

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE

E4

MODELISATION ET CHOIX TECHNIQUES EN ENVIRONNEMENT  
NUCLEAIRE

U4.2 – Détermination et justification de choix techniques

SESSION 2016

---

*Durée : 4 heures*

*Coefficient : 3*

---

**Matériel autorisé :**

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999)

**Documents à rendre avec la copie :**

- DOCUMENT REPONSE DR1 ..... page 24/28  
- DOCUMENT REPONSE DR2 ..... page 25/28  
- DOCUMENT REPONSE DR3 ..... page 26/28  
- DOCUMENT REPONSE DR4 ..... page 27/28  
- DOCUMENT REPONSE DR5 ..... page 28/28

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet se compose de 28 pages, numérotées de 1/28 à 28/28.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE		Session 2016
U42 -Détermination et justification de choix techniques	ENE4JCT	Page 1 / 28

# PRÉSENTATION

COFELY ENDEL est la filiale française de GDF-SUEZ spécialisée dans la maintenance industrielle et les services associés. Cette société a pour clients de grands groupes industriels dans des secteurs variés allant de la papeterie au secteur énergétique. Elle réalise notamment des travaux de démantèlement et de reconversion d'anciennes installations de centrales nucléaires d'EDF.

La vocation principale de l'installation RLAB était d'entreposer temporairement des effluents faiblement contaminés en provenance de diverses installations puis les renvoyer vers le procédé de traitement purification de ceux-ci.

Construite dans les années 60, cette installation comporte une cuve en acier traitée contre la corrosion, placée dans une coque en béton armé de 600 mm d'épaisseur. Un réseau enterré de canalisation permettait le transfert de fluide vers la cuve.

Le projet consiste à réaliser l'assainissement interne de la cuve puis de réaliser le démantèlement complet de celle-ci afin de réutiliser la coque béton existante en vue d'une utilisation ultérieure.

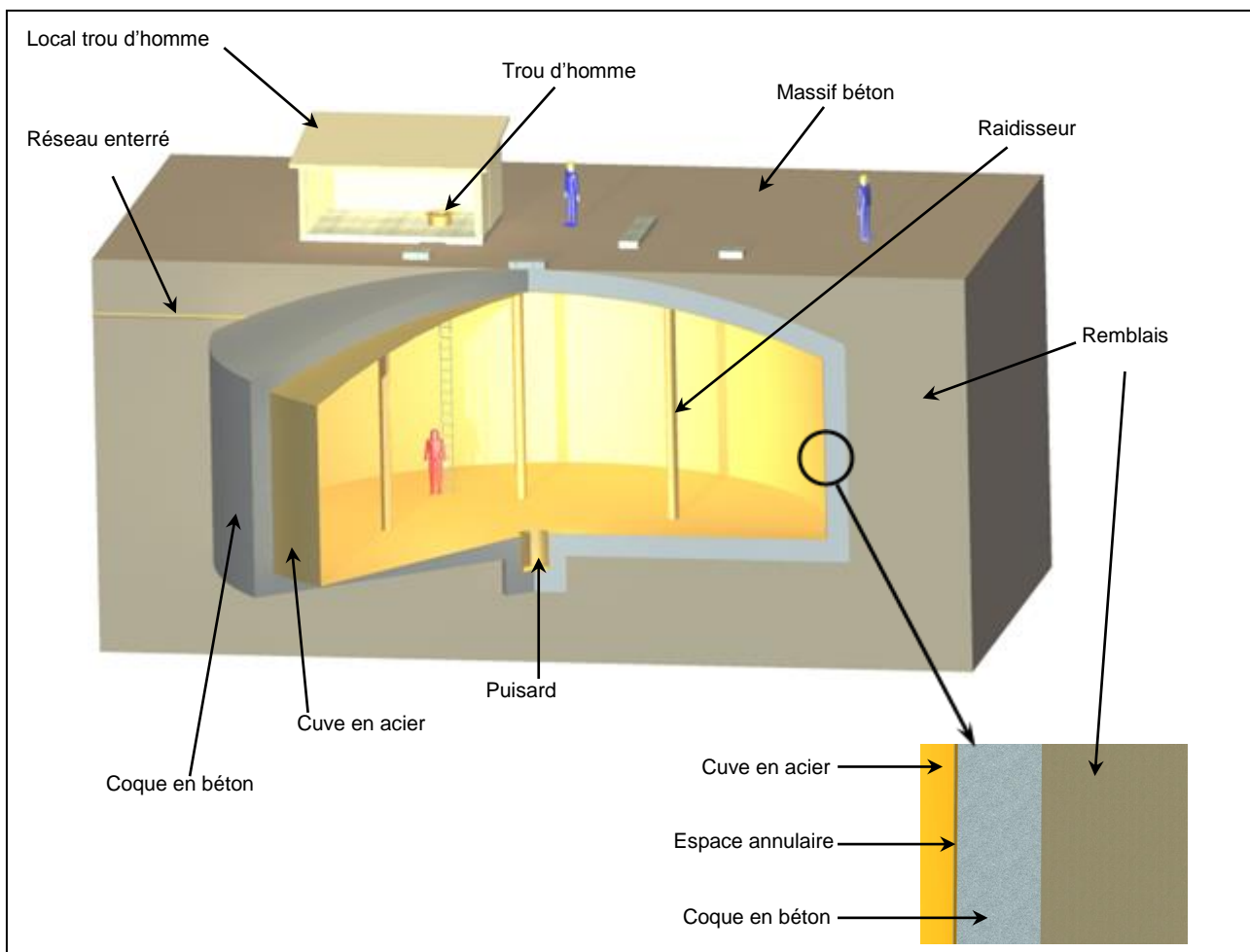


Figure 1 : Vue d'ensemble de la cuve avant travaux

BTS ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE		Session 2016
U42 -Détermination et justification de choix techniques	ENE4JCT	Page 2 / 28

Le chantier est réalisé en trois phases :

- Une phase de préparation consistant en l'isolement et l'assainissement de la cuve ;
- Une phase de réalisation consistant au découpage/évacuation de la cuve ;
- Une phase de repli avec cartographie et assainissement final.

Le détail des trois phases est le suivant :

## **Phase 1 : préparation**

---

- Installation d'une pompe de relevage, d'une tuyauterie de renvoi des effluents et assainissement préalable de la cuve depuis le trou d'homme existant ;
- Investigation télévisuelle : découpe de six fenêtres à 1 m du fond de la cuve dans la paroi verticale et inspection de l'espace annulaire ;
- Obturation étanche de la cuve par soudage de caps ( bouchon à fond bombé ) du réseau de tuyau enterré. Obturation du trou d'homme. Préparation de la dépose du local d'accès au trou d'homme et dépose du local ;
- Investigation et repérage des épaisseurs de remblais et localisation des massifs en béton à supprimer. Retrait des remblais, décapage jusqu'au dôme, conditionnement et contrôle des terres. Démolition des massifs gênants ;
- Relevé topographique et mise en place des coffrages et ferrillages. Coulage d'une dalle béton au-dessus du dôme ;
- Montage bâtiment de confinement et réseau de ventilation ainsi que la centrale d'extraction-filtration ;
- Montage d'un confinement rigide à l'intérieur du bâtiment au-dessus du futur accès en cuve ;
- Installation d'un moyen de levage de capacité 3t à l'intérieur du confinement. Aménagement d'un sas d'accès provisoire au niveau du trou d'homme obturé.

## **Phase2 : Réalisation**

---

- Ouverture du trou d'homme et introduction en cuve d'un outillage de manutention pour le maintien de la portion supérieure du dôme (calotte diamètre 3m). Réalisation d'un carottage central depuis le bâtiment vers la cuve. Introduction d'un échafaudage et installation de l'outillage de maintien de la calotte. Découpe de la calotte et dépose en fond de cuve ;
- Installation d'une rétention à l'aplomb de la calotte découpée. Installation de structures de maintien des blocs béton en surface. Découpe centrale du dôme béton par sciage (2500 x 1800mm). Installation d'une trappe pour le matériel et l'escalier d'accès en cuve ;
- Découpe de tous les raidisseurs verticaux de maintien du dôme métallique. Découpe et suppression du trou d'homme ;

BTS ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE		Session 2016
U42 -Détermination et justification de choix techniques	ENE4JCT	Page 3 / 28

- Découpe en escargot de la cuve en partant du dôme, puis de la paroi verticale et enfin du fond avant extraction du site ;
- Nettoyage complet de la coque béton. Contrôles radiologiques. Assainissement si nécessaire pour atteindre le seuil demandé ;
- Mise en place de l'escalier d'accès.
- Réception par le client.

### Phase 3 : Repli

- Contrôle et assainissement de l'escalier d'accès ;
- Cartographie complète de la coque béton ;
- Assainissement complémentaire après cartographie si nécessaire ;
- Mise en peinture de la coque béton ;
- Dépose du confinement d'accès à la cuve ;
- Sécurisation de la trappe et obturation définitive de l'ancienne traversée du trou d'homme ;
- Cartographie finale sur l'ensemble du périmètre ;
- Remplacement des filtres à air;
- Réception finale client.

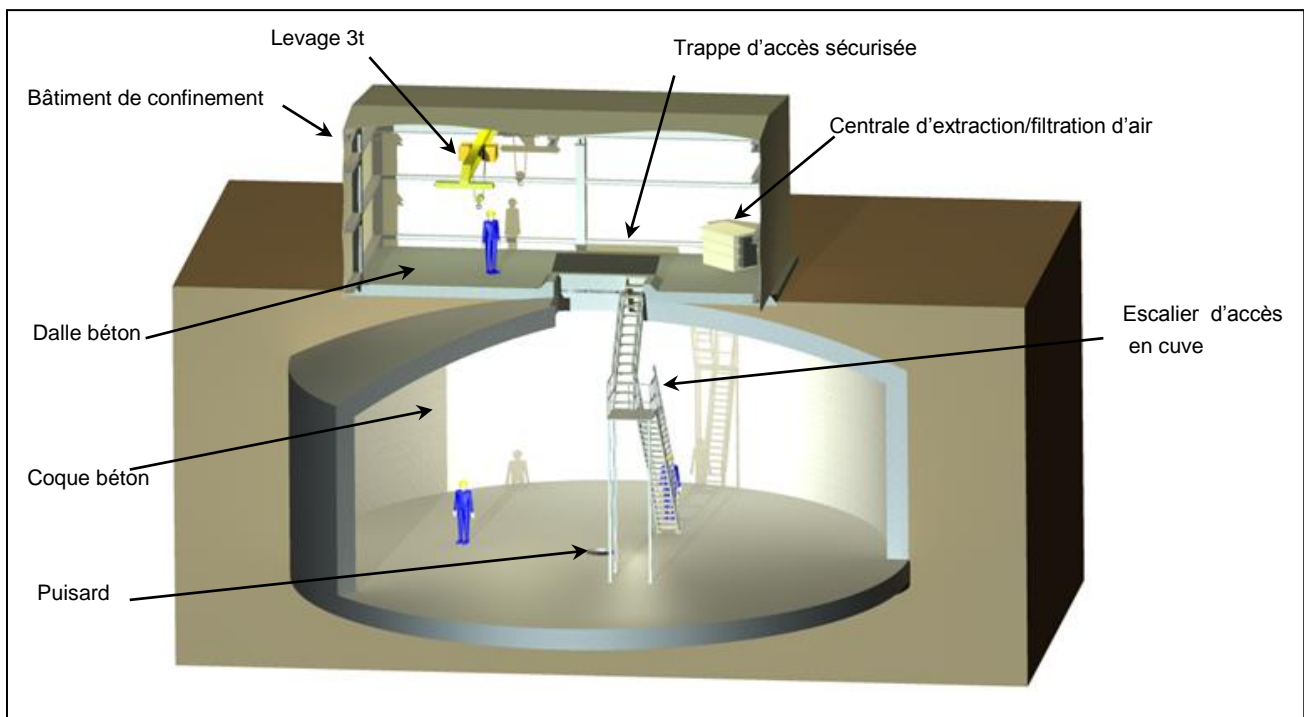


Figure 2 : vue du chantier à la réception finale du client



Toutes les opérations menées pour le démantèlement et la reconversion du site seront effectuées dans le respect des normes et dans les règles de l'art. Aucun rejet gazeux, liquide ou solide ne sera toléré étant donné la situation en extérieur et la proximité de bâtiments en contrebas.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE		Session 2016
U42 -Détermination et justification de choix techniques	ENE4JCT	Page 4 / 28

# PARTIE A

## Mise en évidence des risques inhérents au chantier de démantèlement et reconversion du site RLAB

Le chantier de démantèlement et reconversion de l'installation RLAB expose toute personne habilitée à travailler sur le chantier à certains risques d'accidents. L'anticipation et la gestion de ces risques est essentielle au bon déroulement des opérations. On se place dans la phase 2 : réalisation (voir dossier présentation).

<b>A1</b>	Répondre sur :	DR1
	Documents à consulter :	DT1 ; DT2
A l'aide des documents DT1 et DT2, identifier pour chacun des risques recensés la source du risque, la grandeur physique concernée ainsi que les moyens de protection à mettre en œuvre. Pour cela, compléter le tableau du document réponse DR1.		
Seuls les risques conventionnels sont pris en compte. On ne traitera pas ici ni l'aspect chimique ni l'aspect radiologique du chantier.		

# PARTIE B

## Comment extraire les effluents liquides de la cuve ?

Lors de la phase de décontamination de la cuve (phase 1 : préparation), il est nécessaire de nettoyer la cuve chimiquement et de la rincer avec un nettoyeur haute pression de débit maximal de  $30 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ . Le matériel est introduit par le trou d'homme existant. Une équipe est constituée d'un nettoyeur, d'un équipier assistant phonie et déshabillage (tous deux en tenue ventilée) ainsi qu'un surveillant d'activité. Après nettoyage chimique, le rinçage s'effectue à l'eau à l'aide d'une lance haute pression. Les effluents sont regroupés par gravité dans le puisard, le fond de la cuve étant légèrement en pente.

Assistant phonie et déshabillage



Accès par le trou d'homme en tenue ventilée



Rinçage de la cuve avec une lance haute pression

BTS ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE		Session 2016
U42 -Détermination et justification de choix techniques	ENE4JCT	Page 5 / 28

Lors de la fin de la phase 2 et de la phase 3, l'étanchéité de la cuve n'est plus assurée par la peau en acier. Au vu de l'âge du béton et des conditions météorologiques de la région, il a été estimé que des précipitations intenses pouvaient conduire à des infiltrations d'eau dans la cuve, provoquant une montée des eaux maximale de 5 cm par heure dans celle-ci.

Une conduite relie le puisard à une cuve de récupération extérieure. Cette conduite est définie document DT1. Elle est équipée d'une pompe immergée en fond de puisard, d'un clapet anti retour et d'une électrovanne. L'objectif de cette partie vise à déterminer les caractéristiques de la pompe pouvant être utilisée pour évacuer les effluents vers la cuve placée en extérieur.

<b>B1</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT1
<p>Sachant que le diamètre de la cuve est de 16 m (voir DT1), calculer le débit d'infiltration d'eau maximal en cas de précipitations intenses.</p> <p>Ce débit est-il plus ou moins contraignant que le débit maximal de la lance de rinçage ?</p>		

**Quelque soit le résultat précédent, on considèrera pour la suite du problème que le débit maximum à évacuer par la pompe est  $Q_v = 180 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ .**

<b>B2</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT1
<p>Relever le nombre de coudes à 90° présents entre le fond du puisard et la cuve extérieure de la conduite existante.</p> <p>Calculer la perte de charge totale <math>\Delta p_{TC}</math> engendrée par l'ensemble de ces coudes à 90°.</p>		

<b>B3</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT1 ; DT3
<p>Estimer la longueur totale <math>l_{\text{tuyau}}</math> de la tuyauterie entre le fond du puisard et la cuve extérieure en fonction de l'échelle 1:150.</p> <p>À l'aide de l'abaque de détermination de perte de charge régulière (DT3), déterminer la perte de charge linéique de la conduite (caractéristiques DT1).</p> <p>Calculer la perte de charge régulière <math>\Delta p_{\text{tuyau}}</math> provoquée par la longueur de tuyauterie <math>l_{\text{tuyau}}</math>.</p>		

<b>B4</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT1
<p>Au vu des résultats précédents, calculer la perte de charge totale <math>\Delta p_{\text{totale}}</math> de l'ensemble de la conduite et de ses éléments (tuyauterie, clapet anti-retour, électrovanne).</p>		

Quel que soit le résultat précédent, on prendra  $\Delta p_{\text{totale}} = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  pour la suite du problème.

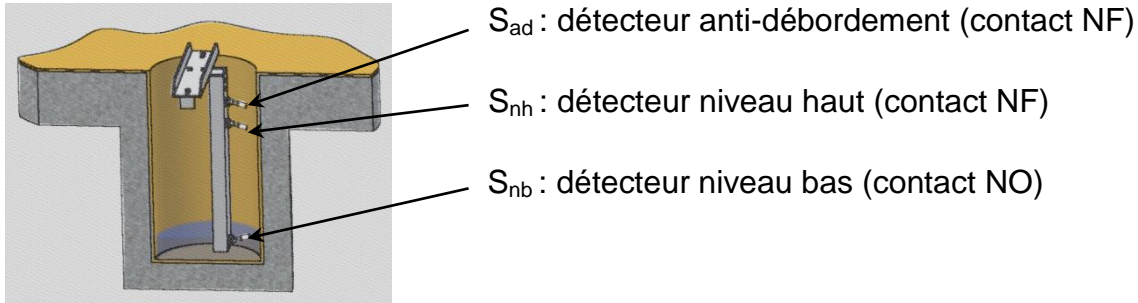
<b>B5</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT1 ; DT4
<p>Relever sur le document DT1 la différence de hauteur <math>z_2 - z_1</math> entre l'entrée et la sortie de la conduite d'évacuation des effluents.</p> <p>En utilisant le document technique DT4, calculer la puissance <math>P_p</math> de la pompe de relevage.</p>		
<b>B6</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT5
<p>Donner la référence de la pompe de relevage, sachant que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elle doit permettre le relevage d'eaux chargées non huileuses de granulats de 10 mm maximum ;</li> <li>• elle ne possède pas d'interrupteur à flotteur ;</li> <li>• son alimentation est triphasée ;</li> <li>• elle n'a pas d'enveloppe de refroidissement.</li> </ul> <p>Donner les valeurs de puissance utile (notée P2) ainsi que l'intensité nominale de la pompe.</p>		
<b>B7</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT6
<p>Choisir le disjoncteur moteur magnétothermique à associer à la pompe précédente. Préciser la valeur du courant thermique à régler.</p> <p>Compléter la référence pour qu'un contact de signalement de défaut (normalement fermé) soit intégré au disjoncteur.</p>		
<b>B8</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT7
<p>Choisir le contacteur à associer à la pompe. Compléter la référence en sachant que la commande s'effectue sous une tension continue de 24 V.</p>		



# PARTIE C

## Comment surveiller et alarmer les intervenants contre le risque d'inondation de la cuve ?

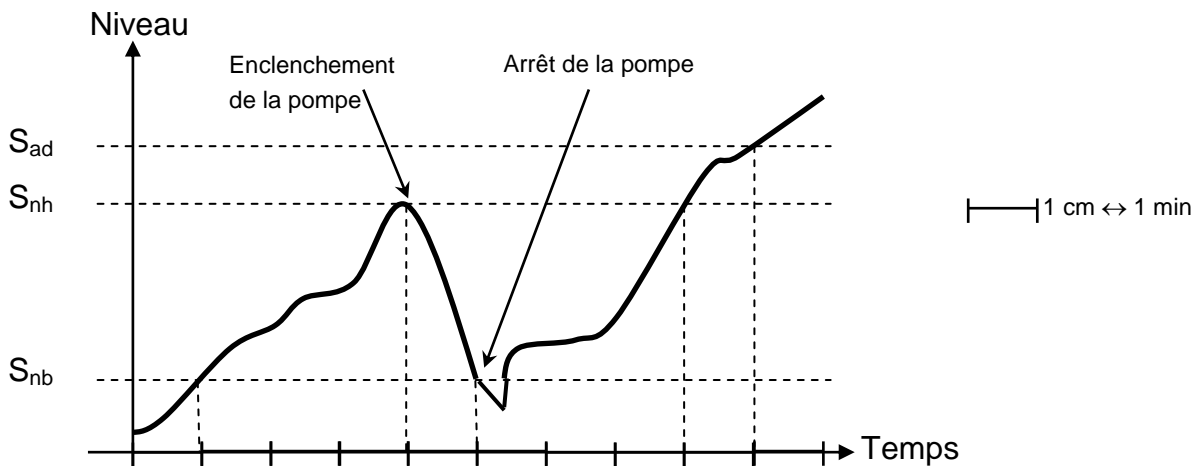
Le contrôle de la pompe est réalisé grâce à l'utilisation de 3 détecteurs de niveau (niveau bas, niveau haut et anti-débordement).



Puisard de fond cuve

L'enclenchement normal de la pompe a lieu lorsque le niveau haut est atteint. Son alimentation est automatiquement coupée lorsque le niveau bas est retrouvé.

Si le niveau d'eau atteint le capteur anti-débordement, des alarmes sonores et visuelles sont activées en et hors cuve. La consigne de sécurité à suivre par les intervenants est d'évacuer la cuve.



<b>C1</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	-

Donner deux raisons qui justifient l'utilisation d'un capteur anti-débordement.

<b>C2</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT8

Sur feuille de copie, réaliser les chronogrammes traduisant le fonctionnement décrit par le graphique ci-dessus en respectant l'échelle de temps.

Les chronogrammes doivent faire apparaître les 3 détecteurs de niveau (0 : contact ouvert ; 1 : contact fermé), l'état de la pompe (0 : arrêt ; 1 : ordre de marche) et des alarmes (0 : arrêt ; 1 : ordre de marche).



<b>C3</b>	Répondre sur :	DR2
	Documents à consulter :	DT8
Compléter le GRAFCET sur le document réponse DR2 afin qu'il traduise le fonctionnement désiré.		
<b>C4</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT8
Expliquer le défaut du GRAFCET précédent dans le cas où le détecteur de niveau haut $S_{nh}$ venait à défaillir.		

Dans le cadre de l'amélioration de la sécurité des personnes, vous souhaitez mettre en place un autodiagnostic de défaillance des détecteurs basé sur la discordance des informations et avertir de la défaillance par un voyant lumineux « DEFAUT ».

<b>C5</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT8
<p>Référencer toutes les combinaisons qui ne correspondent pas à la réalité du niveau d'eau.</p> <p>Par la méthode de votre choix (GRAFCET, algorithme, logigramme, ...), réaliser un programme gérant l'allumage du voyant « DEFAUT ».</p>		

## PARTIE D

### Comment évacuer les plaques découpées en toute sécurité ?

Lors du levage d'un morceau de cuve découpée dans la phase 2, il est nécessaire de modifier l'installation existante, en intégrant un variateur de vitesse, afin d'ajuster les accélérations, décélérations et vitesses du système de levage 3 tonnes. La masse maximum d'un morceau de cuve découpée étant de  $m = 500$  kg, le système de levage est largement surdimensionné. Etant donné la présence de personnel à proximité et la dimension réduite de la trappe d'accès en cuve, on désire limiter la vitesse du levage.

Le schéma de principe du système de levage est décrit document DT9. Les caractéristiques du système de levage sont données sur le document technique DT10.

On souhaite déterminer les modifications et réglages à appliquer pour obtenir les caractéristiques de levage suivantes :

- $M_c = 500$  kg masse maximale d'une plaque à démanteler ;
- $V_c = 0,1$  m.s<sup>-1</sup> vitesse maximale de levage pour améliorer la manœuvrabilité ;
- $a_c = 1$  m.s<sup>-2</sup> accélération maximale de levage ;
- $g = 9,81$  m.s<sup>-2</sup> accélération de la pesanteur.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE		Session 2016
U42 -Détermination et justification de choix techniques	ENE4JCT	Page 9 / 28

Hypothèses simplificatrices :

- Les masses propres du moufle, des poulies de moufle et du crochet sont négligées ;
- Les câbles soutenant le moufle sont considérés comme verticaux ;
- Tous les brins de câbles sont tendus de manière identique.

<b>D1</b>	Répondre sur :	feuille de copie ; DR3
	Documents à consulter :	DT9 ; DT10
<p>On isole l'ensemble constitué de la charge à soulever ainsi que le crochet, le moufle, les poulies de moufle et les portions de câbles. On nomme l'ensemble isolé <math>S = \{1 ; 2 ; 3 ; 3' ; \text{charge et portions de câbles 4 et 5 représentés sur DR3}\}</math>. Effectuer le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées à l'ensemble <math>S</math> sous forme de vecteurs forces. Tracer ces vecteurs sur le document DR2 sans respecter d'échelle. Seuls les directions et sens seront précisés.</p>		

<b>D2</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT9 ; DT10
<p>En appliquant le théorème des résultantes dynamiques, sur l'axe vertical <math>\vec{z}</math>, issu du principe fondamental de la dynamique appliqué à l'ensemble <math>S</math>, déterminer la tension du câble 5 notée <math>T_5</math> dans la phase d'accélération de la charge.</p>		

**Quelques soient les résultats trouvés aux questions précédentes on prendra  $T_5 = 1400 \text{ N}$ .**

Hypothèses simplificatrices :

- L'inertie en rotation propre aux tambours et pièces tournantes est négligée ;
- Les paliers 7 n'offrent aucune résistance à la rotation.

<b>D3</b>	Répondre sur :	feuille de copie ; DR3
	Documents à consulter :	DT9 ; DT10
<p>Effectuer le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées au tambour 6, en ne s'intéressant qu'aux actions provoquant la rotation du tambour selon l'axe <math>\vec{y}</math>. Compléter alors le document DR3.</p>		

<b>D4</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT9 ; DT10
<p>En appliquant le théorème des moments sur l'axe <math>\vec{y}</math>, déterminer le couple <math>G_7</math> transmis par l'arbre 7.</p>		

<b>D5</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT9 ; DT10
<p>Sachant que la relation liant les couples en entrée et sortie de l'unique réducteur est :</p> $C_s = \frac{\eta}{i} C_e$ <p>Avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>C_s</math> couple en sortie du réducteur</li> <li>• <math>C_e</math> couple en entrée du réducteur</li> </ul> <p>Calculer le couple résistant sur l'arbre moteur <math>C_r</math>.</p>		

Quelques soient les résultats trouvés aux questions précédentes on prendra  $C_r = 9 \text{ N}\cdot\text{m}$  constant en régime établi.

<b>D6</b>	Répondre sur :	DR4
	Documents à consulter :	DT9 ; DT10
<p>Sur le document réponse DR4, tracer la caractéristique du couple résistant <math>C_r = f(N)</math>.</p>		

<b>D7</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT9 ; DT10
<p>Sachant que l'on veut une vitesse de montée de la charge maximale de <math>V_c = 0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}</math>, calculer la vitesse linéaire <math>V_5</math> du câble en <math>\text{m}\cdot\text{s}^{-1}</math>. (On pourra raisonner sur la longueur des deux brins de câbles de part et d'autre d'une poulie 3).</p>		

<b>D8</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT9 ; DT10
<p>Déduire de la question précédente la vitesse de rotation <math>N_7</math> en <math>\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}</math> de l'arbre de transmission 7 entraînant le tambour 6.</p>		

<b>D9</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT9 ; DT10
<p>Déterminer alors la vitesse de rotation du moteur <math>N_m</math> en <math>\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}</math>.</p>		

Quelques soient les résultats trouvés aux questions précédentes on prendra  $N_m = 900 \text{ tr.min}^{-1}$ .

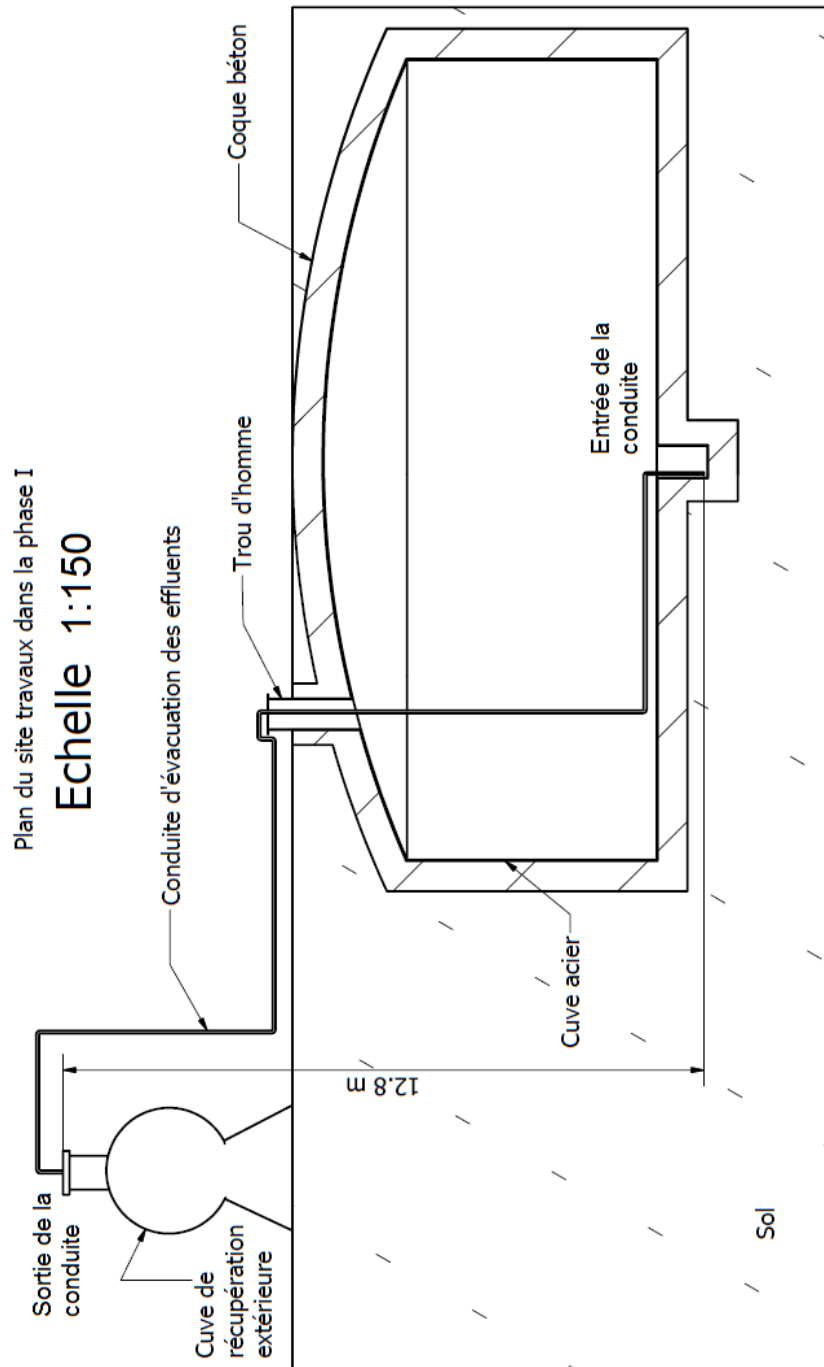
<b>D10</b>	Répondre sur :	feuille de copie ; DR4
	Documents à consulter :	DT10
<p>À l'aide du document réponse DR4, déterminer la vitesse de synchronisme <math>N_s</math> pour que la vitesse de rotation soit de <math>900 \text{ tr.min}^{-1}</math>. Calculer la fréquence <math>f_s</math> à régler sur le variateur.</p>		
<b>D11</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	-
<p>Calculer le temps d'accélération à régler.</p>		
<b>D12</b>	Répondre sur :	feuille de copie
	Documents à consulter :	DT11
<p>Donner la référence du variateur de l'axe vertical du levage à choisir.</p>		
<b>D13</b>	Répondre sur :	DR5
	Documents à consulter :	DT11
<p>Compléter le schéma de câblage de la partie commande logique du variateur pour qu'il autorise les deux sens de fonctionnement (<math>S_{AV}</math> et <math>S_{AR}</math>). Un commutateur <math>S_{VIT}</math> permet de choisir entre deux vitesses pré-réglées.</p>		
<b>D14</b>	Répondre sur :	DR5
	Documents à consulter :	DT11
<p>Compléter le schéma de câblage permettant l'alimentation du variateur via les pôles de puissance du contacteur KM1. La commande de fermeture du contacteur est impulsionnelle, signifiant qu'un bouton poussoir <math>S_{MA}</math> commande la marche et qu'un bouton poussoir <math>S_{AR}</math> commande l'arrêt. De plus, un arrêt d'urgence doit être intégré à la commande.</p>		

## DOCUMENT TECHNIQUE DT1 : caractéristiques de la conduite existante

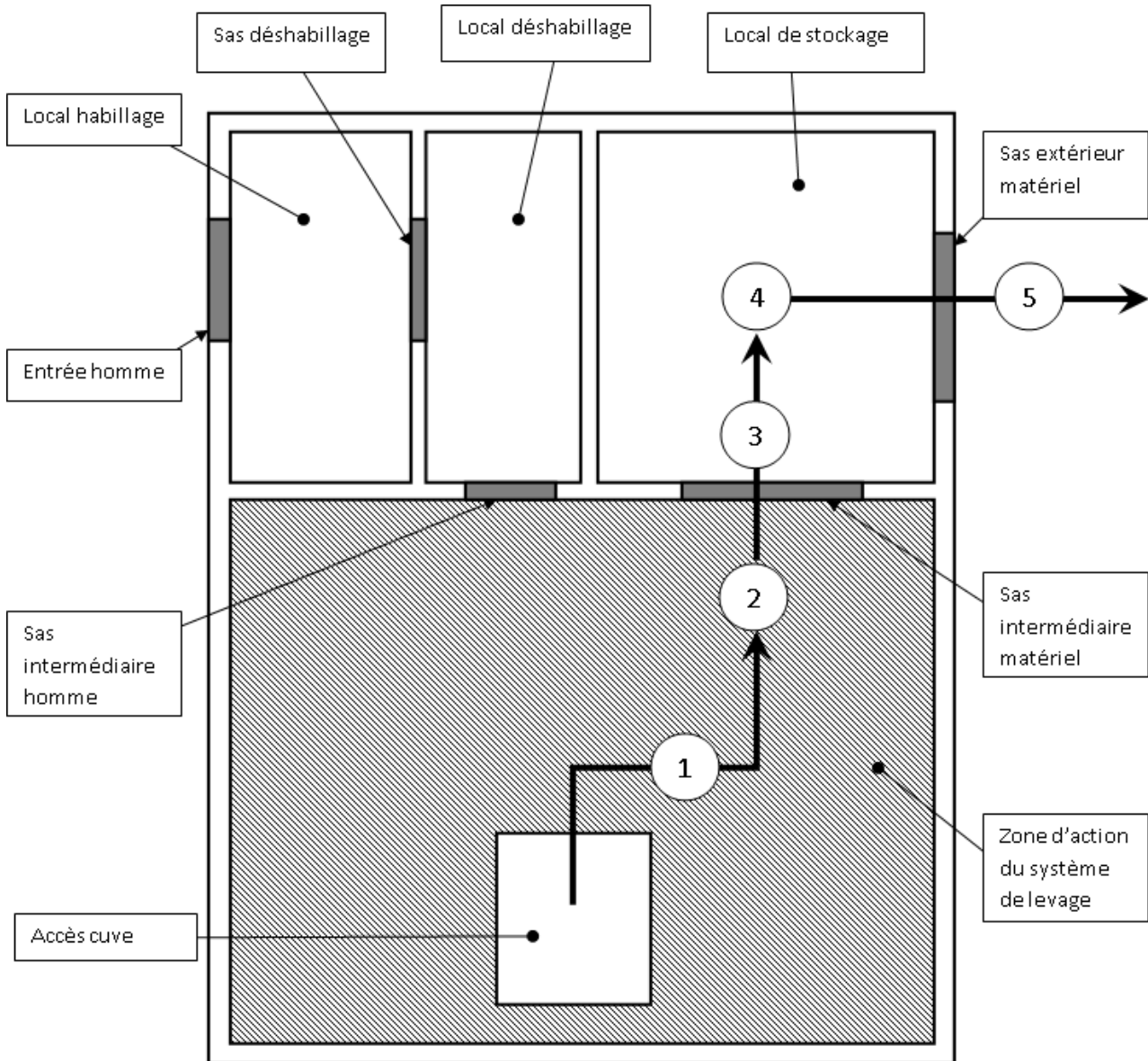
### Caractéristiques techniques :

- diamètre intérieur de la conduite :  $\varnothing = 40 \text{ mm}$  ;
- perte de charge par coude :  $\Delta p_{\text{coude}} = 3000 \text{ Pa}$  ;
- perte de charge du clapet anti-retour :  $\Delta p_{\text{clapet}} = 500 \text{ Pa}$  ;
- perte de charge de l'électrovanne :  $\Delta p_{\text{électrovanne}} = 1300 \text{ Pa}$ .

### Plan d'implantation de la conduite :



## DOCUMENT TECHNIQUE DT2 : vue de dessus des zones d'accès



### Étapes d'évacuation des plaques découpées :

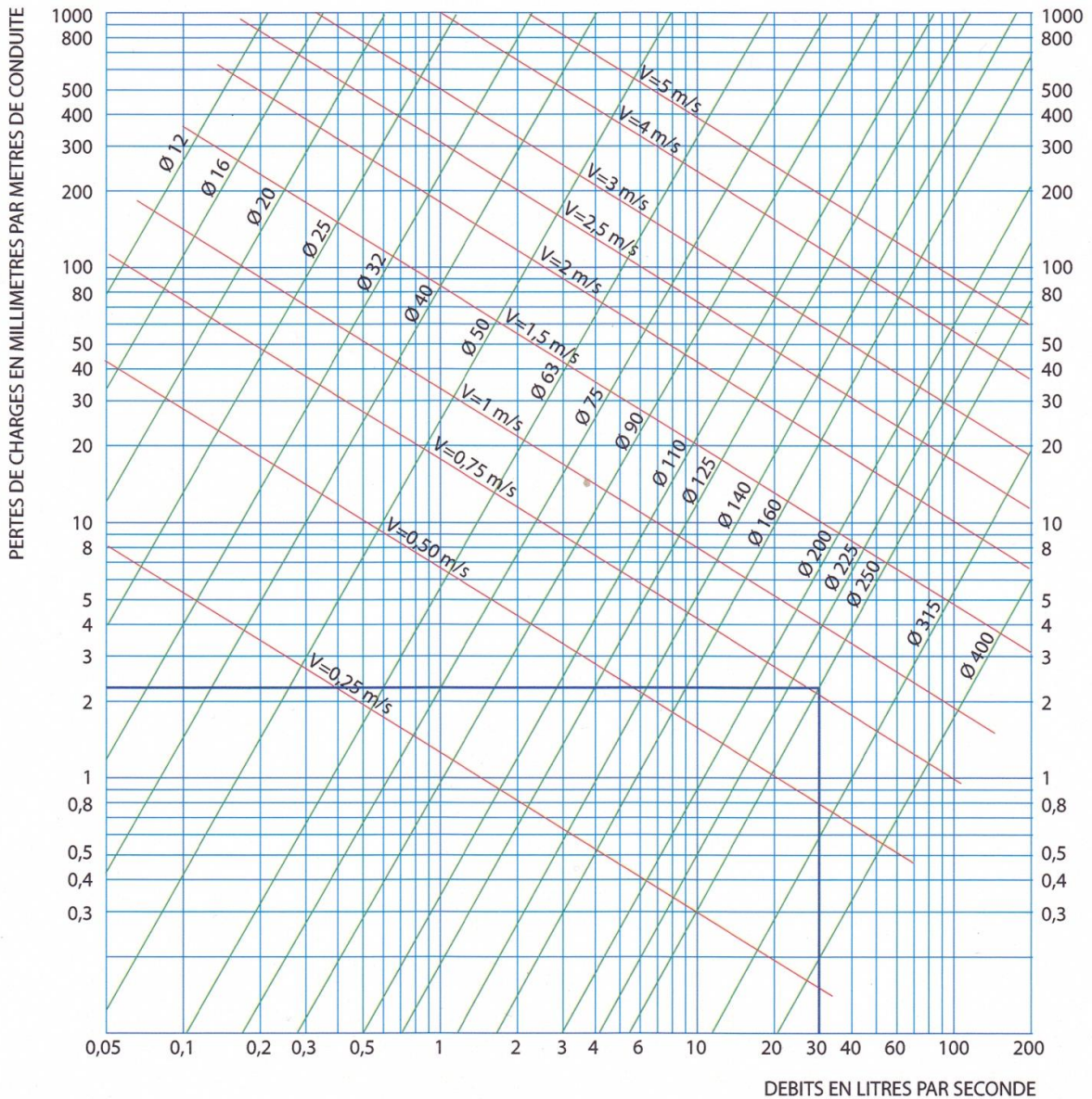
1. la plaque est découpée en fond de cuve et est remontée grâce au dispositif de levage 3t ;
2. les plaques sont palettisées et vinylées ;
3. le sas intermédiaire matériel est ouvert et la palette est évacuée grâce à un transpalette. Le sas est ensuite refermé ;
4. un maximum de 3 palettes sont stockées dans la zone de stockage. Elles sont contrôlées et décontaminées si nécessaires ;
5. Le sas extérieur matériel est ouvert et les palettes sont évacuées à l'aide d'un chariot élévateur. Le sas extérieur matériel est refermé.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE		Session 2016
U42 -Détermination et justification de choix techniques	ENE4JCT	Page 14 / 28

# DOCUMENT TECHNIQUE DT3 : perte de charge régulière

## ABAQUE POUR LE CALCUL DES PERTES DE CHARGE DANS LES TUBES D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION D'EAU

Pour avoir un résultat en  $\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$ , multiplier le résultat par 9,8.  
 $1 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-1} = 9,8 \text{ Pa} \cdot \text{m}^{-1}$



Mode d'emploi de l'abaque :

Détermination de la perte de charge pour un diamètre D et un débit Q donnés.

On trace une verticale qui passe par Q jusqu'au point d'intersection avec la droite D. De ce point on trace une horizontale qui coupe l'échelle des pertes de charge à la valeur recherchée.

Exemple : pour un débit  $Q = 30 \text{ l/s}$ , une conduite  $D = 250 \text{ mm}$

- la perte de charge  $J \sim 2,3 \text{ mm/m}$ .
- la vitesse d'écoulement V voisine de  $0,75 \text{ m/s}$ .

BTS ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE		Session 2016
U42 -Détermination et justification de choix techniques	ENE4JCT	Page 15 / 28



## DOCUMENT TECHNIQUE DT4 : théorème de Bernoulli généralisé

---

Dans les expressions suivantes, l'indice 1 représente les grandeurs en entrée de la conduite (au fond du puisard) et l'indice 2 les grandeurs en sortie de la conduite (cuve de récupération extérieure).

### Bernoulli simplifié :

$$\rho \cdot g \cdot (z_2 - z_1) = \frac{P_p}{Q_v} - \Delta p_{\text{totale}}$$

### Avec :

- $\rho$  : masse volumique du fluide en  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  ;
- $g$  : accélération de la pesanteur en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$  ;
- $P_p$  : puissance de la pompe en W ;
- $Q_v$  : débit volumique en  $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$  ;
- $\Delta p_{\text{totale}}$  : pertes de charges totales dans la conduite en Pa ;
- $V_1$  : vitesse du fluide à l'entrée de la conduite en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  ;
- $V_2$  : vitesse du fluide à la sortie de la conduite en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  ;
- $z_1$  : altitude de l'entrée de la conduite en m ;
- $z_2$  : altitude de la sortie de la conduite en m ;
- $p_1$  : pression à l'entrée de la conduite en Pa ;
- $p_2$  : pression à la sortie de la conduite en Pa.

### Données :

- masse volumique de l'eau :  $\rho = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  ;
- accélération de la pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  ;
- pressions en entrée et en sortie de la conduite égales à la pression atmosphérique, donc  $(p_2 - p_1) = 0$  ;
- les vitesses du fluide en entrée et en sortie de la conduite sont égales, donc  $(V_2^2 - V_1^2) = 0$ .

BTS ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE		Session 2016
U42 -Détermination et justification de choix techniques	ENE4JCT	Page 16 / 28

# DOCUMENT TECHNIQUE DT5 : pompe de relevage

Bâtiment : Relevage

Pompes de relevage / Pompes pour eaux chargées

Ama-Drainer 4../5..



Désignation

Exemple : Ama-Drainer A 4 22 S D / 10 K

Explication concernant la désignation

Abréviation	Signification
Ama-Drainer	Gamme
A	Matériaux
A	= variante pour eaux chargées
C	= variante pour eaux agressives
R	= variante pour eau contenant de l'huile / émulsions d'huile
4	DN bride de refoulement
4	= ~4 cm (G 1 1/2)
5	= ~5 cm (G 2)
22	Puissance moteur [kW x 10]
05	= 0,55 kW
07	= 0,75 kW
11	= 1,1 kW
15	= 1,5 kW
22	= 2,2 kW
S	Interrupteur à flotteur
S	= avec interrupteur à flotteur
N	= sans interrupteur à flotteur
D	Moteur
D	= moteur triphasé
E	= moteur monophasé
10	Passage libre [mm]
10	= 10 mm
11	= 11 mm
35	= 35 mm
K	Enveloppe de refroidissement
K	= avec enveloppe de refroidissement
.1)	= sans enveloppe de refroidissement

## Ama-Drainer - Version standard, passage libre 10 mm (522/11 : 11 mm)

Ama-Drainer	Orifices	Solides maxi. mm	P <sub>1</sub> kW	P <sub>2</sub> kW	50 Hz		Câble électrique 10 m		Commande niveau m		net ≈ kg
					1~ 220 - 240 V I <sub>N</sub> ≈ A	3~ 380 - 415 V I <sub>N</sub> ≈ A	S07RN- F6G1	H07RN- F3G1			
A 405 NE/10	G 1 1/2	10	0,9	0,55	4,1	-	-	X	-	29 128 651	12,2
A 405 SE/10			0,9		4,1	-	X	0,5	29 128 650	12,7	
A 405 ND/10			0,76		-	1,7	X	-	-	29 128 652	13,3
A 405 SD/10			0,76		-	1,7	X	-	10	29 128 742	15,1
A 407 NE/10	G 1 1/2	10	1,26	0,75	5,5	-	-	X	-	29 128 654	12,2
A 407 SE/10			1,26		5,5	-	X	0,5	29 128 653	12,7	
A 407 ND/10			1,01		-	1,9	X	-	-	29 128 655	13,3
A 407 SD/10			1,01		-	1,9	X	-	10	29 128 743	15,1
A 411 NE/10	G 1 1/2	10	1,45	1,1	6,55	-	-	X	-	29 128 657	14,5
A 411 SE/10			1,45		6,55	-	X	0,5	29 128 656	15,0	
A 411 ND/10			1,54		-	2,5	X	-	-	29 128 658	13,3
A 411 SD/10			1,54		-	2,5	X	-	10	29 128 744	15,1
A 415 NE/10	G 1 1/2	10	2,07	1,5	8,95	-	-	X	-	29 128 660	14,5
A 415 SE/10			2,07		8,95	-	X	0,5	29 128 659	15,0	
A 415 ND/10			1,88		-	3,6	X	-	-	29 128 661	15,6
A 415 SD/10			1,88		-	3,6	X	-	10	29 128 745	17,5
A 422 ND/10	G 1 1/2	10	2,9	2,2	-	4,8	X	-	-	29 128 662	15,7
A 422 SD/10			2,9		-	4,8	X	-	10	29 128 746	17,6
A 522 ND/11	G 2	11	2,9	2,2	-	4,8	X	-	-	29 128 865	22,5
A 522 SD/11			2,9		-	4,8	X	-	10	29 128 866	24,5

# DOCUMENT TECHNIQUE DT6 : disjoncteurs moteurs



GV2 ME

## Disjoncteurs-magnétothermiques GV2 ME avec vis-étriers ▶21024◀

GV2 ME : commande par boutons-poussoirs

puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3									plage de réglage des déclencheurs thermiques (2) (A)	courant de déclenchement magnétique I <sub>d</sub> ±20 % (A)	réf.
400/415 V			500 V			690 V					
P (kW)	I <sub>cu</sub> (kA)	I <sub>cs</sub> (1) (kA)	P (kW)	I <sub>cu</sub> (kA)	I <sub>cs</sub> (1) (kA)	P (kW)	I <sub>cu</sub> (kA)	I <sub>cs</sub> (1) (kA)			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1... 0,16	1,5	GV2ME01
0,06	(4)	(4)	-	-	-	-	-	-	0,16... 0,25	2,4	GV2ME02
0,09	(4)	(4)	-	-	-	-	-	-	0,25... 0,40	5	GV2ME03
0,12	(4)	(4)	-	-	-	0,37	(4)	(4)	0,40... 0,63	8	GV2ME04
0,18	(4)	(4)	-	-	-	-	-	-	0,40... 0,63	8	GV2ME04
0,25	(4)	(4)	-	-	-	0,55	(4)	(4)	0,63... 1	13	GV2ME05
0,37	(4)	(4)	0,37	(4)	(4)	-	-	-	1... 1,6	22,5	GV2ME06
0,55	(4)	(4)	0,55	(4)	(4)	0,75	(4)	(4)	1... 1,6	22,5	GV2ME06
-	-	-	0,75	(4)	(4)	1,1	(4)	(4)	1... 1,6	22,5	GV2ME06
0,75	(4)	(4)	1,1	(4)	(4)	1,5	3	75	1,6... 2,5	33,5	GV2ME07
1,1	(4)	(4)	1,5	(4)	(4)	2,2	3	75	2,5... 4	51	GV2ME08
1,5	(4)	(4)	2,2	(4)	(4)	3	3	75	2,5... 4	51	GV2ME08
2,2	(4)	(4)	3	50	100	4	3	75	4... 6,3	78	GV2ME10
3	(4)	(4)	4	10	100	5,5	3	75	6... 10	138	GV2ME14
4	(4)	(4)	5,5	10	100	7,5	3	75	6... 10	138	GV2ME14
5,5	15	50	7,5	6	75	9	3	75	9... 14	170	GV2ME16
-	-	-	-	-	-	11	3	75	9... 14	170	GV2ME16
7,5	15	50	9	6	75	15	3	75	13... 18	223	GV2ME20
9	15	40	11	4	75	18,5	3	75	17... 23	327	GV2ME21
11	15	40	15	4	75	-	-	-	20... 25	327	GV2ME22 (3)

(1) En % de I<sub>cu</sub>.  
 (2) Pour utilisation des GV2 ME en coffret, voir page E18.  
 (3) Calibre maximal pouvant être monté dans les coffrets GV2 MC ou MP.  
 (4) > 100 kA.

## Disjoncteurs magnétothermiques GV2 ME avec bloc de contacts intégré

Avec bloc de contacts auxiliaires instantanés :

- GV AE1, ajouter AE1TQ en fin de référence du disjoncteur choisie ci-dessus.

Exemple : GV2 ME01AE1TQ

- GV AE11, ajouter AE11TQ en fin de référence du disjoncteur choisie ci-dessus.

Exemple : GV2 ME01AE11TQ

- GV AN11, ajouter AN11TQ en fin de référence du disjoncteur choisie ci-dessus.

Exemple : GV2 ME01AN11TQ.

Ces disjoncteurs avec bloc de contacts intégré sont vendus par lot de 20 pièces sous emballage unique.

## Blocs de contacts

désignation	montage	nombre maxi	type de contacts	quantité indivisible	réf. unitaire
contacts auxiliaires instantanés	frontal	1	F ou O (1)	10	GVAE1
			F + O	10	GVAE11
	F + F	10	GVAE20		
	latéral à gauche	2	F + O	1	GVAN11
			F + F	1	GVAN20
contact de signalisation de défauts + contact auxiliaire instantané	latéral (2) à gauche	1	F + F	1	GVAD1010
			(défaut) + O	1	GVAD1001
			O + F	1	GVAD0110
			(défaut) + O	1	GVAD0101
contact de signalisation de court-circuit	latéral à gauche	1	OF à point commun	1	GVAM11

# DOCUMENT TECHNIQUE DT7 : contacteurs



LC1D09\*\*



LC1D40A\*\*



LC1D95\*\*



LC1D123\*\*



LC1D129\*\*



Contacteur TeSys D



Contacteur-inverseur TeSys D

## Caractéristiques ►24505◄

conformité aux normes	IEC/EN 60947-4-1, IEC/EN 60947-5-1, UL 508, CSA C22 2 n°14
certifications des produits	UL, CSA, CCC, GL, DNV, RINA, BV, LROS (en cours pour les contacteurs LC1 D40A à D65A)

## Contacteurs tripolaires ►24505◄

puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3 (0 ≤ 60 °C)								courant assigné d'emploi en AC-3 440 V jusqu'à (A)	contacts auxiliaires instantanés	références de base à compléter par le repère de la tension (2) fixation (1)
220/230 V (kW)	380/400 V (kW)	415 V (kW)	440 V (kW)	500 V (kW)	660/690 V (kW)	1000 V (kW)				
<b>raccordement par vis-étriers ou connecteurs</b>										
2,2	4	4	4	5,5	5,5	-	9	1	1	LC1D09**
3	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5	-	12	1	1	LC1D12**
4	7,5	9	9	10	10	-	18	1	1	LC1D18**
5,5	11	11	11	15	15	-	25	1	1	LC1D25**
7,5	15	15	15	18,5	18,5	-	32	1	1	LC1D32**
9	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	-	38	1	1	LC1D38**
22	37	45	45	55	45	45	80	1	1	LC1D80**
25	45	45	45	55	45	45	95	1	1	LC1D95**
30	55	59	59	75	80	65	115	1	1	LC1D115**
40	75	80	80	90	100	75	150	1	1	LC1D150**
<b>raccordement par connecteurs Everlink® à vis BTR (4)</b>										
11	18,5	22	22	22	30	-	40	1	1	LC1D40A**
15	22	25	30	30	33	-	50	1	1	LC1D50A**
18,5	30	30	30	37	37	-	65	1	1	LC1D65A**
<b>raccordement pour cosses fermées ou barres dans la référence choisie ci-dessus, ajouter le chiffre 6 devant le repère de la tension. Exemple : LC1 D09** devient LC1 D096**.</b>										
<b>raccordement par bornes à ressort</b>										
2,2	4	4	4	5,5	5,5	-	9	1	1	LC1D093**
3	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5	-	12	1	1	LC1D123**
4	7,5	9	9	10	10	-	18	1	1	LC1D183**
5,5	11	11	11	15	15	-	25	1	1	LC1D253**
7,5	15	15	15	18,5	18,5	-	32 (3)	1	1	LC1D323**
<b>raccordement puissance par connecteurs Everlink® à vis BTR (4) et contrôle par bornes à ressort</b>										
11	18,5	22	22	22	30	-	40	1	1	LC1D40A3**
15	22	25	30	30	33	-	50	1	1	LC1D50A3**
18,5	30	30	30	37	37	-	65	1	1	LC1D65A3**
<b>raccordement par cosses Faston</b>										

ces contacteurs sont équipés de cosses Faston : 2 x 6,35 mm sur les pôles puissance et 1 x 6,35 mm sur les bornes de la bobine et des auxiliaires. Il est possible de raccorder 2 x 6,35 mm sur les bornes bobine à l'aide d'une cosse Faston double, référence : LA9 6180, vendue séparément, par quantité indivisible de 100. Pour les contacteurs LC1 D09 et LC1 D12 uniquement, dans la référence choisie ci-dessus, remplacer le chiffre 3 par 9. Exemple : LC1 D093\*\* devient LC1 D099\*\*.

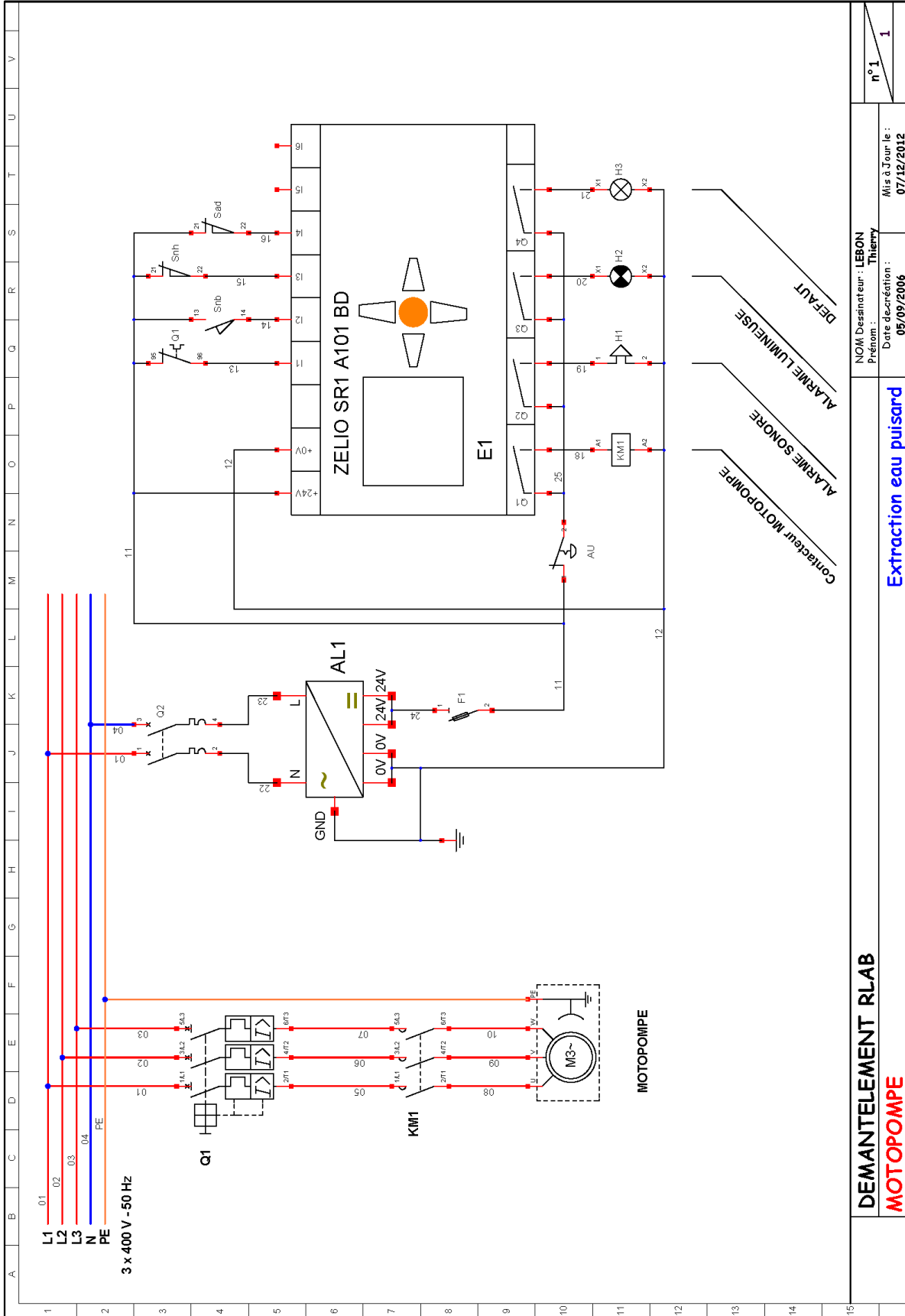
- (1) LC1 D09 à D65A : encliquetage sur profilé de 35 mm AM1 DP ou par vis.  
LC1 D80 à D95 : encliquetage sur profilé de 35 mm AM1 DP ou 75 mm AM1 DL ou par vis.  
LC1 D80 à D95 : encliquetage sur profilé de 75 mm AM1 DL ou par vis.  
LC1 D115 et D150 : encliquetage sur 2 profilés de 35 mm AM1 DP ou par vis.  
(2) Tensions du circuit de commande, voir page E97.  
(3) A câbler impérativement avec 2 câbles de 4 mm<sup>2</sup> en parallèle du côté amont. Du côté aval, il est possible d'utiliser le bornier aval LAD 331 (technologie Quickfit). Dans le cas d'un raccordement avec un seul câble, le produit est limité à 25 A (moteurs 11 kWh/400 V).  
(4) Vis BTR : à 6 pans creux. En accord avec les règles locales d'habilitation électrique, l'utilisation d'une clé Allen n°4 isolée est requise (référence LAD ALLEN4).

## Contacteurs TeSys D

### Contacteurs et contacteurs-inverseurs

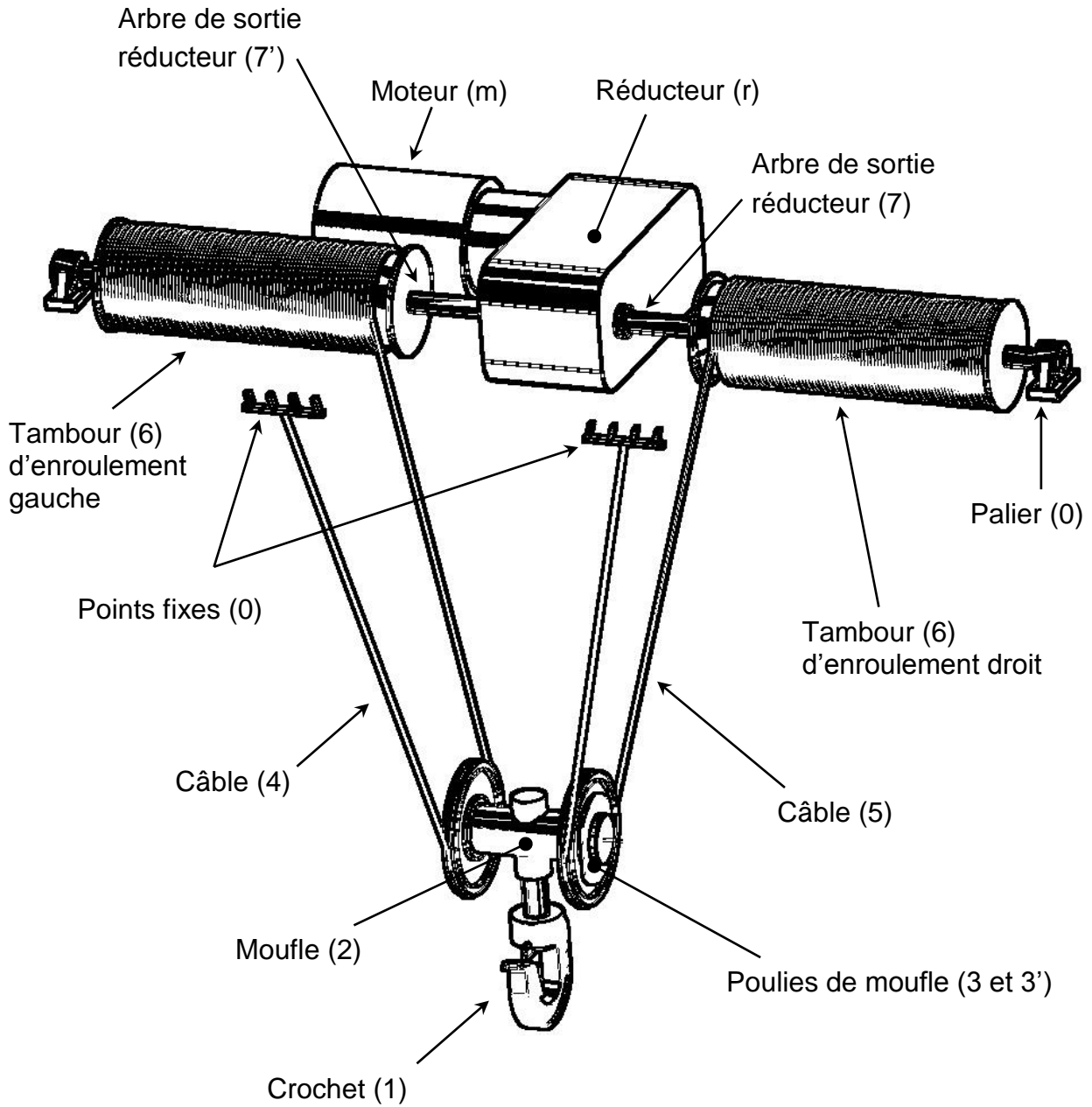
courant alternatif													
volts ~	24	42	48	110	115	220	230	240	380	400	415	440	500
<b>Contacteurs LC•D09... D150 et LC•DT20... DT40 (bobines antiparasitées d'origine sur D115 et D150)</b>													
50/60 Hz	B7	D7	E7	F7	FE7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7	-
<b>Contacteurs LC•D80... D115</b>													
50 Hz	B5	D5	E5	F5	FE5	M5	P5	U5	Q5	V5	N5	R5	S5
60 Hz	B6	-	E6	F6	-	M6	-	U6	Q6	-	-	R6	-
<b>courant continu</b>													
volts ---	12	24	36	48	60	72	110	125	220	250	440		
<b>Contacteurs LC•D09... D65A et LC•DT20... DT80A (bobines antiparasitées d'origine avec antiparasitage amovible)</b>													
U de 0,7... 1,25 Uc	JD	BD	CD	ED	ND	SD	FD	GD	MD	UD	RD		
<b>Contacteurs LC• ou LP•D80... D095</b>													
U de 0,85... 1,1 Uc	JD	BD	CD	ED	ND	SD	FD	GD	MD	UD	RD		
U de 0,75... 1,2 Uc	JW	BW	CW	EW	-	SW	FW	-	MW	-	-		
<b>Contacteurs LC•D115 et LC•D150 (bobines antiparasitées d'origine)</b>													
U de 0,75... 1,2 Uc	-	BD	-	ED	ND	SD	FD	GD	MD	UD	RD		
<b>courant continu basse consommation</b>													
volts ---	5	12	20	24	48	110	220	250					
<b>Contacteurs LC1D09... D38 et LC1DT20... DT40 (bobines antiparasitées d'origine avec antiparasitage amovible)</b>													
U de 0,7... 1,25 Uc	AL	JL	ZL	BL	EL	FL	ML	UL					

# DOCUMENT TECHNIQUE DT8 : schéma de câblage de la pompe



DEMANTELEMENT RLAB		NOM Dessinateur : <b>LEBON</b>	n° 1
<b>MOTOPOMPE</b>		Prénom : <b>Thierry</b>	
		Date de création : <b>05/09/2006</b>	Mis à jour le : <b>07/12/2012</b>
		<b>Extraction eau puisard</b>	
		ALARME SONORE	ALARME LUMINEUSE
		CONTACTEUR MOTOPOMPE	DEFAULT

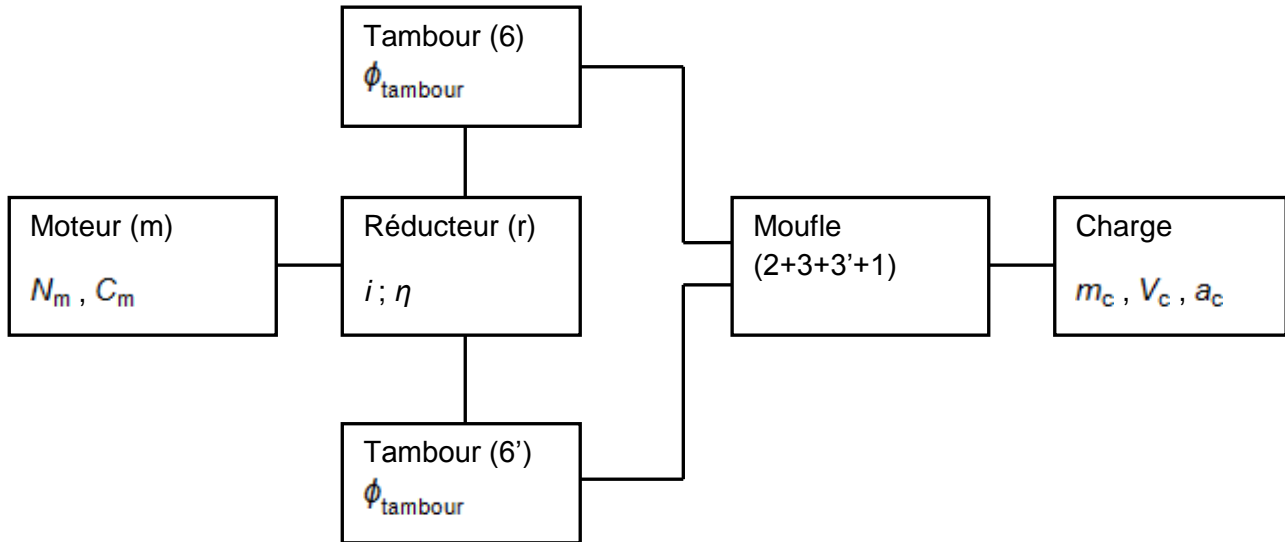
# DOCUMENT TECHNIQUE DT9 : schéma de principe du levage



BTS ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE		Session 2016
U42 -Détermination et justification de choix techniques	ENE4JCT	Page 21 / 28

# DOCUMENT TECHNIQUE DT10 : caractéristiques du système de levage

Schéma bloc :



**Caractéristiques techniques :**

Moteur :

- modèle LS 132 M – 2 paires de pôles;
- puissance nominale  $P_N = 7,5 \text{ kW}$ ;
- vitesse de rotation nominale  $N_N = 1430 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ ;
- couple nominal  $C_N = 49,4 \text{ N} \cdot \text{m}$ .

Réducteur :

- rapport de réduction  $i = 0,036$  ;
- rendement  $\eta = 0,71$ .

Tambour :

- $\phi_{\text{tambour}} = 120 \text{ mm}$ .

Sur l'installation existante, le moteur est directement couplé au réseau triphasé d'alimentation.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE		Session 2016
U42 -Détermination et justification de choix techniques	ENE4JCT	Page 22 / 28



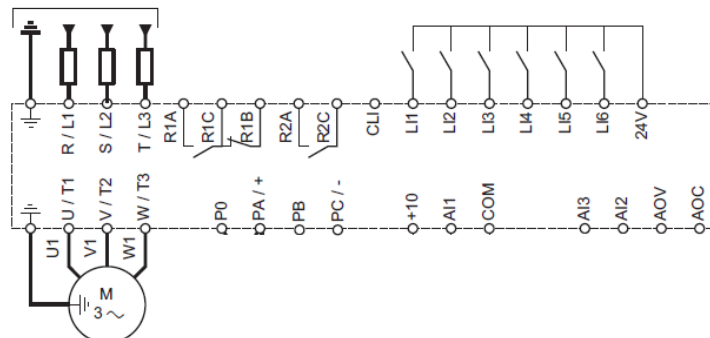
# DOCUMENT TECHNIQUE DT11 : choix de variateur de vitesse

encombrements (L x H x P en mm)	
T 1 : 72 x 145 x 122	T 6 : 107 x 143 x 152
T 2 : 72 x 145 x 132	T 7 : 142 x 184 x 152
T 3 : 72 x 145 x 132	T 8 : 180 x 232 x 172
T 4 : 72 x 145 x 142	T 9 : 245 x 330 x 192
T 5 : 105 x 143 x 132	-



tension d'alimentation		monophasé 200... 240 V	triphasé 200... 240 V	triphasé 380... 500V	triphasé 525... 600V			
degré de protection		IP20						
entraînement		0,5... 500 Hz						
fréquence de sortie		standard (tension fréquence) - performance (contrôle vectoriel des flux sans capteur)						
type de contrôle		moteur asynchrone						
surcouple transitoire		170 ... 200 % du couple nominal moteur						
puissance moteur (kW)		0,18	ATV312H018M2	T3	ATV312H018M3	T1	-	-
		0,37	ATV312H037M2	T3	ATV312H037M3	T1	ATV312H037N4	T5
		0,55	ATV312H055M2	T4	ATV312H055M3	T2	ATV312H055N4	T5
		0,75	ATV312H075M2	T4	ATV312H075M3	T2	ATV312H075N4	T6
		1,1	ATV312HU11M2	T6	ATV312HU11M3	T5	ATV312HU11N4	T6
		1,5	ATV312HU15M2	T6	ATV312HU15M3	T5	ATV312HU15N4	T6
		2,2	ATV312HU22M2 (2)	T7	ATV312HU22M3	T6	ATV312HU22N4	T7
		3	-	-	ATV312HU30M3	T7	ATV312HU30N4	T7
		4	-	-	ATV312HU40M3	T7	ATV312HU40N4	T7
		5,5	-	-	ATV312HU55M3	T8	ATV312HU55N4	T8
		7,5	-	-	ATV312HU75M3	T8	ATV312HU75N4	T8
		11	-	-	ATV312HD11M3	T9	ATV312HD11N4	T9
		15	-	-	ATV312HD15M3	T9	ATV312HD15N4	T9

## Schéma de câblage général



24 V	Alimentation entrée logique	+ 24 V avec protection contre les courts-circuits et les surcharges, min. 19 V, max. 30 V Courant max. disponible pour l'utilisateur 100 mA
LI1 LI2 LI3 LI4 LI5 LI6	Entrées logiques	Entrées logiques programmables • Alimentation + 24 V (max. 30 V) • Impédance 3,5 kΩ • État 0 si < 5 V, état 1 si > 11 V (différence de tension entre LI- et CLI) • Temps d'échantillonnage 4 ms

### Entrées logiques :

- LI1, LI2 (2 sens de marche) : LI1 = marche avant ; LI2 = marche arrière.
- LI3 à LI6 : sélection de vitesses pré-réglées. (ex à 2 vitesses : LI3 = 0 pour vitesse pré-réglée 1 ; LI3 = 1 pour vitesse pré-réglée 2).








### Entrées analogiques :

- AI1 : consigne vitesse 0 à 10 V.
- AI2, AI3 : inactive (non affectée).

Remarque : les bornes R1A à R2C ne sont pas à considérer

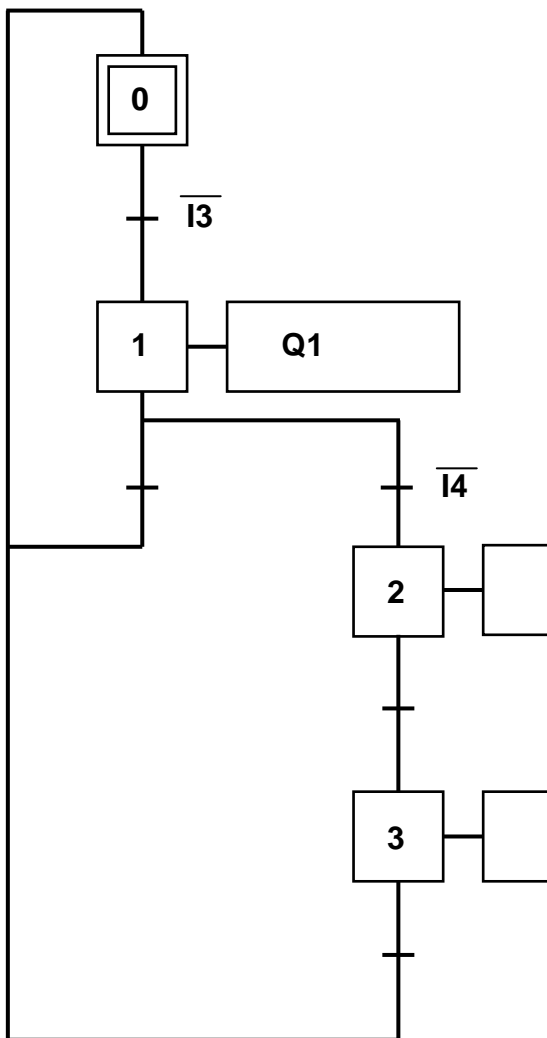
BTS ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE		Session 2016
U42 -Détermination et justification de choix techniques	ENE4JCT	Page 23 / 28

## DOCUMENT RÉPONSE DR1 : Analyse des risques

Pictogramme	Risque recensé	Source	Grandeur physique concernée	Moyens de protection/consignes à respecter
	Chute	Dénivelé	Hauteur cuve $h = 7,40 \text{ m}$	Rambarde de protection au niveau de l'accès en cuve
			Hauteur cuve $h = 7,40 \text{ m}$	Casque
			Masse maxi d'une tôle à $m = 500 \text{ kg}$ Vitesse de montée $V_{\max} = 0,16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	Evacuation de la zone de levage lors du levage et chaussures de sécurité
		Transport de palettes de plaques	X	Passage piéton interdit dans zone de passage
	Ecrasement		Masse tôle $m = 500 \text{ kg}$	
				Consignation des armoires lors du branchement d'appareillage électrique. Chaussures de sécurité et gants
	Projection de particules	poussière	X	

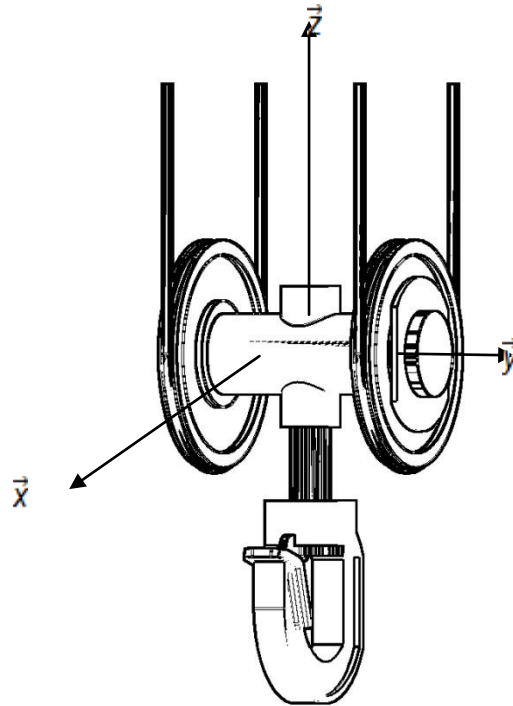
## DOCUMENT RÉPONSE DR2 : GRAFCET de gestion du pompage

Automate		
Entrée	Sortie	
I1		Q1 : disjoncteur moteur
I2		S <sub>nb</sub> : détecteur niveau bas
I3		S <sub>nh</sub> : détecteur niveau haut
I4		S <sub>ad</sub> : détecteur anti-débordement
	Q1	KM1 : contacteur motopompe
	Q2	H1 : alarme sonore
	Q3	H2 : alarme lumineuse
	Q4	H3 : voyant défaut

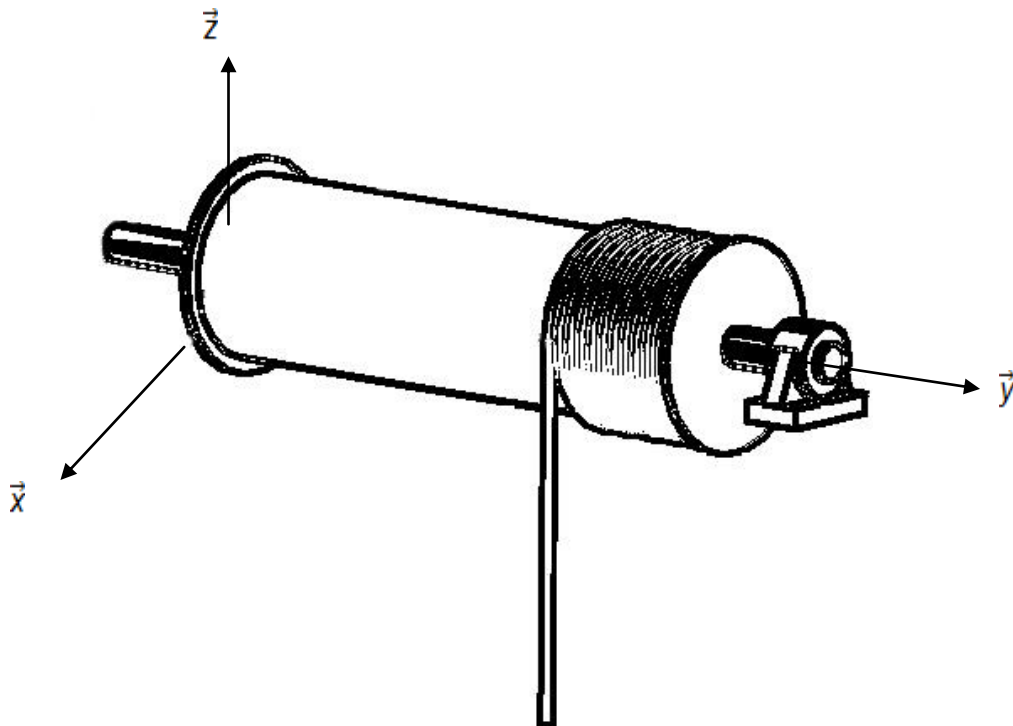


## DOCUMENT RÉPONSE DR3 : bilan des actions mécaniques

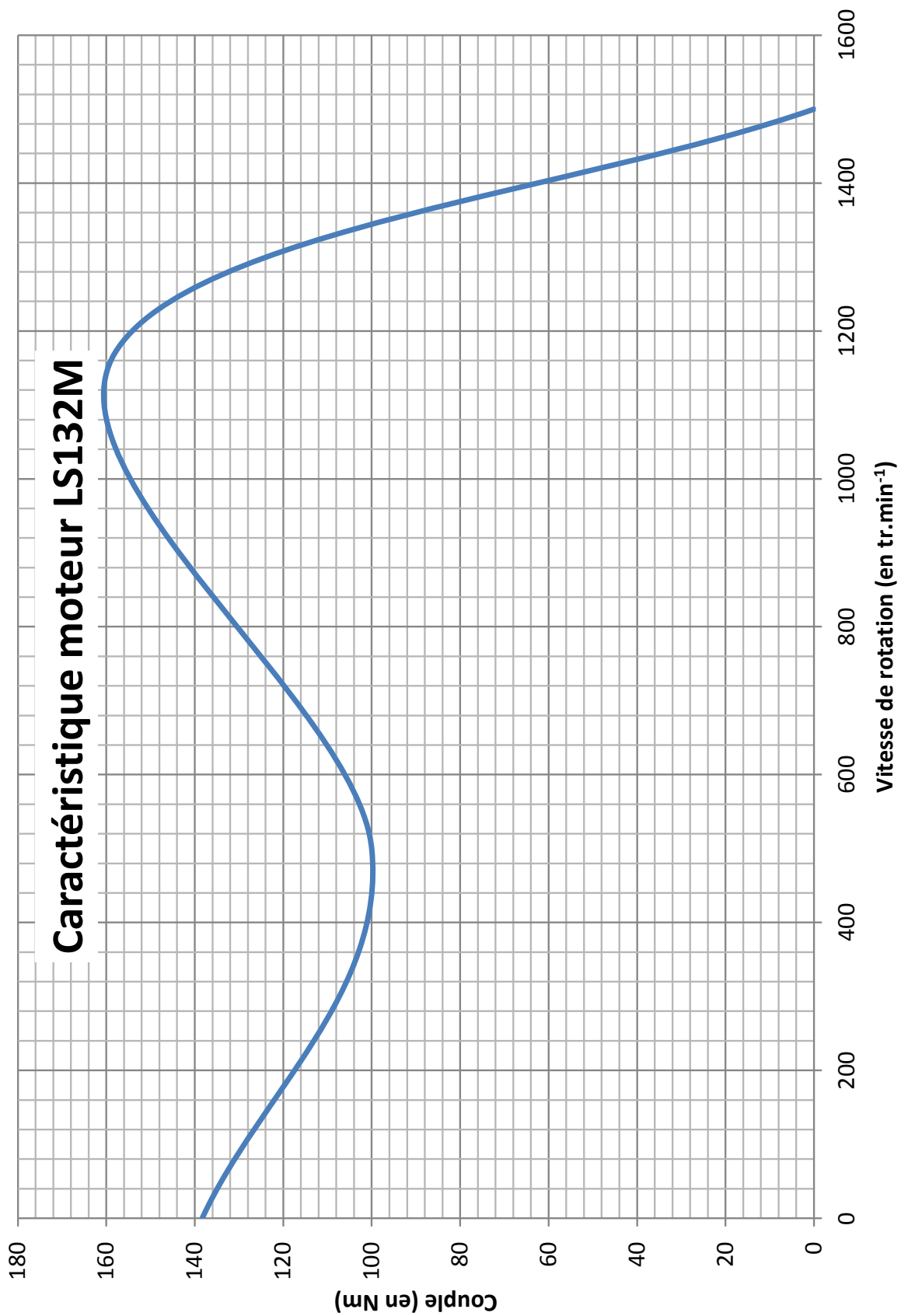
**Question D1** Bilan des Actions mécaniques extérieures sur l'ensemble S :



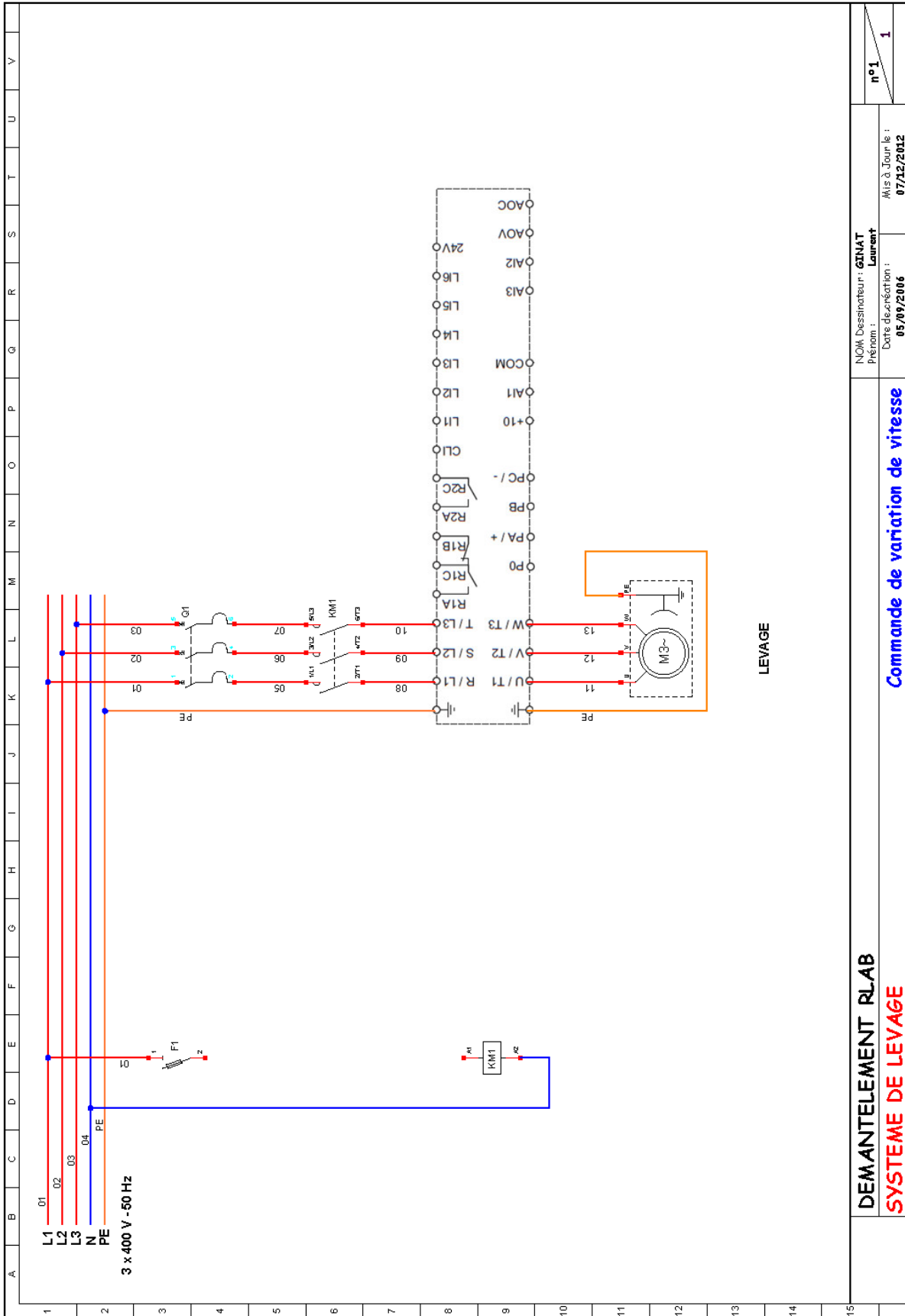
**Question D3 :** Bilan des Actions mécaniques extérieures sur le tambour 6



BTS ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE		Session 2016
U42 -Détermination et justification de choix techniques	ENE4JCT	Page 26 / 28



# DOCUMENT RÉPONSE DR5 : câblage du variateur de levage



**DEMANTELEMENT RLAB**  
**SYSTEME DE LEVAGE**

**Commande de variation de vitesse**

NOM Dessinateur : **GENAT**  
 Prénom : **Laurent**  
 Date de création : **05/09/2006**  
 Mis à Jour le : **07/12/2012**  
 n°1 / 1