoriel pour saisir le planning

7.4.2.1 Ouvrir le logiciel et « nouveau projet », choisir la date de démarrage au 5/09/2022

7.4.2.2 Définir le calendrier et le temps de travail

7.4.2.3 Saisie des tâches et durées

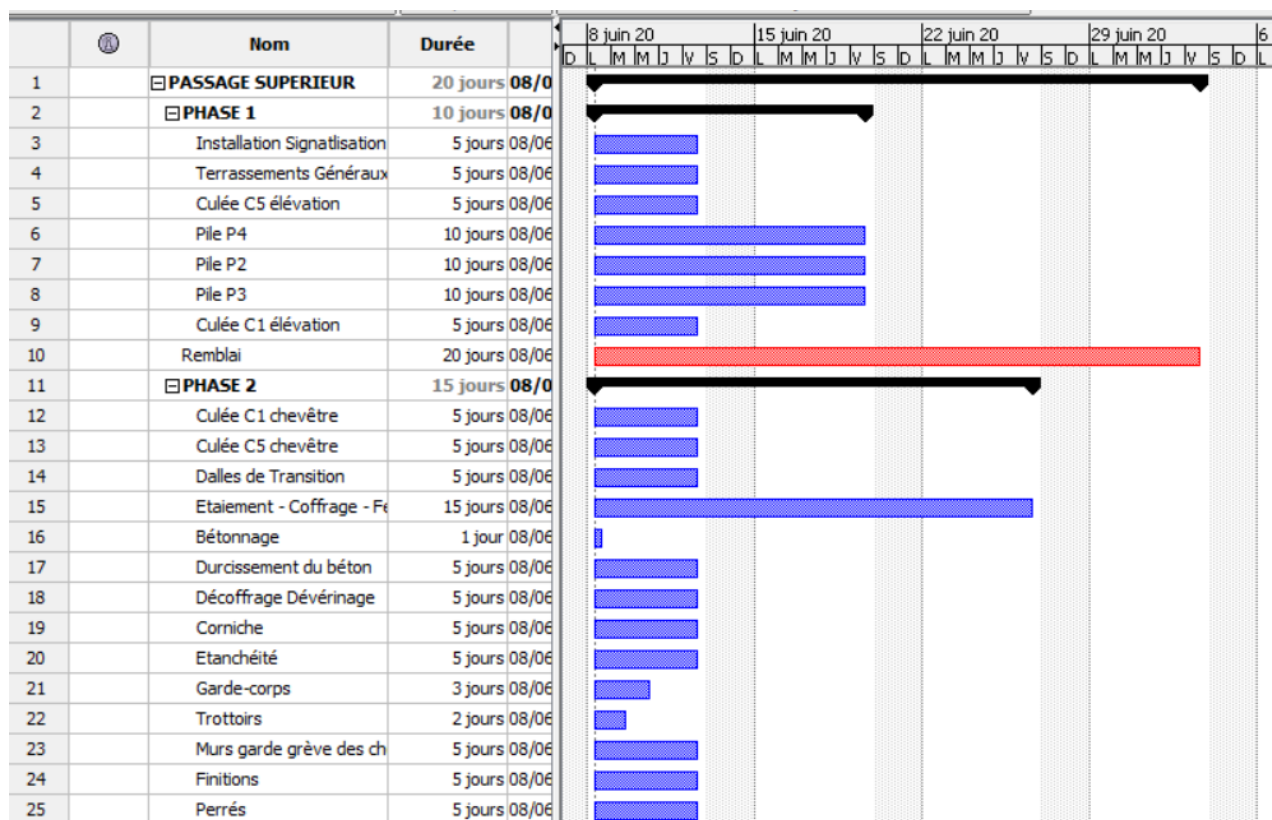
Vous pouvez utiliser le copier-coller entre le sujet Word et Project libre pour ne pas saisir toutes les tâches et durées

Saisir les tâches et les durées proposées en y intégrant la tâche récapitulative globale (Passage Supérieur », les phases 1 et 2 comme indiqué ci-dessous en haussant les tâches qui sont dans les différentes phases. Attention le Remblai n'est ni dans la phase 1, ni dans la phase 2 ! Il sera donc au même niveau que les tâches récapitulatives Phase 1 et Phase 2 :

Nous avons donc avant de saisir les liens :

- la tâche récapitulative « Passage supérieur » qui a une durée de 20j qui est la durée du remblai qui est la tâche la plus longue
- la tâche récapitulative « Phase 1 » qui a une durée de 10 jours
- la tâche récapitulative « Phase 2 » qui a une durée de 15j.

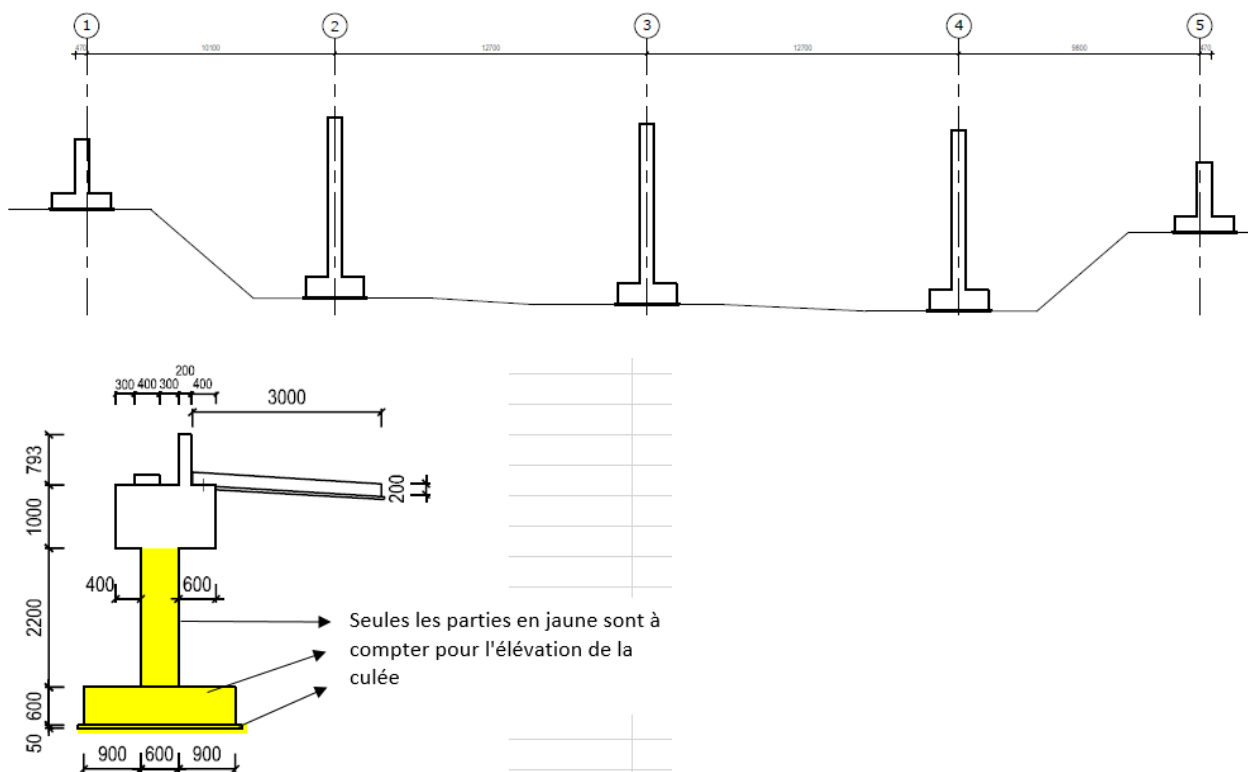
Si vous n'obtenez pas cela, utiliser les boutons « hausser » ou « abaisser » pour déplacer les tâches vers la droite ou vers la gauche.



7.4.2.4 Saisies des Prédécesseurs dans la Phase 1 : durée contractuelle : 40 jours

La Phase 1, consiste à effectuer un terrassement général sous les niveaux des bétons de propreté des 5 semelles. Puis de réaliser les 3 piles et seulement de l'élévation des deux culées.

Travaux de la phase 1 après le terrassement général



Les terrassements généraux ne peuvent débuter qu'après l'installation de chantier et la mise en place de la signalisation.

La réalisation des piles et des culées ne peut commencer qu'après les terrassements généraux. Dans la phase 1, vous pouvez avoir plusieurs équipes en parallèle (donc des tâches en parallèle). Pour l'économie du projet, vous devez privilégier le réemploi du coffrage de la pile et de la culée.

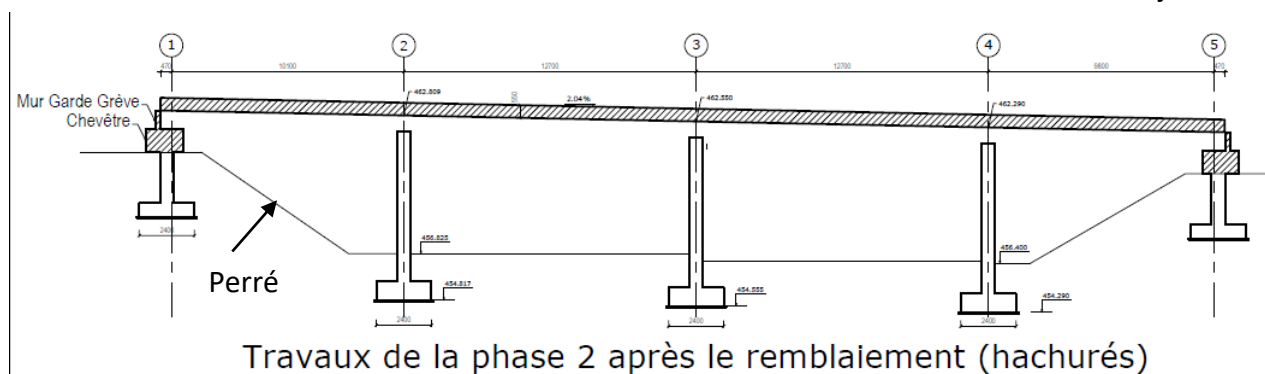
7.4.2.5 Remblai : durée 1 mois = 21 jours ouvrables

Le remblai ne pourra débuter qu'après la dernière tâche de la phase 1 et donc une fois seulement que les 3 piles et les deux élévations des culées seront réalisées.

Les remblais sont sous-traités à une entreprise de terrassement qui réalise ces travaux seule sur le chantier afin d'éviter des problèmes de co-activités et d'accidents.

Ces travaux consistent à remblayer derrière les culées pour réaliser le chevêtre et la dalle de transition sans étalement et à remblayer au-dessus des semelles pour préparer les travaux de chaussées.

7.4.2.6 Saisies des Prédécesseurs et des liens dans la Phase 2 : durée contractuelle : 60 jours



La phase 2 ne peut débuter qu'après la fin du remblaiement.

Regarder le diaporama sur le PSIDP, celui sur le cours de ponts et utiliser les compétences développées en TTP1 pour savoir dans quel ordre sont réalisés les différents éléments de la phase 2.

Analyser également la coupe transversale du tablier pour savoir dans quel ordre sont réalisés les éléments sur le tablier.

Quelques éléments d'aide :

La superstructure du tablier ne peut débuter qu'après le dévérinage du tablier.

La pose des garde corps peut commencer 3 jours après le début de l'étanchéité.

Les trottoirs seront réalisés après la pose des garde corps.

Réaliser le planning grandes mailles de la phase 2 en vérifiant que vous pouvez respecter les délais du marché en privilégiant le travail en continu (en évitant les interruptions, sauf pour le durcissement du béton du tablier) des ouvriers de l'entreprise de gros œuvre avec une seule équipe pour la phase 2.

Cela signifie qu'à part pendant le durcissement du béton avant le dévérinage, toutes les tâches réalisées par votre entreprise (celles qui ne sont pas sous-traitées) doivent s'enclencher en continue. Et comme c'est la même équipe qui réalise toutes les tâches non sous-traitées, elles ne peuvent pas être en parallèle sur le planning.

Par contre les tâches sous-traitées peuvent être réalisées en parallèle des tâches réalisées par votre entreprise si nécessaire et dans la logique des enclenchements.

7.5. Etude d'exécution des piles et de l'élévation des culées

7.5.1. Réaliser le quantitatif et le calcul du budget d'heures pour la réalisation des 3 piles et de l'élévation des culées.

Pour cela, ouvrir le fichier Excel « Quantitatif à remplir SAE 2.6 » et remplir les tableaux se trouvant dans le premier et dernier onglet.

7.5.2. Planning d'exécution :

Pour cette phase de travaux (Installation-Signalisation + Terrassement + Pile + Elévation des culées), il vous est demandé de réduire le délai d'exécution à 30 jours sans dépasser les 10 ouvriers sur le chantier pour cette phase. Pour cela vous pouvez procéder de la manière suivante :

7.5.2.1 Faire une décomposition de tâches élémentaires :

Rappel de la définition d'une tâche élémentaire :

- Tâche réalisée en continue
- Tâche réalisée avec la même équipe
- Tâche réalisée avec le même matériel (ici le même coffrage)
- Tâche réalisée dans le même lieu (ici Pile P2, P3 ou P4, Culée C1 ou C5).

Dans le planning d'exécution, on ne placera pas les tâches concernant la réalisation des bétons de propreté car elles seront réalisées la veille des semelles en fin de journée en temps masqué. On ne placera pas non plus les tâches concernant les bossages.

7.5.2.2 Trouver les contraintes entre les tâches permettant un réemploi des coffrages,

Etablir un tableau avec l'ensemble des tâches élémentaires de la phase 1 et indiquer les liens entre les tâches (N° du/des prédécesseurs pour les liaisons Fin-Début : SS + délai pour les liaisons début-début ou FF + délai pour les liaisons Fin-Fin)

7.5.2.3 Positionner ces tâches sur un nouveau planning Gantt

Créer un nouveau projet dans le logiciel Projet Libre et suivre la procédure donnée pour la réalisation d'un planning ou sur Excel pour ceux qui n'ont pas Project libre.

7.5.2.4 Déterminer la composition des équipes permettant de tenir le délai.

Utiliser le tableau Excel pour modifier la durée des tâches en fonction du nombre d'ouvrier de chaque tâche et modifier les durées sur le planning (arrondir les durées au jour entier)

7.5.2.5 Réaliser le planning définitif d'exécution concernant la réalisation :

- de l'élévation des culées C1 et C5 (fondations et voiles sous le chevet)
- des piles 2, 3 et 4

7.5.2.6 Représenter la courbe de main d'œuvre et vérifier que vous ne dépassez pas 10 ouvriers maximum sur le chantier dans la phase 1 en respectant les 30 jours pour cette phase.

Annexe 1

Diagramme de déformation des panneaux multiplex des bouleaux finlandais.

Dokaplex 21 mm
Panneau Dokadur-Plex 21

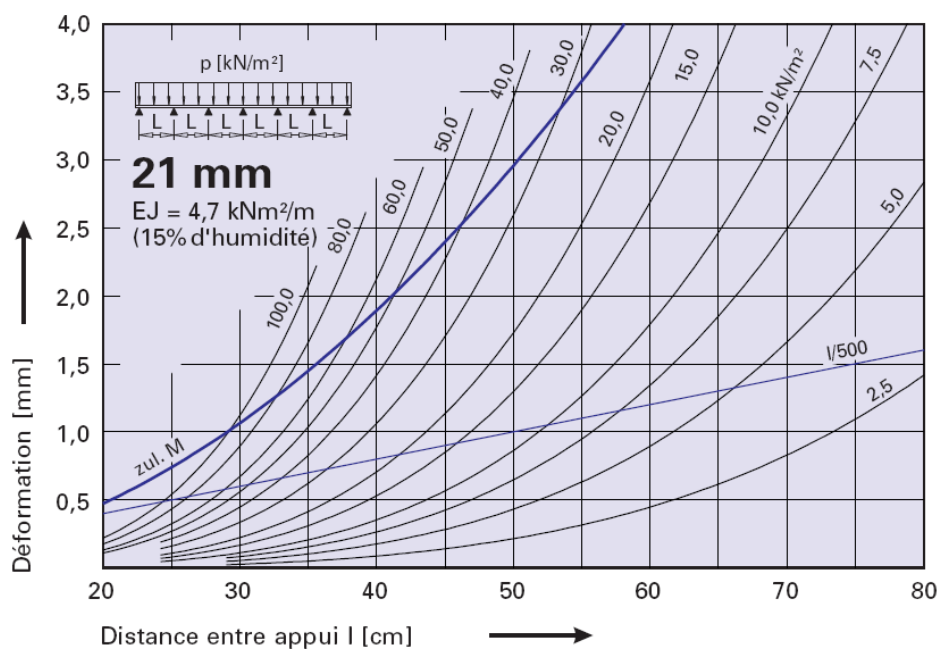
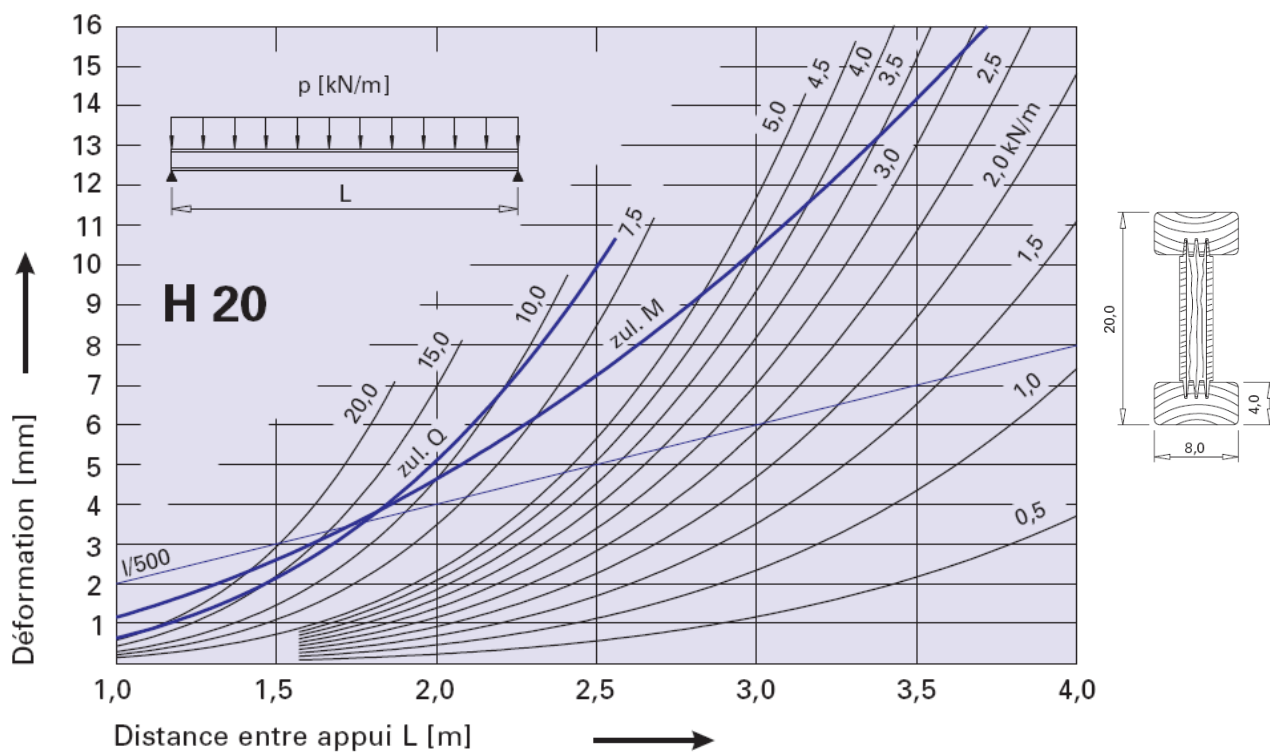
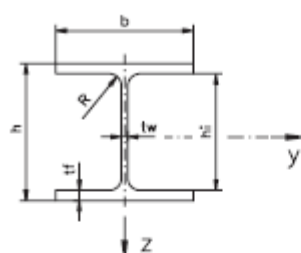


Diagramme de déformation des poutres H20 Doka.



Poutrelles européennes à larges ailes



h hauteur

b largeur

t_w épaisseur âme

t_f épaisseur aile

r rayon

h_i hauteur entre ailes

A section

G poids par mètre

I moment d'inertie

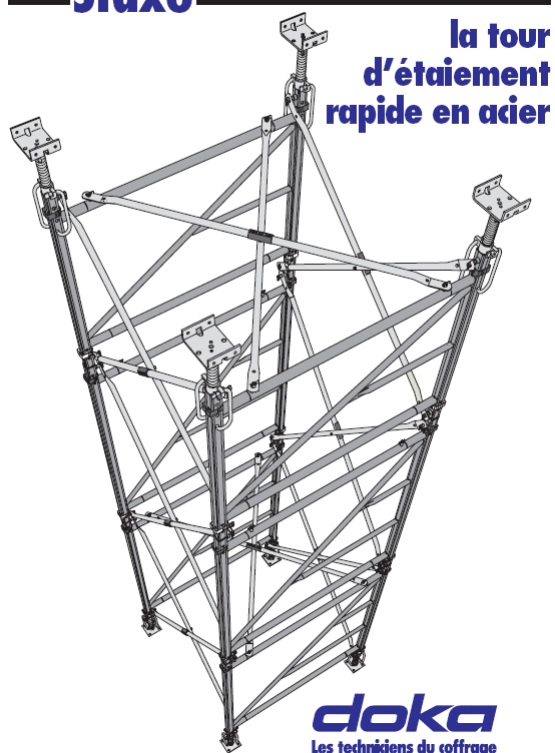
W module de flexion élastique

W_{pl} module de flexion plastique

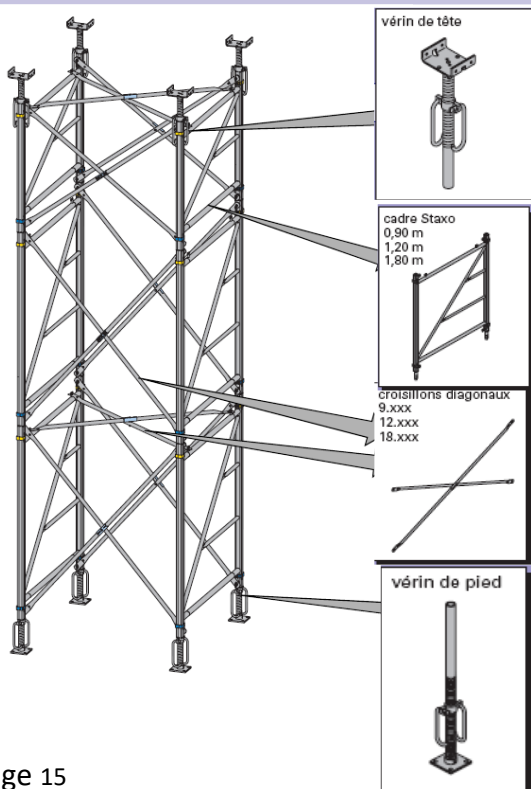
i rayon de giration

I_T constante de torsion

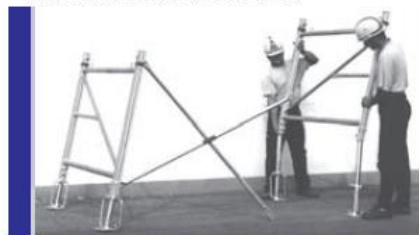
Désignation	Dimensions						Section	Poids	Caractéristiques								
									axe y-y				axe z-z				
	h mm	b mm	t_w mm	t_f mm	r mm	h_i mm	A cm ²	G kg/m	I_y cm ⁴	W_y cm ³	$W_{pl,y}$ cm ³	i_y cm	I_z cm ⁴	W_z cm ³	$W_{pl,z}$ cm ³	i_z cm	I_T cm ⁴
HE 100 B	100	100	6,	10,	12,	80,	26,	20,4	449,5	89,9	104,2	4,16	167,3	33,5	51,4	2,53	9,25
HE 120 B	120	120	6,5	11,	12,	98,	34,	26,7	864,4	144,1	165,2	5,04	317,5	52,9	81,	3,06	13,84
HE 140 B	140	140	7,	12,	12,	116,	43,	33,7	1509,	215,6	245,4	5,93	549,7	78,5	119,8	3,58	20,06
HE 160 B	160	160	8,	13,	15,	134,	54,3	42,6	2492,	311,5	354,	6,78	889,2	111,2	170,	4,05	31,24
HE 180 B	180	180	8,5	14,	15,	152,	65,3	51,2	3831,	425,7	481,4	7,66	1363,	151,4	231,	4,57	42,16
HE 200 B	200	200	9,	15,	18,	170,	78,1	61,3	5696,	569,6	642,5	8,54	2003,	200,3	305,8	5,07	59,28
HE 220 B	220	220	9,5	16,	18,	188,	91,	71,5	8091,	735,5	827,	9,43	2843,	258,5	393,9	5,59	76,57
HE 240 B	240	240	10,	17,	21,	206,	106,	83,2	11260,	938,3	1053,	10,31	3923,	326,9	498,4	6,08	102,7
HE 260 B	260	260	10,	17,5	24,	225,	118,4	93,	14920,	1148,	1283,	11,22	5135,	395,	602,2	6,58	123,8
HE 280 B	280	280	10,5	18,	24,	244,	131,4	103,	19270,	1376,	1534,	12,11	6595,	471,	717,6	7,09	143,7
HE 300 B	300	300	11,	19,	27,	262,	149,1	117,	25170,	1678,	1869,	12,99	8563,	570,9	870,1	7,58	185,
HE 320 B	320	300	11,5	20,5	27,	279,	161,3	127,	30820,	1926,	2149,	13,82	9239,	615,9	939,1	7,57	225,1
HE 340 B	340	300	12,	21,5	27,	297,	170,9	134,	36660,	2156,	2408,	14,65	9690,	646,	985,7	7,53	257,2
HE 360 B	360	300	12,5	22,5	27,	315,	180,6	142,	43190,	2400,	2683,	15,46	10140,	676,1	1032,	7,49	292,5
HE 400 B	400	300	13,5	24,	27,	352,	197,8	155,	57680,	2884,	3232,	17,08	10820,	721,3	1104,	7,4	355,7
HE 450 B	450	300	14,	26,	27,	398,	218,	171,	79890,	3551,	3982,	19,14	11720,	781,4	1198,	7,33	440,5
HE 500 B	500	300	14,5	28,	27,	444,	238,6	187,	107200,	4287,	4815,	21,19	12620,	841,6	1292,	7,27	538,4
HE 550 B	550	300	15,	29,	27,	492,	254,1	199,	136700,	4971,	5591,	23,2	13080,	871,8	1341,	7,17	600,3
HE 600 B	600	300	15,5	30,	27,	540,	270,	212,	171000,	5701,	6425,	25,17	13530,	902,	1391,	7,08	667,2
HE 650 B	650	300	16,	31,	27,	588,	286,3	225,	210600,	6480,	7320,	27,12	13980,	932,3	1441,	6,99	739,2
HE 700 B	700	300	17,	32,	27,	636,	306,4	241,	256900,	7340,	8327,	28,96	14440,	962,7	1495,	6,87	830,9
HE 800 B	800	300	17,5	33,	30,	734,	334,2	262,	359100,	8977,	10230,	32,78	14900,	993,6	1553,	6,68	946,
HE 900 B	900	300	18,5	35,	30,	830,	371,3	291,	494100,	10980,	12580,	36,48	15820,	1054,	1658,	6,53	1137,
HE 1000 B	1000	300	19,	36,	30,	928,	400,	314,	644700,	12890,	14860,	40,15	16280,	1085,	1716,	6,38	1254,



- sa force portante jusqu'à 60 kN/pied
- l'adaptabilité de l'écartement de ses cadres tous les 50 cm (de 1,00 m à 2,50 m)
- la grande largeur de ses cadres 1,52 m
- en hauteur:
 - adaptation sommaire tous les 30 cm en combinant les 3 hauteurs de cadre de 0,90 m, 1,20 m et 1,80 m
 - adaptation précise grâce aux vérins de tête et de pied

**assembler le premier niveau**

- installer les vérins de pied
- assembler les cadres Staxo à l'aide des croisillons diagonaux
- ajouter sur le dessous un croisillon diagonal supplémentaire comme raidisseur horizontal

**préparer les niveaux suivants**

- assembler les cadres Staxo à l'aide des croisillons diagonaux comme pour le premier niveau

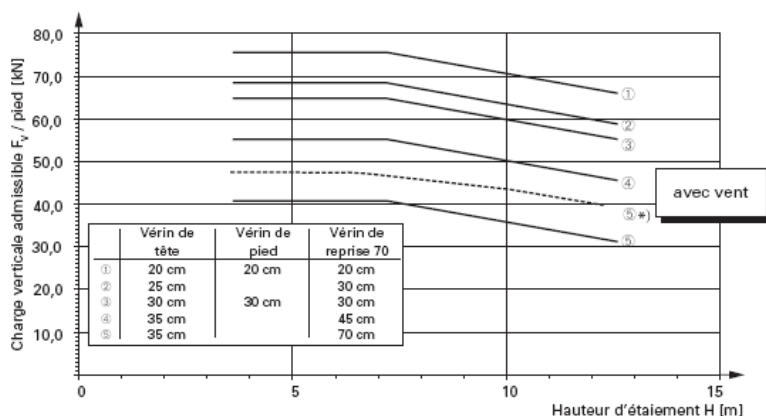


- installer les planchons
- accrocher la suspension de la grue

**construire la tour**

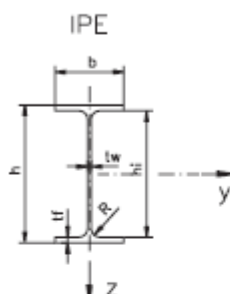
- positionner les niveaux à l'aide de la grue





Poutrelles IPE

Poutrelles I européennes



h	hauteur	I	moment d'inertie
b	largeur	W	module de flexion élastique
t_w	épaisseur âme	W_{pl}	module de flexion plastique
t_f	épaisseur aile	i	rayon de giration
r	rayon	I_T	constante de torsion
h_1	hauteur entre ailes		
A	section		
G	poids par mètre		

Désignation	Dimensions						Section	Poids	Caractéristiques								
									axe y-y				axe z-z				
	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm	h ₁ mm			A cm ²	G kg/m	I _y cm ⁴	W _y cm ³	W _{pl,y} cm ²	i _y cm	I _z cm ⁴	W _z cm ³	W _{pl,z} cm ²
IPE 80	80	46	3,8	5,2	5	69,6	7,6	6	80,1	20	23,2	3,24	8,5	3,7	5,8	1,05	0,7
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	88,6	10,3	8,1	171	34,2	39,4	4,07	15,9	5,8	9,2	1,24	1,2
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7	107,4	13,2	10,4	317,8	53	60,7	4,9	27,7	8,7	13,6	1,45	1,74
IPE 140	140	73	4,7	6,9	7	126,2	16,4	12,9	541,2	77,3	88,3	5,74	44,9	12,3	19,3	1,65	2,45
IPE 160	160	82	5	7,4	9	145,2	20,1	15,8	869,3	108,7	123,9	6,58	68,3	16,7	26,1	1,84	3,6
IPE 180	180	91	5,3	8	9	164	24	18,8	1317	146,3	166,4	7,42	100,9	22,2	34,6	2,05	4,79
IPE 200	200	100	5,6	8,5	12	183	28,5	22,4	1943	194,3	220,6	8,26	142,4	28,5	44,6	2,24	6,98
IPE 220	220	110	5,9	9,2	12	201,6	33,4	26,2	2772	252	285,4	9,11	204,9	37,3	58,1	2,48	9,07
IPE 240	240	120	6,2	9,8	15	220,4	39,1	30,7	3992	324,3	366,6	9,97	283,6	47,3	73,9	2,69	12,88
IPE 270	260	135	6,6	10,2	15	249,6	45,9	36,1	5790	428,9	484	11,23	419,9	62,2	97	3,02	15,94
IPE 300	300	150	7,1	10,7	15	278,6	53,8	42,2	8356	557,1	628,4	12,46	603,8	80,5	125,2	3,35	20,12
IPE 330	330	160	7,5	11,5	18	307	62,6	49,1	11770	713,1	804,3	13,71	788,1	98,5	153,7	3,55	28,15
IPE 360	360	170	8	12,7	18	334,6	72,7	57,1	16270	903,6	1019	14,95	1043	122,8	191,1	3,79	37,32
IPE 400	400	180	8,6	13,5	21	373	84,5	66,3	23130	1156	1307	16,55	1318	146,4	229	3,95	51,08
IPE 450	450	190	9,4	14,6	21	420,8	98,8	77,6	33740	1500	1702	18,48	1676	176,4	276,4	4,12	66,87
IPE 500	500	200	10,2	16	21	468	115,5	90,7	48200	1928	2194	20,43	2142	214,2	335,9	4,31	89,29
IPE 550	550	210	11,1	17,2	24	515,6	134,4	106	67120	2441	2787	22,35	2688	254,1	400,5	4,45	123,2
IPE 600	600	220	12	19	24	562	156	122	92080	3069	3512	24,3	3387	307,9	485,6	4,66	165,4
IPE O 180	182	92	6	9	9	164	27,1	21,3	1505	165,4	189,1	7,45	117,3	25,5	39,9	2,08	6,76
IPE O 200	202	102	6,2	9,5	12	183	32	25,1	2211	218,9	249,4	8,32	168,9	33,1	51,9	2,3	9,45
IPE O 220	222	112	6,6	10,2	12	201,6	37,4	29,4	3134	282,3	321,1	9,16	239,8	42,8	66,9	2,53	12,27
IPE O 240	242	122	7	10,8	15	220,4	43,7	34,3	4369	361,1	410,3	10	328,5	53,9	84,4	2,74	17,18
IPE O 270	274	136	7,5	12,2	15	249,6	53,8	42,3	6947	507,1	574,6	11,36	513,5	75,5	117,7	3,09	24,9
IPE O 300	304	152	8	12,7	15	278,6	62,8	49,3	9994	657,5	743,8	12,61	745,7	98,1	152,6	3,45	31,06
IPE O 330	334	162	8,5	13,5	18	307	72,6	57	13910	833	942,8	13,84	960,4	118,6	185	3,64	42,15
IPE O 360	364	172	9,2	14,7	18	334,6	84,1	66	19050	1047	1186	15,05	1251	145,5	226,9	3,86	55,76
IPE O 400	404	182	9,7	15,5	21	373	96,4	75,7	26750	1324	1502	16,66	1564	171,9	269,1	4,03	73,1
IPE O 450	456	192	11	17,6	21	420,8	117,7	92,4	40920	1795	2046	18,65	2085	217,2	341	4,21	109
IPE O 500	506	202	12	19	21	468	136,7	107	57780	2284	2613	20,56	2622	259,6	408,5	4,38	143,5
IPE O 550	556	212	12,7	20,2	24	515,6	156,1	123	79160	2847	3263	22,52	3224	304,2	480,5	4,55	187,5
IPE O 600	610	224	15	24	24	562	196,8	154	118300	3879	4471	24,52	4521	403,6	640,1	4,79	318,1

Annexe 2

SCHWING BPN 300 R

Diamètre standard tuyauterie

Pression maxi sur le béton

6,5 MPa

Débit théorique

63 m³/h



Boom Specifications

	U.S.	Metric
Pipeline Diameter (in. - mm)	5	125
Vertical Reach (ft. - m)	91	28
Horizontal Reach (ft.-in. - m)	77'-7"	23.6
Net Horizontal Reach (ft.-in. - m)	70'-5"	21.4
Unfolding Height (ft.-in. - m)	19'-2"	5.8
Section Lengths		
First Section (ft.-in. - m)	23'-3"	7
Second Section (ft.-in. - m)	18'-1"	5.5
Third Section (ft.-in. - m)	18'-1"	5.5
Fourth Section (ft.-in. - m)	18'-1"	5.5
Slewing Range (degrees)	370°	370°
End hose length (ft. - m)	12	3.7

Specifications are subject to change without prior notice.

