

ETUDE D'IMPLANTATION D'UN FREIN AUTOMATIQUE DE PARKING SUR UN VEHICULE TOYOTA HILUX VIGO

MUSALE MUYABALA EPHRAIM¹, MAMBWE KYEMBE KENNETH²

¹Institut Supérieur Pédagogique et Technique, Likasi, Département Mécanique, 2026

²Chercheur en systèmes embarqués, 2026

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18940111>

Published Date: 10-March-2026

Résumé: Ce travail porte sur l'étude d'implantation d'un frein automatique de parking sur un véhicule automobile en prenant le véhicule Toyota hilux Vigo comme champ d'investigation. En effet, pour obtenir un meilleur fonctionnement du frein de parking ou de stationnement qui fait office de frein de secours, il faut des meilleures conditions ergonomiques pour une meilleure utilisation. Il est question dans cet article d'optimiser le blocage des roues lorsque le véhicule est à l'arrêt afin non seulement de rendre efficace le stationnement mais aussi améliorer l'utilisation du frein.

Concepts clés: véhicule automobile, frein automatique, parking.

Abstract: This work concerns the study of the installation of an automatic parking brake on a motor vehicle, taking the Toyota hilux Vigo vehicle as a field of investigation. Indeed, to obtain better operation of the parking or parking brake which acts as an emergency brake, better ergonomic conditions are required for better use. This article discusses optimizing wheel locking when the vehicle is stationary in order not only to make parking efficient but also to improve the use of the brake.

Keywords: motor vehicle, automatic brake, parking.

1. INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'évolution des systèmes embarqués dans le secteur automobile vise à améliorer la sécurité, le confort d'utilisation et l'automatisation des fonctions du véhicule. Le frein de parking, autrefois actionné mécaniquement via un levier, tend aujourd'hui à être remplacé par un système électrique automatisé, plus moderne, compact et fiable. Cette tendance se généralise aussi bien dans les véhicules de tourisme que sur les véhicules utilitaires comme le véhicule Toyota Hilux, largement utilisé dans des conditions d'exploitation parfois exigeantes.

On remarque souvent que les utilisateurs des véhicules automobiles oublient d'actionner le frein de Parking lorsque le véhicule est à l'arrêt, sélecteur en position parking. Au regard de cette constatation, étant chercheur dans le domaine de la mécanique automobile, nous y avons jeté notre dévolu pour proposer une solution technique et scientifique autour du sujet intitulé : étude d'implantation d'un frein automatique de parking sur un véhicule toyota hilux Vigo.

2. MÉTHODES ET PRÉSENTATION DU VÉHICULE

Dans toute œuvre scientifique, le chercheur est tenu de préciser le chemin à suivre et les moyens à utiliser pour parvenir aux résultats fiables. De ce fait, cette étude fait usage des méthodes documentaire et expérimentale. L'étude porte sur le véhicule Toyota Hilux Vigo de la septième génération suivant la série de production. Cette génération a marqué une évolution notable

avec un design plus robuste et un confort amélioré, s'approchant de celui d'un SUV. Le Hilux Vigo est apprécié pour sa durabilité, sa fiabilité et ses caractéristiques de haute qualité, avec des motorisations allant de 2.5L à 4.0L diesel, et une transmission manuelle en 4x4. Le véhicule Hilux Vigo est largement utilisé dans de nombreux pays, notamment ceux de l'Afrique et de l'Asie, et est souvent choisi pour sa capacité à affronter des conditions extrêmes grâce à son équilibre entre robustesse et confort.



Figure 1: Véhicule Toyota Hilux Vigo

3. SOLUTION ENVISAGÉE

Pour la mise en place d'un frein automatique de parking sur un Toyota Hilux Vigo, la solution envisagée consiste à remplacer le frein à main mécanique par un système électromécanique. Ce système utilise un moteur électrique pour actionner les freins arrière via un mécanisme intégré aux étriers ou aux câbles contrôlé par un commutateur électronique placé sur la console centrale. Ce frein de parking électrique offre un verrouillage automatique, un maintien des freins en cas d'arrêt, notamment en côte, et une activation/désactivation simplifiée par bouton, améliorant le confort et la sécurité du conducteur lorsqu'il doit être utilisé comme frein de secours. La mise en œuvre nécessite :

- Le démontage du frein à main mécanique existant avec câble et levier et son remplacement par un module électromécanique adapté au Hilux Vigo.
- L'installation du commutateur électronique dans l'habitacle, sur la console centrale.
- Le raccordement électrique au calculateur du véhicule, qui gère la force de serrage et les fonctions automatiques (maintien, démarrage en côte).
- Une éventuelle mise à jour ou reprogrammation du calculateur via l'outil de diagnostic constructeur pour assurer la compatibilité et le bon fonctionnement du système.

Cette transformation est complexe et nécessite des compétences en électricité automobile et en diagnostic électronique, ainsi que des pièces spécifiques adaptées au modèle Hilux Vigo.

4. PRÉSENTATION DU SYSTÈME

Le frein de parking existant présente des avaries ou défauts repris ci-haut dans ce texte. Nous présentons alors un système qui permet de rendre automatique la commande du blocage et du déblocage des roues afin de réaliser le freinage de parking ou de stationnement. En outre, le frein de secours sera réalisé de manière semi-automatique grâce à un bouton poussoir placé à portée de main du conducteur dans la cabine de conduite et ce dernier n'agira pas que sur les deux roues arrière comme le système classique mais il agira sur l'ensemble des quatre roues du véhicules, c'est-à-dire les roues avant et les roues arrières pour éviter le tonneau ou tout autre forme de renversement. Par ailleurs, grâce au système d'ABS (Système antiblocage des roues) existant sur le véhicule, ce dernier permettra d'éviter le glissement des roues sur la chaussée pour une efficacité du freinage.

5. CONFIGURATION GÉNÉRALE DU SYSTÈME

Le frein automatique de parking dont fait l'objet cette œuvre scientifique comprend des éléments interconnectés les uns aux autres suivant la configuration générale ci-dessous représentée.

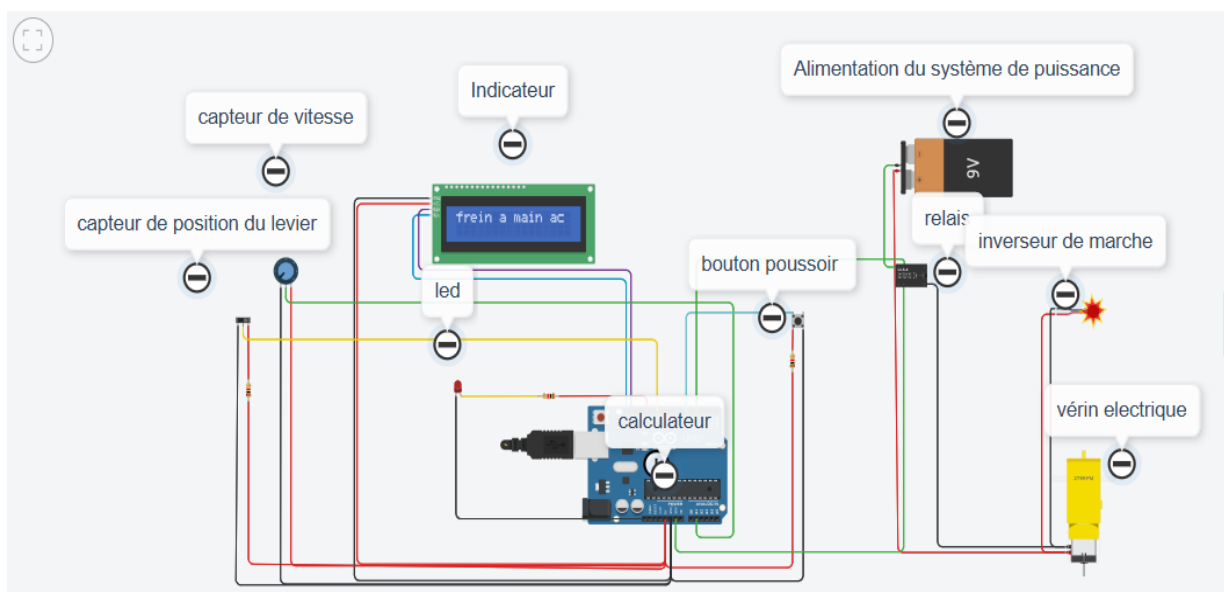
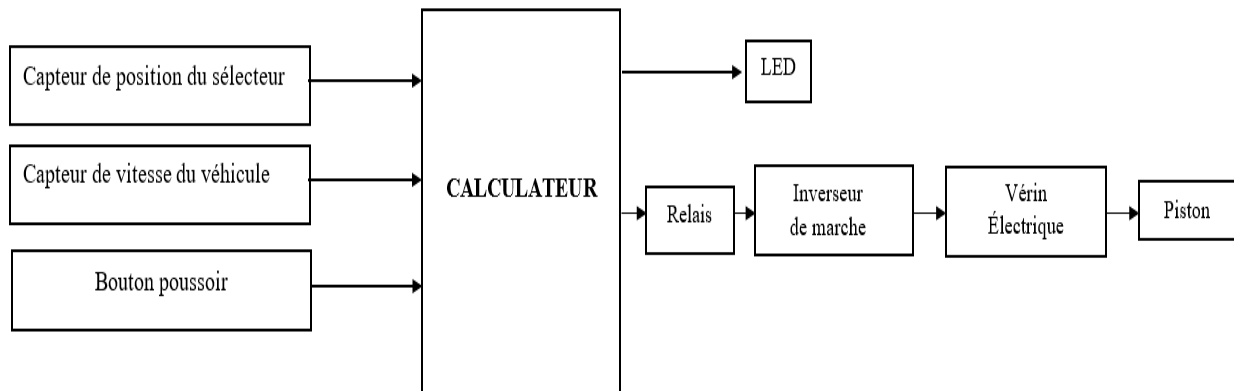


Figure 2: Configuration générale du système

Les deux capteurs et le bouton poussoir forment les éléments d'entrée et de prise de l'information sous la forme des signaux électriques à transmettre au calculateur qui les traite afin de commander éléments de sortie constitués d'une diode électroluminescente (LED) pour communiquer avec le conducteur. La diode électroluminescente s'allume pour indiquer au conducteur que le frein de parking est actionné ou non actionné. Par ailleurs, le calculateur commande le vérin électrique par l'entremise d'un relais et un inverseur de marche afin de commander la sortie du piston solidaire de la tige du vérin afin d'agir sur la plaquette de frein.

5.1 Constitution du système

Le système du frein automatique de parking sous étude est constitué des principaux composants ci-dessous représentés avec leurs caractéristiques. Le système automatique du frein de parking est constitué des deux capteurs dont :

- Le capteur de vitesse du véhicule
- Le capteur de position du sélecteur

5.1.1 Capteur de vitesse du véhicule

Le capteur de vitesse de déplacement du véhicule peut être placé à la sortie de la boîte de vitesses (sur son arbre secondaire) ou sur la roue. Pour le véhicule Toyota hilux Vigo, le capteur de vitesse est placé sur la roue où il mesure la vitesse de rotation car faisant office de tachymètre. La vitesse circonférentielle obtenue est par ricochet affichée dans le tableau de bord comme vitesse linéaire du véhicule par une formule basique intégrée dans le calculateur.

$$\omega = \frac{\pi N}{30} [rad/sec]$$

$$V = \omega \times R [m/sec]$$

Avec :

- ω : vitesse angulaire ou vitesse circonférentielle de la roue
- $\pi = 3,14$
- N : Nombre des tours par minute également appelé rotation par minute
- V : vitesse linéaire du véhicule
- R : rayon du pneumatique calculé sur base des caractéristiques du pneumatique

Sur le véhicule Toyota hilux Vigo, les pneumatiques sont identiques avec comme caractéristique : 225/65R17, où :

- 225 : largeur nominale du pneu en mm ;
- 65 : Hauteur du flanc par rapport à la largeur du pneu exprimé en pourcentage ;
- 17 : diamètre de la jante exprimée en pouce, qui correspond à

$$Dj = 17 \times 25,4 = 431,8 \text{ mm}$$

- La hauteur de flanc, $Hf = 0,65 \times 225 = 146,25 \text{ mm}$

D'où le diamètre du pneumatique :

$$Dp = (2 \times Hf) + Dj = (2 \times 146,25) + 431,8 = 724,3 \text{ mm}$$

Et Le rayon du pneu correspond à

$$R = \frac{Dp}{2} = \frac{724,3}{2} = 362,15 \text{ mm} = 0,36 \text{ m}$$

Ce capteur génère un signal analogique avec une proportionnalité entre la variation de la vitesse et le signal émis.

5.1.2 Capteur de position du sélecteur

Ce capteur détermine la position du sélecteur de vitesse selon qu'il peut être en position P parking, N neutre, R, marche arrière, D, marche avant, Lou 2 marche avant avec petite vitesse. Cette dernière position permet de limiter la sélection de vitesse à la première ou à la deuxième.

5.1.3 Bouton poussoir

Le bouton poussoir est placé à portée de main du conducteur dans la cabine de conduite non loin du sélecteur de vitesse comme imager sur la figure ci-dessous :



Figure 3: Bouton poussoir

5.1.4 Calculateur

Le calculateur est l'unité de commande du système du frein automatique de parking c'est à dire, qu'il reçoit les signaux venant des capteurs et le bouton poussoir, les traite et commande le vérin électrique et la lampe LED. De manière générale et dans le cadre de ce travail, le microcontrôleur fonctionne sur base d'un programme préalablement défini pour lui permettre de traiter les signaux qui lui sont communiqués par le capteur afin d'agir sur l'affichage et le relais pour commander le blocage et le déblocage du frein de parking. Pour ce faire, le microcontrôleur est placé sur une carte électronique appelée carte Arduino. La carte Arduino est une carte qui donne la possibilité d'allier les performances de la programmation à celles de l'électronique. Plus précisément, pour programmer des systèmes électroniques. Le gros avantage de l'électronique programmée c'est la simplification des schémas électroniques et par conséquent, le coût de la réalisation, mais aussi la charge de travail à la conception d'une carte électronique.



Figure 4: Carte Arduino Uno

5.1.5 Lampe LED

La lampe Light Emitting Diode ou Diode électroluminescente, le LED est un composant électronique émettant de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique.



Figure 5: LED

5.1.6 Relais

Le relais est le composant du système qui, une fois qu'il reçoit l'excitation sous forme de tension venant du microcontrôleur (calculateur), commande la mise en marche du vérin électrique fonctionnant sous une tension de 12 volts reçues de la batterie par l'entremise e l'inverseur de marches. Le relais choisi est à quatre pattes.

5.1.7 Inverseur de marche

L'inverseur de marche est un composant électrique permettant de changer la polarité de l'alimentation du moteur électrique pour inverser le sens de rotation du moteur électrique entraînant la tige de vérin pour ainsi obtenir sa sortie et sa rentrée afin de bloquer ou débloquent le frein de parking.

5.1.8 Vérin électrique

Le vérin électrique est l'actionneur du système automatique du frein de parking. Il comprend un moteur électrique qui, par son rotor entraîne en rotation la tige filetée solidaire du piston qui fait office d'effecteur. Le sens de rotation du rotor conditionne la sortie ou la rentrée du piston. Ci-dessous nous représentons le moteur électrique et la tige du vérin en position sortie et rentrée.

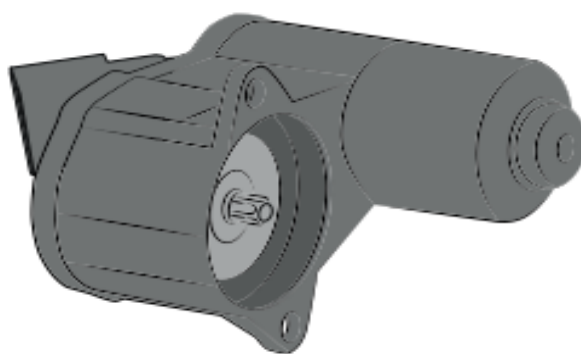


Figure 6: Moteur Electrique

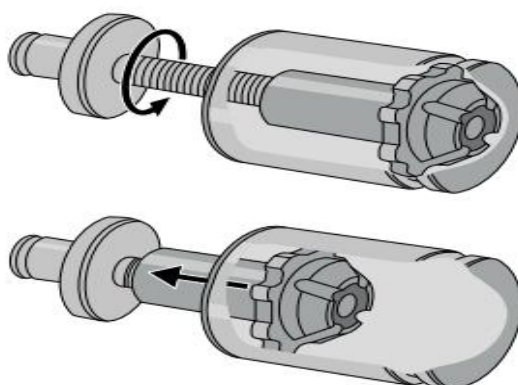


Figure 7: Tige du vérin à vis solidaire du rotor et du piston en position sortie et rentrée

5.1.9 Le fil électrique

Le choix d'un fil électrique est fait sur base de la section de celui-ci et pour cela, il faut bien connaître le courant et la tension qui va y circuler. Connaissant le courant, nous allons prendre sa valeur multipliée par 2 qui est pris comme coefficient de sécurité, puis se référer au tableau qui nous donne la section en fonction du courant en référence de la norme NF C 15-100. Dans notre cas le courant utilisé est celui du circuit des accessoires qui est de 5A et la tension de 12 Volts. Cela permet d'écrire :

Le courant $I = 5A \times 2 = 10A$. Pour un circuit électrique où circule un courant de 10A, on prend un fil de section égale à $2.5mm^2$. En outre, la longueur sera de 2 fois 8m à raison de la distance du capteur à la carte arduino et 2 fois 3m pour la connexion du calculateur à la diode électroluminescente et au relais ainsi qu'au vérin électrique.

5.1.10 La batterie

La batterie est le composant du système qui permet d'alimenter le vérin électrique fonctionnant avec une tension continue de 12 volts que ne peut fournir le calculateur.

5.2 Fonctionnement

Le graphique ci-dessous indique la manière dont se succèdent les étapes dans le processus de fonctionnement du système automatique du frein de parking sur le frein sur un véhicule automobile.

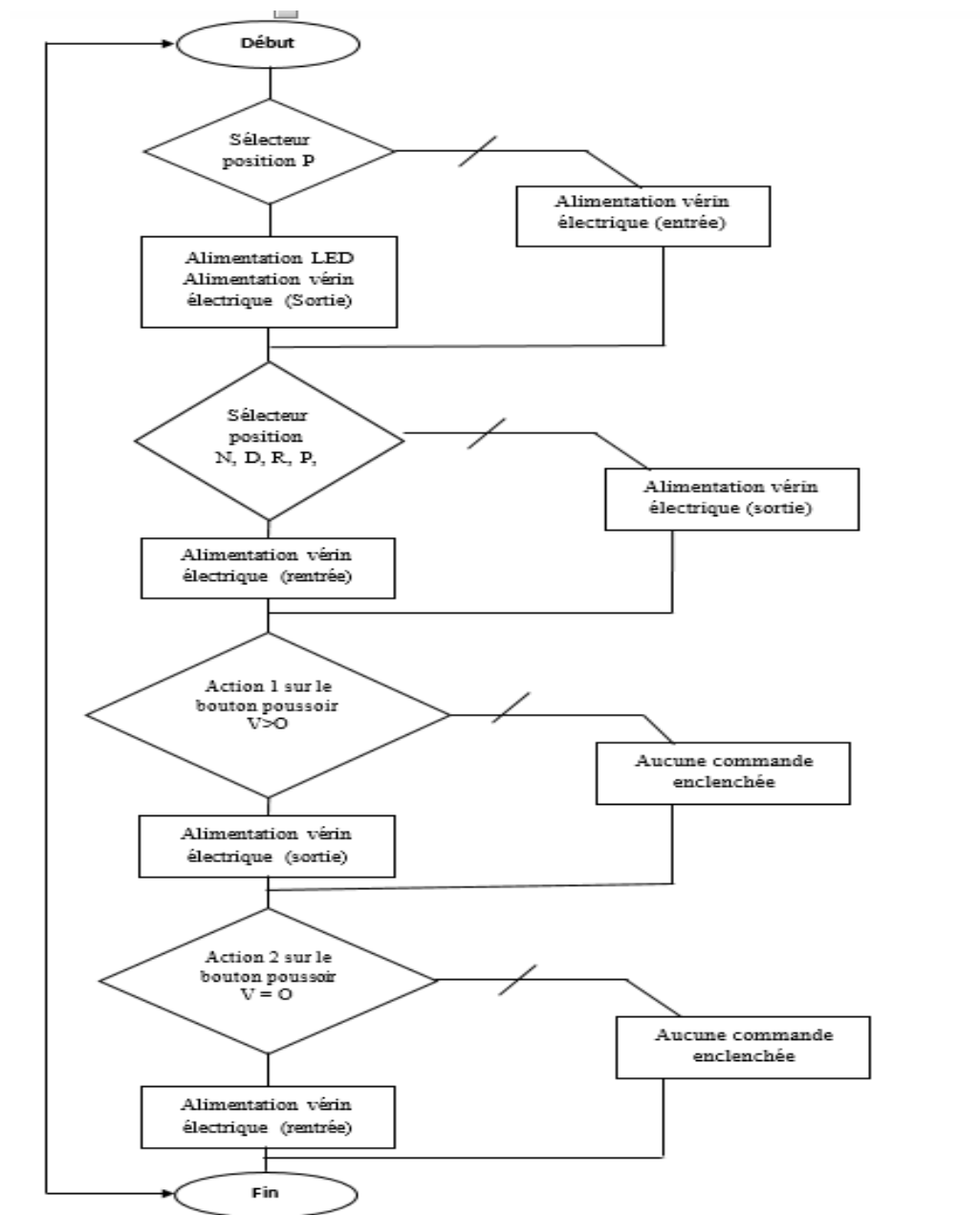


Figure 8: Etapes de fonctionnement du système

Se basant sur le logigramme ci-dessus qui montre le fonctionnement du système automatique du frein de parking, on constate que :

- Une fois que le sélecteur est placé par le conducteur en position P (Parking), le capteur détecte cette position et envoie son signal au calculateur pour alimenter le vérin électrique afin que sa tige soit en position sortie pour bloquer la roue. Si la position est autre que la position P, le capteur envoie un signal contraire et par l'entremise de l'inverseur de marche la polarité de l'alimentation du vérin électrique. Alimenté en courant continu, on obtient ainsi la rentrée de la tige du vérin afin que le piston relâche la plaquette de frein pour ainsi obtenir le déblocage du frein de parking.
- Pendant le déplacement, lorsque le conducteur réalise une première action sur le bouton poussoir, on alimente le vérin électrique pour que sa tige soit en position sortie afin de réaliser un frein de secours. Après arrêt du véhicule, le conducteur agit pour la deuxième fois sur le bouton poussoir, le calculateur commande le vérin électrique pour que sa tige soit en position rentrée afin que le piston relâche les plaquettes de frein.

6. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les résultats obtenus après simulation montrant le fonctionnement virtuel du système automatique du frein de parking dont fait l'objet cette étude. Au regard de ces résultats, on constate que l'hypothèse formulée au début de notre étude a été vérifiée dans la mesure où nous avons montré et démontré qu'il est possible d'implanter un système automatique du frein de parking afin d'assurer la sécurité du véhicule et des passagers à l'arrêt ou pendant le déplacement.

7. CONCLUSION GENERALE

Ce travail a visé l'implantation d'un frein automatique de parking sur les véhicules automobiles en prenant le véhicule de la marque Toyota, modèle Hilux Vigo comme champs d'investigation.

Pour y arriver, nous avons fait usage des méthodes documentaire et expérimentale pour produire les données nécessaires à la rédaction de ce travail. Au regard des résultats obtenus dans ce travail, le conducteur pourront conduire aisément et bénéficier d'un meilleur blocage des roues lors d'un parking.

REFERENCES

- [1] Hubert MEMETAU, *Technologie fonctionnelle de l'automobile*, édition Dunod, Paris 2006
- [2] Righth BANZA, cours d'électricité automobile, ISPT-LIKASI, G3 M.A, 2018- 2019, cours inédit
- [3] Olivier VERLINDEN, *circuits électriques automobile*, Ed. Masson, Bruxelles 2018, P 43
- [4] G.R. Nicolet, Conception et calcul des éléments de machines, vol.1, Ecole d'Ingénierie de Fribourg, 2006
- [5] Michel BEAUD, la recherche scientifique dans les universités françaises, Paris 1994, P72