

**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES
INDUSTRIELLES**

Spécialité génie électronique

Session 2007

Etude des systèmes techniques industriels

Durée : 6 heures

coefficient : 8

**MACHINE A COMMANDE NUMERIQUE
3 AXES**

Tout document interdit

Calculatrice à fonctionnement autonome autorisée
(circulaire 99-186 du 16/11/99)

Ce sujet comporte :

A - Analyse fonctionnelle du système : A1 à A7

B - Partie mécanique et construction :

- Questions et documents réponses : BR1 à BR4
- Documents annexes : BAN1 à BAN5

C - Partie électronique :

- Questions : C1 à C8
- Documents réponses : CR1 à CR4
- Documents annexes : CAN1 à CAN10

**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES
INDUSTRIELLES**

Spécialité génie électronique

Session 2007

Etude des systèmes techniques industriels

**MACHINE A COMMANDE NUMERIQUE
3 AXES**

Analyse fonctionnelle:

Tout document interdit

Calculatrice à fonctionnement autonome autorisée
(circulaire 99-186 du 16/11/99)

Ce sujet comporte :

Analyse fonctionnelle du système : A1 à A7

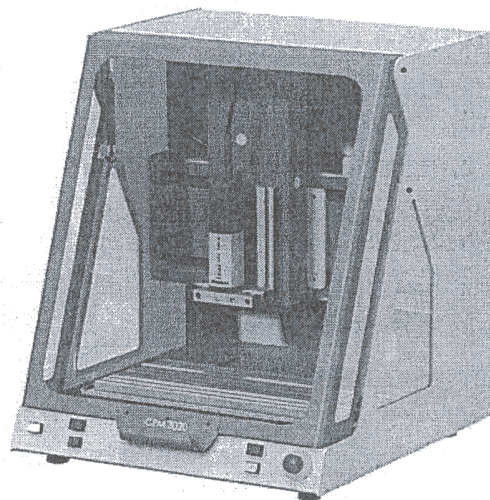
1. Présentation du système

1.1 Mise en situation

L'élimination de l'utilisation de produits polluants participe à la préservation de l'environnement.

La commande numérique trois axes associée à son logiciel permet la réalisation non chimique de circuits imprimés.

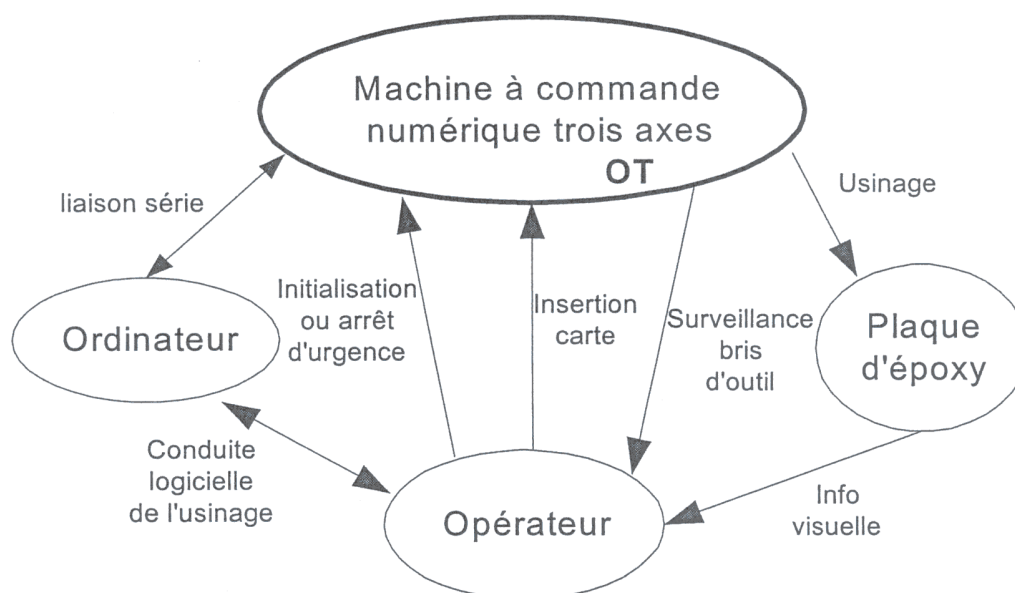
La société ISEL commercialise des petites machines à commande numérique pilotées par PC. Ces machines permettent l'usinage sur trois axes des métaux légers, des matières plastiques, du bois. Une des orientations particulières du modèle étudié (CPM2018) est le gravage-perçage de circuit imprimé.



1.2 Fonction d'usage

A partir d'une plaque d'époxy cuivrée, cette machine permet de détourer les pistes d'un circuit imprimé ou percer ce même circuit, conformément à un plan dessiné à l'aide d'un logiciel sur micro-ordinateur.

1.3 Diagramme sagittal



L'objet de l'étude est la machine à commande numérique trois axes.

2. Présentation de l'objet technique

2.1 Mise en situation

L'objet technique est composé d'une machine à commande numérique trois axes associée à son logiciel de commande. Cet ensemble est destiné à la réalisation non chimique de circuits imprimés.

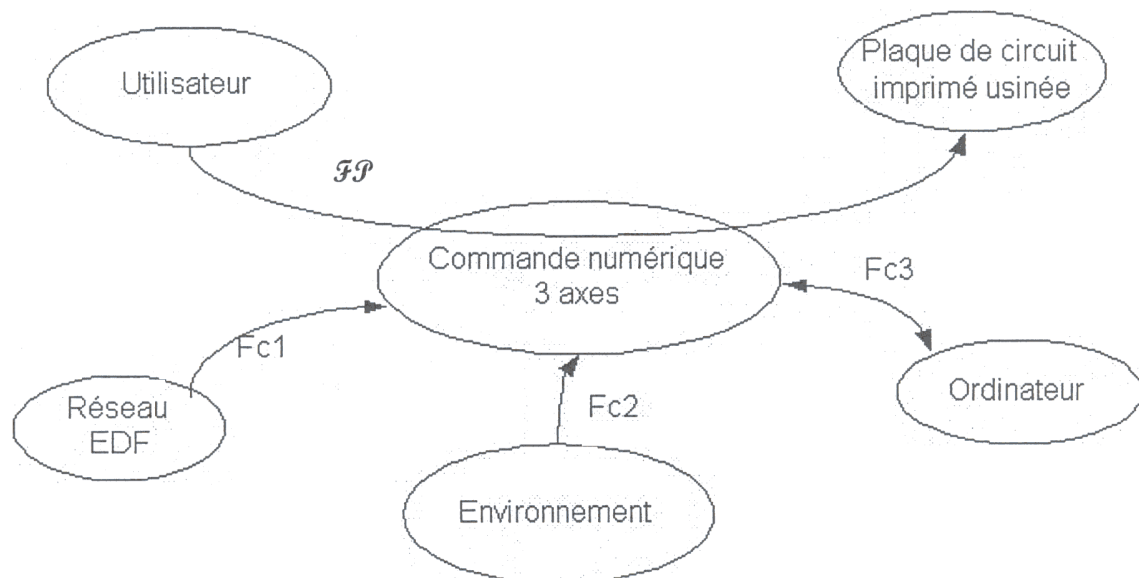
Cette technique de fraisage et perçage est un procédé purement mécanique au cours duquel les différentes pistes conductrices sont séparées par un fraisage de largeur réglable.

Ce système permet de réaliser immédiatement, sur le poste de travail, un circuit imprimé et percé. Les données de fraisage et de perçage peuvent être prises en charge directement à partir de tous les systèmes de CAO courants.

2.2 Fonction globale

Usiner une pièce à partir d'un fichier représentatif d'un typon dessiné par ordinateur.

2.3 Diagramme pieuvre



FP : Percer ou fraiser automatiquement des plaques de circuit imprimé.

Fc1 : S'adapter au réseau EDF.

Fc2 : Eliminer l'utilisation de produits chimiques.

Fc3 : Communiquer.

2.4 Description des éléments constitutifs

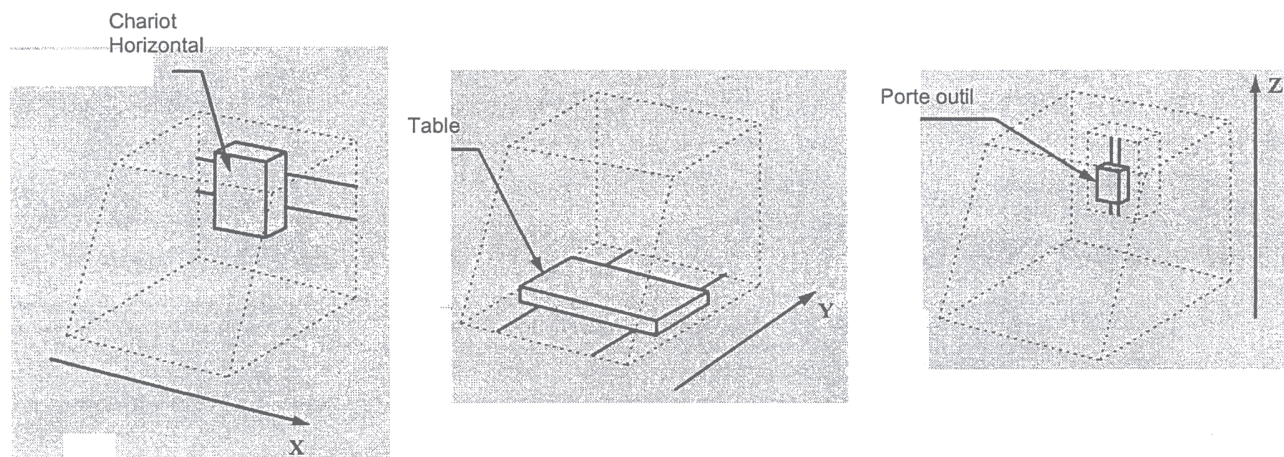
La machine présente tous les critères de sécurité. Elle est munie d'un capot de protection en plexiglass, d'un arrêt d'urgence (coup de poing), d'interrupteurs anti-feu et d'une condamnation d'ouverture de capot munie d'une serrure.

Le fonctionnement de la machine ne nécessite qu'une alimentation électrique 230V fournie par EDF.

Les déplacements sur les trois axes (X, Y, Z) sont réalisés par des moteurs pas à pas hybrides quatre phases commandés en micro-pas. Ce type de commande, mais aussi des paliers linéaires à bille et une transformation de mouvement par vis à billes permettent d'obtenir une précision de positionnement sur chaque axe de 0,01mm.

Description des mouvements :

- la table se déplace en translation par rapport au bâti sur l'axe Y.
- le chariot horizontal se déplace en translation par rapport au bâti sur l'axe X.
- le porte outil se déplace (verticalement) en translation par rapport au chariot horizontal sur l'axe Z.



Le moteur de la broche est un moteur à courant continu 230V/900W tournant à des vitesses réglables à l'aide d'une molette de 8 000 à 26 000 tr/min.

2.5 Diagramme FAST.

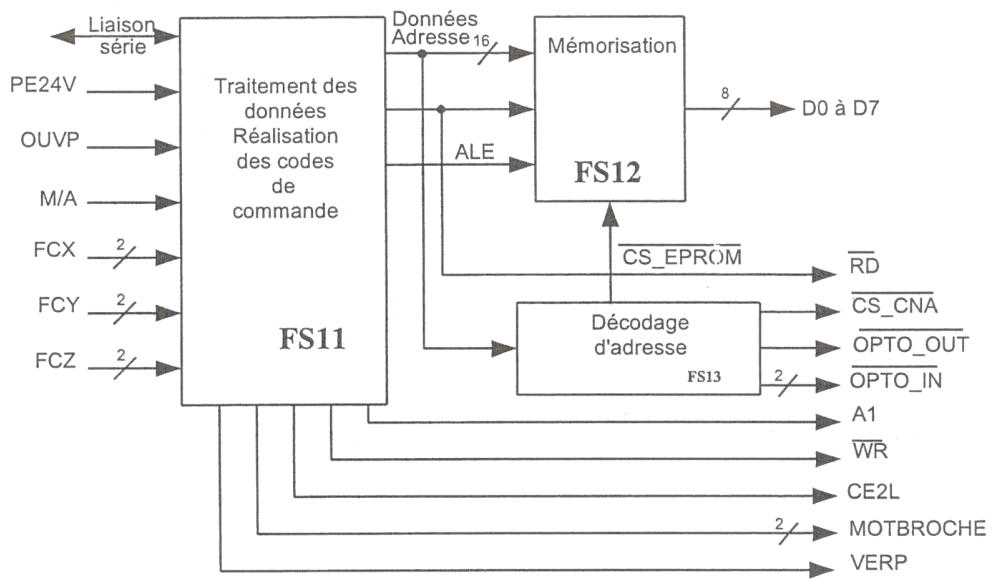
Voir document page A 7/7

2.6 Schéma fonctionnel du 1^{er} degré (Fonctions principales)

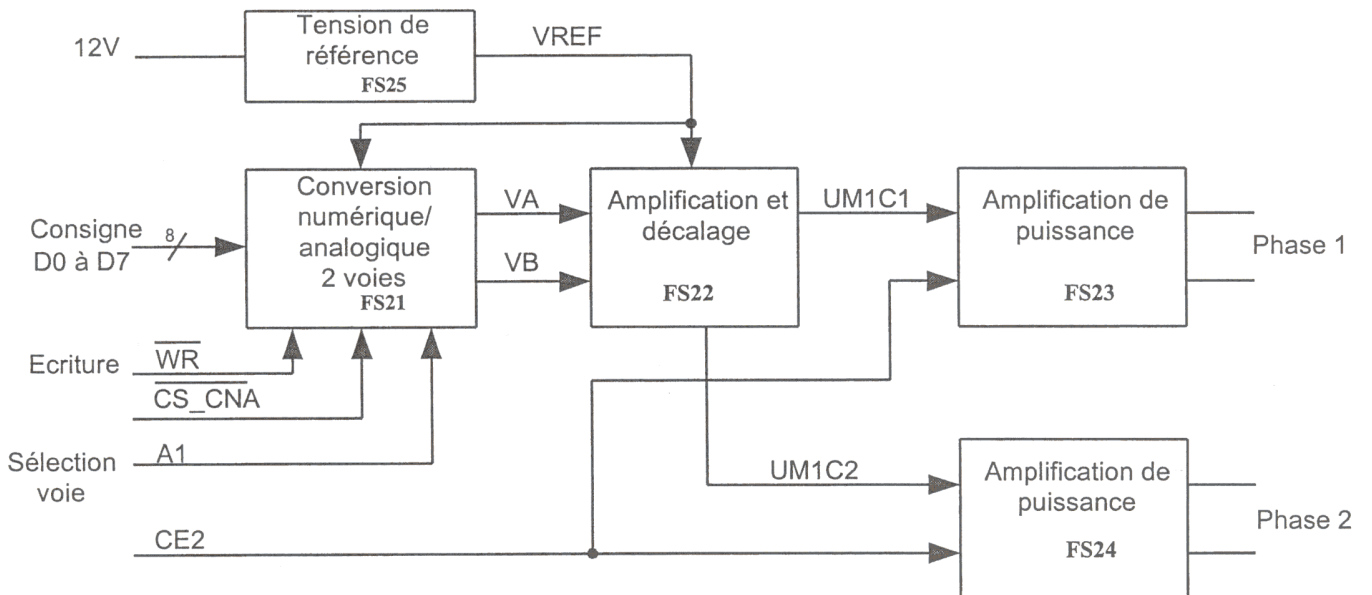
Voir document page A 6/7

2.7 Etude fonctionnelle de 2^{ème} degré des Fonctions Principales.

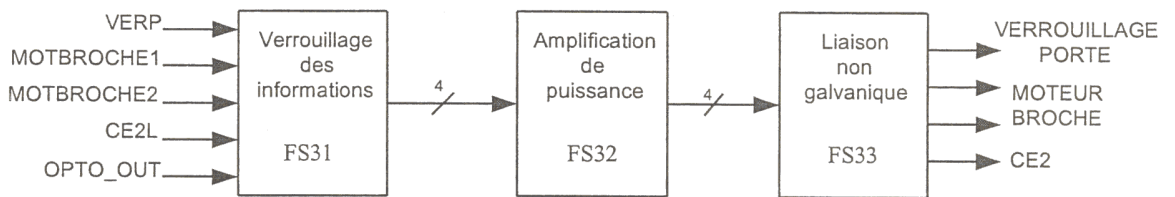
2.7.1. Schéma fonctionnel de 2^{ème} degré de FP1.



2.7.2. Schéma fonctionnel de 2^{ème} degré de FP2.



2.7.3. Schéma fonctionnel de 2^{ème} degré de FP3.



2.7.4. Schéma fonctionnel de 2^{ème} degré de FP4.

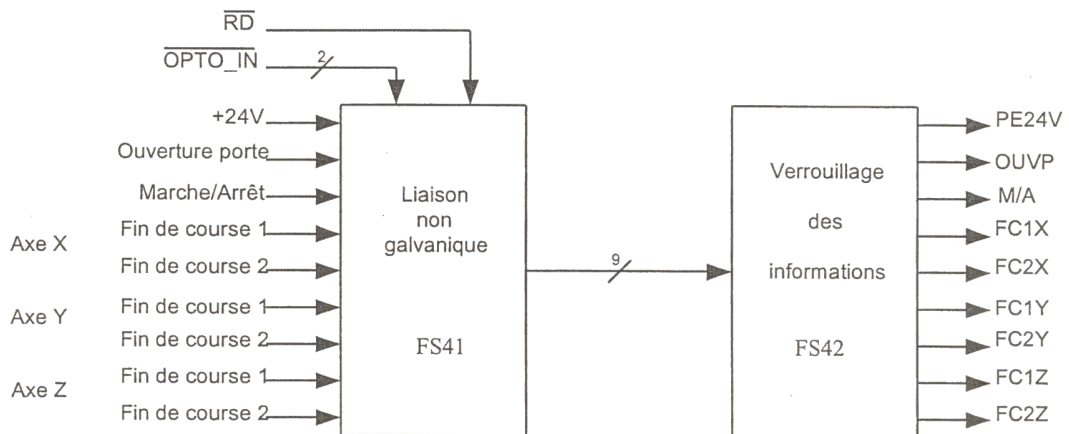
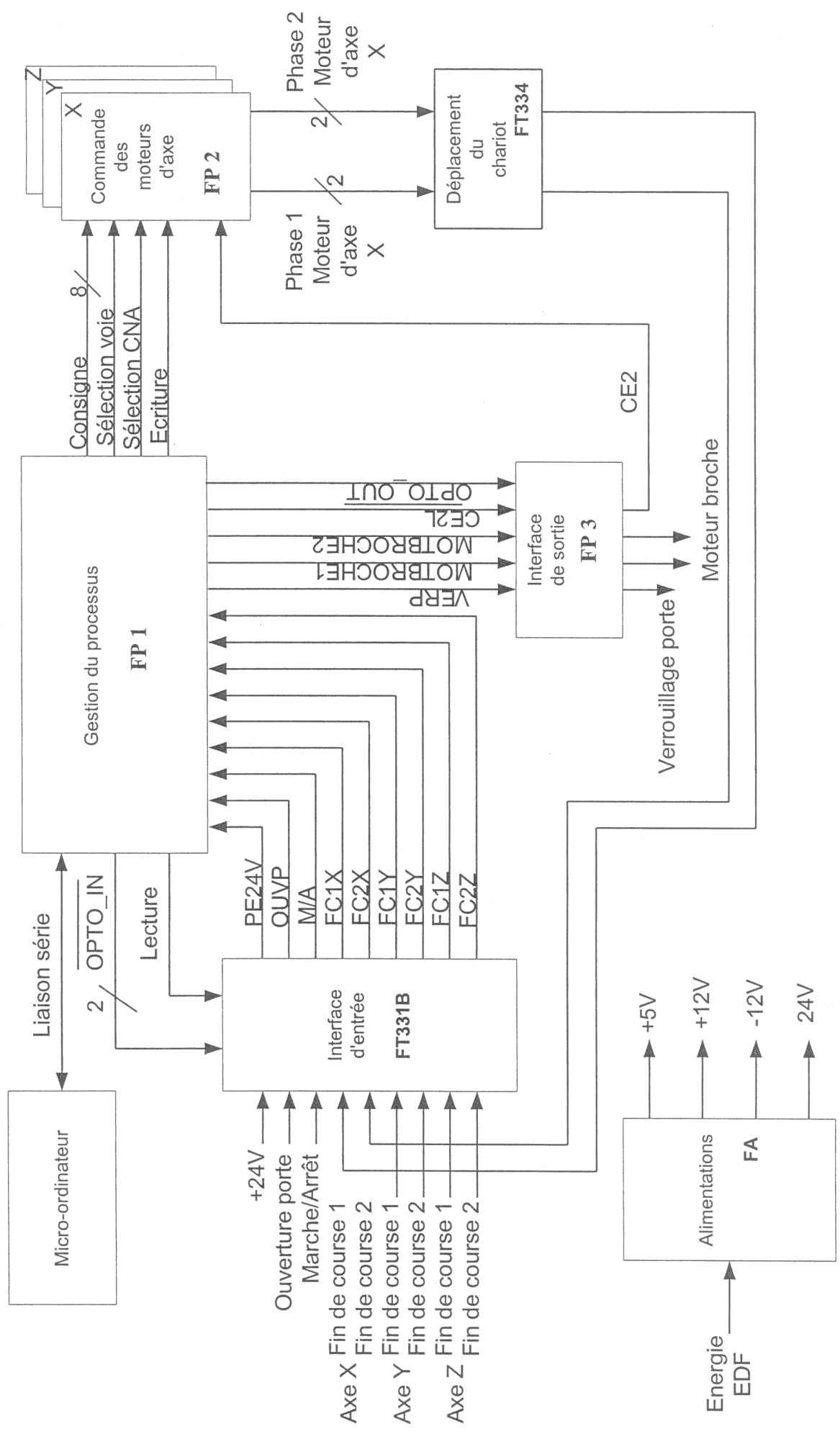


Schéma fonctionnel du 1^{er} degré (Fonctions principales)



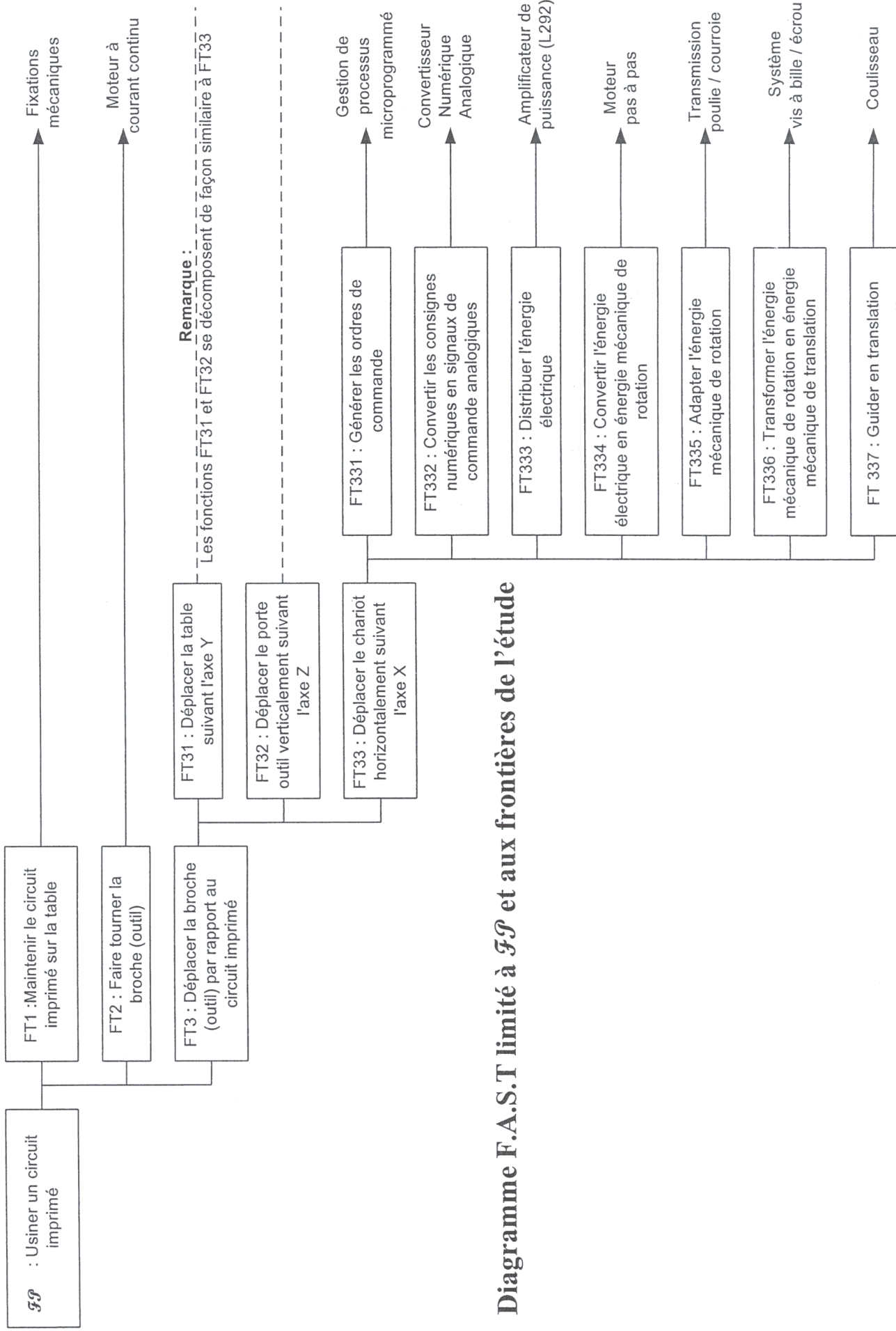


Diagramme F.A.S.T limité à \mathcal{F} et aux frontières de l'étude

**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES
INDUSTRIELLES**

Spécialité génie électronique

Session 2007

Etude des systèmes techniques industriels

**MACHINE A COMMANDE NUMERIQUE
3 AXES**

Partie construction mécanique :

Durée conseillée 1h30

Lecture du sujet	: 5 mn
2 - Etude de l'avance linéaire	: 25 mn
3 - Etude de l'axe motorisé	: 40 mn
4 - Etude graphique	: 20 mn

Tout document interdit

**Calculatrice à fonctionnement autonome autorisée
(circulaire 99-186 du 16/11/99)**

Cette partie contient :

- Questions et documents réponses : BR1 à BR4
- Documents annexes : BAN1 à BAN5

**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES
INDUSTRIELLES**

Spécialité génie électronique

Session 2007

Etude des systèmes techniques industriels

**MACHINE A COMMANDE NUMERIQUE
3 AXES**

Partie construction mécanique :

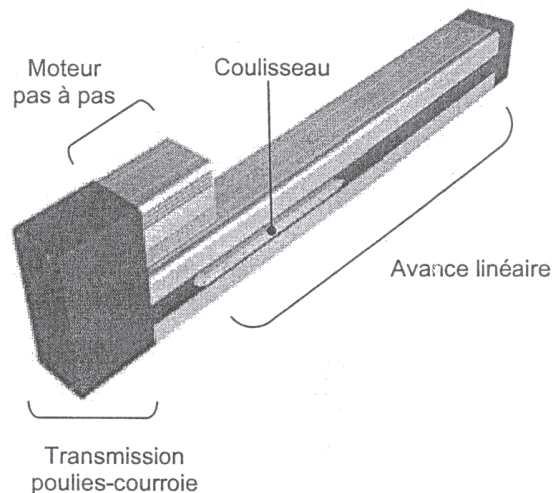
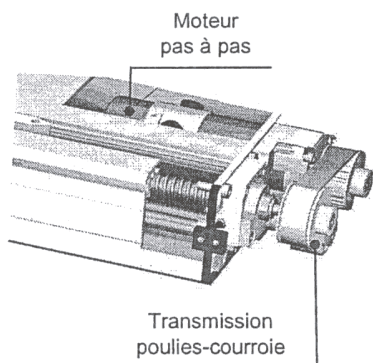
- Questions et documents réponses : BR1 à BR4

B - Partie Mécanique : Etude de la Fonction FT33

1 – Présentation du système

L'étude porte sur « l'axe motorisé X » de la CPM 2018 permettant le déplacement du chariot horizontal suivant l'axe X (voir document BAN 5/5).

L'axe motorisé X est constitué d'une avance linéaire entraînée par un moteur pas-à-pas par l'intermédiaire d'une transmission par poulies et courroie crantée.



2 - Etude de l'avance linéaire

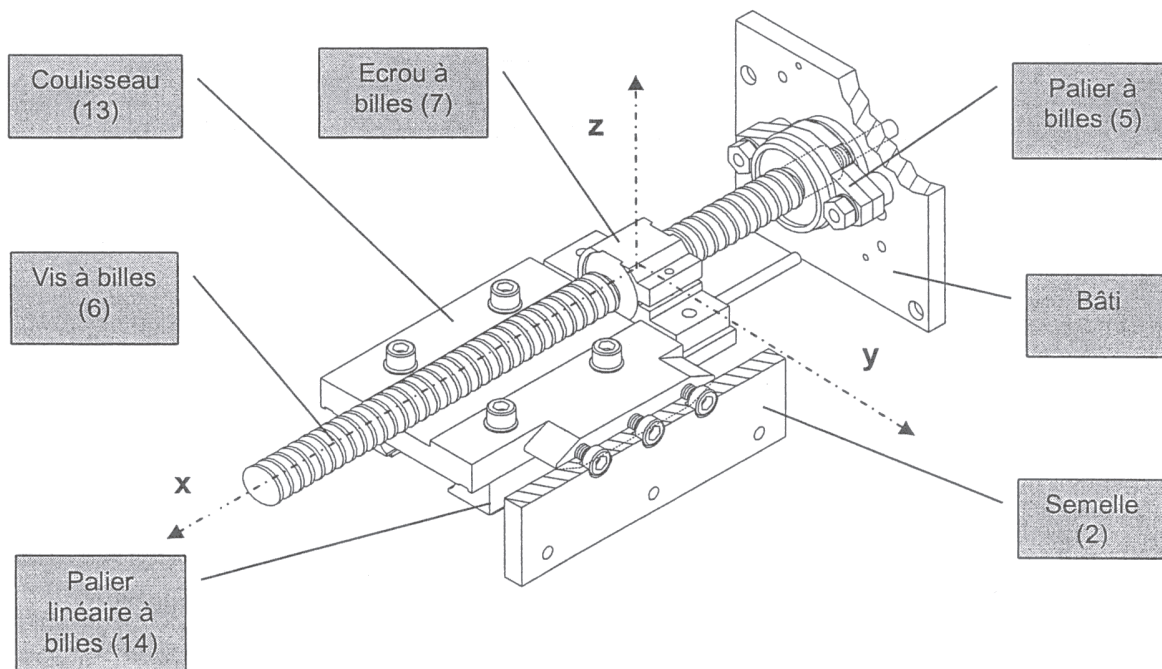
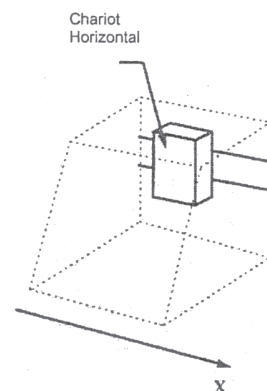
On étudie, dans un premier temps « l'avance linéaire » seule, représentée sur les documents suivants :

Document BAN1/5 : Plan en perspective de l'avance linéaire ;

Document BAN2/5 : Nomenclature ;

Document BAN3/5 : Plan d'ensemble de l'avance linéaire.

Le chariot est lié au coulisseau et la semelle, le bâti est fixe.



Q1 - Compléter les classes d'équivalence ci-dessous coulisseau et vis en vous aidant des documents BAN 1/5, BAN 2/5 et BAN 3/5 :

Classe Bâti :

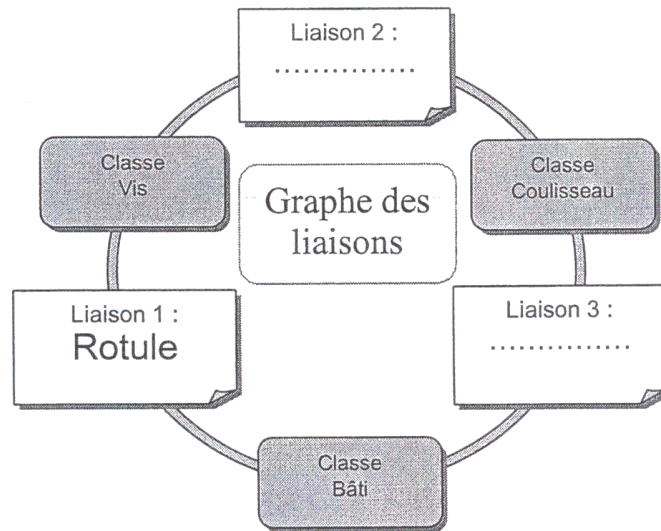
{ 1,3,4,5,8,9,10,11,15,16,17,19,20,21,27 }

Classe Coulisseau:

{ 2, }

Classe Vis :

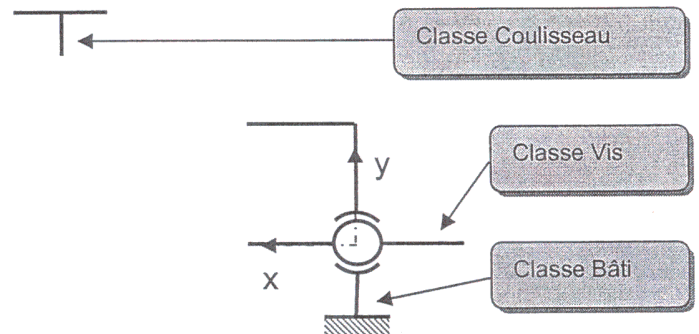
{ 6, }



Q2 - Compléter le graphe des liaisons en donnant le nom et l'orientation des liaisons 2 et 3 :

Q3 - Compléter le schéma cinématique ci-dessous, en représentant le schéma normalisé des liaisons 2 et 3 :

Schéma cinématique

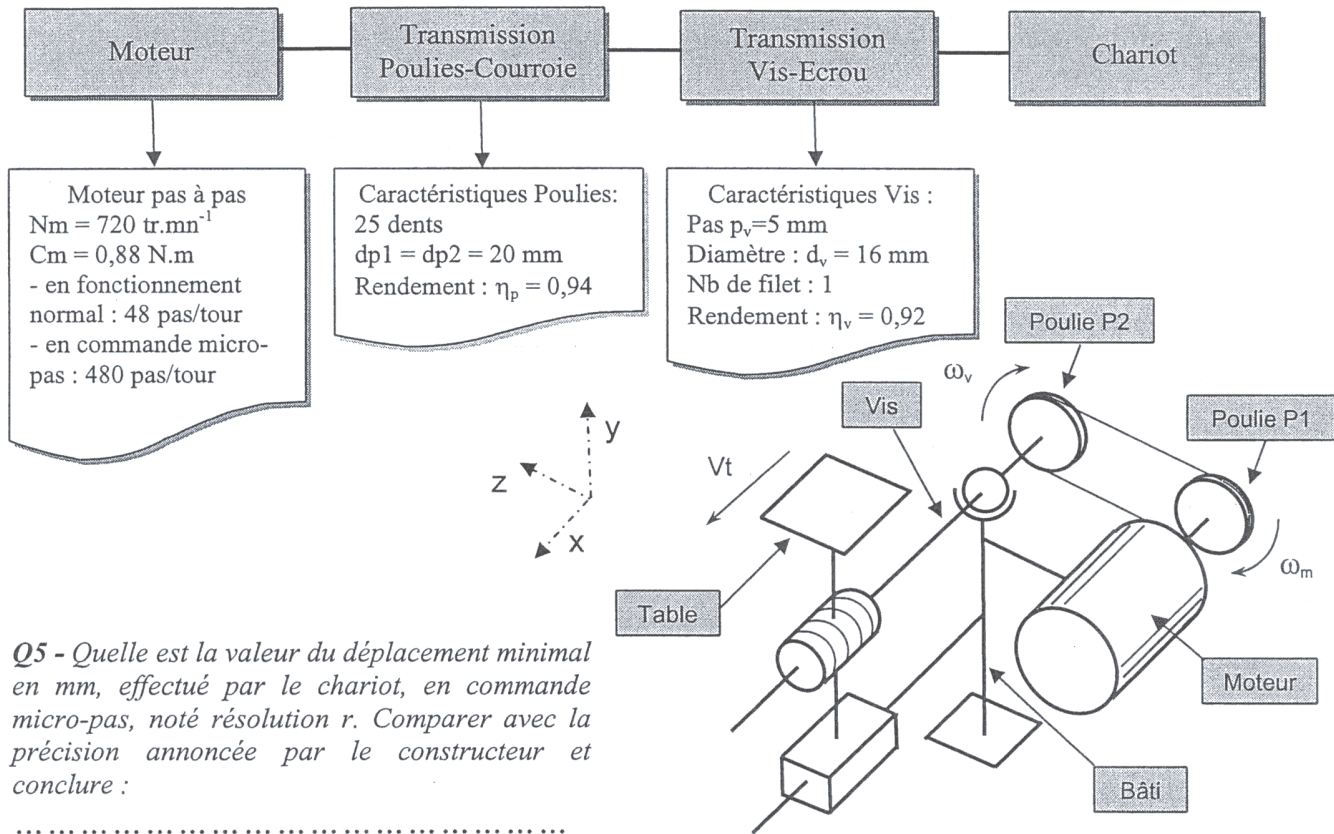


Q4 - A partir du document BAN 4/5, définir le nom et les principaux avantages des éléments qui réalisent les liaisons ci-dessous :

- LIAISONS 1 :
-
- LIAISONS 2 :
-
- LIAISONS 3 :
-

3 - Etude de l'axe motorisé X

La translation du chariot horizontal sur l'axe X est obtenue grâce à la chaîne cinématique :



Q5 - Quelle est la valeur du déplacement minimal en mm, effectué par le chariot, en commande micro-pas, noté résolution r . Comparer avec la précision annoncée par le constructeur et conclure :

.....

.....

.....

.....

Q6 - Déterminer la vitesse de rotation de la vis, N_v en tr.mn^{-1} :

.....

.....

.....

Q7 - Déterminer la vitesse de translation du chariot V_c en mm.s^{-1} ; comparer avec la vitesse donnée par le constructeur document BAN 5/5 :

.....

.....

.....

.....

Q8 - Compte tenu des données de déplacement sur les 3 axes mentionnés dans le document BAN 5/5, déterminer la durée du déplacement total du chariot suivant X, noté T_1 :

.....

.....

.....

Q9 - Déterminer la puissance nominale du moteur, notée P_m :

.....

Q10 - Déterminer le rendement global η_g :

.....

Q11 - Déterminer la puissance utile au niveau du chariot P_c :

.....

Q12 - Déterminer l'effort maximal admissible suivant x , noté F_x (sachant que $P = F.V$ avec P la puissance, F la force et V la vitesse pour un mouvement de translation) :

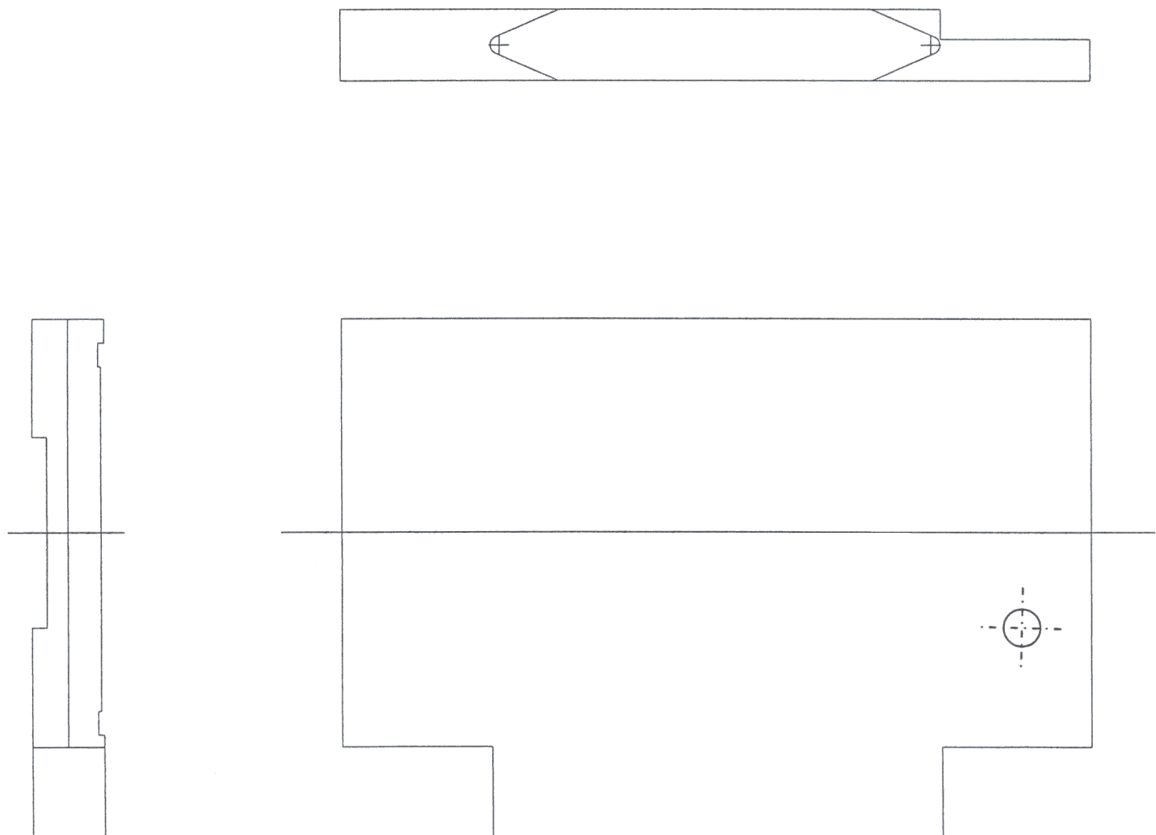
.....

4 - Etude graphique :

Q13 - A l'aide des documents BAN 1/5 et BAN 3/5, compléter les vues du coulisseau 13, sans arêtes cachées :

- Vue de face (à compléter);
- Vue de dessous (à compléter);
- Vue de droite (complète).

Les vues seront représentées à l'échelle 0,8:1, c'est-à-dire à la même échelle que le plan d'ensemble document BAN 3/5, aux instruments et au crayon.



**BACCALAUREAT SCIENCES ET TECHNOLOGIES
INDUSTRIELLES**

Spécialité génie électronique

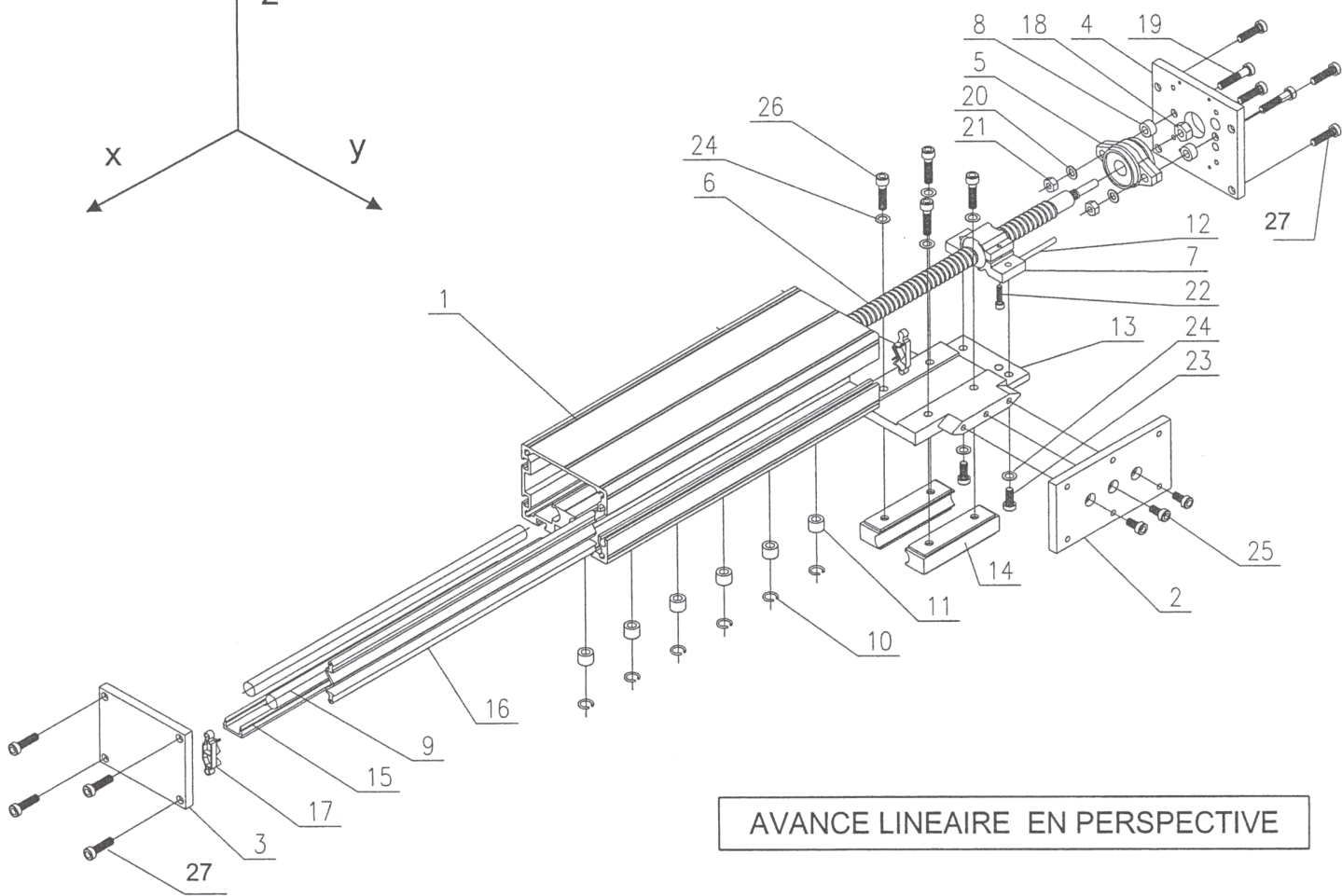
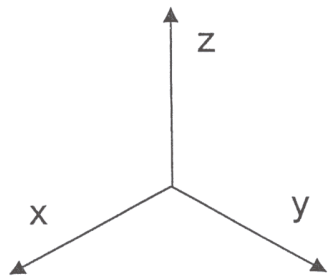
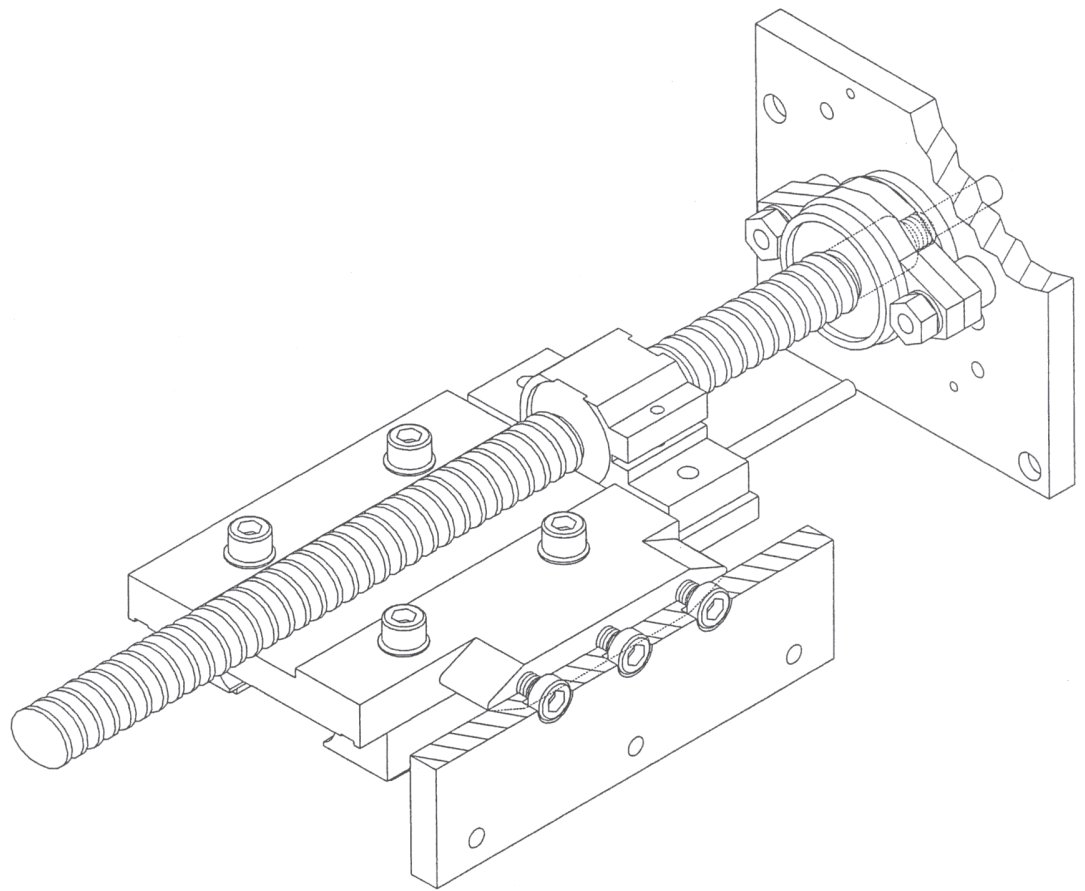
Session 2007

Etude des systèmes techniques industriels

**MACHINE A COMMANDE NUMERIQUE
3 AXES**


Partie construction mécanique :

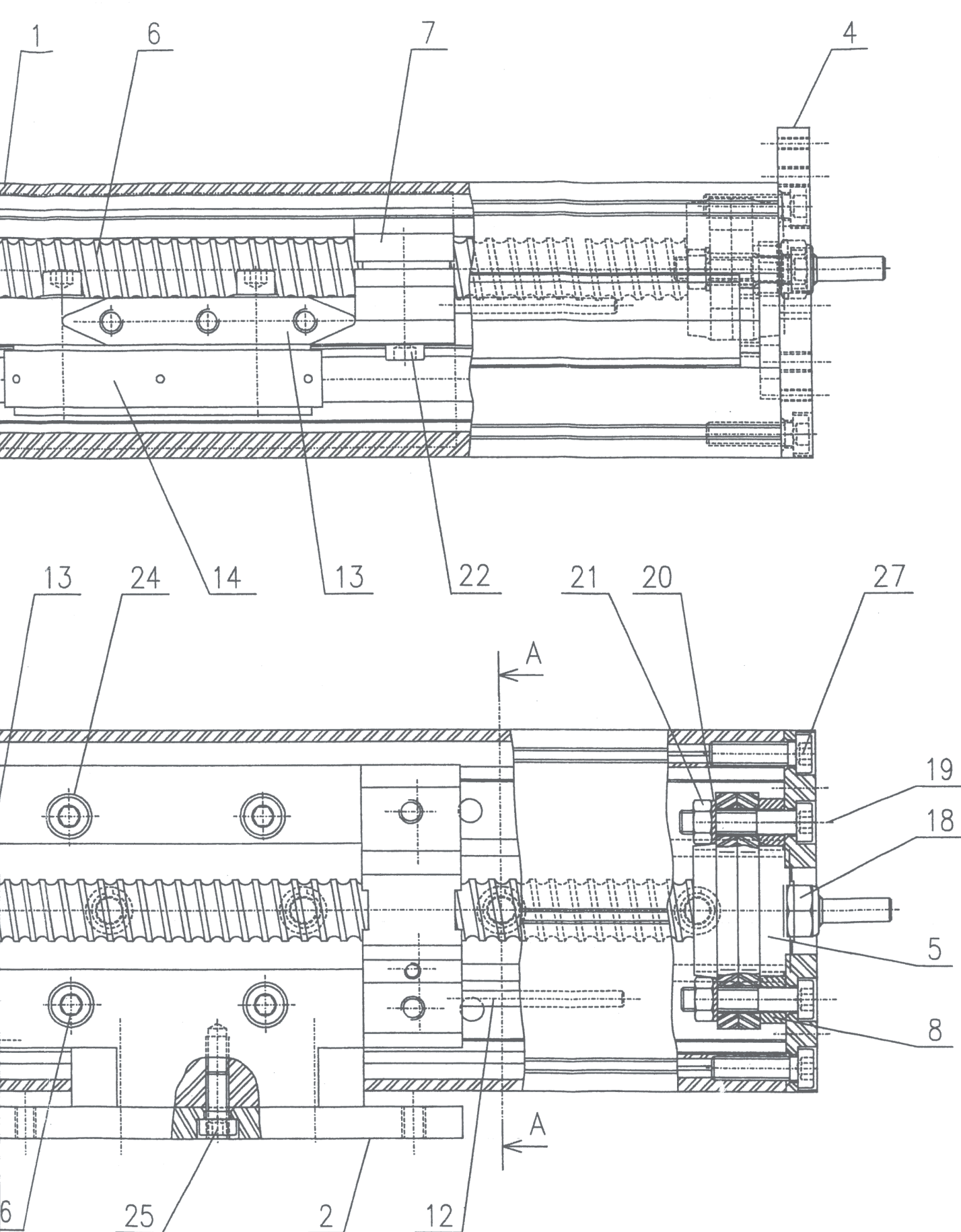
- Documents annexes : BAN1 à BAN5



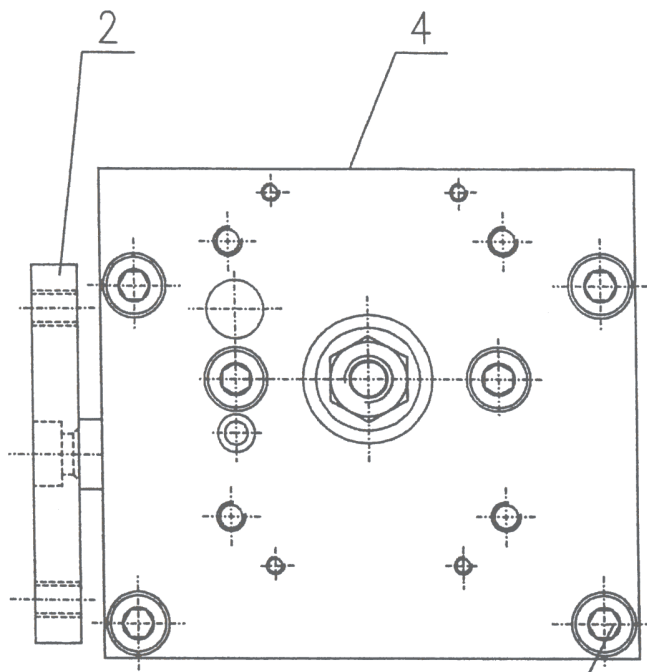
AVANCE LINEAIRE EN PERSPECTIVE

27	8	Vis de fixation des platines			CHC M6-22
26	4	Vis de fixation patin à billes			CHC M6-25
25	3	Vis de fixation semelle			CHC M6-12
24	6	Rondelle			Ø 11.5-7,ép.0.5
23	2	Vis de fixation			CHC M6-14
22	1	Vis de réglage écrou à billes			CHC M4-16
21	2	Ecrou			H M6
20	2	Rondelle frein			DEC 6
19	2	Vis de fixation du palier			CHC M6-30
18	1	Ecrou frein			NYLSTOP M8
17	2	Embout de joint			
16	2	Joint de protection latéral			
15	1	Joint de protection inférieur			
14	2	Patin à billes			
13	1	Coulisseau			
12	1	Tige témoin			
11	6	Douille de positionnement			
10	6	Anneau élastique			
9	2	Colonne de guidage			
8	2	Entretoise			
7	1	Ecrou à billes et support			
6	1	Vis			
5	1	Palier à billes			
4	1	Platine côté moteur			
3	1	Platine			
2	1	Semelle			
1	1	Corps			

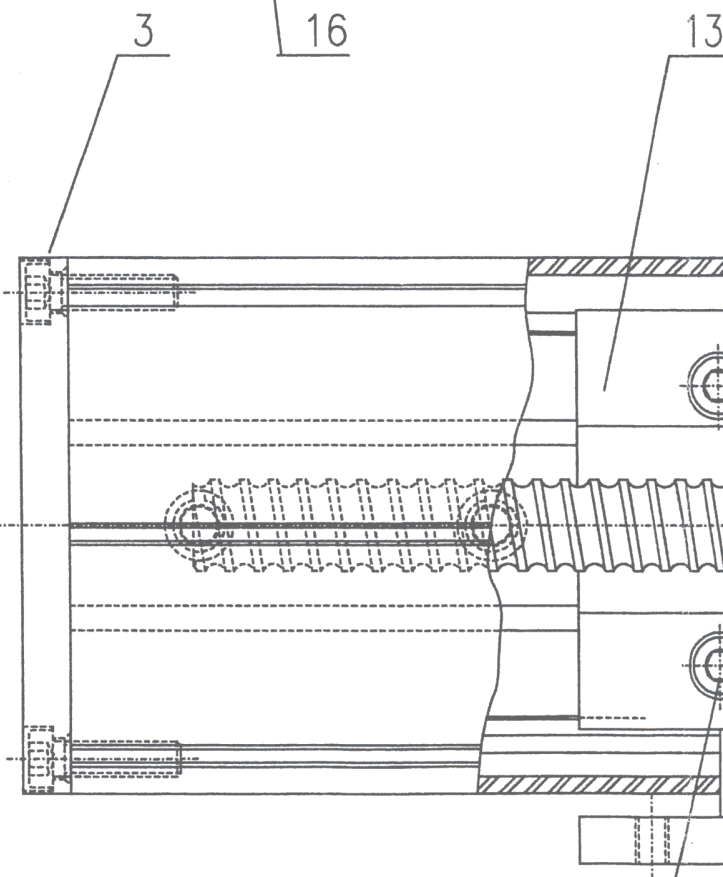
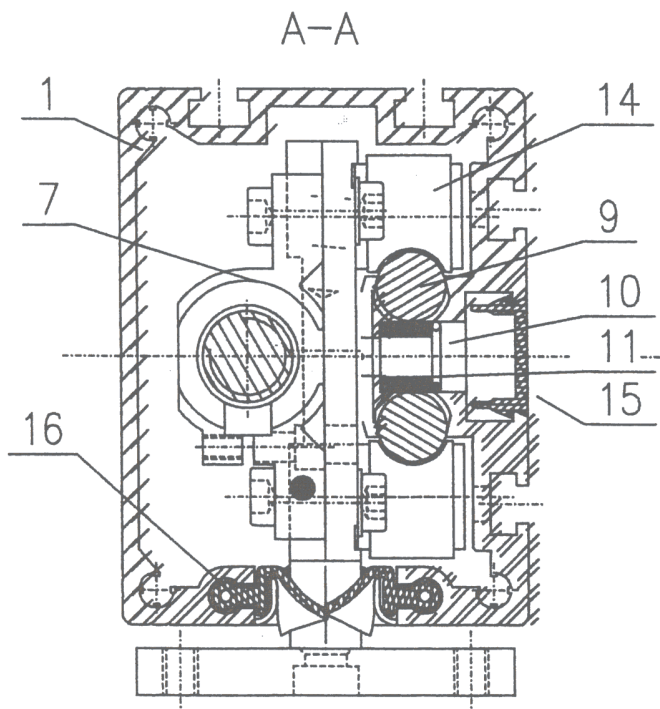
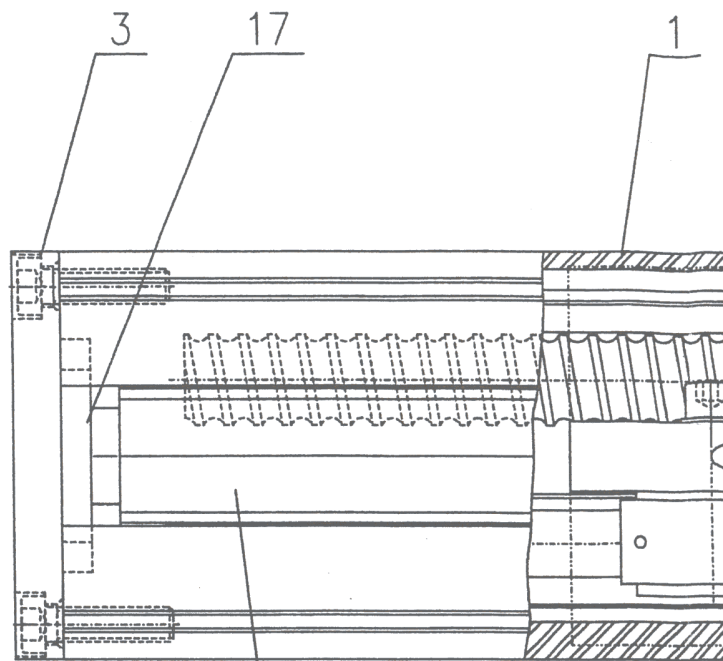
Rep	Nb	Désignation	Mat i ère	Observat ion	Réf érence
					
Format : A4		<h1 style="margin: 0;">AVANCE LINEAIRE</h1> <h2 style="margin: 0;">NOMENCLATURE</h2>			
Ech.					
Dessiné par :					
Le		N°			



AVANCE LINEAIRE FORMAT A3 ECHELLE 0,8 : 1



27



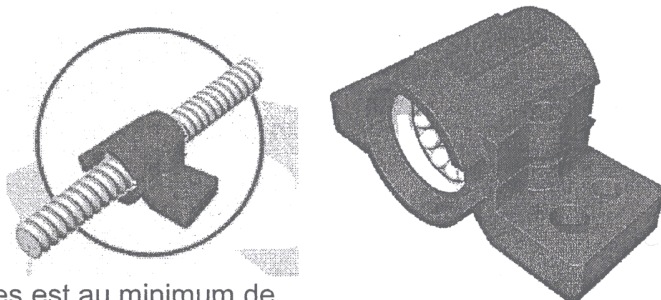
26

Vis à billes de diamètre 16 mm

Acier CF 53, trempé par induction
Tolérance ISO classe 7

Les vis à billes *isel* sont des composants de haute qualité, précis et résistants à l'usure, qui transforment les mouvements rotatifs en mouvements linéaires avec des frottements minimes. Le rendement de ces vis à billes est au minimum de 90% (à titre de comparaison, les vis à filet trapézoïdale ont un rendement moyen de 50%). Elles disposent de plusieurs canaux de re-circulation de billes, leur nombre dépend du pas de l'écrou. Les vis à billes *isel* ont des chemins de roulement trempés et polis dans lesquels les billes roulent pratiquement sans s'user ce qui leur assure une longue durée de vie.

Les vis à billes ont des couples de démarrage nettement plus faibles que les vis à filet trapézoïdal. Pour les vis à billes, le frottement au démarrage est à peine plus élevé que pendant le fonctionnement.



Guidages linéaires à billes

Les paliers linéaires à billes *isel* permettent de réaliser des avances ayant une précision de guidage de 0,01 mm/m avec des vitesses de déplacement de 5 m/sec environ. Le bloc du palier est rectifié et poli sur toutes ses faces. La précision de parallélisme des deux circuits de billes est de 0,005 mm.

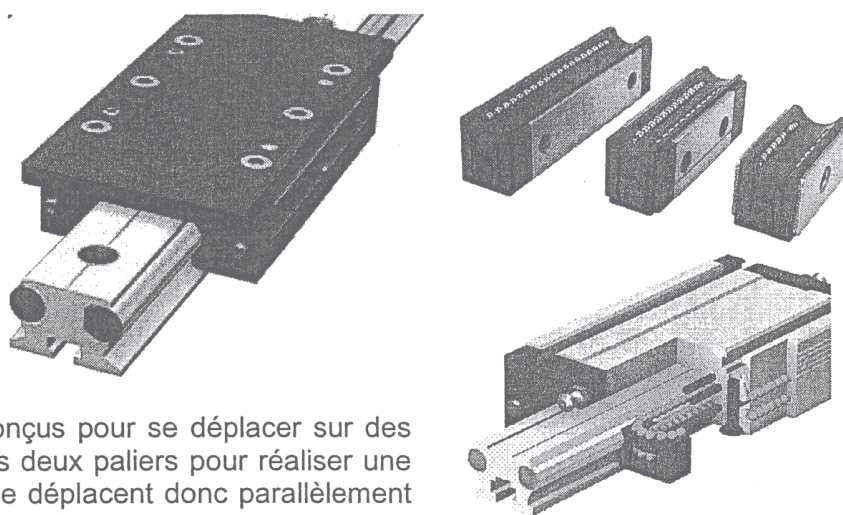
La cage en matière plastique servant à la circulation des billes est pourvue d'un trou pour assurer la lubrification du palier.

Les paliers linéaires à billes *isel* sont conçus pour se déplacer sur des ronds de diamètre 12 mm. Il faut au moins deux paliers pour réaliser une avance linéaire. Quatre circuits de billes se déplacent donc parallèlement avec un angle de 90° sur un rond de diamètre 12 mm.

Tous les guidages linéaires *isel* sont des profilés en aluminium extrudé.

Tous les rails de guidages sont des ronds de précision Ø8 h6 et Ø16 h6 en acier de dureté HRC 60±2.

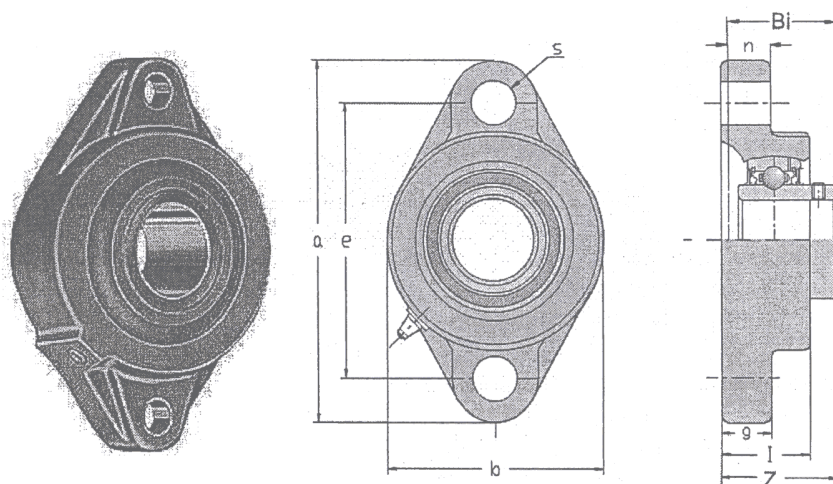
Les billes des paliers linéaires, prisonnières dans les chemins de roulement en circuit fermé, sont ramenées en permanence dans la zone de charge par les mouvements du palier.



Paliers à billes « appliques » à deux trous de fixation

- Corps de palier en thermoplastique ;
- Roulement à une rangée de billes ;
- Roulement auto-aligneur.

Les roulements à billes auto-aligneurs, autorisent un rotulage, c'est-à-dire une inclinaison de quelques degrés de l'arbre par rapport au palier, qui compensent d'éventuels défauts d'alignement.

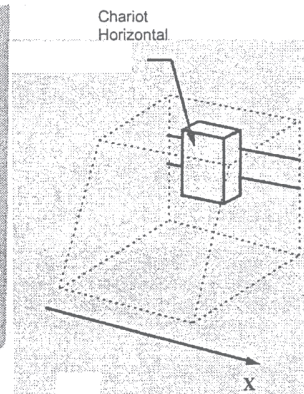
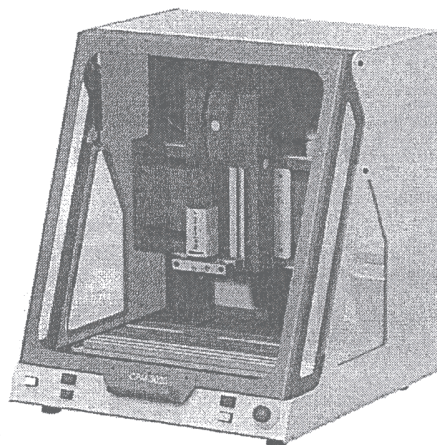


Commande numérique

CPM 2018 - 3020 - 4030

Les systèmes compacts des séries CPM sont constitués de machine 3D à commande numérique prêtes à raccorder pour la formation et les applications industrielles, et cela pour un rapport prestation / prix exceptionnel.

Les machines sont appropriées pour l'usinage du bois, des plastiques, des métaux légers, des cartes électroniques, etc. et avec une gamme étendue d'accessoires utilisables de différentes manières.



	CPM 4030	CPM 3020	CPM 2018
Construction	Structure à châssis avec capot de protection		
Type	Portique		
Courses (X / Y / Z) en mm	400 / 300 / 140	300 / 200 / 90	200 / 150 / 90
Vitesses (X / Y / Z) en mm/s	60 / 60 / 60 avec vis à bille 16 * 10mm		
Guidages	Guidage de précision en acier sans jeu à roulement à billes linéaires		
Hauteur de passage (sous Z) en mm	170	115	100
Dimensions de la table de bridage en mm	600 x 375	500 x 250	400 x 250
Dimensions extérieures en mm	780 x 850 x 810	610 x 650 x 715	535 x 600 x 690
Poids en kg	120	102	95
Motorisation	Moteurs pas à pas 2 phases Hightorque		
Commandes	Commande pas à pas microstep 4 axes Liaison RS 232 (fonctionne avec un adaptateur usb / série)		

Applications

- fabrication de plaque de signalisation
- fabrication de maquette d'architecture
- découpe de carte
- prototypage
- éducation
- fraisage, découpe et gravure
- usinage de poche
- usinage 3D
- bijouterie
- usinage de surface cylindrique (en option)

Équipements

- 4 axes micro-pas intégrés
- aucune carte additionnelle nécessaire dans le PC
- construction robuste en aluminium pour l'industrie
- vis à billes à ajustement sans jeu
- moteur de broche UFM 500 (500 W / 11.000 - 25.000 rpm) (en option sur la CPM 4030)
 - espace de travail fermé conformément aux normes de sécurité CE
 - logiciel de pilotage
 - fonctionne avec n'importe quel PC du commerce (pilotage USB en option)
 - disponible en version 115 V
 - capteur de mesure d'outil, dispositif de micro-pulvérisation / jet