

SESSION 2011

**CAPLP
CONCOURS EXTERNE
ET CAFEP**

Section : GÉNIE MÉCANIQUE

options

**MAINTENANCE DES SYSTÈMES MÉCANIQUES AUTOMATISÉS
MAINTENANCE DES VÉHICULES, MACHINES AGRICOLES,
ENGINS DE CHANTIER**

**ÉCRIT 1
ÉPREUVE DE SYNTHÈSE**

Durée : 5 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

Thème:

POMPE A TUBE S

SOMMAIRE

Ce sujet comporte les quatre dossiers suivants:

- Dossier Présentation générale: pages 1/5 à 5/5
- Dossier Travail demandé: pages 1/18 à 18/18
- Dossier Documents Techniques:
 - DT1 = Plan d'ensemble Pompe à béton
 - DT2 = Plan d'ensemble Trémie + Tube S
 - DT3 = FAST relatif à FP1
 - DT4 = Spécifications PUTZMEISTER TK70
 - DT5 = Système de commutation – Simulation dynamique
 - DT6 = Coussinets SKF – Caractéristiques techniques
 - DT7 = Nomenclature
- Dossier Documents Réponse:
 - DR1 = Schéma de principe
 - DR2 = Chronogramme
 - DR3 = FAST relatif à FP2
 - DR4 = Schéma hydraulique de commande
 - DR5 = Etude cinématique du système de commutation
 - DR6 = Etude dynamique du système de commutation
 - DR7 = Cisaillement d'agrégat
 - DR8 = Analyse et critique du choix des paliers
 - DR9 = Hyperstatisme

**DOSSIER
PRÉSENTATION
GÉNÉRALE**

DOSSIER PRESENTATION GENERALE

1- Mise en situation :

Le bureau d'études de la société SERIP (19) a trois activités principales :

- sous-traitance et montage d'équipements de pompage de boue pour des stations d'épuration
- distribution d'équipements pour le transport et la projection de béton
- maintenance de pompes à béton de fortes puissances pour les chantiers importants (voir ci-dessous)



Flèche articulée de distribution
Colonne d'alimentation en béton



Pompes à béton (stationnaires ou mobiles)



C'est dans le cadre de cette dernière activité, au niveau de la pompe à béton, qu'apparaît la problématique qui va nous intéresser ici.

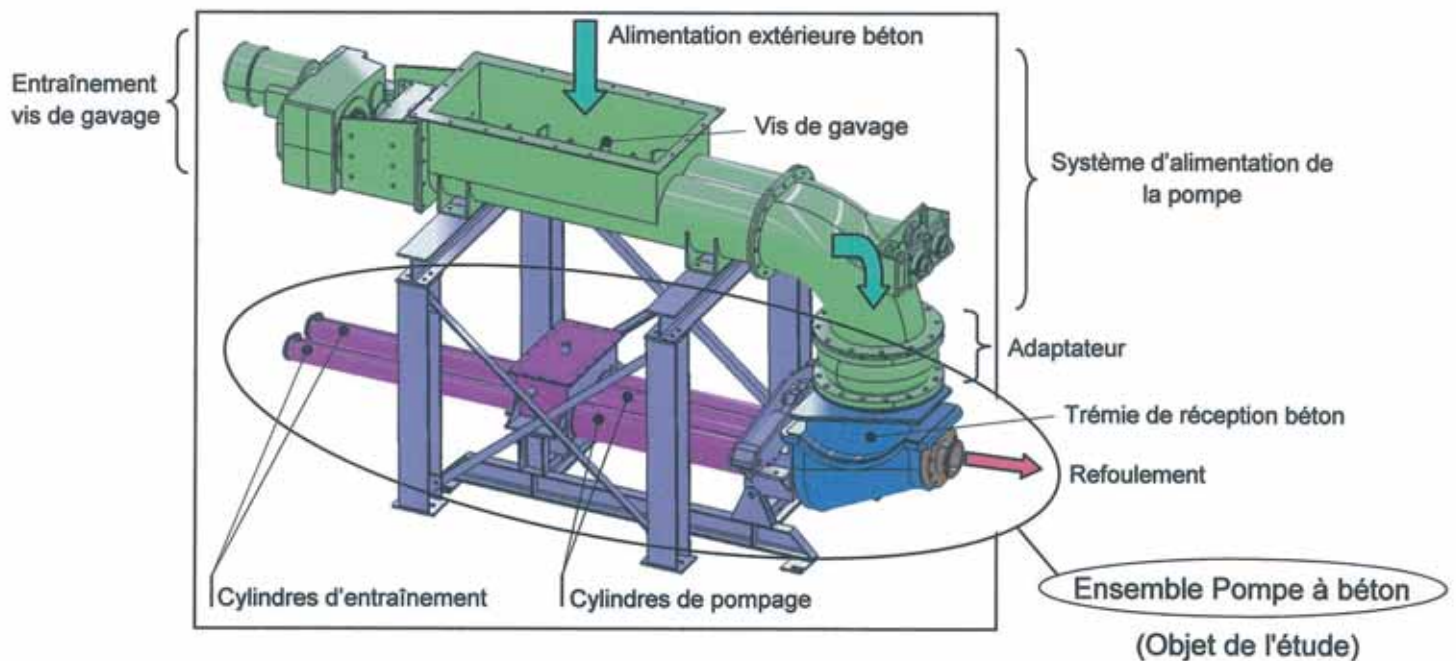
2- Pompes à béton:

Ces pompes à béton de fortes puissances (SERMAC, SCHWING, PUTZMEISTER, ...) sont mises en œuvre sur de gros chantiers où de grandes quantités de béton sont pompées régulièrement, voire 24h sur 24.

Alimentées en béton par bétonnières mobiles ou par centrales stationnaires, ces pompes à doubles pistons à entraînement hydraulique, permettent des performances exceptionnelles :

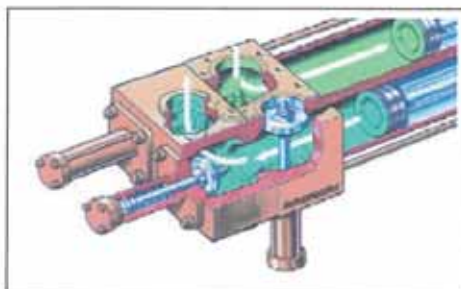
- Pression en sortie jusqu'à 300 bars
- Débit jusqu'à 100 m³/h
- Hauteur d'alimentation jusqu'à 200 m sans reprise (record mondial 606 m, Dubaï)
- Puissance du système d'entraînement jusqu'à 300 kW

Leur architecture générale est la suivante :



Il existe ensuite, pour ce genre de pompe, deux types de commutation Aspiration-Refolement :

- Les pompes à soupapes :

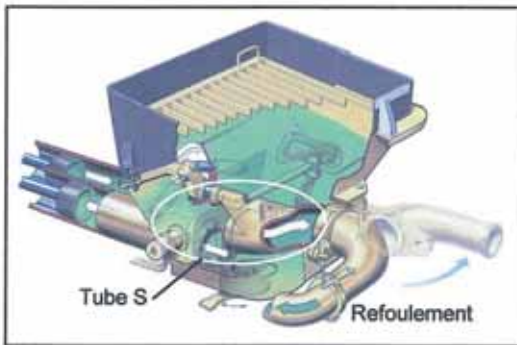


Avantages : pas de reflux à haute pression
possibilité de pomper des produits très liquides

Inconvénients : complexité du mécanisme, fragilité
impossibilité de pomper des produits à granulométrie importante

POMPE TUBE S

- Les pompes à Tube " S " (Objet de l'étude):

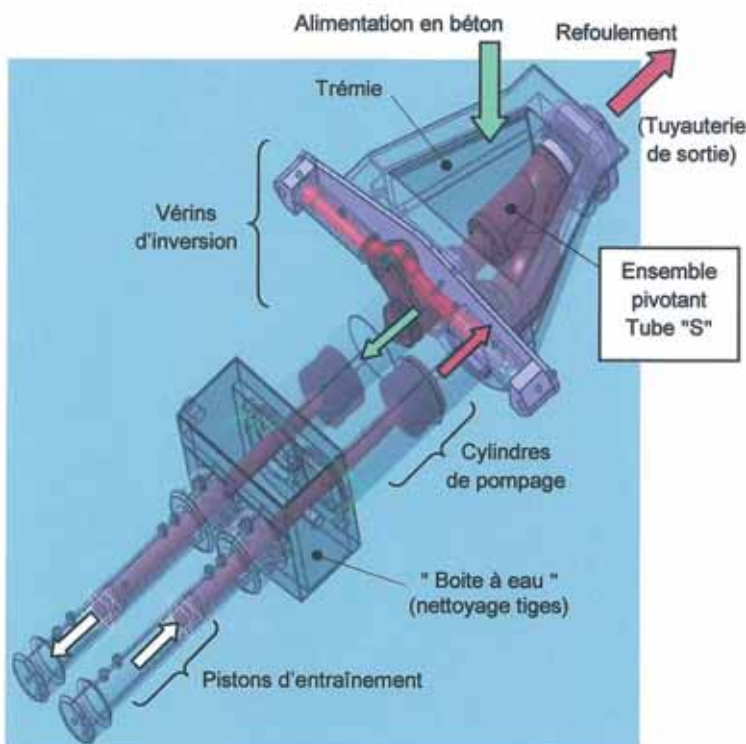


Avantages : possibilité de pomper des produits à granulométrie importante
performances très élevées

Inconvénients : très léger reflux à haute pression

3- Pompe à béton à Tube " S " :

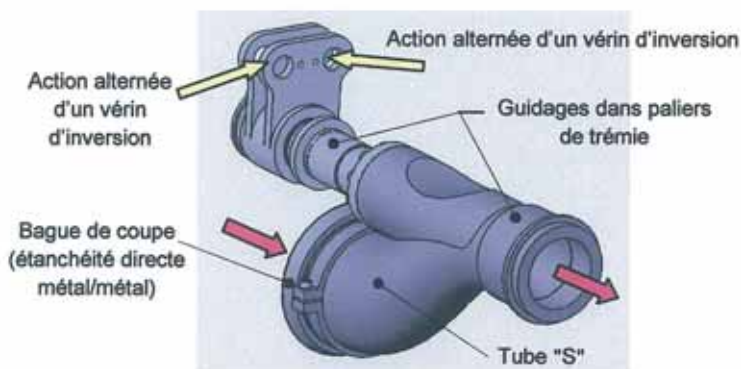
- Principe de fonctionnement : → voir DT1 + DT2 + DT3 + DR1 + DR2 + DR3



- La trémie est alimentée en permanence en béton.

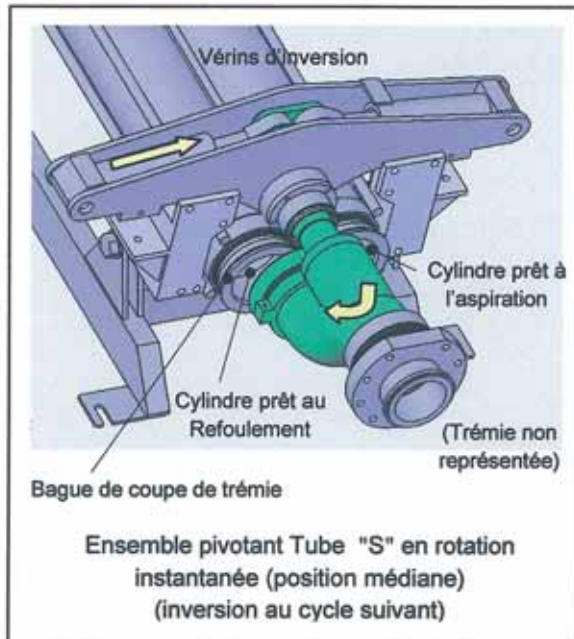
- La commande hydraulique des cylindres d'entraînement place simultanément un cylindre de pompage en Aspiration et l'autre en Refoulement, puis inversion, etc ...

- La commutation très rapide de l'Ensemble pivotant Tube "S" (75° en 0,25 s) sous l'action des vérins d'inversion, place, à chaque cycle, la tuyauterie de sortie face au cylindre de pompage en Refoulement.

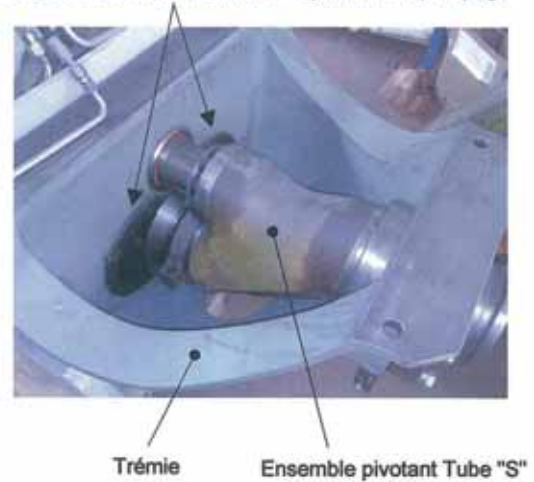


Ensemble pivotant Tube "S" vu depuis la tuyauterie de sortie

POMPE TUBE S

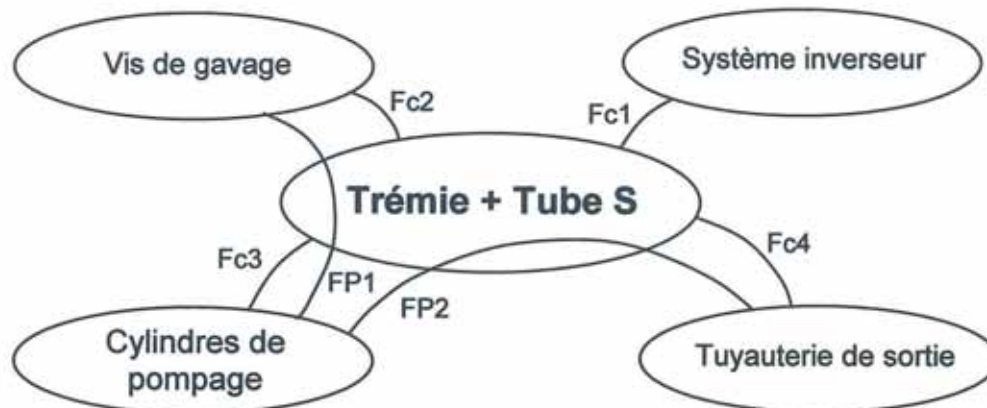


Bagues de coupe de trémie – Cylindres de pompage



- Relation de l'ensemble "Trémie + Tube S" avec l'extérieur :

→ Afin de simplifier l'écriture, on nommera dorénavant **Tube S** l'ancien {Ensemble pivotant Tube "S" }



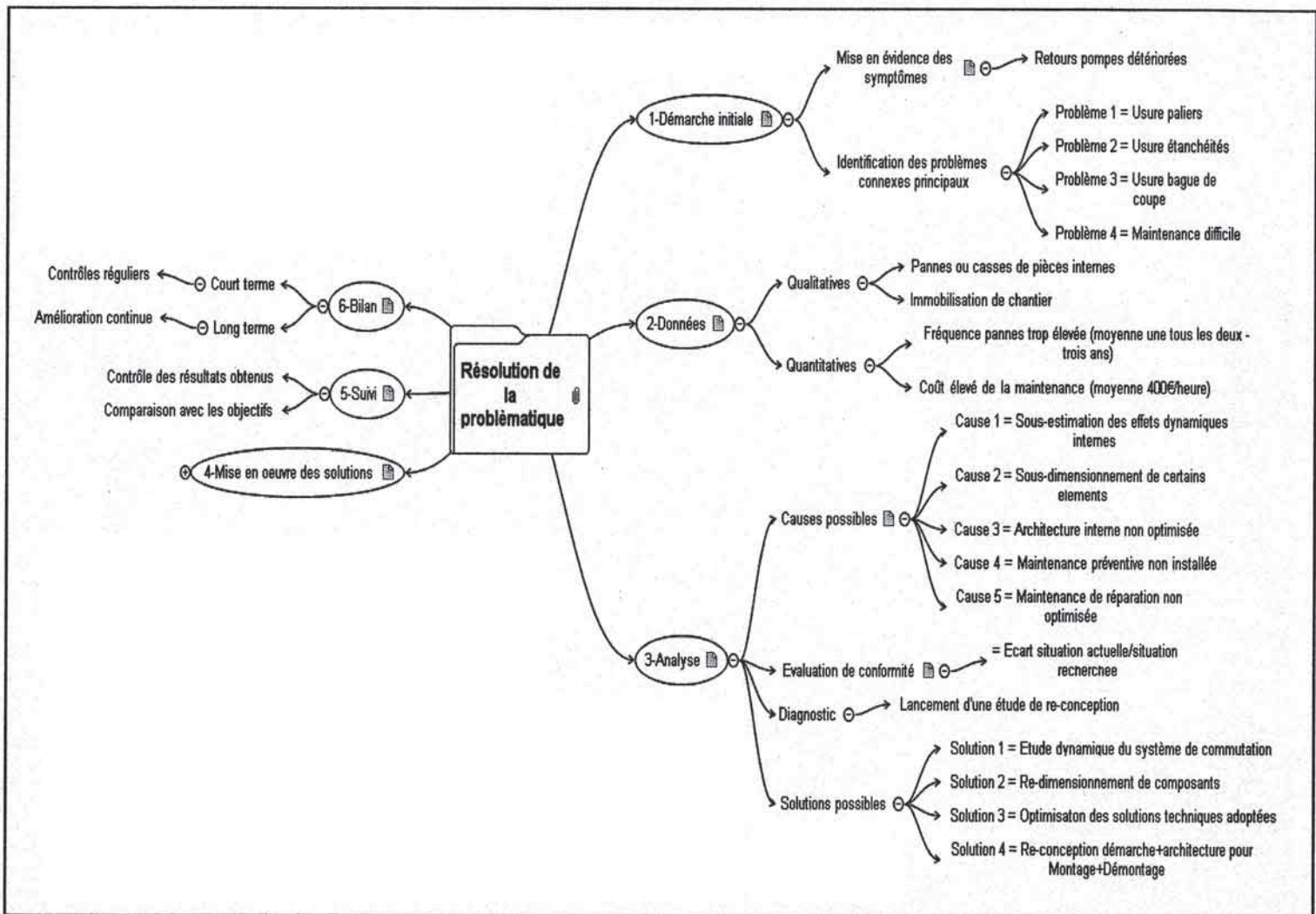
FP1 – Amener le béton de la vis de gavage vers les cylindres de pompage
 FP2 – Transférer, alternativement, le béton des cylindres de pompage vers la tuyauterie de sortie,

Fc1 – Changer de configuration sous l'action du système inverseur
 Fc2 – S'adapter à la vis de gavage
 Fc3 – Recevoir les cylindres de pompage
 Fc4 – Recevoir la tuyauterie de sortie

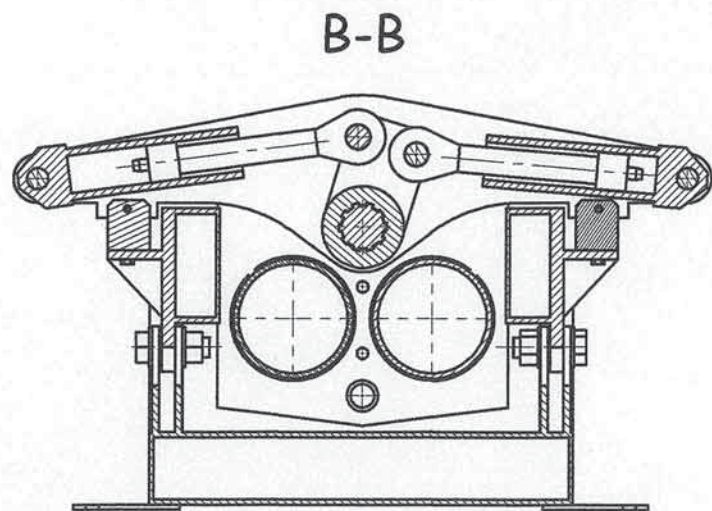
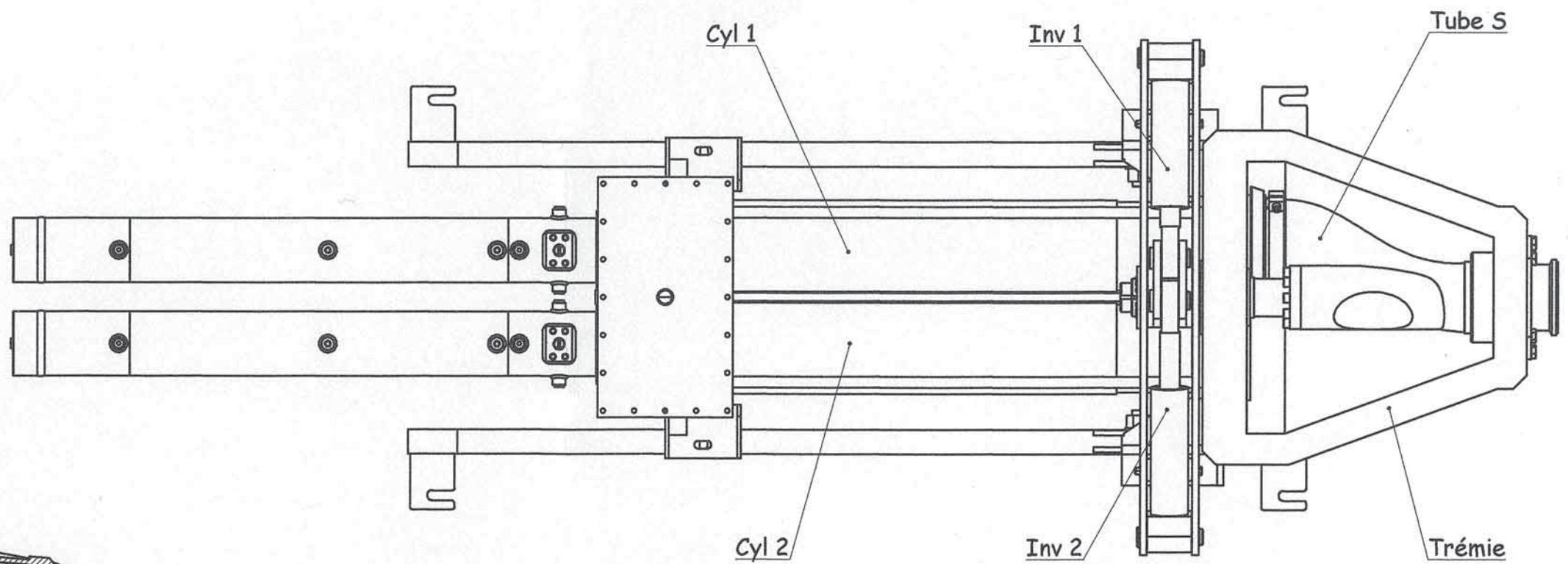
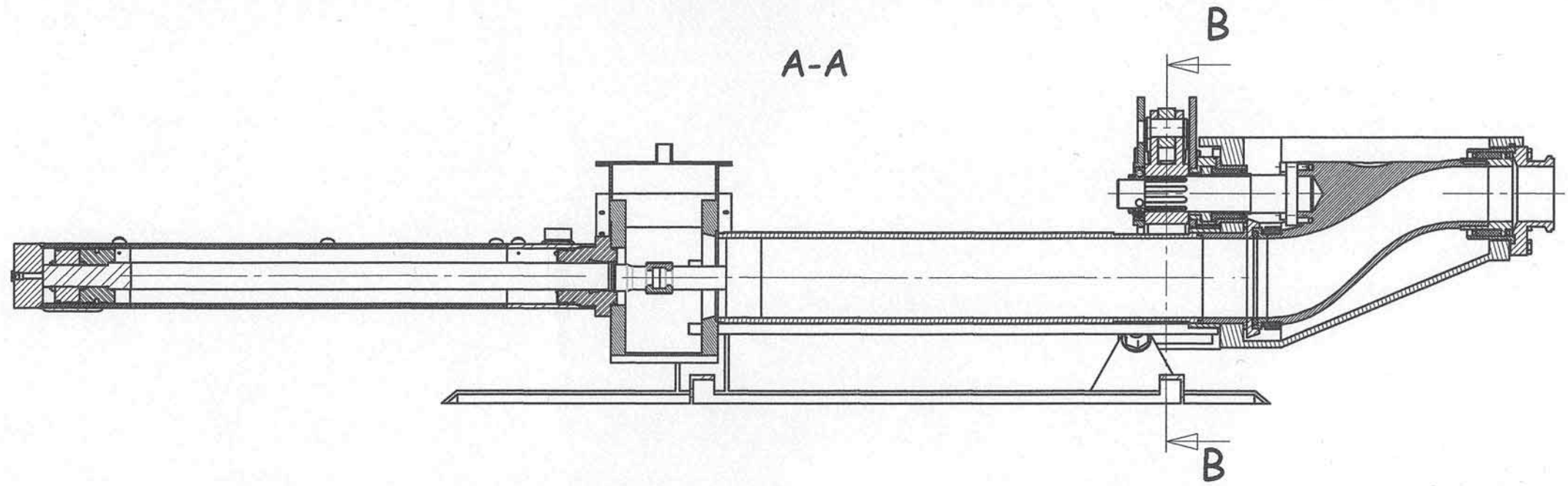
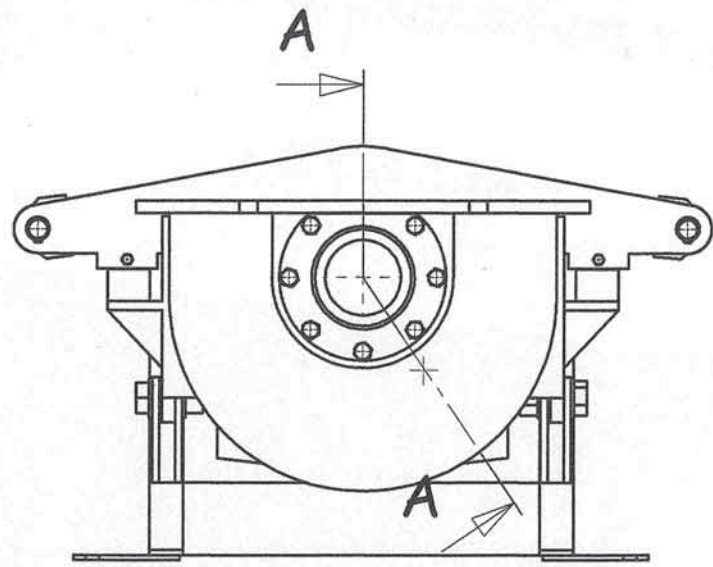
4- Problématique :

- L'ensemble "Trémie + Tube S" est très fortement sollicité (commutation en 0,25 s, masse {Tube S + volume de béton} = 124 kg).
- Les services de maintenance relèvent une fréquence importante des retours de pompes pour détérioration.

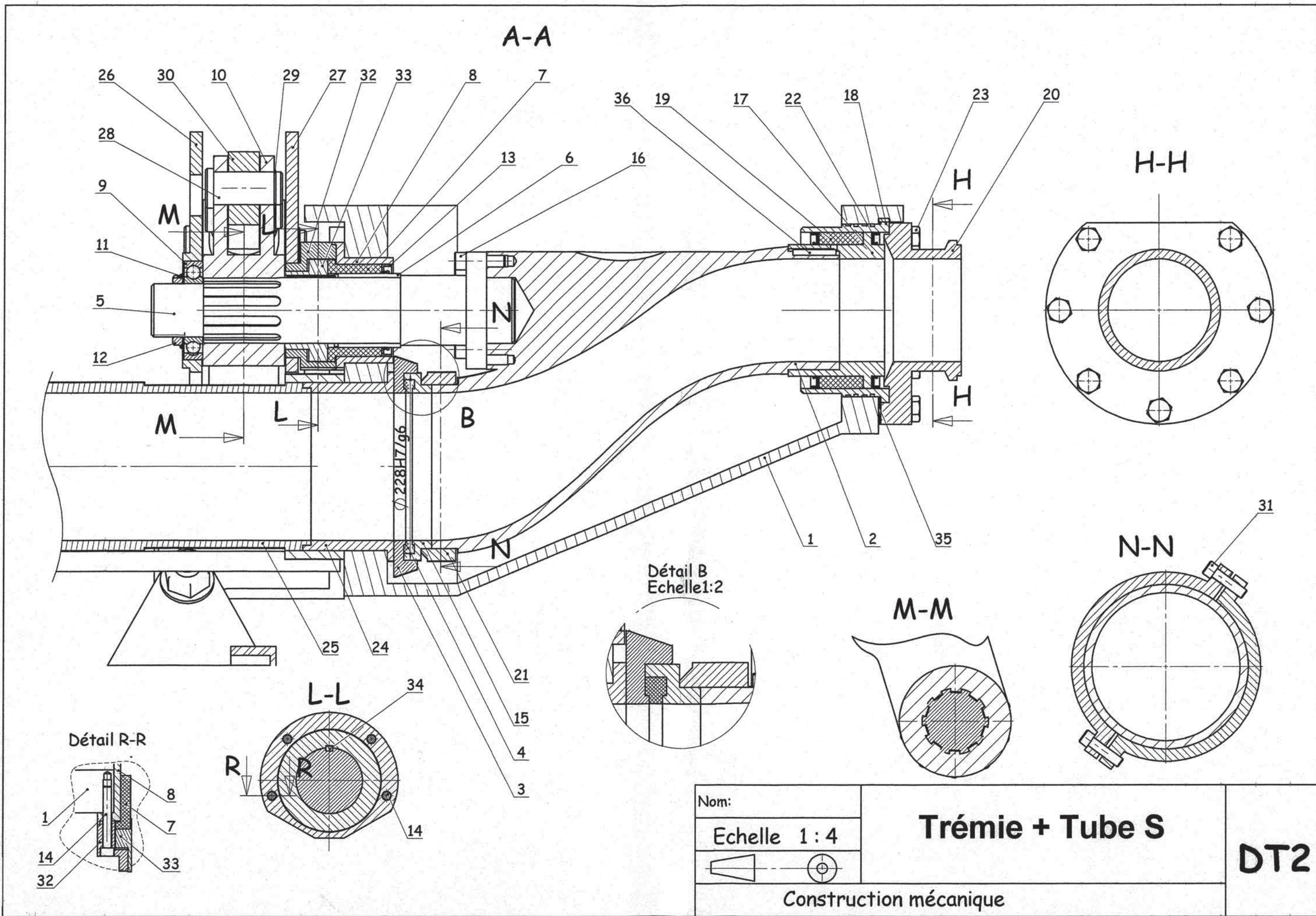
Un logiciel d' " Aide à la résolution de problème " a permis d'ébaucher le plan de l'étude à suivre:



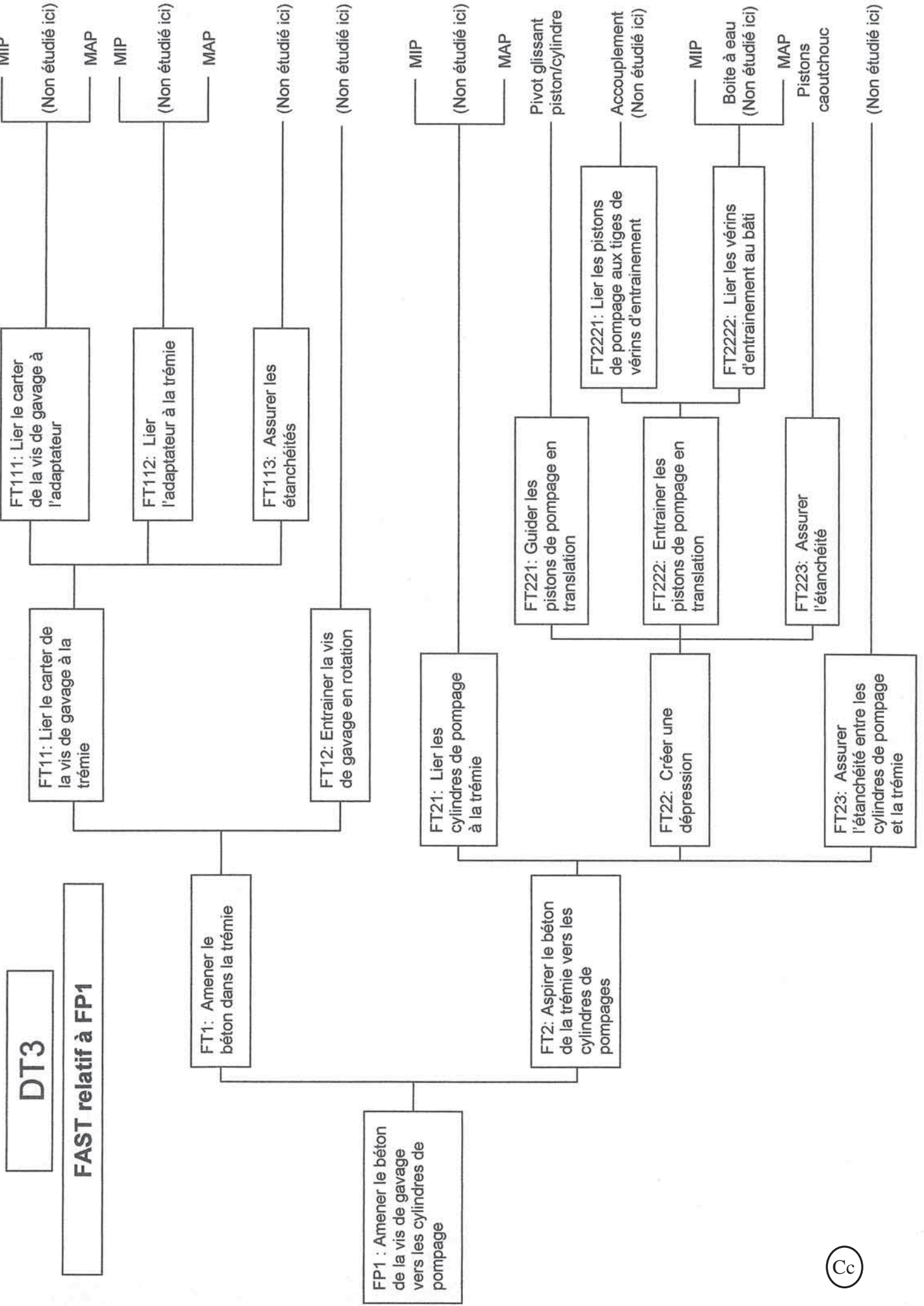
DOCUMENTS TECHNIQUES



Nom:	Pompe à béton	DT1
Echelle 1 : 12		
Construction mécanique		



Nom:	Trémie + Tube S	DT2
Echelle 1:4		
Construction mécanique		

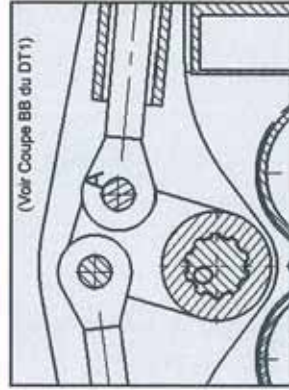
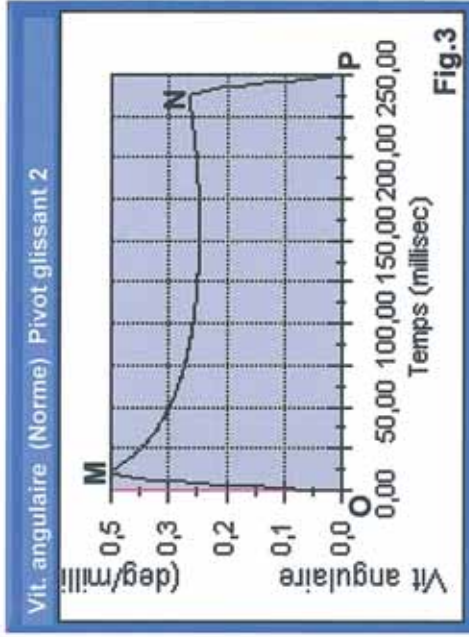
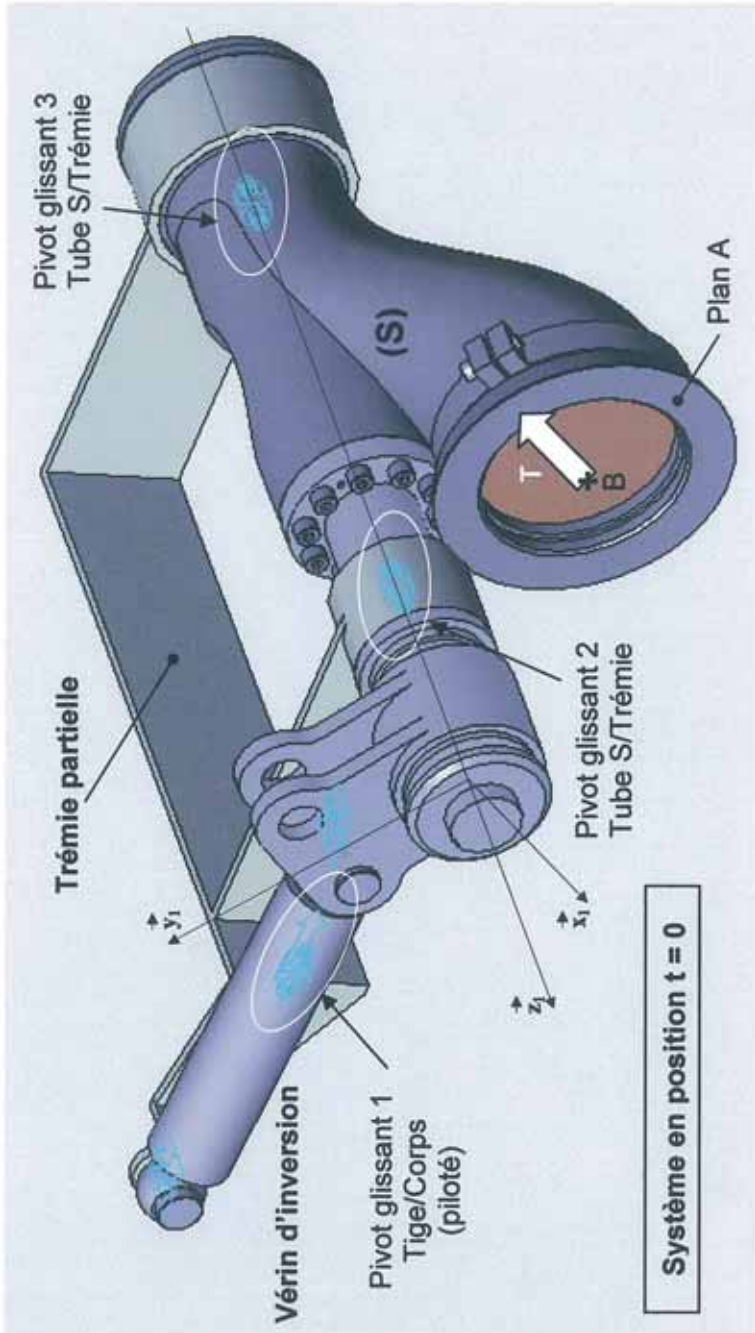


DT4

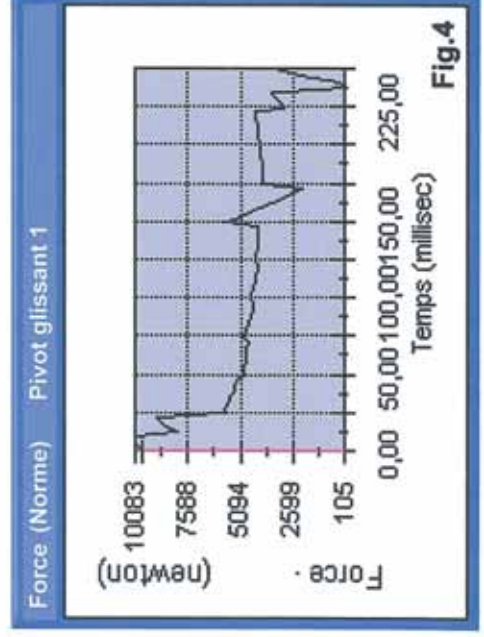
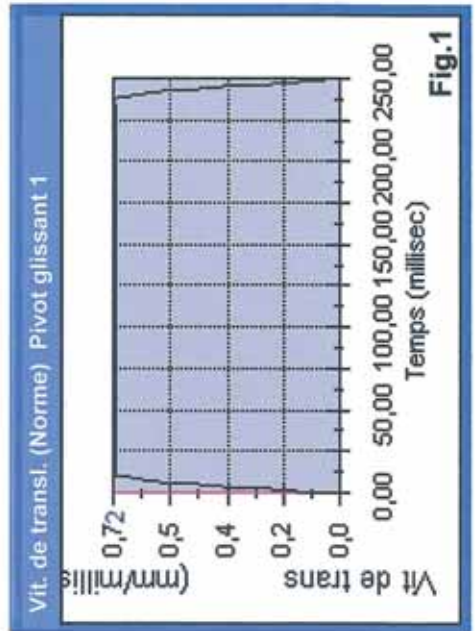
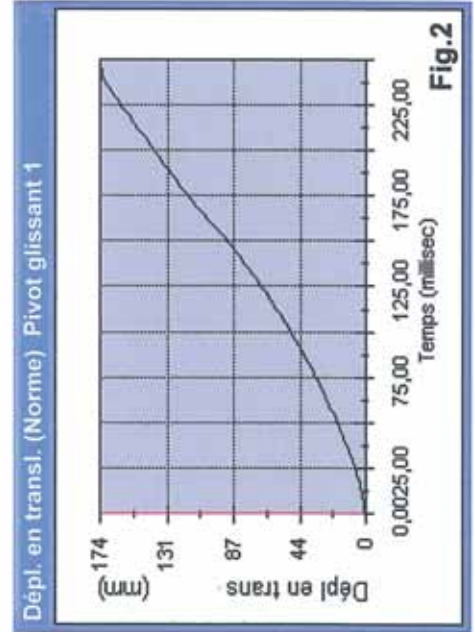
Specifications PUTZMEISTER

Standard Trailer-Mounted Models










Performance	TK 30	TK 40	TK 50	TK 70
Maximum volume output	31 yd ³ /hr (24m ³ /hr)	40 yd ³ /hr (30m ³ /hr)	54 yd ³ /hr (41m ³ /hr)	74 yd ³ /hr (57m ³ /hr)
Maximum concrete pressure	1150 psi (79 bar)	1150 psi (79 bar)	1150 psi (79 bar)	1130 psi (78 bar)
Maximum aggregate size	.45" (11mm)	.45" (11mm)	.75" (19mm)	.75" (19mm)
Horizontal pumping distance** <small>(rated output)</small>	1000 ft (305m)	1100 ft (350m)	900 ft (275m)	600 ft (182m)
Vertical pumping distance** <small>(rated output)</small>	500 ft (152m)	400 ft (122m)	400 ft (122m)	400 ft (122m)
Technical Information				
Material cylinders	6" x 28" (150x700mm)	6" x 39" (150x1000mm)	6" x 39" (150x1000mm)	7" x 39" (180x1000mm)
Maximum strokes per minute	36	32	44	42
Variable volume control	0 to full	0 to full	0 to full	0 to full
S-Valve (cast)	5" x 4" (125x100mm)	6" x 5" (150x125mm)	6" x 5" (150x125mm)	7" x 5" (180x125mm)
Number of shift cylinders	2	2	2	2
Hydraulic tank capacity	35 US gal (132L)	35 US gal (132L)	35 US gal (132L)	35 US gal (132L)
Hopper height	45" (1143mm)	49" (1245mm)	49" (1245mm)	49" (1245mm)
Hopper capacity	6.4 cu ft (180L)	9.5 cu ft (270L)	9.5 cu ft (270L)	9.5 cu ft (270L)
Outlet diameter	4" HD (102mm)	5" HD (125mm)	5" HD (125mm)	5" HD (125mm)
Engine				
Manufacturer's model <small>(all water-cooled except TK 30, TK 40)</small>	Deutz F3L2011	Deutz BF4L2011	Deutz BF4M2012	Deutz BF4M2012
Horsepower	40 hp (30kW)	68 hp (50kW)	100 hp (75kW)	197 hp (147kW)
Fuel tank capacity	26 US gal (98L)	26 US gal (98L)	26 US gal (98L)	26 US gal (98L)
Trailer				
Axle	Single	Single	Single	Single
Axle capacity	6000 lbs (2722kg)	7000 lbs (3175kg)	7000 lbs (3175kg)	7000 lbs (3175kg)
Tires/Load range	LT 235/85R16G	LT 235/85R16G	LT 235/85R16G	LT 235/85R16G
Brakes	Electric	Electric	Electric	Electric
Outriggers	Manual	Manual	Manual	Manual
Dimensions				
Length	175" (4.45m)	191" (4.85m)	191" (4.85m)	191" (4.85m)
Width	70" (1.78m)	70" (1.78m)	70" (1.78m)	70" (1.78m)
Height	68" (1.73m)	71" (1.80m)	71" (1.80m)	71" (1.80m)
Weight (approx.)	4900 lbs (2220kg)	5600 lbs (2540kg)	6000 lbs (2720kg)	6400 lbs (2900kg)



Vue suivant \vec{z}_1 du système Bielle + Vérins d'inversion



Coussinets SKF – caractéristiques techniques

								
Gamme de températures, °C Coefficient de frottement μ Pression admissible N/mm ² – dynamique ($v > 0,01$ m/s) – statique ($v = 0$ m/s) Vitesse de glissement admissible, m/s Tolérances de l'arbre Tolérances du logement Rugosité de l'arbre R_a , μm Dureté de surface de l'arbre, HB Assortiment Désignations des séries	-40 .. +150 0,08 .. 0,15 50 140 0,5 e7 – e8 H7 0,6 .. 1,0 180 – 400 PGM PGMF PGM	-10 .. +100 0,05 .. 0,10 10 50 0,25 .. 10 f7 – f8 H7 0,2 .. 0,6 200 – 300 PGM PGMF PGM	-40 .. +150 0,08 .. 0,15 40 120 1,0 e7 – f8 H7 0,4 .. 0,6 150 – 400 PGM PGMF PGM	-200 .. +250 0,03 .. 0,08 80 250 2,0 f6 – h7 H7 0 .. 0,4 300 – 600 PGMF - B PCM - B PCM5 - B	-40 .. +110 0,04 .. 0,12 120 250 2,0 h7 – h8 H7 0 .. 0,6 150 – 600 PCM - M POMF - M POM5 - M	-150 .. +150 0,03 .. 0,06 80 300 1,5 g6 – f7 H7 0 .. 0,4 300 – 600 PI	-30 .. +110 0,06 .. 0,15 40 60 1,0 h8 – h9 H7 0 .. 0,6 100 – 300 PPM PPMF PPM	-50 .. +140 0,03 .. 0,06 140 200 0,5 h7 – h8 H7 0 .. 0,6 200 – 600 PVM

La pression spécifique est calculée au moyen de la formule

$$p = F / (d \times B)$$

ou

p = pression spécifique, N/mm²

F = charge sur le palier, N

d = diamètre d'alésage du coussinet, mm

B = largeur du coussinet, mm

Le produit p.v est fonction du matériau (essais)

DT7

NOMENCLATURE

36	Clavette // 7x8x52	1
35	Joint plat	1
34	Clavette // 6x8x48	1
33	Bague intérieure de boîtier de guidage	1
32	Boîtier de guidage	1
31	Vis CHc M12-45	2
30	Vérin d'inversion	2
29	Anneau élastique 40x1.75	2
28	Axe épaulé	2
27	Plaque droite support de vérin	1
26	Plaque gauche support de vérin	1
25	Cylindre de pompage	2
24	Bague de coupe trémie	2
23	Vis H M16- 60	7
22	Joint à lèvres 160x190x10	2
21	Bride de bague de coupe	2
20	Bride de sortie	1
19	Palier coté sortie (D=160mm, L=54mm)	1
18	Bague de guidage	1
17	Bague de palier coté sortie	1
16	Vis CHc M14-40	10
15	Bague de centrage	1
14	Vis CHc M10-65	4
13	Joint à lèvres 90x112x12	1
12	Ecrou à encoches KM 65	1
11	Rondelle à encoches MB65	1
10	Bielle	1
9	Roulement à billes 60BC02	1
8	Bague de guidage	1
7	Palier (D=90mm, L=65mm)	1
6	Bague de palier	1
5	Arbre d'inversion	1
4	Joint de bague de coupe	1
3	Bague de coupe de tube S	1
2	Tube S	1
1	Trémie	1
Rep	Désignation	Nb