

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

- systèmes énergétiques et fluidiques
- systèmes éoliens
- systèmes de production

Session 2019

U 41 Analyse fonctionnelle et structurelle

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

Matériel autorisé

L'usage de tout modèle de calculatrice avec ou sans mode examen est autorisé.

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

Le sujet comporte 17 pages numérotées de la façon suivante :

- Dossier de présentation : DP1 à DP4 de la page 3 à la page 4
- Dossier questions : DQ1 à DQ4 de la page 6 à la page 7.
- Documents réponses : DR1 à DR5 de la page 9 à la page 12.
- Documents techniques : DT1 à DT5 de la page 14 à la page 17.

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur les feuilles de copie ou, lorsque cela est indiqué sur le sujet, sur les documents réponses prévus à cet effet.

Tous les documents réponses sont à remettre en un seul exemplaire en fin d'épreuve.

CODE ÉPREUVE : MY41FS-PF		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES	
SESSION : 2019	SUJET	ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)			
Durée : 2h	Coefficient : 2		SUJET N°17MS18		Page 1

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
MAINTENANCE DES SYSTÈMES

- systèmes énergétiques et fluidiques
- systèmes éoliens
- systèmes de production

Session 2019

U 41 Analyse fonctionnelle et structurelle

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

DOSSIER DE PRÉSENTATION

Ce dossier contient les documents DP1 à DP4.

CODE ÉPREUVE : MY41FS-PF		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES	
SESSION : 2019	SUJET	ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)			
Durée : 2h	Coefficient : 2		SUJET N°17MS18		Page 2

1.1. Présentation de la station de traitement des eaux usées du bassin de l'Ehn

Cette station d'épuration, en service depuis octobre 2011, permet de collecter et de dépolluer les eaux usées du territoire de la Communauté des Communes du Pays de Sainte Odile et de les rendre au milieu naturel dans la rivière Ehn.

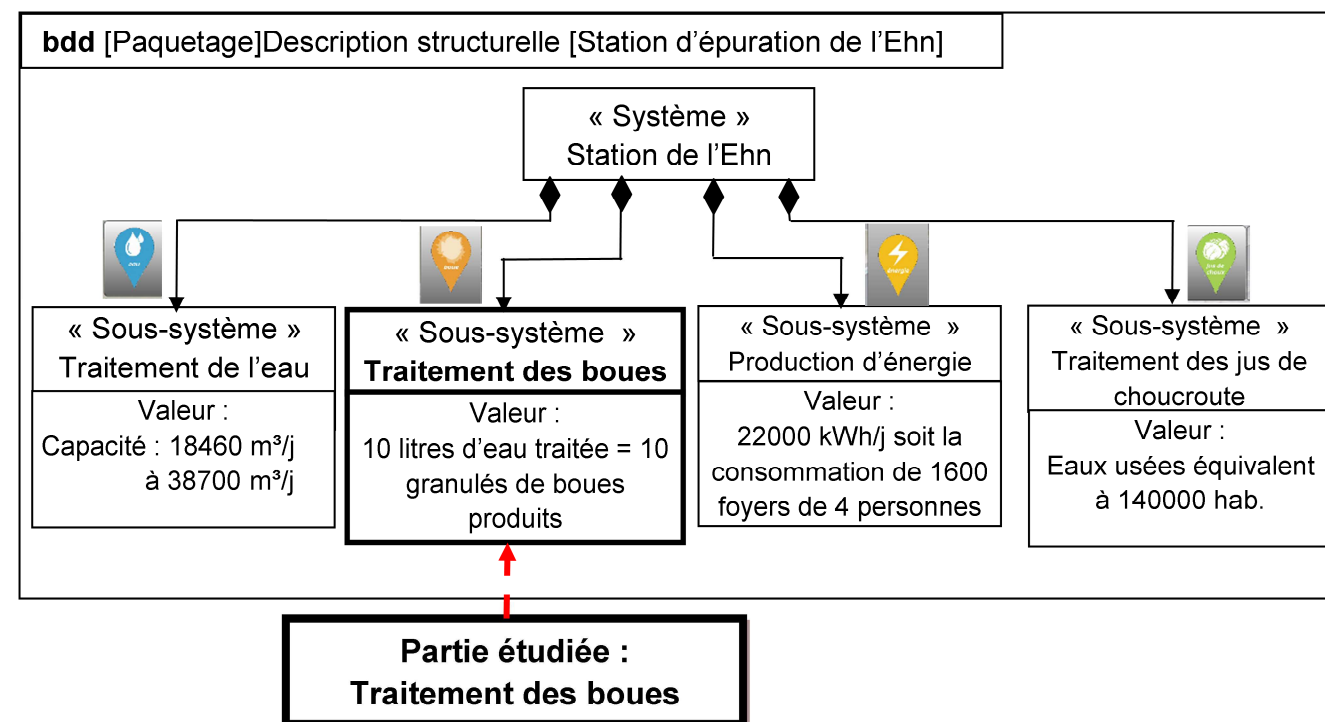
Les objectifs du SIVOM du Bassin de l'Ehn pour cette station d'épuration sont :

- Une performance poussée sur le traitement des eaux usées, visant l'atteinte du bon état de l'Ehn.
- **Les boues** produites par l'épuration sont valorisées par récupération d'un biogaz dans un digesteur puis transformées en un produit valorisable dans les filières agricoles **par séchage**.
- Des jus provenant des industries locales de fabrication de choucroute sont transformés en biogaz par méthanisation.
- Le biogaz issu du traitement des jus de choucroute et de la boue est utilisé soit directement dans le réseau de distribution de gaz, soit transformé en électricité et eau chaude par 2 groupes moteurs de cogénération.

Un affichage à l'entrée de l'entreprise fourni des informations chiffrées sur le fonctionnement de la station.

	Aujourd'hui	Moyenne journalière*
Volume d'eau traité	9870 m³/j	11472 m³/j
Débit entrée station	1337 m³/h	
Quantité de boues vers digesteur	16.8 m³/j	49.4 m³/j
Production biogaz digesteur	158 m³/j	311 m³/j
Quantité de boues séchées équiv.	0.69 t/j	2.03 t/j
Volume jus de choucroute traité	283 m³/j	322 m³/j
Production de biogaz méthaniseur	571 m³/j	664 m³/j
Consommation électrique	2859 kWh/j	6449 kWh/j
Production vers réseau électrique	1702 kWh/j	2509 kWh/j
Consommation gaz de BARR	8 kWh/j	4275 kWh/j
Production totale de biogaz	6216 kWh/j	8996 kWh/j
Biogaz vers chaudières	1568 kWh/j	1988 kWh/j
Biogaz vers cogénération	4648 kWh/j	7008 kWh/j
Biogaz vers torchère	0 kWh/j	0 kWh/j

La structure de la station d'épuration est la suivante



1.2. Présentation du traitement des boues

Les boues sont traitées afin de

- **réduire leur volume** pour limiter l'impact généré par leur transport
- **valoriser** : utilisation agricole ou énergétique

Description du process de traitement des boues

Epaississement :

Les boues très liquides (99% d'eau) sont épaissies: une partie de l'eau qu'elles contiennent est retirée.

Digestion :

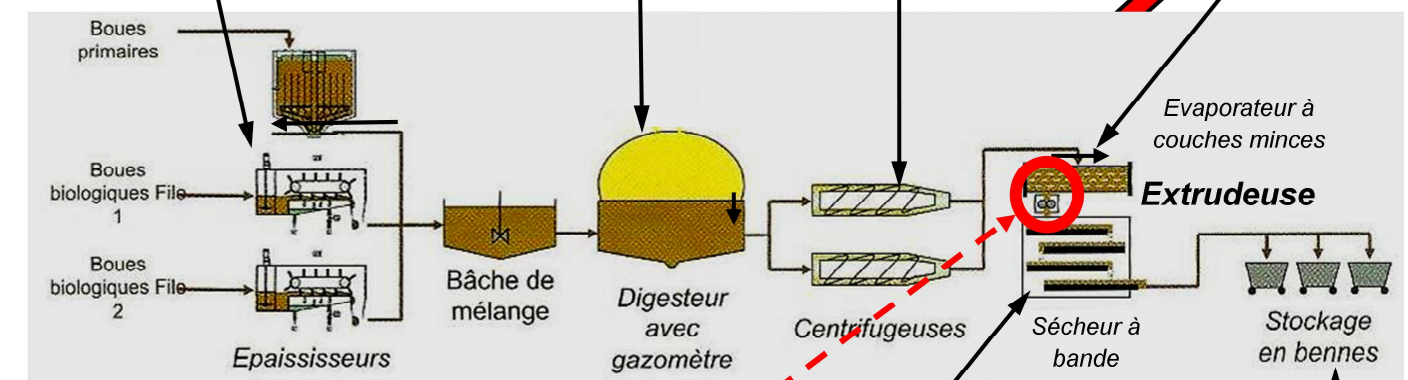
Les boues sont traitées par des bactéries pour restreindre leur quantité d'eau et produire de l'énergie.

Centrifugation :

La boue encore liquide (70% d'eau) est essorée dans une centrifugeuse qui lui fait subir 3000 fois la gravité.

Séchage à l'huile :

Répartie en couches minces, la matière est chauffée par la chaleur d'une huile à 165°C qui circule au dessus d'elle dans des tuyaux.



Extrudeuse :
Les boues sont **pressées en longs filaments**.

Partie étudiée : Extrudeuse ou (chopper)

Sécheur à bande :
La boue est séchée avec de l'air chaud. Les filaments s'assèchent et se scindent en granulés qui ne contiennent plus que 6% d'eau.

Stockage :
Les boues sous forme de granulés secs et refroidis sont évacuées dans des bennes de la station. Ils seront valorisés dans des filières agricoles ou d'incinération.

1.3. Présentation de l'extrudeuse de spaghetti de boues

1.3.1. Situation :

L'extrudeuse est utilisée dans l'installation de séchage des boues afin de préparer celles-ci à la deuxième étape de séchage. Elle est placée à la suite de l'évaporateur à couche mince et est située au-dessus de la bande de distribution reliée au sécheur à bandes.

Le produit final : granulés de boues



1.3.2. Fonctionnement de l'extrudeuse

L'extrudeuse transforme la pâte de boues en "spaghetti" d'un diamètre de 8 mm.

Pour obtenir ce résultat, la boue en phase plastique est pressée contre une grille.

Les granulés de pâte, qui ont atteint une certaine longueur et un certain poids, tombent sur la bande de distribution située en dessous. Ils sont ensuite introduits et étalés sur le sécheur à bande.



1.3.3. Description des éléments de l'extrudeuse

Rotor à palettes :

La boue est poussée dans la machine par un rotor à palettes 5 qui comprend un arbre traversant équipé de quatre palettes décalées de 90°. Elle permet de mélanger soigneusement et de transporter la pâte de boues vers le rotor de compression.

Rotor de compression des boues:

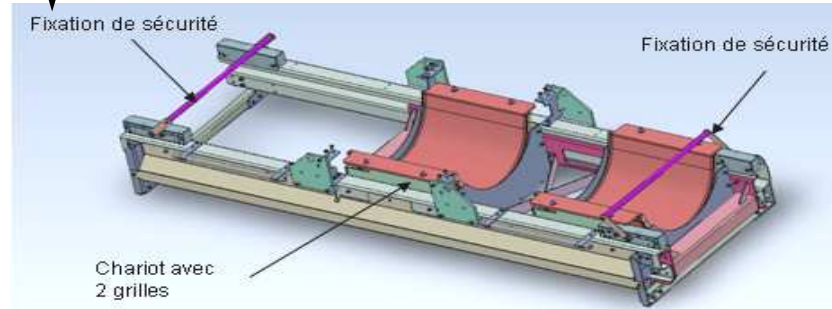
Le rotor de compression des boues 3 comprend un arbre traversant équipé de deux éléments excentrés décalés de 180°. Il permet de modeler la pâte de boues en spaghetti au travers de la grille. Des racleurs sont fixés aux extrémités afin d'éviter que la grille ne s'encrasse rapidement. Un motoréducteur 6 assure l'entraînement de ce rotor.

Grille :

Une grille située à la sortie de l'extrudeuse est plaquée contre le rotor de compression des boues par quatre vérins pneumatiques 11 et un mécanisme de pressage. La taille des granulés est définie par la taille des trous de la grille.

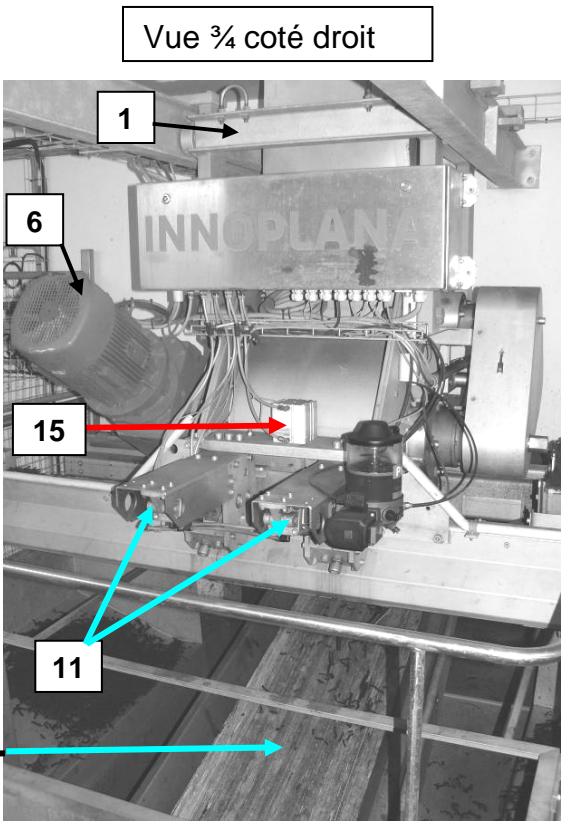
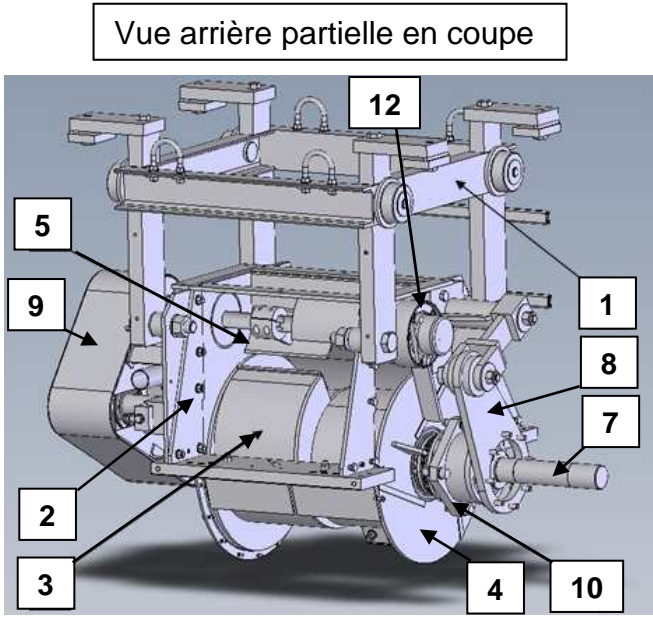
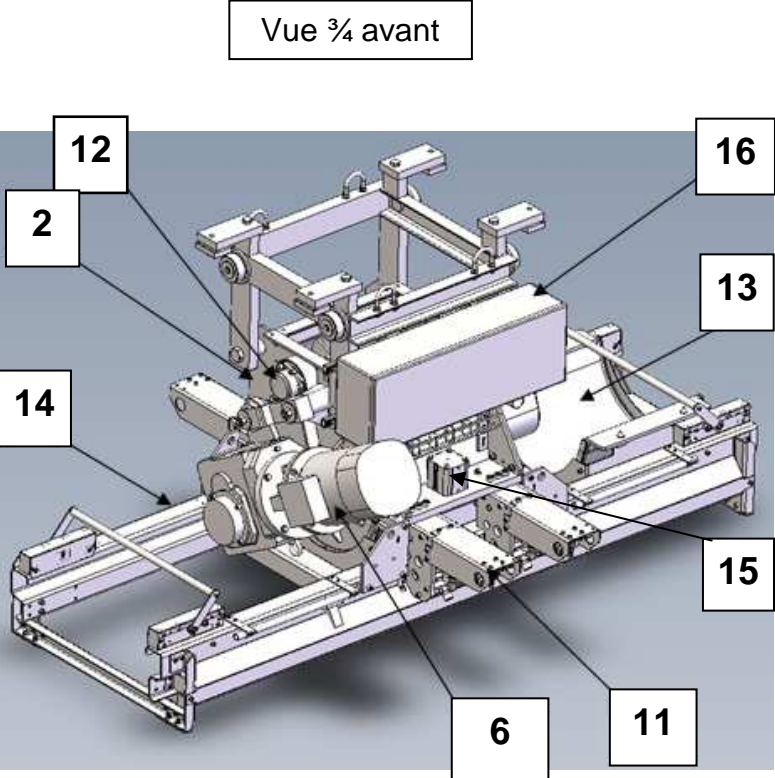
Echangeur de grille :

Périodiquement cette grille est encrassée. Un échangeur de grille comprend un chariot coulissant 14 qui permet d'amener une nouvelle grille sous la sortie de l'extrudeuse et d'évacuer la grille encrassée. Le déplacement est assuré par un vérin de transfert du chariot. Pour procéder au changement de la grille, les 4 vérins 11 abaissent cette grille. Deux vérins de décollage 15 permettent de décoller la grille du châssis.



1.3.4. Composants de l'extrudeuse :

Rep.	Désignation
1	Support
2	Châssis
3	Rotor de compression des boues
4	Flanc rotor de compression des boues
5	Rotor à palettes
6	Motoréducteur
7	Arbre rotor de compression des boues
8	Bride de fixation du motoréducteur
9	Carter de transmission de l'arbre du rotor à palettes
10	Paliers de l'arbre du rotor de compression des boues (Nombre: 2)
11	Vérins de pressage (Nombre: 4)
12	Palier d'arbre rotor à palettes (Nb: 2)
13	Grille en attente
14	Guidage chariot échangeur de grille
15	Vérin de décollage (Nombre: 2)
16	Coffret de distribution pneumatique



Bande de distribution dans le sécheur

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

- systèmes énergétiques et fluidiques
- systèmes éoliens
- systèmes de production

Session 2019

U 41 Analyse fonctionnelle et structurelle

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

DOSSIER QUESTIONS

Ce dossier contient les documents DQ1 à DQ4

CODE ÉPREUVE : MY41AFS-PF		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2019	SUJET	ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)		
Durée : 2h	Coefficient : 2		SUJET N° 17MS18	Page 5

1	ETUDE DU PROCESS DE SECHAGE DES BOUES	
		Durée conseillée : 25 min

1.1. Analyse du synoptique du process de séchage des boues.

Pour des raisons de sécurité lors d'une intervention sur l'extrudeuse, une connaissance de l'ensemble du process de traitement des boues et plus particulièrement des différents flux qui le traversent est nécessaire.

Données:

Synoptique de l'installation DR1

Q.1-1	Document à consulter: DP2	Répondre sur : DR1
-------	---------------------------	--------------------

Sur le synoptique repasser en :

- Vert** le flux de matière traitée (boues).
- Rouge** le circuit du fluide caloporteur du sécheur à couches minces.
- Bleu** le circuit du fluide caloporteur du sécheur à bandes.
- Noir** les traits délimitant le local de l'extrudeuse.

Pour les mêmes raisons, il est nécessaire d'identifier tous les flux qui entrent et sortent du local de l'extrudeuse.

Q.1-2	Document à consulter : DP2, DR1	Répondre sur : DR1
-------	---------------------------------	--------------------

Reporter dans le tableau, la nature de chacun des flux entrant et sortant.

2	ANALYSE FONCTIONNELLE DE L'EXTRUDEUSE ET IDENTIFICATION DES FLUX	
		Durée conseillée : 10 min

2.1. Analyse du diagramme de blocs internes (ibd) de l'extrudeuse.

Une intervention sur l'extrudeuse nécessite une bonne connaissance de ses principaux composants (voir doc.DT1) et de son organisation structurelle, ainsi que des flux qui la traversent.

Q.2-1	Document à consulter: DT1	Répondre sur : DR2
-------	---------------------------	--------------------

Sur le diagramme ibd de l'extrudeuse :

- Compléter** les quatre cases vides en indiquant le nom des composants.
- Repasser** en vert le flux de matière traitée par l'extrudeuse.

- c) Repérer par un cercle noir tous les traits correspondant à une énergie mécanique de rotation.



- d) Repérer par un triangle noir tous les traits correspondant à une énergie mécanique de translation.



3	ANALYSE DE DEFAILLANCES LORS DU CHANGEMENT DE GRILLE	
		Durée conseillée : 1H15 min

Au bout d'un certain temps de production, les boues colmatent la grille. Ce problème nécessite le changement de celle-ci afin de la nettoyer. Plusieurs défaillances peuvent se produire sur les différents éléments participant à ce changement :

- sur le chariot de transfert des grilles,
- sur le système de décollage de la grille,
- sur le mécanisme de serrage/desserrage des grilles.

3.1. Analyse du cycle de changement de grille.

3.1.1. Analyse structurelle des composants.

La partie opérative de l'extrudeuse comprend les actionneurs et pré-actionneurs du document DT1.

Dans la partie commande, un automate programmable Schneider TSX57 est relié à cette partie opérative suivant les entrées-sorties présentées sur le document DT2.

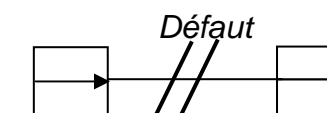
Un capteur chariot à gauche 1S1 s'est dérégulé suite aux vibrations sur la machine : il s'est déplacé vers la gauche et ne donne donc plus de signal à la partie commande lorsque le chariot translate en fin de course à gauche par son actionneur V1 et son pré-actionneur 1YV12.

Q.3-1	Documents à consulter: DT1, DT2	Répondre sur : DR2
-------	---------------------------------	--------------------

- a) A partir du schéma de la partie opérative DT1, analyser le flux d'information correspondant à cette translation du chariot à gauche sur la chaîne fonctionnelle du diagramme ibd DR2 en surlignant :

- en rouge : la chaîne d'action de l'automate vers l'actionneur
- en bleu : la chaîne d'acquisition du capteur vers l'automate

- b) Identifier en repérant de la manière suivante, sur la chaîne fonctionnelle, où se situe la défaillance capteur 1S1 dérégulé.



3.1.2. Evolution séquentielle du changement de la grille.

Lorsque la grille en place dans l’extrudeuse est colmatée par la boue, on la remplace par une grille propre qui se trouve alternativement du côté droit ou gauche de la machine suivant le diagramme d’état du doc **DT3**.

La grille colmatée peut alors être évacuée par l’opérateur qui actionne une barrière de sécurité à droite (protégée par le capteur 5S2) ou à gauche (protégée par le capteur 5S1) afin de procéder à son nettoyage.

Si une défaillance se produit au cours du changement de grille, une bonne connaissance de l’évolution séquentielle du cycle de changement permet de mieux localiser la défaillance et ainsi d’intervenir plus rapidement.

Q.3-2	Documents à consulter: DT1, DT2 et DT3	Répondre sur : DR3
-------	---	---------------------------

A partir du diagramme d’état, **compléter** l’évolution séquentielle (Grafcet point de vue pré-actionneur) du changement de grille dans les zones à compléter _ _ _ _ _.

Q.3-3	Documents à consulter: DT1, DT2 et DR2	Répondre sur : DR4
-------	---	---------------------------

Compléter le tableau d’évolution des réceptivités, de la commande de l’actionneur KM6 (0 ou 1) et de la position des vérins dans le document **DR4** à partir de l’étape X12 du document **DR3** dans les zones à compléter _ _ _ _ _ (Si les vérins ne bougent pas : écrire : //)

3.2. Analyse du mécanisme de serrage de la grille

Le mécanisme de serrage/desserrage de la grille peut être la cause de deux défaillances lors du fonctionnement de l’extrudeuse en mode production de granulés ou lors du changement de grille :

- serrage insuffisant de la grille,
- dégagement insuffisant de la grille vers le bas.

La correction de ces défaillances nécessite une analyse du mécanisme de serrage. Les schémas cinématiques (2D et 3D) **DT4** du mécanisme permettent de mieux comprendre le fonctionnement de celui-ci.

Si le point H ne dégage pas suffisamment vers le bas d’au moins 20 mm, la grille butera dans le chariot lors de son transfert vers la droite ou la gauche. Une vis de réglage (7) permet de remédier à ce problème. Une étude des mouvements des composants et des trajectoires des points permet de déterminer le réglage à effectuer au niveau de la vis.

3.2.1. Etude des mouvements.

Données :

- Mvt 1+2/0 : mouvement de rotation de centre A et d'axe Z.
- Mvt 3/0: mouvement plan général.
- Mvt 6/0: mouvement de translation rectiligne suivant (E,J) (**en phase de réglage**).

Q.3-4	Document à consulter: DT4	Répondre sur : DR 5
-------	----------------------------------	----------------------------

Définir les deux mouvements suivants : Mvt 4/0 et Mvt 5/0.

3.2.2. Etude des trajectoires.

Données : définition de la trajectoire du point D appartenant à 1+2 par rapport à 0.

Td 1+2/0 : circulaire de centre A de rayon AD (car on considère qu’en phase de réglage, il n’y a pas de translation entre 1 et 2).

Q.3-5	Document à consulter: DT4	Répondre sur : DR5
-------	----------------------------------	---------------------------

- a) **Définir et repérer TG4/0** (aide : repérage TD1+2/0) .
- b) **Définir TE 6/0 et tracer** (en rouge) sur le dessin la trajectoire du point E en phase de réglage.

3.2.3. Détermination de la valeur du réglage

Une étude cinématique, réalisée à l'aide d'un logiciel de cinématique, a permis de déterminer le déplacement du point H et celui du déplacement dans la liaison glissière entre le coulisseau de réglage 6 et le support 0.

Données : les points G' et D' correspondent aux positions de G et D lorsque le point H se trouve en H'.

Désignation de la vis 7 : vis CHC M12 (pas = 1.75 mm)

Q.3-6	Documents à consulter: DT4, DT5	Répondre sur : DR5
-------	--	---------------------------

On veut augmenter le dégagement de la bride vers le bas de 7.5mm (déplacement du point H au point H')

- a) **Déterminer** graphiquement la position E' du point E correspondant à H'.
- b) A partir de la position de référence 0 (Gy=65.78mm) lue dans le tableau de la courbe 1, et après avoir pris en compte le déplacement de 7,5 mm de Gy, **déterminer**, à l'aide des tableaux des courbes 1 et 2, le déplacement d1 en mm du coulisseau 6 correspondant à la nouvelle position.
- c) **Préciser** le sens de manœuvre de la vis 7 en écrivant : visser ou dévisser.
- d) **Déterminer** le nombre de tours que doit réaliser la vis 7 pour amener le point H en H'.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

- systèmes énergétiques et fluidiques
- systèmes éoliens
- systèmes de production

Session 2019

U 41 Analyse fonctionnelle et structurelle

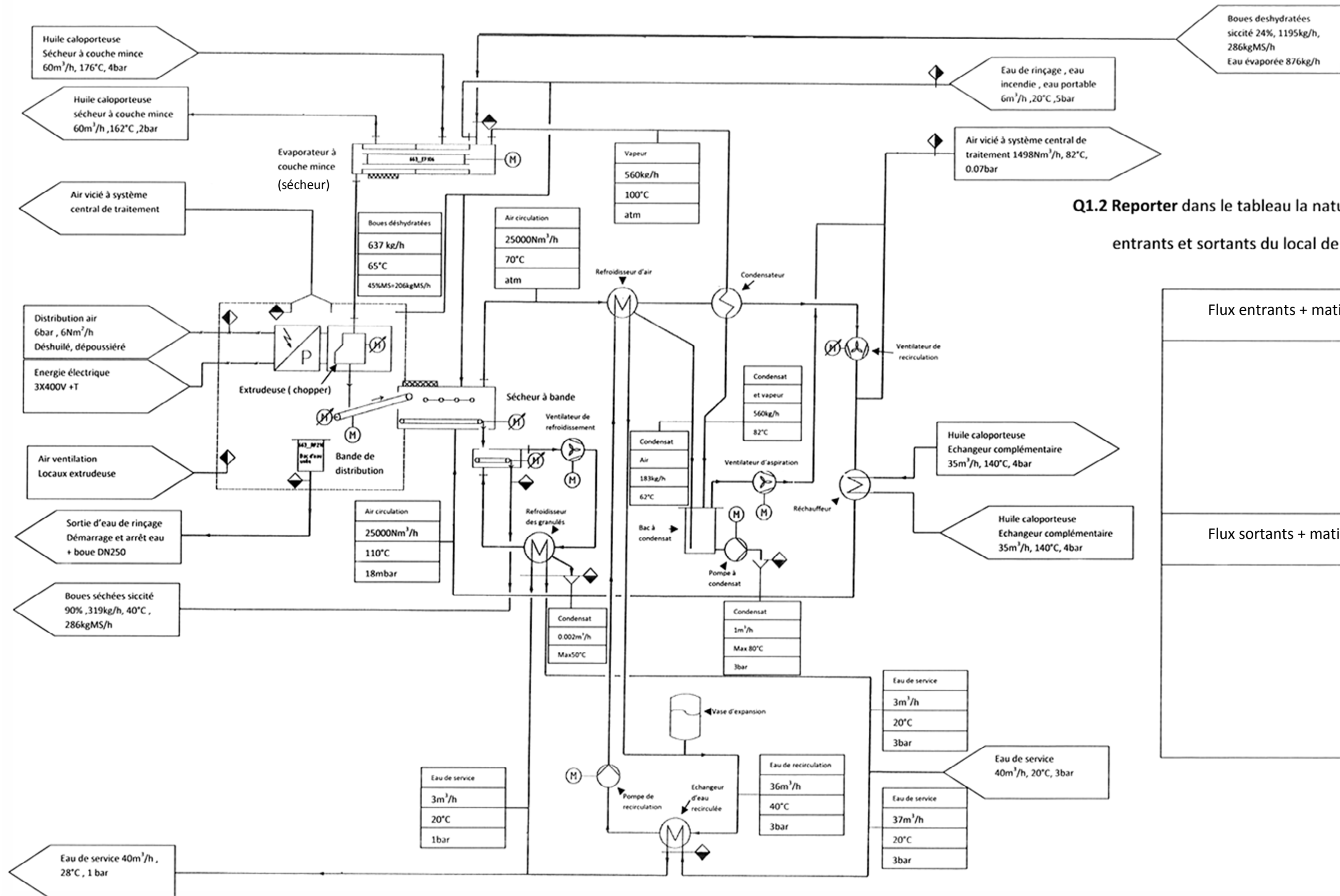
Durée : 2 heures – Coefficient : 2

DOCUMENTS RÉPONSES

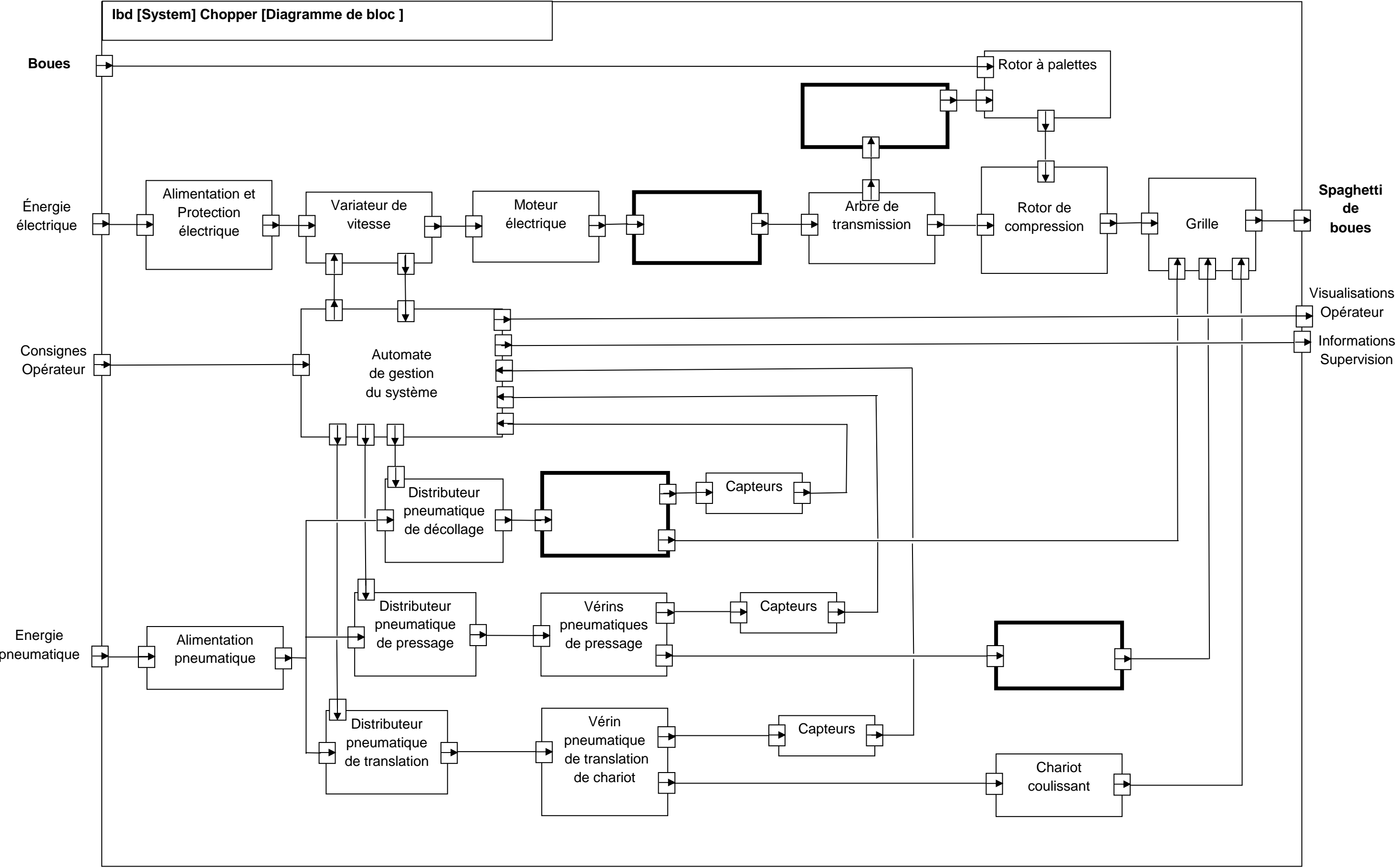
Ce dossier contient les documents DR1 à DR5

CODE ÉPREUVE : MY41AFS-PF		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2019	SUJET	ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)	
Durée : 2h	Coefficient : 2		SUJET N° 17MS18 Page 8

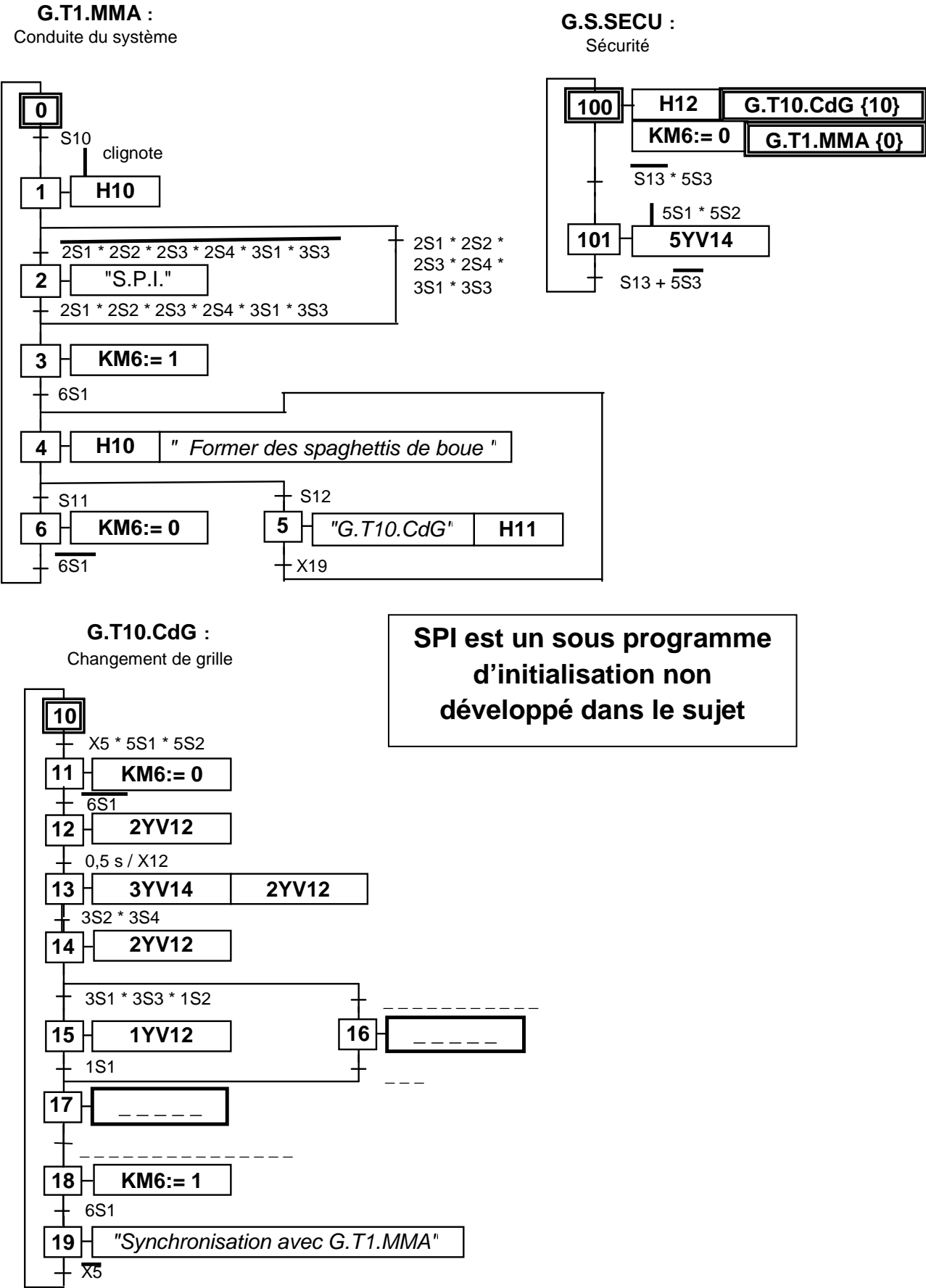
Q1.1 Analyse du synoptique



Q1.2 Reporter dans le tableau la nature des flux entrants et sortants du local de l'extrudeuse



Question 3.2 Descripteur de l'évolution séquentielle :
Grafcet point de vue pré-actionneur



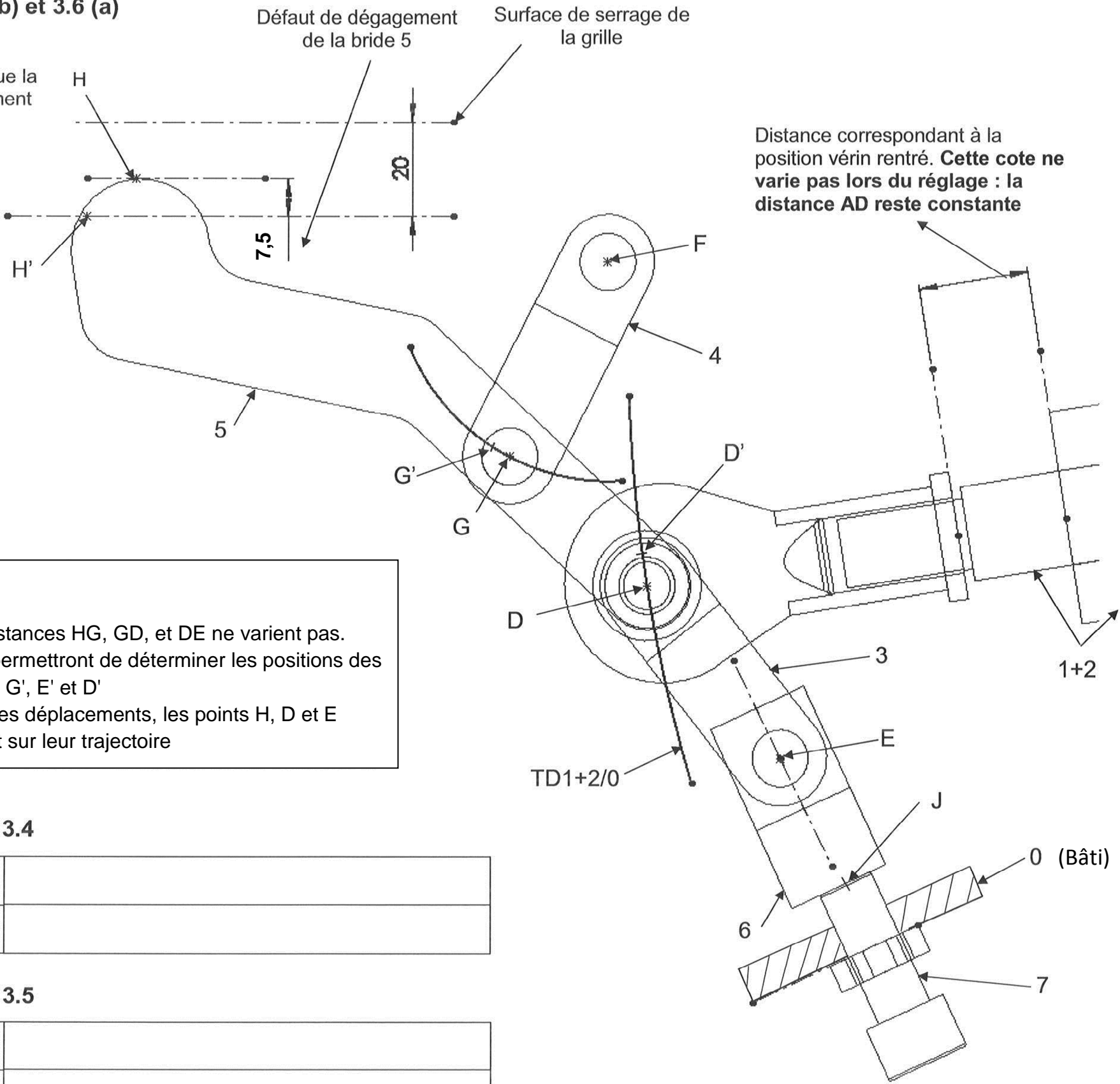
Question 3.3 Tableau d'évolution de la partie commande

Evolution séquentielle (Grafcet)			Conditions d'évolution	Action	Position des vérins		
					Pressage	Décollage	Translation chariot
G.T1. MMA	G.T10. CdG	G.S. SECU	Réceptivités	KM6	VP1 à VP4	VD1 et VD2	V1
X0	X10	X100	S10	0	sortis	rentrés	sorti
X1	X10	"	2S1 * 2S2 * 2S3 * 2S4 * 3S1 * 3S3	0	"	"	"
X3	X10	"	6S1	1	"	"	"
X4	X10	"	S12	1	"	"	"
X5	X10	"	X5 * 5S1 * 5S2	1	"	"	"
X5	X11	"	6S1	0	sortis	"	"
X5	X12	"	0,5 s / X12	--	rentrés	rentrés	sorti
X5	X13	"	3S2*3S4	--	rentrés	-----	-----
X5	X14	"	-----	--	"	-----	-----
X5	X15	"	1S1	--	-----	-----	-----
X5	X17	"	non demandé	--	-----	-----	-----
X5	X18	"	6S1	--	-----	-----	-----
X5	X19	"	-----	1	sortis	rentrés	rentré
--	---	"	-----	1	"	"	"

Question 3.5 (a,b) et 3.6 (a)

Position du point H lorsque la bride n'est pas suffisamment dégagée

Position du point H lorsque la bride est dégagée de 20 mm



Remarques:

- Les distances HG, GD, et DE ne varient pas. Elles permettront de déterminer les positions des points G', E' et D'
- Lors des déplacements, les points H, D et E restent sur leur trajectoire

Question 3.4

Mvt 4/0	
Mvt 5/0	

Question 3.5

TG 4/0	
TE 6/0	

Question 3.6

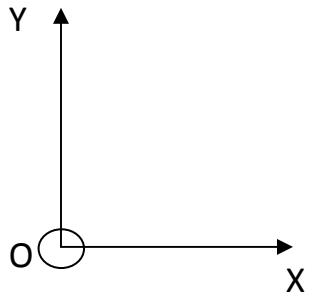
b) Déplacement du point E :

$D_1 =$ mm

c) Sens de manœuvre de la vis 7 :

d) Nombre de tours de la vis 7 :

Le corps du vérin (1) est partiellement représenté.



ECHELLE 1 : 1

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

- systèmes énergétiques et fluidiques
- systèmes éoliens
- systèmes de production

Session 2019

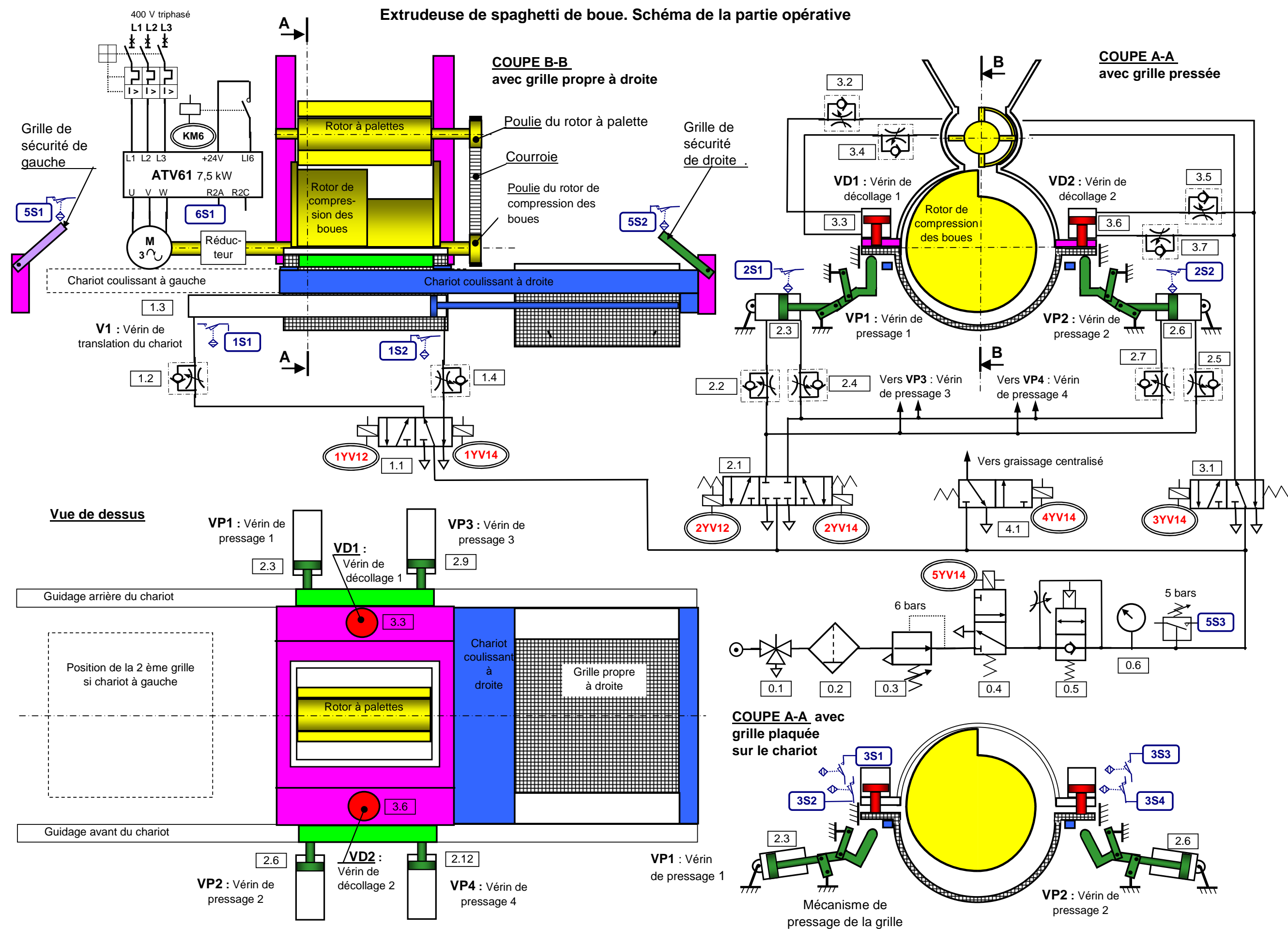
U 41 Analyse fonctionnelle et structurelle

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

DOCUMENTS TECHNIQUES

Ce dossier contient les documents DT1 à DT5

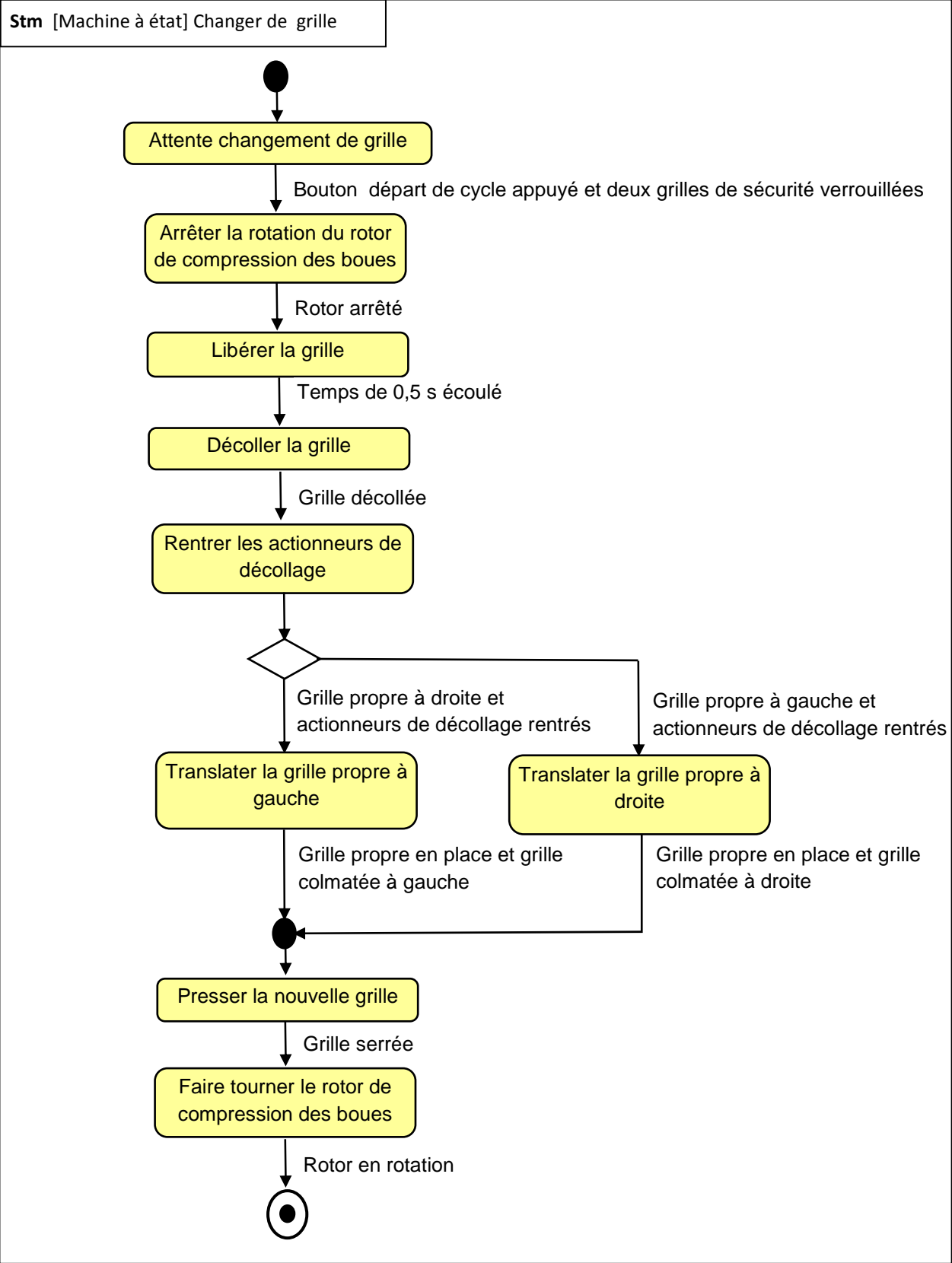
CODE ÉPREUVE : MY41AFS-PF		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2019	SUJET	ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)		
Durée : 2h	Coefficient : 2		SUJET N°17MS18	Page 13

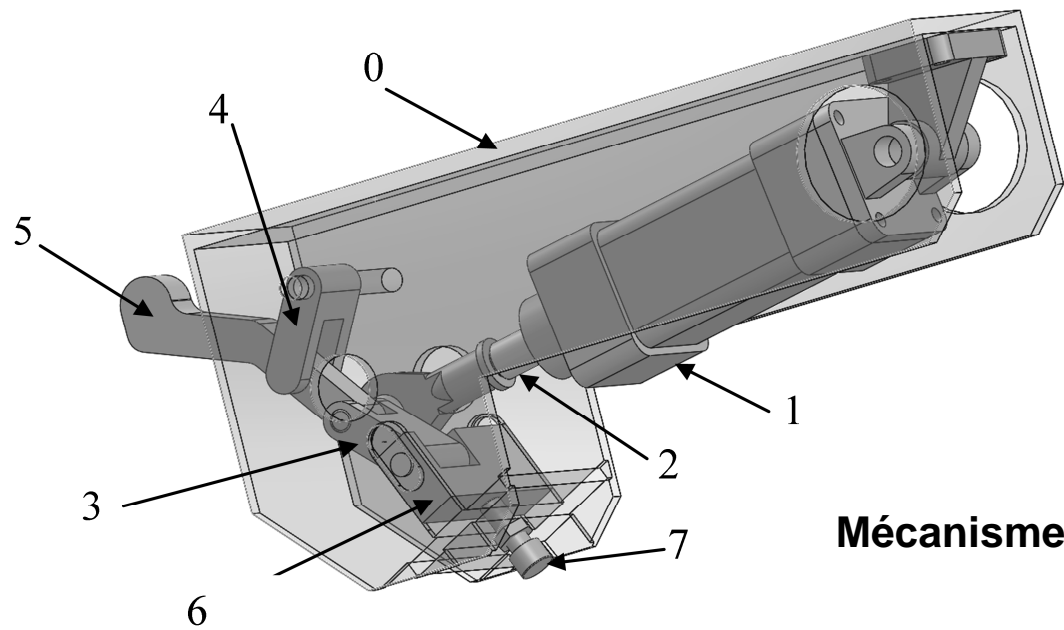


FEUILLE D'ADRESSAGE					
DES ACTIONS ET RECEPTIVITES DE LA PARTIE COMMANDE					
Automatisation de : Machine à former les spaghettis de boue			Type de Partie Commande : AUTOMATE TSX Premium 57 SCHNEIDER		
MODULE d'ENTREE N ° 2 : Capteurs			MODULE de SORTIE N ° 4 : Pré-actionneurs		
Réceptivités = entrées de la partie commande			Actions = sorties de la partie commande		
Rep	Mar-quage	Commentaire	Rep	Mar-quage	Commentaire
I2.0	1S1	capteur chariot à gauche	Q4.0	1YV12	Translater chariot à gauche
I2.1	1S2	capteur chariot à droite	Q4.1	1YV14	Translater chariot à droite
I2.2	2S1	capteur vérin de pressage 1 sorti	Q4.2	2YV14	Presser la grille contre le rotor excentré
I2.3	2S2	capteur vérin de pressage 2 sorti	Q4.3		
I2.4	2S3	capteur vérin de pressage 3 sorti	Q4.4		
I2.5	2S4	capteur vérin de pressage 4 sorti	Q4.5		
I2.6		libre	Q4.6	2YV12	Libérer la grille sur le chariot
I2.7	3S1	capteur vérin de décollage 1 en haut	Q4.7	3YV14	Décoller la grille du bâti
I2.8	3S2	capteur vérin de décollage 1 en bas	Q4.8		
I2.9	3S3	capteur vérin de décollage 2 en haut	Q4.9	4YV14	Envoyer une impulsion de graissage
I2.10	3S4	capteur vérin de décollage 2 en bas	Q4.10		
I2.11	5S1	capteur de gauche : grille verrouillée	Q4.11	5YV14	Mettre la machine sous pression
I2.12	5S2	capteur de droite : grille verrouillée	Q4.12		
I2.13	5S3	capteur pression pneumatique > 5 bars	Q4.13		
I2.14	6S1	Retour variateur: Moteur rotor en marche	Q4.14	KM6	Autoriser la rotation des rotors
MODULE d'ENTREE N ° 2 : Pupitre			MODULE de SORTIE N ° 4 : Pupitre		
I2.20	S10	Bouton de mise marche de la machine	Q4.20	H10	Voyant vert " En production"
I2.21	S11	Bouton d'arrêt de la machine	Q4.21	H11	Voyant orange " En changement de grille"
I2.22	S12	Bouton départ de cycle de changement grille	Q4.22	H12	Voyant rouge " En défaut"
I2.23	S13	Bouton d'Arrêt d'urgence	Q4.23		
I2.24	S14	Bouton d'initialisation	Q4.24		
			COMMANDE de SORTIE numérique		
			%MW206	Consigne de vitesse du variateur	

Pupitre câblé

Automate TSX 57 Premium





Mécanisme de pressage de la grille

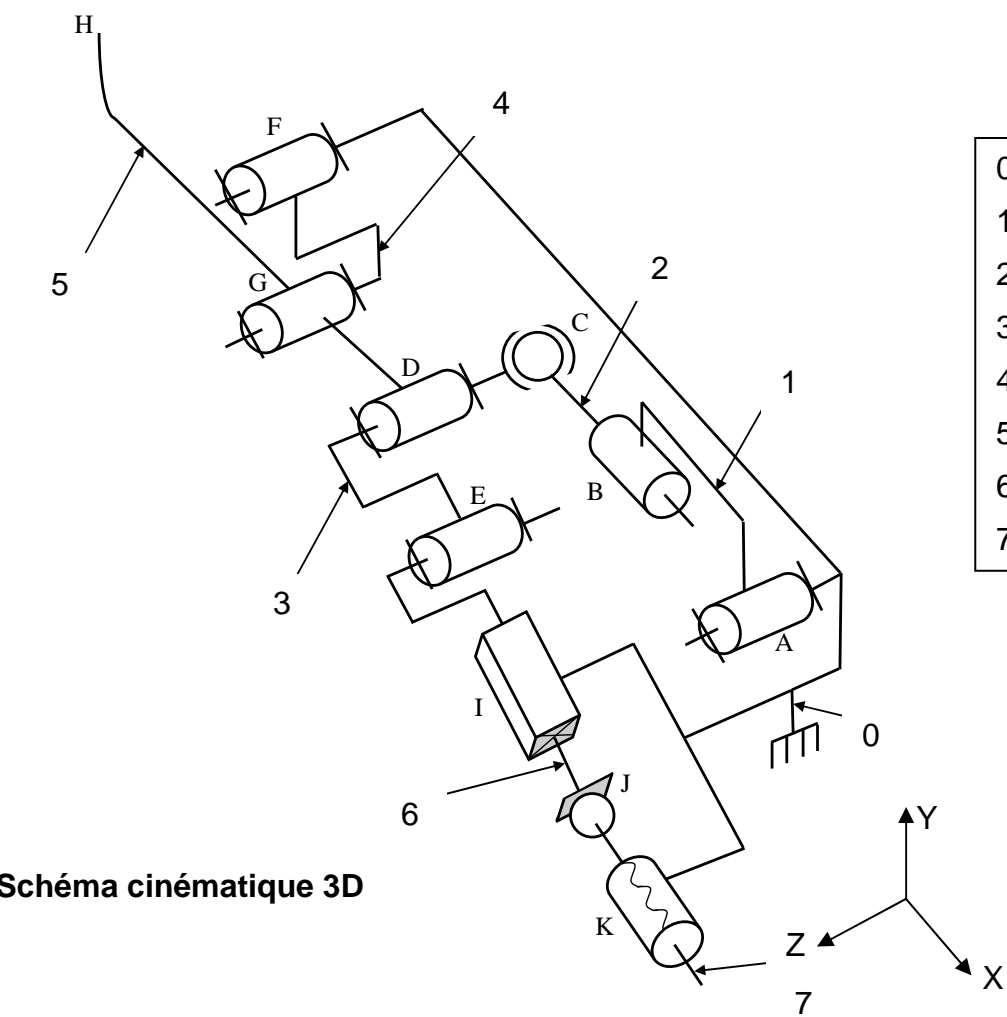
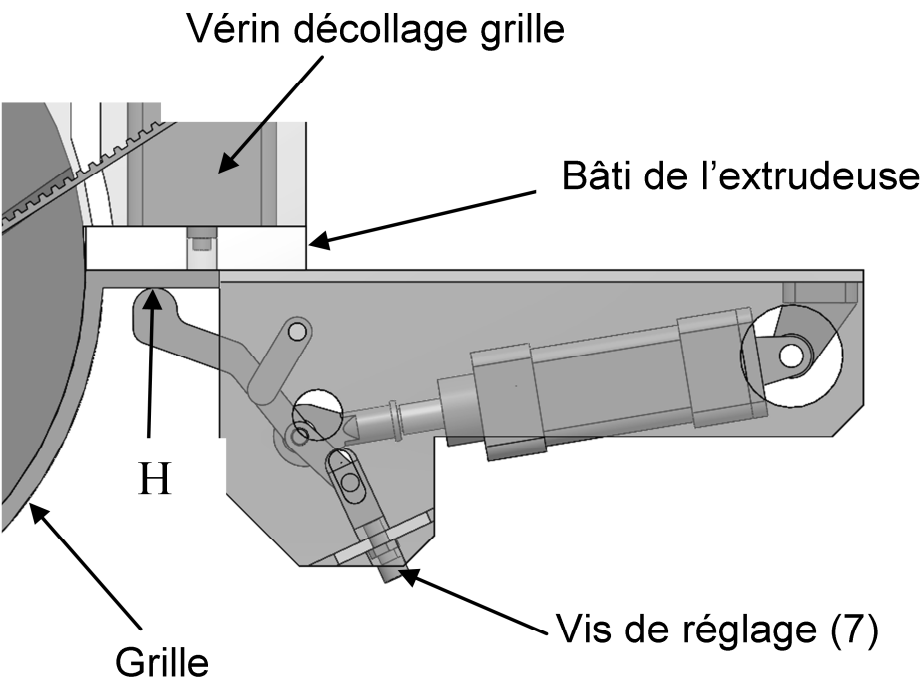


Schéma cinématique 3D

- 0 : support mécanisme
- 1 : corps du vérin
- 2 : tige du vérin
- 3 : bielle inférieure
- 4 : bielle supérieure
- 5 : bride
- 6 : coulisseau de réglage
- 7 : vis de réglage

Les lettres correspondent aux centres des liaisons, sauf H qui représente le point de serrage (contact avec la grille)

Schéma cinématique (2D) du mécanisme de serrage de la grille en position desserrée

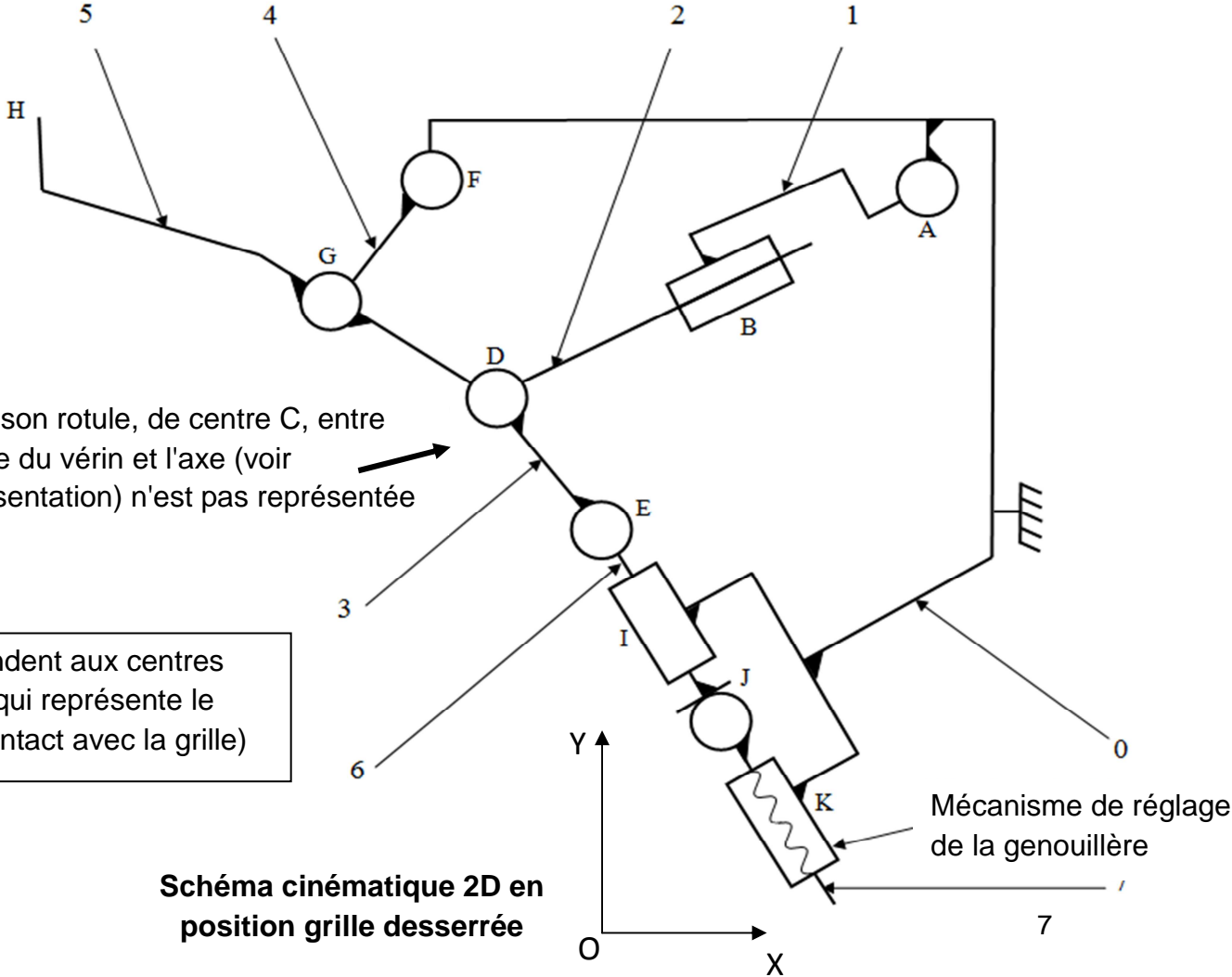


Schéma cinématique 2D en position grille desserrée

