

UNE ETUDE SUR LA PRATIQUE D'ENSEIGNEMENT DES PROBABILITES DANS LA FORMATION DES MEDECINS

Hoai-Châu LE* – Hong-Nam DAO**

Résumé – Le modèle des seuils a été choisi dans le but d'étudier l'enseignement des mathématiques dans la filière des médecins. Notre étude institutionnelle montre le manque d'une technique mathématique dans la praxéologie présentée aux étudiants. Des techniques mathématiques ont été introduites séparément mais ne sont pas exploitées dans la situation d'essai thérapeutique. La tendance selon laquelle il n'y a que des savoirs académiques à enseigner domine l'enseignement des mathématiques, y compris dans la formation professionnelle des médecins qui sont souvent confrontés à des problèmes pour lesquels les probabilités sont nécessaires.

Mots-clefs : praxéologie, organisation didactique, probabilité, modèle des seuils, situation thérapeutique

Abstract: The threshold model was chosen by us in order to study the teaching of mathematics in the physician sector. Our institutional review showed a lack of mathematical technique in the praxeology presented to students. Mathematical techniques have been introduced separately, but are not used for testing therapeutic situations. The trend by which only academic knowledge is introduced still prevails in the teaching of mathematics, even in the professional training of physicians who often face problems for which probabilities are needed.

Keywords: praxeology, didactics organization, probability, the threshold model, therapeutic situation.

I. INTRODUCTION

La théorie des probabilités, via les statistiques, est l'un des domaines mathématiques présents, implicitement ou explicitement, aussi bien dans la vie de tous les jours que dans les autres sciences. La médecine est de ce point de vue un domaine remarquable. Toutefois, nous avons constaté que beaucoup d'étudiants de l'Université de médecine et de pharmacie d'Ho-Chi-Minh ville montrent leurs difficultés lors qu'ils doivent utiliser des connaissances de probabilités pour analyser les données obtenues dans le cadre du mémoire de fin d'études. Cette constatation nous a menés à la question du lien entre l'enseignement des probabilités et la formation professionnelle.

Parmi les nombreux concepts de probabilité qui interviennent en médecine et pharmacie, le modèle des seuils P-K choisi est un savoir enseigné au Viêt Nam, et vu comme nécessaire à la pratique professionnelle des médecins dans le diagnostic et le traitement des patients. Nous avons analysé les praxéologies à enseigner pour construire des éléments de référence à notre étude de la pratique d'enseignement du modèle des seuils. L'analyse, menée du point de vue de la Théorie Anthropologique du Didactique (Chevallard 1998), nous permet d'expliquer l'embarras des étudiants dans l'utilisation des probabilités dans leurs activités professionnelles.

II. MODELE DU SEUIL ET PRAXEOLOGIES A ENSEIGNER

1. *Modèle des seuils*

L'une des besognes professionnelles des médecins est l'établissement d'un diagnostic. Ce dernier terme contient en soi le sens de probabilité. Concrètement, avec la notion de modèle

* Université pédagogique de Ho-Chi-Minh ville – Viêt-Nam – lethihoichau@gmail.com

** Université des sciences médicales de Ho-Chi-Minh ville – Viêt-Nam – dhnamyd@yahoo.com

des seuils, nous allons montrer comment le diagnostic des médecins fait intervenir la théorie des probabilités.

Décelant un symptôme anormal concernant sa santé, le patient vient voir le docteur. La présence de ce symptôme incite le docteur à penser qu'il est possible que le patient ait contracté une maladie B. Que faut-il faire ? Le médecin doit prendre les décisions les plus rationnelles possibles. Pour cela, outre l'expérience, les outils servant le diagnostic et le traitement jouent un rôle important. Les tests constituent de tels outils : mais il y a le risque que le médecin demande plusieurs tests dont certains ne sont pas nécessaires ou se trompe sur le test à réaliser. En plus du coût, ces erreurs peuvent même avoir des conséquences néfastes sur l'état de santé du malade. En outre, la prise de décision du médecin deviendra difficile s'il consulte un grand nombre de tests car ce nombre peut perturber les informations. Ainsi, le choix des tests à faire est important dans le diagnostic et le traitement.

Avant de décider de faire faire un test T, le médecin se base d'une part sur son expérience et d'autre part sur les rapports portant sur les personnes ayant contracté la maladie B, pour donner une probabilité $P(B^+)$, appelée probabilité *a priori* : $P(B^+)$ est une estimation de la probabilité que le patient porte la maladie B. La valeur de $P(B^+)$, donnée dans la pratique des médecins sous la forme d'un pourcentage, appartient à l'intervalle $[0 ; 1]$. L'intervalle $[0 ; 1]$ est divisé en trois zones : surveillance, test, traitement. Les repères notés T_t et T_γ sont appelés seuils, T_t étant le seuil de test, T_γ le seuil de traitement.

Si $P(B^+) < T_t$ le médecin décide de ne pas faire le test T et de ne pas traiter non plus le malade mais de le surveiller.

Si $P(B^+) > T_\gamma$ il décide de le traiter immédiatement, le test T étant inutile.

Si $T_t < P(B^+) < T_\gamma$ le médecin doit indiquer le test T (et d'autres tests de plus, s'il les croit nécessaires) qui peuvent l'aider à poser un diagnostic.

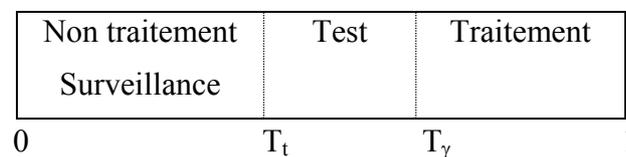


Figure 1 – Modèle des seuils

Les valeurs de T_t et T_γ fluctuent en fonction de nombreux facteurs : le risque et le coût du test T, l'intérêt et la dangerosité du traitement de la maladie B.

Dans le cas où le médecin déciderait du test T à faire, le résultat obtenu peut faire changer l'estimation $P(B^+)$. La nouvelle probabilité est appelée *a posteriori* et est notée par p . Si p sort de l'intervalle $[T_t, T_\gamma]$, alors la décision du médecin est considérée comme pertinente (parce que p permet de conclure sur la nécessité ou non du traitement). Sinon le test T n'a pas de valeur, parce qu'il ne permet pas d'affirmer que le patient ait contracté ou non la maladie B.

Le modèle des seuils ci-dessus a été proposé en 1980 par Pauket et Kassier et est appelé modèle P-K. Dans ce qui suit, nous l'appellerons *le modèle des seuils*.

2. Les praxéologies du modèle des seuils à enseigner

Pour mettre en évidence les praxéologies à enseigner, nous avons analysé l'ouvrage *Probabilité – Statistiques* utilisé à l'Université des sciences médicales d'Ho-Chi-Minh ville. L'équipe d'auteurs est composée de trois mathématiciens et d'un médecin qui a obtenu un master 1 en mathématiques. Nous utilisons la lettre V pour indiquer cet ouvrage.

Lors de l'analyse des praxéologies, nous nous arrêterons à la détermination des technologies, sans indiquer de façon précise les éléments théoriques. Évidemment, la théorie des probabilités est une référence fondamentale pour parler de ces éléments, ainsi que les savoirs du domaine médical.

Dans l'ouvrage V, le modèle de seuil est introduit dans le dernier chapitre intitulé *Probabilité pour diagnostic*. Ce chapitre est précédé des chapitres suivants :

- Algèbre combinatoire
- La notion de probabilité et les formules de calcul des probabilités (probabilité produit, probabilité conditionnelle, ...)
- Les distributions (Bernoulli, binomiale, normale, ...)
- La théorie des échantillonnages
- La théorie d'estimation
- Test d'hypothèses.

Le chapitre *Probabilité pour diagnostic* comporte les objets suivants :

- Liens entre probabilité et diagnostic
- Précision d'un test
- Les méthodes de calcul de la probabilité *a posteriori* : méthode du tableau 2x2, méthode de Bayes, méthode du rapport des chances.
- Modèle des seuils P – K

Notre analyse montre que les praxéologies concernant le modèle des seuils s'organisent autour de quatre types de tâche notés par nous T_1, T_2, T_3, T_4 .

T_1 : Estimer la probabilité $P(P^+)$

T_2 : Déterminer les seuils T_t, T_γ

T_3 : Prendre une décision pour le diagnostic

T_4 : Calculer la probabilité *a posteriori*

A partir de l'introduction brève du modèle des seuils ci-dessus, on trouve qu'en effet T_1, T_2, T_4 sont des sous-types de tâche de la T_3 . Cela sera expliqué clairement plus loin quand nous analyserons les techniques introduites par V.

• **T_1 : Estimer la probabilité *a priori* $P(B^+)$**

La technique τ_1 est présentée comme suit dans V : poser un diagnostic (prévoir la probabilité $P(B^+)$), c'est-à-dire estimer la probabilité que le patient porte la maladie B) en demandant l'histoire du patient.

La technologie θ_1 qui explique τ_1 est donnée ainsi par V: En médecine, l'estimation de $P(B^+)$ est prévue en s'appuyant d'une part sur la proportion des gens (par rapport à la population générale) portant la maladie ou statistique de la clinique, et d'autre part sur l'expérience du médecin.

• **T_2 : Déterminer les seuils T_t, T_γ**

τ_2 : s'appuyer sur des éléments comme le risque du test, le coût et le niveau de précision du test, l'intérêt et l'inconvénient du traitement selon que le patient porte ou non la maladie, ...

Dans l'ouvrage V, technique τ_2 et technologie θ_2 sont indissociables, comme le montre la citation suivante :

Les valeurs de T_t et T_γ varient en fonction de plusieurs facteurs: le risque associé au test, le coût du test, l'intérêt et le danger du traitement si le patient porte ou non la maladie. Elles sont déterminées par le

docteur en s'appuyant sur des éléments comme la proportion des patients qui portent la maladie, les propriétés du test,

Deux valeurs T_i et T_γ divisent l'intervalle $[0, 1]$ en trois zones : zone de surveillance (sans traitement), zone de test, zone de traitement. La largeur de chaque zone dépend des T_i et T_γ , c'est-à-dire de la nature du test T et de l'intérêt du traitement.

Lorsque le test est sûr, peu risqué et peu coûteux, les médecins préconisent souvent le test, même si la valeur de $P(B^+)$ est grande ou petite : la zone de test est large. Inversement, si le test comporte un risque, les médecins sont réticents à indiquer ce test : la zone de test est étroite. (Chu et al. 2008, p. 219)

• **T_3 : Prendre une décision pour le diagnostic**

Ici, on utilise le modèle des seuils en se basant sur la probabilité p . p désigne $P(B^+)$ ou PA (appelée probabilité *a posteriori*, calculée en fonction du résultat positif ou négatif du test qui a été effectué) suivant le moment dans le processus du diagnostic. La technique τ_3 est décrite comme suit :

- Si $p < T_i$: ne pas traiter
- Si $p > T_\gamma$: traiter immédiatement
- Si $T_i < p < T_\gamma$: indiquer le test à faire (si p est $P(B^+)$) ou un autre test (si p est PA) pour pouvoir estimer mieux la probabilité qu'on peut attacher à la possibilité que le malade porte la maladie.

θ_3 : Voici le discours sur la technique introduit par V :

Le modèle des seuils explique la décision prise par le médecin. Le fait qu'il décide de traiter ou non la maladie B, ou de choisir ou non le test T à faire dépend à la position de p par rapport aux trois zones du modèle des seuils. La largeur de chaque zone dépend des seuils T_i et T_γ . Ces seuils à leur tour dépendent :

- Du risque, du coût et de la précision du test T
- De l'intérêt et de l'inconvénient du traitement si le patient ne contracte pas la maladie B. (Chu et al. 2008, p. 220)

Ainsi, θ_3 est le modèle des seuils P – K.

• **T_4 : calculer la probabilité *a posteriori***

Dans le cas où le médecin a choisi le test T, il doit consulter le résultat obtenu pour T afin d'estimer la probabilité que le patient contracte la maladie B. Autrement dit, il doit accomplir le type de tâche T_4 – calculer la probabilité *a posteriori*.

Dans V, on donne trois techniques pour résoudre ce type de tâche.

- τ_4 : Utiliser la formule de Bayes

Si T^- apparaît (résultat du test T négatif), alors $p = P(B^+/T^-)$. Donc, $p = \frac{\rho(B^+) \rho(T^- / B^+)}{\rho(T^-)}$.

Si T^+ apparaît (résultat du test T positif), alors $p = P(B^+/T^+)$. Donc, $p = \frac{\rho(B^+) \rho(T^+ / B^+)}{\rho(T^+)}$.

La technologie θ_4 permettant de faire vivre τ_4 est la notion de probabilité conditionnelle et la formule de Bayes ($P(B|A) = \frac{P(B) \cdot P(A|B)}{P(A)}$) que les étudiants ont étudiée auparavant.

- τ'_4 : Utiliser la méthode « tableau 2×2 »

Le tableau 2×2 présente la sensibilité et la spécificité du test T (deux paramètres permettant d'estimer le degré de certitude du test T).

T^+ , T^- sont respectivement les événements « obtenir le résultat positif ou négatif du test T ». B^+ , B^- les événements « le patient a contracté ou non la maladie B ». La sensibilité correspond à la probabilité d'obtenir le résultat positif T^+ chez un patient ayant contracté la maladie B. Elle est définie par $P(T^+/B^+)$. La spécificité correspond à la probabilité d'obtenir le résultat négatif T^- chez un patient qui ne porte pas B. Elle est définie par $P(T^-/B^-)$.

Un échantillonnage de N personnes est pris pour faire le test T. Il est divisé en deux sous-groupes dont l'un contient des personnes portant la maladie B, l'autre des personnes ne la portant pas, ce qui est résumé dans le tableau 2×2 de la figure 2.

	B^+	B^-	
T^+	a	b	a + b
T^-	c	d	c + d
	a + c	b + d	N = a + b + c + d

Figure 2 – Tableau 2×2

Quatre formules sont introduites par V pour calculer la sensibilité et la spécificité du test T :

$$P(T^+/B^+) = \frac{a}{a+c} ; P(T^-/B^+) = \frac{d}{b+d} ; P(T^+/B^-) = \frac{b}{b+d} ; P(T^-/B^-) = \frac{c}{a+c} .$$

Etant donné N la taille de l'échantillon, l'effectif de chaque groupe (portant ou non la maladie B), la sensibilité et la spécificité, on peut calculer a, b, c, d, puis la probabilité *a posteriori* $p = P(B^+/T^+)$ si T^+ et $p = P(B^+/T^-)$ si T^- .

- τ''_4 : Utiliser la méthode « rapport des chances »

Le rapport des chances de l'événement A, noté $LR(A)$, est déterminé par la formule

$$LR(A) = \frac{\rho(A/B^+)}{\rho(A/B^-)}$$

Dans l'ouvrage V, on montre que : si A est T^+ , alors $LR(T^+) = \frac{\rho(T^+/B^+)}{\rho(T^+/B^-)}$, noté LR^+ ; si A est

T^- , alors $LR(T^-) = \frac{\rho(T^-/B^+)}{\rho(T^-/B^-)}$, noté LR^- .

V introduit ensuite les formules permettant de calculer la probabilité *a posteriori*. Ces formules tiennent compte de $P(B^+)$, de la sensibilité et du résultat du test. Elles sont assez complexes. Nous ne les présenterons pas dans le cadre de cet article.

En résumé, il y a 4 types de tâche concernant le modèle des seuils. De quelle nature sont-ils ?

T_4 (calculer la probabilité *a posteriori*) est un type de tâche mathématique. L'une des techniques revient à utiliser la formule de Bayes introduite précédemment dans l'ouvrage V.

T_1 (estimer la probabilité *a priori* $P(B^+)$) n'est pas un type de tâche mathématique bien que la technique τ_3 comporte une comparaison numérique. On peut dire que c'est aussi le cas de T_3 (prendre une décision pour le diagnostic).

T_2 (déterminer les seuils T_t , T_γ), telle qu'elle est présentée dans l'ouvrage V, n'est pas non plus un type de tâche mathématique. La technique introduite dans V doit s'appuyer sur des éléments comme le risque, le coût, la sensibilité et la spécificité de l'examen qu'on peut

choisir en espérant avoir des informations permettant d'affirmer la présence ou non chez le patient de la maladie. Elle doit aussi prendre en compte l'intérêt et l'inconvénient du traitement que le patient porte ou non la maladie, ... Par exemple, si le malade a un cancer à la dernière étape, le médecin considère que l'intervalle $[T_\gamma, 1]$, zone de traitement, est très étroit.

Or, la théorie des probabilités fournit la formule suivante pour déterminer les seuils T_t, T_γ :

$$T_t = \left[1 + \frac{B}{R} \cdot LR^+ \right]^{-1}; T_\gamma = \left[1 + \frac{B}{R} \cdot LR^- \right]^{-1}$$

où R est la proportion de Risque, B la proportion de Bénéfice du traitement, LR^+, LR^- sont des rapports de chances. R et B sont donnés (à partir des recherches médicales). LR^+, LR^- peuvent être trouvés grâce à deux formules présentées ci-dessus.

Ainsi, la technique mathématique qui permet de diminuer l'aspect subjectif dans le diagnostic n'est pas présentée dans l'ouvrage.

III. ANALYSE D'UNE PRATIQUE D'ENSEIGNEMENT DU MODELE DES SEUILS

L'enseignement concerné est celui de première année de l'Université des sciences médicales d'Ho-Chi-Minh ville. La séance observée est celle de l'étude du modèle des seuils P –K. Les deux séances consacrées aux exercices seront les deux dernières séances du module *Probabilités – Statistique* du programme de formation des médecins.

Le protocole a été reconstruit à partir de l'enregistrement audio de la séance et des notes des observateurs. L'analyse de la pratique d'enseignement est faite du point de vue de la théorie anthropologique du didactique. Qu'enseigne-t-on aux futurs médecins à propos de l'utilisation du modèle des seuils dans une situation thérapeutique ? Dans le cadre de cette communication, nous ne présenterons que certains points de notre analyse.

Dans l'approche anthropologique, l'activité d'enseignement est considérée comme l'étude d'une (des) praxéologie(s) concernant un objet de savoir O. L'organisation didactique de cette étude est examinée selon six moments: (1) le moment *de la première rencontre* avec le type de tâche T ; (2) le moment d'*exploration* du type de tâche T et de *l'émergence de sa technique* τ ; (3) le moment *technologico-théorique*, qui voit la création (ou l'identification) du bloc $[\theta / \emptyset]$; (4) le moment *du travail de l'organisation mathématique* créée (ou en cours de création), pour assurer la résistance des éléments praxéologiques et, le cas échéant, pour les améliorer, et en même temps pour permettre *la maîtrise* de cette organisation praxéologique, en particulier de la technique τ élaborée ; (5) le moment *de l'institutionnalisation* de la praxéologie construite ; (6) le moment *de l'évaluation* non seulement de la maîtrise de la praxéologie créée, mais aussi de cette praxéologie elle-même. (Cf. Chevallard 2002).

Dans la partie ci-dessous, les citations sont issues du protocole, découpé en 48 paragraphes.

• Paragraphes 1 – 8 : Le professeur (P) commence par la présentation du modèle des seuils. C'est le moment de la première rencontre avec le type de tâche T_3 – *prendre une décision clinique*:

7. (P) : Aujourd'hui, nous allons étudier une autre méthode qui sert à diagnostiquer une maladie en s'appuyant sur la fréquence des malades et sur le résultat de l'examen. C'est la méthode du modèle des seuils.

On voit que le type de tâche T_3 est étudié avant les types de tâche T_1 , T_2 et T_4 . Le modèle des seuils est l'élément technologique de τ_3 .

La technique τ_3 est introduite explicitement tout de suite dans le paragraphe 8, sans exemple.

8. (P) : ... si la probabilité p exprimant la possibilité de porter la maladie est faible, alors surveiller sans traiter, n'indiquer non plus aucun examen à faire.

Traiter toute de suite si la probabilité p est assez importante, c'est-à-dire p permet de prendre la décision de traitement.

Indiquer un examen si la probabilité p ne permet pas d'affirmer que le patient porte ou non la maladie.

• Paragraphes 9 – 14 : étude du type de tâches T_1 – estimer la probabilité *a priori*. C'est le moment de la première rencontre avec T_1 :

9. (P) : Le problème qui se pose est comment faire pour estimer la probabilité que le patient porte la maladie avant l'examen ?

C'est aussi le moment d'exploration de la technique. Comme nous l'avons dit, T_1 n'est pas un type de tâche mathématique. La technique émerge d'un exemple à propos du diagnostic de la maladie de Wilson.

12. (P) : Chez un patient ayant des mains tremblantes et un haut rythme cardiaque, le risque d'une hyperthyroïdie (80%) est beaucoup plus grand que celui de contracter la maladie de Wilson (1%). Cependant, après avoir su que le frère du patient a porté la maladie de Wilson, le risque de contracter la maladie de Wilson du patient augmente de 95%.

14. (P) : Cette probabilité est donnée en se basant sur l'incidence des maladies. Elle est donnée en pourcentage au lieu d'utiliser le mot « suspect », « peut » ou « plus probable ».

• Paragraphes 15 -18 : retour au type de tâches T_3 .

15. (P) : Lorsqu'on a la probabilité *a priori*, comment utilise-t-on le modèle des seuils ?

16. (E) : La prise de décision dépend de l'intervalle à laquelle cette probabilité appartient.

17. (P) écrit au tableau :

Lorsque la probabilité $P(B^+)$ (probabilité *a priori*) a été donnée, alors nous utilisons le modèle des seuils pour prendre la décision. Plus précisément :

- Déterminer l'intervalle où se trouve p

- Si $P(B^+) < T_t$: ne pas traiter, ne pas proposer non plus le test, mais surveiller le patient

- Si $P(B^+) > T_\gamma$: décider du traitement

- Si $T_t < P(B^+) < T_\gamma$: indiquer le test à faire

C'est le moment du travail de la praxéologie concernant T_3 au travers de l'exemple du diagnostic de l'asthme.

18. Dans l'asthme, nous avons choisi le seuil du test comme étant de 10%, le seuil du traitement de 80%.

On a (P écrit au tableau) :

Zone de Surveillance	Test	Zone de Traitement
0	0,1	0,8
		1

Figure 3 – Modèle des seuils écrit au tableau

Après l'examen, le docteur estime la probabilité $P(B^+)$. Si $P(B^+) < 0,1$, il ne traitera pas et n'indiquera pas non plus le test, mais il surveillera le patient. Si $P(B^+) > 0,8$, il faut traiter. Si $0,1 < P(B^+) < 0,8$, il faut décider du test à faire.

Ainsi, les étudiants travaillent sur le modèle des seuils introduit précédemment (paragraphe 8), au travers d'un exemple où T_t et T_γ sont donnés ($T_t = 0,1$; $T_\gamma = 0,8$). Mais P ne fournit aucune explication sur la façon dont ces valeurs ont été calculées.

Ce moment de travail avec la technique τ_3 est effectué par P sans contribution des étudiants. L'étude de cet exemple joue le rôle de support à l'institutionnalisation de la technique τ_3 . La technologie expliquant τ_3 est introduite par P.

- Paragraphes 19 – 25 : moment de l'étude du type de tâche T_2 .

L'exemple précédent crée le besoin d'étudier le type de tâche T_2 . Ce besoin est exprimé par un étudiant.

19. (E) : Comment sait-on que $T_t = 0,1$ et $T_\gamma = 0,8$? Comment sont déterminés ces deux seuils ?

Deux techniques pour déterminer les seuils (T_2) sont alors introduites par P.

21. (P) : On a deux méthodes permettant de déterminer les seuils.

22. (P) : Les seuils sont déterminés par le docteur en s'appuyant sur des éléments comme la proportion des patients qui portent la maladie, les propriétés du test, ... Lorsque le test est sûr, peu risqué et peu coûteux, les médecins préconisent souvent le test. La zone de test est large. Inversement, si le test comporte un risque, les médecins hésitent à recommander ce test. La zone de test est alors réduite.

Cette technique τ_2 correspond à celle présentée dans l'ouvrage V : elle ne contient aucun élément numérique et s'appuie sur des considérations de la profession. Le professeur se dissocie de V en commentant la méthode qu'il vient d'introduire et en la complétant par la donnée de deux formules (technique τ'_2).

25. (P) : Pour éviter le défaut de cette méthode basée essentiellement sur l'expérience, certains auteurs proposent les deux formules suivantes :

$$T_t = \left[1 + \frac{B}{R} . LR^+ \right]^{-1} ; T_\gamma = \left[1 + \frac{B}{R} . LR^- \right]^{-1}$$

Où R est la proportion de Risque, B est la proportion de Bénéfice.

On voit que la nouvelle technique τ'_2 est introduite sans autre explication que « le défaut de la méthode τ_1 ». Les éléments théoriques ne sont pas présentés.

- Paragraphes 26 – 27 : travail de τ'_2 sur un exemple dans lequel sont données les valeurs nécessaires pour l'application des deux formules précédentes.

- Paragraphe 29 : rappel de la technique τ_3 qui a été institutionnalisée au paragraphe 17. Pourtant, à ce moment-là, $p = P(B^+)$ est la probabilité *a priori*. Ce rappel est fait dans le but d'introduire le type de tâche T_4 – déterminer la probabilité *a posteriori*, qui apparaît comme un sous-type de tâche de T_3 .

29. (P) : ... Nous avons dit que dans le cas où $T_t < P(B^+) < T_\gamma$, il faut indiquer le test à faire. Si la probabilité *a posteriori* n'est pas au-delà des deux seuils, le test n'est pas valable et nous devrions rejeter ce test.

30. Comment détermine-t-on la probabilité après avoir obtenu le résultat du test ?

Ainsi, c'est le moment de la première rencontre avec T_4 .

- Paragraphes 30 – 34 : moment du travail de la technique τ_4

32. (P) : Faisons attention, ce sont des probabilités conditionnelles. Nous pouvons donc utiliser des formules de probabilité conditionnelle introduites antérieurement pour calculer cette probabilité. Une des formules est celle de Bayes.

Si T^+ (le résultat du test est positif) : $P(B^+ | T^+) = \frac{P(B^+) \cdot P(T^+ | B^+)}{P(T^+)}$;

Si T^+ (le résultat du test est négatif) : $P(B^+ | T^-) = \frac{P(B^+) \cdot P(T^- | B^+)}{P(T^-)}$

La Technique τ_4 revient sur l'usage de la formule de Bayes.

Rappelons que pour résoudre T_4 il existe deux autres techniques – celle du tableau 2×2 et celle du rapport des chances, qui ont été abordées avant l'étude du modèle de seuil. *Pourtant, l'enseignant ne mentionne aucune de ces deux techniques. Une occasion permettant de comparer les techniques et de les évaluer n'est pas saisie, les deux techniques non mentionnées étant rejetées sans explication.*

- Paragraphes 35 – 45 : moment du travail des quatre types de tâche précédents et des techniques enseignées. Les différentes techniques fonctionnent au travers d'un exemple de diagnostic de la maladie B chez monsieur M.

35. (P écrit au tableau) : Dans le modèle de seuil P-K, on prend $T_1 = 0,25$ et $T_2 = 0,7$. Le docteur diagnostique qu'il est possible que monsieur M ait la maladie B. Il demande donc de faire l'examen T_1 . Si le résultat obtenu par l'examen est T^- , il ne va pas traiter, au contraire il va le faire si le résultat est T^+ . La décision est-elle bonne ? Pourquoi ?

Les étudiants résolvent le problème, guidés par P.

- Paragraphes 46 – 47 : institutionnaliser encore une fois les techniques présentées précédemment. Les éléments de technologie et la théorie ne sont pas repris.

47. (P) : Pour résoudre des situations cliniques compliquées, l'utilisation du modèle des seuils pour analyser des décisions cliniques est un outil scientifique important qui aide le médecin à prendre la bonne décision.

IV. EN CONCLUSION

L'analyse présentée ci-dessus montre que dans la séance observée une seule praxéologie est enseignée autour du seul type de tâche T_3 « *prendre une décision pour le diagnostic* ». Dans cette praxéologie enseignée, T_1 , T_2 , T_4 sont trois sous-types de tâche de T_3 et de ce fait, participent à la technique enseignée pour prendre une décision dans le diagnostic d'une maladie.

Seuls T_2 et T_4 sont des types de tâche pour lesquelles existent des techniques mathématiques. L'enseignant en plus de la technique de l'ouvrage V, technique s'appuyant sur l'expérience professionnelle du médecin, introduit la technique mathématique τ_2 absente de V. Pour T_4 , seule l'une des trois techniques mathématiques présentes dans V est enseignée. On peut donc dire que la praxéologie enseignée autour de T_2 est une praxéologie mixte, combinant des savoirs mathématiques et des savoirs professionnels.

À propos de l'organisation didactique de la séance observée, c'est-à-dire du point de vue des moments de l'étude, on voit que :

- Les moments de la première rencontre avec les quatre types de tâches sont initiés par l'enseignant à partir de questions ou d'exemples de situations thérapeutiques.

- Les moments d'exploration des praxéologies sont entièrement sous la responsabilité de l'enseignant, laissant peu de place à l'étudiant.

- L'institutionnalisation est réalisée à plusieurs moments dans la séance, en particulier les techniques et les éléments de technologie à retenir sont écrits au tableau par l'enseignant.

- Les techniques des quatre types de tâches sont travaillées de façon coordonnée lors de l'étude d'exemples de situations thérapeutiques.

- L'évaluation praxéologique est réalisée par l'enseignant lui-même qui commente les points positifs et négatifs des techniques utilisées dans l'étude d'un exemple.

Quant à l'élaboration d'éléments technologiques et théoriques, ils sont principalement de nature professionnelle en référence avec l'expérience médicale de telle ou telle maladie : les éléments technologico-théoriques de nature mathématique de la praxéologie enseignée sont absents alors même que certaines techniques enseignées sont mathématiques. On peut se demander quelles sont les conséquences d'une telle incomplétude de la praxéologie enseignée, la maîtrise du diagnostic pour traiter un patient étant cruciale pour les médecins.

REFERENCES

- Dawson B, Trapp R. G. (2004) *Basic & Clinical Biostatistics*. Hill Publ.Comp.
- Chevallard Y. (1991) Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques* 12(1), 73-112.
- Chevallard Y. (2002) Organiser l'étude 1. Structures et Fonctions. Organiser l'étude. In J.-L. Dorier et al. (Eds.) (pp. 3-22 et pp. 41-56). *Actes de la 11ème école d'été de didactique des mathématiques –Corps, 21-30 Août 2001*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Chu Văn Thọ, Phạm Minh Bửu, Trần Đình Thanh, Nguyễn Văn Liêng (2008) *Probabilités – Statistiques*. Université des sciences médicales de Ho-Chi-Minh ville – Việt-Nam.