

Eurette convertisseur d'euro-monnaie

Le support de ce sujet est un convertisseur euro \Leftrightarrow monnaie, l'Eurette®, développé par la société Fimor - Le Mans - 72000.

Cette société a bien voulu mettre à notre disposition toutes les études techniques et économiques qui furent menées pour définir, expérimenter puis industrialiser ce produit, qu'elle en soit remerciée.

Par mesure de simplification, dans la suite du texte Eurette®, sera notée : eurette.

Ce sujet va vous conduire à :

- I. vous remémorer la mise en place de la monnaie unique, et souligner les conséquences de cette évolution monétaire ;
- II. déterminer l'erreur maximale commise lors d'une double conversion francs / euros / francs ;
- III. découvrir, ou proposer, des solutions technologiques pour satisfaire, quelques fonctions du cahier des charges fonctionnel d'un convertisseur de monnaie ;
- IV. découvrir, ou proposer, des solutions technologiques pour assembler ce produit, l'eurette, en tenant compte des contraintes techniques et économiques ;
- V. découvrir des solutions technologiques mises en œuvre pour respecter les contraintes européennes de sécurité pour les machines de production.

Pour cela vous disposez du texte de sujet, des annexes et d'un cahier de réponses.

Vous êtes invité à lire l'intégralité du sujet (texte et annexes) avant de commencer la rédaction des réponses aux différentes questions.

Sommaire :

Chemise du sujet	pages
Présentation du sujet	1/30 ;
Présentation de l'eurette	2/30 à 4/30 ;
I- La construction de la monnaie unique	5/30 ;
II- Conversion et arrondis	6/30 ;
III- Autour de l'unité centrale de l'eurette	7/30 à 10/30 ;
IV- Assembler au moindre coût	11/30 à 18/30 ;
V- Respecter la sécurité	19/30 à 21/30 ;
annexe 1 - le microcontrôleur	22/30 ;
annexe 2 - le système de transfert Prodel Technologie	23/30 à 26/30 ;
annexe 3 - les constituants de sécurité - Télémécanique	27/30 à 28/30 ;
annexe 4 - dessin d'un pied de palette (A3).....	29/30 ;
annexe 5 - dessin d'un poste de travail (A3).....	30/30.

Les cinq parties sont indépendantes.

Présentation.

L'eurette et son utilisateur.

L'utilisateur peut :

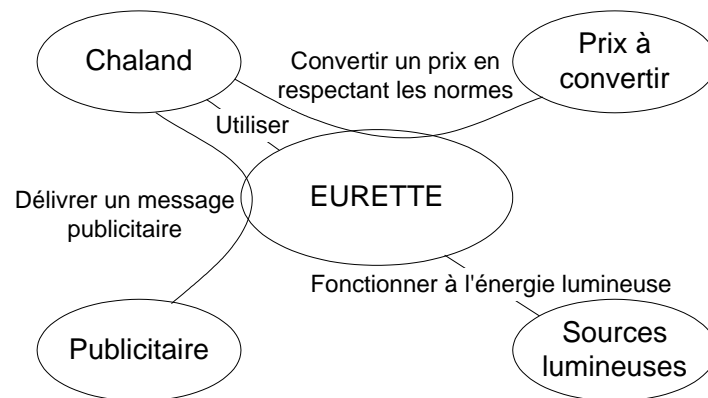
- soit acheter l'eurette à travers un réseau de distribution, prix indicatif de 5,99 € ;
- soit la recevoir gratuitement, puisque la cible principalement visée est le cadeau d'entreprise.

Pour ne pas nuire à l'image du publicitaire, le produit doit être de bonne qualité, sans pour autant être trop onéreux :

- double affichage (euro et monnaie), assurant un bon confort d'utilisation (chiffres 5 x 3 mm) ;
- clavier ergonomique, réalisé par une membrane souple, présentant de larges zones d'appui (diamètre 8 mm) ;
- encombrement réduit, de la taille d'une carte de crédit.

L'eurette doit être commercialisée dans tous les pays ayant adopté l'euro. Le taux spécifique du pays concerné est entré dans l'eurette lors de sa fabrication. L'utilisateur emploie uniquement l'eurette comme convertisseur euro \Leftrightarrow monnaie locale.

Complétant l'illustration de la page de garde, le diagramme d'interacteurs ci-dessous est volontairement simplifié.

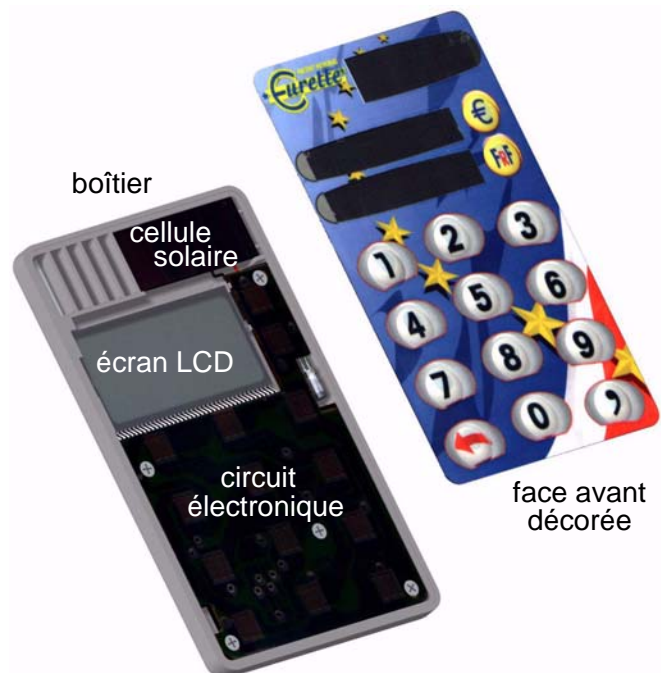


Définition : **Chaland** (nom masculin) client d'un magasin de détail.

L'eurette et la technique.

Elle se compose :

- d'un boîtier en ABS injecté ;
- d'un module électronique comprenant :
 - un circuit électronique supportant la puce électronique et le clavier ;
 - un écran LCD à double affichage ;
 - une cellule photovoltaïque ;
 - une limande de liaison entre le circuit électronique et l'écran LCD
 - deux fils de liaison entre le circuit électronique et la cellule photovoltaïque ;
- d'une face avant en polyester embossée et décorée par sérigraphie. Les touches - bosses - comportent, dans leur partie concave, une pastille de carbone de 4 mm de diamètre assurant le contact électrique avec le clavier, lorsqu'elles sont enfoncées.



L'eurette dans l'Euroland.

A ce jour, onze pays de l'Europe ont adhéré à l'Euroland. Parmi eux, deux utilisent la même monnaie. Ce qui fait qu'en fonction du pays, dix références de l'eurette peuvent être fabriquées.

En prévision de l'adhésion des quatre pays de la communauté non encore adhérents quatre références supplémentaires sont d'ors et déjà prévues.

Le tableau ci-dessous précise la référence eurette en fonction du pays :

Référence	Taux de conversion	Pays
0	6,55957	France (1 FF)
1	1,95583	Allemagne (1 DM)
2	2,20371	Pays Bas (1 FL)
3	13,7603	Autriche (1 OS)
4	40,3399	Belgique/Luxembourg (1 FB)
5	0,787564	Irlande (1 IR£)
6	5,94573	Finlande (1 FMK)
7	1	non utilisé
8	non fixé	Grande Bretagne (1 UK£)
9	non fixé	Suède (1 SKR)
10	non fixé	Danemark (1 DKR)
11	1,66386	Espagne (100 PTA)
12	19,3627	Italie (100 LIT)
13	2,00482	Portugal (100 ESC)
14	non fixé	Grèce (100 DRA)
15	1	non utilisé

L'euro et les règles communautaires.

Extrait des projets de règlement communautaire sur l'introduction de l'euro, politiquement validés au Conseil Européen de Dublin en décembre 1996.

Article 4

- 1. Les taux de conversion qui sont arrêtés sont exprimés pour la contre-valeur d'un euro dans chacune des monnaies nationales des Etats membres participants. Ils comportent six chiffres significatifs.*
- 2. Les taux de conversion ne peuvent pas être arrondis ni tronqués lors des conversions.*
- 3. Les taux de conversion sont utilisés pour les conversions entre l'unité euro et les unités monétaires nationales et vice-versa. Il est interdit d'utiliser des taux inverses calculés à partir des taux de conversion.*
- 4. Toute somme d'argent à convertir d'une unité monétaire nationale dans une autre doit d'abord être convertie dans un montant exprimé dans l'unité euro ; ce montant ne pouvant être arrondi à moins de trois décimales est ensuite converti dans l'autre unité monétaire nationale.*

Article 5

Les sommes d'argent à payer ou à comptabiliser, lorsqu'il y a lieu de les arrondir après conversion dans l'unité euro conformément à l'article 4, sont arrondies au cent supérieur ou inférieur le plus proche.

Les sommes d'argent à payer ou à comptabiliser qui sont converties dans une unité monétaire nationale sont arrondies à la subdivision supérieure ou inférieure la plus proche ou, à défaut de subdivision, à l'unité la plus proche ou, selon les lois ou pratiques nationales, à un multiple ou à une fraction de la subdivision ou de l'unité monétaire nationale.

Si l'application du taux de conversion donne un résultat qui se situe exactement au milieu, la somme est arrondie au chiffre supérieur.

I- La construction de la monnaie unique.

Remarque :

*il ne s'agit pas de faire une dissertation sur la genèse de l'Euro, ou sur les avantages attendus par son utilisation, mais plus simplement, **en quelques mots** :
d'apprécier la connaissance du candidat sur la construction européenne,
et sa réflexion sur les enjeux civiques de celle-ci.*

La chronologie ci-dessous rappelle les grandes dates de la construction européenne :

— 1947	Fondation du mouvement européen (Blum, Churchill, De Gasperi, Spaack)	
— 1948	Création de l'Organisation Européenne de Coopération Economique	O.C.D.E.
— 1949	Conseil de l'Europe	
— 1951	Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier	C.E.C.A.
— 1957	Traité de Rome	C.E.E.
— 1959	Mise en vigueur du Marché commun	
— 1972	Création du Système européen de change	
— 1979	Création de l'Ecu	S.M.E.
— 1986	Acte Unique Européen	
— 1990	Accords de Schengen	
— 1992	Traité de Maastricht	
— 1995	La C.E.E. devient Union Européenne Le Conseil européen de Madrid décide : 1-1-99 fixation des taux de change de l'Euro : la monnaie unique 1-7-02 achèvement du processus : retrait des pièces et billets des monnaies nationales	
— 1998	Choix des pays adhérant à la monnaie unique	
— 1999	Création de l'Euro, monnaie unique pour 11 pays = Euroland 300 millions d'habitants	

↓

Les réponses sont à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

✎ **Question I-1** Qu'est-ce que le traité de Rome ?

✎ **Question I-2** Qu'est-ce que le Système Monétaire Européen ?

✎ **Question I-3** Donner trois atouts d'une monnaie unique, favorisant, au quotidien, la vie d'un citoyen européen.

Les réponses sont à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

II- Conversion et arrondis.

Les montants en euros (comme en francs) s'expriment avec deux chiffres après la virgule (la plus petite subdivision est le "cent" d'euro).

Opérations de conversion unitaire simple.

euros en francs :

Montant en euros \times taux de conversion = montant en francs.

Le résultat exact de la multiplication comporte, au plus, 7 chiffres après la virgule.

Il est fait appel à la règle d'arrondi usuelle :

- si le troisième chiffre après la virgule est égal ou supérieur à 5, on arrondit au centime supérieur ;
- si le troisième chiffre après la virgule est inférieur à 5, on arrondit au centime inférieur.

Exemples : $47,21 \text{ euros} \times 6,55957 = 309,67\text{7}2997 \text{ F}$ arrondi à 309,68 F
 $47,22 \text{ euros} \times 6,55957 = 309,74\text{2}9854 \text{ F}$ arrondi à 309,74 F

francs en euros :

Montant en francs / taux de conversion = montant en euros.

La même règle d'arrondi s'applique.

Exemple : $1\,321,24 \text{ F} / 6,55957 = 201,42\text{1}7395 \dots$ euros arrondi à 201,42 euros

Remarque : le règlement communautaire interdit l'usage du taux inverse ce qui oblige à effectuer une division au lieu d'une multiplication.

Différences d'arrondi.

Jusqu'au 31 décembre 2001, pendant la période dite "de transition", des conversions francs / euros et euros / francs sont effectuées.

Des différences d'arrondi naissent de l'écart entre le nombre de décimales résultant de l'application du taux de conversion irrévocable et le nombre de décimales utilisées dans les règlements finaux (deux décimales).

Dans le cas général, ces conversions sont faites dans un environnement qui ne permet pas la conservation du montant d'origine ou de la différence d'arrondi.

Exemple


Une personne doit effectuer un règlement de 1 323,35 francs et souhaite payer en euros :

- elle effectue de sa propre initiative la conversion en euros
 $1\,323,35 / 6,55957 = 201,74\text{3}40$, soit 201,74 euros.
- elle donne l'instruction à sa banque d'effectuer l'opération correspondant à ce règlement (à savoir 201,74 euros).

La banque du donneur d'ordre :

- convertit en franc l'ordre initialement donné en euros, soit $1\,323,32\text{7}6$ arrondi à 1 323,33 francs ;
- introduit cet ordre de 1 323,33 francs ;

Au niveau du rapprochement entre la créance d'origine (1 323,35 francs) et le règlement effectué (1 323,33 francs) il y a constatation d'un écart de 2 centimes, consécutif à une conversion francs / euros / francs.

 **Question II** Dans le cadre d'une conversion francs / euros / francs quel est l'écart maximal dû à la différence d'arrondi ?

La réponse est à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

III- Autour de l'unité centrale.

Expression du problème technique :

Trouver un microcontrôleur capable de satisfaire aux spécifications techniques retenues.

Spécifications électriques liées au microcontrôleur :

Le fonctionnement de l'eurette est articulé autour d'un microcontrôleur 4 bits de type W741 commercialisé par la société WINBOND. Une version OTP (One Time Programmable) doit être utilisée pour valider le produit en phase d'avant projet. Une version masquable (programmation en série supérieure à 1000 unités) sera utilisée en phase de production.

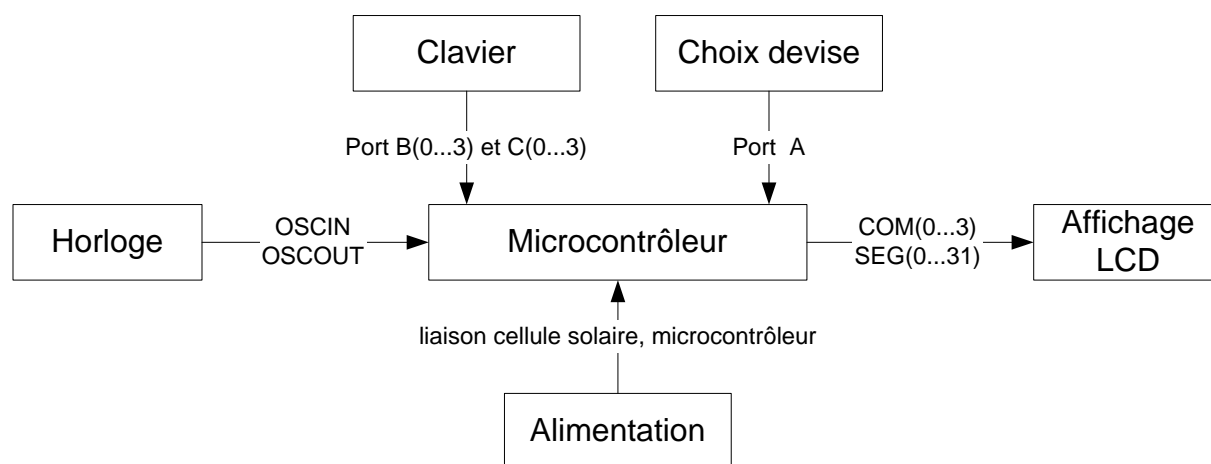
Le circuit doit :

- être capable de piloter un afficheur de type LCD en gérant plusieurs modes d'affichages ;
- permettre l'utilisation d'un clavier matricé à 16 touches (4x4) pour saisir les données ;
- permettre la programmation de la monnaie à convertir.


Pour des raisons de coût et de protection de l'environnement, la source d'énergie choisie est une cellule photovoltaïque :

- la tension d'alimentation choisie est de 1,5 V.
- dans le compromis vitesse / consommation on privilégiera la faible consommation.

Agencement fonctionnel de l'unité centrale :



III-1 Choix du microcontrôleur en phase de production.


 **Question III-1** A partir de l'offre microcontrôleur 4 bits de la société WINBOND, choisir, en justifiant, un microcontrôleur.

La réponse est à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

III-2 Concernant l'horloge

Le choix de la fréquence de travail s'est porté sur un quartz de 32,768 kHz.

Par rapport aux horloges actuelles équipant les systèmes à microprocesseur, cette fréquence est très faible.

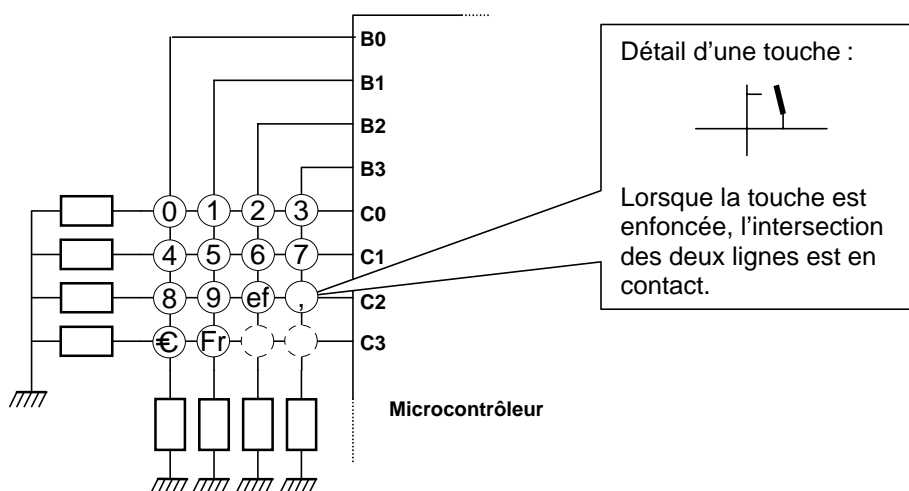
 **Question III-21** Pourquoi le concepteur a-t-il choisi une fréquence de faible valeur ?

 **Question III-22** Ce choix peut-il être dérangerant pour l'utilisateur ? Justifier votre réponse.

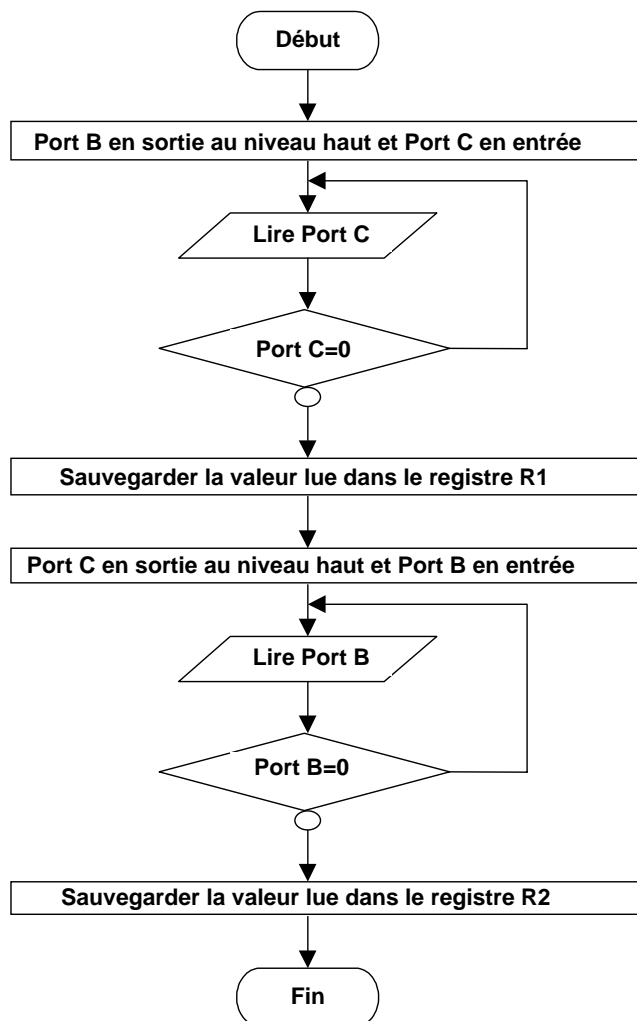
Les réponses sont à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

III-3 Concernant le clavier.

L'agencement structurel du clavier est :



L'organigramme relatif à la scrutation du clavier est donné ci-dessous :



Question III-3 A partir des données précédentes, donner la valeur, en binaire, contenue dans les registres R1 et R2 lorsque la touche 6 est enfoncée.

La réponse est à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

III-4 Choix du taux de change.

L'eurette doit être commercialisée dans tous les pays ayant adopté l'euro, il est donc nécessaire de pouvoir très rapidement adapter la production pour un pays ou pour un autre.

Les taux de conversion utilisés par le microcontrôleur sont sélectionnés par un codage matériel.

✎ **Question III-41** Proposer un codage "numérique/binaire" permettant de discriminer les 14 monnaies susceptibles d'appartenir à la zone Euro à brève échéance.

✎ **Question III-42** Au regard de la référence pays retenue par la société Fimor et de votre proposition de codage, proposer le mot binaire à appliquer sur le port A pour fabriquer une eurette à destination de l'Espagne.

Les réponses sont à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

III-5 Gestion de l'affichage.

Le circuit retenu pilote directement un afficheur LCD, et cinq modes de fonctionnement différents peuvent être utilisés :

- **1** : affichage **statique** où les « pixels » sont alimentés en permanence ;
- **2** : affichage **1/2 repos** avec un **rapport cyclique de fonctionnement 1/2**. Durant la moitié du temps l'afficheur est "au repos" et durant l'autre moitié, un balayage permet l'alimentation des pixels pendant 50% du temps ;
- **3** : affichage **1/2 repos** avec un **rapport cyclique de fonctionnement 1/3** ;
- **4** : affichage **1/3 repos** avec un **rapport cyclique de fonctionnement 1/3** ;
- **5** : affichage **1/3 repos** avec un **rapport cyclique de fonctionnement 1/4**.

Ces différents modes de fonctionnement permettent d'économiser de l'énergie mais au détriment de la qualité de l'affichage.

La fréquence de balayage de l'afficheur est programmable. Elle correspond à une division par 64, 128, 256 ou 512 de la fréquence du quartz.

✎ **Question III-51** Compléter le tableau donnant la fréquence de balayage de l'affichage en fonction du mode de fonctionnement lorsque l'on utilise la fréquence de quartz divisée par 512.

Pour éviter les problèmes de scintillement, la fréquence des images doit être supérieure à 25 Hz.

✎ **Question III-52** Proposer le mode de fonctionnement que l'on doit utiliser pour satisfaire la condition ci-dessus.

La réponse est à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

III-6 Choix de la cellule photovoltaïque.

Expression du problème technique :

Le constructeur doit réaliser l'adéquation entre la consommation du circuit électronique et le choix de la cellule par rapport à la surface disponible en face avant du convertisseur.

La tension de fonctionnement est imposée par la technologie du microcontrôleur.

✎ **Question III-61** Justifier l'emploi d'un oscillateur à quartz par rapport à un oscillateur RC.

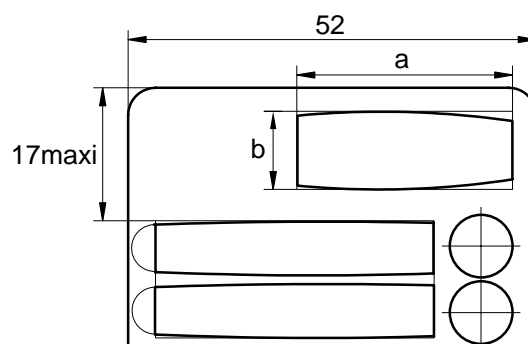
✎ **Question III-62** Déterminer le courant nécessaire au fonctionnement du microcontrôleur.

✎ **Question III-63** Déterminer la référence de la cellule à utiliser. En déduire les cotes **a** et **b** de la fenêtre de la cellule photovoltaïque.

Justifier votre choix, sachant que :

- le courant débité est quasiment proportionnel à la surface de la cellule ;
- du fait du design retenu pour la face avant, la découpe non rectangulaire de la fenêtre de la cellule pénalise de 10% les performances.

Le schéma ci-contre n'est pas à l'échelle



Modèle	Dimensions (mm)	Vop (V)	Iop (μA)
SS-1807	18.2x7.0x1.1	1.50	2.0
SS-2510 DH	19.7x7.3x1.1	1.50	5.0
SS-2510 DS	19.7x7.3x1.1	1.50	5.0
SS-2510 S	25.0x10.0x1.1	1.50	6.0
SS-3012 DH	29.6x10.0x1.1	1.50	7.0
SS-3012 DS	29.6x10.0x1.1	1.50	7.0
SS-3012 S	29.6x11.8x1.1	1.50	8.0
SS-3514	35.1x13.7x1.1	1.50	11.5
SS-3813	38.0x12.5x1.1	1.50	11.5
SS-5314	53.0x13.8x1.1	1.50	13.5
SS-5514	55.0x13.5x1.1	1.80	15.0

Les réponses sont à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

III-7 Synthèse.

✎ **Question III-7** Proposer, sur le schéma structurel du document réponse, le câblage complet du microcontrôleur, satisfaisant les divers problèmes techniques évoqués.

Mettre en place une structure électronique simple permettant l'initialisation à l'état bas du microcontrôleur, à la mise sous tension.

La réponse est à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

IV- Assembler au moindre coût.

Pour des raisons de stratégie :

- le module électronique est sous-traité et livré dans son boîtier, par palette ;
- la face avant, membrane souple est, elle aussi, sous-traitée. Elle est livrée, revêtue d'adhésif, collée sur une pellicule de protection conditionnée en rouleau.

L'assemblage proprement dit consiste à :

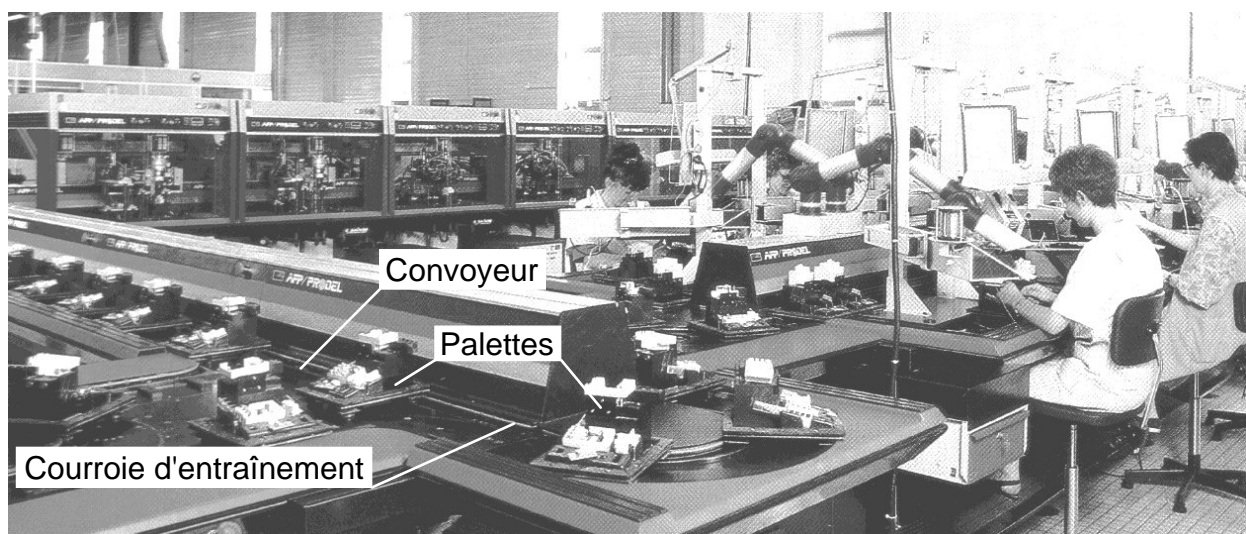
- distribuer un par un les boîtiers contenant l'électronique ;
- prélever une face avant du rouleau support ;
- la plaquer sur le boîtier électronique :
 - le rebord du boîtier réalise la mise en position,
 - l'adhésif assure le maintien en position ;
- coller au verso une étiquette informative ;
- effectuer un marquage par jet d'encre permettant d'identifier la série et le numéro dans la série de l'eurette.



Le produit aura une durée de vie courte (2 ans) et deux stratégies s'offrent à l'entreprise :

- soit investir dans une machine spéciale dédiée à l'assemblage de l'eurette, machine qu'il faut amortir en peu de temps, alors que le produit est dans un secteur très concurrentiel, nécessitant un coût modique ;
- soit investir dans une machine modulaire qui pourra être reconvertie pour l'assemblage d'autres produits. Cette solution nécessite un investissement plus important mais sa durée de vie plus longue autorise un amortissement sur une période plus grande.

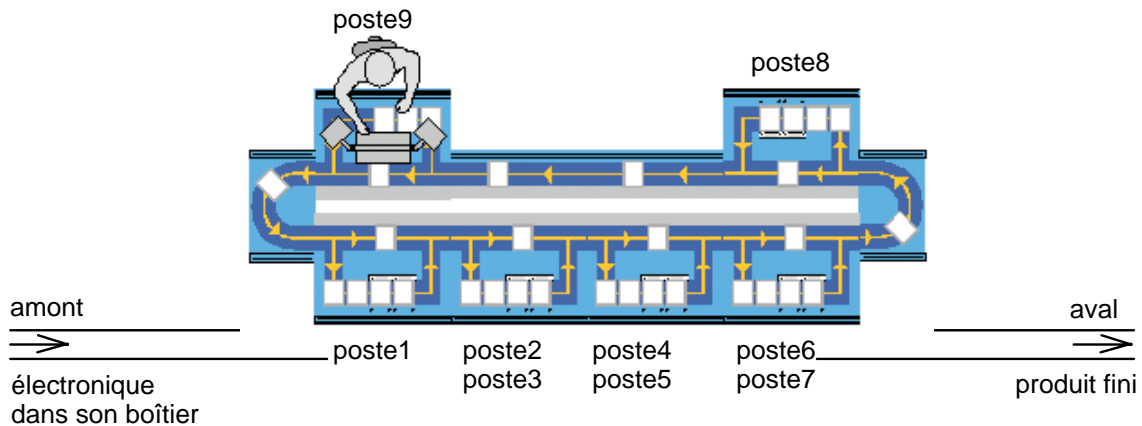
Optant pour cette dernière solution, la société a fait le choix d'une machine d'assemblage conçue autour d'un convoyeur modulaire.



Exemple de chaîne d'assemblage modulaire

IV-1 Présentation de la machine d'assemblage.

Les palettes circulent sur le convoyeur modulaire, desservant les postes où sont réalisées les différentes opérations d'assemblage et de contrôle.



Poste 1 : chargement. Répartition de 8 boîtiers (contenant l'électronique) par palette.

Postes 2/3 et 4/5 : dépose de la face avant. Chaque module (2/3) et (4/5) possède deux ensembles dérouleurs et un préhenseur. Chaque préhenseur saisit une face avant présentée par un dérouleur. La pellicule de protection est retirée et le manipulateur transfère la face avant sur le boîtier électronique.

Poste 6 : Retournement. Retournement des huit produits de la palette.

Poste 7 : Marquage et évacuation. Marquage jet d'encre et évacuation par un manipulateur.

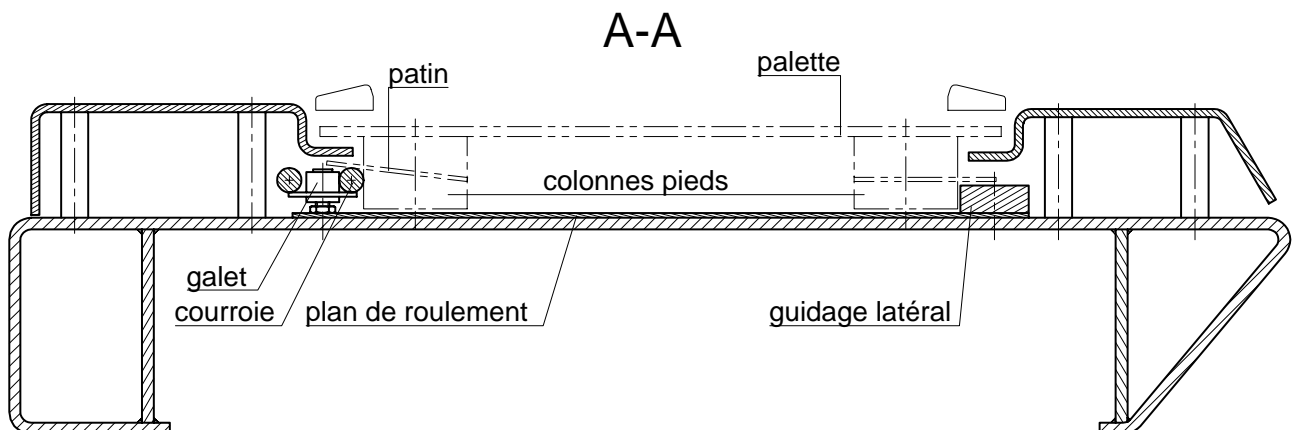
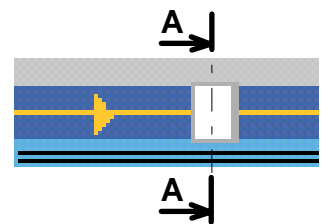
Poste 8 : Contrôle par prélèvement.

Poste 9 : Intervention. L'intervention manuelle permet de remédier à des défauts lors de la mise en place des composants ou de retirer un éventuel produit défectueux, pour analyse.

IV-2 Présentation d'un module simple du convoyeur.

Un module simple se compose :

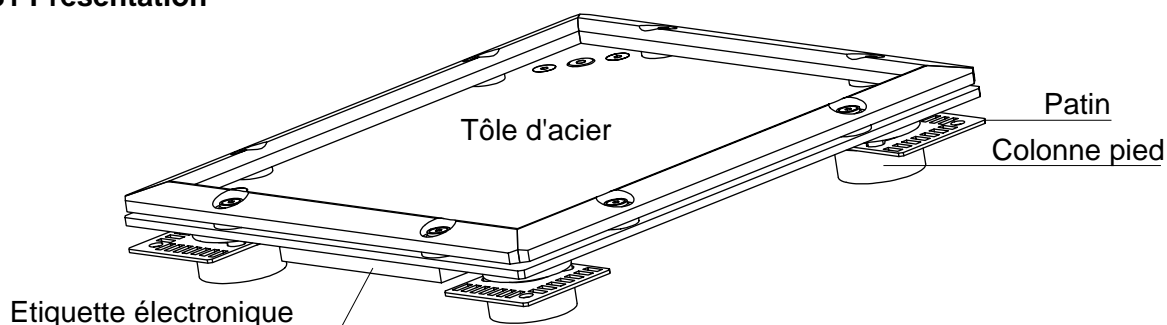
- d'un plan horizontal sur lequel roulent les palettes ;
- d'un plan vertical (presque continu) de guidage latéral ;
- d'une main courante, sise de l'autre côté du plan de guidage latéral. Elle est réalisée par une courroie de section circulaire, dont la partie rectiligne active est maintenue à hauteur constante, par des galets, d'axe vertical, positionnés à intervalle régulier.



Coupe transversale d'un module simple

IV-3 Présentation d'une palette.

IV-31 Présentation



Une palette se compose :

- d'une tôle d'acier, rectangulaire, la longueur étant parallèle au déplacement prépondérant, le long d'un module simple ;
- d'une partie supérieure (non représentée) qui est agencée de façon appropriée (matériau, formes) pour s'adapter aux pièces à convoyer ;
- de quatre colonnes cylindriques :
 - à la base inférieure de chaque cylindre, un galet d'axe horizontal, est mobile autour d'un axe vertical ;
 - ces colonnes cylindriques permettent de "positionner" transversalement la palette par rapport à la voie empruntée en prenant appui sur le guidage latéral ;
 - un patin, de forme carrée, est guidé le long de chaque colonne. Pour assurer l'entraînement de la palette il prend appui sur une "main courante". L'effort presseur du patin sur la main courante est réalisé par trois ressorts ;
- d'un système d'identification par étiquettes électroniques.

IV-32 Modélisation cinématique d'un pied de palette.

Pour faciliter l'étude qui va suivre définissons les repères des sous-ensembles cinématiquement liés :

- {0} le plan de roulement du convoyeur ;
- {1} l'ensemble cinématiquement lié à la tôle d'acier 1 de la palette ;
- {8} le groupe cinématique support de galet ;
- {9} la bague extérieure du roulement 9 faisant office de galet de roulement.

Nomenclature partielle

14	1	Vis HC M4x6	S 235
13	1	Axe	S 300
12	1	Roulement à billes 6x16x5	
11	1	Vis F90HC M4x14	S 235
10	2	Rondelle 4,5x7x0,4	S 235
9	1	Roulement à billes 4x13x5	
8	1	Support de galet	PA 6/6
7	2	Vis F90HC M5x25	S 235
6	1	Pastille (pied avant droit)	S 185
5	1	Pied inférieur	PA 11
4	1	Patin	C 30
3	3	Ressort	X 30 Cr 13
2	1	Pied supérieur	PA 11
1	1	Tôle de palette	C 35
Rep	Nb	Désignation	Matière

Les réponses sont à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

✎ **Question IV-321** Enumérer, par leur repère, les pièces constituant les groupes cinématiques {1} et {8}.

Remarque : pour les roulements on distinguera 9bi et 9be, 12bi et 12be, bi ou be correspondant respectivement à bague intérieure ou à bague extérieure.

✎ **Question IV-322** Au regard des explications précédentes définir la liaison de {1}/{0} lorsque la palette se déplace par rapport à un module simple. Préciser, sur le dessin fourni, les caractéristiques géométriques de cette liaison.

Rappel : les caractéristiques géométriques d'une liaison sont, suivant les cas, le centre, l'axe, la direction, la normale.

✎ **Question IV-323** En négligeant le rotulage de chaque roulement, définir les liaisons de {8}/{1} et de {9}/{8}. Préciser, sur le dessin fourni, les caractéristiques géométriques de ces liaisons.

✎ **Question IV-324** Définir la liaison de {9}/{0}. Préciser sur le dessin fourni, les caractéristiques géométriques de cette liaison.

✎ **Question IV-325** Proposer un schéma cinématique spatial de cet ensemble sans tenir compte du patin.

IV-33 Analyse technologique sur un pied de palette.

✎ **Question IV-331** Donner un ordre de grandeur du rotulage permis par un roulement rigide à une rangée de billes.

✎ **Question IV-332** En tenant compte du rotulage précédent et sachant que le corps de la palette est rigide (tôle d'acier d'épaisseur 3,2 mm) expliquer ce qu'apporte la solution du guidage sur un unique roulement à billes pour le mécanisme des quatre pieds.

✎ **Question IV-333** En tenant compte du sens de déplacement proposé sur le dessin d'ensemble d'un pied de palette, et en s'aidant de l'analogie avec le comportement d'une roue de caddie, expliquer quelle solution constructive permet au galet de guidage d'occuper la position représentée sur la coupe A-A.

IV-34 Maintenance sur un pied de palette.

Dans le cadre d'une maintenance corrective nécessitant le démontage complet d'un pied de palette on demande de :

✎ **Question IV-341** préciser, à l'aide d'un graphe de démontage, l'ordre des opérations.

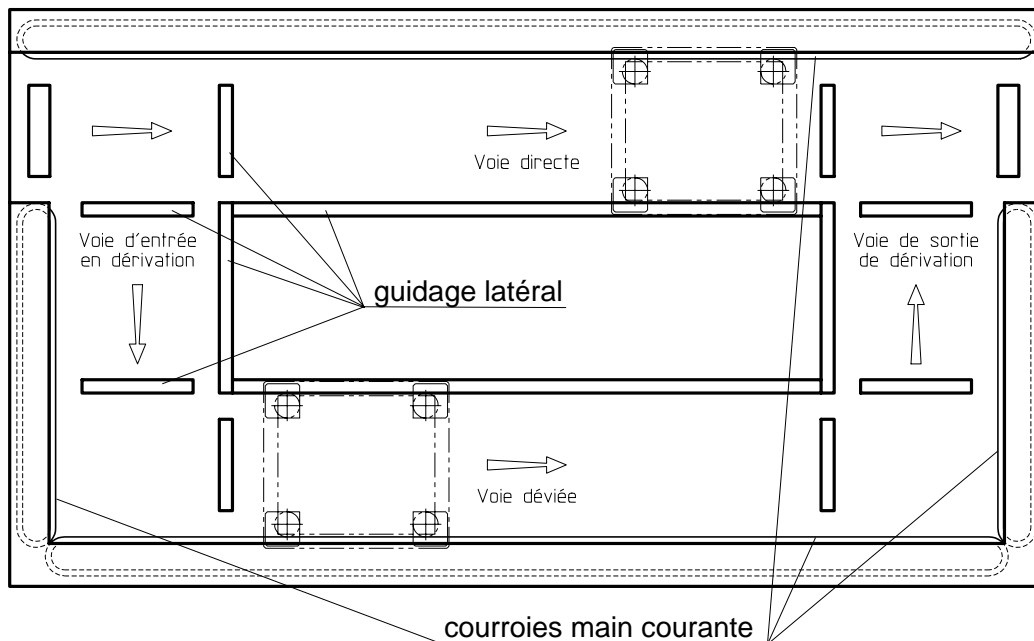
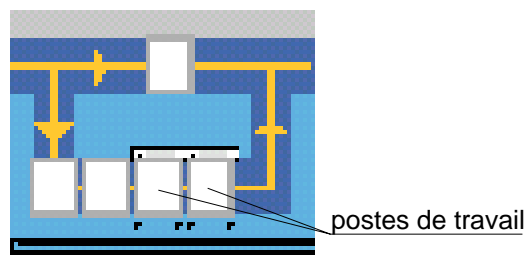
✎ **Question IV-342** préciser les outils nécessaires.

✎ **Question IV-343** compléter la perspective éclatée proposée par la représentation des pièces 5, 8, 9, 10, 11 et 13. Cette représentation de type notice de maintenance, sera faite à main levée, les proportions étant gardées autant que possible.

Les réponses sont à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

IV-4 Problème de la dérivation.

Le long du convoyeur sont disposés des "aiguillages" permettant de desservir les différents postes de travail.

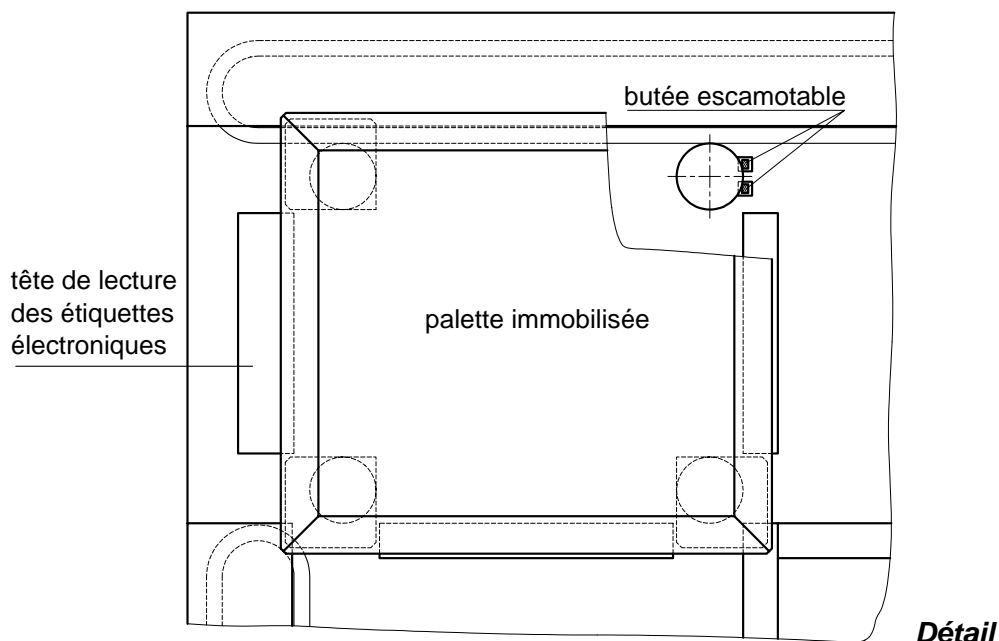


Vue de dessus simplifiée d'un module avec dérivation

Le déplacement "rectangulaire" d'une palette (par la voie déviée) est conforme au principe de base

- guidage par plan de roulement horizontal et rails de guidage, parallèles au déplacement ;
- entraînement par courroie-main courante, les quatre courroies sont entraînées par un unique moteur et un ensemble pignons, chaînes.

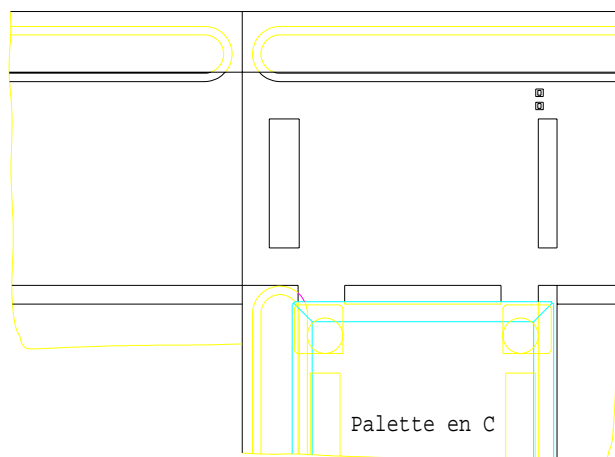
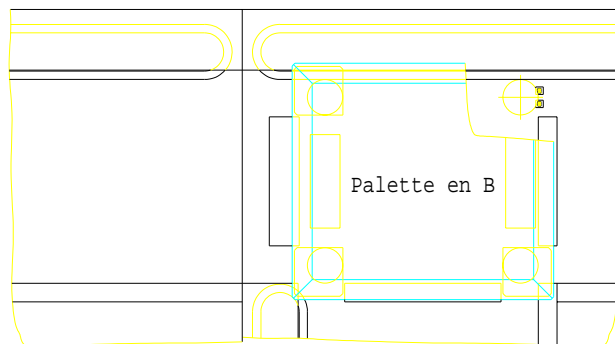
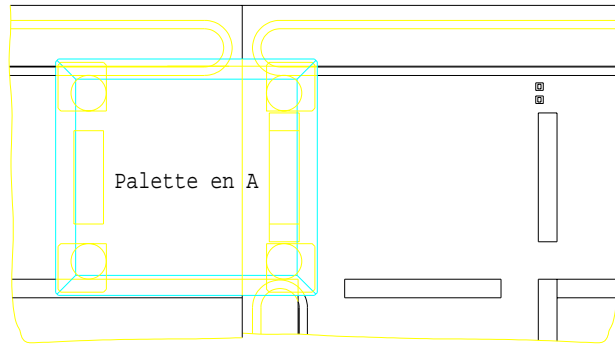
A l'entrée du module, la tête de lecture lit "à la volée" l'étiquette électronique portée par la palette. Si celle-ci doit être dirigée vers un poste de travail elle est alors immobilisée, sur la voie directe, par la levée, devant son "pied" avant gauche, d'une butée escamotable, animée par un vérin.



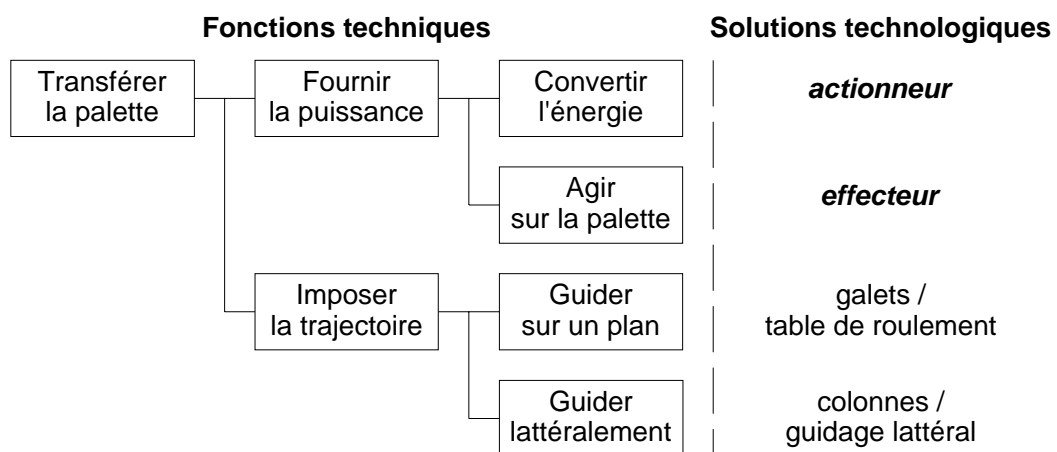
Détail

Il reste alors à la transférer dans la voie d'entrée en dérivation, passage de la situation B à la situation C.

Les trois situations de la palette ⇒



Le diagramme F.A.S.T. ci-dessous présente les fonctions techniques que doit satisfaire ce dispositif de transfert de palette :



Si pour la fonction technique **imposer la trajectoire** les solutions technologiques sont choisies, il faut définir des solutions technologiques pour la fonction **fournir la puissance à la palette**. La vitesse de déplacement est de l'ordre de 15 m/min et l'effort à fournir sur la palette de 5 N.

✎ **Question IV-41** Proposer différents types d'actionneurs utilisables dans une machine automatisée.

✎ **Question IV-42** Dans le cas d'un choix d'actionneur rotatif proposer plusieurs types de solutions permettant de transmettre la puissance à la palette.

✎ **Question IV-43** Toujours dans le cas d'un actionneur rotatif, illustrer la solution que vous jugez la plus pertinente, sous forme de **schémas de principe commentés**. Préciser les liaisons à mettre en place. Indiquer les capteurs qui pourront être utilisés pour réaliser cette chaîne fonctionnelle. Justifiez l'ensemble de vos choix.

Les réponses sont à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

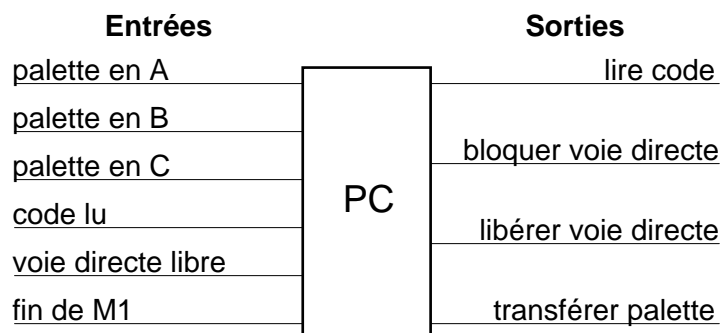
IV-44 Alimentation des postes

Lorsqu'une palette arrive sur un module automatique (palette en A) la lecture de son étiquette électronique est lancée :

- si le code lu indique une opération au poste concerné et si la voie déviée n'est pas saturée :
 - alors la voie directe est bloquée par la sortie de la butée escamotable ;
 - lorsque la palette arrive en butée (palette en B) la macro-étape M1 assurant le transfert de la palette est exécutée et simultanément la voie directe est libérée (rentrée de la butée escamotable) ;
 - lorsque la palette est complètement engagée sur la voie déviée (palette en C), le cycle recommence ;
- sinon elle traverse le module sans s'arrêter.

Hypothèses supplémentaires :

- on note "code lu indique une opération au poste automatique concerné" par "code lu = 1" et par "code lu = 0" le cas contraire ;
- on suppose que la macro-étape "Transférer une palette" inclut la remise en référence du dispositif de transfert après le transfert effectif de la palette en C ;
- on suppose aussi, qu'en cours d'exécution de ce cycle, les palettes en amont sont immobilisées par un dispositif qui n'est pas à prendre en compte dans cette étude.



✎ **Question IV-44** Construire un grafcet, point de vue système, de l'alimentation en palette des postes automatiques.

La réponse est à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

IV-5 Problème de l'indexage.

Lorsqu'une palette arrive à un poste de travail, elle doit être immobilisée et indexée.

En position indexée les quatre roulettes ne sont plus en contact avec le plan de roulement. Pour cela le plan de roulement est percé de quatre trous de diamètre judicieusement choisi.

IV-51 Etude de la mise en position.

Question IV-511 Préciser de quelle manière est réalisée la mise en position de la palette, en surlignant, sur les dessins réponses, les surfaces d'appui.

Question IV-512 Est-ce une mise en position isostatique ?

Les réponses sont à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

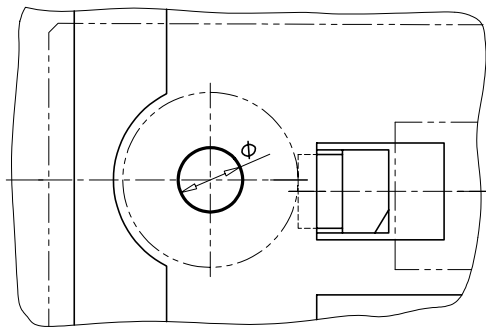
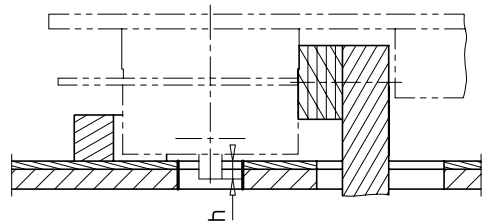
IV-52 Conséquence pour l'escamotage des galets.

Le dessin ci-contre est un "zoom" du dessin du poste d'indexage. La palette est en position indexée.

Question IV-52 Déterminer le diamètre minimal \varnothing d'un trou permettant de loger un galet de roulement, dans la position palette bridée.

Faire les hypothèses suivantes :

- les arrondis de la surface extérieure du roulement galet 9 sont de rayon négligeable ;
- l'orientation angulaire du galet étant indéterminée, l'axe du trou est choisi coaxial à la colonne pied ;
- l'entraxe entre la colonne pied et le support de galet est de 2,5 mm ;
- la profondeur h maxi de pénétration du galet est de 1 mm.



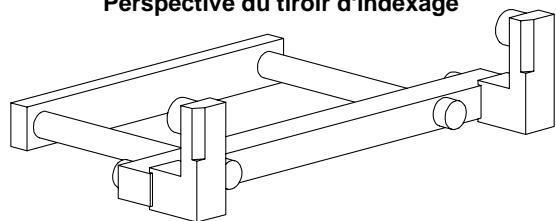
IV-53 Réalisation de l'indexage.

Il est rappelé qu'une pastille métallique est incluse sous le pied avant droit de la palette.

Description de l'indexage :

- lorsque le pied avant droit de la palette est à proximité du détecteur inductif **D2**, le vérin d'arrêt **VA** sort ;
- puis lorsque le pied avant droit est détecté par le détecteur inductif **D3**, le vérin d'indexage **VI** sort ;
- lorsque le détecteur inductif **D1** signale la sortie de la tige du vérin **VI**, la tâche **T** est lancée (à partir d'une étape de tâche) ;
- au retour de l'information fin de tâche : **FinT**, les deux vérins **VA** et **VI** rentrent ;
- le cycle de fonctionnement ne peut reprendre que **4 secondes** après le redémarrage de la palette.

Perspective du tiroir d'indexage



Question IV-53 Sachant que les vérins sont pilotés par des distributeurs bistables dont les commandes sont notées **VA+**, **VA-**, **VI+** et **VI-** (+ pour sortir la tige du vérin et - pour la rentrer), réaliser le grafcet, point de vue Partie Commande, du système d'indexage – désindexage.

La réponse est à porter sur le cahier de réponse fourni avec le sujet.

V- Respecter la sécurité.

V-1 Généralité

L'alimentation d'un système automatisé doit satisfaire aux exigences de sûreté des systèmes. Depuis la décision de l'ouverture des frontières européennes, un certain nombre de normes ont été harmonisées entre les différents pays de la communauté européenne (CEE). Des groupes de travail ont également élaboré des projets de normes européennes (prEN...), pour ensuite écrire les textes définitifs des normes européennes (EN...).

Dans le souci de respecter cette normalisation, notre machine d'assemblage est équipée d'un module de sécurité Préventa réf XPS-AL5110.

Les réponses sont à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

Question V-11 Quel est le but de l'harmonisation des normes entre les pays et la création des normes européennes ?

Question V-12 Le non-respect des règles de sûreté des systèmes automatisés peut occasionner des accidents du travail. A votre avis, quelles en sont les conséquences humaines, sociales, économiques ?

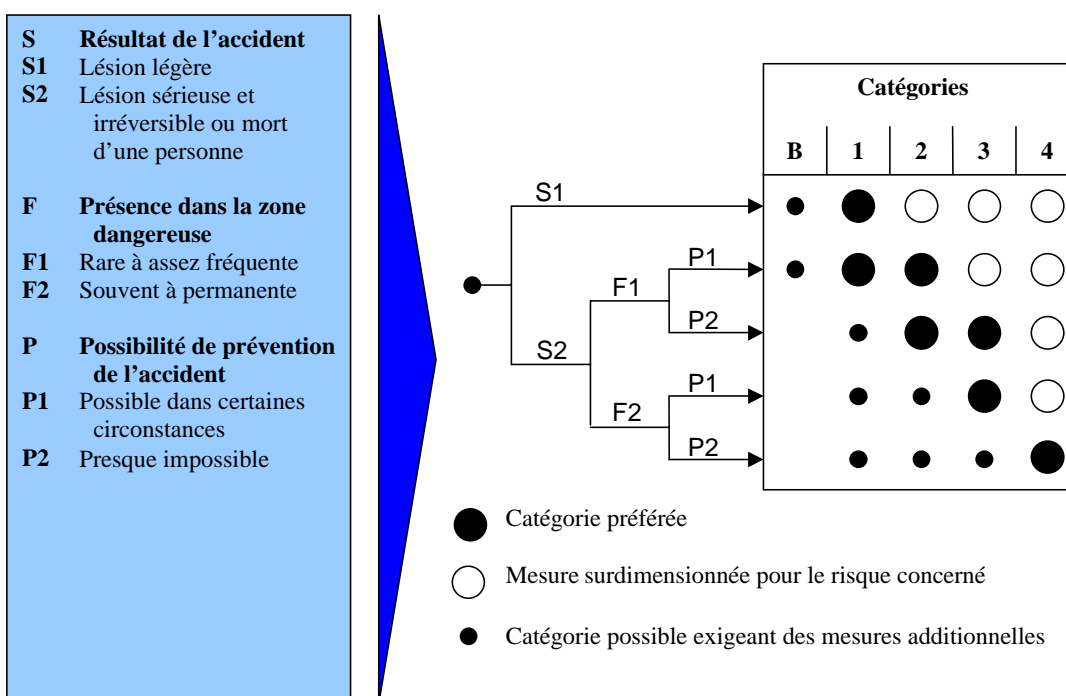
Question V-13 Sur une machine électromécanique, quelles sont les deux sources de danger qu'il est indispensable de considérer pour la sûreté des systèmes ? Expliciter les risques majeurs de chacune des sources.

Question V-14 Sachant qu'avec notre système, l'opérateur responsable de la machine est souvent présent dans la zone à risque et que le risque bien signalé peut entraîner des accidents graves, déterminer la catégorie de notre organe de sécurité en s'aidant du tableau ci-dessous.

Tableau des risques avec l'exigence de classe de sécurité

(tableau figurant en annexe de la norme prEN 945-1)

Démarche permettant de définir les niveaux de risque d'une machine, en fonction des facteurs préalablement estimés : S, F, P.



V-2 Etude du module de sécurité.

A l'aide de la documentation constructeur du module de sécurité, répondre aux questions suivantes :

🔍 **Question V-21** En fonction de la réponse précédente, justifier la référence du module de sécurité de notre système.

🔍 **Question V-22** Donner la tension d'alimentation de notre module de sécurité. Pourquoi prend-on cette valeur de tension pour le circuit de commande ?

🔍 **Question V-23** Quels sont les deux principaux concepts associés à la sûreté des systèmes automatisés ?

🔍 **Question V-24** Donner la définition de la fonction redondance assurée par un constituant pour les applications de sécurité.

🔍 **Question V-25** Donner la définition de la fonction d'autocontrôle assurée par un constituant pour les applications de sécurité.

Les réponses sont à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

V-3 Etude du schéma de branchement du module de sécurité.

A l'aide du schéma de branchement du module de sécurité fourni page suivante, schéma qui présente aussi la structure interne du module, répondre aux questions suivantes :

🔍 **Question V-31** Expliquer la raison de la présence des deux relais K1 et K2 assurant les mêmes fonctions.

🔍 **Question V-32** Le module de sécurité étant sous tension, expliquer la conséquence d'une brève impulsion sur le bouton poussoir S2. Dans quel état est alors le circuit de sécurité (ouvert ou fermé) ?

Que se passe-t-il si l'action sur le bouton poussoir S2 est un peu plus longue qu'une brève impulsion ?

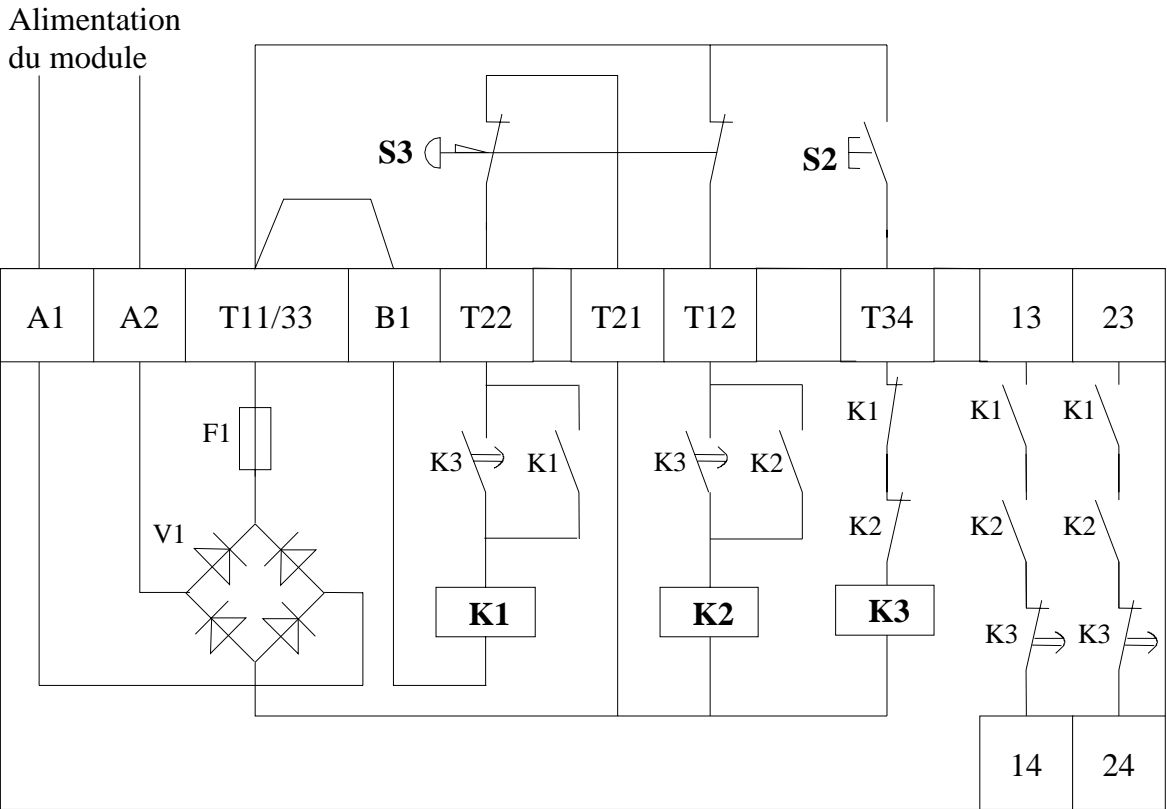
🔍 **Question V-33** Après l'enclenchement des relais K1 et K2, expliquer la réaction obtenue par le module de sécurité lors d'une impulsion sur le bouton poussoir S3. Dans quel état est alors le circuit de sécurité ?

🔍 **Question V-34** Si pour une raison interne au module tous les contacts du relais K1 restent bloqués, comment réagit le module de sécurité ?

🔍 **Question V-35** Si pour une raison externe les bornes T22 et T12 sont court-circuitées, comment réagit le module de sécurité ?

Les réponses sont à porter sur le cahier de réponses fourni avec le sujet.

Schéma de branchement du module de sécurité :



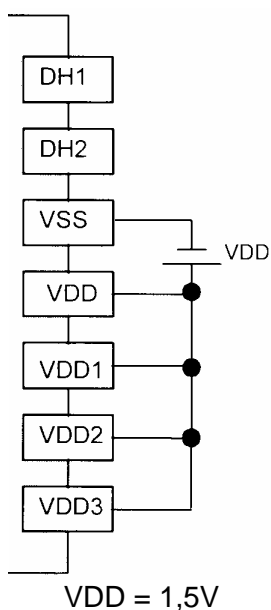
Annexe 1 Extraits du catalogue Winbond

Référence	ROM Type	ROM Mot	RAM	I/O Pins	LCD Driver	Tension	Vitesse MHz	Timer Compteur
W741C20X	Mask	2K	128	21	-	2,2~5,5	4	2
W741E20X	OTP	2K	128	21	-	2,4~5,5	4	2
W741C240	Mask	2K	64	13	24x4	2,2~5,5	1	1
W741C250	Mask	2K	128	21	24x4	2,2~5,5	4	2
W741L250	Mask	2K	128	21	24x4	1,2~1,8	1	2
W741C260	Mask	2K	128	21	32x4	2,2~5,5	4	2
W741L260	Mask	2K	128	21	32x4	1,2~1,8	1	2
W741E260	OTP	2K	128	21	32x4	2,4~5,5	4	2
W741C800	Mask	8K	1K	8	40x8	2,4~3,6	4	2

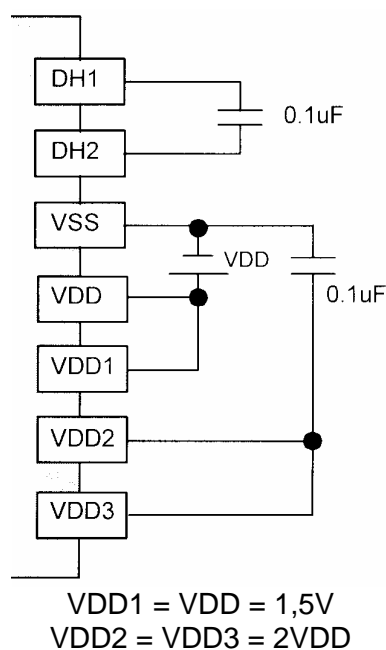
Micro-contrôleur	Caractéristique	Consommation typique		Unité
Type RC	IOP2	Fonctionnement normal	100	μ A
Type Cristal	IOP3	Fonctionnement normal	8,5	μ A
Type RC	IHM2	Mode stand by	60	μ A
Type Cristal	IHM3	Mode stand by	4,0	μ A

Choix des connexions en fonction du mode d'affichage

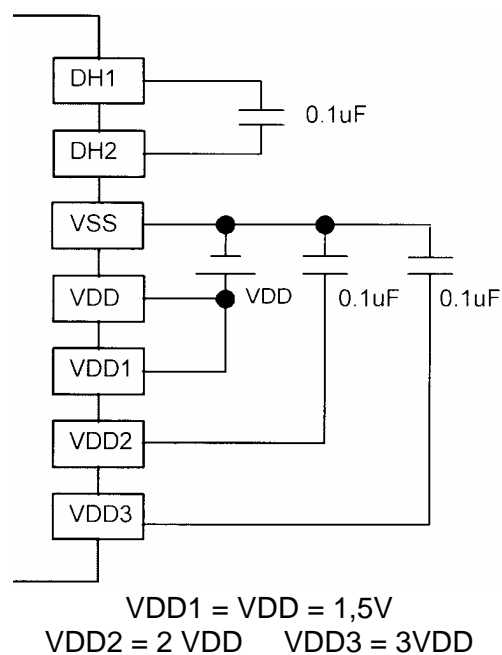
Mode statique



Mode 1/2 repos



Mode 1/3 repos



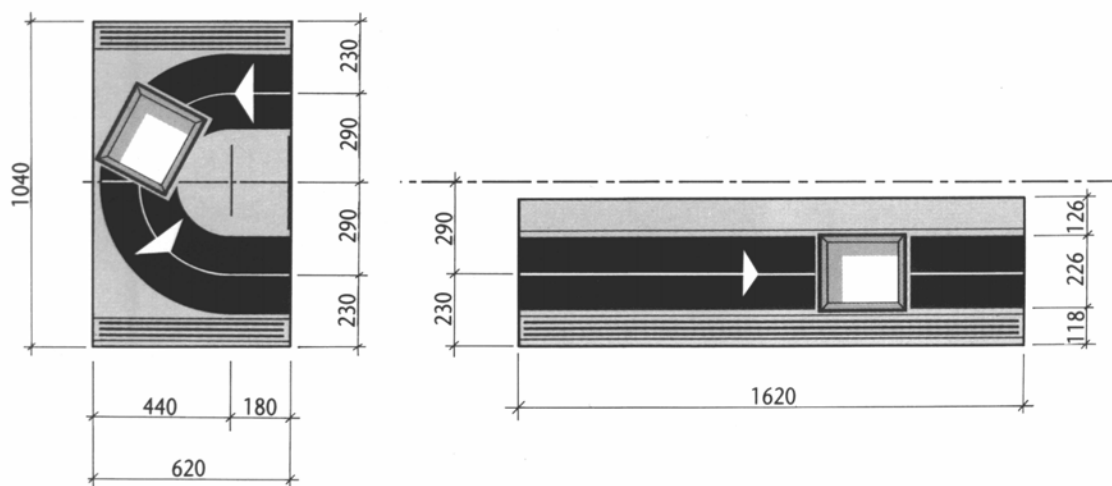
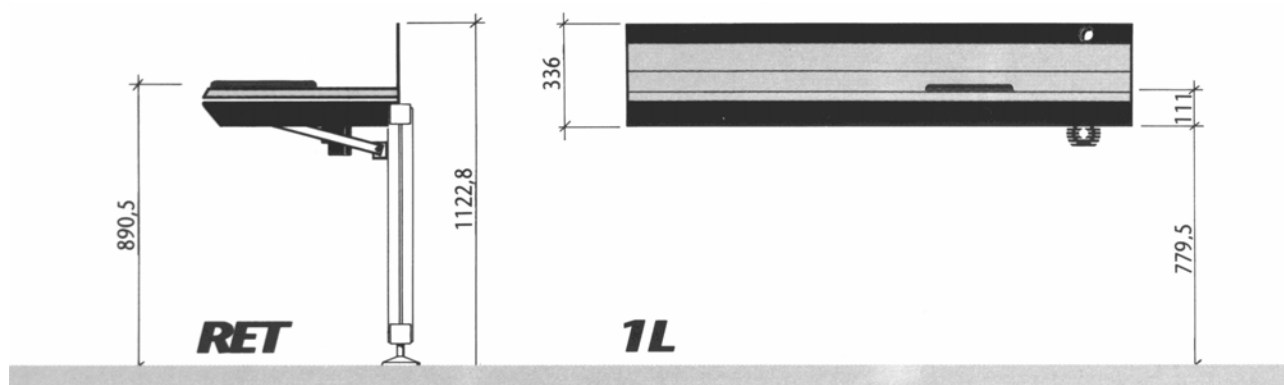
Annexe 2 Extraits du catalogue Prodel

Le système Prodel Technologie est composé de modules autonomes débrochables qui s'engagent de part et d'autre d'une structure centrale extensible.

Les modules se répartissent en

- modules de convoyage,
- modules automatiques destinés à recevoir des équipements spécifiques,
- modules manuels.

Modules de convoyage.



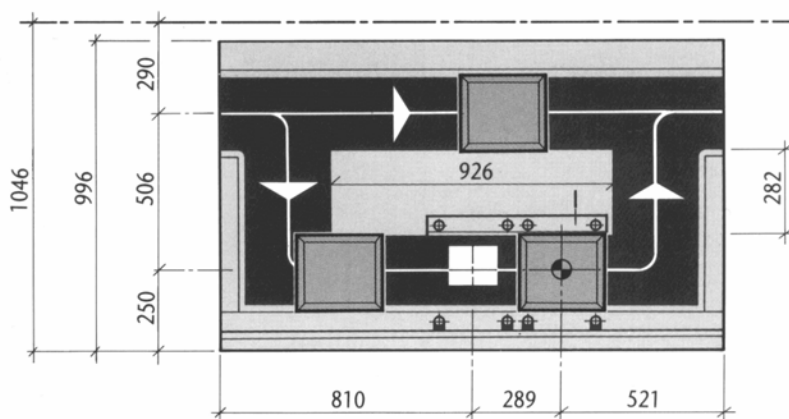
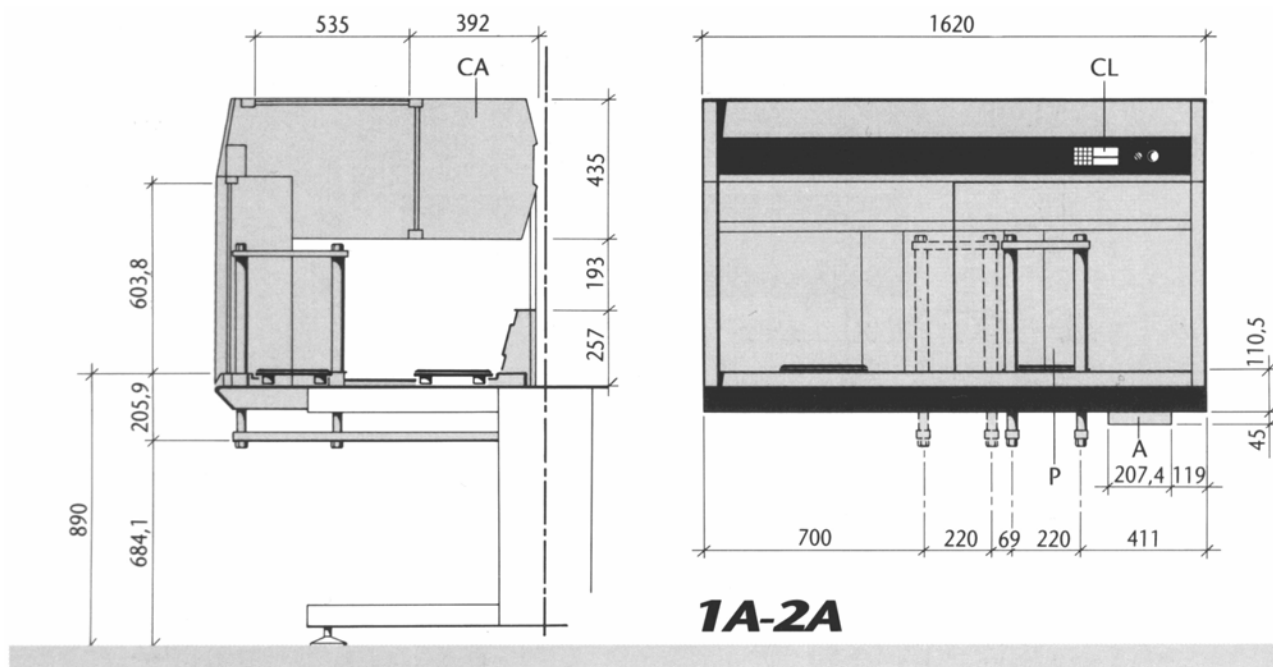
			RET	1L
Poids	Gewicht	Weight	40 kg	60 kg
Vitesse transfert	Transportgeschwindigkeit	Transfer speed	14,7 m/min	14,7 m/min
Motorisation	Antrieb	Motor rating	25 W	55 W
Consommation électrique	Stromverbrauch	Power usage	150 W	120 W
Consommation d'air	Luftverbrauch	Air consumption	0	0

Modules automatiques.

Les modules automatiques sont équipés de stations d'indexage des palettes destinées à recevoir les postes automatiques de la ligne d'assemblage.

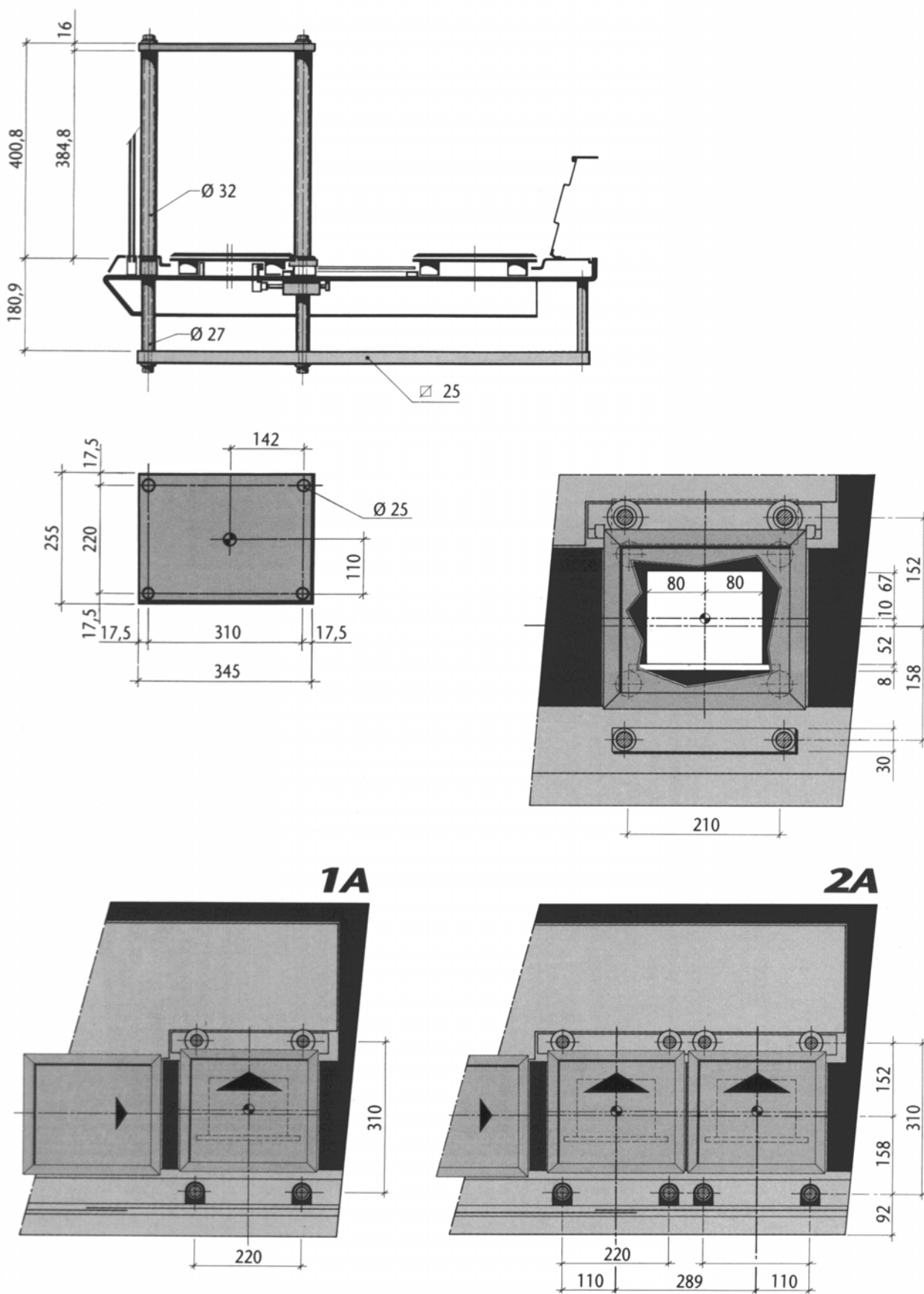
Ils sont référencés 1A ou 2A suivant qu'ils portent une ou deux stations d'indexage.

Encombrement.



Clavier afficheur	Tastatur/Display	Keypad/Display	CL
Poste automatique	Positionierstation	Automatic workstation	P
Asservissement	Steuerung	Controller	A
Indexeur	Positionierzylinder	Pallet locator	I
Caisson pour automate	Gehäuse für SPS	Control enclosure	CA
Poids	Gewicht	Weight	300 kg
Vitesse transfert	Transportgeschwindigkeit	Transfer speed	14,7 m/min
Motorisation	Antrieb	Motor rating	55 W
Consommation électrique	Stromverbrauch	Power usage	170 W
Consommation d'air (1A)	Luftverbrauch (1A)	Air consumption (1A)	0,36 l/cycle
Consommation d'air (2A)	Luftverbrauch (2A)	Air consumption (2A)	0,42 l/cycle

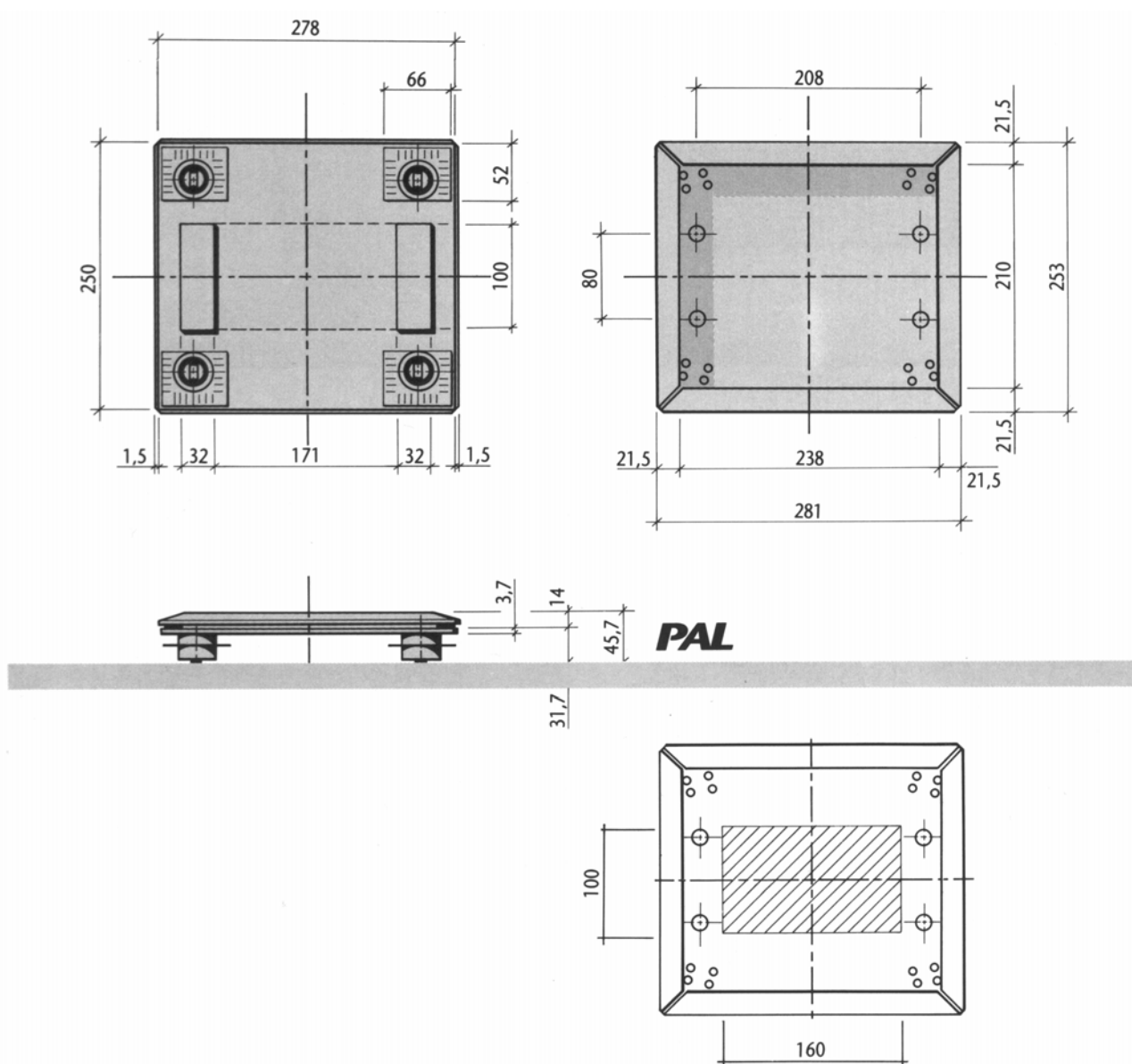
Détail d'un poste de travail.



Palette.

Les palettes porte-pièces intelligentes véhiculent le produit vers les différents postes de travail.

La mémoire, de type ferromagnétique, porte les informations nécessaires au routage de la palette et au processus d'assemblage du produit sur la ligne. Sa capacité (de 256-b à 4-Kb) détermine les performances du système. Sa lecture et son écriture se font par radio fréquence (600/800 kHz).



Taille palette	Größe des Werkstückträgers	Pallet size	250 x 280
Poids palette	Gewicht des Werkstückträgers	Pallet weight	2,5 kg
Poids transporté	Transportgewicht	Payload	8 kg
Codage mécanique	Mechanische Codierung	Mechanical pallet memory	6 bits
Codage électronique	Elektronische Codierung	Electronic pallet memory	64 x 8 bits
Ouverture possible	Mögliche Aussparung	Possible opening area	100 x 160
Position enclume	Position des Amboßes	Anvil position	100 x 160
Matière	Werkstoff	Material	XC 38

Prodel Technologie
60170 CARLEPONT

Annexe 3 Extraits du catalogue Télémécanique

Constituants pour applications de sécurité Modules de sécurité Preventa

Généralités.

Sûreté.

Les ateliers de production et les installations techniques des bâtiments font l'objet d'exigences croissantes en matière de sûreté.

Une bonne machine est une machine **sûre**, alliant :

- **la sécurité** : des personnes (machine ne présentant pas de danger) ;
- **la disponibilité** : de l'outil de production (machine en état de marche à tout instant).

La sûreté s'obtient :

- par l'optimisation simultanée de la sécurité et de la disponibilité ;
- par l'utilisation de principes de base : redondance, autocontrôle ;
- par la prise en considération de la fiabilité (défaillance orientant le comportement de la machine dans une position spécifiée, sécurité positive) ;
- par la maintenabilité.

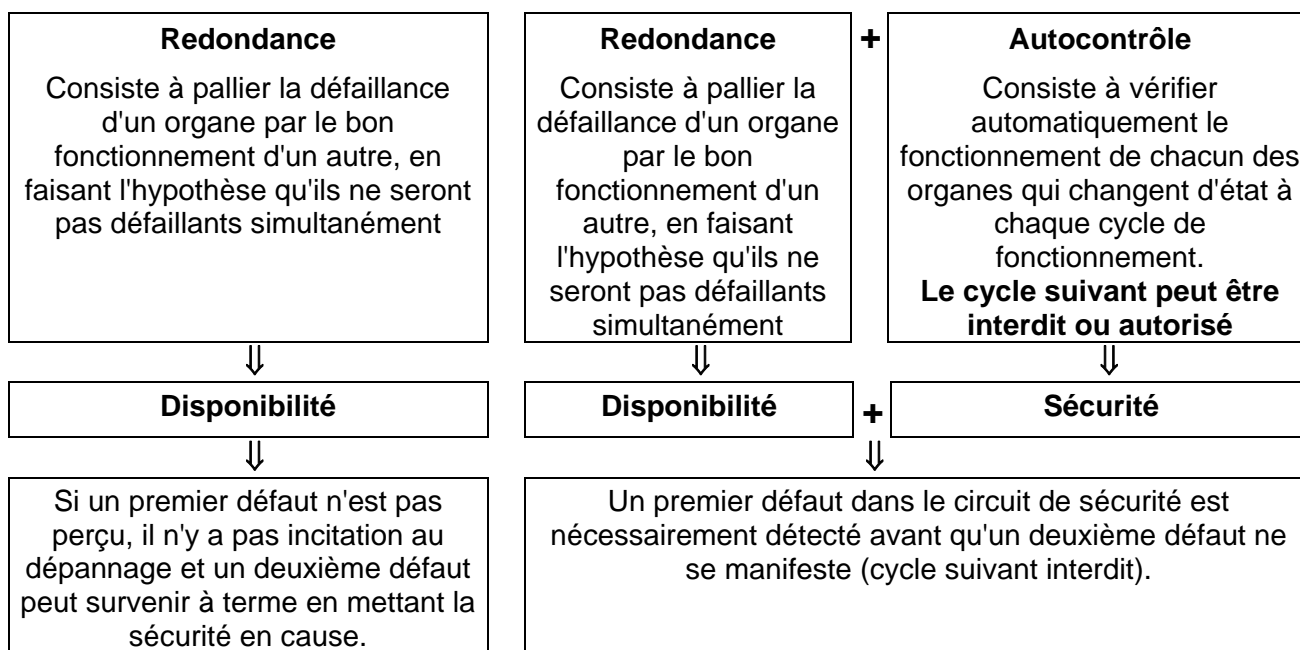
Sécurité et automatismes.

Toute zone dangereuse doit être identifiée et avoir un accès protégé et géré de façon sûre, c'est-à-dire que toute défaillance ou malveillance doit se traduire par une position non dangereuse de l'automatisme.

Il est à noter que l'utilisation de produits de sécurité ne rend pas obligatoirement la machine conforme à la directive machines.

Toutefois, c'est l'utilisation, le câblage, l'association et le schéma utilisé qui rendent l'ensemble de la machine sécuritive. Il est préférable de parler de solutions, plutôt que de produits de sécurité.

Principes de base.



L'emploi d'un module de sécurité Preventa redondant et autocontrôlé permet de construire un système de commande de catégorie 4 selon la norme EN 954-1 (parties des systèmes de commande relatives à la sécurité).

Définitions.

Fonction redondance.

Cette fonction est obtenue par l'intégration, lors de la conception, d'un doublage de circuits, en combinaison avec une fonction de contrôle qui n'autorise une action de commande que lorsque deux signaux de sortie au moins sont identiques.

Fonction d'autocontrôle.

Les modules de sécurité Preventa intègrent des relais à contacts liés mécaniquement à ouverture et fermeture.

De tels relais offrent la garantie que leurs contacts complémentaires à ouverture et fermeture restent en concordance.

La fonction d'autocontrôle est assurée en vérifiant le bon fonctionnement des relais à contacts liés sollicités dans le cycle en cours.

La solution pour détecter la défaillance d'un contact à fermeture d'un relais à contacts liés mécaniquement consiste à vérifier le bon fonctionnement de ses contacts à ouverture alors intégrés dans un circuit d'autocontrôle. Cette détection n'est rendue possible que par l'intégration de relais à contacts liés.

Modules XPS-AL, XPS-AX, XPS-AT.

Principe de fonctionnement.

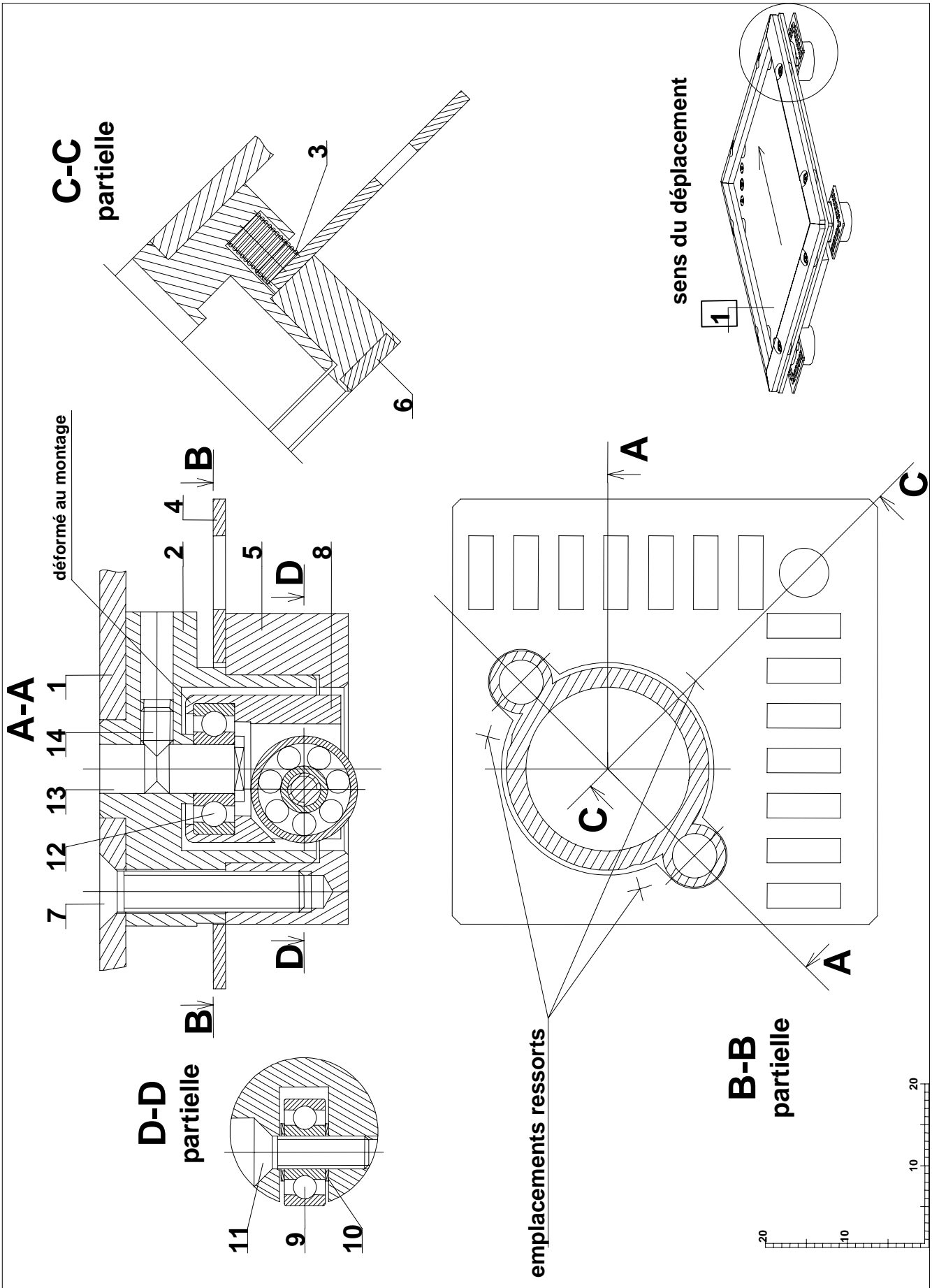
Les modules de sécurité Preventa XPS-A s'utilisent pour la surveillance des circuits d'Arrêt d'urgence selon les normes EN 418 et EN 60204-1 et répondent également aux exigences de sécurité pour la surveillance électrique des interrupteurs de position dans des dispositifs de protection. Ils assurent la protection de l'opérateur et de la machine, par l'arrêt immédiat du mouvement dangereux, après avoir reçu une commande d'arrêt par l'opérateur ou par la détection d'une erreur dans le circuit de sécurité lui-même.

Type de modules Catégorie maximale d'utilisation du produit (selon EN 954-1)		XPS-AL Catégorie 3	XPS-AX Catégorie 3	XPS-AT Catégories 4 (sorties à ouverture directe) Catégories 3 (sorties à ouverture retardée)
alimentation				
– tension	V	~ et =24, ~115, ~230	~ et =24	~ et =24, ~115, ~230
– limites de tensions		-10...+10% (24V) -15...+15% (115V) -15...+10% (230V)	-20...+10% (~24V) -20...+20% (=24V)	-20...+10% (24V) -15...+15% (115V) -15...+10% (230V)
– fréquence	Hz	50/60	50/60	50/60

Références.

désignation	nb de circuits de sécurité		sorties	alimentation	référence
	à ouverture directe	retardée	supplémentaires		
XPS-AL	2			~ et =24V	XPS-AL5110
	2			~115V	XPS-AL3410
	2			~230V	XPS-AL3720
XPS-AX	3		1	~ et =24V	XPS-AX5120
XPS-AT	3	2	1	~ et =24V	XPS-AT5110
	3	2	1	~115V	XPS-AT3410
	3	2	1	~230V	XPS-AT3710

Annexe 4 Pied de palette avant droit



Annexe 5 Dessin partiel d'un poste d'indexage

