



**HAL**  
open science

## **Les exigences stationnelles du Frêne dans le Nord et le Nord-Est de la France**

Gérard Lévy, Noël Le Goff, Yves Lefèvre, Louis Garros

► **To cite this version:**

Gérard Lévy, Noël Le Goff, Yves Lefèvre, Louis Garros. Les exigences stationnelles du Frêne dans le Nord et le Nord-Est de la France. *Revue forestière française*, 1992, 44 (Spécial), pp.20-26. <10.4267/2042/26377>. <hal-03444158>

**HAL Id: hal-03444158**

**<https://hal.science/hal-03444158v1>**

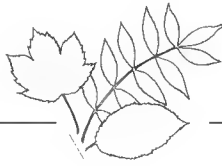
Submitted on 23 Nov 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization



# LES EXIGENCES STATIONNELLES DU FRÊNE DANS LE NORD ET LE NORD-EST DE LA FRANCE

G. LÉVY - N. LE GOFF - Y. LEFÈVRE - L. GARROS

Les exigences stationnelles pour la croissance et la production du Frêne ont été étudiées dans deux régions françaises : le Nord-Est (Devauchelle et Lévy, 1977) et le Nord-Picardie (Le Goff et Lévy, 1984).

Nous rappellerons d'abord brièvement la méthodologie de base utilisée dans ce type de recherche et exposerons les modifications que nous avons dû lui apporter. Nous nous intéresserons ensuite successivement à chacune des deux études, avant d'effectuer la synthèse des résultats obtenus et de dégager les enseignements utiles pour la gestion forestière.

## MÉTHODOLOGIE UTILISÉE

Le type de recherches effectué est classiquement qualifié d'« étude station-nutrition-production » (Garbaye *et al.*, 1970). Les objectifs en sont les suivants :

- mettre en évidence les facteurs du milieu dont dépend la production d'une essence donnée dans une zone géographique déterminée. Il convient de préciser que cette méthode ne pourra faire apparaître que les variables qui présentent dans cette région un intervalle de variation suffisant ;
- établir une équation prédictive de cette production.

La production d'une espèce est fonction, sur le plan écologique, du climat et des propriétés stationnelles, en particulier celles dont dépendent sa nutrition minérale et son alimentation hydrique. Aussi, pour mieux dégager les propriétés stationnelles importantes, il convient d'opérer, dans la mesure du possible, dans une petite région à climat à peu près homogène.

On choisit, dans cette région, une gamme de placettes dans des peuplements adultes de l'espèce considérée, en échantillonnant l'éventail le plus large possible de conditions écologiques. Dans chacune de ces placettes, on étudie les caractéristiques physiques et chimiques des sols, ainsi que les variables topographiques, et on effectue une analyse foliaire afin d'apprécier le niveau de nutrition minérale des arbres.

On détermine également la hauteur dominante du peuplement atteinte à un âge de référence fixé, ce qui permet de comparer la croissance des placettes entre elles. Dans le cas général d'une futaie pure, équiennne et bien menée, où la densité des arbres n'est ni trop faible, ni trop forte, la hauteur dominante ne dépend pas de cette densité ; dans ces conditions, la hauteur dominante à l'âge de référence peut être utilisée comme indice de productivité de l'essence étudiée dans la station considérée.

Des méthodes graphiques et statistiques (régression multiple progressive en particulier) sont utilisées ensuite pour essayer d'« expliquer » la productivité à l'aide des variables stationnelles. L'utilisation des variables brutes mesurées ne donne souvent pas de résultat satisfaisant. Il est alors nécessaire d'effectuer plusieurs approches successives, en recherchant les variables liées aux facteurs de production les mieux à même de les représenter dans l'étude considérée, en vue d'aboutir à une équation de prédiction de la productivité la meilleure possible.

C'est essentiellement cette méthode de base qui a été utilisée dans l'étude effectuée dans le Nord-Est.

Cette méthode a, par contre, dû être adaptée lorsque nous avons travaillé en Nord-Picardie :

— d'une part, nous nous sommes intéressés à une région à climat hétérogène ; or, nous n'avons pu sélectionner suffisamment de placettes dans chacune des petites zones climatiques composant cette région pour nous permettre d'effectuer des études séparées. Les variables climatiques ont donc dû être prises en compte parmi les facteurs explicatifs de la productivité de l'ensemble de la région ;

— d'autre part, nous n'avons pu choisir qu'une gamme de placettes dans lesquelles les conditions de densité des arbres étaient très variables, du fait du traitement sylvicole : futaie dense, futaie claire ou même taillis-sous-futaie. Il nous a donc fallu tenir compte de ce facteur dans l'explication de la hauteur dominante du peuplement.

### ÉTUDE EFFECTUÉE DANS LE NORD-EST

Nous avons travaillé essentiellement en Lorraine, avec quelques incursions en Alsace et dans le Sud de la région Champagne-Ardenne. 290 peuplements ont été visités, mais des critères de choix très sévères ne nous ont pas permis finalement de retenir plus de 28 placettes. Pour être susceptibles d'être choisis, les peuplements des placettes devaient en effet être équiennés et composés d'au moins 70 % de Frêne en nombre de tiges et 80 % en surface terrière, et être situés sur un sol bien homogène et sous un climat assez semblable au climat moyen de la zone d'étude.

En l'absence de table de production utilisable, nous avons effectué sur une partie des placettes des analyses de tige, qui nous ont permis de tracer des courbes-types de croissance en hauteur des arbres dominants en fonction de l'âge. Ces courbes ont rendu possible l'estimation, par interpolation, de la hauteur à 50 ans des arbres mesurés dans chaque placette ; nous en avons déduit la hauteur dominante à 50 ans du peuplement, qui est l'indice de productivité retenu.

L'analyse des facteurs du milieu a finalement abouti à un regroupement des placettes par classes caractérisées par des critères topographiques ou pédologiques liés aux conditions d'alimentation hydrique des arbres ; il existe une bonne liaison entre ces classes et la productivité du Frêne (figure 1, p. 22).

Les différentes classes sont définies ainsi :

- classe 4 : sols à hydromorphie temporaire à nappe fréquemment superficielle ;
- classe 3 : approvisionnement latéral en eau particulièrement abondant : niveau d'affleurement de source, ou rupture de pente favorable, ou dépression. Les placettes n'appartenant à aucune de ces deux classes sont réparties dans les classes 2 et 1 ;

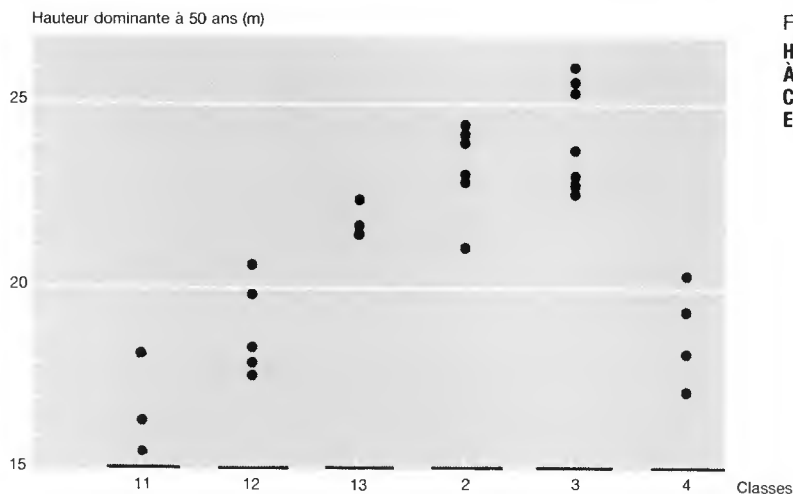


Figure 1  
**HAUTEUR DOMINANTE  
 À 50 ANS EN FONCTION DES  
 CLASSES D'ALIMENTATION  
 EN EAU (NORD-EST)**

- classe 2 : projection horizontale de la longueur de pente en amont de la placette supérieure à 450 m ;
- classe 1 : cette dernière projection est inférieure à 450 m :
  - sous-classe 11 : les horizons supérieurs du sol contiennent plus de 45 % d'argile
  - sous-classe 13 : les horizons supérieurs contiennent plus de 55 % de limons
  - sous-classe 12 : placettes ne présentant aucun des deux caractères précédents.

L'équation suivante rend compte des variations de l'indice de productivité (H50 = hauteur dominante à 50 ans, en m) en fonction des variables du milieu retenues, c'est-à-dire des classes définies précédemment et de la profondeur d'apparition ( $x_1$ , en cm) de la texture argileuse lourde ( $\geq 45$  % d'argile) :

$$H50 = 16,96 + 1,07 x_1 + 5,26 x_2 + 5,23 x_3 + 0,02 x_4 \quad (1)$$

( $x_1$ ,  $x_2$  et  $x_3$  prennent respectivement la valeur 1 ou 0 suivant que la placette appartient ou non à la classe 1, à la classe 2 ou à la classe 3. Ces trois variables prennent toutes la valeur 0 pour les placettes de la classe 4).

Le coefficient de corrélation multiple (c.c.m.) de l'équation (1) est de 0,78 ; cette équation « explique » donc 61 % de la variation de l'indice de productivité (H50).

L'équation (1) peut être utilisée (avec précaution), dans la région d'étude, pour estimer la productivité d'une station après détermination des valeurs prises par les différentes variables.

La productivité du Frêne dans cette région dépend donc essentiellement des conditions d'alimentation hydrique. L'approvisionnement latéral en eau a une importance primordiale (la définition des classes 1, 2 et 3 est fondée sur ce critère). La texture du sol, dont dépend la profondeur d'enracinement, donc la réserve maximum en eau utile RU, différencie nettement les sous-classes 11, 12 et 13. Quant à l'hydromorphie (classe 4), elle limite également la profondeur d'enracinement, donc RU.

Les propriétés chimiques du sol ne semblent pas influencer significativement sur la production du Frêne dans cette région. Deux placettes, à pH respectivement de 5,3 et 7,8, ont ainsi toutes deux une production remarquable. Cependant, le taux de saturation du sol ne descend pas en-dessous de 47 dans l'horizon A1. L'analyse foliaire confirme l'absence de liaison entre nutrition minérale et niveau de production.

## ÉTUDE EFFECTUÉE EN NORD-PICARDIE

Cette région couvre cinq zones, dont on peut différencier les grandes tendances du climat (Roisin, 1967). 50 placettes ont été retenues.

Une analyse de tige a été effectuée sur l'un des arbres dominants de chaque placette. L'ensemble des courbes de croissance en hauteur en fonction de l'âge ainsi obtenues a permis d'établir une relation entre la hauteur, l'âge et la hauteur atteinte à 40 ans (Le Goff, 1982). Nous avons utilisé cette relation pour définir un indice de croissance en hauteur pour chaque placette : la hauteur moyenne à 40 ans des arbres dominants H40, en mètres. Ce n'est pas un indice de productivité, car il ne dépend pas seulement des propriétés stationnelles, mais aussi de la sylviculture appliquée, et en particulier de la densité des arbres. La densité au niveau de la placette a été appréciée par un indice d'espacement DC/D130, qui est la moyenne du rapport du diamètre de la projection au sol du houppier au diamètre à 1,30 m des arbres dominants. Ce rapport traduit assez bien les conditions de concurrence plus ou moins fortes subies par les arbres au cours de leur vie.

L'étude de la dépendance entre l'indice de croissance (H40) et les variables caractérisant le milieu et la sylviculture nous ont conduit à une équation faisant intervenir, outre l'indice d'espacement des arbres, des variables synthétiques représentant le mieux les facteurs écologiques importants, et en particulier les conditions d'alimentation en eau. Ces variables ont été transformées pour aboutir à la relation linéaire suivante :

$$H40 = K1 + K2(DC/D130)^2 AGE + K3 \log(PSOL) + K4(TOPO) + K5(ETP - \overline{ETP}) + K6(ETP - \overline{ETP})^2 \quad (2)$$

avec :

—  $K1 = 15,22$  ;  $K2 = -2,366 \cdot 10^{-4}$  ;  $K3 = 4,65122$  ;  $K4 = 1,020$  ;  $K5 = 7,66 \cdot 10^{-2}$  ;  $K6 = -5,19 \cdot 10^{-3}$

— PSOL = profondeur de sol (en mm),

— TOPO = indice topographique (figure 2) (nous avons vérifié, dans plusieurs séries de placettes situées en chaîne le long de pentes, que la teneur en eau des horizons de surface des différentes placettes en période de sécheresse était bien corrélée aux indices topographiques retenus) ;

— ETP = évapotranspiration potentielle des mois de mai à septembre (en mm),

—  $\overline{ETP}$  = valeur moyenne de ETP pour l'ensemble des placettes (476,34 mm)

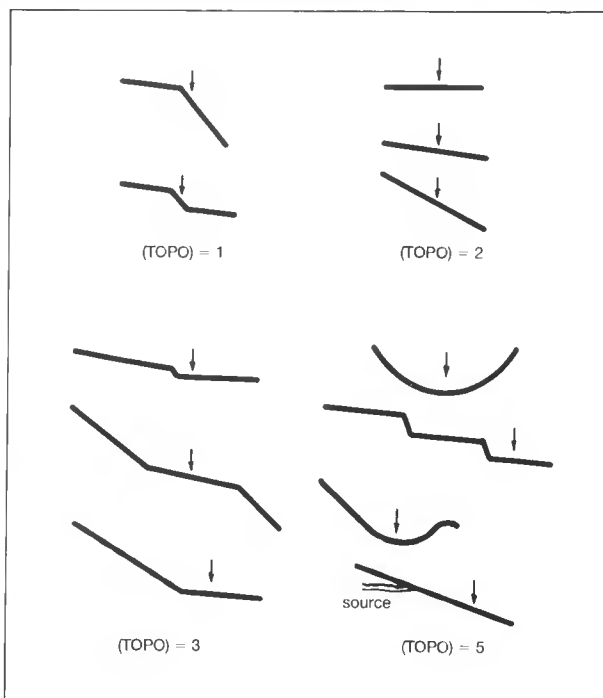


Figure 2  
**PROFILS TOPOGRAPHIQUES  
 DES STATIONS et valeurs correspondantes  
 de l'indice topographique (TOPO)  
 caractérisant le bilan des apports et des  
 pertes d'eau par drainage latéral  
 (Nord-Picardie)**

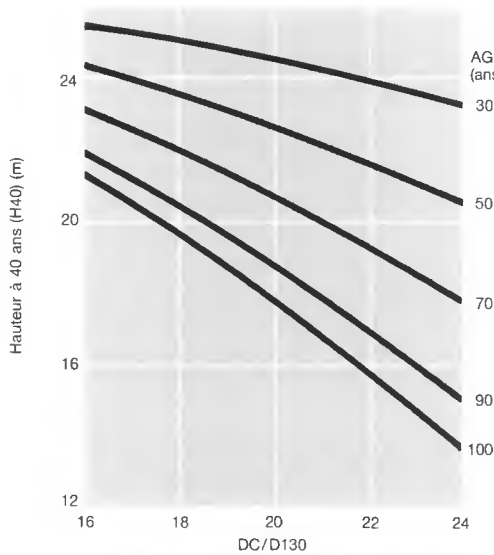


Figure 3

**EFFET DES CONDITIONS DE DENSITÉ SUBIES PAR LES ARBRES SUR L'INDICE DE CROISSANCE EN HAUTEUR (H40) DU FRÊNE (NORD-PICARDIE)**

(La densité diminue lorsque le rapport DC/D130 augmente)  
(PSOL = 150 ; TOPO = 2 ; ETP = ETPm = 476,34 mm)

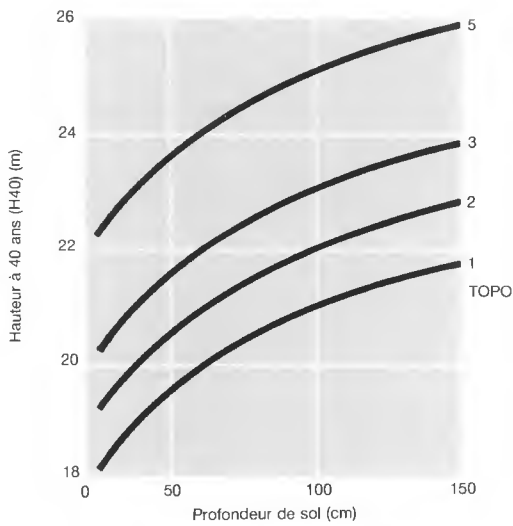


Figure 4

**RELATION ENTRE L'INDICE DE CROISSANCE EN HAUTEUR DU FRÊNE, L'INDICE DE PROFONDEUR DE SDL ET L'INDICE TOPOGRAPHIQUE (NORD-PICARDIE)**

(DC/D130 = 18 ; Age = 60 ; ETP = ETPm = 476,34 mm)

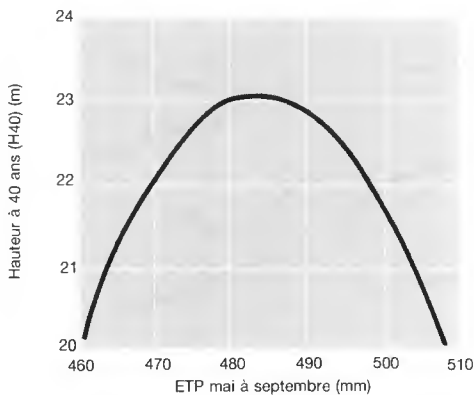


Figure 5

**EFFET DES CONDITIONS CLIMATIQUES SUR L'INDICE DE CROISSANCE EN HAUTEUR (H40) DU FRÊNE (NORD-PICARDIE)**

(La courbe montre la dépendance de H40 vis-à-vis de l'ETP dans l'équation de détermination de H40 ; pour la représentation, on a fixé les autres facteurs : DC/D130 = 18, Age = 60, PSOL = 150, TOPO = 2)

## Les feuillus précieux

Le coefficient de corrélation multiple (c.c.m.) de cette équation est de 0,90, elle rend donc compte de 81 % de la variation de H40.

Les figures 3 à 5 (p. 24) représentent les liaisons entre H40 et respectivement l'indice d'espacement, les indices de profondeur de sol et de topographie, l'ETP. Dans chaque représentation, on a considéré constants les facteurs dont l'effet n'est pas représenté, en leur affectant la valeur moyenne observée pour l'échantillon de placettes. On peut faire en particulier les remarques suivantes :

- la forme logarithmique de la liaison avec la profondeur de sol apparaît bien : une même variation de profondeur, donc de RU, a un effet d'autant plus important que le sol est plus superficiel ;
- la forme de la relation avec ETP représente l'effet défavorable, d'une part de trop faibles températures, notamment en mai, et d'autre part de déficits climatiques (ETP-P) importants. Ces deux variables sont en effet fortement liées, sur le plan statistique, à ETP. Il existe ainsi une valeur optimum de ETP, voisine de 485 mm.

L'examen des résidus partiels relatifs à chaque variable à partir de l'équation (2) permet d'estimer l'amplitude de variation de H40 due à chacun des facteurs. Les valeurs sont de 11,3 m pour l'indice d'espacement (6,5 m si l'on exclut une placette dont les arbres ont poussé pratiquement à l'état isolé), 4,3 m pour l'indice de profondeur de sol, 4,0 m pour l'indice topographique et 2,0 m pour ETP. Les facteurs du milieu, une fois pris en compte l'effet de la densité des arbres, expliquent 63 % de la variation de H40 (c.c.m. = 0,79).

H40 n'est pas lié statistiquement aux propriétés chimiques du sol, malgré un éventail très large de pH (de 3,8 à 7,7 dans l'horizon A1) ; il est cependant à noter que l'humus est pratiquement toujours de type mull.

Sur un plan pratique, on pourra comparer les potentialités pour le Frêne de différentes stations forestières de la région Nord-Picardie en calculant pour chacune d'elles un véritable indice de productivité. Ce dernier pourra être la hauteur dominante des arbres à 40 ans, obtenue en se situant toujours dans des conditions sylvicoles de référence, par exemple celles d'une futaie relativement dense ; il suffira alors de remplacer dans l'équation (2) la somme  $[K1 + K2(DC/D130)^2 AGE]$  par 10,6, valeur obtenue en fixant  $DC/D130 = 18$  à l'âge de 60 ans. On aura ainsi :

$$H40 = 10,6 + K3 \log(PSOL) + K4(TOPO) + K5(ETP - \overline{ETP}) + K6(ETP - \overline{ETP})^2$$

(K3, K4, K5 et K6 gardant les mêmes valeurs que dans l'équation (2)).

## SYNTHÈSE ET CONCLUSION

Le résultat essentiel est le même pour les deux régions étudiées : les variations de productivité du Frêne dépendent essentiellement des conditions locales d'alimentation en eau.

La nutrition minérale n'intervient apparemment pas. Il ne faut pas en conclure que le Frêne est très peu exigeant vis-à-vis des propriétés chimiques du sol. On peut en effet supposer que ce résultat est partiellement dû au fait que la litière du Frêne présente un rapport C/N bas, favorisant le cycle des éléments nutritifs ; cela se traduit au niveau du type d'humus et du taux de saturation du sol. L'éventail des conditions de nutrition minérale est ainsi réduit dans chacun de nos deux échantillons de placettes, en particulier dans le domaine des conditions les plus défavorables. L'effet éventuel de ce facteur sur la productivité du Frêne est alors peut-être masqué par l'effet des conditions hydriques, qui présentent une large gamme de variation.

Les critères qui représentent le mieux les conditions hydriques dans chacune des deux études dépendent de l'amplitude de variation régionale des différentes variables considérées. Ces critères sont parfois les mêmes ; c'est le cas de la classe topographique correspondant à un approvisionnement en

eau particulièrement favorable. Il en est de même pour l'hydromorphie et une texture lourde du sol, qui sont des critères utilisés en Nord-Picardie pour déterminer la profondeur de sol prospectable. Par contre, la projection de longueur de pente n'est pas discriminante en Nord-Picardie en raison de pentes souvent bien moins longues que dans le Nord-Est ou interrompues par des chemins forestiers ou des routes ; la variation du profil topographique sur de courtes distances représente mieux l'approvisionnement latéral en eau dans cette région.

Un autre article de ce même numéro (G. Aussenac et G. Lévy, pp. 32-38) traite de la réaction écophysologique du Frêne lorsqu'il est confronté à un dessèchement du sol et fournit une explication aux importants besoins en eau de cette essence.

Le Frêne est donc une espèce particulièrement exigeante en eau. Sur un plan pratique, on ne le favorisera que dans des stations où un dessèchement estival important du sol est peu à craindre, sinon on ne pourrait s'attendre qu'à une faible production finale, voire à un dépérissement des arbres.

G. LÉVY - N. LE GOFF - Y. LEFÈVRE - L. GARROS  
Station de Recherches sur les Sols,  
la Microbiologie et la Nutrition des Arbres forestiers  
Station de Sylviculture et de Production  
INRA - CENTRE DE RECHERCHES FORESTIÈRES  
CHAMPENOUX 54280 SEICHAMPS

## BIBLIOGRAPHIE

- AUSSENAC (G.), LÉVY (G.). — Les Exigences en eau du Frêne. — *Revue forestière française*, vol. XLIV, n° spécial « Feuillus précieux », 1992, pp. 32-38.
- DEVAUCHELLE (R.), LÉVY (G.). — Propriétés stationnelles et croissance du Frêne dans l'Est de la France. Étude de certaines caractéristiques de cette essence. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 34, n° 3, 1977, pp. 231-244.
- GARBAYE (J.), LEROY (Ph.), LE TACON (F.), LÉVY (G.). — Réflexions sur une méthode d'étude des relations entre facteurs écologiques et caractéristiques des peuplements. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 27, n° 3, 1970, pp. 303-321.
- LE GOFF (N.). — Productivité du Frêne en région Nord-Picardie. A - Courbes de croissance en hauteur. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 39, n° 3, 1982, pp. 259-288.
- LE GOFF (N.), LÉVY (G.). — Productivité du Frêne en région Nord-Picardie. B - Étude des relations entre la productivité et les conditions de milieu. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 41, n° 2, 1984, pp. 135-170.
- ROISIN (P.). — Contribution à l'étude du domaine phytoécologique atlantique et des hêtraies atlantiques d'Europe. — 3 tomes. — Gembloux : Faculté des Sciences agronomiques, 1967 (Thèse).