

**Brevet de technicien Supérieur**  
**MAINTENANCE INDUSTRIELLE**

**Session 2008**

**Analyse fonctionnelle et structurelle**  
**(Epreuve E4 )**

**Durée 5h**

**Coefficient 3**

**AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE**

**Ce sujet contient 4 dossiers**

- **Présentation**
- **Questionnaire**
- **Documents réponses**
- **Dossier technique**

**Brevet de technicien Supérieur**

**MAINTENANCE INDUSTRIELLE**

**Session 2008**

**Analyse fonctionnelle et structurelle  
(Epreuve E4 )**

**Présentation**

**Ce dossier contient les documents PR 1/4 à PR 4/4**

## PRESENTATION

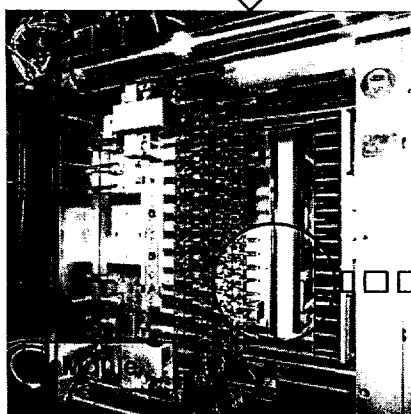
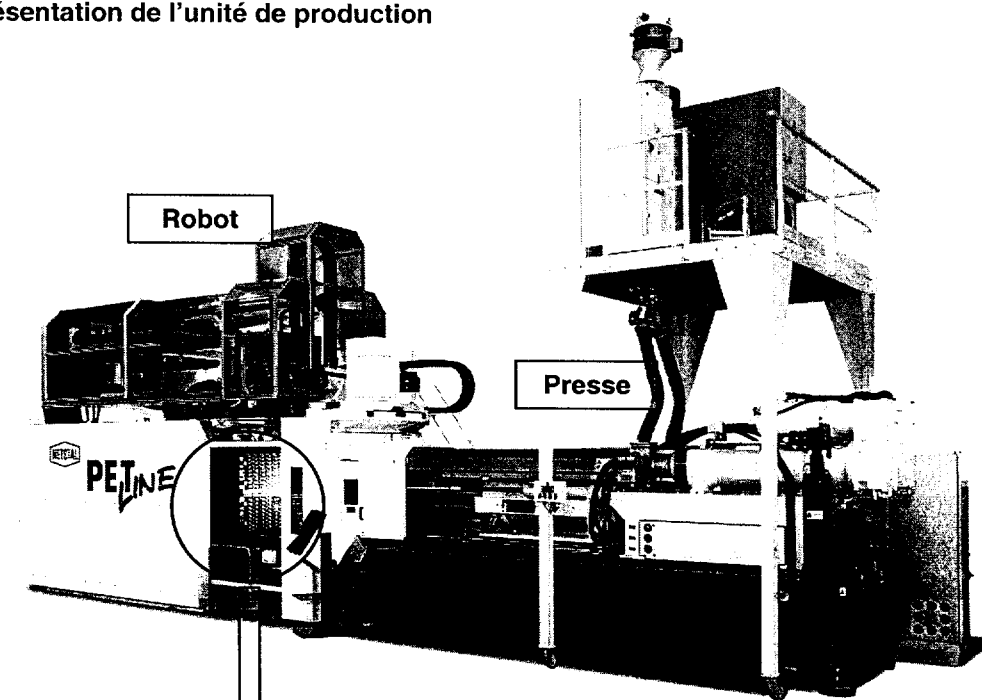
Le système automatisé étudié dans ce sujet est un robot qui prend en charge l'évacuation de pièces moulées sur une presse à injecter. Cette unité de production est utilisée pour le démoulage des préformes en PET (polyéthylène téréphthalique), destinées à la fabrication des bouteilles.

### Présentation de l'injection soufflage

Les bouteilles sont fabriquées selon le principe de l'injection – soufflage en deux temps :

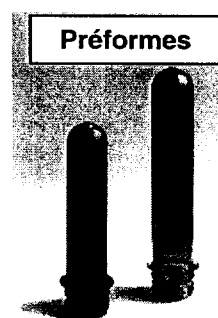
1. Injection : sur une presse à injecter, on réalise une préforme dont le col est définitivement fixé mais dont le corps, à l'état d'ébauche, ne représente que 10 % du volume final de la bouteille.
2. Soufflage : après transport sur le lieu de remplissage, on réchauffe la préforme, afin de ramollir le PET, avant de la gonfler à la forme voulue dans un moule creux.

### Présentation de l'unité de production



... les moules possèdent de 48 à 64 empreintes ...

A la sortie du moule les préformes sont encore trop fragiles pour être éjectées et tomber par gravité sur un tapis.. Un robot vient donc les prendre pour les déposer dans un poste de refroidissement avant d'être lâchées sur le tapis d'évacuation



... et les tailles des préformes dépendent du contenu final de la bouteille.

### Installation d'une nouvelle presse dans l'atelier de moulage de préformes :

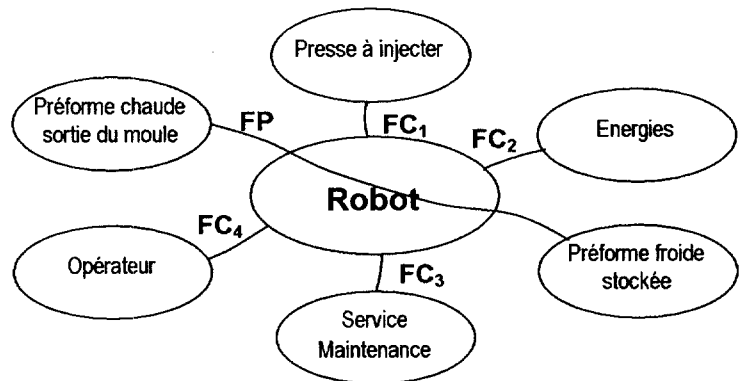
L'atelier de moulage de préformes comporte déjà trois presses à injecter, une quatrième machine doit être installée. Cette nouvelle presse, NETSTAL HP 3500 équipée d'un robot HEKUMA, est une machine d'occasion qui provient d'un autre site de fabrication du groupe. Elle est accompagnée d'un dossier machine et d'un historique des défaillances et des interventions.

## PRESENTATION GENERALE DU FONCTIONNEMENT DU ROBOT ( voir documents PR 3/4, DT1, DT4 )

Le robot, installé au-dessus du moule, permet de saisir les préformes à la sortie du moule alors qu'elles sont encore chaudes (et donc fragiles ) pour ensuite les refroidir avant de les évacuer en vue de leur stockage.

On peut situer le robot dans son environnement à l'aide du diagramme A.P.T.E. ci-dessous:

- FP** : Sortir les préformes du moule, les refroidir et les évacuer
- FC<sub>1</sub>** : S'adapter aux dimensions du moule et au cycle de la presse
- FC<sub>2</sub>** : Utiliser les énergies disponibles
- FC<sub>3</sub>** : Faciliter les opérations de maintenance
- FC<sub>4</sub>** : Permettre un dialogue avec l'opérateur



Il est composé des sous ensembles suivants :

### Bâti

L'ensemble du robot est supporté par une structure métallique, appelée châssis de base, qui surélève le robot pour enjamber le moule de la presse. Tous les sous-ensembles décrits ci-dessous sont fixés sur la structure du bâti.

### Axe vertical

L'axe vertical est une unité de manipulation pour le démoulage automatique de préformes dans la presse à injecter. Il transfère les préformes de la sortie du moule à l'axe horizontal. Il est composé d'un plateau de prélèvement monté sur une glissière verticale.

Le plateau de prélèvement, entraîné par une courroie et un servomoteur  $M_1$ , descend verticalement dans le moule ouvert, reçoit les préformes (éjectées du moule) à l'aide de douilles de prélèvement où elles sont maintenues par aspiration et remonte dans sa position de repos le temps de refroidissement nécessaire.

### Axe horizontal

L'axe horizontal reçoit les préformes du robot vertical et les transfère aux postes de refroidissement. Il est composé d'un axe linéaire Nadella assurant le guidage en translation et d'un chariot avec manipulateur basculant.

Le chariot, fixé sur l'axe linéaire commandé par un servomoteur  $M_2$ , entraîne le manipulateur basculant en translation/bâti. Ce dernier est lui-même composé d'un châssis, entraîné en rotation/chariot par le vérin  $V_1$ , et d'un plateau de dégagement déplacé en translation/châssis par les deux vérins  $V_2$ .

La préhension des préformes est assurée par des buses d'aspiration fixées sur le plateau.

### Poste de refroidissement

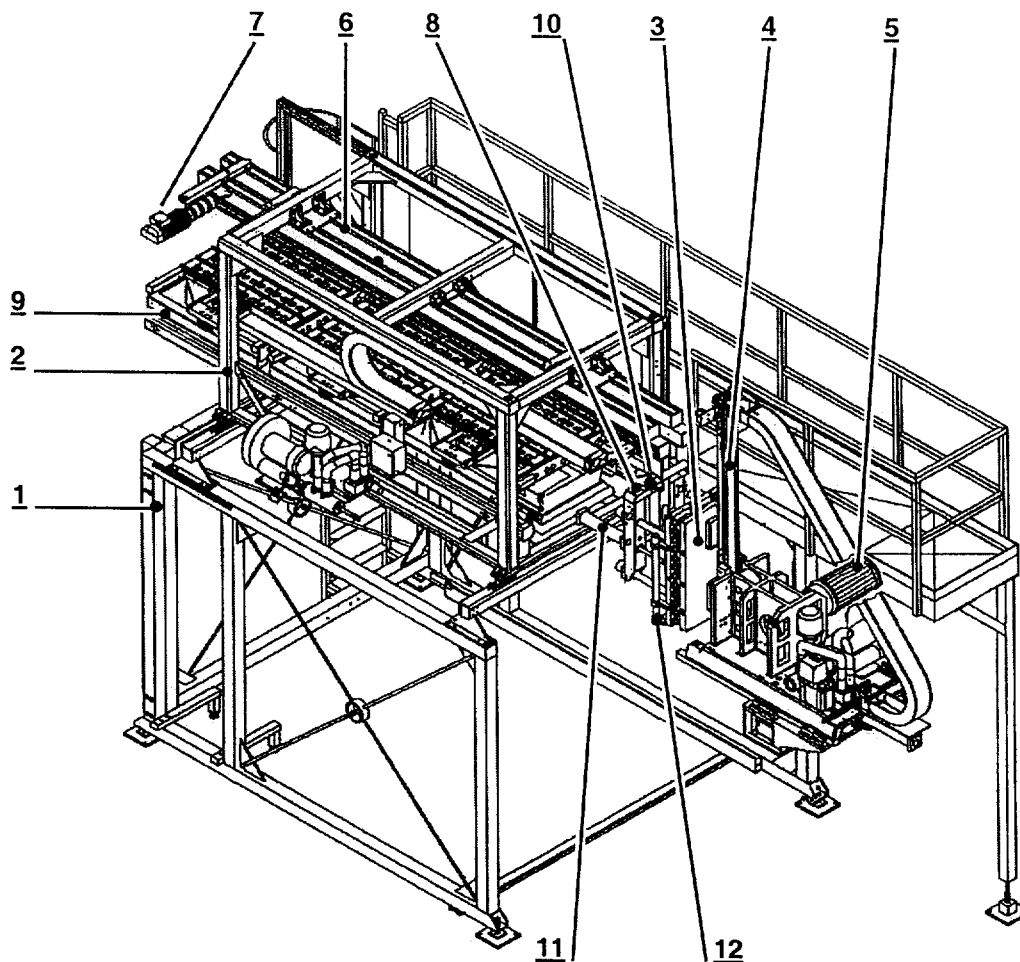
Les trois postes de refroidissement ont pour but de laisser refroidir les préformes avant leur évacuation vers le tapis. Ils sont utilisés successivement pour que le temps de refroidissement se prolonge sur 3 cycles de la presse à injecter.

Après son déplacement vers la gauche, le plateau de dégagement, actionné par les vérins  $V_2$ , descend pour déposer les préformes dans le poste de refroidissement. Chaque poste étant composé de deux mâchoires, actionnées par des vérins, dans lequel circule de l'eau refroidie. Les préformes sont maintenues entre les deux mâchoires refroidies avant d'être évacuées vers le tapis roulant, par gravité, à l'ouverture des mâchoires.

### Tapis roulant

Le convoyeur évacue les préformes vers une zone de stockage avant son transport au poste d'emballage.

# ROBOT HEKUMA PET



12	Plateau de dégagement	Axe horizontal
11	2 Vérins V2	Axe horizontal
10	Vérins V1	Axe horizontal
9	Tapis roulant	Tapis roulant
8	Manipulateur basculant	Axe horizontal
7	Servomoteur M2	Axe horizontal
6	Axe linéaire Nadella	Axe horizontal
5	Servomoteur M1	Axe vertical
4	Glissière verticale	Axe vertical
3	Plateau de prélèvement	Axe vertical
2	Structure du bâti	Bâti
1	Châssis de base	Bâti
Rep	Désignation	Sous-ensemble

## PROBLEMATIQUE DE MAINTENANCE

L'étude qui va suivre a pour objectif d'augmenter la productivité en répondant aux deux points suivants :

### Réduction du temps de cycle de production :

Actuellement le cycle de production de 48 préformes (petits modèles) est de 12 s. La direction de la société s'est fixée pour objectif de ramener ce temps de cycle proche de 10 s, soit un gain d'environ 2 s. Les courses des différents mouvements ne pouvant être réduites (conception de la machine), les paramètres de ces mouvements, vitesses et accélérations seront modifiés.

L'entreprise ne possédant pas de service méthode, c'est au service maintenance que la faisabilité de cette opération a été confiée en vérifiant que les différents éléments de la chaîne fonctionnelle sont capables de résister à de tels changements.

Après analyse des différents temps de cycle, le responsable du service maintenance décide de les modifier de la façon suivante :

- réduction de 1,2 seconde sur l'axe horizontal
- réduction de 0,75 seconde sur l'axe vertical

### Amélioration de la fiabilité

L'historique des défaillances et des interventions de cette nouvelle unité de production met en évidence trois grandes causes de pertes de production :

- Après leur transfert sur le plateau de dégagement de l'axe horizontal quelques préformes sont lâchées lors du basculement du plateau. Ce dysfonctionnement peut engendrer un arrêt de production important pour évacuer ces préformes : c'est le manque d'amortissement en fin de course de basculement du plateau qui en est la cause.
- Lors de la remontée du plateau de prélèvement de l'axe vertical, des sauts de dents de la courroie d'entraînement, au niveau de la poulie motrice, ont provoqué un décalage de ce plateau. Les dégâts peuvent être importants et la remise en état de la fonction nécessite un arrêt de production important pour recalibrer la position de ce plateau par rapport au moule : c'est la mauvaise tension de la courroie qui est la principale cause de cette défaillance.
- La rupture des vis de fixation de l'équerre du vérin V1 qui actionne le basculement du plateau de dégagement sur l'axe horizontal a nécessité un arrêt de plusieurs jours pour remettre en état le robot : c'est le mauvais dimensionnement des éléments de fixations qui est remis en cause.