

# Utilisation d'un système expert d'aide à la réalisation des examens cyto bactériologiques urinaires

S. COMBY<sup>1</sup>, G. CARRET, J.P. FLANDROIS, A. PAVÉ, M. PEROUSE DE MONTCLOS

## RÉSUMÉ

Un système expert d'aide à la réalisation des examens cyto bactériologiques urinaires a été développé. Sa validation a été réalisée en routine par comparaison des avis donnés par des experts et des conclusions obtenues avec ce logiciel en utilisant les résultats des examens en cours de réalisation ou terminés. La concordance a été satisfaisante. Outre la fiabilité, les avantages constitués par la disponibilité, la souplesse et l'adaptabilité ont été notés. La répétabilité et la reproductibilité des avis ont aussi été soulignées.

MOTS CLÉS : Urine - Contrôle de qualité - Techniques bactériologiques.

## SUMMARY

Use of an expert system as a tool for urine examination. — An expert system for urine examinations was developed. Its validation was performed in a routine work, by comparison of expert decisions with software conclusions. Results of finished examinations or in progress were taken into account. The agreement was satisfactory. In addition to reliability, advantages constituted by availability, flexibility and adaptability were notified. Repetability and reproductibility were also emphasized.

INDEX TERMS : Urine - Quality control - Bacteriological technics.

L'aide à la décision et le contrôle de qualité en biologie médicale utilisent principalement des techniques statistiques et probabilistes. Cependant, il n'est maintenant plus contesté qu'une aide complémentaire peut être apportée à la routine par la mise en place de systèmes dont le fonctionnement est plus comparable aux habitudes du raisonnement médical et plus adapté à la microbiologie : les systèmes experts (SE) [1]. Ces avancées technologiques sont principalement dues à l'essor de la micro-informatique et des logiciels conviviaux [2] qui offrent des possibilités de traitement de données accessibles à des non spécialistes. Les études réalisées jusqu'à présent dans ce domaine ont surtout concerné le diagnostic et l'aide à la thérapeutique [3-5]. Nous avons voulu appliquer ce nouvel outil à l'analyse microbiologique dans le but d'en améliorer la qualité et la fiabilité, de faciliter sa réalisation et d'en diminuer le coût. Nous avons volontairement limité l'application à un domaine dans lequel l'outil pouvait, a priori, être utilisable à court terme : l'examen cyto bactériologique des urines. Ce type d'analyse occupe en effet une place particulière dans l'ensemble des analyses microbiologiques de part sa grande fréquence, des règles d'interprétation relativement bien codifiées, des difficultés de prélèvement donc des risques non négligeables d'obtention d'échantillons de mauvaise qualité particulièrement chez la femme et en pédiatrie. Nous avons conçu une aide à la décision permettant d'apprécier la qualité des échantillons, donc de solliciter immédiate-

ment un nouveau prélèvement si nécessaire, de statuer sur l'inutilité de poursuivre en première intention ou sans précision particulière, une analyse soit après l'examen cytologique, soit avant l'identification ou avant l'antibiogramme pour des germes jugés non infectieux.

## Matériel et méthode

### Examen cyto bactériologique des urines

Aucune modification n'a été apportée dans le cadre de ce travail aux techniques habituellement utilisées dans le laboratoire pour effectuer ce type d'examen [6, 7]. Les résultats étaient exprimés sous forme semi-quantitative en puissance de 10 par ml pour la flore et les éléments cellulaires (leucocyte, cellules épithéliales, cellules épithéliales recouvertes de bactéries), quantitative pour le nombre d'espèces, qualitative pour l'identification des germes et l'antibiogramme.

Des renseignements concernant l'âge, le sexe et le service d'hospitalisation des patients ont été pris en compte dans les expertises.

### Développement et validation du SE

Les avis des experts et du SE ont été présentés sous 4 formes :

- absence d'avis,
- absence de signes biologiques d'infection,
- présence de signes biologiques d'infection,
- présence de signes biologiques de contamination du prélèvement.

<sup>1</sup> Université Claude-Bernard, CNRS Unité Associée 243, Centre Hospitalier Lyon-Sud, Laboratoire de Bactériologie, 69310 PIERRE-BÉNITE.

Tirés à part : S. Comby, adresse ci-dessus.

Recu le 10 décembre 1987. Accepté le 09 juin 1987.

Les experts étaient des cadres du laboratoire habitués à régler les problèmes posés par le personnel technique. Deux experts ont participé à la phase de développement, deux autres à la phase de validation.

Au cours de la phase de développement, les règles ont été formalisées par les experts, et les versions correspondantes du système ont chaque fois été testées sur le même lot de 199 résultats d'examen qui avaient été pris au hasard dans la routine du laboratoire et soigneusement expertisés. Le système a été considéré comme opérationnel lorsque la concordance avec l'expertise a été supérieure à 95 p. cent.

La validation a été réalisée en routine par l'analyse indépendante et simultanée par un expert et le SE des résultats des examens cytotactériologiques, en excluant les échantillons d'urine ne présentant pas d'élément cellulaire et de germe, car l'interprétation était évidente. L'évaluation a été faite en étudiant 339 résultats d'analyses terminées ou après avoir réalisé l'examen direct et l'examen cytologique. Les discordances ont été soumises à une contre-expertise dans les mêmes conditions.

### Matériel informatique

Le micro-ordinateur utilisé était un Macintosh (Apple, France) de 512 KO de mémoire vive. Le logiciel a été écrit en Prolog (version Prolog II).

### Description du logiciel

La figure 1 présente le chaînage des diverses règles, toutes pondérées, qui permettent de reconstituer le système expert. Elles intègrent les critères d'interprétation préconisés pour l'examen cytotactériologique des urines [6, 7]. Les règles d'état dépendent des informations relatives au patient, aux modalités de prélèvement, à l'identification des germes éventuellement isolés et aux connaissances de leur pouvoir pathogène habituel. Des règles à seuil sont basées sur des tests dont le résultat est exprimé sous forme quantitative ou semi-quantitative. Elles font appel à des seuils de signification et à des fonctions de renforcement liées à l'écart par rapport au seuil ou à l'association d'écarts à plusieurs seuils. Des règles proposant une orientation diagnostique font appel aux hypothèses habituellement évoquées dans des cas douteux : début d'infection, infection traitée, infection mixte. Dans le cas où l'application de ces règles ne permet pas de conclure à l'absence de signe biologique d'infection, un indice de décision est calculé à partir des poids de chaque règle appliquée. Sur sa valeur est apportée la conclusion.

### Définitions

Ont été appelées discordances majeures, les différences entre les avis « absence ou présence de signes biologiques d'infection » donnés par un expert et les avis donnés par le SE ou l'autre expert. Les autres discordances, sans conséquences pour le malade, ont été considérées comme mineures.

TABLEAU I  
Comparaison des avis émis par l'expert et le SE

SE	Expert	? <sup>1</sup>	NI <sup>2</sup>	I <sup>3</sup>	C <sup>4</sup>
	?	6	1	2	6
	NI		76		
	I	4		137	7
	C			4	96

<sup>1</sup> Absence d'avis, <sup>2</sup> absence de signes biologiques d'infection, <sup>3</sup> présence de signes biologiques d'infection, <sup>4</sup> présence de signes biologiques de contamination du prélèvement.

TABLEAU II  
Résultats de la contre-expertise sur les discordances

Expert 2	Expert 1	? <sup>1</sup>	NI <sup>2</sup>	I <sup>3</sup>	C <sup>4</sup>
	?	1		2	1
	NI				1
	I	3		4	2
	C		1		9

<sup>1</sup> Absence d'avis, <sup>2</sup> absence de signes biologiques d'infection, <sup>3</sup> présence de signes biologiques d'infection, <sup>4</sup> présence de signes biologiques de contamination du prélèvement.

### Résultats

Les experts et le SE ont apporté une conclusion significative à une très grande majorité d'analyses. La comparaison entre les avis de l'expert initial et du SE est rassemblée dans le tableau I. Le pourcentage de concordance est élevé (92,9 %) et les discordances observées sont principalement mineures. Si les cas pour lesquels un avis n'a pu être donné sont exclus, la concordance entre l'expert et le système s'élève à 96,6 p. cent. Les résultats de la contre-expertise ont été rassemblés dans le tableau II. Dans la moitié des cas, les avis des experts diffèrent et des discordances majeures sont constatées entre les experts.

### Discussion

L'appréciation de la fiabilité d'un SE est délicate car les critères d'évaluation reposent essentiellement sur des comparaisons avec des avis donnés par des experts, donc fortement marqués par des éléments subjectifs. En règle générale, dans ces démarches heuristiques, l'outil est considéré comme valable lorsque les conclusions présentent une même tendance dans un pourcentage satisfaisant, voisin de 95 p. cent. Le système proposé répond à ces normes. Il peut donc prétendre à la confiance des utilisateurs d'autant plus que le pourcentage des cas, pour lesquels un avis a été donné par le système, est grand (324 sur 339) et que toutes les analyses présentaient des anomalies puisque les examens entièrement négatifs étaient exclus. Les discordances sont en nombre restreint (24 sur 339), et elles correspondent à des difficultés d'interprétation qui

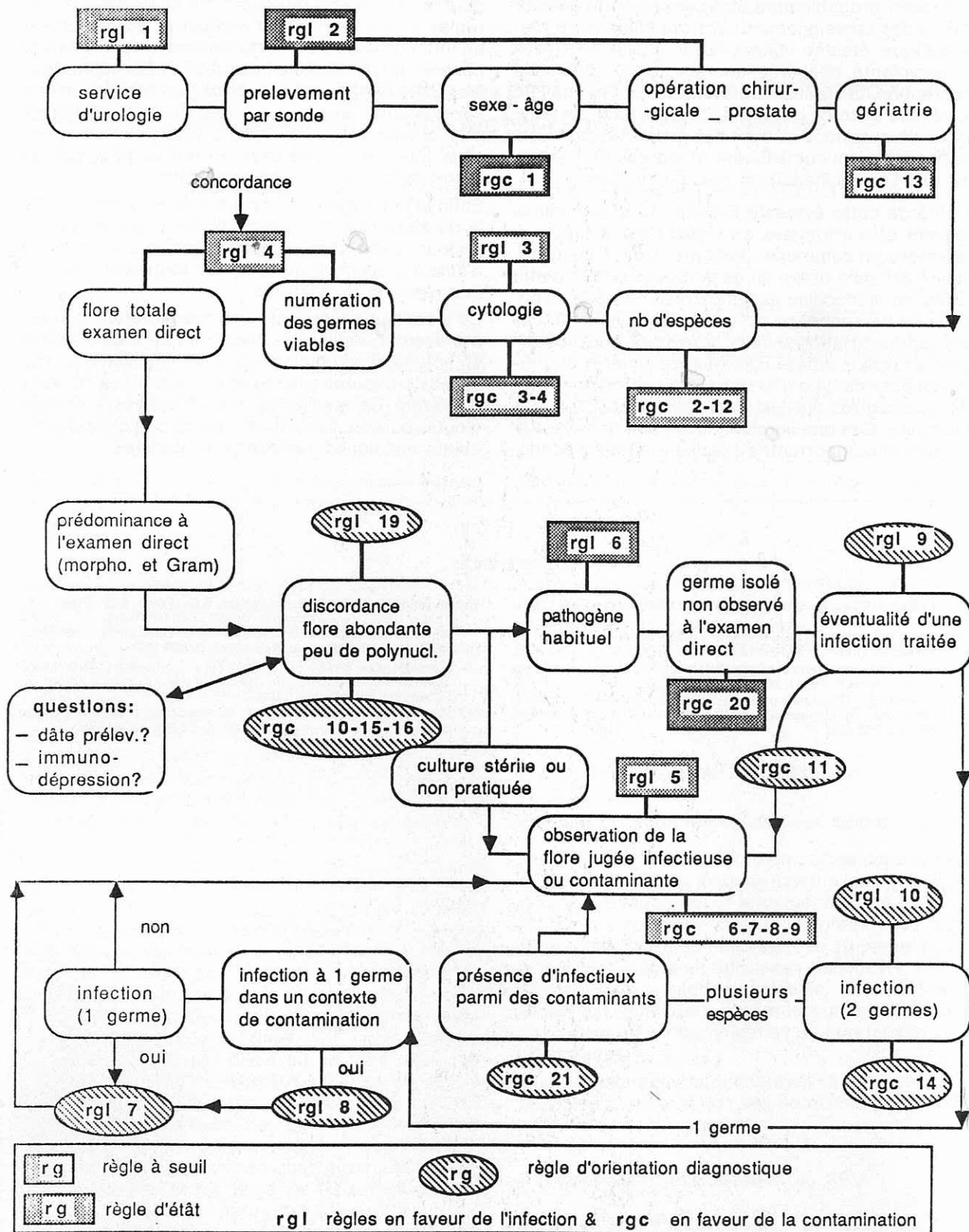


Fig. 1. - Chaînage des différentes règles mises en jeu par le système expert. Ces règles sont invoquées tour à tour par le système. Les règles en faveur de l'infection sont notées « rgl », celles en faveur de la contamination sont symbolisées par « rgc ».

sont d'ailleurs illustrées par le manque de concordances flagrant entre les avis des deux experts sur les cas discordants (tableau II). Les performances pourraient probablement être sensiblement améliorées si des renseignements d'ordre clinique ou thérapeutique étaient utilisés. Leur exclusion relève d'une volonté délibérée en regard des difficultés d'obtention de telles informations en routine. En outre, elle évite de perdre l'utilisateur dans un labyrinthe de questions et dans des difficultés de saisie de données, qui compliquent et alourdissent le travail que l'on souhaitait en réalité simplifier.

A côté de cette évidente fiabilité, d'autres qualités peuvent être attribuées au logiciel décrit même si celles-ci sont communes à d'autres SE [1]. La disponibilité est sans doute un gage de sécurité et d'efficacité car la machine est en permanence à la disposition du personnel ce qui n'est pas toujours le cas des cadres du laboratoire dont l'avis est souvent sollicité en temps différé. Elle relance l'intérêt du personnel pour ce type d'examen et les efforts peuvent être concentrés sur les spécimens présentant des anomalies. Ces améliorations des conditions de travail sont plus importantes que des avantages écono-

miques dont l'analyse est pour le moment impossible à réaliser. La souplesse et l'adaptabilité doivent aussi être soulignées. Le système n'est pas figé. Il peut aisément être reprogrammé ou réorganisé. Les règles à seuil peuvent en particulier, être modulées en fonction des souhaits du biologiste ou d'éléments concernant la clientèle habituelle et les méthodologies de prélèvements utilisées. La solution micro-informatique retenue le permet, ainsi que le langage très orienté vers l'intelligence artificielle et accessible aux non spécialistes au même titre que les autres langages de programmation.

Enfin le point essentiel est sans doute constitué par la répétabilité et la reproductibilité des avis donnés, notions jusqu'alors souvent aléatoires en matière d'aide à la décision, qui prennent toute leur signification avec un tel système.

Ce travail et les résultats obtenus montrent que dès à présent, l'intelligence artificielle peut être utilisée en microbiologie médicale. Des applications très ciblées ont toutes chances de succès. Elles ont aussi le mérite de familiariser les biologistes à ce type d'outils qui sont encore dans beaucoup d'esprits des objets mythiques, ludiques ou futuristes.

#### RÉFÉRENCES

1. Farency H. — *Les systèmes experts. Principes et exemples*. (Cepadues, 1985), 254.
2. Fagot-Largeault A. — La simulation du raisonnement médical. *La Recherche*, 1985, 16, 1176-1187.
3. Fieschi M. — *Intelligence artificielle en médecine : des systèmes experts*. (Masson, 1984), 204.
4. Kleinmutz B. — Diagnostic problem solving by computer: a historical review and the current state of the science. *Comput. Biol. Med.*, 1984, 14, 255-270.
5. Shortliffe E.H., Davis R., Buchanan B.G., Axline S.G., Green C.C., Cohen S.N. — Computer-based consultations in clinical therapeutics: explanation and acquisition capabilities of the Mycin system. *Comput. Biomed. Res.*, 1975, 8, 303-320.
6. Clarridge J.E., Pezzlo M.T., Vosti K.L. — Laboratory diagnosis of urinary tract infections. In: Weissfeld A.S., *Cumitech* (American Society for Microbiology, 1987), 1-15.
7. Flandrois J.P., Chomarat M. — *Bactériologie médicale pratique*. Collection le laboratoire. (Medsil/McGraw-Hill, 1988), 320.