

CONGRÈS NATIONAL DE LA FÉDÉRATION  
DES ASSOCIATIONS POUR LE DÉVELOPPEMENT  
DE L'INFORMATIQUE MÉDICALE

# JOURNÉES D'INFORMATIQUE MÉDICALE DE TOULOUSE

24 - 25 - 26 MAI 1989

ACTES DU COLLOQUE

JOURNÉES D'INFORMATIQUE MÉDICALE DE TOULOUSE

**IMAGINEZ UN INSTANT  
LA PERTE DE TOUS VOS DOSSIERS...**

**LA SOLUTION: LES ONDULEURS** 

Contacter Claude Bondoin **61 76 35 82**  
**61 21 53 39**

6, rue Alsace-Lorraine  
31000 TOULOUSE

**SIZE**

**NOUVEAU!**

**CARTOUCHES D'ENCRE DES PHOTOCOPIEUSES  
ET D'IMPRIMANTES LASER:**

**FAITES RECHARGER VOS CARTOUCHES VIDES**

*Jusqu'à 50% d'économies*

Contacter Claude Bondoin **61 76 35 82**  
**61 21 53 39**

6, rue Alsace-Lorraine  
31000 TOULOUSE

**SIZE**

A. VERDAGUER, A. PATAK, F. SANZ (\*)  
C. SIERRA, R. LÓPEZ de MANTARAS (\*\*)

INTRODUCTION

Après le développement des systèmes experts (SE) d'aide au diagnostic médicale, on commence des études comparatives pour montrer sa validité et utilité (1-3). Ainsi, une fois fini le développement du système expert PNEUMON-IA pour le diagnostic de pneumonies extrahospitalières (4-6) on passe à sa validation.

PNEUMON-IA, basé sur le moteur d'inférence MILORD (7), opère par logique diffuse et sa connaissance est représentée par règles de production et métarègles de contrôle. PNEUMON-IA contient la connaissance pour parvenir au diagnostic des pneumonies extrahospitalières donnés par les agents étiologiques présentés dans la table 1.

Table 1. Agents étiologiques considérés dans PNEUMON-IA.

- 1-PNEUMOCOCCUS
- 2-LEGIONELLA
- 3-ENTEROBACTERIES
- 4-HEMOPHILUS
- 5-PSEUDOMONES
- 6-ANAEROBIQUES
- 7-STAFILOCOCCUS
- 8-MENINGOCOCCUS
- 9-BRANHAMELLA
- 10-STREPTOCOCCUS
- 11-TUBERCULOSE
- 12-NOCARDIA
- 13-CRIPTOCOCCUS
- 14-MYCOPLASME
- 15-CHLAMYDIA
- 16-FIEVRE Q
- 17-VIRUS
- 18-COMPL. BACT. DES VIRUS
- 19-CITOMEGALOVIRUS
- 20-ASPERGILLUS
- 21-PNEUMOCYSTIS CARINI

Le SE fourni un nombre variable de diagnostics accompagnés des valeurs de certitude exprimées linguistiquement d'après le formalisme proposé par MILORD (3).

Le SE PNEUMON-IA a été installé sur un ordinateur microVAX de DIGITAL et programmé en VAXLISP.

METHODOLOGIE UTILISEE

La validation se base, jusqu'aujourd'hui, sur 32 cas réels de pneumonie, recueillis dans les archives d'histoires cliniques de 2 hôpitaux généraux de Barcelona (Hospital del Mar et Germans Trias i Pujol). Dans chacun d'eux, la méthode d'échantillonnage utilisée a été aléatoire stratifiée par diagnostics.

Les critères d'inclusion pour les histoires cliniques ont été les suivants:

- 1) Qu'il n'y ait pas de doutes sur les diagnostics nosologiques de pneumonies.
- 2) Que le patient soit adulte.
- 3) Que la pneumonie soit acquise dans la communauté.
- 4) L'existence des données minimum basiques dans le dossier.

Puisque l'on essaie de valider la concordance entre les experts humains et le système, on n'a pas pris en considération le fait que les histoires eussent un diagnostic confirmé, car:

- 1) Malgré les preuves diagnostiques effectuées, on n'arrive pas à déterminer l'agent motif, pour un 50% de malades admis avec pneumonie extrahospitalière.
- 2) Le fait de choisir les pneumonies avec un diagnostic certain, supposerait un biais de l'échantillon puisque les pneumonies que peuvent être diagnostiquées avec sûreté, sont souvent les plus graves.

Pour chaque cas ont été recueillies les données cliniques et des explorations complémentaires, suivant un protocole établi. Normalment, ces données coïncident avec les obtenues dans les premières 48 heures après l'admission. Les données qui indiquaient un diagnostic confirmé ont été omises.

Ces données, une fois introduites dans l'ordinateur, sont utilisées par le SE pour donner ses diagnostics sur chaque cas. On a préparé à la fois, un programme informatique qui, à partir des données utilisées par le SE, produit un dossier écrit pour chacun des cas qui constitue le matériel de travail pour les spécialistes.

Les 32 histoires furent fournies à 5 experts de différents hôpitaux, sans aucune relation particulière entre eux, ni avec la construction du système expert.

Ces dossiers sont évalués indépendamment par ces cinq spécialistes en pneumonies, qui donnent pour chacun d'eux, un ou plus diagnostics étiologiques, dûment qualifiés en termes de possibilité en évitant de faire des diagnostics syndromiques. Le clinicien dispose des mêmes données cliniques que le SE, sauf les données radiologiques qu'il obtient des diapositives des radiographies du thorax. Les données radiologiques correspondantes furent fournies au système expert par le spécialiste qui a construit PNEUMON-IA (voir figure 1).

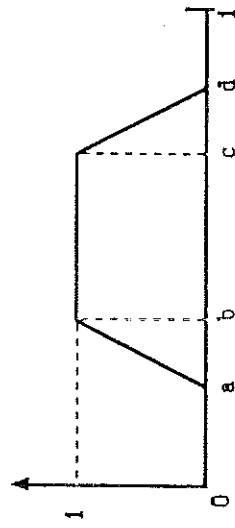
Toulouse 1989

L'échelle de certitude utilisée, associée à des étiquettes linguistiques, se base sur les données recueillies dans une enquête préalable effectuée aux cliniciens.

En base aux résultats obtenus, on a construit l'échelle suivante:

- 1- Non possible
- 2- Très peu possible
- 3- Légèrement possible
- 4- Modérément possible
- 5- Possible
- 6- Assez possible
- 7- Très possible
- 8- Sûr

A chacune de ces étiquettes linguistiques correspond une représentation en forme de trapèze, comme montre la figure 2.



Valeurs des abscisses

	a	b	c	d
Non possible	0	0	0	0
Très peu possible	0	0	0.05	0.08
Légèrement possible	0.05	0.07	0.14	0.17
Modérément possible	0.10	0.15	0.35	0.45
Possible	0.25	0.35	0.55	0.65
Assez possible	0.45	0.55	0.75	0.85
Très possible	0.65	0.75	1	1
Sûr	1	1	1	1

Figure 2. Valeurs et représentation des étiquettes linguistiques.

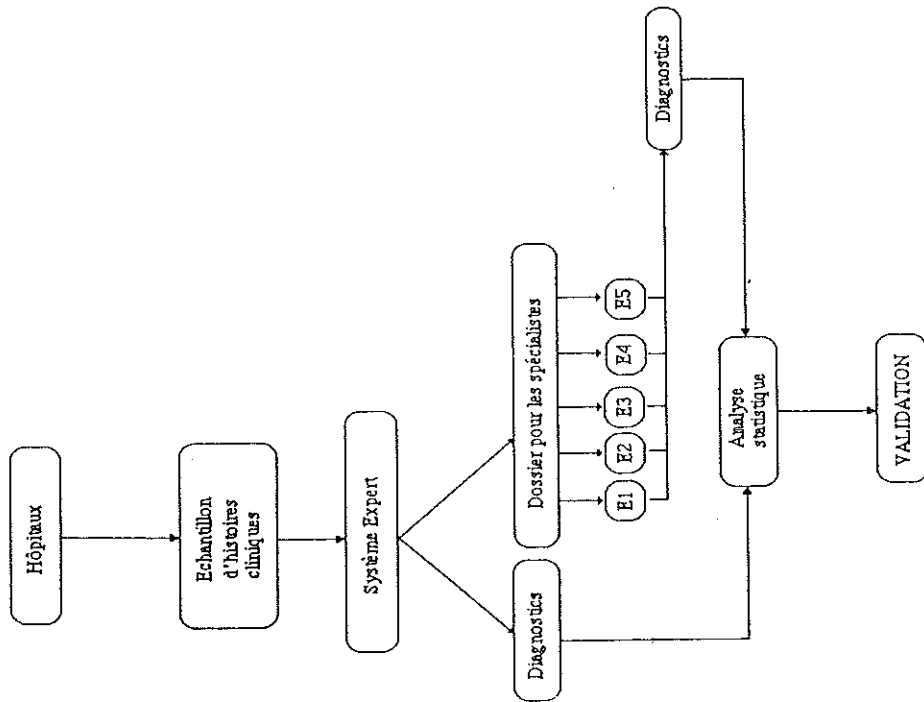


Figure 1. Schéma du procédé de validation du système expert PNEUMON-IA.

Pour pouvoir faire le calcul des distances entre les experts ou le système et un expert humain, il a été assigné à chacune des étiquettes linguistiques une valeur, centre de gravité du triangle. Les valeurs obtenues sont les suivantes:

Non possible	0.0000
Très peu possible	0.0330
Légerement possible	0.1077
Moderément possible	0.2416
Possible	0.4500
Assez possible	0.6500
Très possible	0.8486
Sûr	1.0000

On a construit, d'abord, des tables de fréquences pour décrire les résultats d'accord avec les suivants critères:

- 1) Pour chaque échantillon et spécialiste, les fréquences des diagnostics apportés sans tenir compte de son degré de certitude. Puisque chaque spécialiste apporte plus d'un diagnostic par cas, le numéro total de diagnostics est supérieur au numéro de cas, étant remarquable la moyenne de diagnostics par cas apportée par chaque expert.
- 2) Pour chaque échantillon et spécialiste, les fréquences des diagnostics avec le plus haut degré de possibilité par cas. Lorsque deux diagnostics partagent le plus grand degré de certitude, l'un et l'autre sont considérés. Quand il existe plus de deux de ces cas, aucun est considéré.
- 3) Distributions analogues du paragraphe antérieur, en considérant les 2 diagnostics cités avec majeur possibilité, et suivant un critérium également analogue pour les ballotages produits entre la seconde position et les suivantes.

D'autre part, les distances "City-block" ou "Manhattan" (8) ont été calculées entre les vecteurs de possibilités des 21 diagnostics correspondant à couples de spécialistes et pour chaque cas. Ces distances sont définies comme:

$$d(x,y) = \sum |x_i - y_i|$$

étant  $d(x,y)$  la distance entre deux experts et  $x_i$  et  $y_i$  les valeurs des centres de gravité correspondants aux étiquettes linguistiques de chaque diagnostic.

A partir de ces distances, on a calculé ses moyennes et déviations typiques pour chaque groupe comme mesure de concordance entre experts. Valeurs inférieures de ces moyennes indiquent une mineure distance, et donc une majeure coïncidence. On a fait à la suite, une analyse de "clusters" (9), en utilisant les moyennes des distances des groupes ands les pas successifs du procès d'agglomération. Cette analyse se présente au moyen de sa représentation graphique, nommée "dendogram".

Le traitement et analyse des données se réalisera avec des programmes préparés par les auteurs et moyennant la version 3.0 du système SPSSX (10) installé dans ordinateurs VAX de DIGITAL.

## RESULTATS

Les diagnostics apportés par chaque spécialiste d'après le premier critérium expliqué antérieurement, sont présentés à la table 2.

Comme il peut s'apprécier sur la table 2, le système expert ne se différencie pas sensiblement des experts humains dans le numéro de diagnostics de pneumonies bactériennes ou typiques. Néanmoins, il semble exister des différences à propos de la valoración de possibilités de pneumonies atypiques ou 'non-bactériennes'.

Table 2. Diagnostics considérés sur 32 cas

	E1	E2	E3	E4	E5	S	Moyenne
1-PNEUMOCOCCUS	27	27	28	23	25	24	25,67
2-LEGIONELLA	2	12	10	18	12	12	11
3-ENTEROBACTERIES	8	15	14	11	10	16	12,33
4-HEMOPHILUS	6	15	7	7	15	6	9,33
5-PSEUDOMONAS	0	0	0	0	1	0	0,17
6-ANAEROBIES	7	10	9	12	4	9	8,50
7-STAFILOCOCCUS	5	2	3	5	1	2	3
8-MENINGOCOCCUS	0	0	0	0	0	0	0
9-BRANHAMELLA	0	1	0	0	0	0	0,17
10-STREPTOCOCCUS	0	1	2	3	0	0	1
11-TUBERCULOSE	3	5	2	7	9	2	4,67
12-NOCARDIA	1	0	1	1	0	0	0,5
13-CRIPTOCOCCUS	0	0	0	0	0	0	0
14-MYCOPLASME	3	8	4	4	3	6	4,67
15-CHILAMYDIAE	0	7	1	4	1	7	3,33
16-FIEVRE-Q	0	2	1	1	0	3	1,17
17-VIRUS	0	1	1	0	3	5	1,67
18-COMPL BACT DE VIR	0	0	0	0	0	1	0,17
19-CITOMEGALOVIRUS	0	0	0	0	0	0	0
20-ASPERGILLUS	0	0	1	1	2	1	0,83
21-P. CARINII	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DIAGNOSTICS	62	106	84	97	86	94	88,17
MOYENNE DIAG/CAS	1,93	3,31	2,62	3,03	2,68	2,93	2,75

Quant au diagnostic cité avec plus haute possibilité, il se présente sur la table 3; la table 4 correspondent aux deux premiers diagnostics donnés avec plus haute possibilité. On remarque également à partir de cette façon de décrire les résultats, une notable ressemblance entre les spécialistes et le système.

Table 3. Premier diagnostic apporté sur 32 cas

	E1	E2	E3	E4	E5	S
1-PNEUMOCOCCUS	19	18	21	14	14	17
2-LEGIONELLA	1	3	6	10	3	4
3-ENTEROBACTERIES	2	6	2	5	2	3
4-HEMOPHILUS	2	5	1	1	4	0
6-ANAEROBIES	3	2	4	6	2	3
7-STAFILOCOCCUS	4	0	1	0	0	2
11-TUBERCULOSE	1	0	0	1	4	0
14-MYCOPLASME	1	3	1	2	2	1
15-CHILAMYDIAE	0	3	1	1	1	2
16-FIEVRE-Q	0	0	0	0	0	1
17-VIRUS	0	0	0	0	2	0
TOTAL DIAGNOSTICS	33	40	37	40	34	33

Table 4. Premier et second diagnostics apportés sur 32 cas

	E1	E2	E3	E4	E5	S
1-PNEUMOCOCCUS	25	20	24	19	22	22
2-LEGIONELLA	2	6	8	14	8	10
3-ENTEROBACTERIES	5	7	8	7	6	13
4-HEMOPHILUS	5	11	6	4	13	3
6-ANAEROBIES	7	7	9	9	4	8
7-STAFILOCOCCUS	5	1	2	2	1	2
9-BRANHAMELLA	0	1	0	0	0	0
10-STREPTOCOCCUS	0	1	0	2	0	0
11-TUBERCULOSE	1	0	1	5	6	1
14-MYCOPLASME	2	8	1	3	3	2
15-CHILAMYDIAE	0	6	1	3	1	5
16-FIEVRE-Q	0	1	0	1	0	2
17-VIRUS	0	0	0	0	3	3
18-COMPL BACT DE VIR	0	0	0	0	0	1
20-ASPERGILLUS	0	0	0	0	1	1
TOTAL DIAGNOSTICS	52	69	60	69	68	73

Les moyennes des distances "city-block" entre spécialistes se représentent sur la table 5.

Table 5. Distance "city-block" entre experts

Hôpitaux del Mar et Trias i Pujol  
(n=32)

MEAN STD DEV	E1	E2	E3	E4	E5	S
E1		1.60 0.83	1.14 0.72	1.59 0.73	1.45 0.78	1.44 0.74
E2			1.33 0.81	1.60 0.80	1.48 0.76	1.44 0.69
E3				1.36 0.75	1.06 0.64	0.99 0.53
E4					1.51 0.72	1.58 0.60
E5						1.30 0.62
S						

Si on représente ces différences moyennant l'analyse de "clusters", on obtient le "dendrogram" de la figure 3.

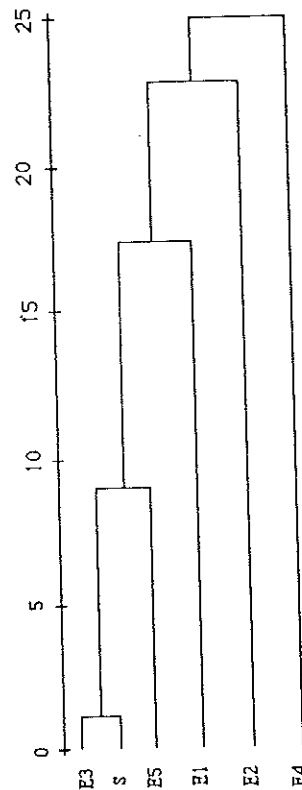


Figure 3. Dendrogram de l'analyse de "cluster".

L'observation du tableau de données des distances moyennes et du "dendrogram" obtenu moyennant l'analyse de "cluster", fait évident que la majeure concordance des diagnostics se donne entre le système expert et un expert humain, et non entre quelques experts humains eux-mêmes.

### CONCLUSIONS

Les différences entre PNEUMON-IA et les spécialistes humains ne sont pas supérieures à celles qui se présentent entre les spécialistes eux-mêmes.

### BIBLIOGRAPHIE

- 1.- Soula G, Thirion X, Guiliana JM, Navez I, Vialettes B, San Marco JL, Ledoray V. "Une validation multicentrique du système expert PROTIS". Proceedings of the 7th Int. Symp. on Expert Systems and Applications (Avignon). 1987; 1: 239-255.
- 2.- Michel D, Botti G, Fieschi M, Joubert M, Casanova P, San Marco JL. "Validation d'une base de connaissance destinée aux médecins généralistes dans l'aide à la thérapeutique du diabète: étude en aveugle". Proceedings of the 7th Int. Symp. on Expert Systems and Applications (Avignon). 1987; 2:139-152.
- 3.- Porter JF, Kingsland LC, Lindberg DAB, Shah I, Beuge JM, Hazelwood SE, Kay DR, Homma M, Akizuki M, Takano M, Sharp GC. "The AIRHEUM knowledge-based computer consultant system in rheumatology". Arthritis and Rheumatism. 1988; 31: 219-226.
- 4.- López de Mántaras R, Sanz F, Sierra C, Verdager A. "MILORD PNEUMON-IA: un outil et une application en médecine". Actes du colloque Intelligence Artificielle et Santé (Toulouse). 1987; 45-54.
- 5.- Sanz F, López de Mántaras R, Verdager A, Sierra C. "PNEUMON-IA: development of a medical expert system using fuzzy logic". Actas del III Simposium Internacional de Ingeniería Biomédica (Madrid). 1987; 501-505.
- 6.- Sierra C, Verdager A, López de Mántaras R, Sanz F. "PNEUMON-IA, una aplicación de sistemas expertos al diagnóstico médico". Actas del Ier Congreso Iberoamericano de Medicina Interna. Ed. Aran. Madrid. 1988; 259-266.
- 7.- Godo L, López de Mántaras R, Sierra C, Verdager A. "Managing linguistically expressed uncertainty in MILORD". Proceedings of the 7th Int. Symp. on Expert Systems and Applications (Avignon). 1987; 1: 571-596.
- 8.- Simon JC. "El reconocimiento de formas mediante algoritmos". Ed. Masson. Barcelona, 1987.
- 9.- Sanchez Carrión J.J. "Introducción a las técnicas de analisis multivariante aplicadas a las ciencias sociales". Editorial CIS. Madrid 1984.
- 10.- SPSS<sup>x</sup> User's Guide. 3<sup>th</sup> edition. SPSS Inc. Chicago 1988 (USA)

(\*) Institut Municipal d'Investigació Mèdica, Facultat de Medicina (U.A.B.)  
Passaig Marítim, 25 - 29, Hospital del Mar, 08003 Barcelona (Espanya)

(\*\*) Centre d'Estudis Avançats de Bienes (C.S.I.C.)  
Camí de Santa Bàrbara, s/n, 17300 Bienes, Girona (Espanya)