

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR MAINTENANCE DES SYSTÈMES
--

E.8 - INTÉGRATION D'UN BIEN

OPTION A : SYSTÈMES DE PRODUCTION

OPTION C : SYSTÈMES ÉOLIENS

OPTION D : SYSTÈMES ASCENCEURS ET ÉLÉVATEURS

SESSION 2026

Durée : 4 heures

Coefficient : 5

Matériel autorisé

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte 24 pages numérotées de la façon suivante

- Dossier technique : **DT1** à **DT12** de la page **3** à la page **14**.
- Dossier questions-réponses : **DQR1** à **DQR9** de la page **16** à la page **24**.
 - *Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur les espaces du « dossier questions-réponses » prévus à cet effet.*
 - *Le dossier questions-réponses est à remettre dans son intégralité en fin d'épreuve.*

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR MAINTENANCE DES SYSTÈMES
--

E.8 - INTÉGRATION D'UN BIEN

OPTION A : SYSTÈMES DE PRODUCTION

OPTION C : SYSTÈMES ÉOLIENS

OPTION D : SYSTÈMES ASCENCEURS ET ÉLÉVATEURS

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier contient les documents DT1 à DT12.

MACHINE À PERCER LES DÔMES

La société dont est issu le système de production, objet de notre étude, est une entreprise spécialisée dans la fabrication de lanterneaux, de dispositifs d'éclairage naturel zénithal et de dispositifs d'évacuation naturelle de fumée et de chaleur (DENFC) conformes à la norme européenne EN12101-2.

Elle possède plusieurs sites de production en France.

Elle est plus particulièrement spécialisée dans la fabrication de dômes permettant l'évacuation des fumées dans les ateliers. Elle fournit, en outre, une part importante du marché français des systèmes d'éclairage zénithal.

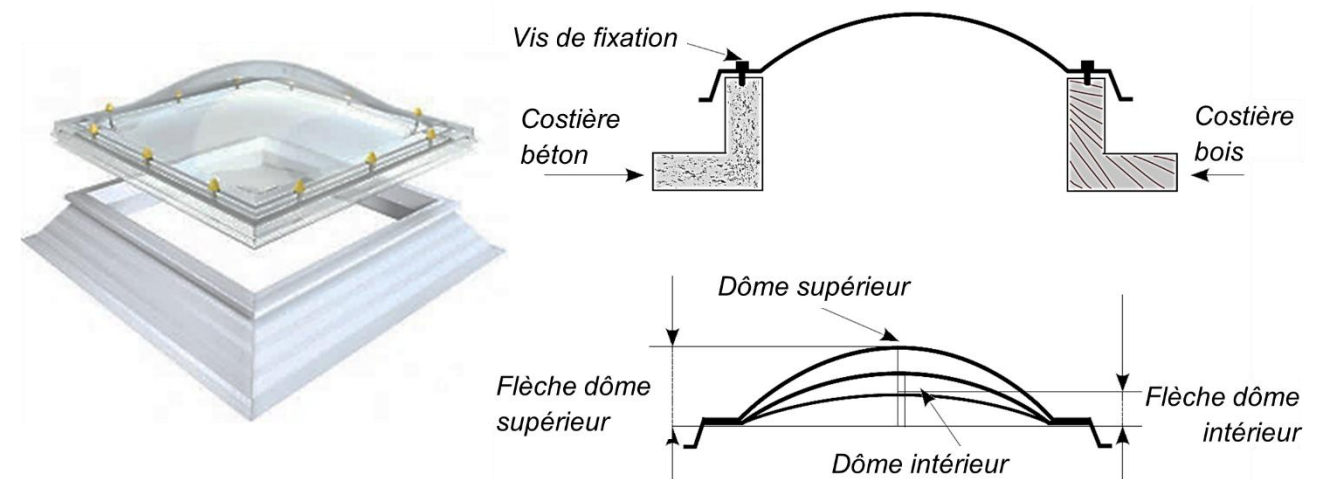
Ses familles de produits sont

- Matériel de désenfumage :
 - dispositif de commande de désenfumage ;
 - exutoire de fumées ;
 - trappe, volet et châssis de désenfumage.
- Éclairage zénithal, dôme, coupole et pyramide.
- Lanterneau ouvrant et fixe.
- Lucarne, éclairage et aération de comble.

Exemples de produits



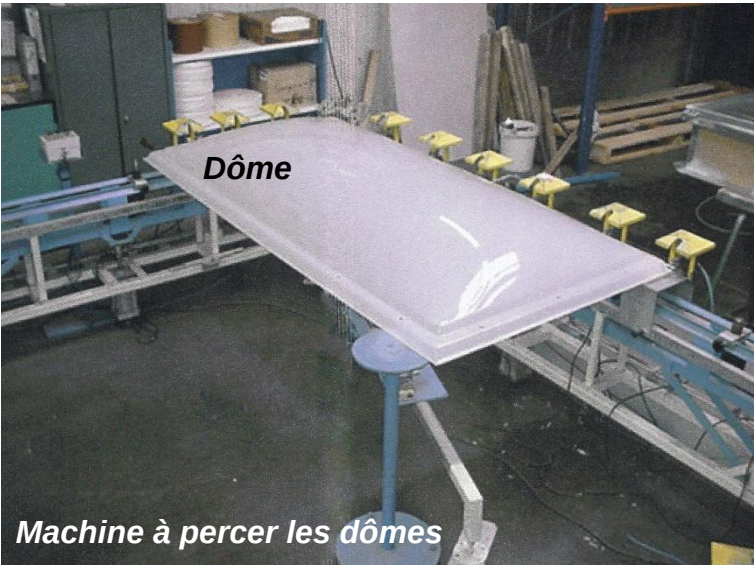
Dôme thermoformé à bords plats ou tombés pour système d'éclairage zénithal



Problématique générale

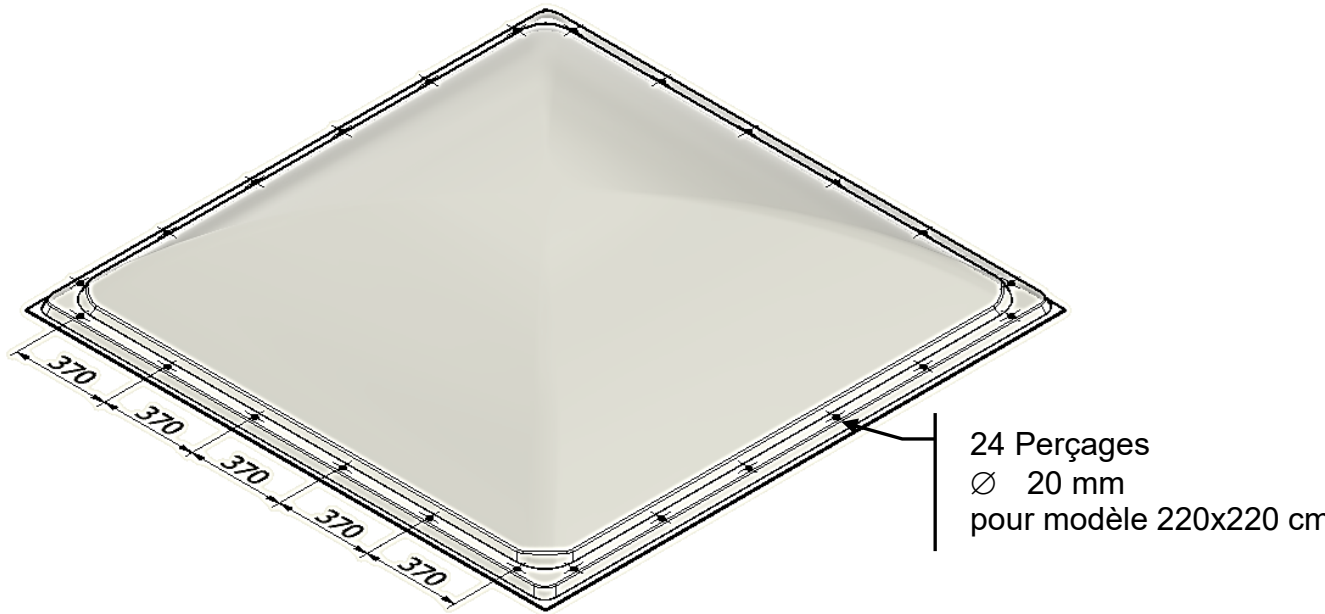
À la suite du rachat de l'activité par une société internationale, l'entreprise décide de reprendre la production de dômes à bords tombés de grandes tailles (jusqu'à 220 cm, voire 300 cm de côté). En effet, dans le cadre de rénovations de bâtiments, notamment pour des critères thermiques, ces modèles déclinés en 1, 2 ou 3 épaisseurs sont de plus en plus demandés, notamment à l'export, et correspondent aux dernières normes relatives aux incendies.

Une machine automatisée dédiée au perçage de ces dômes (24 perçages/dôme) existe sur le site de production mais n'est plus utilisée depuis quelques temps. Une équipe du service étude et travaux, à laquelle vous êtes associé(e) en tant que technicien(e) de maintenance, est chargée de la remise à niveau de ce système de production.



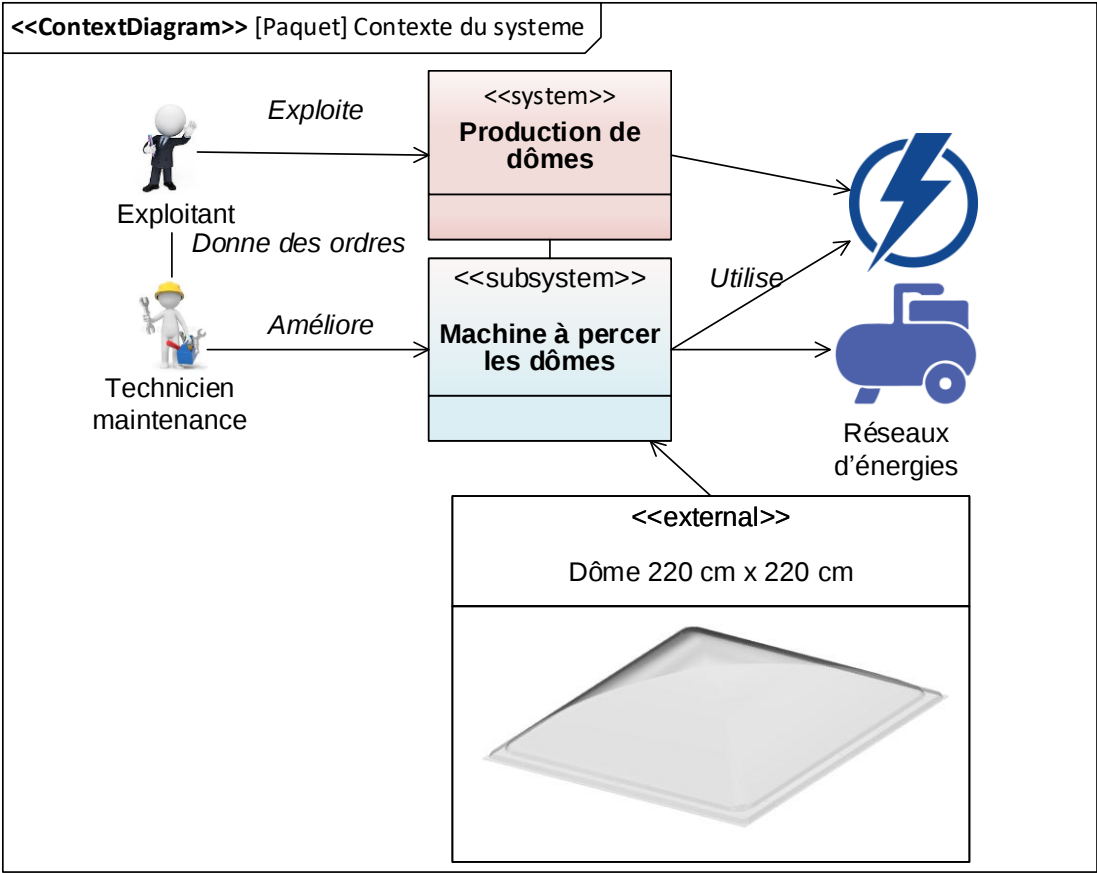
Perçages sur dôme 220x220 cm

Après découpage et ébavurage des contours thermoformés, une opération de **perçage** (objet de notre étude) sur le pourtour des dômes est nécessaire. Ces perçages, effectués par le dessous des dômes, permettront l'assemblage des dômes sur les costières. Le nombre de perçages est fonction des dimensions du dôme.

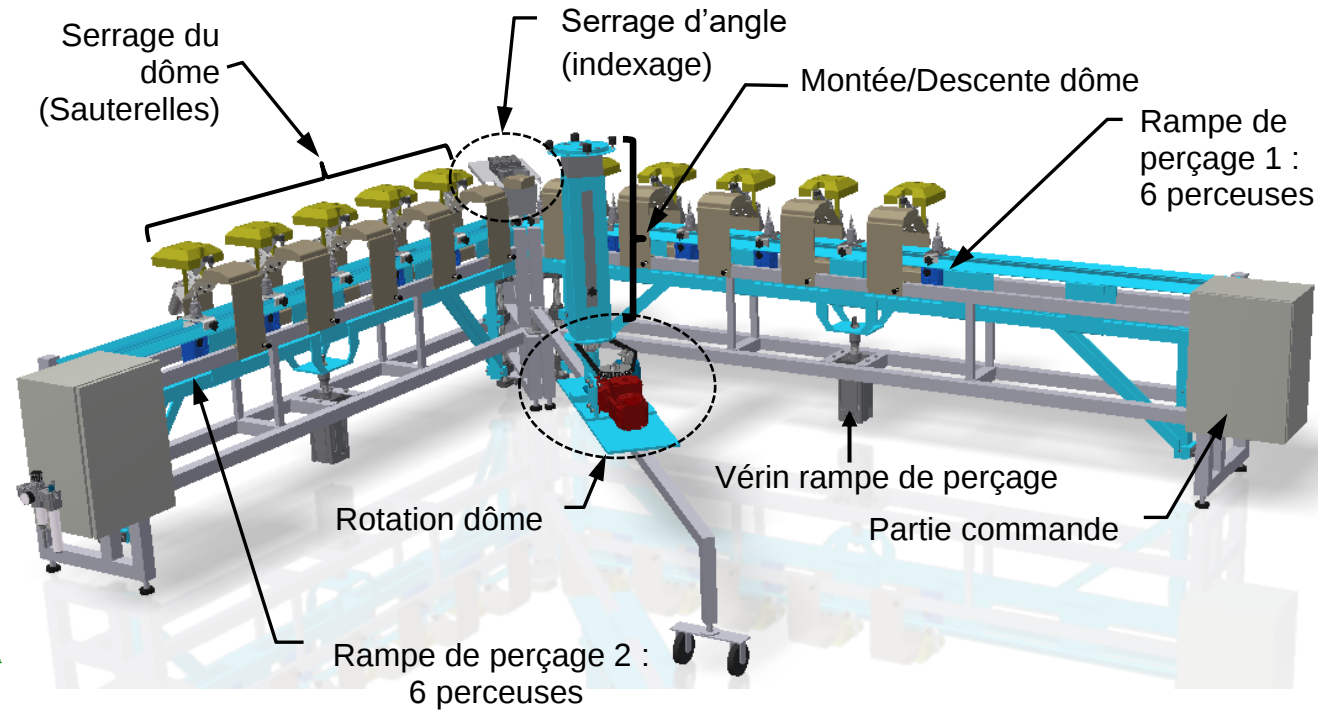


Description de la machine à percer les dômes

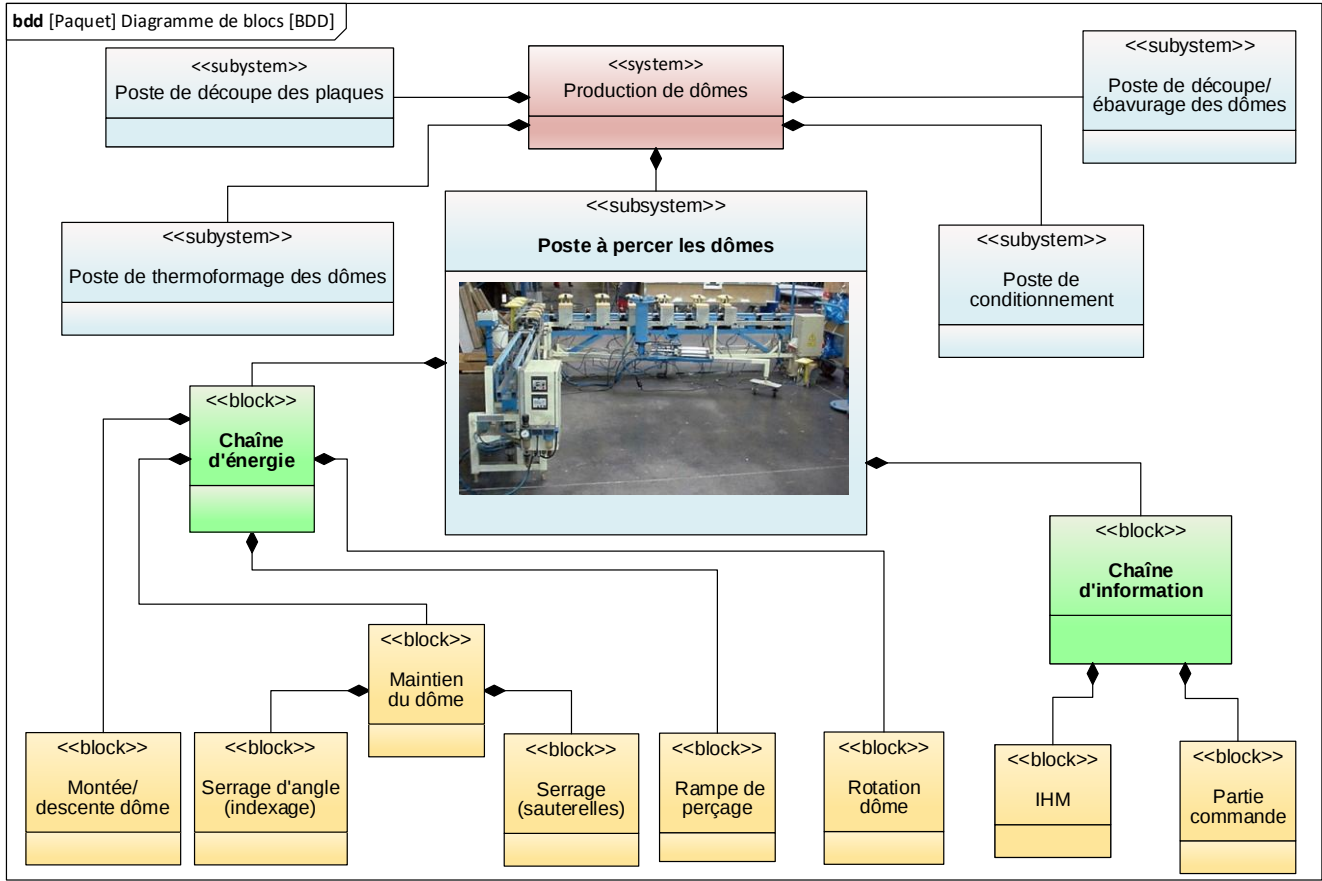
1. Diagramme de contexte



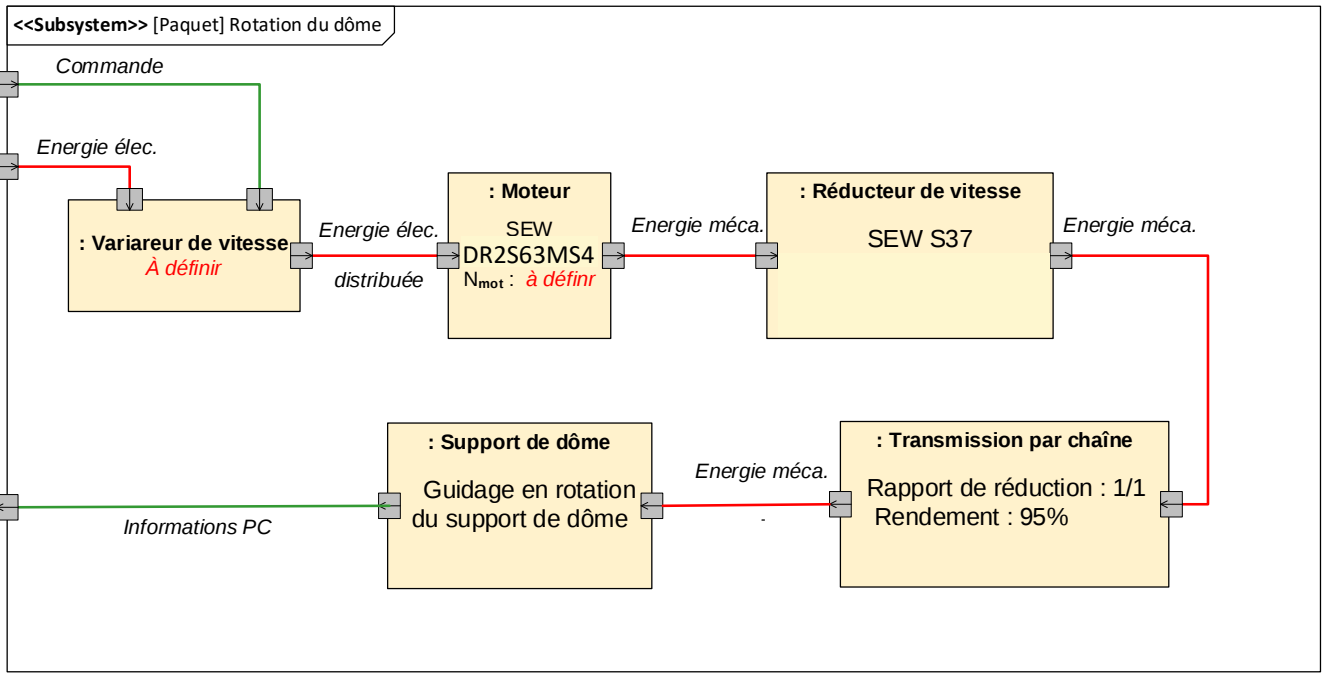
2. Les sous-systèmes de la machine à percer les dômes



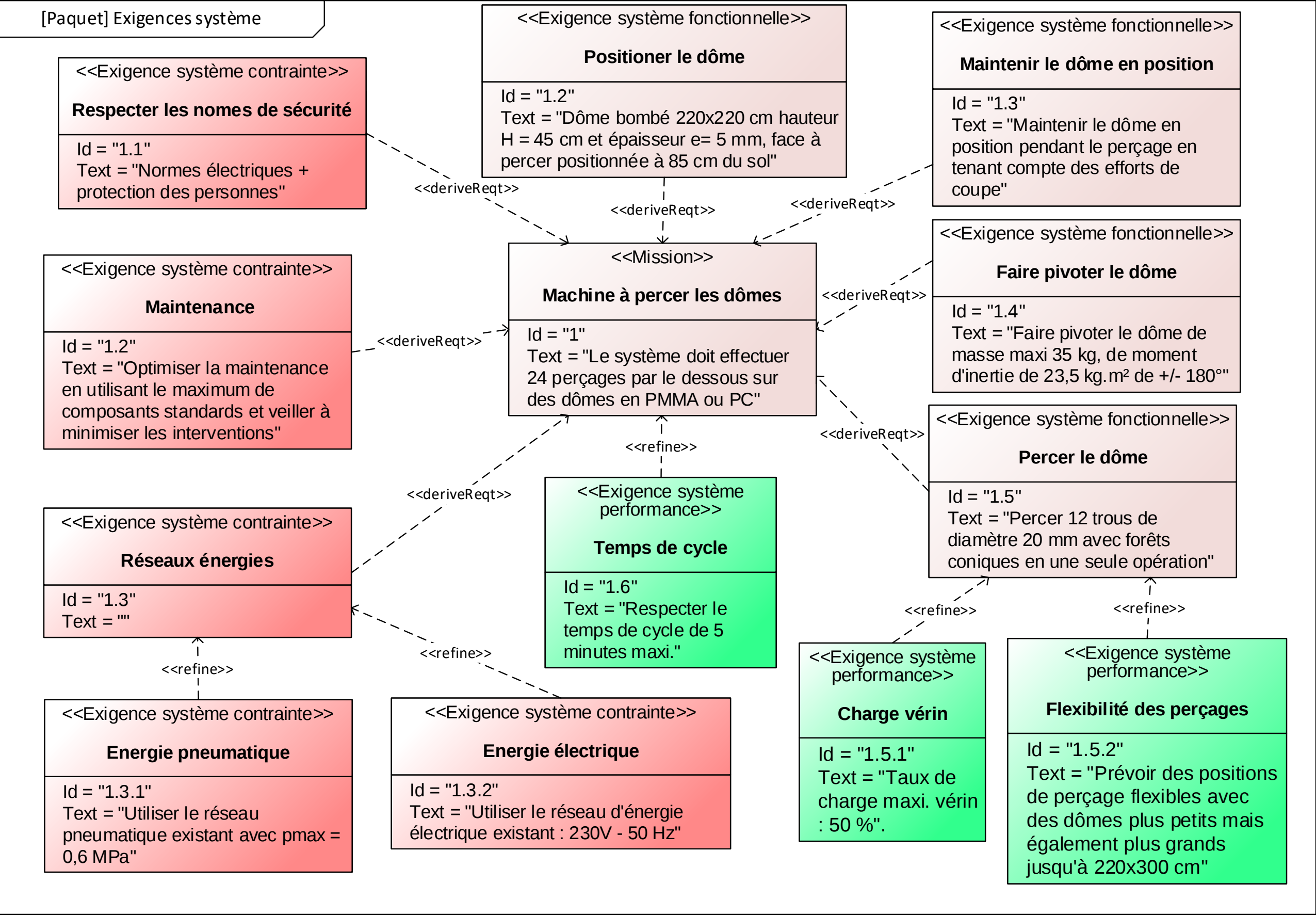
3. Diagramme de bloc



4. Diagramme de bloc interne : sous-système « Rotation du dôme »



5. Diagramme des exigences



Données technico-économiques

Estimation du coût de mise à niveau de la machine installée (investissement) : $I = 21\,000\text{ €}$.

Vente de dômes à bords tombés 220x220 cm par an (moyenne) : $n_{\text{dôme}} = 3\,900$ unités.

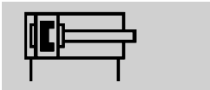
Exemple de coût de production pour un dôme 220x220 cm :

- temps de production sans la machine (perçage manuel) : $t_{\text{manu}} = 25$ minutes ;
- temps de production avec la machine (perçage automatisé) : $t_{\text{auto}} = 5$ minutes ;
- coût horaire de l'opérateur du perçage : $C_{\text{op}} = 28,30\text{ €}$;
- coût annuel de maintenance estimé dans le cas du perçage automatisé : $C_m = 3500\text{ €}$ (hors coût d'indisponibilité) ;
- les opérations de mise en place initiale du dôme et d'évacuation après les 24 perçages ont des durées similaires dans le cas du perçage manuel ou automatisé.

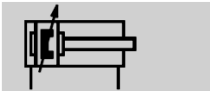
Coût de production = $C_{\text{op}} \times \text{temps}$.

Vérin normalisé DSBC, ISO 15552

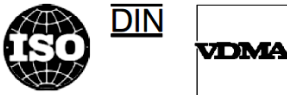
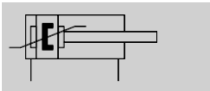
Fonction
Amortissement P



Amortissement PPV



Amortissement PPS



- $\varnothing$ - Diamètre
32 ... 125 mm
- l - Course
1 ... 2 800 mm

- - www.festo.fr
- - Service de réparation
 $\varnothing$ de piston 125 mm



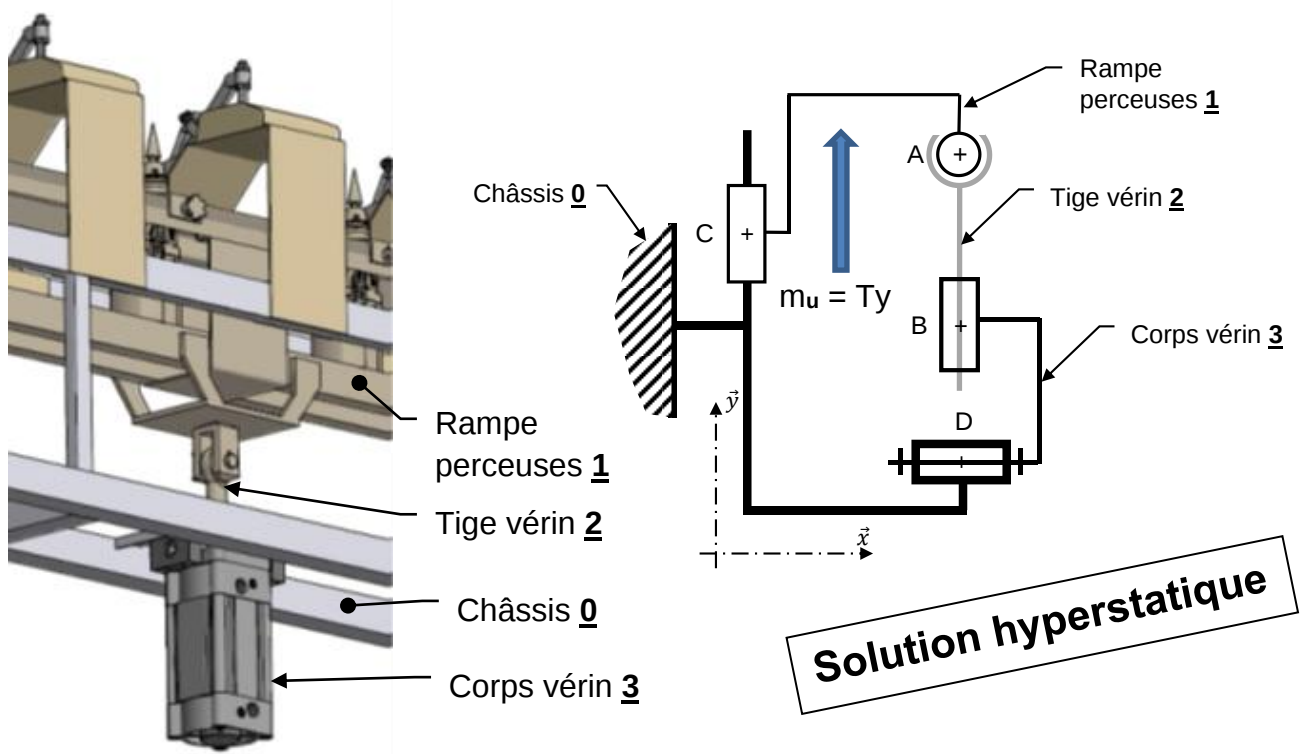
Force [N] et énergie d'impact [J]							
$\varnothing$ Piston	32	40	50	63	80	100	125
Poussée théorique sous 6 bar, avance	483	754	1 178	1 870	3 016	4 712	7 363
Poussée théorique sous 6 bar, recul	415	633	990	1 682	2 721	4 418	6 881
Energie d'impact max. aux fins de course							
DSBC-...	0,4 ¹⁾	0,7	1,0	1,3	1,8	2,5	3,3
DSBC-...-L/-U/-T1/-T3/-T4	0,2 ¹⁾	0,35	0,5	0,65	0,9	1,25	1,65

Modélisation cinématique sous-système « Rampe de perçage »

SOLUTION 1 : actuelle

Embout rotulé + pivot sur corps du vérin

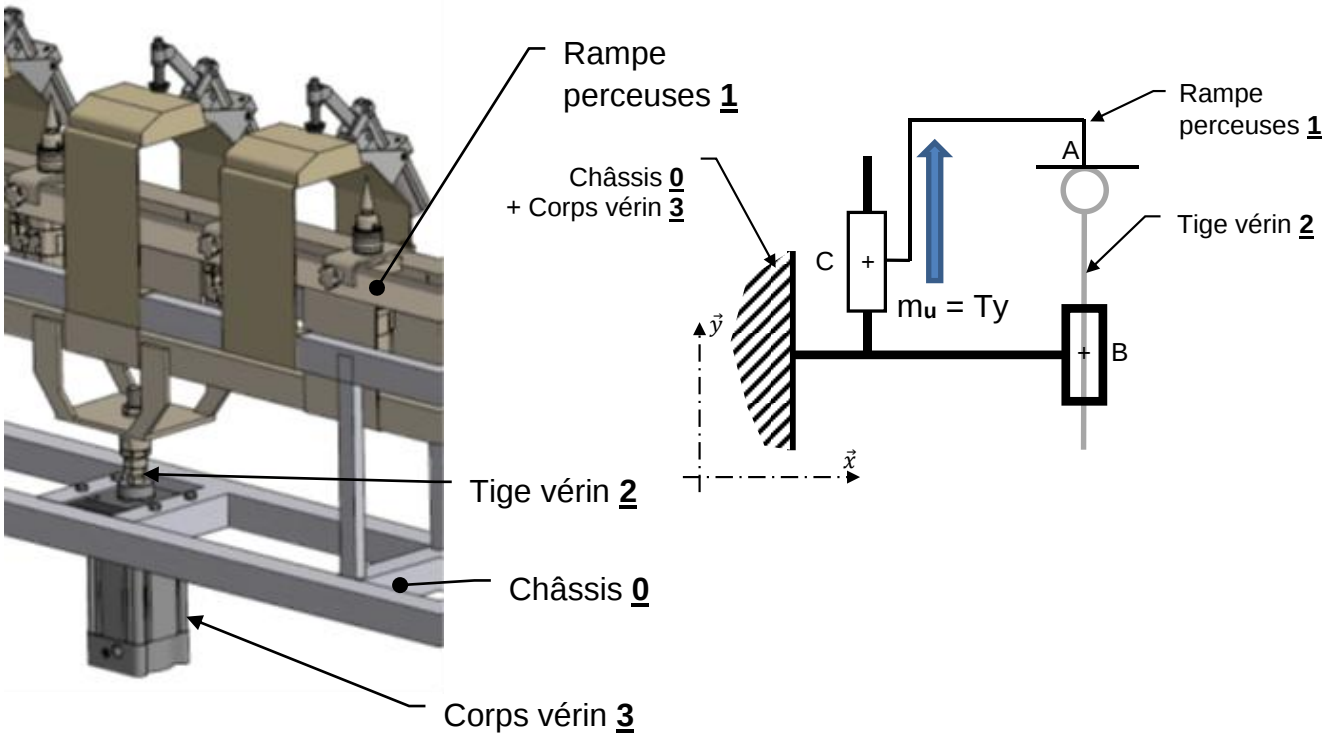
Modèle cinématique



SOLUTION 2 : envisagée

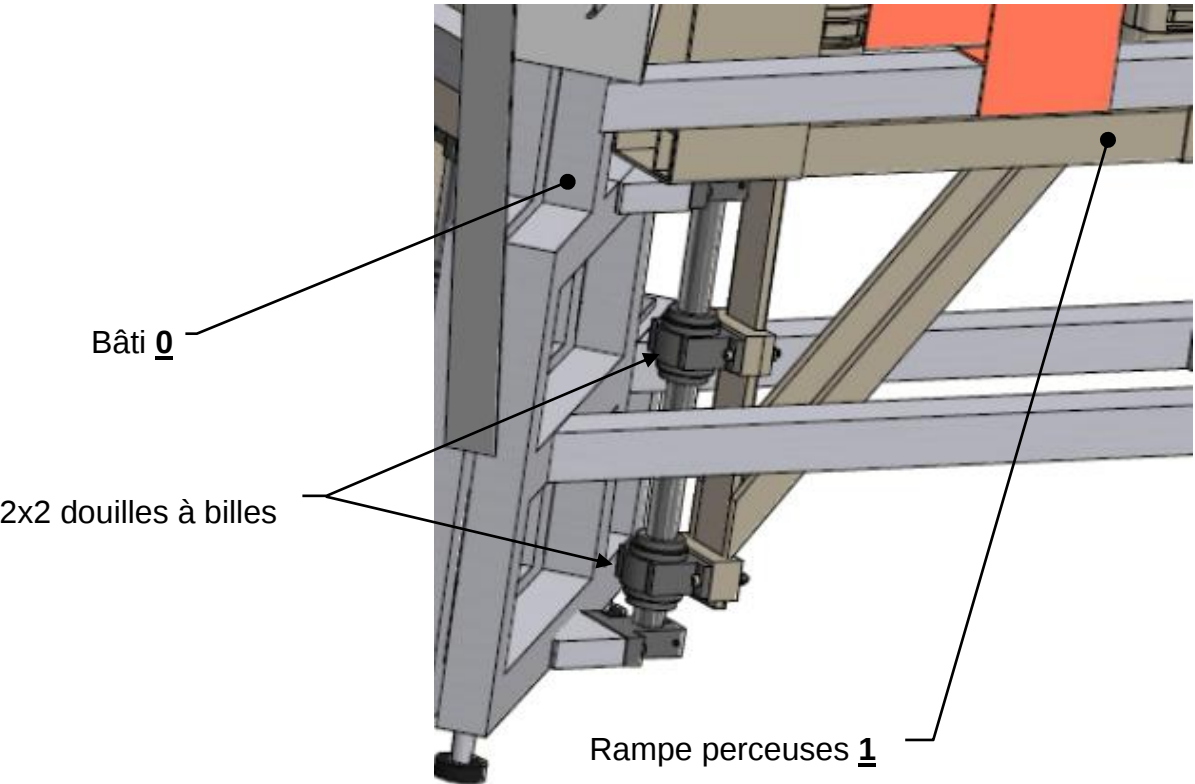
Accouplement élastique + flasque avant sur vérin

Modèle cinématique

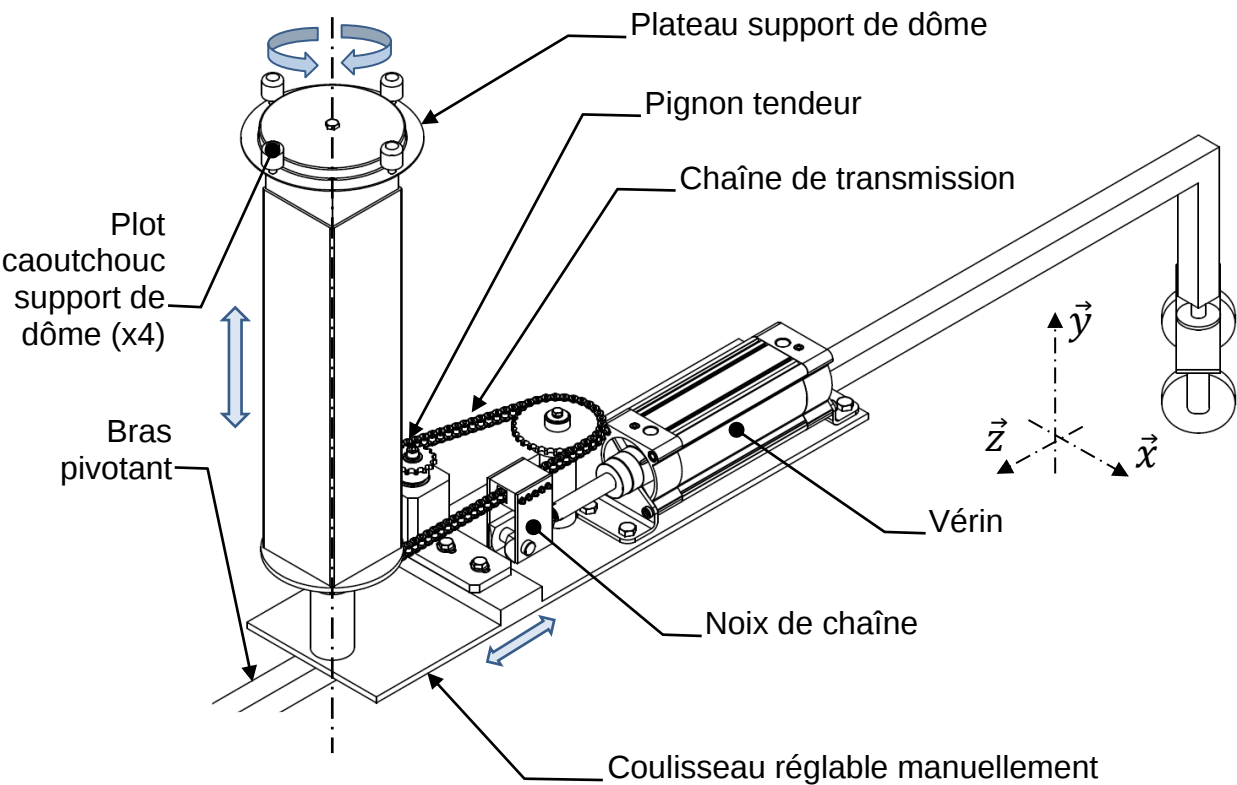


Modélisation cinématique sous-système « Rampe de perçage » (suite)

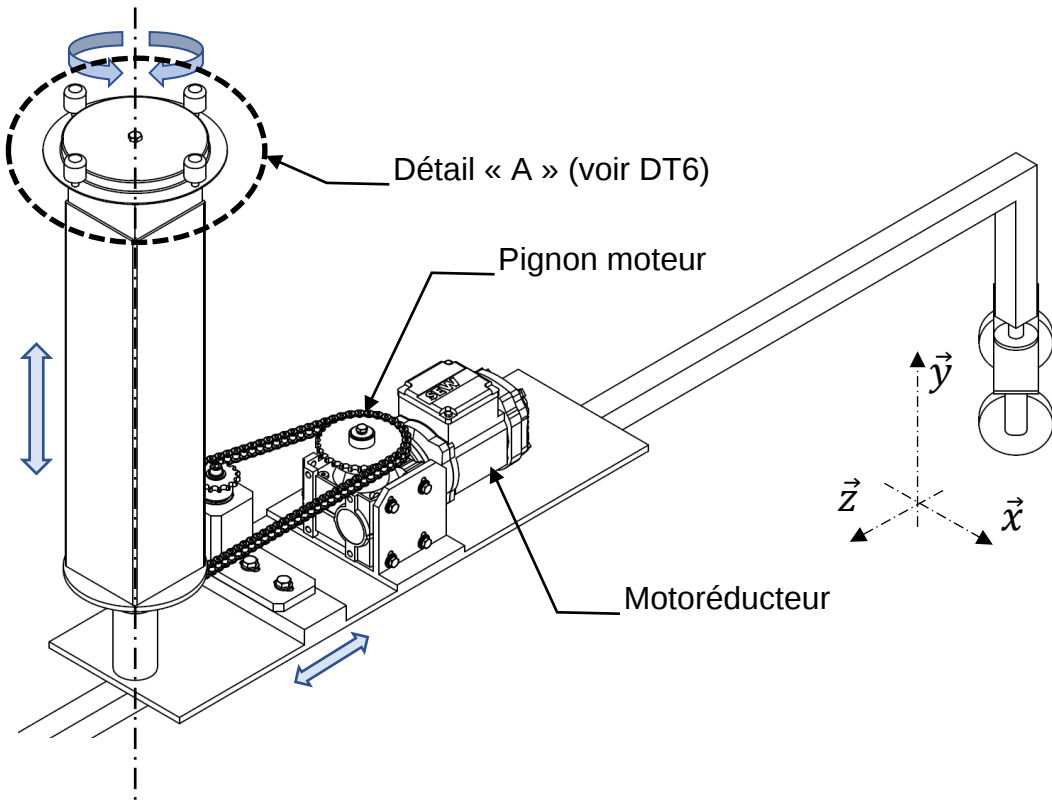
Pour les solutions 1 et 2 le guidage en translation de la rampe de perçage est assuré par 4 douilles à billes



Poste de mise en mouvement du dôme : solution actuelle



Poste de mise en mouvement du dôme : solution de remplacement



Degré d'hyperstatisme

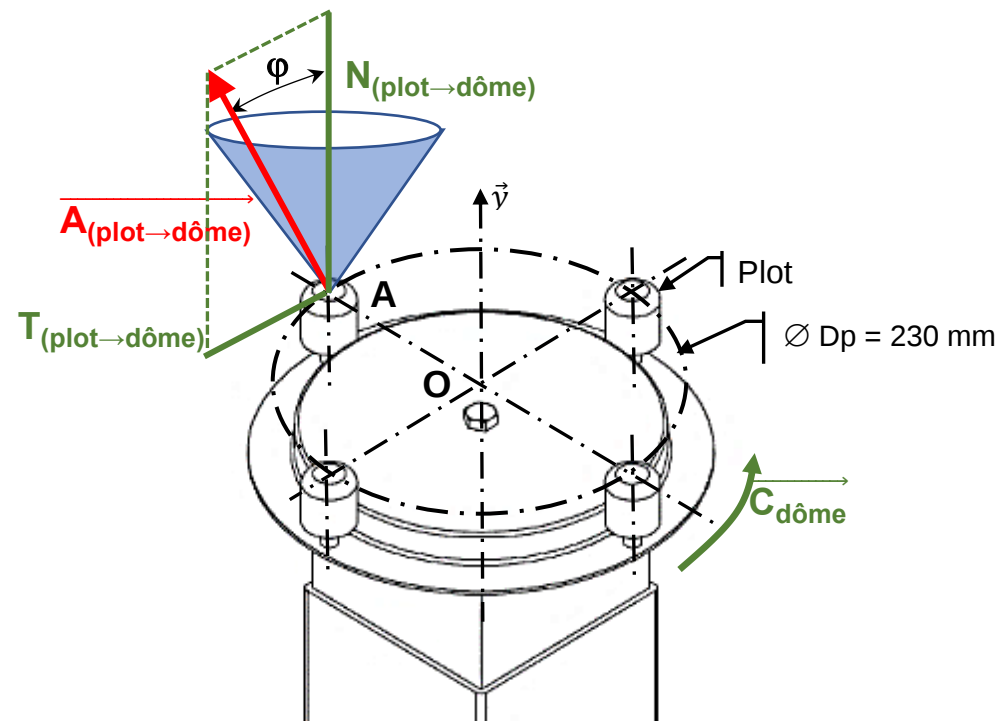
Le degré d'hyperstatisme h d'un mécanisme se calcule par : $h = \sum L_i - 6(n-1) + m_u + m_i$

- L_i : nombre d'inconnues statiques ;
- n : nombre de classes d'équivalence (bâti compris) ;
- m_u : nombre de mobilités utiles ;
- m_i : nombre de mobilités internes (non utiles mais présentes).

Liaison	Degré de mobilité	Nb. d'inconnues statiques L_i	Liaison	Degré de mobilité	Nb. d'inconnues statiques L_i
Ponctuelle	5	1	Pivot glissant	2	4
Rotule	3	3	Pivot	1	5
Appui plan	3	3	Glissière	1	5

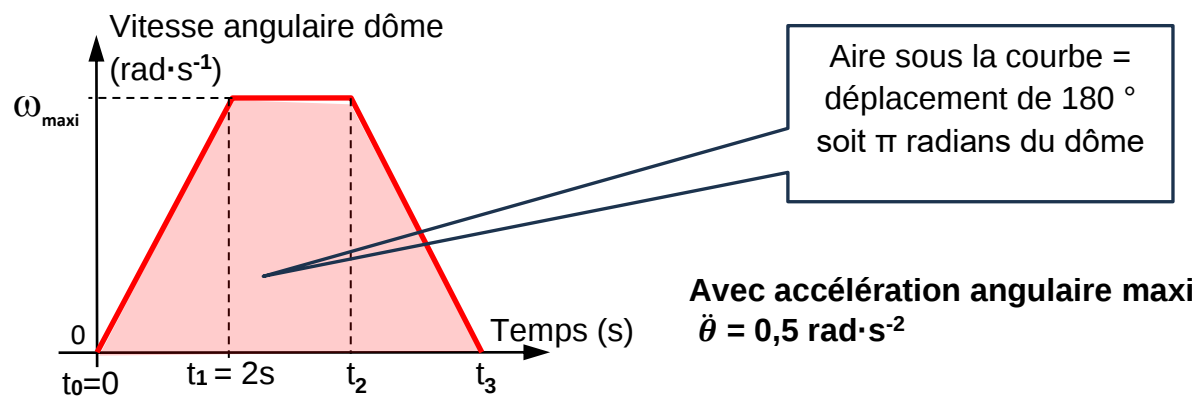
Si $h = 0$: le mécanisme est **isostatique** ;
Si $h > 0$: le mécanisme est **hyperstatique** ;
Si $h < 0$: le mécanisme est **hypostatique** (cela est caractéristique d'un mécanisme mal conçu qui a plus de mobilités que souhaitées).

Détail « A » : plateau support de dôme



Description du cycle de perçage des 24 trous sur un dôme

	Opération	Durée
1	Mise en place du dôme à percer sur la machine	1 min
2	Indexage d'angle + serrage avec sauterelles pneumatiques	5 s
3	Perçage de 12 trous avec 2 rampes de 6 perceuses chacune	26 s
4	Desserrage des sauterelles et désindexage d'angle	5 s
5	Montée du dôme	10 s
6	Rotation du dôme de + ou moins 180°	À définir
7	Descente du dôme	10 s
8	Indexage d'angle + serrage avec sauterelles pneumatiques	5 s
9	Perçage de 12 trous avec 2 rampes de 6 perceuses chacune	26 s
10	Desserrage des sauterelles et désindexage d'angle	5 s
11	Evacuation du dôme percé + nettoyage copeaux	2 min 20s



Description du cycle de perçage des 24 trous sur un dôme (suite)

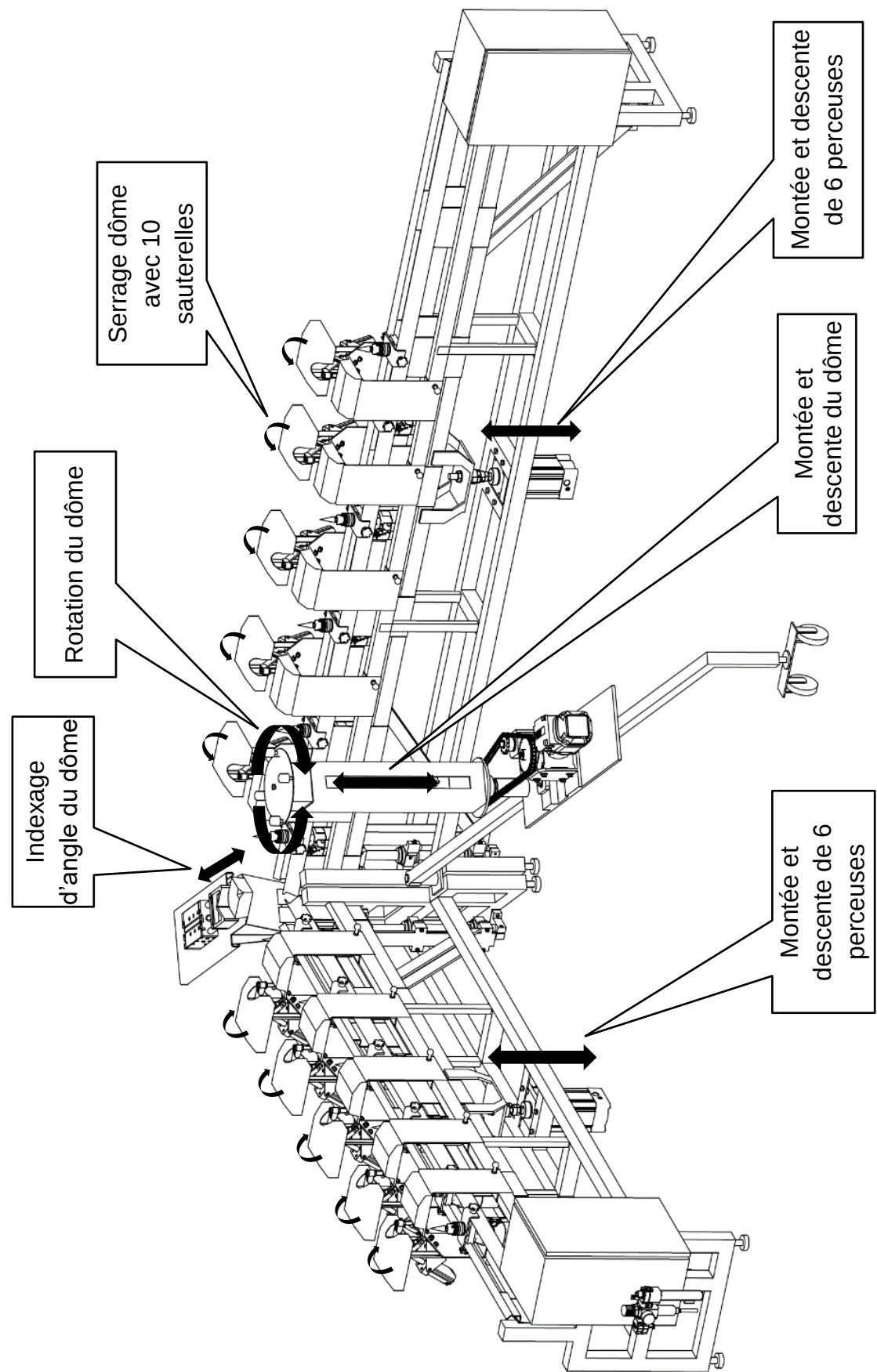
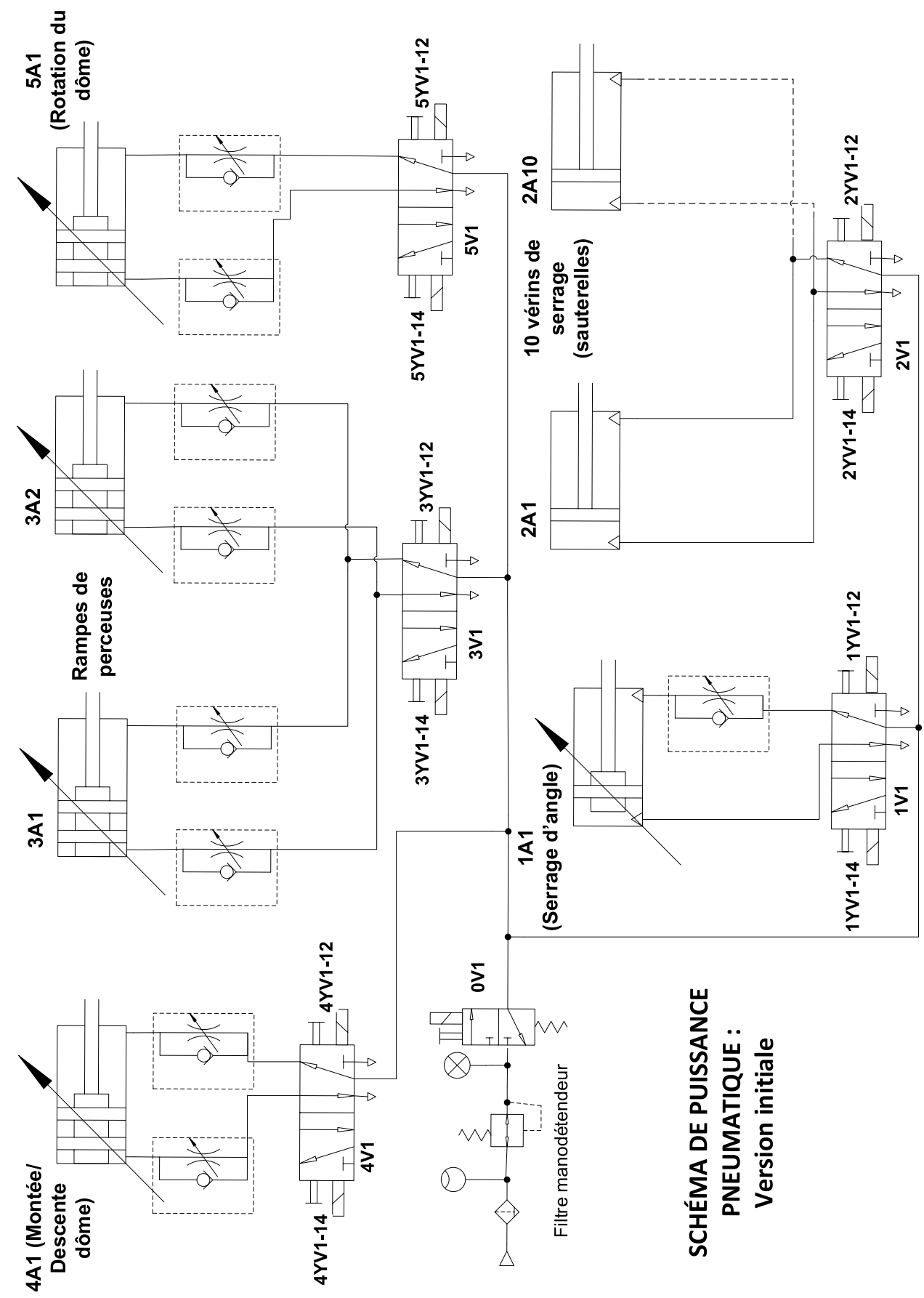
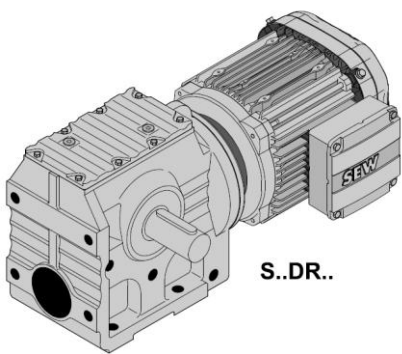


Schéma pneumatique de puissance



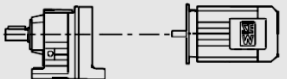
SEW : Motoréducteur à roue et vis sans fin gamme S..37 DR2S



Grâce à la large palette des produits SEW qui comprend, en plus du système modulaire éprouvé pour les motoréducteurs, des unités d'entraînement mécatroniques, des convertisseurs de fréquence, des systèmes de pilotage, des logiciels et des systèmes de communication, il est possible de trouver la solution d'entraînement parfaitement adaptée à chaque application.

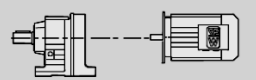
Motoréducteurs : alimentation 230/400 V – 50 Hz

Tableaux de sélection des motoréducteurs

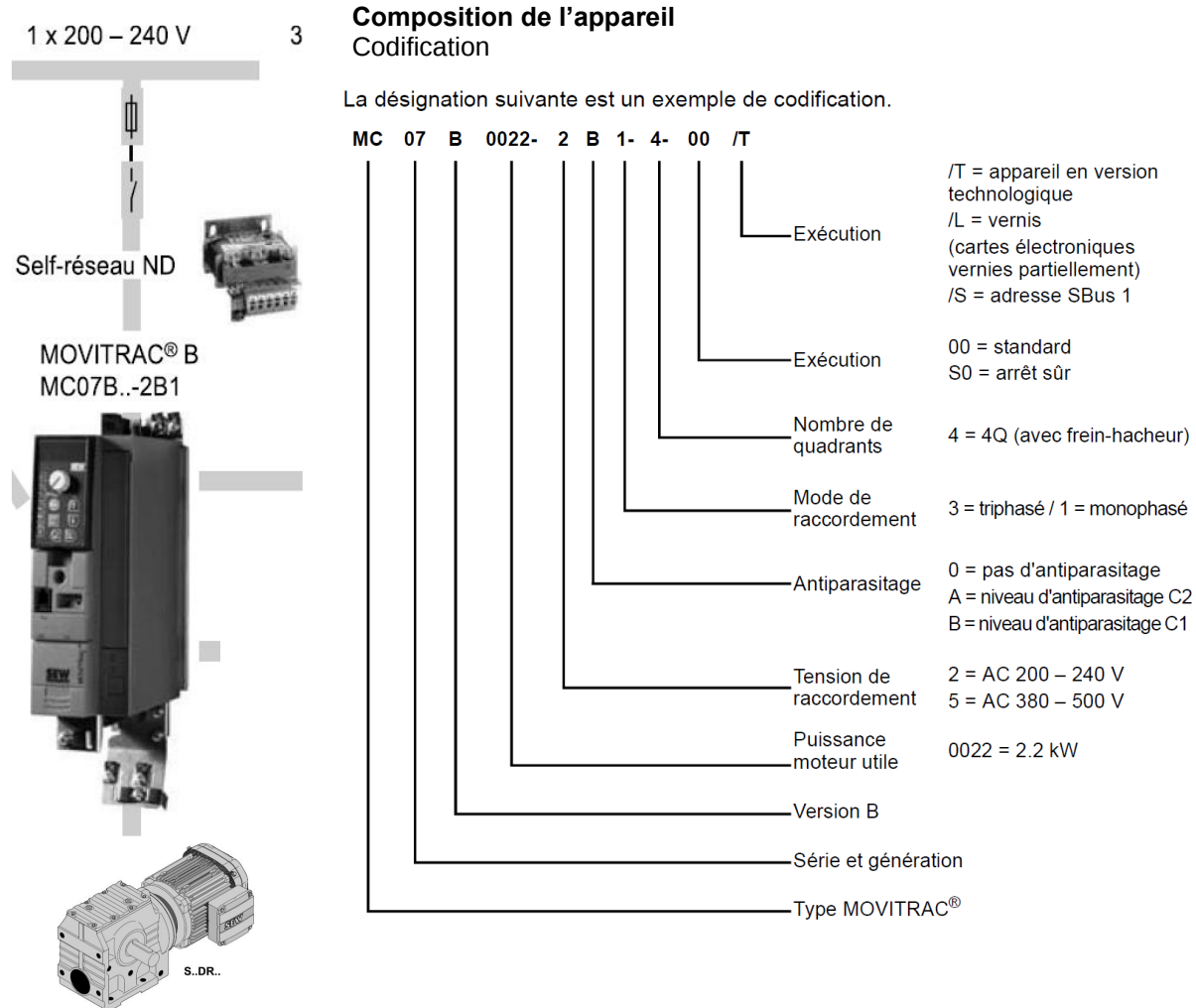
$P_m =$							
N_a min ⁻¹	M_a Nm	i	F_{Ra} N	SEW f_B		m kg	
Fréquence de rotation de sortie		Couple de sortie		Type de réducteur		Type de moteur	
Puissance nominale du moteur		Facteur d'utilisation Charge radiale admissible côté sortie avec M_a Rapport de réduction		Poids		Numéro de page de feuille de cotes	

Motoréducteurs à roue et vis sans fin

Tableaux de sélection S..DR(2)S.. en kW

$P_m = 0.18 \text{ kW}$							
N_a min ⁻¹	M_a Nm	i	$F_{Ra}^{(1)}$ N	SEW f_B		m kg	
19	57	71.44*	3000	1.45	S 37 DR2S 63MS4 SF 37 DR2S 63MS4 SA 37 DR2S 63MS4 SAF 37 DR2S 63MS4	11	757
21	52	63.33	3000	1.60		12	758
24	55	55.93	3000	1.45		10	759
26	51	51.30*	3000	1.60		12	758
30	44	43.68	3000	1.85			
35	38	37.66	3000	2.1			
38	36	35.10*	3000	2.2			
43	31	30.68	3000	2.4			
46	30	28.76	3000	2.5			
52	26	25.38*	3000	2.8			
59	24	22.50*	3000	3.1			
67	22	19.89	3000	2.3			
73	20	18.24*	2940	2.5			
86	18	15.53	2820	2.9			
99	15	13.39	2700	3.2			
107	14	12.48*	2650	3.4			
122	12	10.91	2550	3.8			
130	12	10.23	2500	4.0			

SEW : Variateur de vitesse gamme MOVITRAC B

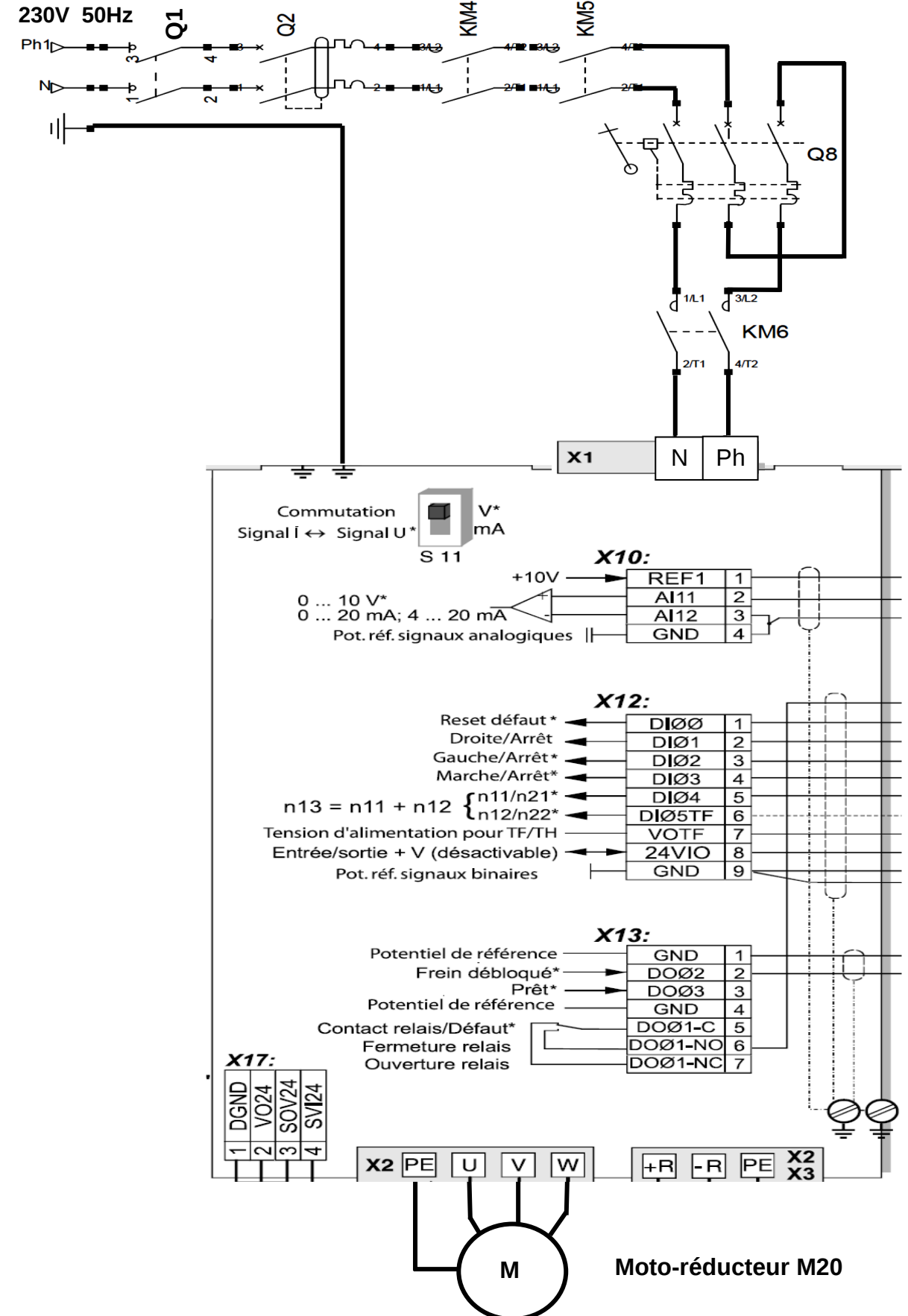


Raccordement réseau	Puissance moteur	Courant nominal de sortie	Type de MOVITRAC® B	Référence	Taille
230 V monophasé	0.25 kW / 0.34 HP	AC 1.7 A	MC07B0003-2B1-4-00	8284911	0XS
	0.37 kW / 0.50 HP	AC 2.5 A	MC07B0004-2B1-4-00	8284938	
	0.55 kW / 0.74 HP	AC 3.3 A	MC07B0005-2B1-4-00	8284946	0S
	0.75 kW / 1.0 HP	AC 4.2 A	MC07B0008-2B1-4-00	8284954	
	1.1 kW / 1.5 HP	AC 5.7 A	MC07B0011-2B1-4-00	8284962	0L
	1.5 kW / 2.0 HP	AC 7.3 A	MC07B0015-2B1-4-00	8284970	
	2.2 kW / 3.0 HP	AC 8.6 A	MC07B0022-2B1-4-00	8284989	

MOVITRAC® MC07B (réseau monophasé)		0003-2B1-4-00	0004-2B1-4-00
Référence		828 491 1	828 493 8
ENTREE			
Tension nominale réseau admissible	U _{rés}	1 × AC 230 V U _{rés} = AC 200 V – 10 % ... AC 240 V + 10 %	
Fréquence nominale réseau	f _{rés}	50 / 60 Hz ± 5 %	
Courant nominal réseau sous service 100 %	I _{rés}	AC 4.3 A	AC 6.1 A
Courant nominal réseau sous service 125 %	I _{rés 125}	AC 5.5 A	AC 7.5 A

SEW : Variateur de vitesse gamme MOVITRAC B - Schéma

Tension délivrée par le variateur de vitesse 3 x 230 Volts pour MC07B de 0,55 à 2,2kW



Disjoncteur de protection TeSys GV2ME



Références - TeSys GV2 - 0,06 à 15 kW
Composants de protection TeSys
Disjoncteurs-moteurs magnéto-thermiques GV2ME

Disjoncteurs-moteurs de 0,06 à 15 kW / 400 V, raccordement par vis-étriers											
GV2ME avec commande par boutons-poussoirs											
Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3									Plage de réglage des déclencheurs thermiques (2)	Courant de déclenchement magnétique Id ± 20 %	Référence
400/415 V			500 V			690 V					
P	Icu	Ics (1)	P	Icu	Ics (1)	P	Icu	Ics (1)			
kW	kA	%	kW	kA	%	kW	kA	%	A	A	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1...0,16	1,5	GV2ME01
0,06	★	★	-	-	-	-	-	-	0,16...0,25	2,4	GV2ME02
0,09	★	★	-	-	-	-	-	-	0,25...0,40	5	GV2ME03
0,12	★	★	—	—	—	0,37	★	★	0,40...0,63	8	GV2ME04
0,18	★	★	—	—	—	—	—	—			
0,25	★	★	-	-	-	0,55	★	★	0,63...1	13	GV2ME05
0,37	★	★	0,37	★	★	—	—	—	1...16	22,5	GV2ME06
0,55	★	★	0,55	★	★	0,75	★	★			
—	—	—	0,75	★	★	1,1	★	★			
0,75	★	★	1,1	★	★	1,5	3	75	1,6...2,5	33,5	GV2ME07
1,1	★	★	1,5	★	★	2,2	3	75	2,5...4	51	GV2ME08
1,5	★	★	2,2	★	★	3	3	75			
2,2	★	★	3	50	100	4	3	75	4...6,3	78	GV2ME10

Organisation de la partie commande pour le câblage du module d'entrée de l'automate

Actions détectées	Noms des organes de commande	Type de composants	Adressage Entrées automate
Arrêt d'urgence	S0	Bouton poussoir coup de poing à clé Contact NO	%I1.0
Arrêt	S1	Bouton poussoir Contact NO	%I1.1
Départ cycle	S2	Bouton poussoir Contact NO	%I1.2
Présence dôme	S3	Fin de course à galet Contact NO	%I1.3
Rampe montée	3S1 _{3A1} et 3S1 _{3A2}	Capteur ILS Interrupteur à lame souple Contact NO	%I1.4
Rampe descendue	3S0 _{3A1} et 3S0 _{3A2}	Capteur ILS Interrupteur à lame souple Contact NO	%I1.5
Dôme monté	4S1	Capteur ILS Interrupteur à lame souple Contact NO	%I1.6
Dôme descendu	4S0	Capteur ILS Interrupteur à lame souple Contact NO	%I1.7
Dôme pivoté à + 180°	S8	Fin de course à galet Contact NO	%I1.8
Dôme pivoté à - 180°	S9	Fin de course à galet Contact NO	%I1.9
12 perceuses en rotation	KM1 et KM2 et KM3	3 Contacts NO des contacteurs KM1, KM2 et KM3	%I1.10
Dôme serré et indexé	Contact KA1	Contacts NO du relais KA1	%I1.11
Dôme desserré et désindexé	$\overline{KA1}$		

Organisation de la partie commande pour le câblage du module de sortie de l'automate

Actions	Actionneurs	Pré-actionneurs	Mouvement des actionneurs	Commande Pré-actionneurs	Sorties automate
Serrer le dôme dans l'angle (indexer)	Vérin 1A1	1V1	1V1+	1YV1-14	%Q2.0
Desserrer le dôme dans l'angle (désindexer)			1V1-	1YV1-12	%Q2.1
Serrer le dôme par les sauterelles	Vérins 2A1 à 2A10	2V1	2A1+ à 2A10+	2YV1-14	%Q2.2
Desserrer le dôme par les sauterelles			2A1- à 2A10-	2YV1-12	%Q2.3
Monter la rampe	Vérins 3A1 et 3A2	3V1	3A1+ et 3A2+	3YV1-14	%Q2.4
Descendre la rampe			3A1- et 3A2-	3YV1-12	%Q2.5
Monter le dôme	Vérin 4A1	4V1	4V1+	4YV1-14	%Q2.6
Descendre le dôme			4V1-	4YV1-12	%Q2.7
Pivoter le dôme de + 180°	Moto-réducteur M20	Commande variateur DI01	Rotation du motoréducteur M20 sens +	Commande Variateur sens +	%Q2.8
Pivoter le dôme de - 180°		Commande variateur DI02	Rotation du motoréducteur M20 sens -	Commande Variateur sens -	%Q2.9
Autorisation fonctionnement variateur		Commande variateur DI03		Marche/Arrêt variateur	%Q2.10
Alimenter le variateur		1 Contacteur moteur KM6		KM6	%Q2.12
Faire tourner les perceuses	12 Moteurs M1 à M12	3 Contacteurs moteurs KM1, KM2 et KM3	Rotation des Perceuses M1 à M12	KM1, KM2, KM3	%Q2.11

Plateforme d'automatisme Modicon avec processeurs de type BMXP34

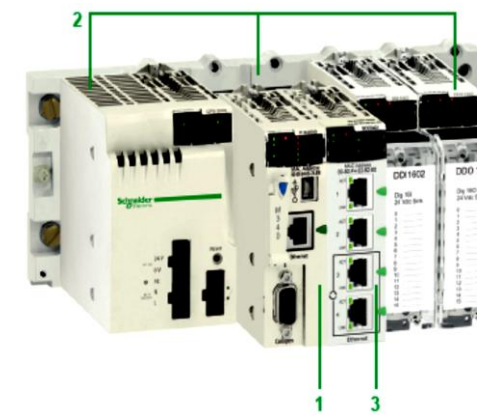


Plate-forme d'automatisme Modicon M340 Composition

Plate-forme d'automatisme Modicon M340 composée de :

- processeurs de type BMXP34,
- une plate-forme de modules Modicon X80 mono ou multirack,
- modules additionnels dédiés

Présentation

La plate-forme d'automatisme Modicon M340 se compose de :

- 1 Processeurs dédiés **BMXP34**.
- 2 Plate-forme de modules Modicon X80 en configuration monorack ou multirack.
- 3 Modules additionnels pour applications diverses (métiers, communication Ethernet, etc.).

Processeurs Modicon M340

Cinq modèles de processeurs dont 1 modèle Standard (**BMXP341000**) et 4 modèles Performance (**BMXP3420** ou **BMXP3420CL**) se différencient par leurs capacités mémoire, leurs vitesses de traitement, leur nombre d'entrées/sorties et leur nombre et type de ports de communication.

Selon le modèle, ils proposent, au maximum et d'une manière non cumulative :

- 512 à 1 024 entrées/sorties TOR,
- 128 à 256 entrées/sorties analogiques,
- 20 à 36 voies métiers (1) (comptage, commande de mouvement et liaison série ou RTU),
- 0 à 3 réseaux Ethernet Modbus/TCP ou Ethernet/IP (avec ou sans port intégré et 2 modules réseau maximum),
- 4 bus capteurs/actionneurs AS-Interface V3 "Full Extended master", profil M4.0.

Selon les modèles, les processeurs Modicon M340 intègrent :

- un port Ethernet Modbus/TCP 10BASE-T/100BASE-TX,
- un port bus machines et installations CANopen,
- un port liaison série Modbus ou Mode Caractères.

Chaque processeur dispose d'une prise TER de type USB (pour connexion d'un terminal de programmation ou d'un terminal IHM Harmony) (2).

Le processeur est fourni avec une carte mémoire (3) qui permet :

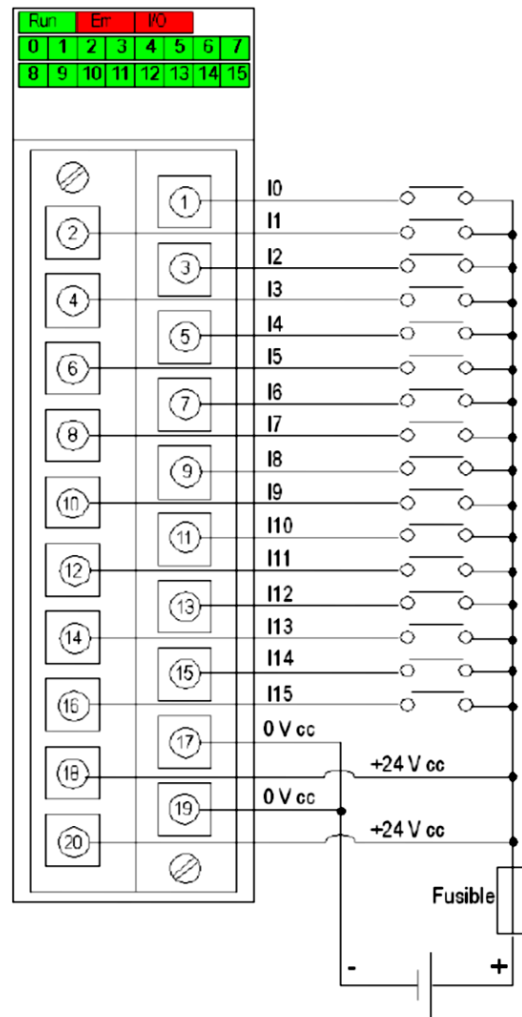
- la sauvegarde de l'application (programme, symboles et constantes),
- l'activation d'un serveur Web de base du port Ethernet intégré de classe Transparent Ready B10 (selon modèle).

Selon le modèle, cette carte mémoire peut être remplacée par un autre type de carte mémoire, à commander séparément, supportant :

- également la sauvegarde de l'application et l'activation du serveur Web de base,
- une zone de 8 Mo ou 128 Mo, selon carte optionnelle, pour le stockage de données additionnelles organisées en système de fichiers (répertoires et sous-répertoires).

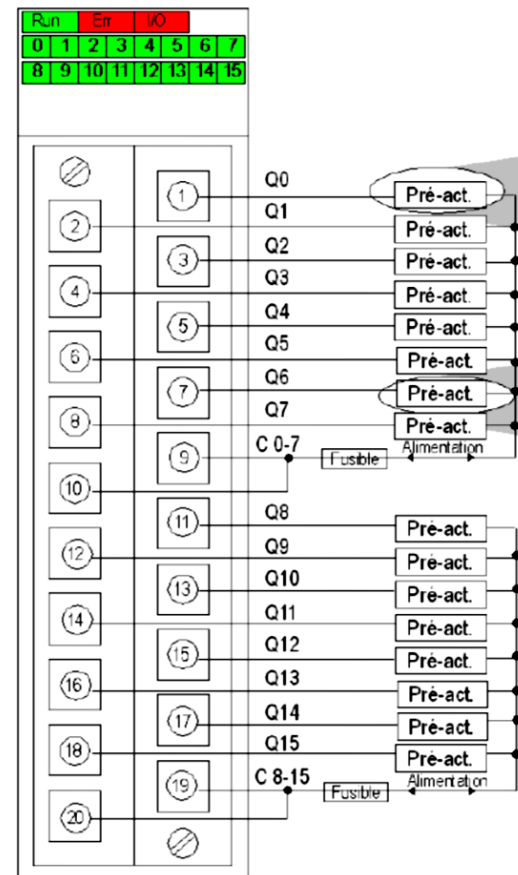
Module d'entrée automate BMX DDI 1602 et Module de sortie automate BMX DRA 1605

Module d'entrées BMX DDI 1602



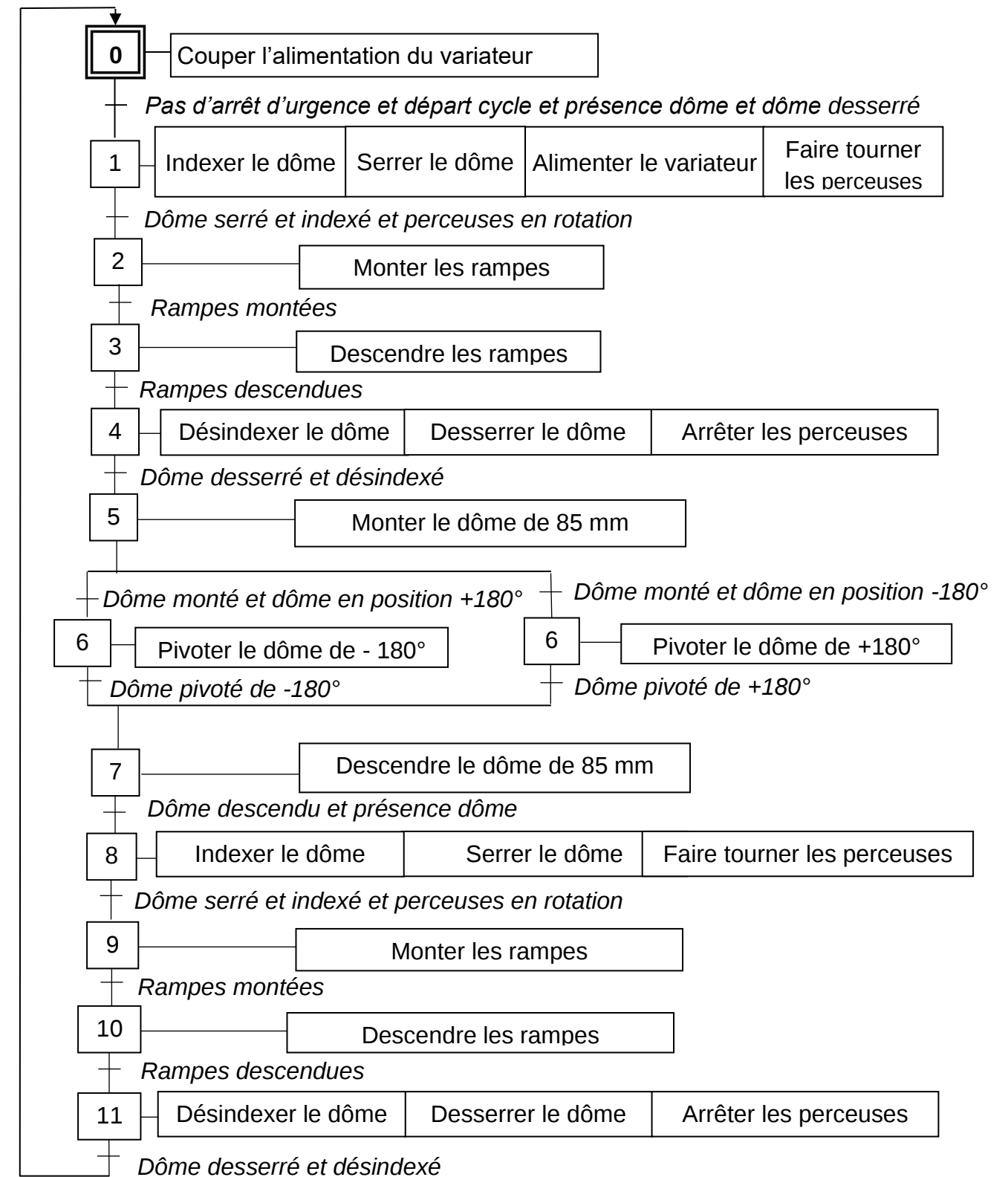
Le module BMX DDI 1602 est un module 24Vcc relié via un bornier 20 broches. Il s'agit d'un module à logique positive (ou commun plus) Les 16 voies d'entrée reçoivent le courant des capteurs.
Alimentation : 24 V cc
Fusible : fusible à action rapide de 0,5 A

Module de sortie à relais BMX DRA 1605

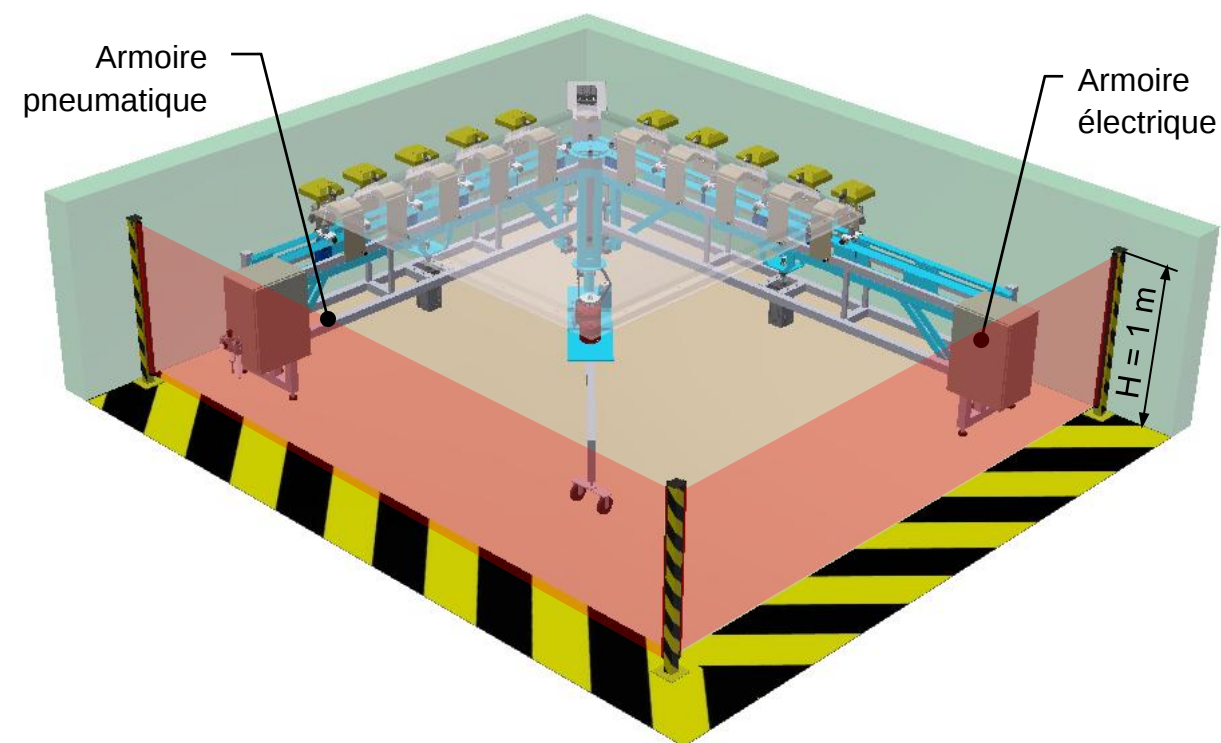
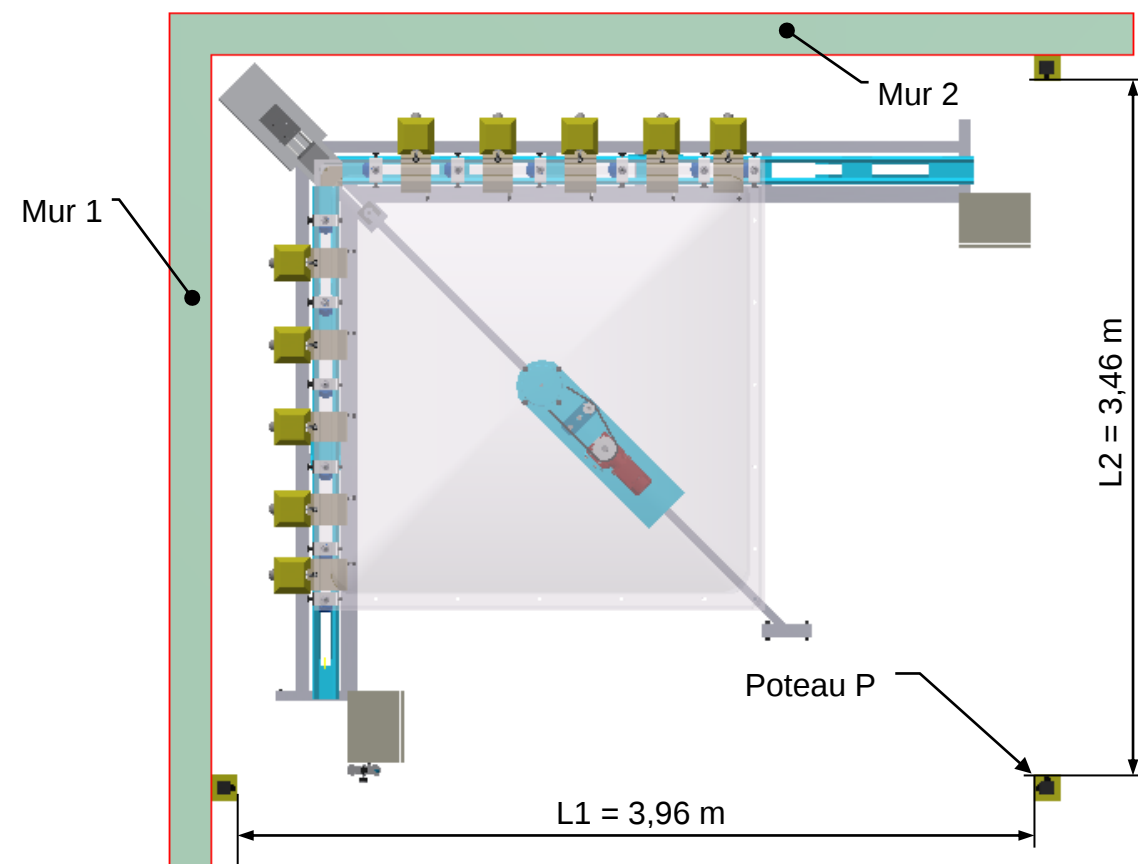


Le module BMX DRA 1605 est un module TOR 24 V cc ou 24 à 240 V ca relié via un bornier 20 broches. Les 16 voies de sorties à relais non isolées sont alimentées par un courant continu ou alternatif.
Alimentation : 24 VCC ou 24 à 240 VCA
Fusible : 1 fusible à fusion rapide de 12 A pour chaque groupe de 8 voies

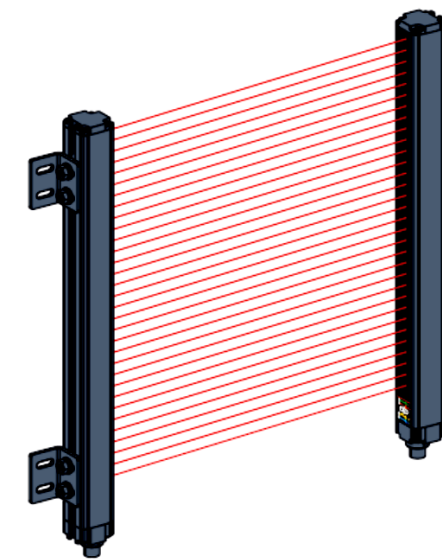
Grafset point de vue système (La partie opérative est également définie)



Définition de la zone à protéger



Barrières immatérielles de sécurité Gamme XUSL



Fonctionnalités et définitions (suite)

Fonctionnement d'une barrière immatérielle de sécurité

Une barrière immatérielle de sécurité est un système de protection optique composé de faisceaux infrarouges, utilisé pour assurer la sécurité des opérateurs à proximité de zones dangereuses. Le mouvement des pièces dans cette zone est arrêté lorsqu'au moins l'un des faisceaux lumineux est interrompu.

Ce système est constitué d'un émetteur et d'un récepteur, placés face à face et commandés par microprocesseur. Ils ne sont pas physiquement interconnectés. Située dans l'émetteur, une rangée de diodes émet des rayons infrarouges vers une rangée de cellules photosensibles située dans le récepteur.

Les diodes infrarouges sont déclenchées l'une après l'autre et les cellules photosensibles sont synchronisées pour détecter uniquement le faisceau correspondant. Lorsque la zone de détection n'est pas interrompue, les deux sorties de sécurité redondantes sont activées (état ON) et l'équipement connecté en aval fonctionne normalement.

Quand un objet d'une taille supérieure ou égale à la résolution interrompt au moins un faisceau, les deux sorties de sécurité redondantes OSSD commutent (état OFF) pour donner l'ordre d'arrêter la machine.

Solutions de détection de sécurité

Barrières immatérielles de sécurité, type 2

Gamme XUSL

Portée standard

Couples émetteurs-récepteurs pour détection de la main (1) (2)

Résolution 30 mm. Portée de 0...4 ou 0...12 m, sélectionnable par câblage

■ 2 sorties de sécurité PNP.

■ Plage de température de fonctionnement : - 30°C... + 55°C.

■ TM (Mission Time / Durée de vie) : 20 ans.

Hauteur protégée totale	Hauteur	Nombre de faisceaux	Temps de réponse (t1)	PFH _D IEC 61508	Référence	Masse
mm	mm		ms			kg
160	213	8	4,5	2,04 x 10 ⁻⁸	XUSL2E30H016N	0,400
260	313	13	5,5	2,55 x 10 ⁻⁸	XUSL2E30H026N	0,600
310	363	16	6	2,66 x 10 ⁻⁸	XUSL2E30H031N	0,700
460	513	23	8	3,30 x 10 ⁻⁸	XUSL2E30H046N	1,000
610	663	31	10	3,92 x 10 ⁻⁸	XUSL2E30H061N	1,200
760	813	38	11	4,57 x 10 ⁻⁸	XUSL2E30H076N	1,500
910	963	46	13	5,19 x 10 ⁻⁸	XUSL2E30H091N	1,700
1060	1113	53	14,5	5,83 x 10 ⁻⁸	XUSL2E30H106N	2,000



BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR MAINTENANCE DES SYSTÈMES
--

E.8 - INTÉGRATION D'UN BIEN

OPTION A : SYSTÈMES DE PRODUCTION

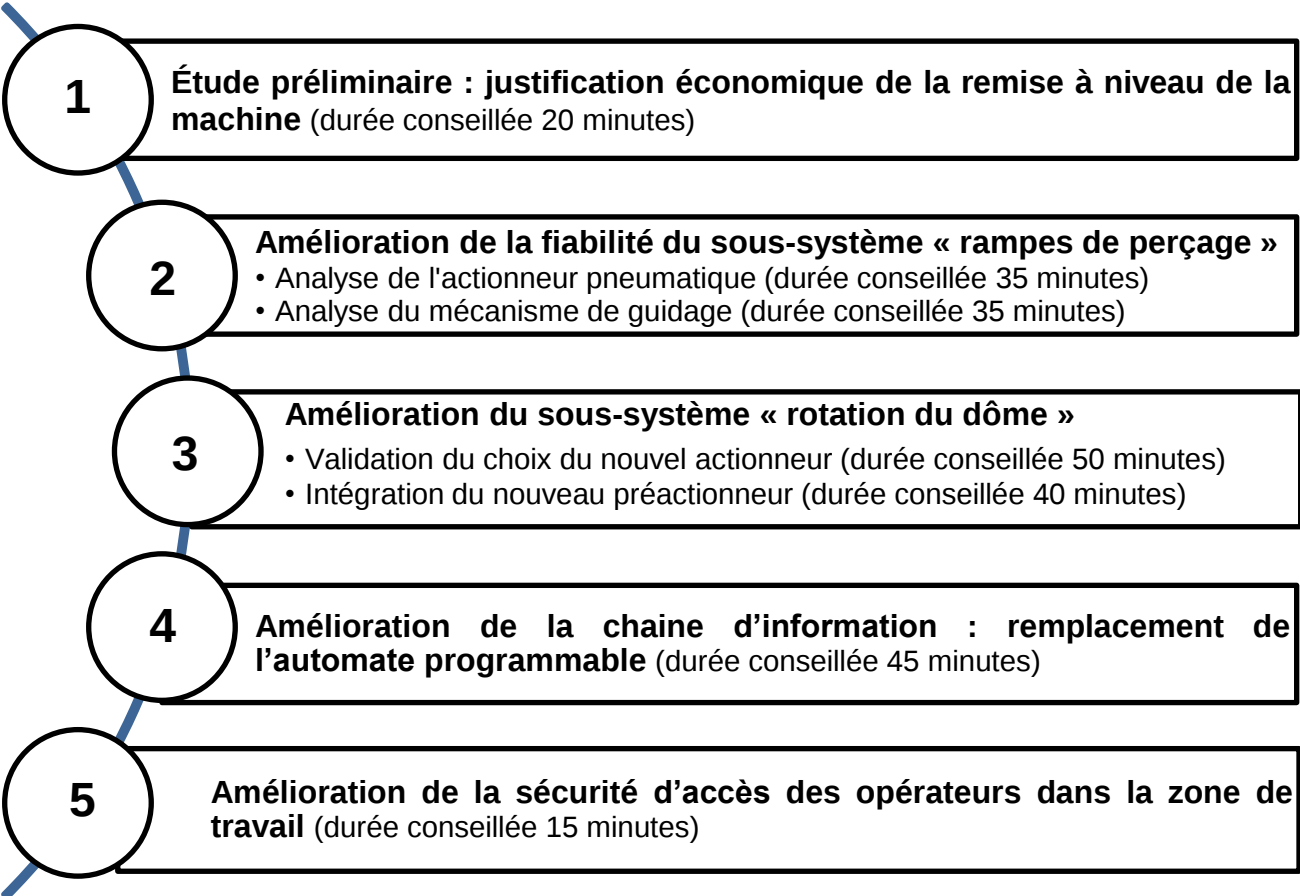
OPTION C : SYSTÈMES ÉOLIENS

OPTION D : SYSTÈMES ASCENCEURS ET ÉLÉVATEURS

DOSSIER QUESTIONS - RÉPONSES

Ce dossier contient les documents DQR1 à DQR9.

Progression de l'étude proposée en 5 parties indépendantes



1	Étude préliminaire : justification économique de la remise à niveau de la machine	
		Durée conseillée : 20 min

La machine à percer les dômes n'ayant plus été utilisée depuis près de 3 ans, il est nécessaire de faire une remise à niveau de plusieurs unités fonctionnelles la composant. On en profitera pour améliorer sa maintenabilité et sa fiabilité et par conséquent sa disponibilité. Avant d'investir de l'argent dans cette mise à niveau l'équipe veut vérifier l'intérêt de l'utilisation de cette machine par rapport à des opérations de perçage faites de manière manuelle.

Q.1-1	Documents à consulter : DT1 et DT4 (Données technico-économiques)
-------	---

Déterminer, au centime près, le coût de production pour un trou en mode manuel C_{manu} .

Coût production pour un trou en mode manuel	
	$C_{manu} =$

Q.1-2	Documents à consulter : DT1 et DT4 (Données technico-économiques)
-------	---

Déterminer, au centime près, le coût de production pour un trou en mode automatique C_{auto} . En déduire le gain G par trou par rapport au mode manuel.

Coût production pour un trou en mode automatique	
	$C_{auto} =$
Gain G	$G =$

Q.1-3	Document à consulter : DT4 (Données technico-économiques)
-------	---

Déterminer, à l'unité près, le nombre de trous n_{trou} à percer pour amortir les coûts de mise en œuvre de la machine à percer automatisée (hors coût de maintenance)

Nombre de trous n_{trou} à percer pour amortir les coûts de mise en œuvre de la machine.	$n_{trou} =$
--	--------------

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PRENOM :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° candidat :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)



Né(e) le :

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

Q.1-4	Document à consulter : DT4 (données technico-économiques)
-------	--

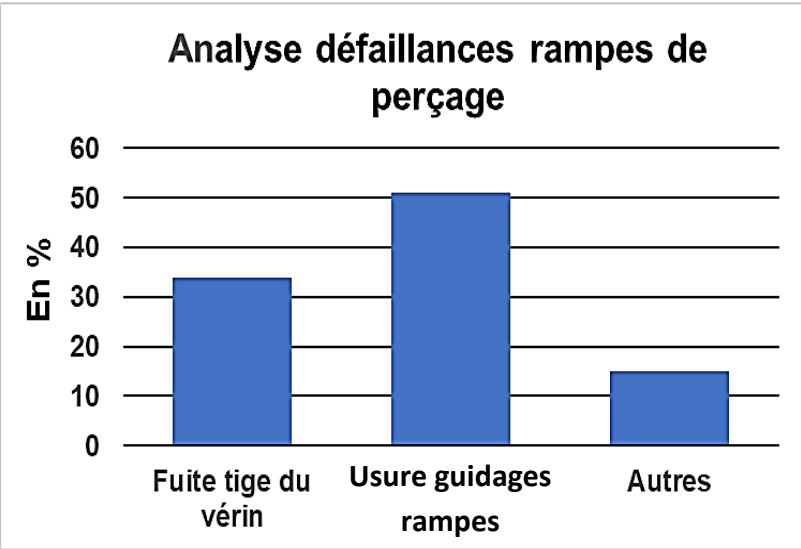
Déterminer le temps d’amortissement t_{amor} de la machine dans les conditions de la question précédente.
Conclure quant à l’intérêt économique de sa mise en œuvre, **préciser** si le coût de maintenance estimé et l’indisponibilité de la machine peuvent changer le résultat de manière conséquente.

Temps d’amortissement t_{amor} de la machine	$t_{amor} =$
Conclusion	
Influence du coût de maintenance et d’indisponibilité	

2	Amélioration de la fiabilité du sous-système « rampes de perçage »	
		Durée conseillée : 70 min

On a, à partir de l’historique de maintenance de la machine à percer les dômes, établi la répartition (ci-contre) des causes de défaillance sur les rampes de perçage.

On propose dans cette partie d’améliorer la fiabilité de ce sous-système.



On souhaite vérifier si le vérin présent sur la rampe est correctement dimensionné et le cas échéant faire une proposition pour un nouveau vérin et ses accessoires en conformité avec les exigences.

Q.2-1	Documents à consulter : DT2, DT4
-------	---

Déterminer la valeur minimale de la force de charge $\|\vec{F_c}\|$ d’un vérin de mise en mouvement d’une rampe de perçage si la masse de cette dernière est $m = 86 \text{ kg}$ (perceuses comprises) avec un effort de coupe sur une perceuse de $\|\vec{F_f}\| = 150 \text{ N}$

Détermination de la charge du vérin	$\ \vec{F_c}\ =$
-------------------------------------	-------------------

Q.2-2	Documents à consulter : DT3 et DT4
-------	---

Pour une valeur supposée $\|\vec{F_c}\| = 1\,750 \text{ N}$ **déterminer** le taux de charge maxi du vérin si ce dernier est un modèle de type DSBC de $\varnothing 80 \text{ mm}$, alimenté sous une pression de $0,6 \text{ MPa}$.
(Rappel : le taux de charge $\tau\% = 100 \cdot \frac{\|\vec{F_{charge}}\|}{\|\vec{F_{poussée}}\|}$, tient compte du rendement mécanique du vérin et de la contre pression à l’échappement).

Comparer le taux de charge de ce vérin avec la valeur du niveau de l’exigence correspondante du **DT3**. **Conclure** en expliquant quelles peuvent être les conséquences, en matière de maintenance, du non-respect de cette exigence.

Calcul du taux de charge du vérin	$\tau\% =$
Comparaison du taux de charge avec les exigences	
Conclusion	

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PRENOM :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° candidat :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)



Né(e) le :

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

Q.2-3	Document à consulter : DT4
-------	----------------------------

Calculer le taux de charge pour un vérin DSBC Ø 100 mm et vérifier sa compatibilité avec le taux maxi de 50 %.

Calcul du taux de charge vérin DSBC Ø 100 mm + Compatibilité	$\tau\% =$
--	------------

Q.2-4	Documents à consulter : DT4 et DT5
-------	------------------------------------

Une analyse du mécanisme des rampes de perçage (solution 1 du DT4) a montré que ce dernier est hyperstatique (situation d'un assemblage pour lequel le fonctionnement se fait avec plus de contraintes que ce qui est strictement nécessaire). C'est la cause probable d'une majorité des défaillances constatées.

À partir des éléments fournis vérifier, en complétant le tableau ci-dessous, que la solution 2 envisagée (DT4) permet au mécanisme d'être isostatique ($h = 0$).

Vérification de l'isostatisme	Solution 2		
	Nombre de classes d'équivalence (bâti compris)	$n =$	
	Nombre de mobilités utiles	$m_u =$	Quelle est la mobilité utile :
	Nombre de mobilités internes (non utiles mais présentes)	$m_i =$	Quelle est la mobilité interne :
	Inconnues statiques	Liaison	Li
		L 0-1	
		L 1-2	
		L 0-2	
	Σ Li =		
	Degré d'hyperstatisme h :		
	$h =$		

Q.2-5	Document à consulter : DT4
-------	----------------------------

Indiquer quels sont les impacts sur les opérations de maintenance induites par le choix des accessoires de liaison du vérin à la rampe et au châssis de la solution 2 retenue.

Impacts sur les opérations de maintenance	
---	--

3	Amélioration du sous-système « rotation du dôme »	
		Durée conseillée : 90 min

Actuellement la rotation de 180° du dôme, entre 2 séries de 12 perçages, est effectuée par un actionneur pneumatique (vérin double effet) avec une transformation de mouvement par un système roues + chaîne à rouleaux (DT5). Ce système génère régulièrement des à-coups au démarrage et à l'arrêt qui sont responsables d'un glissement du dôme sur ses plots de support (voir DT6-Détail A) et par conséquent un désaxage du dôme par rapport à sa position de référence pour le perçage.

Le principe de l'étude suivante est de comparer ce système avec une proposition de remplacement du vérin pneumatique par un moteur électrique alimenté par un variateur de vitesse électronique (DT5) permettant de gérer les accélérations tout en conservant la transmission par roues et chaînes.

3-1	Validation du choix du nouvel actionneur
-----	--

Q.3-1-1	Document à consulter : DT6 (Détail « A » : plateau support de dôme)
---------	---

Calculer la valeur de la composante normale, au point A, $N(\text{plot} \rightarrow \text{dôme})$, action d'un plot sur le dôme de masse 35 kg si l'on considère que la charge est également répartie entre les 4 plots d'entraînement. On prendra $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Calcul de la composante normale en A	$N(\text{plot} \rightarrow \text{dôme}) =$
--------------------------------------	--

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PRENOM :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° candidat :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)



Né(e) le :

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

Q.3-1-2 Document à consulter : **DT6 (Détail « A » : plateau support de dôme)**

À partir de N(plot→dôme), **calculer** la valeur de l'action tangentielle correspondante T(plot→dôme) pour un facteur d'adhérence dôme/plot $\mu_0 = 0,5$ (à la limite du glissement).
En déduire, en N·m, la norme (valeur) du moment du couple maxi transmissible par les plots au dôme sans glissement $\|\overrightarrow{Cdôme}\|_{maxi}$.

Calcul de la composante tangentielle en A	T(plot→dôme) =
Calcul du moment du couple maxi transmissible par les 4 plots sans glissement	$\ \overrightarrow{Cdôme}\ _{maxi} =$

Q.3-1-3 Document à consulter : **DT6**

En utilisant les données du cycle de perçage, **déterminer** la durée **t_{R180}** disponible pour une rotation du dôme de + ou – 180° si l'on souhaite tenir l'objectif d'une durée totale du cycle de 5 min.

Calcul de la durée de rotation du dôme	t_{R180} =
--	---------------------------

Q.3-1-4 Documents à consulter : **DT5, DT6 et DT7**

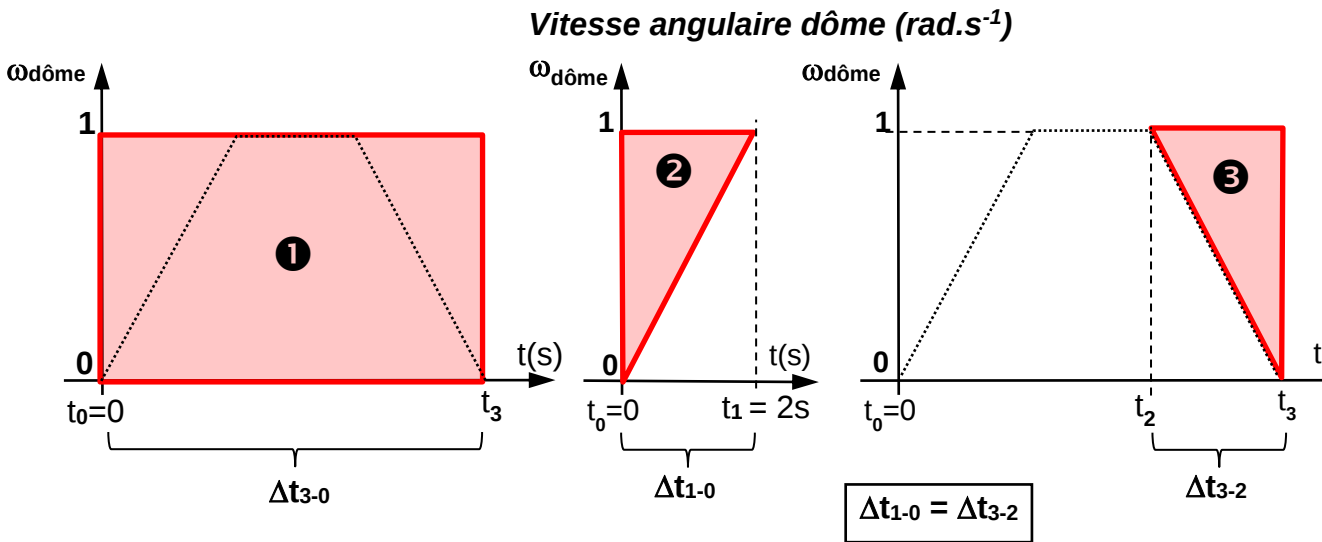
Des essais sur la version actuelle de mise en mouvement de rotation (vérin + chaîne) ont permis d'évaluer la valeur de l'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ du dôme. Cette valeur est régulièrement supérieure à 1,2 rad·s⁻² alors qu'une étude dynamique a donné une valeur limite avant glissement du dôme sur les plots de 0,85 rad·s⁻². On souhaite limiter, avec une marge de sécurité, cette accélération à 0,5 rad·s⁻².

Déterminer dans ces conditions, à partir du graphe de représentation de la vitesse angulaire du dôme donné sur le document **DT6**, la vitesse angulaire maxi ω_{maxi} du dôme.
Déterminer, en tr·min⁻¹, la fréquence de rotation du dôme **N_{maxi}** correspondante.
Indiquer quels sont les organes ou fonctions permettant de régler cette accélération ou la fréquence de rotation du dôme dans la version actuelle du système.

Détermination vitesse angulaire maxi du dôme	$\omega_{maxi} =$
Détermination fréquence de rotation maxi du dôme	N_{maxi} =
Organes de réglage de la vitesse et de l'accélération	

Q.3-1-5 Document à consulter : **DT6 (Description du cycle de perçage)**

On souhaite déterminer la durée totale de la rotation de +180° pour une vitesse angulaire ω_{maxi} du dôme de 1 rad·s⁻¹ et avec une phase de décélération ayant les mêmes caractéristiques que la phase d'accélération (même durée, même valeur absolue d'accélération).
L'aire sous la courbe de vitesse (forme de trapèze, voir DT6) représente **180 degrés** de déplacement du dôme soit **π radians**. On décompose cette aire comme étant celle du rectangle **❶** diminuée des aires des triangles **❷** et **❸** (voir ci-dessous).



NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PRENOM :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° candidat :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)



Né(e) le :

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

Exprimer, en fonction de ω_{maxi} et Δt_{3-0} l'aire **A1** du rectangle ❶.
Calculer, en radians, les aires des triangles ❷ et ❸. En déduire une expression de l'aire totale du trapèze.

En fonction de l'expression de l'angle de rotation de la table par rapport à l'air du trapèze :
 $\pi = A1 - A2 - A3$

Déterminer la durée de la rotation Δt_{3-0} .

Expression aire du rectangle ❶.	A1 =
Calculs des aires A2 et A3 des triangles	A2 = A3 =
Expression de l'aire totale du trapèze	$\pi = A1 - A2 - A3$ $\pi =$
Détermination de la durée de la rotation Δt_{3-0} .	$\Delta t_{3-0} =$

Q.3-1-6	Document à consulter : aucun
----------------	-------------------------------------

Vérifier si la valeur de Δt_{3-0} est compatible avec la valeur t_{R180} déterminée à la **Q.3-1-3**.
Conclure quant aux valeurs d'accélération et de vitesse angulaire maxi pour le dôme.

Compatibilité de la durée de rotation Δt_{3-0} avec les exigences	
Conclusion	

Q.3-1-7	Document à consulter : aucun
----------------	-------------------------------------

Justifier en quoi la nouvelle solution envisagée (motoréducteur + variateur de vitesse électronique) est une amélioration d'un point de vue maintenance.

Justification nouvelle solution d'un point de vue maintenance	
---	--

3-2	Intégration du nouveau préactionneur
------------	---

La solution envisagée mettra donc en œuvre un motoréducteur commandé par un variateur de vitesse électronique. La fréquence de rotation maxi du dôme sera obtenue par un paramétrage du variateur de vitesse.
Pour la suite de cette étude la fréquence de rotation du dôme sera $N_{\text{dôme}} = 10 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.
Des essais ont montré qu'un couple $\|\overline{C_{\text{dôme}}}\| = 30 \text{ N} \cdot \text{m}$ sera nécessaire en sortie du motoréducteur pour la rotation du dôme.

Le choix du motoréducteur a été effectué dans la gamme S37 du fabricant SEW, motoréducteurs à roues et vis sans fin de référence **S37 DR2S 63MS4** et de caractéristiques suivantes :
 $P_m = 0,18 \text{ kW}$
 $N_a = 19 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$
 $M_a = 57 \text{ N} \cdot \text{m}$

Q.3-2-1	Document à consulter : DT7
----------------	-----------------------------------

Préciser la signification des grandeurs physiques **Pm**, **Na** et **Ma**.

Signification des grandeurs physiques	Pm : Na : Ma :
---------------------------------------	---

Calculer, en kW, la puissance utile sur l'arbre de sortie du motoréducteur nécessaire à la rotation du dôme.

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PRENOM :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° candidat :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)



Né(e) le :

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

Q.3-2-2	Documents à consulter : DT2 et DT7
---------	------------------------------------

Vérifier le choix de ce motoréducteur en comparant les grandeurs physiques annoncées par le fabricant à celles précédemment calculées ou fournies.

Vérification du choix du motoréducteur	
--	--

Q.3-2-3	Documents à consulter : DT2 et DT8
---------	------------------------------------

Le choix du variateur de vitesse s'est porté dans la gamme MOVITRAC du fabricant SEW. Cette gamme de variateur est adaptée à la commande du motoréducteur S37 DR2S 63MS4. Deux références ont été proposées par le technicien de maintenance chargé d'effectuer le choix de ce variateur :

- référence 1 : MC 07 B 0003- 2 B 1- 4- 00 ;
- référence 2 : MC 07 B 0004- 2 B 1- 4- 00.

Justifier la codification « 2 » pour les 2 références.
Justifier la codification « 1- » pour les 2 références.
Préciser la signification « 0003- » dans la codification de la référence 1.
Préciser la signification « 0004- » dans la codification de la référence 2.

Codification 2	
Codification 1-	
Signification 0003-	
Signification 0004-	

Q.3-2-4	Document à consulter : DT8
---------	----------------------------

Indiquer quel variateur de vitesse le technicien doit retenir comme préactionneur pour le motoréducteur en indiquant les grandeurs physiques qui permettent de justifier ce choix.

Variateur de vitesse à retenir et grandeurs physiques permettant la justification.	
--	--

Q.3-2-5	Document à consulter : DT8
---------	----------------------------

En vous appuyant sur le schéma de puissance relatif au raccordement du variateur de vitesse vers le motoréducteur présent sur le document DT8 :

- indiquer si le variateur de vitesse est alimenté sous une tension monophasée ou triphasée ;
- analyser le schéma de câblage du disjoncteur moteur Q8 et justifier le mode de raccordement de celui-ci.

Type d'alimentation du variateur	
Justification mode de raccordement de Q8	

Q.3-2-6	Document à consulter : aucun
---------	------------------------------

Le motoréducteur tourne à la fréquence de rotation de $N_a = 19 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ pour une fréquence f du réseau électrique de 50 Hz.
Calculer la fréquence f_v délivrée par le variateur de vitesse pour obtenir la fréquence de rotation souhaitée $N_{d\acute{o}me} = 10 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

Calcul de la fréquence délivrée par le variateur	$f_v =$
--	---------

Q.3-2-7	Document à consulter : DT9
---------	----------------------------

La protection électrique du circuit de puissance de l'ensemble motoréducteur + variateur de vitesse est assurée par un disjoncteur-moteur Q8 de la gamme GV2 ME.
Donner les critères qui permettent le choix du disjoncteur-moteur afin qu'il soit compatible avec les grandeurs électriques du motoréducteur,
Choisir parmi les tailles proposées (référence fabricant) le disjoncteur-moteur Q8.

Critères de choix du disjoncteur-moteur Q8	
Choix du disjoncteur-moteur Q8	

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PRENOM :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° candidat :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)



Né(e) le :

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

Q.3-2-8	Document à consulter : aucun
---------	-------------------------------------

Il est à présent nécessaire d’effectuer une consignation électrique afin de pouvoir réaliser le câblage électrique pour implanter le variateur de vitesse dans le coffret électrique et le motoréducteur sur le système.

Le technicien du service maintenance a pu vérifier les critères suivants sur la machine à percer les dômes :

- absence de source de réalimentation, de tension induite, de condensateur ;
- longueur du câble d’alimentation de la machine inférieure à 15 m.

Lister les étapes de la consignation électrique en vue de la réalisation du câblage électrique.

Étapes de la consignation électrique	
--------------------------------------	--

4	Amélioration de la chaine d’information : remplacement de l’automate programmable et analyse partielle du grafcet nécessaire au programme automate.	
		Durée conseillée : 45 min

La présence actuelle d’un automate et d’un logiciel obsolète interdisent toute modification du programme ainsi qu’une évolution fonctionnelle et temporelle de l’équipement.

*Le nouvel automate proposé par le technicien de maintenance chargé d’effectuer le choix est de la marque « Schneider electric » et du type **M340**.*

*La référence du processeur est : **BMXP341000**, le module de sortie sera à relais.*

Q.4-1	Documents à consulter : DT9 et DT10
-------	--

Indiquer le nombre d’entrées nécessaires au fonctionnement de la machine, prévoir une marge avec 2 entrées supplémentaires.

Indiquer le nombre de sorties nécessaires au fonctionnement de la machine, prévoir une marge avec 2 sorties supplémentaires.

Vérifier si le processeur peut gérer le nombre d’entrées et de sorties.

Nombre d’entrées	
Nombre de sorties	
Gestion E/S Processeur	

Q.4-2	Documents à consulter : DT11 et DQR8
-------	---

Justifier le choix de la référence **BMX DDI 1602** du module d’entrées TOR.

Justifier le choix de la référence **BMX DRA 1605** du module de sorties TOR.

Justification de la référence BMX DDI 1602	
Justification de la référence BMX DRA 1605	

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PRENOM :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° candidat :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

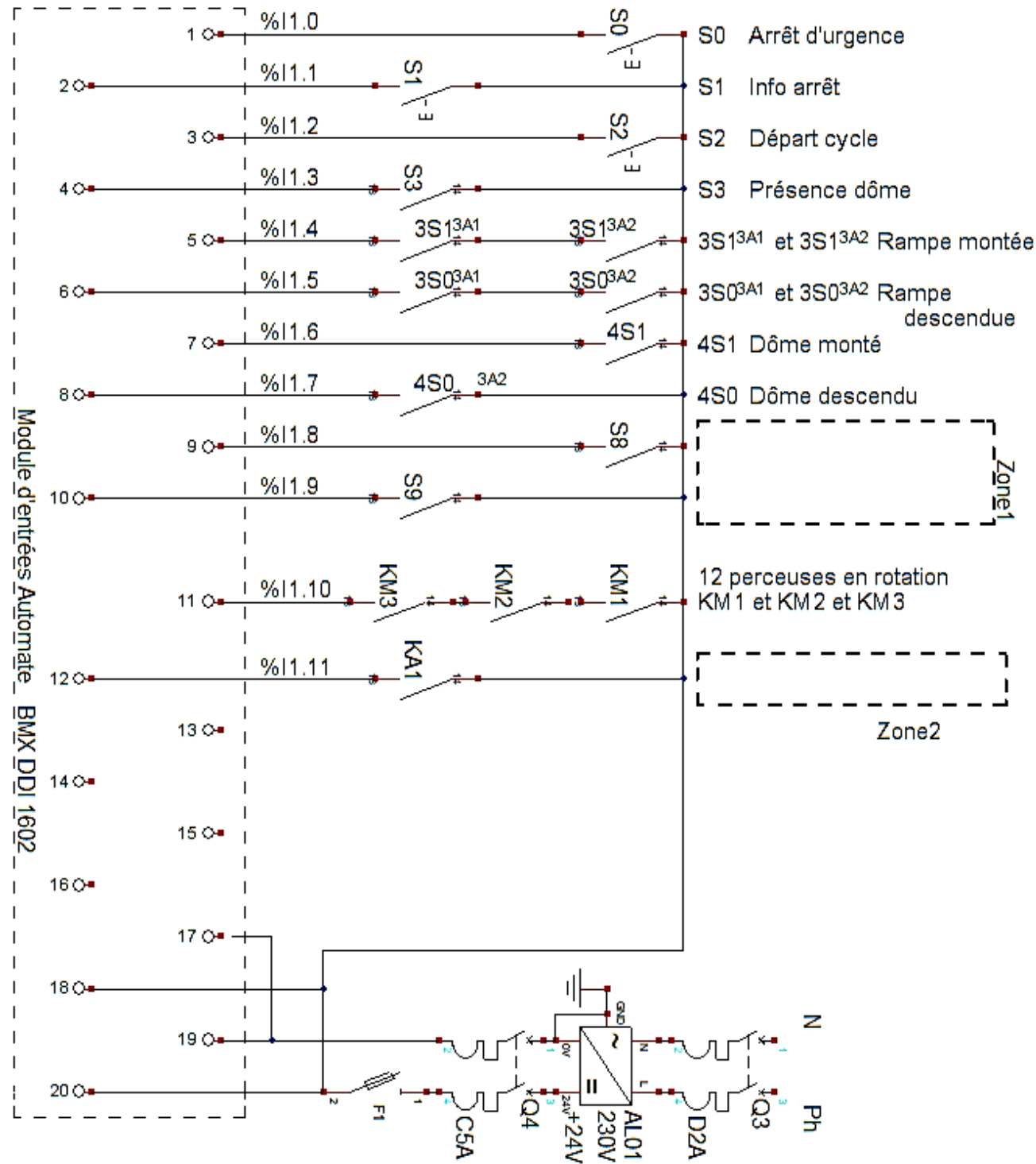


Né(e) le :

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

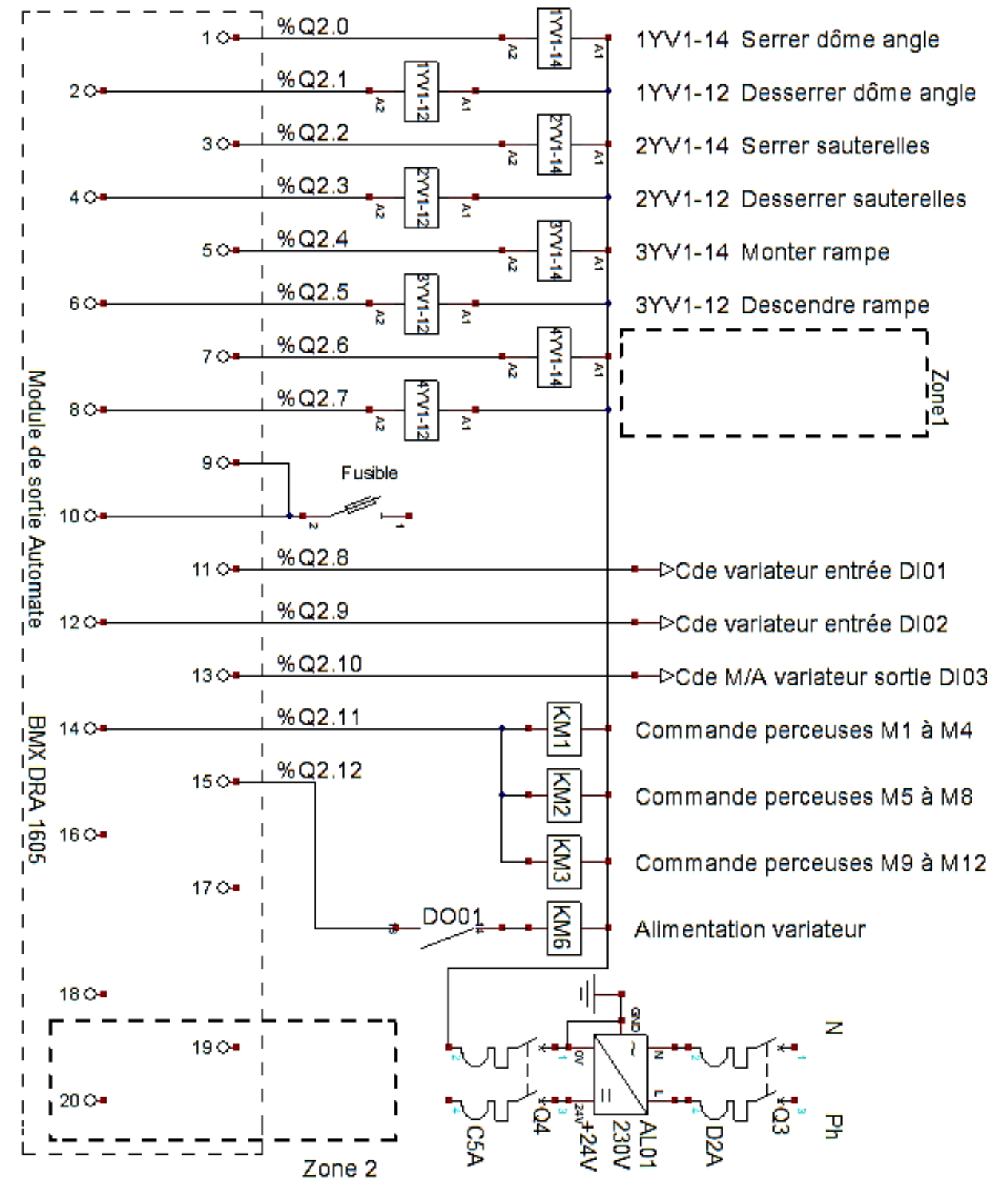
Q.4-3 Document à consulter : DT9

Compléter les zones 1 et 2 sur le schéma de câblage du module d'entrée ci-dessous.



Q.4-4 Documents à consulter : DT10

Compléter les zones 1 et 2 sur le schéma de câblage du module de sortie ci-dessous.



NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PRENOM :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° candidat :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)



Né(e) le :

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

Q.4-5	Document à consulter : aucun
-------	-------------------------------------

On relève les informations suivantes sur l’A.P.I. et sur le PC de programmation :

A.P.I. 192.168.17.22	PC 192.168.17.28
255.255.255.0	255.255.255.0

Donner l’adresse réseau de l’ensemble.
Expliquer pourquoi l’automate et le PC peuvent communiquer ensemble.
Donner une adresse possible pour l’ajout d’une Interface de dialogue Homme/Machine.

Adresse réseau de l’ensemble	
Communication automate / PC	
Adresse possible IHM	

Q.4-6	Documents à consulter : DT9, DT10 et DT11
-------	--

Analyse partielle du grafcet : le fonctionnement de la machine à percer les dômes est défini par le grafcet point de vue système.

Citer les noms des contacts qui font évoluer le Grafcet de l’étape X1 vers l’étape X2.
Citer le nom de la commande du préactionneur associé à l’étape X2.
Effectuer une critique du point de vue de la sureté de fonctionnement de la transition entre les étapes X1 et X2 du grafcet dans le cas où l’action « Monter rampe » est demandée alors que les perceuses ne sont pas en rotation.
Décrire l’incidence sur l’aspect maintenance si cette action se réalise.

Contacts transition X1 vers X2	
Commande du préactionneur étape X2	
Critique sûreté de fonctionnement	
Description incidence aspect maintenance	

5	Amélioration de la sécurité d’accès dans la zone de travail	
		Durée conseillée : 15 min

*L’accès à la zone de travail par les opérateurs durant le fonctionnement de la machine, peut entraîner des lésions, principalement aux mains et aux bras. On souhaite protéger cette zone par deux barrières immatérielles associées à un relais de sécurité.
Les poteaux repérés P peuvent servir de supports aux réflecteurs ou aux émetteurs.
Le service maintenance a retenu pour cette application des barrières immatérielles de la gamme **XUSL** associées à un module de sécurité. L’ensemble sera alimenté en 24 V continu.*

Q.5-1	Document à consulter : DT12
-------	------------------------------------

Justifier ou non la compatibilité des distances L1 et L2 avec la gamme de barrières proposée.

Compatibilité des distances L1 et L2	
--------------------------------------	--

Q.5-2	Document à consulter : DT12
-------	------------------------------------

Les vérifications des conditions de protection ont montré que :

- la zone de protection doit être établie à partir d’une hauteur « basse » d’au plus 15 cm du sol et jusqu’à une hauteur « haute » d’au moins 90 cm du sol ;
- la fonction détection de la main devra être mise en œuvre.

À partir des éléments présentés **déterminer** la référence et le nombre de barrières immatérielles nécessaires.

Référence et nombres de barrières immatérielles	
---	--

Q.5-3	Document à consulter : DT12
-------	------------------------------------

Critiquer le fait que les armoires pneumatique et électrique soient implantées à l’intérieur de la zone protégée par les barrières. **Proposer** une ou plusieurs solutions d’amélioration.

Critique de l’implantation des armoires et solutions d’amélioration	
---	--

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PRENOM :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° candidat :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)



Né(e) le :

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--