



(12) **DEMANDE DE BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT APPLICATION**

(13) **A1**

(22) Date de dépôt/Filing Date: 2020/01/16

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2021/07/16

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B23Q 41/04* (2006.01),
B23P 21/00 (2006.01), *B23Q 41/02* (2006.01),
B25J 9/18 (2006.01)

(71) Demandeur/Applicant:
BADESCU, PAUL, CA

(72) Inventeur/Inventor:
BADESCU, PAUL, CA

(74) Agent: NA

(54) Titre : SYSTEME DE CONTROLE INNOVANT A PROCESSEUR UNIQUE, POUR UNE CELLULE ROBOTISEE
FABRIQUANT DES MOULURES DE PORTES INTERIEURES

(54) Title: INNOVATIVE SINGLE-PROCESSOR CONTROL SYSTEM FOR A ROBOTICIZED CELL MANUFACTURING
MOULDING FOR INTERIOR DOORS

(57) Abrégé/Abstract:

Après plusieurs visites dans les usines de fabrication de portes intérieures, nous avons constaté que la technologie de fabrication pouvait être améliorée. Notre concentration s'est portée sur la fabrication de moulures sur la façade des portes intérieures, où nous avons trouvé différents points d'amélioration. Ainsi, nous avons cherché des solutions pour augmenter la vitesse de fabrication, augmenter la précision d'exécution, emballer et stocker dans des appareils faciles à manipuler, afin de faciliter le transfert vers les camions de distribution. Ainsi, nous avons construit un système robotique automatique composé de 2 robots industriels, une machine de découpe et plusieurs dispositifs de transfert. La matière première est arrangée dans des palettes spéciales, pour être stockée dans un stockage relativement grand. Depuis le stockage, les palettes arrivent au dispositif de transfert, via le robot de palettisation. Le dispositif de transfert, complètement nouveau, fournit à la machine de moulage un système électropneumatique automatique. Une fois coupées aux dimensions requises, les moulures de porte atteignent la machine d'emballage, par paires, à l'aide du robot de transfert. Les colis emballés par la machine à emballer contiennent des ensembles complets pour une porte et d'un côté et de l'autre, c'est-à-dire 6 pièces, coupées aux dimensions appropriées. Une fois emballé, le même robot de transfert place les emballages dans des chariots spéciaux eux-mêmes, qui seront dirigés vers les points de transfert dans les camions de distribution. L'ensemble du système ne contient que 19 axes à commande numérique, ce qui nous permet d'utiliser un seul processeur pour l'ensemble du système, y compris les deux robots. Ceci est une nouveauté car les lois de mouvement pour 6 et 5 axes de chaque robot seront commandées et contrôlées par le même processeur unique, sans avoir besoin d'un processeur pour chaque robot.



ABREGE

Après plusieurs visites dans les usines de fabrication de portes intérieures, nous avons constaté que la technologie de fabrication pouvait être améliorée. Notre concentration s'est portée sur la fabrication de moulures sur la façade des portes intérieures, où nous avons trouvé différents points d'amélioration. Ainsi, nous avons cherché des solutions pour augmenter la vitesse de fabrication, augmenter la précision d'exécution, emballer et stocker dans des appareils faciles à manipuler, afin de faciliter le transfert vers les camions de distribution.

Ainsi, nous avons construit un système robotique automatique composé de 2 robots industriels, une machine de découpe et plusieurs dispositifs de transfert. La matière première est arrangée dans des palettes spéciales, pour être stockée dans un stockage relativement grand. Depuis le stockage, les palettes arrivent au dispositif de transfert, via le robot de palettisation. Le dispositif de transfert, complètement nouveau, fournit à la machine de moulage un système électropneumatique automatique. Une fois coupées aux dimensions requises, les moulures de porte atteignent la machine d'emballage, par paires, à l'aide du robot de transfert. Les colis emballés par la machine à emballer contiennent des ensembles complets pour une porte et d'un côté et de l'autre, c'est-à-dire 6 pièces, coupées aux dimensions appropriées. Une fois emballé, le même robot de transfert place les emballages dans des chariots spéciaux eux-mêmes, qui seront dirigés vers les points de transfert dans les camions de distribution. L'ensemble du système ne contient que 19 axes à commande numérique, ce qui nous permet d'utiliser un seul processeur pour l'ensemble du système, y compris les deux robots. Ceci est une nouveauté car les lois de mouvement pour 6 et 5 axes de chaque robot seront commandées et contrôlées par le même processeur unique, sans avoir besoin d'un processeur pour chaque robot.

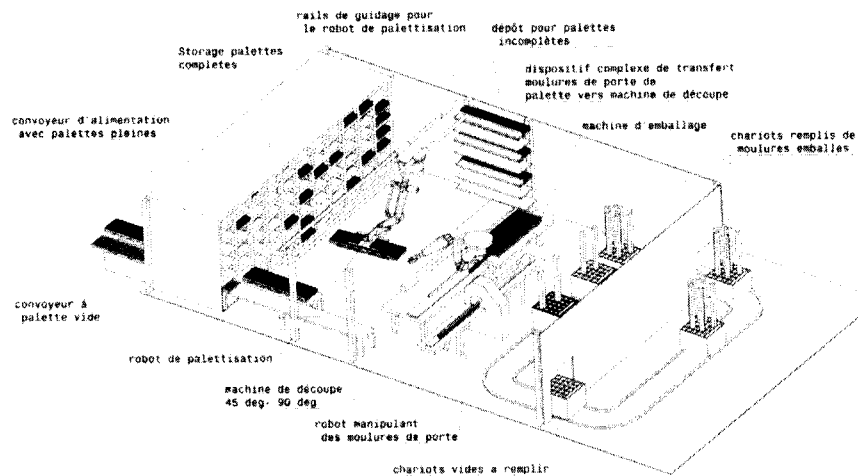
Système de contrôle innovant à processeur unique, pour une cellule robotisée fabriquant des moulures de portes intérieures

Ce système innovant a été créé à la suite de plusieurs études, tests, tests et analyses dans des usines de fabrication de portes intérieures au Québec. Les études ont été demandées par certains fabricants, en raison des problèmes posés par la technologie actuelle, liés à:

- l'impossibilité de fournir à temps, la quantité de moules de porte nécessaires à la production;
- le grand nombre de rejets;
- erreurs d'angle de 45 degrés, dues au placement et à la fixation erronés dans les dispositifs de coupe;
- erreurs de dimensionnement dues au pliage de cadres de porte de grande longueur;
- difficultés d'emballage, les 6 unités étant de taille variable;

Le système robotique se compose de plusieurs sous-ensembles (fig. 1):

1. système de stockage de palettes;
2. convoyeur pour remplir et déplacer des palettes;
3. Robot de palettisation 6 axes;
4. Système de transfert de palettes robotisées - zone de stockage;
5. dispositif de transfert pour moulures de porte;
6. zone de palette semi-remplie;
7. machine de découpe;
8. Robot de manutention;
9. Machine d'emballage;
10. chariots avec des moules emballés;
11. convoyeur pour le transport de palettes vides;



Cellule de fabrication automatique - moulures de porte

Fig. 1 Vue d'ensemble

Le mode de fonctionnement du système est décrit ci-dessous. Derrière le stockage des palettes pleines, les palettes vides sont remplies de moulures de porte. Chaque palette pleine est transportée par le convoyeur jusqu'au point de collecte. La palette est spécialement conçue pour pouvoir y stocker différents types de moules de porte. Il est doté de plusieurs systèmes mécaniques pour permettre les 2 fonctions de l'effecteur terminal du robot de palettisation : a) la fonction de saisir et de libérer la palette et b) la fonction de transfert de palette, du robot au stockage.

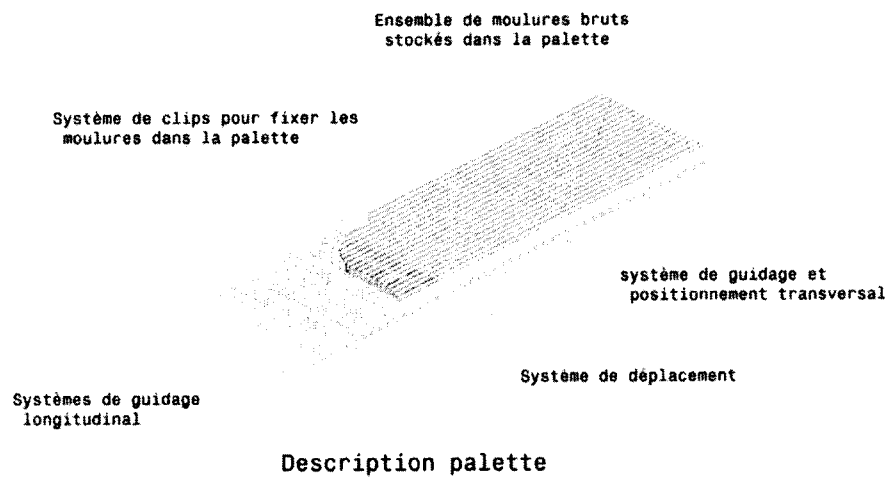


Fig. 2 Palette

Dans le point de collecte, le robot de palettisation saisit la palette et la dépose dans la cellule vide du magasin de palettes. Le système de transfert de palettes est situé dans l'EE (effecteur final) du robot de palettisation. Il transfère les palettes, du robot au stockage, mais inversement, du stockage au robot. EE assure les fonctions suivantes:

- a) la fonction de saisir et de libérer la palette. Celui-ci est réalisé avec des dispositifs pneumatiques et permet de retirer la palette du convoyeur d'alimentation ou du dispositif de transfert et de bloquer la palette pour le transport aérien par le robot de palettisation. En même temps, il permet de libérer la palette dans les endroits destinés au stockage.
- b) la fonction de transfert de palette, du robot au stockage, est réalisée avec un système mécanique complexe de leviers et moteurs électriques et pneumatiques. Le rôle de cette fonction est d'assurer un transfert correct du robot vers le compartiment correspondant dans le stockage. Le déplacement se fait avec des rouleaux de transfert actionnés par des moteurs électriques et dans un sens et dans l'autre, comme sur les figures présentées dans la description.

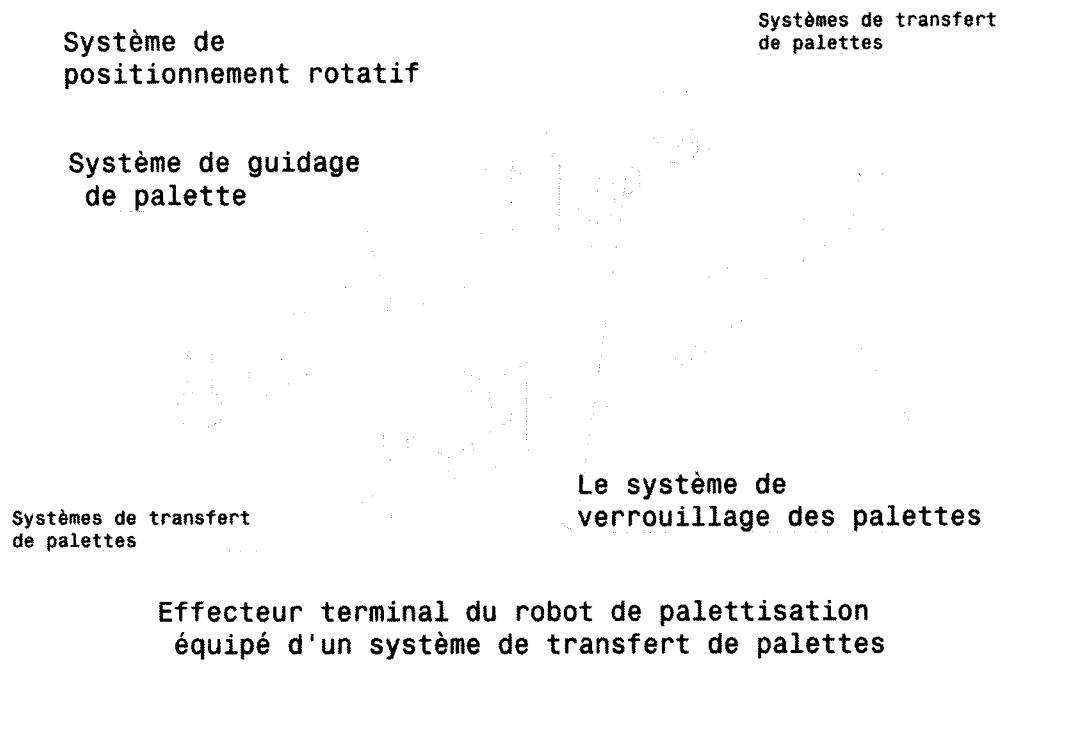
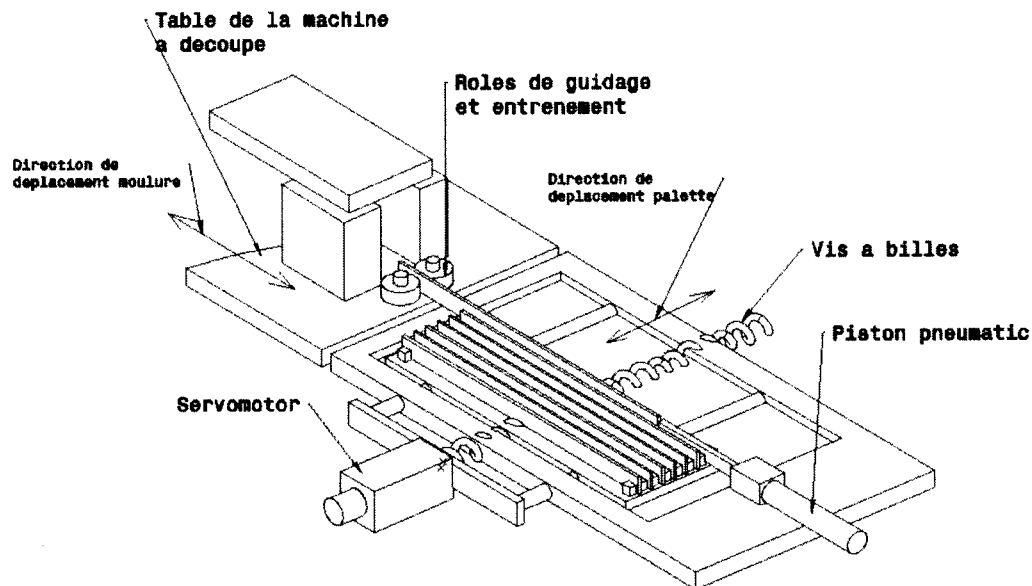


Fig. 3. Effecteur terminal

Le robot de palettisation a 4 rôles:

1. remplir le stockage de palettes pleines;
2. alimentation par palette du dispositif de transfert de moule de porte situé sur la table de la machine de découpe;
3. approvisionnement en palettes de la zone de transit;
4. retirer les palettes vides en les plaçant sur le convoyeur de sortie;

Une fois le stockage terminé, le robot de palettisation place des palettes pleines dans le dispositif de transfert. Ici, chaque moulure est poussée dans la machine de découpe pour être coupé à la taille et à l'angle requis. Le dispositif de transfert comprend est décrit dans la figure 2:

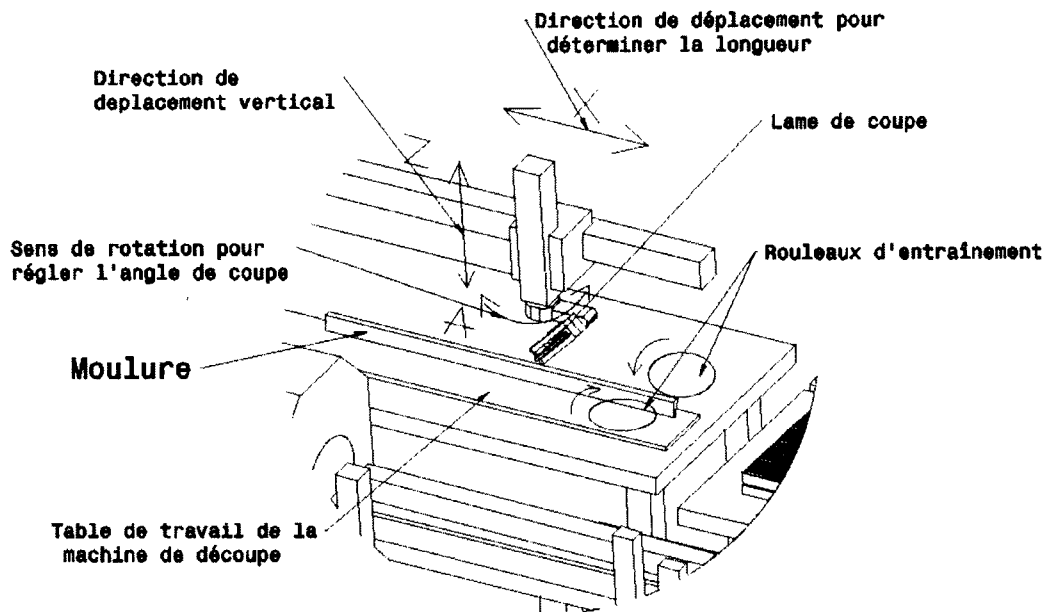


le système de transfert de moulure de la palette
à la machine de découpe

Fig. 4. Dispositif de transfert

Lorsque les palettes sont complètement vides de moulures, le robot de palettisation les prend et les place sur le convoyeur de sortie. Il les transporte hors de la zone de travail, à des fins de stockage ou de recharge.

La machine de découpe se compose de 3 axes à commande numérique et d'un axe de rotation de 0 à 45 degrés ou 0 moins 45 degrés. Les 3 axes à commande numérique sont linéaires et ont un rôle dans la détermination des dimensions exactes des éléments de coupe. La tête de coupe effectue les deux coupes, aux deux extrémités, afin d'éviter les erreurs de positionnement. Il est capable de couper à des vitesses très élevées, réussissant à couper jusqu'à 20 moules de porte par minute. La tête de coupe est munie d'une lame de coupe de finition, avec 40 dents de coupe et un diamètre de 9 pouces.



Machine a decoupe +/- 45 deg et 0/ 90 deg

Fig. 5 Machine a découpe

Comme les moulures de porte sont coupées aux dimensions appropriées, le robot suspendu au plafond en 5 axes, saisit chaque moule coupé et le dépose sur la table de la machine d'emballage.

Le placement des moulures sur la table de la machine de découpe se fait afin d'obtenir un emballage uniforme, en superposant les 6 moules de porte, qui font partie d'un ensemble.

Une fois l'ensemble terminé, il est ordonné de démarrer la machine à emballer, qui recouvre l'ensemble avec une feuille de protection.

Une fois sorti de la machine, ce colis se voit attribuer une étiquette d'identification. Le même robot de manutention scanne l'étiquette, attrape l'emballage et le stocke dans le chariot approprié.

Les chariots qui reçoivent les colis de moulures, sont équipés de plusieurs compartiments, chaque compartiment se voyant attribuer un colis.

Lorsque tous les compartiments du chariot sont pleins, le chariot se déplace le long des voies ferrées, vers les camions de chantier en attente de chargement.

Chaque colis est chargé dans le camion à côté de la porte pour être assemblé.

La cellule entière est contrôlée par un contrôleur de mouvement unique, qui a un seul processeur. Toutes les lois de mouvement pour les 19 axes, regroupées en assemblages préalablement définis, sont réalisées en temps réel par le même processeur unique. Cette architecture originale, notre conception est unique et présente plusieurs avantages.

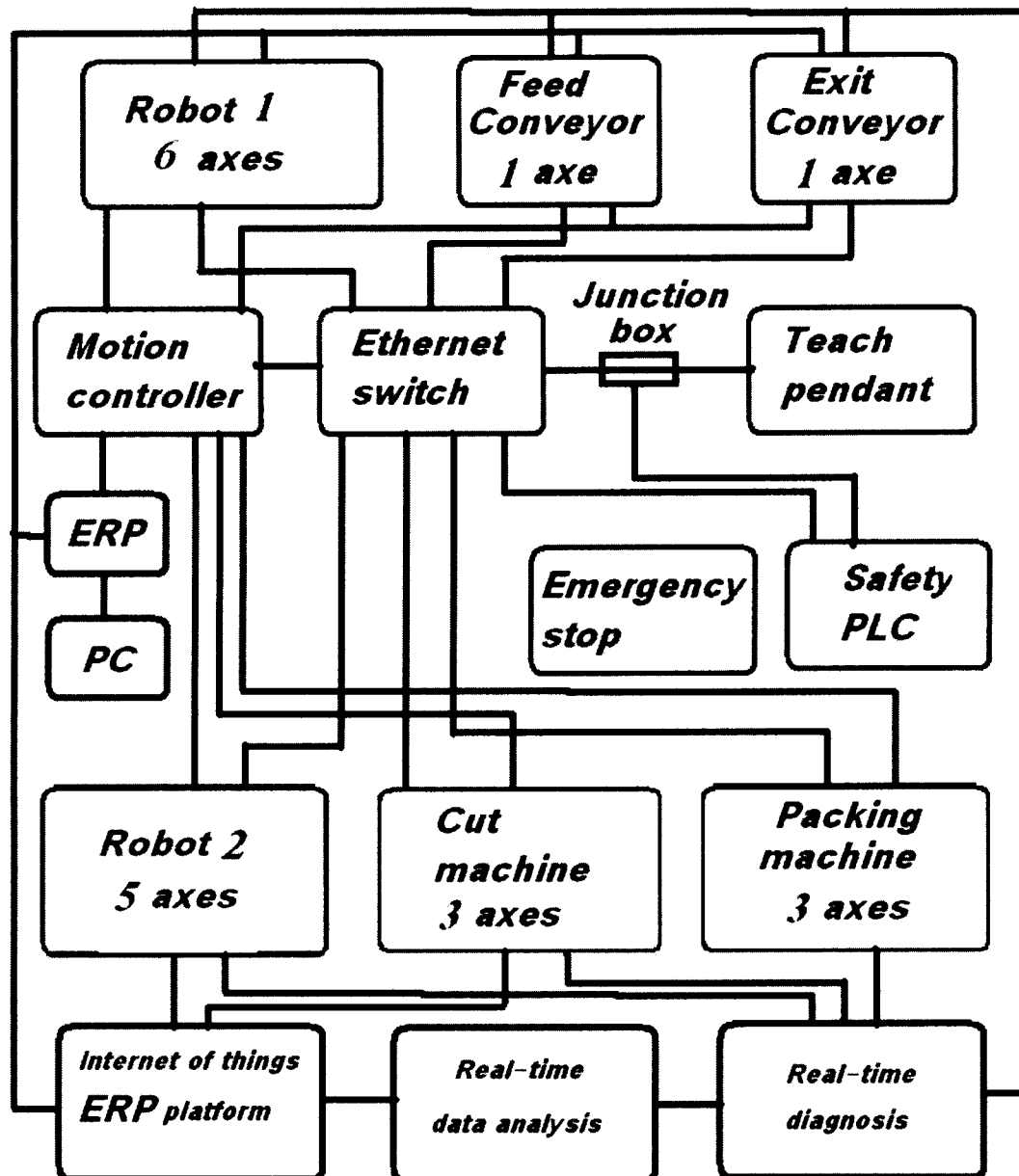


Fig. 6 Architecture software du système

Suite aux développements expérimentaux concernant la configuration des cellules robotisées flexibles, nous avons conclu que l'utilisation de l'architecture de monoprocesseur entraînait une réduction des coûts matériels de près de 26% et une réduction du volume de calcul d'environ 19%. En plus de ça il offre plusieurs avantages :

1. stabilisation du système ERP lors de la communication avec des cellules de fabrication flexibles. Dans le passé, des retards de communication perturbent le fonctionnement des cellules robotisées
2. amélioration de 12% les systèmes de communication entre machines en créant de nouvelles fonctions de traitement de l'information reçues de capteurs et en affichant les résultats dans un nouveau format graphique;
3. augmentation d'environ 15% des performances des formules de calcul à partir des recettes dynamiques de détermination continue, en temps réel, des matériaux nécessaires pour une production flexible de petites séries et de pièces uniques.
4. une meilleure optimisation des ressources matérielles dans l'analyse des données et la prise de décision en temps réel;
5. amélioration de la plateforme commune d'internet des objets qui rassemble diverses informations et offre un langage commun permettant aux appareils et applications de communiquer entre eux;
6. amélioration d'algorithmes de programmation pour traiter le volume de données, provenant de capteurs et des puces et comment les objets partagent l'ensemble volumineux de données;
7. amélioration de la plateforme commune d'internet des objets qui rassemble diverses informations et offre un langage commun permettant aux appareils et applications de communiquer entre eux;

Dans l'ERP on a réussi à développer une BOM = bill of materiel (recette de fabrication) dynamique, qui est capable de calculer et communiquer les résultats à la cellule robotisée. Le calcul dynamique en temps réel permet d'optimiser le processus de production. Le logiciels est réalisé avec le langage C#.

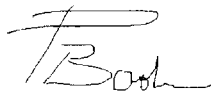
À l'attention du commissaire aux brevets

Le demandeur/inventeur Paul Badescu croit avoir le droit, conformément au *Règles sur les brevets*, de payer la taxe applicable aux petites entités à l'égard de la présente demande et à l'égard de tout brevet délivré au titre de la présente demande.

Le numéro de la demande ou du brevet – non fourni

Signature :

Paul Badescu

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'P. Badescu'.

M. ou Mme demandeur/breveté ou l'agent de brevets

REVENDECATIONS

1. L'idée d'assembler tous les composants du système dans la composition structurale présentée dans la figure globale en trois dimensions, afin d'obtenir des moules de porte plus rapides et plus qualitatives, avec une productivité élevée. Concept du système avec des palettes de stockage, placées dans des compartiments spéciaux, sur des catégories de modèles et de dimensions et le mode de fonctionnement de l'ensemble de la cellule robotique, dans le but de remplir toutes les fonctions nécessaires au processus de production automatique de moules de portes intérieures.

2. Forme et dimensions de la palette, la façon dont les moules sont placés dans la palette, ainsi que les systèmes mécaniques de fixation des moules bruts à l'intérieur de la palette.

Afin d'assurer le transfert des moules dans la machine de découpe, chaque palette doit être dimensionnée en fonction des dimensions brutes des moules, et doit être dotée d'un système mécanique performant pour assurer la rigidifiassions des moules de porte dans la palette. Si la palette ne fournit pas ces fonctions pour le moule de porte, le transfert vers la machine de découpe ne peut pas être effectué dans des conditions optimales.

3. La conception et le fonctionnement du système de transfert de moule de la palette à la machine de découpe.

Ce système de transfert a plusieurs fonctions:

- a) la fonction de capture et de fixation de la palette;
- b) la fonction de déplacement proportionnel de la palette dans la direction perpendiculaire à l'axe de la machine de découpe;
- c) la fonction de pousser le moule de la palette à la machine de découpe;
- d) la fonction transfert : de prendre le moule et de le placer sur la machine de découpe afin de couper à la taille et à l'angle appropriés.

La fonction de capture et de fixation de la palette a pour but la réception de la palette du robot de palettisation et son verrouillage dans des dispositifs mécaniques spéciaux pour le mouvement guidé.

La fonction de déplacement proportionnel est réalisée avec une vis à billes entraînée par un actionneur électrique muni d'un codeur haute résolution. Les étapes de déplacement sont proportionnelles à l'épaisseur et aux dimensions des moulures dans la palette, de sorte que, à chaque déplacement, le centre du moulure est en direction du piston de poussée.

La fonction de poussée est réalisée par un piston pneumatique sur une distance de 9 à 12 pouces. Il vise à extraire les moulures de la palette et à les placer dans les rouleaux de transfert.

La fonction de transfert est réalisée par 2 rouleaux positionnés d'un côté et de l'autre du moulure, qui déplace le moulure de la palette sur la table de la machine de découpe, en position de découpe.

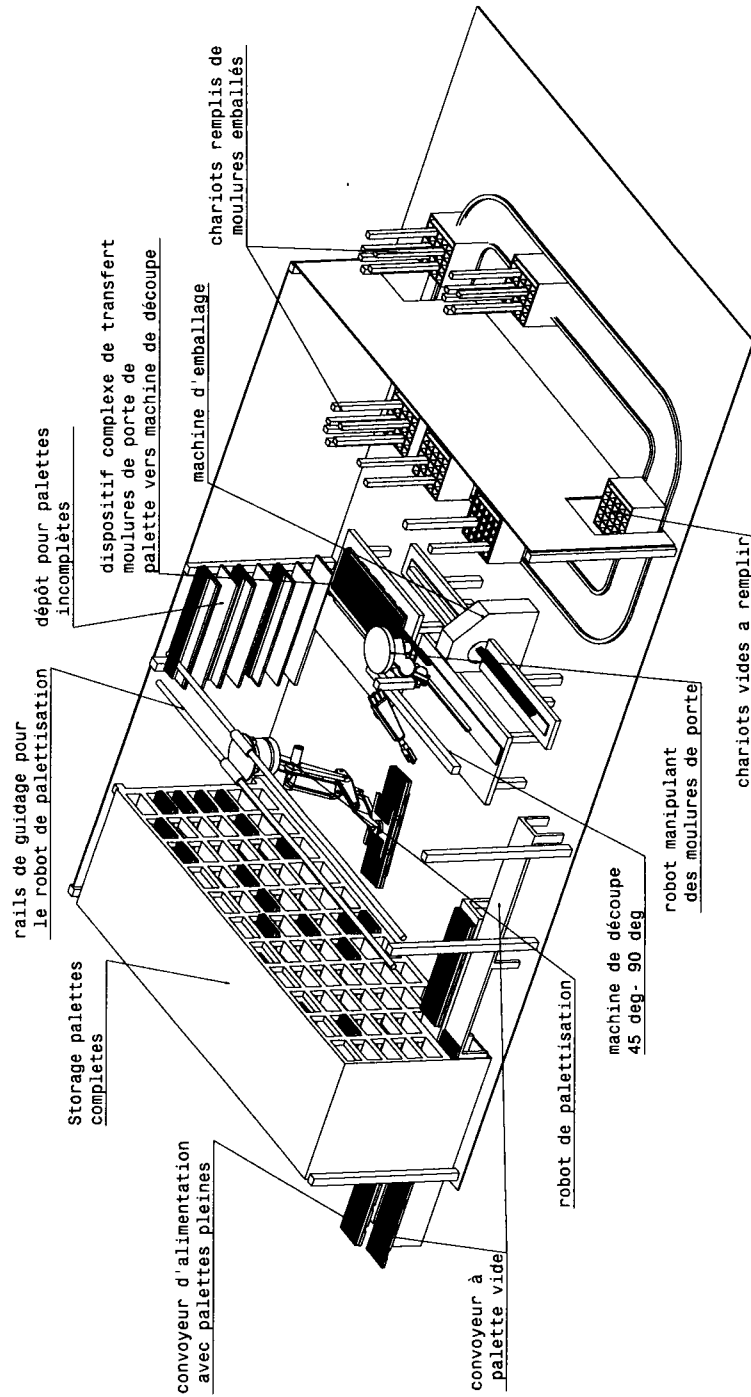
4. Conception et fonctionnement du système effecteur terminal du robot de palettisation.

Avec principales fonctions a) de saisir et de libérer la palette et b) de transfert de palette, il a pour rôle de permettre le transport de la palette en divers points, opération effectuée par le robot palettiseur, en toute sécurité et d'assurer le transfert de la palette vers le stockage, dispositif de transfert ou stockage de palettes incomplètes. Le mode de réalisation représenté sur la figure, permet aux moteurs électriques de transférer la palette, via un système d'entraînement de type crémaillère. Le verrouillage ou le déverrouillage se fait de manière pneumatique.

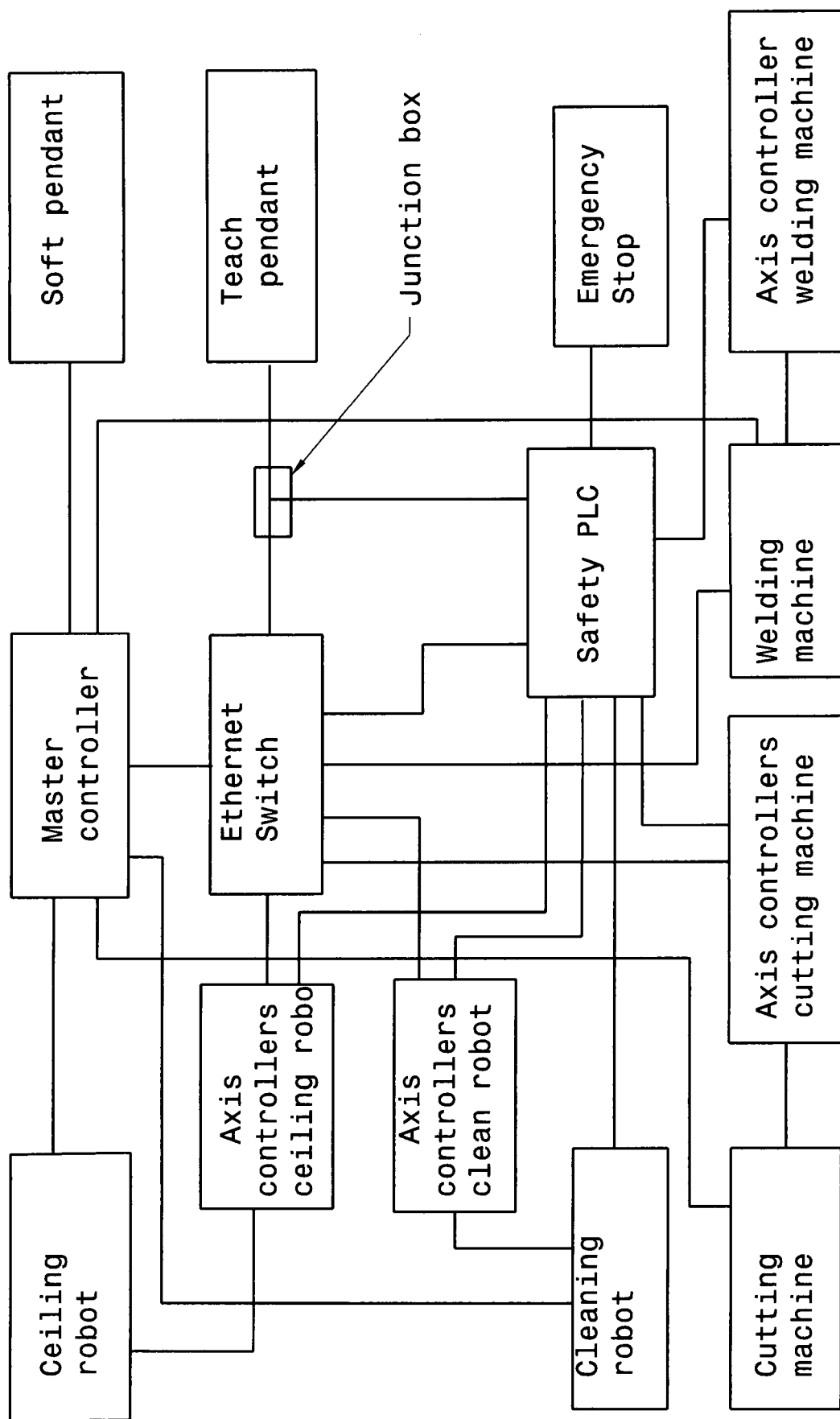
5. Gestion de toutes les fonctions de la cellule avec un seul processeur pour tous les 19 axes à commande numérique. Il s'agit d'une nouvelle approche technologique qui permet de réduire considérablement les coûts d'environ 30% et de nombreux avantages en matière de programmation, mais elle a des difficultés à synchroniser les 19 axes. Il s'agit d'un grand volume d'informations qui doit être analysé et optimisé en temps réel. Cela

n'est possible qu'en utilisant des algorithmes de programmation dynamiques. Il s'agit d'une approche unique qui sera testée en 3 variantes.

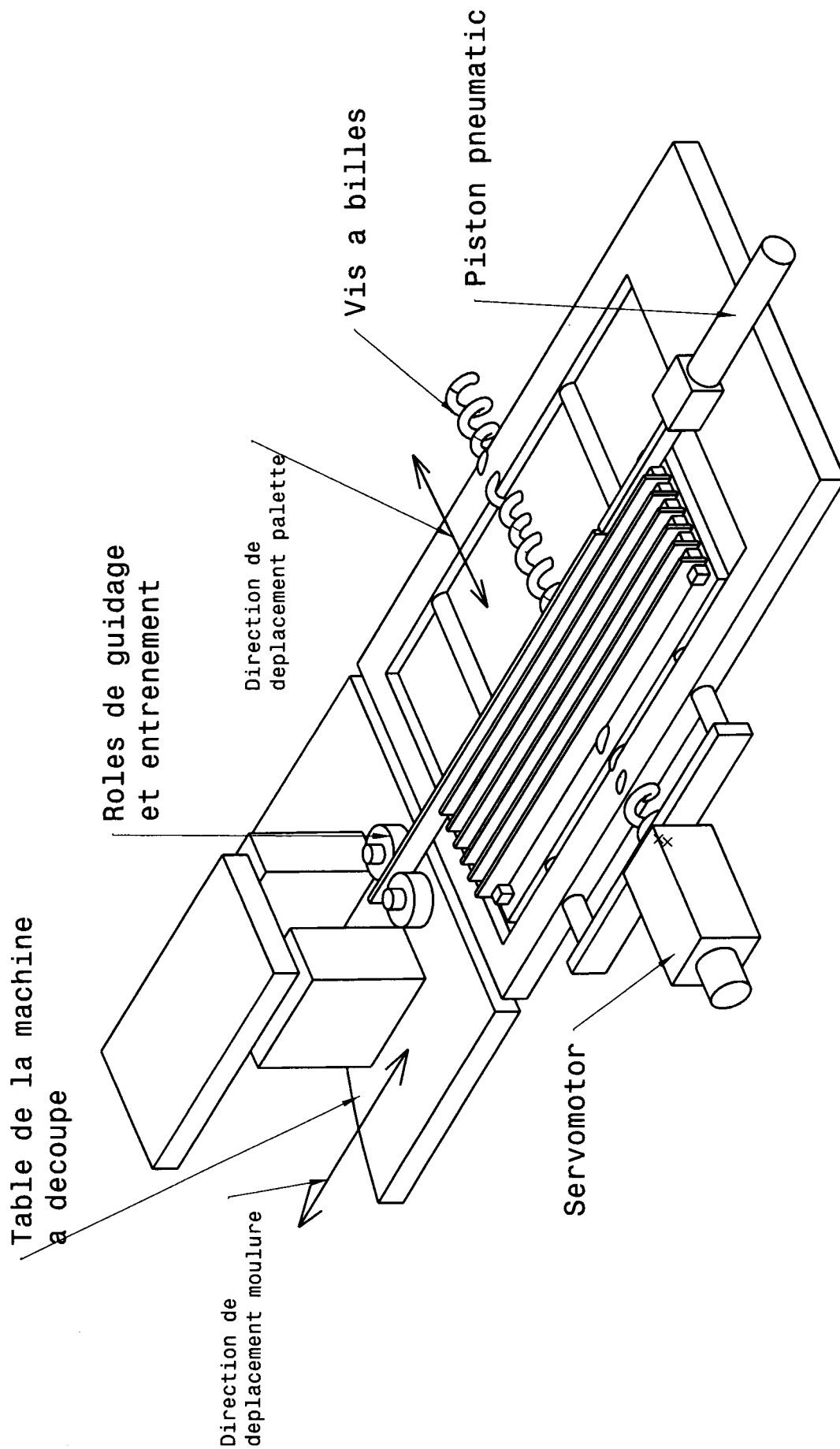
6. Conception et l'optimisation de la plateforme commune d'internet des objets qui rassemble diverses informations et offre un langage commun permettant aux appareils, dispositifs, robots et applications de communiquer entre eux. L'ensemble du système robotique est équipé de capteurs de position, de vitesse, d'accélération, de moment et de force, de température et de pression ou d'intensité de courant, ce qui permet des diagnostics en temps réel. Toutes les informations de ces capteurs, ainsi que les informations de commande sont analysées en temps réel. Les décisions d'activité sont prises à la suite des évaluations faites par les algorithmes de commande et de contrôle, qui gèrent la bonne fonctionnalité de la cellule entière.



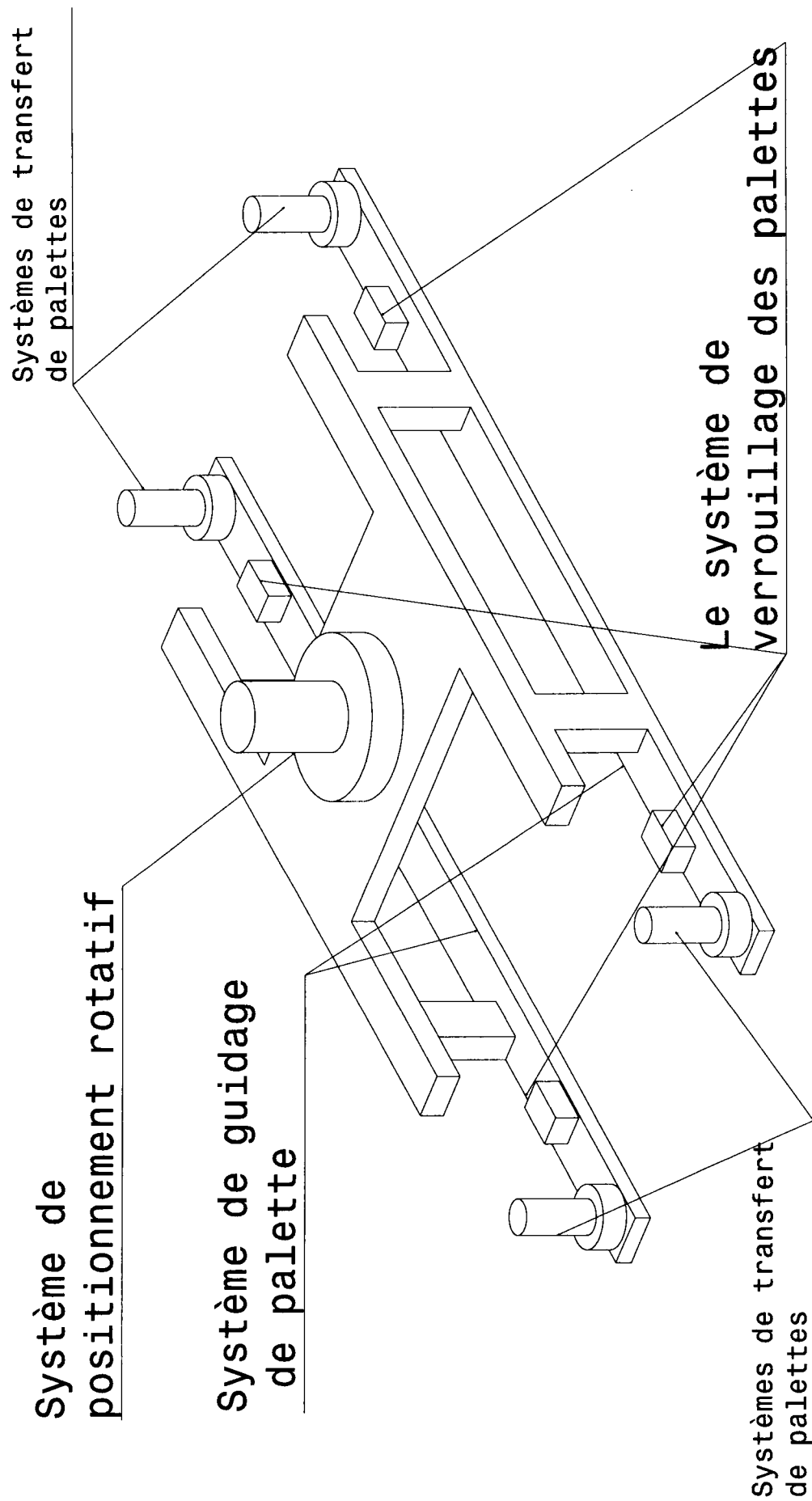
Cellule de fabrication automatique - moulures de porte



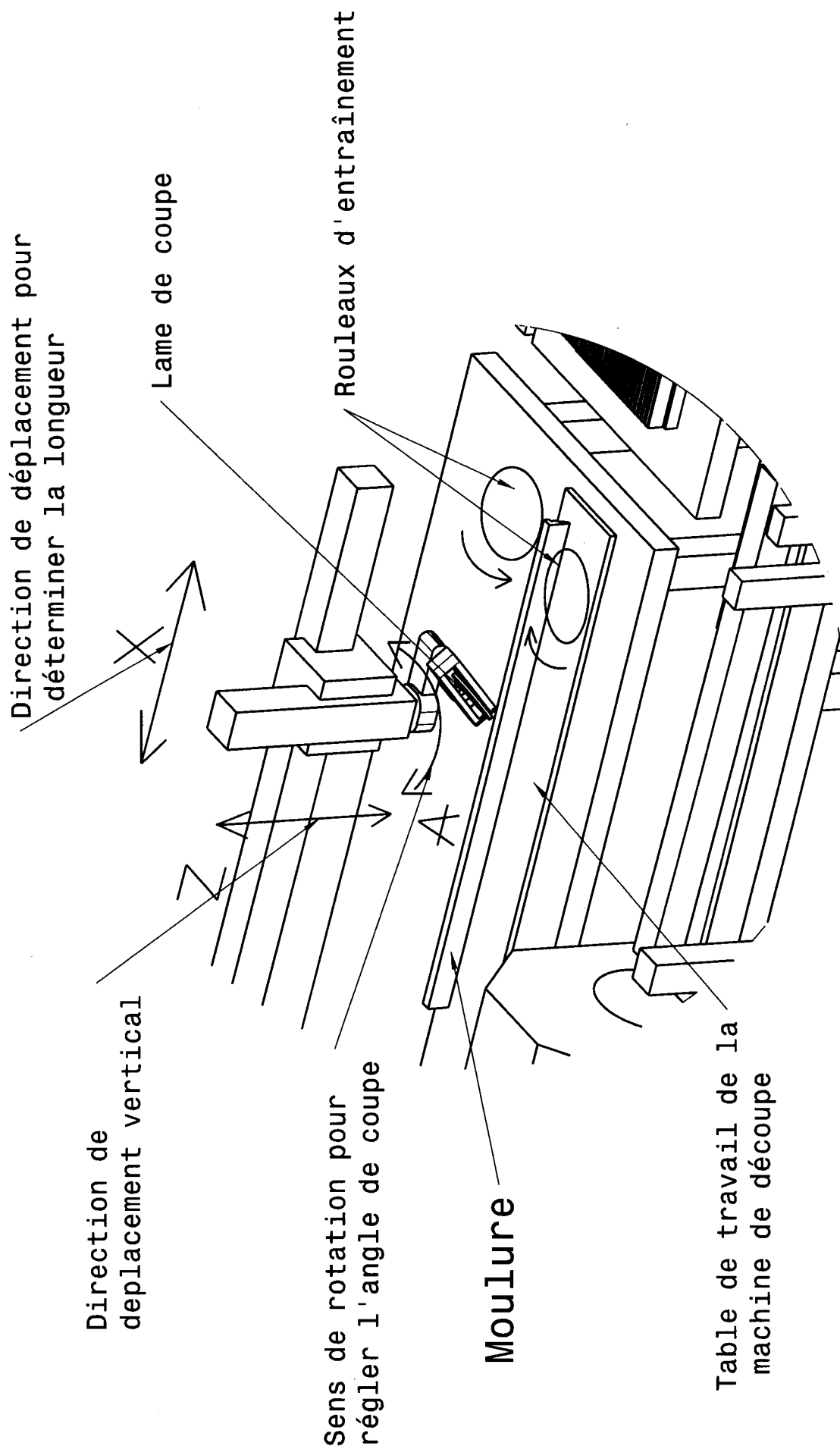
Axes systeme diagram



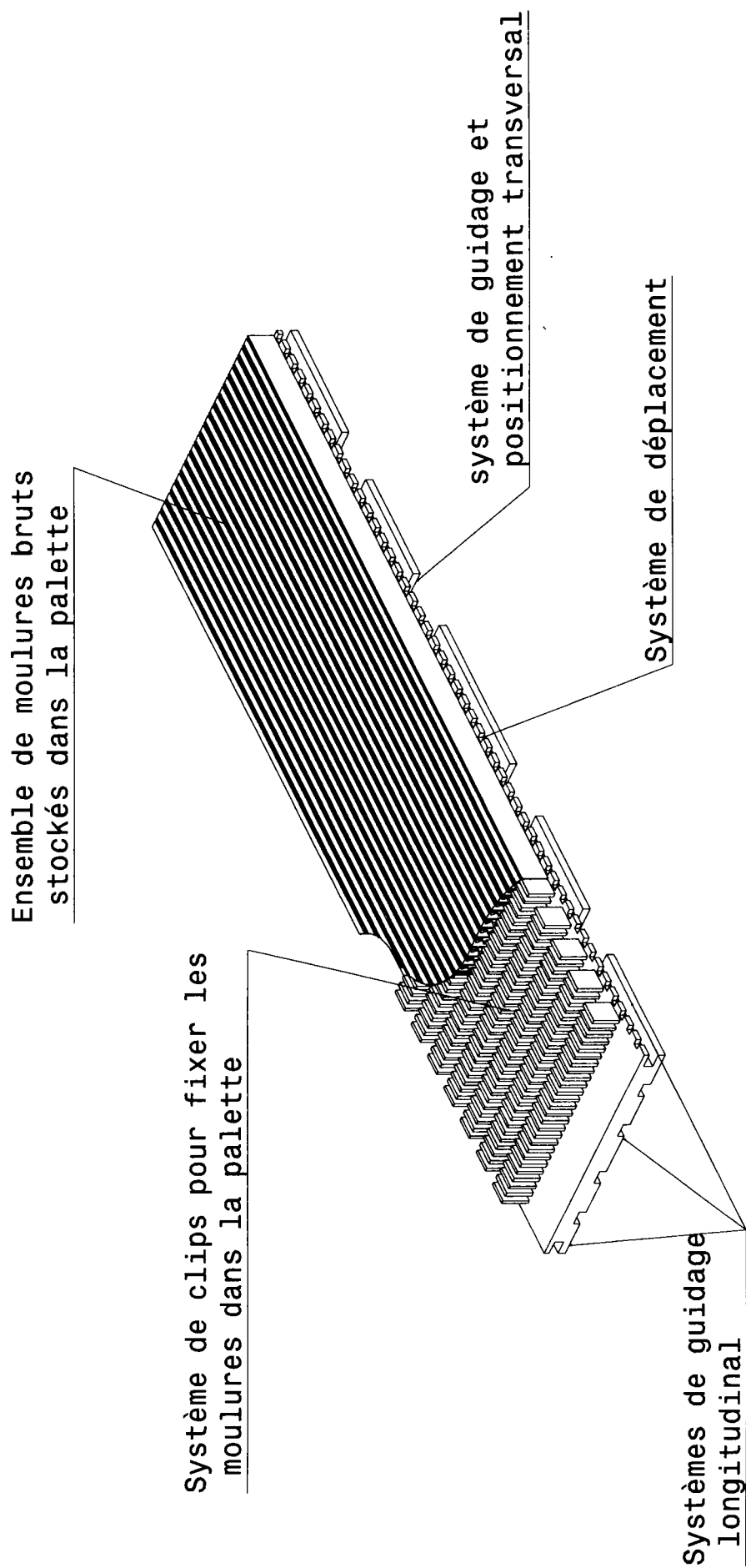
Le système de transfert de moulure de la palette à la machine de découpe



Effecteur terminal du robot de palettisation
équipé d'un système de transfert de palettes



Machine a decoupe +/- 45 deg et 0/ 90 deg



Description palette