

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE

E4 MODÉLISATION ET CHOIX TECHNIQUES EN ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE

U42 Détermination et justification de choix techniques

SESSION 2020

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

Le sujet se compose de 27 pages, numérotées de 1/27 à 27/27.
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

DOCUMENTS ET MATÉRIELS AUTORISÉS

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue », est autorisé.
Tout autre matériel est interdit.
Aucun document autorisé.

Documents à rendre avec la copie :

- Annexe DR1..... page 24/27
- Annexe DR2..... page 25/27
- Annexe DR3..... page 26/27
- Annexe DR4..... page 27/27

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 1/28

Constitution du sujet

Dossier présentation (PR1, PR2)

pages 2 à 3

Dossier question

pages 4 à 12

Dossier technique (DT0 à DT10)

pages 13 à 23

Dossier réponse (DR1 à DR4)

Pages 24 à 27

Présentation du thème : Circuit de Réfrigération du Réacteur à l'Arrêt (RRA)

Rôle principal :

Le système élémentaire RRA intervient après le refroidissement initial du réacteur par le circuit secondaire. Il permet de continuer le refroidissement et notamment :

- Lors de la mise en arrêt à froid du réacteur, le circuit RRA évacue la chaleur résiduelle dégagée par le cœur, et il évacue la chaleur fournie au fluide primaire par les pompes primaires.
- Lors des opérations de chargement, déchargement du combustible dont l'Arrêt Pour Rechargement (APR), le circuit RRA évacue la chaleur résiduelle dégagée par le combustible et maintient la température inférieure à 60°C.
- Pendant le démarrage de la tranche, les pompes RRA assurent la circulation de l'eau primaire.

Rôle de sûreté nucléaire

Le circuit RRA n'est pas un circuit de sauvegarde. Seules les pompes sont qualifiées vis-à-vis des conditions de température et de pression consécutives à une rupture de tuyauterie vapeur et peuvent fonctionner en post-accidentel.

Lorsque le RCP est ouvert, le système RRA est le seul circuit à pouvoir assurer la fonction d'évacuation de la chaleur résiduelle du cœur. La liaison avec le circuit PTR permet de secourir le circuit RRA en utilisant la capacité de refroidissement de PTR.

Extrait repérage CNPE :

PTR : Bâche Traitement Refroidissement

RCP : Réacteur Circuit Primaire

RRI : Refroidissement intermédiaire des éléments du circuit primaire

SEC : Refroidissement en eau brute du RRI

RCV : Contrôle Chimique Volumétrique et Neutronique

SAR : Distribution d'Air comprimé de Régulation

PR 1

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 2/28

Rôles secondaires

Les rôles secondaires sont :

- Le transfert de l'eau de la piscine du réacteur (refoulement dans la bache PTR par l'intermédiaire de RRA).
- Le contrôle volumétrique du système RCP (lorsque les conditions de pression ne permettent pas l'utilisation des organes de détente haute pression).
- L'homogénéisation de la concentration en bore du système RCP (si les pompes primaires sont à l'arrêt).

Évacuation de la puissance thermique au rejet

- Le circuit RRA est l'une des sources froides du circuit RCP.
- Le circuit RRA est la source chaude du circuit RRI.
- Le circuit SEC est la source froide du circuit RRI.

Caractéristiques du système RRA

Dimensionnement de chaque échangeur RRA :

- Charge thermique : 12 200 kW
- Q eau primaire (int. Tubes) : $1\,075\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$
- Q eau RRI (ext. Tubes) : $1\,060\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$
- Température entrée eau primaire : 60°C
- Température entrée RRI : 35°C

Q nominal de la pompe RRA012PO : $1\,150\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ à 60°C

Différence de pression entre l'aspiration et le refoulement d'une pompe à 60°C : 5 bar

Rendement mécanique de la pompe : 85%

Pression du circuit RRA : 20 bar nom. à 60°C

Q max. décharge et retour RCV : $30\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$

Température max : 190°C

Pression PTR : 20 bar max

Température PTR : 35°C et 60°C

P max. que peuvent supporter les vannes d'isolements RCP-RRA : 173 bar

Vannes pneumatiques régulées par circuit d'air SAR

Tarage soupape : 032VP 35.5 bar ; 0.33VP 38.5 bar ; 042VP et 043VP 40.5 bar

Volume des deux files RRA : environ 20 m^3

PR 2

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 3/28

Partie 1	Analyse du système RRA	
	Barème : 14 pts/80 pts	Durée conseillée : 40 min (dont lecture du sujet)

Dans cette partie, nous étudierons le circuit RRA dans sa globalité et nous mettrons en évidence les interactions entre les différents circuits.

Q 1-1	Documents à consulter : PR1	Répondre sur copie
--------------	------------------------------------	---------------------------

Sur le plan de la sûreté, le circuit RRA est-il un circuit de sauvegarde ? Justifier votre réponse.

Q 1-2	Documents à consulter : PR2	Répondre sur DR1
--------------	------------------------------------	-------------------------

Compléter le schéma d'évacuation thermique avec les noms des circuits manquants.

Q 1-3	Documents à consulter : PR2, DT0 et DT1	Répondre sur DR1
--------------	--	-------------------------

Identifier les différents composants et leurs caractéristiques en complétant la nomenclature.

Q 1-4	Documents à consulter : DT2	Répondre sur copie
--------------	------------------------------------	---------------------------

Chaque file est équipée d'une pompe. Pour la voie A, le repère fonctionnel de la pompe est RRA012PO et pour la voie B le repère de la pompe est RRA013PO. Chaque pompe est protégée par un clapet anti-retour. On souhaite analyser le démarrage de la pompe.

Donner l'équation du logigramme de la mise en service de la pompe RRA. Vous devez pour cette question, utiliser les numéros des entrées de l'automate.

Q 1-5	Documents à consulter : PR2	Répondre sur copie
--------------	------------------------------------	---------------------------

Calculer la puissance hydraulique d'une pompe de la file du système RRA lorsque le circuit est à 60°C. ($P_{hyd} = p \times Q$) En déduire la puissance mécanique (qui correspond à la puissance utile du moteur).

p : pression du circuit RRA en Pascal et Q : débit de RRA en m^3/s à 60°C.

$\eta = P_u / P_a = P_{utile} / P_{absorbée}$

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 4/28

Partie 2	Gestion des alarmes	
	Barème : 8 pts/80 pts	Durée conseillée : 20 min

Suite à l'obsolescence de l'automate programmable industriel gérant les alarmes du circuit RRA, nous souhaitons installer un automate plus performant avec afficheur. Par ailleurs, nous avons constaté une anomalie dans la gestion des alarmes.

Q 2-1	Documents à consulter : DT2 et DT3	Répondre sur DR2
--------------	---	-------------------------

Compléter le tableau (action démarrage alarme et arrêt d'urgence) en précisant pour chaque grafcet :

- La ou les étapes actives.
- Les actions effectuées.
- Les événements permettant de faire évoluer le grafcet.

Q 2-2	Documents à consulter : DT2 et DT4	Répondre sur copie
--------------	---	---------------------------

Cahier des charges pour le choix d'un automate :

- Tension d'alimentation : 24 V en courant alternatif.
- Ecran : Afficheur et horloge intégrée.
- Nombre d'E/S : à définir.

Choisir un automate capable de gérer les entrées et les sorties logiques et respectant le cahier des charges. Donner sa référence et justifier votre choix.

Partie 3	Mise en place d'une bache d'appoint sur le circuit PTR	
	Barème : 21 pts/80 pts	Durée conseillée : 60 min

Le cycle de fonctionnement dégradé du circuit RRA requiert un appoint sur PTR. On souhaite installer une bache d'une capacité de **50 m³**. L'emplacement prévu à cet effet nous autorise un encombrement maximum de **4,5 m** sur la hauteur et de **5 m** sur le diamètre. La bache étant réalisée sur mesure, on souhaite réduire au maximum la quantité de métal nécessaire à la réalisation de celle-ci tout en respectant les critères d'emplacement. Nous devons aussi installer un capteur de niveau et un système de communication par voyants lumineux. Cette bache peut être raccordée quand la tranche est à l'arrêt ou en fonctionnement.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 5/28

Système :	PTR		Analyse des Modes de Défaillances et de Criticité (AMDEC)					
Élément	Fonction interne	Mode de défaillance	Cause/Effet potentiel	Criticité				Action envisagée
				F	G	D	C	
Bâche PTR011BA	Assurer le transfert et la vidange de l'eau primaire de la piscine réacteur après le rechargement du cœur	Défaut sur le maintien à l'état plein de RRA	Sous-dimensionnement de la bâche PTR/Absence d'évacuation de la charge thermique	2	4	2	?	Mise en place d'une bâche d'appoint de 50m³

Q 3-1	Documents à consulter : DT5	Répondre sur copie
--------------	------------------------------------	---------------------------

En s'appuyant sur la méthodologie de l'AMDEC, calculer la valeur de criticité du défaut de la bâche. En déduire son niveau de criticité.

Q 3-2	Documents à consulter : PR1 et DT1	Répondre sur copie
--------------	---	---------------------------

L'installation de la bâche doit- elle être effectuée en Tranche En Marche ou en Arrêt de Tranche ? Justifier votre réponse.

Q 3-3	Documents à consulter : Partie 3	Répondre sur copie
--------------	---	---------------------------

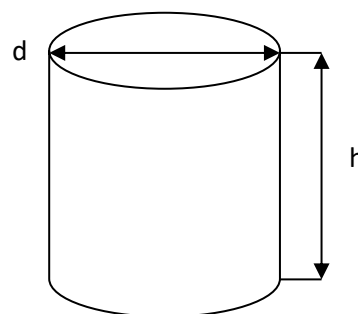
La bâche idéale est celle dont la hauteur h donne la quantité minimale de métal.

Surface intérieure d'un cylindre fermé en fonction de sa hauteur (h en m) et de son volume (v en m³).

$$S(h, v) = 2. \left(\frac{v}{h} + \sqrt{\pi \cdot h \cdot v} \right)$$

A l'aide du calcul différentiel, on trouve l'équation suivante :

$$h = \sqrt[3]{4 \cdot \left(\frac{v}{\pi} \right)}$$



Calculer la hauteur théorique de la bâche en fonction du volume désiré.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 6/28

Q 3-4	Documents à consulter : Partie 3	Répondre sur copie
--------------	---	---------------------------

Calculer la surface intérieure du cylindre fermé.

Q 3-5	Documents à consulter : Partie 3	Répondre sur copie
--------------	---	---------------------------

À l'aide de la formule du volume d'un cylindre, calculer le rayon intérieur de bâche.
Si l'épaisseur de la bâche est de 3 cm, déterminer le diamètre extérieur de celle-ci.
La bâche respecte-t-elle les critères d'emplacement ? Justifier votre réponse.

Q 3-6	Documents à consulter : DT5	Répondre sur copie
--------------	------------------------------------	---------------------------

On souhaite installer sur la cuve un capteur de niveau fonctionnant avec des ondes radar.

En utilisant le diagramme des longueurs, relever la longueur d'onde (m) du capteur.

Q 3-7	Documents à consulter : DT5	Répondre sur copie
--------------	------------------------------------	---------------------------

Formule de la vitesse d'une onde électromagnétique : $v = \lambda f$

v = vitesse de propagation d'une onde en m.s^{-1}

(Pour une onde électromagnétique on prendra $v=260\,000\text{ km.s}^{-1}$ dans l'air)

λ = Longueur d'onde en mètres

f = fréquence en Hertz

En utilisant la formule de la vitesse d'une onde électromagnétique, calculer la fréquence (GHz) nécessaire pour l'installation de notre capteur.

Q 3-8	Documents à consulter : DT6 et PR2	Répondre sur copie
--------------	---	---------------------------

En fonction des critères du circuit PTR et de la fréquence nécessaire pour le fonctionnement du capteur. Choisir un capteur approprié en justifiant votre choix.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 7/28

Q 3-9	Documents à consulter : DR3	Répondre sur DR3
--------------	------------------------------------	-------------------------

On souhaite créer un programme (langage C) pour la gestion du niveau d'eau de la bache d'appoint.

On définit trois critères de remplissage :

- Si la distance est supérieure à 50% de la hauteur de la cuve alors une LED verte s'allume,
- Si la distance est inférieure à 25% de la hauteur de la cuve alors une LED rouge s'allume,
- Si la distance est comprise entre 25% et 50% de la hauteur de la cuve alors une LED orange s'allume.

Pour cette question, on prendra la hauteur $h = 4$ m et le délai de réponse de l'automate par rapport au capteur est : $t = 10$ ms. Compléter le programme en fonction des critères de remplissage, de la hauteur de la cuve et du temps de réponse pour le traitement de l'information.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 8/28

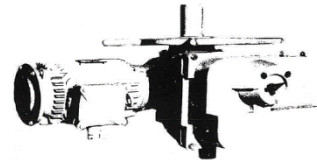
Partie 4	Étude de la clavette parallèle de la vanne PTR 103 VP	
	Barème : 9 pts/80 pts	Durée conseillée : 30 min

Pour l'isolement de la bâche d'appoint, nous devons installer un nouveau matériel spécialement destiné aux centrales nucléaires. Cette vanne à servomoteur présente un encombrement minimum et elle est destinée à la commande à distance.

Servomoteur Joucomatic International SM2-4

Problème technique :

Déterminer la longueur minimale de la clavette.



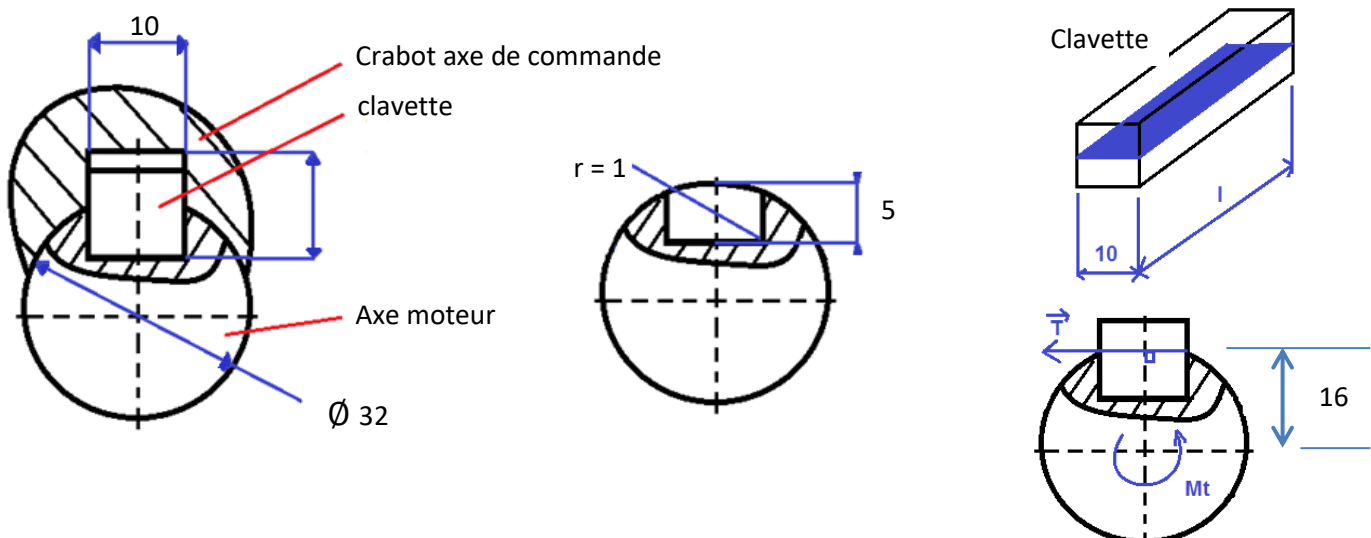
Hypothèses et données :

Dans un domaine d'utilisation par commande électrique, la clavette (élément de sécurité réf. 18) est soumise à la sollicitation de cisaillement. Elle est utilisée comme élément d'entraînement entre 2 axes mais aussi comme 'fusible' mécanique en cas de fort couple pour protéger le moteur. Cette contrainte est prépondérante par rapport au matage de la clavette.

Donc seul le cisaillement de la clavette sera pris en compte avec comme moment transmis par l'axe (réf.11), $M_t = 400 \text{ Nm}$.

L'acier retenu constituant les divers éléments a la caractéristique $R_{pg_{\min}} = 125 \text{ MPa}$
Résistance pratique au glissement minimum. $R_{pg} \geq T / S \text{ (N/mm}^2\text{)}$

Dessin partiel de l'accouplement du crabot et de l'axe



BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 9/28

Q 4-1	Documents à consulter : DT7 et partie 4	Répondre sur copie
--------------	--	---------------------------

Exprimer la surface soumise au cisaillement en fonction de sa longueur L et faire un croquis représentant la surface cisailée.

Q 4-2	Documents à consulter : DT7 et partie 4	Répondre sur copie
--------------	--	---------------------------

Calculer l'effort tranchant T (en N) auquel est soumise la clavette. Faire un croquis pour illustrer votre raisonnement (en faisant apparaître le moment de torsion et l'effort tranchant). *Rappel : moment = force x distance (force normale à la distance)*

Q 4-3	Documents à consulter : DT7 et partie 4	Répondre sur copie
--------------	--	---------------------------

Déterminer la longueur minimale (en mm) que devra avoir la clavette à partir de la condition de résistance au cisaillement de celle-ci.

Q 4-4	Documents à consulter : DT6 et partie 4	Répondre sur copie
--------------	--	---------------------------

A l'aide de la documentation, choisir une clavette parallèle normalisée de type B. Justifier votre raisonnement en indiquant les valeurs de : a, b et L.

Partie 5	Étude du déprimogène mobile	
	Barème : 28 pts/80 pts	Durée conseillée : 90 min

Avant l'intervention sur la bâche d'appoint PTR, le Service Compétent en Radioprotection a mis en évidence dans son Analyse de Risques, la nécessité d'utiliser un système de confinement statique et dynamique composé à minima d'un déprimogène et de parois de SAS. Dans cette partie nous étudierons un déprimogène mobile avec filtration PROMINDUS.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 10/28

Partie 5.1	Commande et protection du moteur
-----------------------	---

Q 5.1-1	Documents à consulter : DT8	Répondre sur copie
----------------	------------------------------------	---------------------------

Indiquer le nom et le rôle de l'appareil repéré QV1.

Q 5.1-2	Documents à consulter : DT8	Répondre sur copie
----------------	------------------------------------	---------------------------

Préciser la fonction des deux contacteurs KM1 et KM2.

Q 5.1-3	Documents à consulter : DT8 et DT9	Répondre sur copie
----------------	---	---------------------------

Le déprimogène est équipé d'un moteur asynchrone de 1,5 kW dont les caractéristiques sont données dans le Document Technique DT9.

$$Pa = In \times U \times \sqrt{3} \times \cos(\varphi) ; \eta = Pu / Pa$$

Indiquer l'intensité nominale (In) du moteur et calculer le courant de démarrage (Id).

Q 5.1-4	Documents à consulter : DT8, DT9, DT10	Répondre sur copie
----------------	---	---------------------------

Choisir le démarreur inverseur pour le moteur et préciser le réglage du disjoncteur.

Q 5.1-5	Documents à consulter : DT8	Répondre sur copie
----------------	------------------------------------	---------------------------

Comment peut-on inverser le sens de rotation de ce moteur ?

Partie 5.2	Schéma de commande
-----------------------	---------------------------

Sur le schéma de puissance on relève un composant repéré MWS. Il s'agit d'un vérificateur d'ordre de phases. En effet le moteur du déprimogène doit tourner dans le sens horaire pour assurer la fonction d'aspiration. L'appareil est mobile et branché sur une prise de courant dont l'ordre des phases n'est pas forcément le bon.

Q 5.2-1	Documents à consulter : DT8 et DT9	Répondre sur DR4
----------------	---	-------------------------

Compléter le schéma de commande en y insérant le contact inverseur du contrôleur MWS pour permettre un fonctionnement correct du moteur quel que soit l'ordre des phases de l'alimentation.

Q 5.2-2	Documents à consulter : DT8 et DT9	Répondre sur copie
----------------	---	---------------------------

Le service de maintenance demande de disposer d'un compteur horaire de fonctionnement du déprimogène pour pouvoir procéder au remplacement ou au nettoyage du filtre.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 11/28

Indiquer la référence du compteur totalisateur qui convient (*alimenté en 230V*).

Q 5.2-3	Documents à consulter : DT8 et DT9	Répondre sur DR4
----------------	---	-------------------------

Compléter le schéma de commande pour assurer cette fonction.

Partie 5.3	Protection des personnes
-----------------------	---------------------------------

Le schéma des liaisons à la terre du site est de type **TT**. La résistance de la prise de terre du neutre R_B est égale à 35Ω . La prise de terre des masses métalliques R_A est égale à 80Ω . Le déprimogène est utilisé dans un local sec ($U_L = 50V$).

Q 5.3-1	Documents à consulter : partie 5.3	Répondre sur copie
----------------	---	---------------------------

Quelle est la signification du sigle **TT** ?

Q 5.3-2	Documents à consulter : partie 5.3	Répondre sur copie
----------------	---	---------------------------

En cas de défaut d'isolement franc Phase-Masse survenant dans le moteur asynchrone du déprimogène, quelle serait la tension de contact (U_C) entre la terre et la masse métallique de l'appareil ? $U_C = (U / \sqrt{3}) \times (R_A / (R_A + R_B))$

Q 5.3-3	Documents à consulter : partie 5.3	Répondre sur copie
----------------	---	---------------------------

Cette tension est-elle dangereuse pour une personne qui manipule la machine ?

Q 5.3-4	Documents à consulter : partie 5.3	Répondre sur copie
----------------	---	---------------------------

Dans la configuration décrite précédemment, quel type de protection est-il nécessaire à mettre en place pour protéger les personnes contre un contact indirect ? Indiquer la sensibilité maximale du dispositif de coupure automatique.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 12/28

DESIGNATION	SYMBLES
- Commande à main tout ou rien	
- Commande manuelle à distance (AFNOR NF E.04.05 !)	
- Commande à main de réglage	
- Commande par moteur électrique tout ou rien	
- Commande par moteur électrique de réglage (F.d.C. de position incorporés)	
- Commande pneumatique à membrane tout ou rien (sans F.d.C. de compte rendu)	
- Commande pneumatique à membrane de réglage (sans F.d.C.)	
- Commande pneumatique ou hydraulique à piston tout ou rien	
- Commande pneumatique ou hydraulique à piston de réglage	
- Commande électromagnétique a) une bobine b) deux bobines	
- Commande par flotteur (ou à contrepoids)	
- Contournement (Bypass)	
- Commande pyrotechnique	

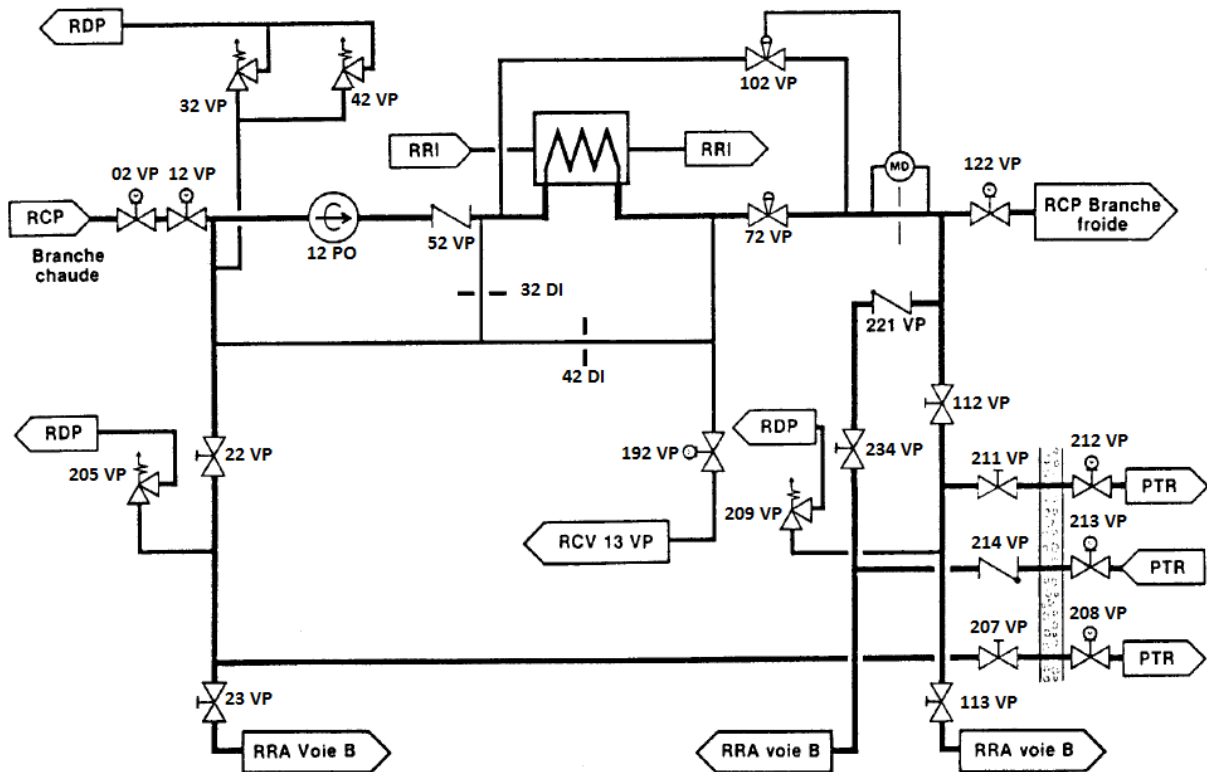
DESIGNATION	SYMBLES
- Robinet vanne à opercules à sièges parallèles ou à coins	
- Robinet papillon	
- Robinet à soupape 2 voies	
- Robinet à soupape 3 voies	
- Robinet à membrane	
- Soupape de sûreté - a - Dégagement étanche - b - Dégagement libre	
- a - Récupération de fuite de presse-garniture - b - Alimentation garde hydraulique	
- Robinet à pointeau	
- Robinet à tournant 2 voies	
- Robinet à tournant 3 voies	
- Clapet de non retour à "battant" ou à "soupape"	
- Clapet d'arrêt (AFNOR NF 04.05!) (survitresse)	

* Document Direction de l'Équipement : SEPTEN
Standardisation des symboles, des schémas Réf. 91-D-00

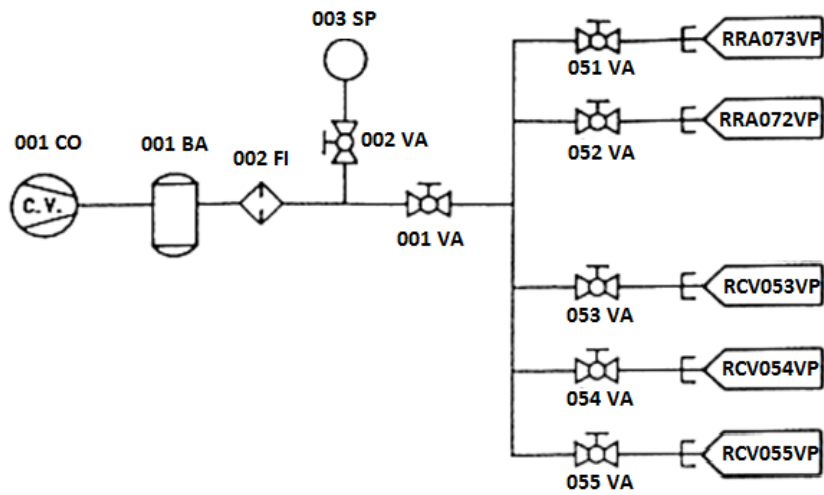
DT 0

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 13/28

Circuit de réfrigération du réacteur à l'arrêt voie A



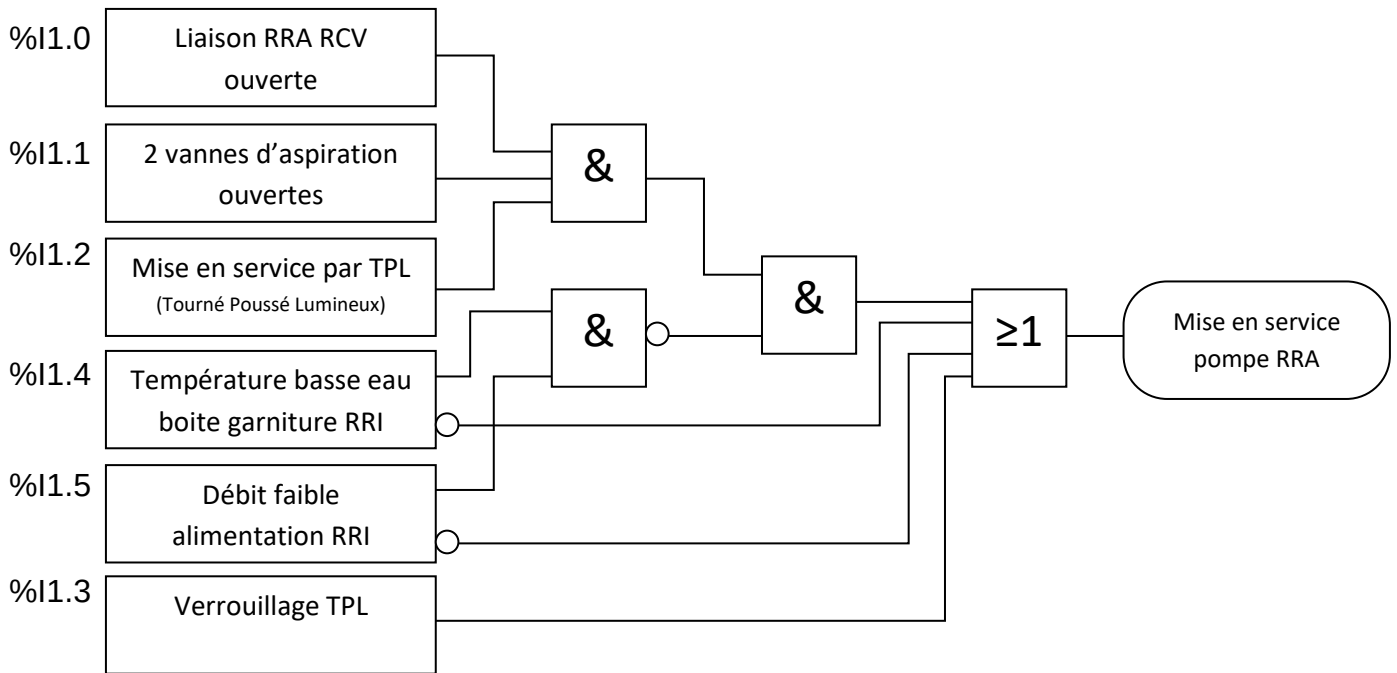
Circuit d'air SAR voie A pour régulation RRA et RCV



DT 1

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 14/28

Logigramme de la mise en service pompe RRA voie A

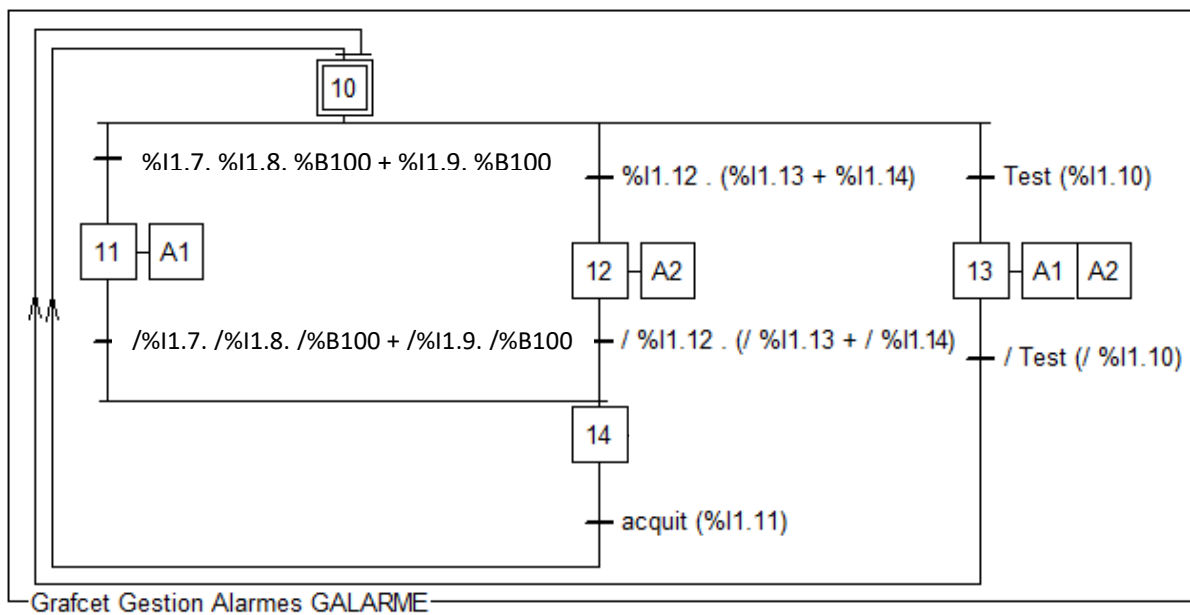
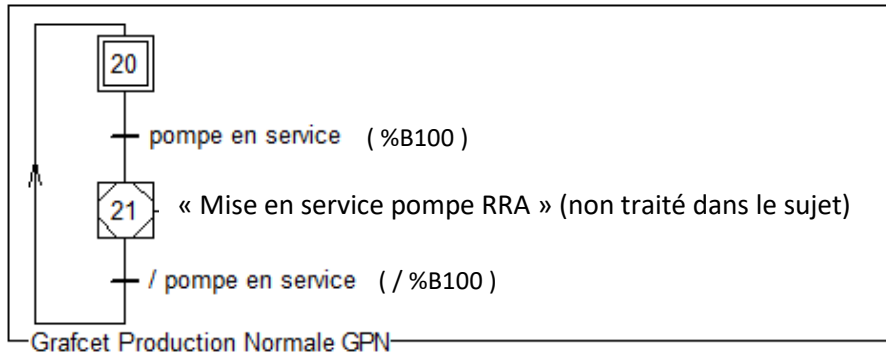
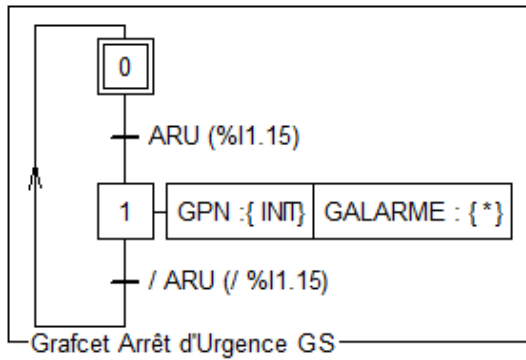


Affectation des entrées	Entrées Tout Ou Rien
Liaison RRA RCV ouverte	%I1.0
2 vannes d'aspiration ouvertes	%I1.1
Mise en service par TPL	%I1.2
Verrouillage TPL	%I1.3
Température basse eau boîte garniture RRI	%I1.4
Débit faible alimentation RRI	%I1.5
Autorisation de mise en route pompe voie A	%B100 (bit interne)
Refoulement RRA ouvert	%I1.7
Débit pompe bas	%I1.8
Pression RRA élevée	%I1.9
Test lampe alarme RRA	%I1.10
Bouton Acquit	%I1.11
Pression primaire élevée	%I1.12
Demande d'ouverture aspiration RRA par TPL	%I1.13
Demande d'ouverture refoulement RRA par TPL	%I1.14
Bouton d'arrêt d'urgence	%I1.15
Affectation des sorties	Sorties
Mise en service pompe RRA	%Q4.0
A1 : Alarme débit bas	%Q4.1
A2 : Alarme pression primaire	%Q4.2

DT 2

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 15/28

Extrait des grafquets du circuit RRA



DT 3

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 16/28

Modulaire SR3



modules logiques modulaires (1)	avec afficheur						
tension d'alimentation	12 V CC	24 V CC	24 V CA	100/240 V CA			
nombre d'entrées/sorties	26	10	26	10	26	10	26
nombre d'entrées	16	6	16	6	16	6	16
dont entrées analogiques 0-10 V	6	4	6	-	-	-	-
nombre de sorties	10 relais	4	10	4 relais	10 relais	4 relais	10 relais
encombrements L x P x H (mm)	124,6x59,5x107,6	71,2x59,5x107,6	124,6x59,5x107,6	71,2x59,5x107,6	124,6x59,5x107,6	71,2x59,5x107,6	124,6x59,5x107,6
horloge	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
références	SR3B261JD	SR3B10•BD(2)	SR3B26•BD(2)	SR3B101B	SR3B261B	SR3B101FU	SR3B261FU

(1) Chaque base modulaire peut accepter un module de communication et un module d'extension d'E/S.
(2) Remplacer • par le chiffre "1" pour obtenir un module à **sortie relais** et par "2" pour un module à **sortie**



modules d'extension (1)	entrées / sorties			communication	
utilisation	pour modules modulaires SR3B•••••			réseau MODBUS	Ethernet
nombre d'entrées/sorties	6	10	14	-	-
nombre d'entrées	4	6	8	-	-
nombre de sorties	2 relais	4 relais	6 relais	-	-
encombrements L x P x H (mm)	35,5 x 59,5 x 107,6	72 x 59,5 x 107,6	72 x 59,5 x 107,6	35,5 x 59,5 x 107,6	
références	12 V CC	SR3XT61JD	SR3XT101JD	SR3XT141JD	-
	24 V CC	SR3XT61BD	SR3XT101BD	SR3XT141BD	SR3MBU01BD
	24 V AC	SR3XT61B	SR3XT101B	SR3XT141B	SR3NET01BD
	100... 240 V AC	SR3XT61FU	SR3XT101FU	SR3XT141FU	-

(1) L'alimentation électrique des modules d'extension s'effectue via les modules Zelio Logic Modulaire.

Compact SR2 ▶14102◀

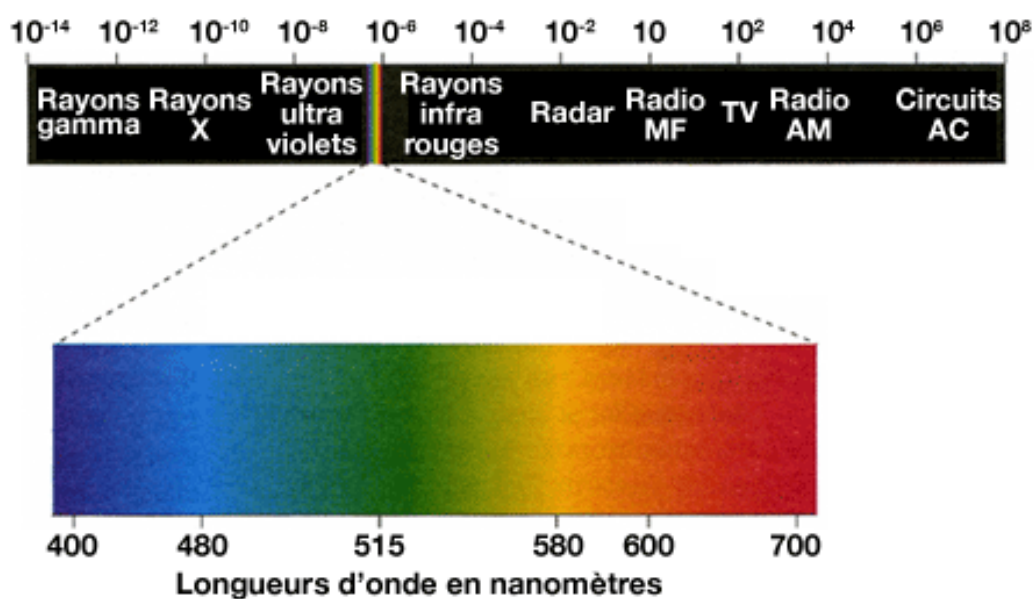


modules logiques compacts	avec afficheur, alimentation en courant continu						
tension d'alimentation	12 V DC	24 V DC					
nombre d'entrées/sorties	12	20	10	12	20	20	
nombre d'entrées	8	12	6	8	12	12	
dont entrées analogiques 0-10V	4	6	-	4	2	6	
nombre de sorties	4 relais	8 relais	4 relais	4	8 relais	8	
encombrements L x P x H (mm)	71,2x59,5x107,6	124,6x59,5x107,6	71,2x59,5x107,6		124,6x59,5x107,6		
horloge	oui	oui	non	oui	non	oui	
références	SR2B121JD	SR2B201JD	SR2A101BD(1)	SR2B12•BD(2)	SR2A201BD(1)	SR2B20•BD(2)	

(1) Programmation sur le module logique uniquement en LADDER.
(2) Remplacer • par le chiffre "1" pour obtenir un module à **sortie relais** et par "2" pour un module à **sortie transistor** (ex. SR2B121BD).

Méthodologie pour l'établissement de l'AMDEC					
Gravité des effets de la défaillance (G)		Fréquence ou probabilité d'apparition de la défaillance (F)		Capacité de Détection de la défaillance (D)	
Niveau	Valeur	Niveau	Valeur	Niveau	Valeur
Mineure	1	Exceptionnel	1	Évident	1
Moyenne	2	Rare	2	Possible	2
Majeure	3	Fréquent	3	Improbable	3
Importante	4	Certain	4	Impossible	4
Calcul de la valeur de Criticité ($C = F \times G \times D$)					
Valeur	Niveau/Définition				
$1 < C \leq 7$	Négligeable : on peut laisser le défaut de coté				
$7 < C \leq 13$	Moyenne : on s'interroge si on doit laisser de coté le défaut ou pas				
$13 < C \leq 28$	Élevée : Il faut trouver des actions à mettre en œuvre pour pallier au problème				
$28 < C \leq 64$	Interdit : Il faut dans les plus brefs délais, trouver des actions à mettre en œuvre pour pallier au problème				

Longueurs d'onde en mètres



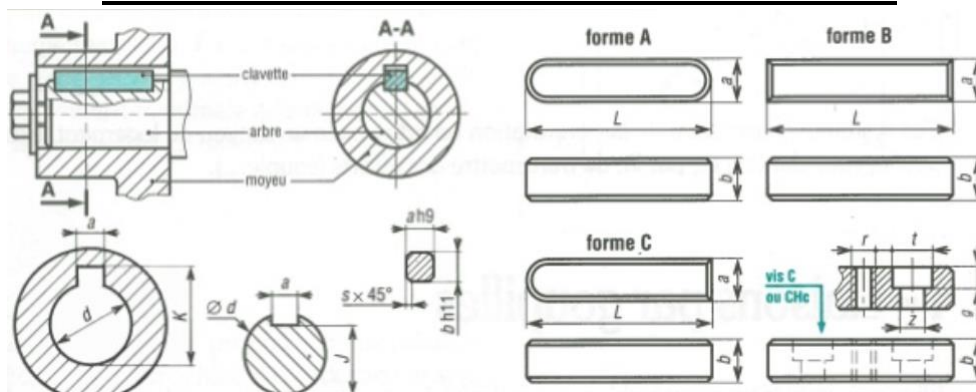
DT 5

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 18/28



Capteur Micropilot (Mesure continue/Liquides)				
Caractéristiques et spécifications				
Référence	FMR54	FMR51	FMR240	FMR56
Principe de mesure	radar	radar	radar	radar
Caractéristique	20 m max	40 m max	40 m max	30 m max
Fréquence	~6GHz	~26GHz	~26GHz	~26GHz
Précision	+/- 6 mm	+/- 2 mm	+/- 3 mm	+/- 3 mm
Alimentation / Communication	4 fils (HART)	4 fils (HART)	2 fils (HART)	4 fils (HART)
Température amb.	-40°C ... +80°C	/	-40°C ... +80°C	-40°C ... +80°C
Temp. de process	-60°C ... +400°C	-196°C ... +450°C	-40°C ... +150°C	-40°C ... +80°C
Pression process abs.	Vide	Vide	Vide	Vide
Limite de surpression max.	160 bar	160 bar	40 bar	3 bar
Raccord process	Bride : DN80 à DN300	Bride : DN50 à DN150	Bride : DN50 à DN150	Bride : DN80 à DN150
Limite d'application	/	Phase gazeuse ammoniacale	Mousse / surface en ébullition	Produits ayant faibles prop. de réflexion
Évaluation du coût	*	****	**	**

Dimensions et tolérances normalisées des clavettes

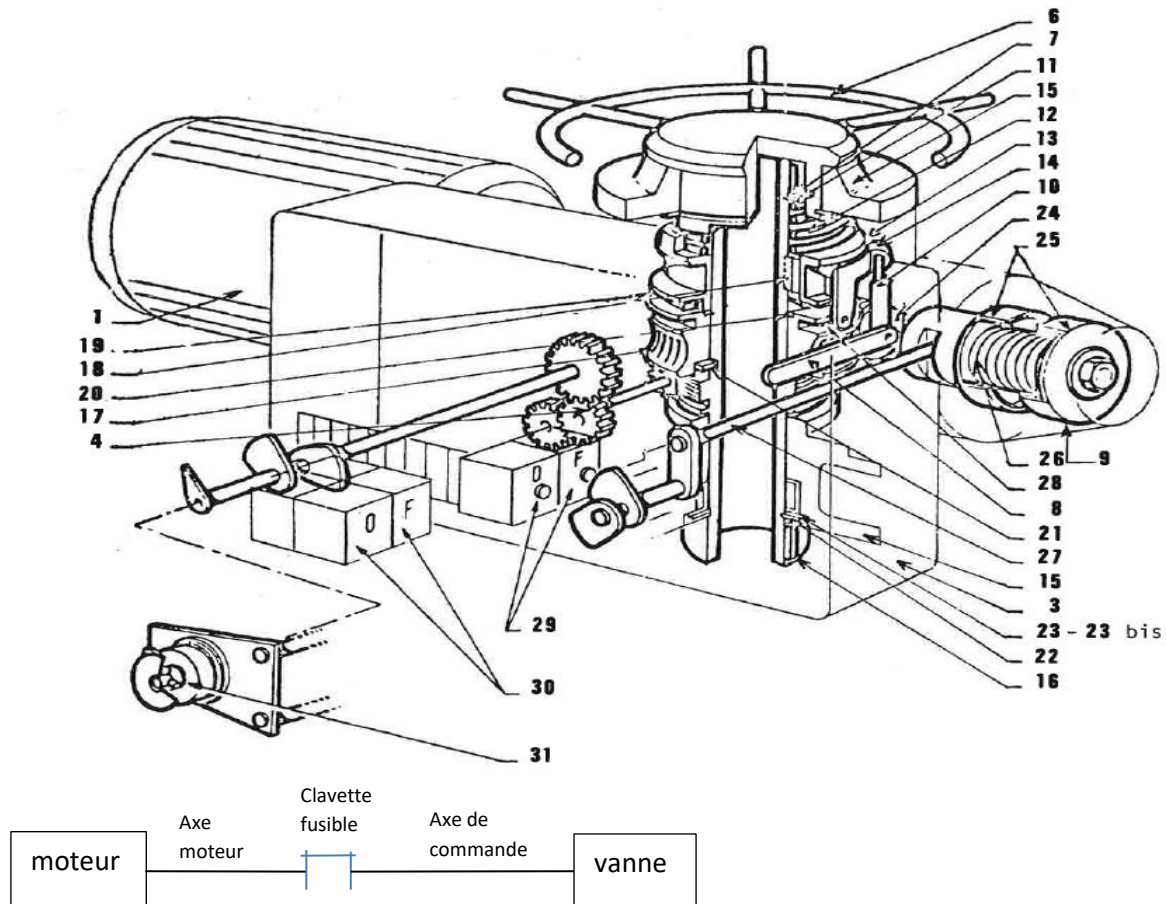


Clavettes parallèles : principales dimensions normalisées (NF E 22-175)														
d	a	série normale					série mince			cas d'une fixation par vis				
		b	s	J	K	L	b*	J*	K*	vis	t	z	g	r
6 à 8 inclus	2	2	0,08	d-1,2	d+1	6 à 20								
8 à 10	3	3	à	d-1,8	d+1,4	6 à 36								
10 à 12	4	4	0,16	d-2,5	d+1,8	8 à 45								
12 à 17	5	5	0,16	d-3	d+2,3	10 à 56	3	d-1,8	d+1,4					
17 à 22	6	6	à	d-3,5	d+2,8	14 à 70	4	d-2,5	d+1,8	M2,5-6	5	2,9	3	2,5
22 à 30	8	7	0,25	d-4	d+3,3	18 à 90	5	d-3	d+2,3	M3-8	6,5	3,4	3,5	3
30 à 38	10	8	0,25	d-5	d+3,3	22 à 110	6	d-3,5	d+2,8	M4-10	8	4,5	4,5	4
38 à 44	12	8		d-5	d+3,3	28 à 140	6	d-3,5	d+2,8	M5-10	10	5,5	5,5	5
44 à 50	14	9	à	d-5,5	d+3,5	36 à 160	6	d-3,5	d+2,8	M6-10	12	6,6	6,5	6
50 à 58	16	10		d-6	d+4,3	45 à 180	7	d-4	d+3,3	M6-10	12	6,6	6,5	6
58 à 65	18	11	0,4	d-7	d+4,4	50 à 200	7	d-4	d+3,3	M8-12	16	9	8,5	8
65 à 75	20	12	0,4	d-7,5	d+4,9	56 à 220	8	d-5	d+3,3	M8-12	16	9	8,5	8
75 à 85	22	14	à	d-9	d+5,4	63 à 250	9	d-5,5	d+3,8	M10-12	20	11	10,5	10
85 à 95	25	14	0,6	d-9	d+5,4	70 à 280	9	d-5,5	d+3,8	M10-12	20	11	10,5	10
95 à 110	28	16		d-10	d+6,4	80 à 320	10	d-6	d+4,5	M10-16	20	11	10,5	10

DT 6

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 19/28

Servo-moteur SM 2-4 JOUCOMATIC



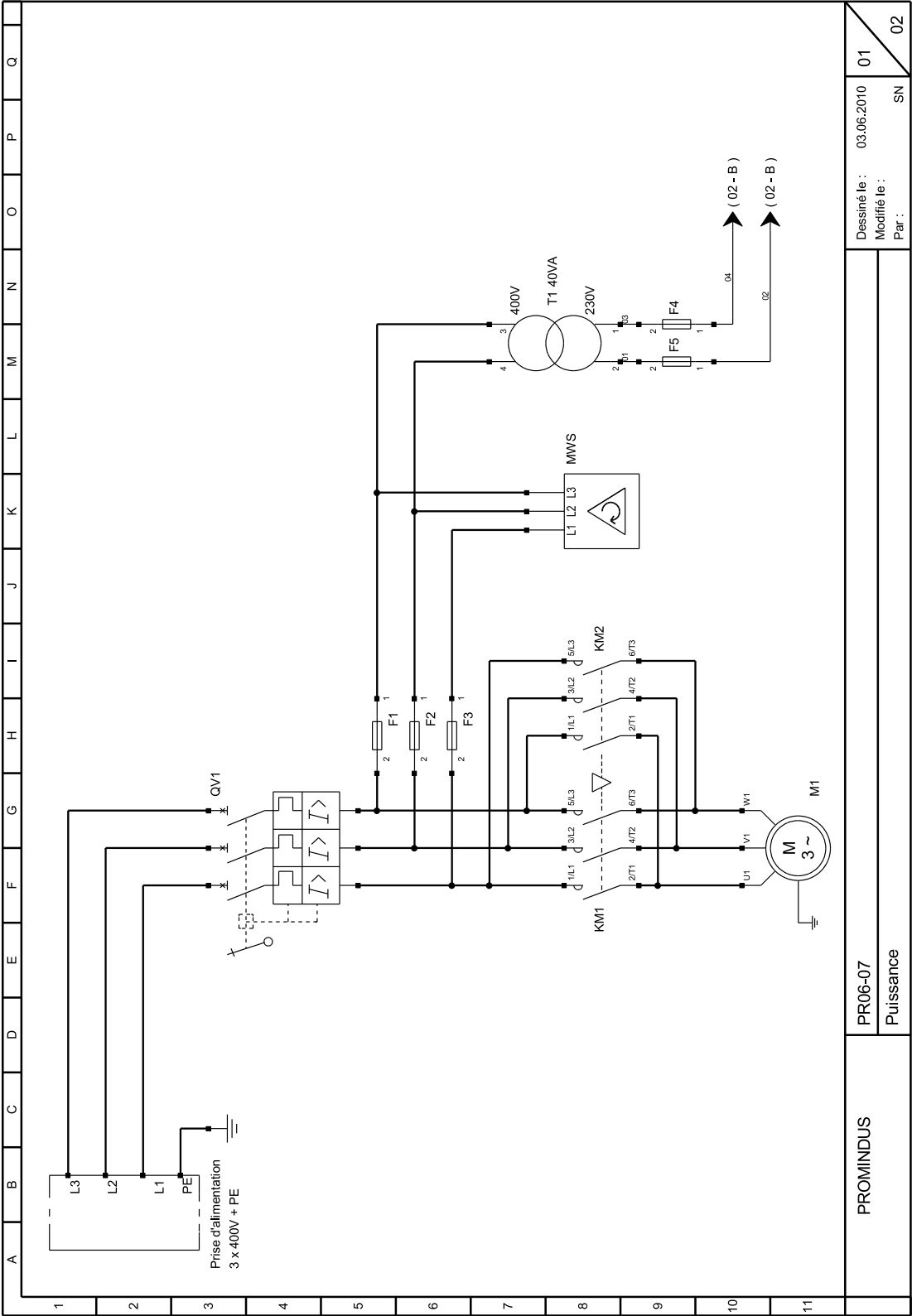
Nomenclature

Réf.	Désignation	Réf.	Désignation	Réf.	Désignation
1	Moteur	12	Ressort	23	Rondelle de frottement
2	Couvercle	13	Crabot	23b	Joint
3	Boîtier de contrôle	14	Fourchette	24	Vis sans fin
4	Compte-tours	15	Socle	25	Coupelles
5	Palier de commande manuelle	16	Douille	26	Rondelles limiteur
6	Volant	17	Roue	27	Axe limiteur
7	Circlips/volant	18	Clavette/douille	28	Auto-verrouillage
8	Levier de commande manuelle	19	Crabot	29	Contacts limiteur
9	Capot limiteur	20	Segment	30	Contacts fin de course
10	Axe de commande manuelle	21	Bagues	31	Potentiomètre
11	Arbre/douille	22	Circlips		

DT 7

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 20/28

Schéma de puissance du déprimogène



DT 8

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 21/28

Moteur ASYNCHRONES Leroy Sommer

2

pôles

3000 min⁻¹

IP 55 - 50 Hz - Classe F - 230 V Δ / 400 V Y et 400 V Δ - S1 - Classe IE1

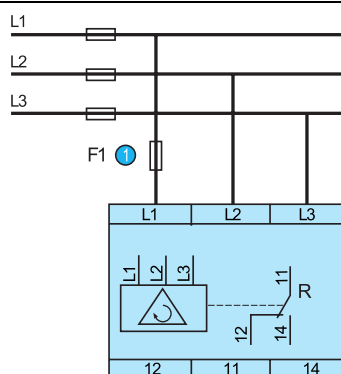
IE1

	Puissance nominale	Vitesse nominale	Moment nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance			Rendement* CEI 60034-2-1; 2007			Courant démarrage/ Courant nominal	Moment démarrage/ Moment nominal	Moment maximum/ Moment nominal	Moment d'inertie
Type	P _N kW	N _N min ⁻¹	M _N N.m	I _{N(400V)} A	Cos Phi			η			Id / In	Md/Mn	M _{cr} /Mn	J kg.m2
FLS 80 L	0.75	2840	2.5	1.6	0.86	0.84	0.76	75.7	76.1	73.3	5.9	2.4	2.2	0.0007
FLS 80 L	1.1	2837	3.7	2.4	0.84	0.77	0.65	77.3	78.3	76.4	5.6	2.7	2.4	0.0009
FLS 90 S	1.5	2870	5.0	3.3	0.81	0.75	0.64	80.0	79.5	75.9	7.3	3.0	3.1	0.0014
FLS 90 L	2.2	2862	7.3	4.3	0.88	0.82	0.71	82.0	83.0	81.9	8.1	3.8	3.6	0.0019
FLS 100 L	3	2925	9.8	5.5	0.91	0.89	0.85	82.5	82.6	80.1	8.4	2.5	3.1	0.0022
FLS 112 M	4	2940	13.0	7.5	0.89	0.87	0.81	83.9	83.5	81.4	8.7	3.0	3.5	0.0065
FLS 132 S	5.5	2940	17.9	10.6	0.86	0.84	0.79	85.9	86.6	85.4	7.6	2.4	3.0	0.0117
FLS 132 S	7.5	2950	24.3	14.1	0.87	0.85	0.81	86.8	87.6	86.7	8.9	2.7	3.5	0.0142
FLS 160 MA	11	2948	35.8	20	0.90	0.88	0.82	88.0	87.2	85.3	8.4	2.8	2.4	0.037
FLS 160 MB	15	2940	48.8	27	0.90	0.88	0.82	89.0	89.3	87.1	8.1	2.8	2.3	0.043

Relais de contrôle et de mesure triphasé CROUZET MWS



- Contrôle sur les réseaux triphasé
 - Ordre des phases
 - Absence totale de phase
- Multi tension de 3x208V à 3x480V
- Indicateur d'état par LED
- Sortie relais simple inverseur



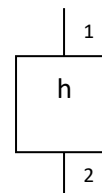
Compteur horaire LEGRAND

Compteurs horaires totalisateurs (48 x 48)

Appareil monobloc - IP 40
 Montage en façade sur porte d'armoire ou de coffret
 Fonctionnement par moteur synchrone (témoin de fonctionnement)
 Permettent le comptage des heures de fonctionnement d'une machine ou d'un équipement électrique, sans remise à zéro.
 Raccordement : 2 x 1,5 mm²

Références

0 495 52	24 V~ - 50 Hz
0 495 53	110 à 120 V~ - 50 Hz
0 495 55	200 à 240 V~ - 50 Hz
0 495 58	48 V~ - 50 Hz
0 495 59	400 V~ - 50 Hz
0 495 60	12 V à 36 V=



DT 9

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 22/28

Démarrateurs et équipements nus TeSys

Démarrateurs-moteurs automatiques combinés avec protection contre les surcharges intégrée au disjoncteur

Démarrateurs directs 2 sens de marche, de 0,37 à 5,5 kW sous 400/415 V, coordination type 1

L'association montée par nos soins comprend :

- b 1 disjoncteur-moteur GV2 ME,
- b 1 contacteur-inverseur tripolaire LC2 K,
- b 1 bloc d'association GV2 AF01.

Caractéristiques									
Type de démarreurs		GV2		ME06K2	ME07K2	ME08K2	ME10K2	ME14K2	ME16K2
Pouvoir de coupure (Iq) (1)	Selon IEC 60947-4-1	400/415 V	kA	50	50	50	50	50	15
		440 V	kA	50	50	50	50	15	8
		500 V	kA	50	50	50	50	10 (4 kW) 6 (5,5 kW)	6

Références

GV2 ME10K2pp

Démarrateurs directs, 2 sens de marche

Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en AC-3			Plage de réglage des déclencheurs thermiques	Courant de déclenchement magnétique fixe 13 Irth	A monter par vos soins		Monté par nos soins	Masse
400/415 V	440 V	500 V			Disjoncteur-moteur Référence	Contacteur Référence à compléter ⁽²⁾	Référence de base à compléter par le repère de la tension ⁽³⁾	
kW	kW	kW	A	A				kg
0,37 0,55 —	0,37 0,55 —	0,37 0,55 0,75	1...1,6	22,5	GV2 ME06	LC2 K06	GV2ME06K2**	0,460
0,75 —	0,75 1,1	— 1,1	1,6...2,5	33,5	GV2 ME07	LC2 K06	GV2ME07K2**	0,460
1,1 1,5	— 1,5	1,5 2,2	2,5...4	51	GV2 ME08	LC2 K06	GV2ME08K2**	0,460
2,2 —	2,2 3	— 3	4...6,3	78	GV2 ME10	LC2 K06	GV2ME10K2**	0,460
3 4	— 4	4 5,5	6...10	138	GV2 ME14	LC2 K09	GV2ME14K2**	0,460
5,5	5,5	7,5	9...14	170	GV2 ME16	LC2 K12	GV2ME16K2**	0,460



GV2 ME10K2pp

Adjonctions		
Désignation	Vente par quantité indivisible	Référence unitaire
Blocs d'association entre disjoncteur et contacteur	10	GV2 AF01

(1) La performance de coupure des disjoncteurs GV2 ME peut être augmentée par un additif limiteur GV1 L3, voir page B6/56.

(2) Consulter notre agence régionale.

(3) Tensions du circuit de commande existantes (autres tensions, consulter notre agence régionale) :

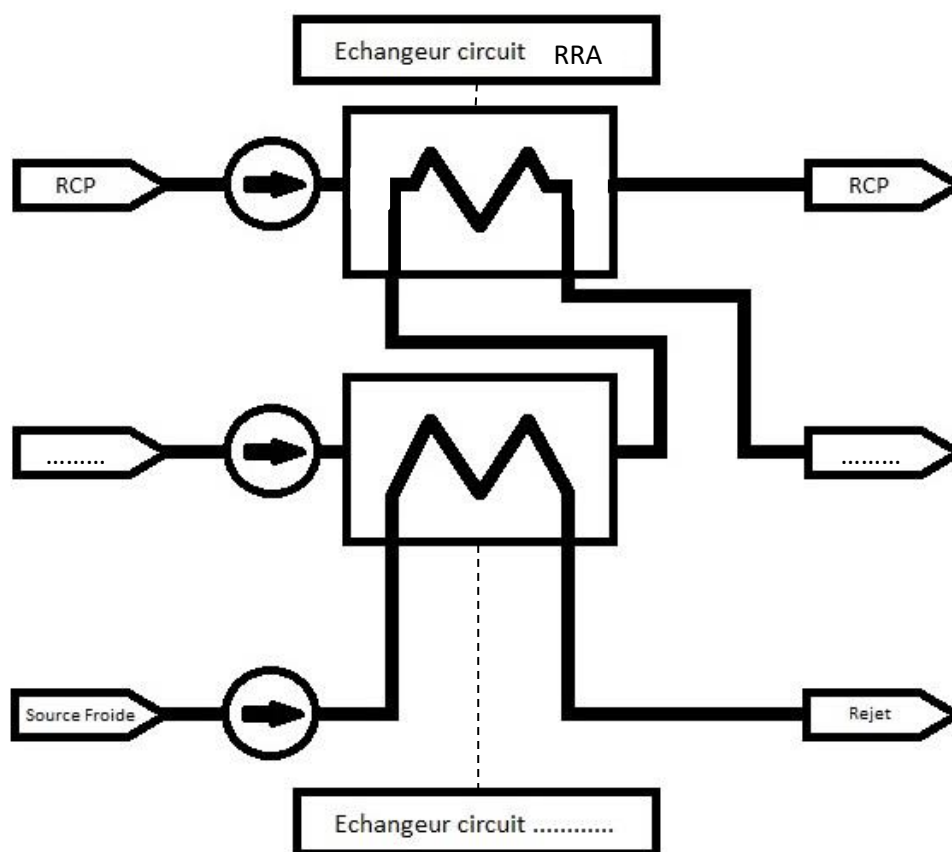
Volts	24	110	220/230	230	230/240	380/400
a 50/60 Hz	B7	F7	M7	P7	U7	Q7
c (4)	BW3	—	—	—	—	—

(4) Bobine à faible consommation (1,5 W), large plage d'utilisation (0,7...1,3 Uc) et antiparasitée d'origine.

Nota : Les combinaisons sont valides pour les moteurs IE2 (High Efficiency) et IE3 (Premium Efficiency) avec un courant de démarrage maxi de 7,5 x le courant nominal du moteur (voir pages A6/4 et A6/5).

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 23/28

Q1-2 : Évacuation de la puissance thermique au rejet



Q1-3 : Extrait nomenclature du schéma RRA

Repère fonctionnel	Désignation	Caractéristiques techniques
RRA 072 VP		
RRA 012 PO		
RRA 032 VP		

DR 1

Q2-1 : Exploitation des grafjets du sujet dans le cas d'un déclenchement d'alarme et d'un arrêt d'urgence

Grafjet GS	Grafjet GPN	Grafjet GALARME	Ordres	Événements nécessaires à l'évolution des Grafjets (étape suivante)
X0	X21	X10	%Q4.0 (Mise en service pompe RRA)	%I1.12 . %I1.13
X0	X21	X12		/ %I1.12 . / %I1.13
			%Q4.0	%I1.11
				%I1.15
				/ %I1.15 . %B100
	X21			X

DR 2

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 25/28

Q3-9 : Programme :

```
#include <Onderadar.h> //Utilisation de la librairie onde radar.
```

```
Onderadar capteuror (8); //Création d'un capteur micro-onde nommé capteuror  
connecté à l'entrée 7.
```

```
Int distance = 0; //Création d'une variable de distance.
```

```
Int ledV = 1; //Création d'une led verte sur le port 1.
```

```
Int ledO = 2; //Création d'une led orange sur le port 2.
```

```
Int ledR = 3; //Création d'une led rouge sur le port 3.
```

void setup () {

```
//Programme d'initialisation exécuté au démarrage.
```

```
pinMode (ledV,OUTPUT); //Définit la led verte comme une sortie.
```

```
pinMode (ledO,OUTPUT); //Définit la led orange comme une sortie.
```

```
pinMode (ledR,OUTPUT); //Définit la led rouge comme une sortie.
```

Void loop () {

```
//Programme exécuté en boucle.
```

```
capteuror.MeasureInCentimeters (); //Réalise la mesure de distance en centimètre.
```

```
Distance = capteuror.RangeInCentimeters; //Stocke le résultat de la mesure dans la  
distance.
```

```
Delay (.....); //Définit le temps de réponse de l'automate par rapport au capteur  
en milliseconde.
```

```
if (distance>.....) { //Si la distance est supérieure à la valeur en centimètre de 50%  
de la hauteur de la bache.
```

```
DigitalWrite (ledV,HIGH); //Led verte allumée.
```

```
DigitalWrite (ledO,LOW); //Led orange éteinte.
```

```
DigitalWrite (ledR,LOW); //Led rouge éteinte.
```

```
}
```

```
if (distance<.....) { //Si la distance est inférieure à la valeur en centimètre de 25%  
de la hauteur de la bache.
```

```
DigitalWrite (.....); //Led verte.
```

```
DigitalWrite (.....); //Led orange.
```

```
DigitalWrite (.....); //Led rouge.
```

```
}
```

```
if (.....<distance.....) { //Si la distance est comprise entre 25% et 50%,  
valeur en centimètre de la bache.
```

```
DigitalWrite (.....); //Led verte éteinte.
```

```
DigitalWrite (.....); //Led orange allumée.
```

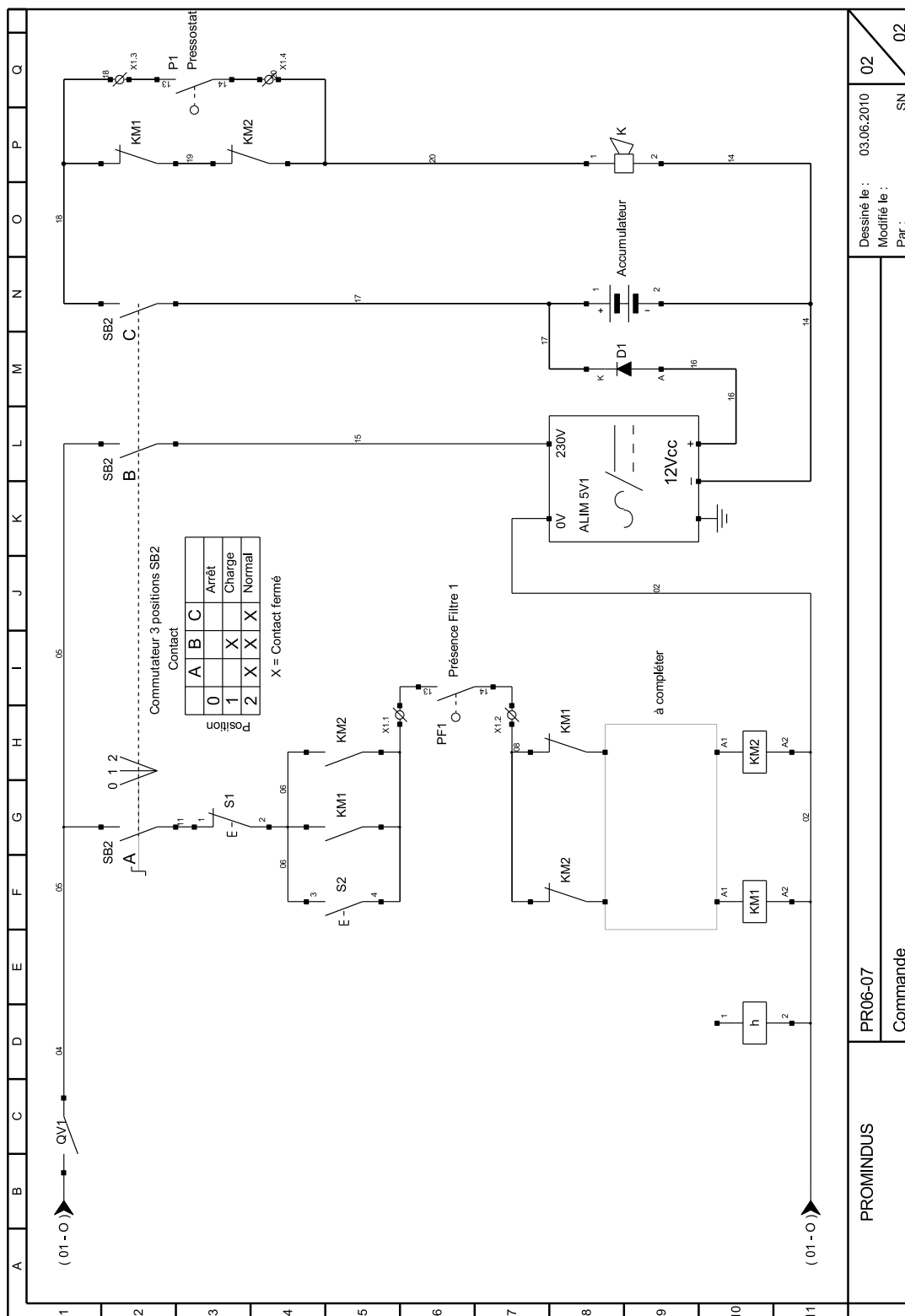
```
DigitalWrite (.....); //Led rouge éteinte.
```

```
}}
```

DR 3

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 26/28

Q5.2-1 et Q5.2-3 : Schéma de commande du déprimogène



DR 4

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 27/28

DESIGNATION	SYMBLES
- Commande à main tout ou rien	
- Commande manuelle à distance (AFNOR NF E.04.05 1)	
- Commande à main de réglage	
- Commande par moteur électrique tout ou rien	
- Commande par moteur électrique de réglage (F.d.C. de position incorporés)	
- Commande pneumatique à membrane tout ou rien (sans F.d.C. de compte rendu)	
- Commande pneumatique à membrane de réglage (sans F.d.C.)	
- Commande pneumatique ou hydraulique à piston tout ou rien	
- Commande pneumatique ou hydraulique à piston de réglage	
- Commande électromagnétique a) une bobine b) deux bobines	
- Commande par flotteur (ou à contrepois)	
- Contournement (Bypass)	
- Commande pyrotechnique	

DESIGNATION	SYMBLES
- Robinet vanne à opercules à sièges parallèles ou à coins	
- Robinet papillon	
- Robinet à soupape 2 voies	
- Robinet à soupape 3 voies	
- Robinet à membrane	
- Soupape de sûreté a - Dégagement étanche b - Dégagement libre	
- a - Récupération de fuite de presse-garniture b - Alimentation garde hydraulique	
- Robinet à pointeau	
- Robinet à tournant 2 voies	
- Robinet à tournant 3 voies	
- Clapet de non retour à "battant" ou à "soupape"	
- Clapet d'arrêt (AFNOR NF 04.05!) (survitesse)	

* Document Direction de l'Équipement : SEPTEN
Standardisation des symboles, des schémas Réf. 91-D-00

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2020
U42-Détermination et justification de choix techniques	CODE : ENE4JCT	Page 28/28