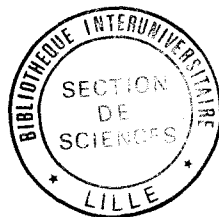


50376
1986
219

50376
1986
219
Sommaire

SOMMAIRE

	page
CHAPITRE 1: INTRODUCTION	1
I IMPORTANCE DE LA MALADIE	1
II TONOMETRIE	2
III EXPLORATION DU CHAMP VISUEL	3
-1- Topographie rétinienne	3
-2- Méthode d'exploration	5
a) Le doigt	5
b) La périmétrie cinétique	6
c) La périmétrie statique	6
IV NECESSITE D'UN APPAREIL DE DEPISTAGE	9
V CAHIER DES CHARGES	9
-1- Finesse d'examen	9
-2- Durée d'examen	11
-3- Utilisation d'un ordinateur	12
VI CONCLUSION	13



**CHAPITRE 2: MISE EN OEUVRE MATERIELLE ET
INTEGRATION DU TERMINAL VOCAL**

page 17

I	ENVIRONNEMENT MATERIEL	17
-1-	Représentation des stimulations	17
	a) Choix du support pour les stimulations	17
	b) Dimension du moniteur	18
	c) Gestion de l'écran	20
-2-	Recueil de la réponse du patient	20
	a) Nécessité d'un système de reconnaissance vocale	21
	b) Choix d'un système de reconnaissance vocale	22
-3-	Choix d'un système de synthèse de la parole	24
	a) Nécessité d'un appareil de synthèse vocale	24
	b) Avantage de la communication parlée	25
	c) Choix matériel	26
-4-	CONTROLE MEDECIN	27
-5-	CONCLUSION	28
II	EXPLOITATION DU SYSTEME DE RECONNAISSANCE VOCALE	30
-1-	Généralités	30
-2-	Avertissement	32
-3-	Fonctionnement du terminal vocal	32
-4-	Exploitation des données	33
	a) Traitement des mots proposés (note < seuil)	33
	b) Traitement des codes d'erreur	35
	c) Validation du mot reconnu	37
III	CONCLUSION	38
	ANNEXE	40

<u>CHAPITRE 3: GENERATION DES COMBINAISONS</u>		page 42
I	CONTRAINTES ASSOCIEES A LA GENERATION DES COMBINAISONS	42
-1-	Contraintes apportées par les présentations multiples	43
a)	Luminance des points	43
b)	Fixation du regard	43
-2-	Contraintes imposées par l'automatisation	44
a)	Influence du voisinage	44
b)	Cohérence des étiquetages	45
II	PRINCIPE RETENU POUR LA CONSTRUCTION DES COMBINAISONS .	48
III	AVANTAGES DE LA GENERATION SEQUENTIELLE DES COMBINAISONS	48
IV	GENERATION SEQUENTIELLE ET ADAPTATIVE DES COMBINAISONS .	50
-1-	Choix des paramètres	50
-2-	Nécessité d'adapter la construction des combinaisons aux réponses du patient	50
V	DETERMINATION DES PIVOTS	52
-1-	Région du champ visuel étudié	52
-2-	Choix des pivots dans la couronne	52
a)	Le déficit est petit (2 points)	52
b)	il n'y a pas de déficit ou sa taille est supérieure à 2 points	53
VI	CHOIX DU NOMBRE DE POINTS	55
VII	COMPOSITION DE LA COMBINAISON	56
-1-	Construction de la combinaison	57
-2-	Vérification de la combinaison	57
a)	Voisinage dans lequel on limite la recherche des remplaçants	57
b)	Remarque	58

<u>CHAPITRE 4: ETIQUETAGE DES POINTS</u>		page 59
I	FREQUENCE D'APPEL	59
II	DEFINITION DE L'ENSEMBLE { RAJ }	60
	-1- Conditions sur le voisinage des points	60
	-2- Etendue de la remise à jour	60
	-3- Conclusion	61
III	PROCEDURE D'ETIQUETAGE	62
	-1- Position du problème	62
	-2- Analyse sur le point	63
	a) Position du problème	63
	b) Définition du niveau de confiance	63
	c) Détermination du niveau de confiance	64
	d) Proposition d'étiquette du point	65
	e) Conclusion	72
	-3- Compatibilité de proposition avec l'ensemble des points de la combinaison	72
	a) Nécessité de cette analyse	72
	b) Méthode	73
IV	CONSEQUENCES APPORTEES PAR L'ETIQUETAGE D'UN POINT	75
	-1- Création de sous-combinaisons	75
	-2- Modifications des paramètres	75
V	SITUATIONS DE BLOCAGE	76
	-1- Incompatibilité entre la réponse du patient et la proposition	76
	-2- Mauvaise évaluation du niveau de confiance	77
VI	CONCLUSION	79

CHAPITRE 5: DEROULEMENT D'UN EXAMEN		page 80
I	PHASE D'APPRENTISSAGE	81
II	LUMINANCE DES STIMULI	83
	-1- Principe des présentations lumineuses	84
	-2- Valeurs de référence du modèle	85
	-3- Nécessité d'adapter le modèle	86
	-4- Méthode proposée	86
III	PRESENTATION SEQUENTIELLE DES COMBINAISONS	87
	-1- Début d'examen	87
	-2- Fin des présentations	88
	-3- Filtrage	88
IV	RECUEIL DES REPONSES	89
	-1- Mode semi-automatique	90
	-2- Mode automatique	90
	-3- Mode semi-automatique ou automatique	90
	-4- Mémorisation des paramètres	92

<hr/>		page 93
CHAPITRE 6: SIMULATIONS ET RESULTATS CLINIQUES		
<hr/>		
I	EXPLOITATION DES RESULTATS	93
II	SIMULATIONS PAR ORDINATEUR	95
	-1- Principe	95
	-2- Présentation des résultats	95
	-3- Résultats	113
IV	SIMULATIONS REELLES	115
	-1- Principe	115
	-2- Présentation des résultats	115
	-3- Conclusion	124
V	RESULTATS CLINIQUES	124
<hr/>		
CONCLUSION GENERALE		
<hr/>		
I	BILAN	133
II	AVANTAGES APPORTES PAR L'AUTOMATISATION	134
III	AMELIORATIONS A APPORTER	134
	-1- Contrôle de la fixation du regard	134
	-2- retester les petits scotomes	135
	-3- Communication homme/machine	135
IV	CONCLUSION	136

 ANNEXES

■	ANNEXE I:	DETERMINATION DU VOISINAGE	137
■	ANNEXE II:	PRESENTATION DES REPONSES	140
	I	VISUALISATION	140
		-1- Choix de la représentation	140
	II	REPRESENTATION D'UNE CELLULE UNITE	141
		-1- Contour d'une cellule	141
		-2- Simplification d'une cellule	144
		a) Approximation des arcs de cercle	144
		par des segments de droite	144
		b) Calcul de la position des points	145
	III	ALGORITHME DU TRACE DE L'AIRE D'UNE CELLULE	146
		-1- Position du problème	146
		-2- Déroulement du tracé	148
■	ANNEXE III:	DONNEES CONSTRUCTEURS	151
■	BIBLIOGRAPHIE		164

CHAPITRE I

INTRODUCTION

I) IMPORTANCE DE LA MALADIE.

Dans le monde, nous pouvons classer les différentes causes de cécité en six familles. Par ordre d'importance, nous avons dans les pays en voie de développement \ 12 \:

- Le TRACHOME, dûe à une affection qui prolifère dans les régions surpeuplées où le manque d'hygiène et d'eau propre cotoient la pauvreté et les mouches,
- La XEROPHTALMIE et la KERATOMALACIE, maladies dûes au manque de vitamine A et de protéines (problème lié à la malnutrition),
- L'ONCHOCERCOSE dont le responsable est un parasite: un némathelminthe,
- La CATARACTE maladie qui est devenue bénigne dans les pays développés.

Par contre, les pays industrialisés connaissent deux autres principales causes de cécité:

- Les TRAUMATISMES OCULAIRES dûs à des accidents; jeu de fléchettes, accidents automobiles..
- Le GLAUCOME, qui est responsable d'environ 20% des cécités dans le monde et qui occupe le premier rang dans les pays développés.

Le glaucome chronique est une maladie qui progresse lentement sans que le malade en prenne conscience. Elle évolue au minimum sur une dizaine d'années et détruit peu à peu tout le potentiel visuel de l'oeil. Elle est dûe à une augmentation de pression des liquides à l'intérieur de l'oeil qui occasionne une atteinte progressive du champ de vision et dont l'absence de traitements entraîne la cécité.

Compte tenu du caractère irréversible de cette maladie, et du fait qu'il n'y a aucun symptôme ressenti par les malades, il importe d'établir un diagnostic très précoce et de mettre en place une politique de dépistage systématique.

Le glaucome s'accompagnant d'une augmentation de pression intraoculaire, appelée aussi "tonus oculaire", et d'une atteinte de champ de vision, on peut concevoir un dépistage par la mesure de ces deux paramètres

II LA TONOMETRIE.

La tonométrie, mise au point par MAKLAKOFF (1885) consiste à mesurer la pression intraoculaire. Plusieurs appareils existent et reprennent le principe de fonctionnement de deux appareils que sont le tonomètre de MAKLAKOFF, et le tonomètre de GOLDMANN \ 9 \ .

Si l'évaluation de la pression ne pose pas de problèmes majeurs, les interprétations des résultats trouvés sont toujours incertaines, notamment en matière de dépistage \ 28, 32 \ . En effet, à partir de simples données tonographiques, on ne peut pas fixer avec certitude des limites précises pour différencier l'état normal et l'état glaucomateux, sur les bases de la tension oculaire. En effet la moyenne statistique de la pression intraoculaire normale est de 16,5 mmHg, mais elle peut varier de 8 à 25 mmHg. Néanmoins, tout sujet ayant une pression supérieure à 21 mmHg est suspect de glaucome. Les résultats de ces méthodes doivent donc être confirmés par un examen du champ visuel.

Enfin, la tonométrie est difficilement généralisable, car il est nécessaire d'amener un instrument au contact de l'oeil, ce qui pose des problèmes d'anesthésie locale et de stérélisation du matériel.

Ces méthodes ne procurent donc jamais des informations satisfaisantes et les contraintes qu'elles engendrent rendent difficiles une automatisation de la mesure. Par contre, la mesure du champ visuel est plus facilement adaptable à une technique de dépistage.

III EXPLORATION DU CHAMP VISUEL.

Pour détecter ou mesurer une perte partielle du champ visuel, plusieurs types d'appareils existent déjà. Ils sont basés sur la présentation de stimulations visuelles. Ces appareils viennent effectuer des mesures de sensibilité en différents endroits de la topographie rétinienne en présentant des points lumineux au patient. L'ensemble des points vus et non vus permet de localiser les scotomes ou les altérations du champ visuel.

1) TOPOGRAPHIE RETINIENNE.

La rétine est composée d'environ 130 millions de bâtonnets et d'environ 20 fois moins de cônes \ 4, 35 \. La figure 1 donne la distribution de ces cellules sensorielles dans l'aire rétinienne. On voit qu'elle est très inégale.

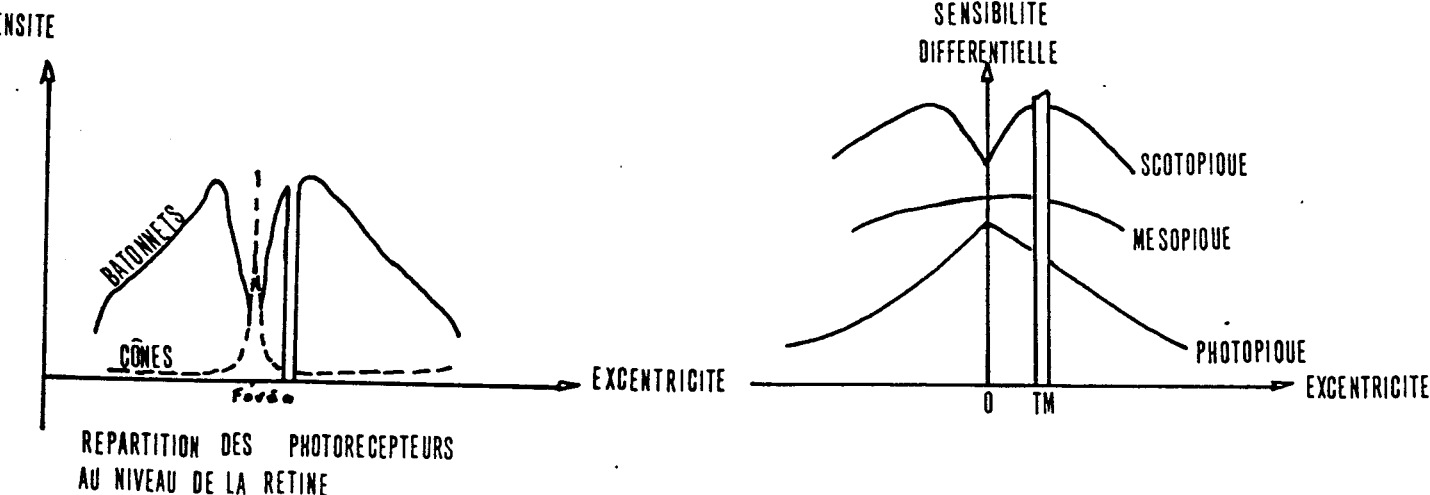


figure 1

figure 2

(source: Physiologie oculaire pp. 254 et 184 \ 4 \)

La sensibilité rétinienne d'un oeil sain va donc varier suivant l'excentricité par rapport au point de fixation (nombre de cellules) mais aussi suivant le type de cellule excitée. En effet, en ambiance diurne ou photopique, les cônes sont excités, tandis qu'en ambiance nocturne ou scotopique ce sont les bâtonnets. Les courbes donnant la sensibilité en fonction de l'excentricité, obtenues à partir d'un sujet sain, vont donc être très différentes suivant l'ambiance dans laquelle s'effectue les relevés.

La figure 2 \ 4 \ montre l'allure des courbes suivant le méridien horizontal en donnant la variation de la sensibilité différentielle en fonction de l'excentricité pour des éclairages de fond différents. Les échelles ne sont pas précisées car la sensibilité rétinienne est variable, pour les mêmes conditions d'examen, avec des sujets normaux. La connaissance de la dispersion des résultats est donc très importante pour séparer les tracés normaux et les tracés pathologiques.

En effectuant des mesures répétées au niveau des différents méridiens, on peut établir la représentation spatiale du champ visuel, dessinée en figure 3.

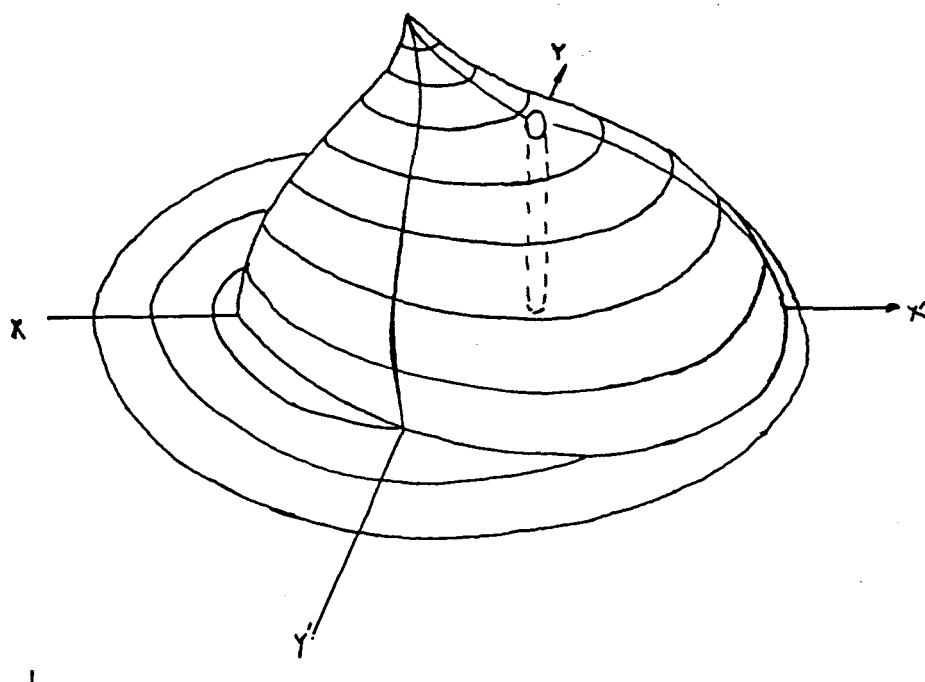


figure 3
îlot de vision
(ambiance photopique)

(source: Testing the field of vision p.49 \ 1 \)

Etudier un champ visuel, c'est mesurer des différences de sensibilité lumineuse dans l'espace. C'est donc examiner le contraste lumineux qui rend visible un stimulus ($\Delta L / L$) sur un fond lumineux (L). Le rapport ($\Delta L / L$) s'appelle le seuil lumineux. Le niveau supraliminaire est obtenu en choisissant un niveau de luminance supérieur à ce seuil.

2) METHODES D'EXPLORATION.a) Le doigt.

Le patient étant installé en vis à vis du praticien, il est invité à fermer un oeil et à fixer une partie du visage du médecin (généralement le nez). Le médecin peut alors tester le champ visuel du patient en déplaçant sa main dans son espace visuel. il demande si sa main, un doigt est perçu (cf figure 4) ou, demande d'énoncer le nombre de doigts qu'il voit. Cet examen qui a pour avantage de ne demander aucun équipement, peut être réalisé par une personne non avertie. Il ne permet de localiser que les déficits absolus, donc de diagnostiquer la maladie que dans un stade très avancé.

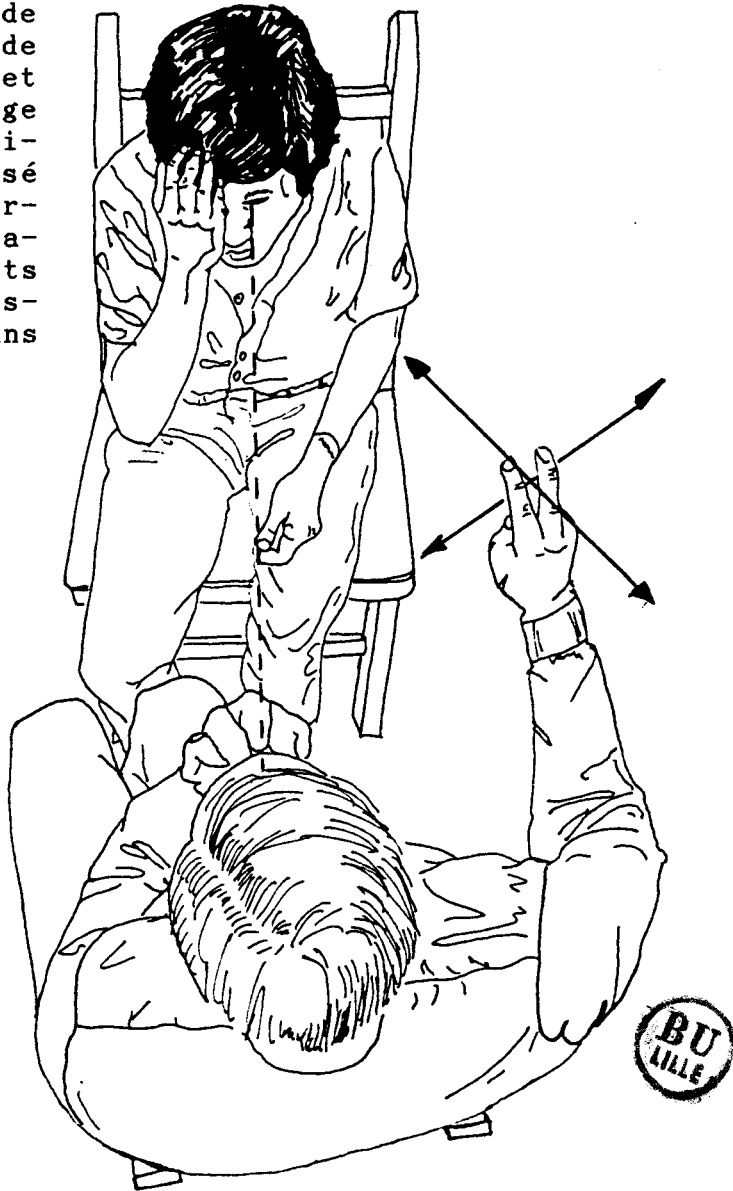


figure 4
(source: Testing the field of vision p.233 \ 1 \)

b) Périométrie cinétique.

Le principe est de présenter un stimulus maintenu à un niveau de luminance constant. Le stimulus se déplace suivant un méridien de façon centripète donc de la périphérie du champ visuel vers la fovéa. Le patient est invité à appuyer sur un bouton poussoir dès qu'il aperçoit le spot lumineux. On détermine de cette façon les courbes d'égale sensibilité (isoptères). Quelques appareils établissent les isoptères au niveau de la tache aveugle (déplacement centrifuge du spot, le point initial étant dans la tache aveugle).

A cause de l'utilisation d'un test mobile la périométrie cinétique n'est pas la méthode de choix pour le dépistage des déficits glaucomateux précoces \ 14, 17 \. En effet, il a déjà été montré que la périométrie cinétique détecte rarement les petits déficits \ 18 \. Relativement rapide car elle élimine les temps d'attente de la réponse du patient, elle permet donc d'étudier sans trop de précision les limites des régions glaucomateuses. Elle convient mieux pour déterminer les limites extérieures du champ visuel.

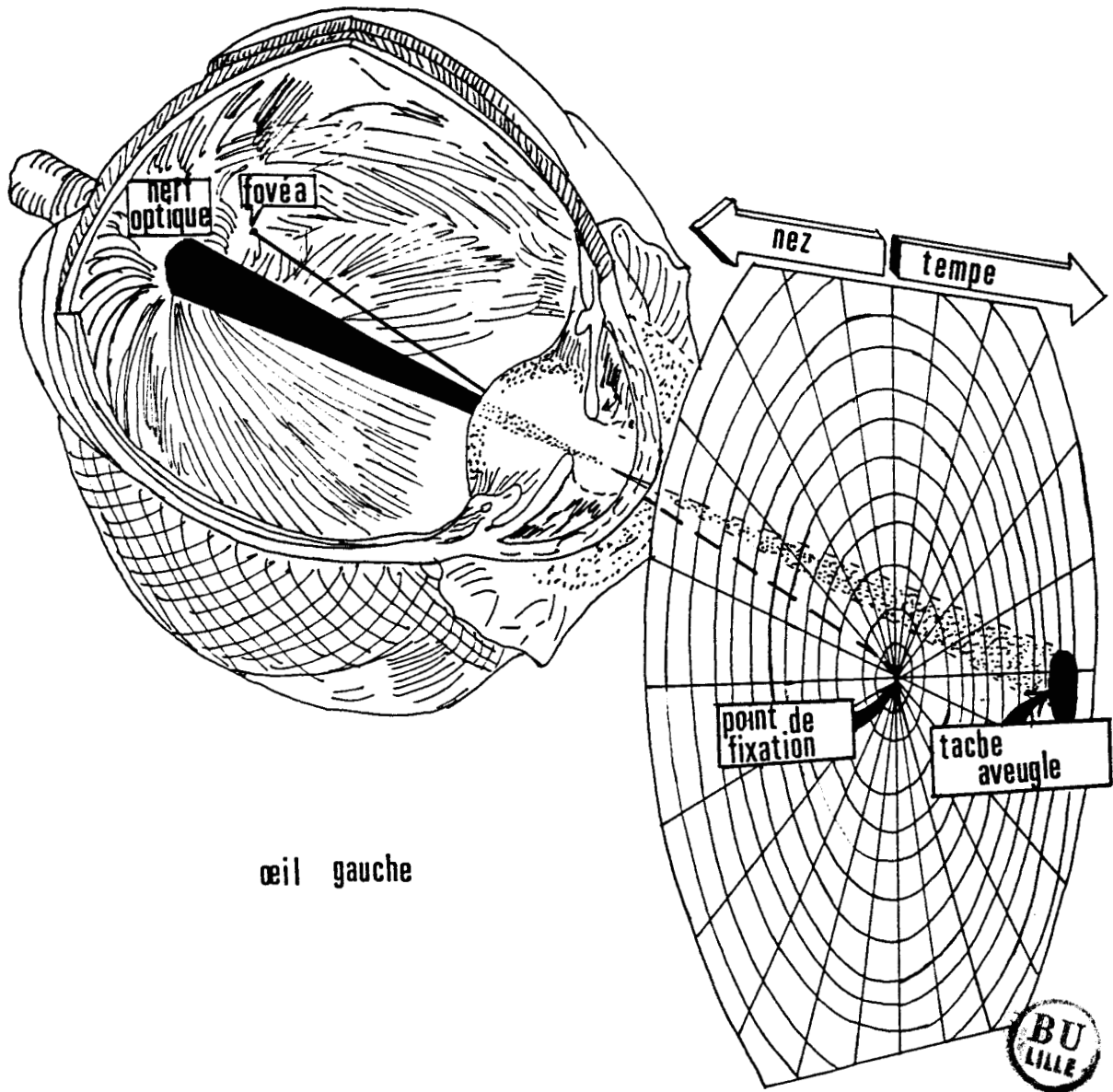
c) Périométrie statique.

Dans ces types d'examen, l'emplacement des stimuli est toujours prédéfini et chacun d'eux correspond à un point de la rétine qui se trouve ainsi fictivement discrétisée (figure 5).

On distingue deux types de stratégie:

- STRATEGIE MONO-POINT.

Un seul point lumineux est présenté à la fois. Le patient est alors invité à appuyer sur un bouton poussoir dès qu'il perçoit le stimulus. La luminance des points présentés au patient peut varier pour déterminer la sensibilité différentielle en chaque point testé. On obtient de cette façon, une topographie précise de la sensibilité de l'oeil.



œil gauche

figure 5

(source: Testing the field of vision p.109 \ 1 \)

- STRATEGIE MULTI-STIMULI.

C'est une technique supraliminaire. C'est à dire que les points sont présentés à un niveau de luminance légèrement au dessus du seuil que l'on sait être normal.

Mise au point en 1954 \ 23 \, cette stratégie repose sur la présentation simultanée de points formant des combinaisons de 1,2,3, ou 4 points. Elle a plusieurs avantages sur la méthode monopoint:

- Chaque présentation étant constituée de plusieurs points, on peut tester un grand nombre de points pour une durée d'examen relativement brève.

- Les réponses du patient sont plus fiables. En effet, dans les stratégies monopoint une absence de réponse est toujours interprétée comme un point non vu alors qu'un point non vu dans une combinaison de plusieurs points entraîne toujours une réponse du patient puisqu'il voit des points.

- La fixation du point central de l'écran est mieux assurée. En effet, la présentation de combinaisons contraint le patient à immobiliser son regard. Dans le cas de projections monopoint, il n'est pas rare de voir le patient aller chercher le point qui vient d'être projeté, et abandonner inévitablement la fixation du point central. Dans ces stratégies, un contrôle de fixation s'avère d'ailleurs indispensable.

- Psychologiquement, elle est mieux supportée par le patient. Une personne atteinte d'un déficit moyen ne s'apercevra pas de la gravité de la maladie puisqu'elle verra toujours des points, tandis qu'avec une méthode monopoint le sujet peut prendre conscience de la gravité de son état dès qu'une série de tests n'est pas vus.

Par contre, les valeurs de luminance étant choisies à un niveau supraliminaire, c'est une méthode destinée uniquement à établir une cartographie rétinienne.

IV. NECESSITE D'UN APPAREIL DE DEPISTAGE.

Aucun des appareils disponibles sur le marché en 1985 ne permet de satisfaire les exigences d'un examen de dépistage (cf tableau en annexe \ 38 \), \ 33, 25, 3 \).

- La majorité d'entr'eux proposent un nombre de points insuffisants. La présentation d'un minimum de 150 points \ 27 \ pour l'étude du champ visuel central soit 25° d'excentricité est reconnue par la majorité des spécialistes.

- Les appareils possédant une bonne résolution (plus de 150 points dans les 25° d'excentricité) ont une durée d'examen excessive (20 minutes et plus).

En fait, les deux contraintes que sont finesse et durée d'examen sont difficilement compatibles. La finesse désirée impose le nombre minimal de points à tester, mais la durée croît avec le nombre des présentations. Par ailleurs, les chances d'enregistrer des erreurs sont d'autant plus grandes que le nombre des présentations est élevé. La durée de l'examen est également dépendante des vérifications apportées sur chaque point de mesure.

Bien sûr, ces appareils sont destinés à être installés en clinique où les critères d'examens sont différents. Les patients sont déjà reconnus malades et les résultats des examens qu'ils subissent doivent permettre un diagnostic précis de leur maladie. La durée des examens qui est fonction des paramètres testés et de la gravité de la maladie, n'est plus dans ces conditions une contrainte majeure, contrairement à un examen de dépistage.

V) CAHIER DES CHARGES.

1) FINESSE D'EXAMEN.

Il est évident que les chances de détecter un déficit dépendent de sa position et de son étendue. Or, l'examen de dépistage doit permettre de déceler dès leurs apparitions, les prémices de la maladie. Cela implique, contrairement à une idée généralement répandue, une grande finesse de l'examen car les premiers symptômes de la maladie ne peuvent être mis en évidence par des examens grossiers.

En conséquence, la finesse de notre examen doit être supérieure à celle proposée par la grande majorité des appareils d'examen du champ visuel existant sur le marché et devrait se traduire par un contrôle de tous les points de l'îlot visuel représenté en figure 3.

Evidemment, la durée d'un examen d'une telle finesse serait prohibitive. Il s'agit néanmoins de tenter de détecter les déficits les plus précoces du champ visuel.

Plusieurs études montrent que le plus petit déficit que nous pouvons différencier d'une variation normale de sensibilité de la rétine, a une profondeur de 0,5 unit log et une largeur de trois degrés \ 19 \. De plus, dans le glaucome, 12% des déficits précoces se situent entre 20° et 30° d'excentricité \ 15 \ et les atteintes pathologiques limités au champ visuel périphérique représente 1% des patients vus en neuro-ophtalmologie \ 5 \. Il est prouvé que que les premières altérations du champ visuel apparaissent toujours dans les 30 degrés centraux du champ visuel et plus particulièrement dans l'aire de Bjerrum, ou du champ nasal \ 2 \. La disposition et le nombre des points doivent donc permettre de localiser de tels déficits.

Nous optons donc pour une grille de discrétisation constituée de 12 couronnes comportant chacune 24 points équidistants, soit 288 points répartis dans les 25 degrés du champ visuel central. Chacun d'eux a une position qui peut être repérée par un système de numérotation arbitraire. En choisissant le premier point sur le méridien horizontal et dans la couronne de plus petite excentricité, la numérotation s'opère en explorant la grille dans le sens trigonométrique direct. La figure 6, page suivante, donne la grille des points numérotés

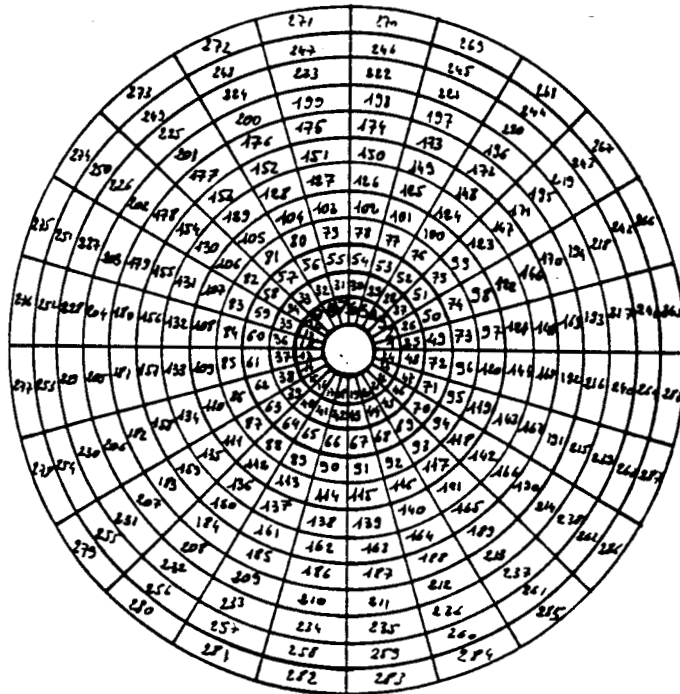


figure 6



2) DUREE D'EXAMEN.

L'autre exigence à laquelle nous devons répondre dans le cadre d'un examen de dépistage est la durée de l'examen qui doit être la plus brève possible.

- Pendant une journée de travail il faut examiner le plus grand nombre de patients possible afin d'abaisser les coûts d'exploitation.

- Les paramètres physiologiques de l'oeil ne doivent pas être modifiés par un examen trop long \ 22, 11, 25 \.

- Il faut éviter que les réponses soient entachées d'erreurs dues à des pertes de fixation du point central, ou de mauvaises réponses, provenant d'une fatigue physique musculaire ou mentale du patient.

En conclusion, les praticiens considèrent que la durée ne doit pas dépasser 3mn par oeil.

3) UTILISATION D'UN ORDINATEUR.

Bon nombre des appareils commercialisés n'exploitent ni les possibilités technologiques actuelles, ni des stratégies qui pourraient concilier brièveté et finesse de l'examen.

L'utilisation d'un ordinateur permet d'accroître la cadence des projections, elle permet l'intégration de stratégies sophistiquées qui peuvent être mises en oeuvre de façon rigoureuses. L'automatisation élimine l'influence du périmétriste pendant l'acquisition des réponses et pendant le traitement des résultats. La qualité des examens est améliorée grâce à:

- l'uniformité des résultats
- la reproductibilité des examens
- le stockage des résultats
- la possibilité de travaux statistiques

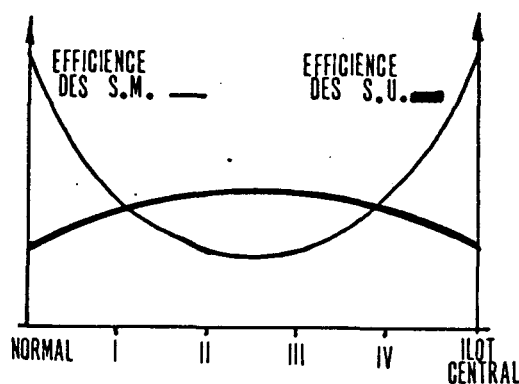
Bien sûr, l'automatisation a ses limites et une présence humaine reste souhaitable: il faut rassurer les personnes inquiètes devant un appareil médical automatisé. Il faut pour chaque patient, positionner sa tête correctement sur la mentonnière, lui donner quelques explications personnalisées sur le type d'examen et au sujet de la fixation du point central.

De plus, en clinique, la présence d'un opérateur spécialisé reste indispensable sur chaque poste de travail car les patients généralement malades ont fortement besoin de soins attentifs. Par contre, dans le cadre d'un dépistage, il n'est plus nécessaire d'adopter la même structure (un opérateur par poste), les personnes étant à priori non malades et valides.

Sera donc automatisée la procédure d'examen; c'est à dire: la présentation des stimulations, le traitement des résultats, le recueil des réponses du patient.

VI CONCLUSION.

Théoriquement, c'est la méthode dite des "multi stimuli" qui permet de présenter un nombre élevé de points tout en ayant un temps d'examen raisonnable. Hélas, cette méthode s'est avérée peu efficace dans les cas où les déficits sont modérément avancés. Par contre, elle réduit considérablement le temps d'examen dans les cas de champ visuel normaux ou dans les cas de champ visuel très déficitaire. (cf figure 7) \ 20 \.



Efficacité relative des présentations multi-stimuli (S.M.)
et des présentations mono point (S.U.).
en abscisse: degrés de l'évolution du champ visuel glaucomateux
en ordonnée: efficacité. Elle augmente de bas en haut.
figure 7

(source: le glaucome à angle ouvert p.76 \ 20 \)

En effet, dans les machines existantes, la détermination des points vus et des points non-vus parmi une combinaison partiellement vue s'opère toujours immédiatement après la présentation de la combinaison. L'opérateur revisualise chacun des points formant la combinaison ou bien, demande au patient de localiser les points qu'il a vu. En cas d'altérations du champ visuel, le bénéfice gagné par la présentation de tests multi stimuli est à chaque fois perdu par ces multiples présentations redondantes, et les interventions répétées de l'opérateur.

La tendance actuelle est nette; elle s'oriente vers la mise en sommeil sinon vers l'abandon progressif des méthodes de dépistage multi-stimuli dans la périmétrie automatisée, au profit des méthodes monopoint.

Convaincus que l'approche multi stimuli offre cependant des avantages déterminants, notre travail consiste à proposer une nouvelle stratégie de dépistage basée sur la présentation automatisée de tests simultanés qui permettra de respecter les contraintes du cahier des charges; c'est à dire:

- étude de 288 points dans le champ visuel central (25°)
- durée d'examen pour un oeil de 3 mn environ

Pour rendre acceptable la méthode " multi-stimuli ", il est nécessaire qu'elle soit efficace quelque soit les types de déficits à détecter. Pour atteindre cet objectif, nous automatisons la procédure d'examen, exploitons les avantages de la méthode et cherchons à en minimiser les inconvénients.

L'automatisation intégrale est possible grâce à l'exploitation d'un terminal vocal. L'organisation matérielle ainsi que la gestion de ce terminal sont décrites dans le chapitre II.

L'implantation d'une stratégie efficace se décompose en deux parties:

D'une part, nous chercherons à présenter le maximum de combinaisons composées d'un grand nombre de points, chaque nouvelle combinaison étant formée de points non encore présentés. La non-redondance des tests apporte un gain de temps qui peut être investi dans de nouvelles présentations. La génération des combinaisons qui s'effectue de manière séquentielle et adaptative en fonction des réponses du patient enregistrées au cours de l'examen est décrite dans le chapitre III.

D'autre part, en interdisant les redondances nous ne chercherons pas à localiser immédiatement les points non vus d'une combinaison partiellement vue. Nous montrerons comment il est possible de retrouver l'état des points issus de combinaisons partiellement vues en analysant de manière séquentielle les réponses du patient. L'identification des déficits par étiquetage des points est présenté au chapitre IV.

Le chapitre V présente une synthèse de l'organisation et du déroulement d'un examen.

Le chapitre VI propose des simulations et des résultats cliniques.

ANNEXE

APPAREIL	TYPE D'EXAMEN	ZONE EXPLOREE	NOMBRE DE POINTS	DUREE DE L'EXAMEN (mn)
OCTOPUS	Programme 21(23)	champ total	76	14-18
	32(34)	30° centraux	76	12-16
	31(33)	30° centraux	73	12-16
	41(43)	30°-60°	66	12-16
	42(44)	30°-60°	68	12-15
	51	60°-90°	72	12-16
COMPETER	type 1	20° centraux	64	5
	mes. des seuils			9
	type 2	2,5°-20°	68	9
		20°-35°	44	5
TUBINGER	programme 1	30° centraux	190	10
	2	20° centraux	130	?
	3	22,5°-30°	60	?
	4	2°-10°	68	?
	5	40°-80°	47	?
RODENSTOCK PERITEST	programme 1a	25°	78	} 10
	1b	25°	73	
	cv central	0°-10°	39	
	cv périphérique	30°-70°	55	



APPAREIL	TYPE D'EXAMEN	ZONE EXPLOREE	NOMBRE DE POINTS	DUREE DE L'EXAMEN (mn)
FIELDMASTER 2000	programme 4	30°	82	?
	5	40°-70°	51	?
	2	champ total	109	6
FRIEDMANN	standard screen	25°	46	3
		20°	50	?
	glaucoma screen	25°	98	?



sources: Perimetry update \ 38 \

CHAPITRE II MISE EN OEUVRE MATERIELLE ET INTEGRATION DU TERMINAL VOCAL
--

I) ENVIRONNEMENT MATERIEL.

La stratégie de dépistage des maladies du champ visuel que nous développons dans cette étude est implantée dans le " Moniteur Ophtalmologique", appareil multifonctions développé par la société ESSILOR. Ce matériel est prévu pour assurer plusieurs examens: électrophysiologie, examen du champ visuel, imagerie...

Nous bénéficions, pour développer notre application, d'une architecture matérielle qui, bien qu'opérationnelle, reste encore au stade de la recherche et du développement.

1) PRESENTATION DES STIMULATIONS.a) Choix du support pour les stimulations

Nous retenons pour notre application le principe d'un affichage des stimuli sur un écran cathodique monochrome.

Bien que des réserves puissent être émises sur l'uniformité des niveaux de luminance (balayage électronique), sur la netteté des tests présentés \ 37 \, et sur la concavité des écrans qui est mal adaptée au profil sphérique de la rétine, notre choix se justifie par des avantages qui ne sont plus à démontrer. Les écrans cathodiques

- sont faciles à mettre en oeuvre,
- présentent un faible encombrement,
- sont robustes et fiables,

- leurs prix sont abordables, et la diversité des modèles commercialisés permet de choisir celui qui présente les dimensions et les qualités les mieux adaptées à un examen de dépistage,

- ils sont par nature souples d'utilisation et flexibles: les tests générés par logiciel peuvent varier en luminance, en position, en forme et en durée sans aucune modification matérielle.

b) Dimension du moniteur.

La taille de l'écran est fonction du champ que nous devons tester et de la distance du patient à l'écran. La relation liant ces trois paramètres est:

$$\text{Tg}(\alpha) = \frac{d}{L}$$

où α représente l'excentricité en rd
 d , la distance oeil-écran (cm)
 L , la distance stimulus-centre de l'écran (cm)

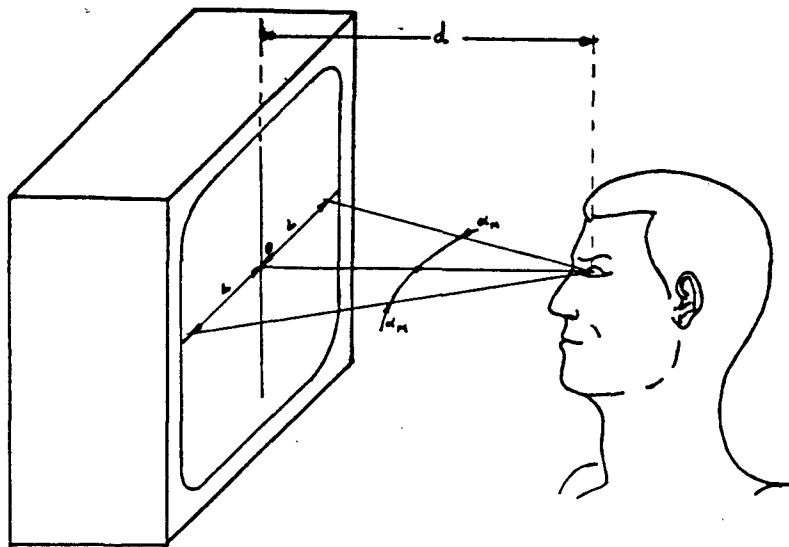


figure 1

Nous avons vu dans le premier chapitre que le dépistage des altérations du champ visuel peut être limité aux 25° du champ visuel central. Pour réaliser cet examen, le moniteur devra donc mesurer au minimum 51cm en diagonale, afin que le patient soit placé à plus de 30cm de l'écran.

les valeurs retenues sont:

- distance patient-écran : 33cm
- le tube étant plus large que haut, l'excentricité maximum autorisée suivant l'horizontale est de $\pm 27^\circ$, et l'excentricité maximum autorisée suivant la verticale est de $\pm 20^\circ$.

La grille comprenant 288 points, notons que 16 points ne seront jamais visualisés, car ils sont situés hors de l'écran. Cette grille qui sera utilisée dans toute notre étude, est donnée à la figure 2. Cependant, d'autres versions peuvent être envisagées.

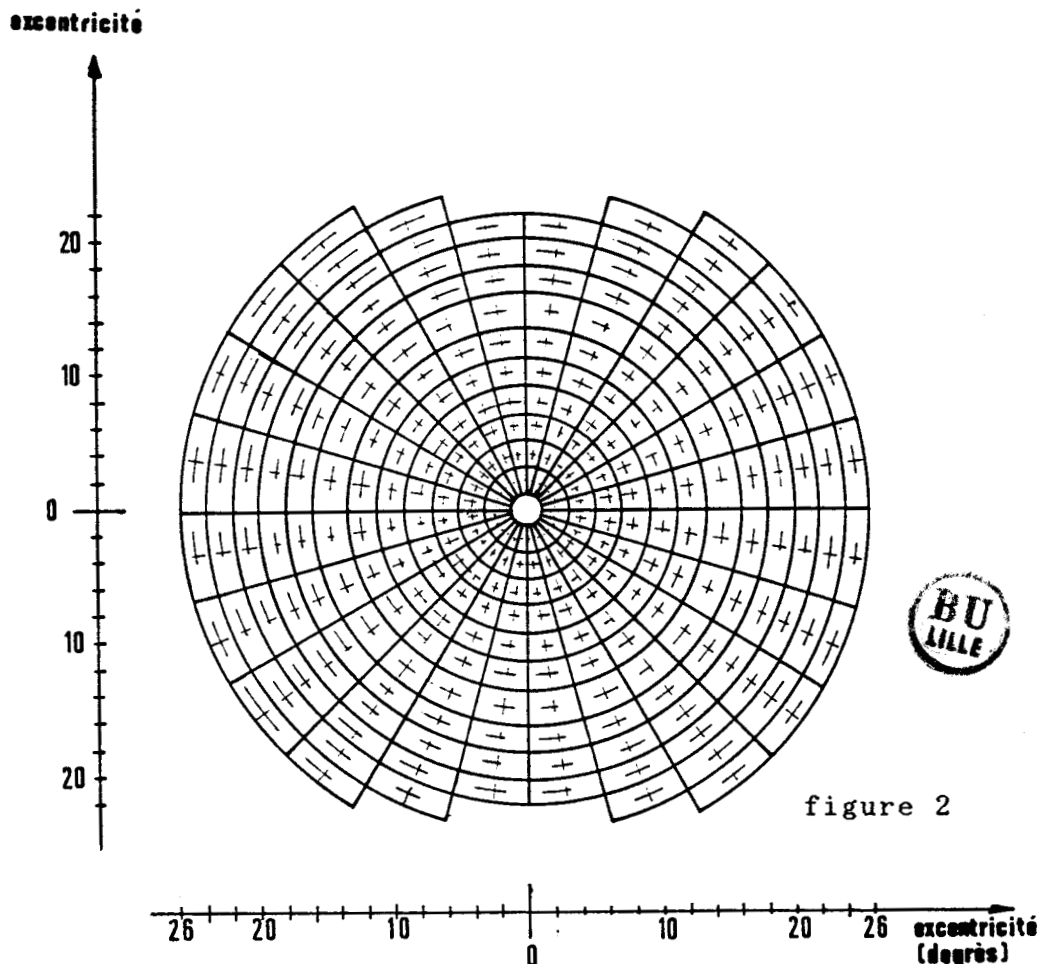


figure 2

c) Gestion de l'écran.

La génération des stimuli est assurée par une carte semi-graphique dont la résolution est de 32x32 soit 1024 pavés.

Chaque pavé peut accueillir un caractère préprogrammé dont la taille maximale correspond à 1/9 de pavé. La résolution de l'écran est donc de 9x1024. Plusieurs tailles de caractères existent.

Le contrôle de la luminance est réalisé par une carte spéciale qui permet d'ajuster la luminance de l'ensemble des points présentés. Les niveaux de luminance doivent être compris dans la fourchette 0-3ldb , avec pour référence 1db = 0,1cd/m².

Ces deux cartes développées par la société "ESSILOR" sont implantées dans le " Moniteur Ophtalmologique ".

2) RECUEIL DE LA REPOSE DU PATIENT.

Chaque type d'examen nécessite la mise en oeuvre d'un système adapté pour recueillir l'information utile. Pour les examens électrophysiologiques on prélève sur le cuir chevelu des signaux électriques au moyen d'électrodes, pour les examens du champ visuel statique (mono stimulus) ou cinétique on enregistre la réponse du patient au moyen d'un bouton poussoir: le patient est invité à appuyer sur le bouton à chaque fois qu'il aperçoit un point.

Notre stratégie, qui consiste à visualiser plusieurs points simultanément sur l'écran cathodique, demande un dispositif de recueil des réponses du patient différent de ceux utilisés pour les examens déjà opérationnels sur le moniteur ophtalmologique.

a) Nécessité d'un système de reconnaissance vocale automatique

L'automatisation de l'enchaînement des présentations et de la détection des points vus et non-vus est destiné à alléger le travail de l'opérateur tout en améliorant les qualités de l'examen. L'automatisation des projections des stimuli a pour conséquence de pouvoir présenter un plus grand nombre de points. Notre grille comprenant 272 points, l'examen d'un seul oeil peut demander plus de 80 présentations! Bien que l'encodage manuel des réponses soit éventuellement envisageable pour l'examen d'un oeil, il devient inconcevable dans le cas d'examens répétés:

- Saisir au clavier plusieurs centaines de données les unes à la suite des autres devient rapidement une tâche fastidieuse, source d'un nombre incontrôlable d'erreurs de frappe.

- Valider les réponses les unes après les autres rend impossible la surveillance correcte du patient, et le contrôle du bon déroulement de l'examen.

- La saisie manuelle des réponses du patient entraîne un délais de quelques millisecondes après chaque présentation qui augmente la durée de l'examen.

Nous voyons donc que l'objectif ambitieux que nous nous proposons d'atteindre nécessite en premier lieu une solution convenable au problème de la saisie rapide et correcte des réponses du patient.

On pourrait envisager de mettre à la disposition du patient un clavier qui lui permettrait d'indiquer lui même le nombre de points vus pour chaque test. Mais l'usage d'un clavier nécessite un contrôle visuel qui est incompatible avec la fixation attentive du point central de l'écran. D'autre part, personne n'est à l'abrit des erreurs de frappe.

Ces raisons font que l'usage du clavier ne peut être retenu. La solution que nous préconisons est basée sur l'emploi d'un système de reconnaissance vocale automatique.

Les avantages de la communication homme-machine orale sont multiples \ 30 \;

- Ce mode de communication libère complètement la vue et les mains, contrairement à l'emploi d'un clavier. Le patient a donc la liberté de ses mouvements et se concentre pour fixer convenablement le centre de l'écran de présentation des tests.

- Les opérations de codage et de décodage laissées à l'opérateur sont réduites au minimum. Théoriquement la vitesse de transmission des informations dans le sens homme machine est supérieure à celle que permet l'usage du clavier.

- Tout le monde sait parler, alors que peu de gens sont familiarisés avec l'usage des claviers.

De plus, notre projet constitue une application idéale pour l'utilisation d'un système de reconnaissance vocale car:

- La tête est toujours positionnée de la même façon pendant la durée des examens de l'oeil droit et de l'oeil gauche de telle sorte que la distance bouche-microphone est invariable pendant l'examen. Les constructeurs recommandant que cette distance soit toujours comprise entre 1 et 10cm, celui-ci est installé sur la mentonnière à environ 2cm des lèvres du patient.

- Le lexique des mots à reconnaître comporte un vocabulaire strictement limité à quelques chiffres.

b) Choix d'un système de reconnaissance vocale.

Pour que la durée des examens de l'oeil droit et de l'oeil gauche soit la plus courte possible, il faut présenter l'ensemble des tests dans le minimum de temps. Pour cette raison, il n'est donc pas souhaitable que le patient commente ses réponses. Les phrases du type « j'ai vu trois points » ou « seulement deux » sont à proscrire. Il est donc nécessaire d'inviter le patient à annoncer uniquement le nombre de points qu'il voit. Demander au patient de faire cet effort est primordial. Pour l'aider dans ce sens, nous utilisons deux artifices;

- l'affichage des tests doit suivre le rythme des réponses du patient de telle sorte qu'il n'ait pas le temps de penser à formuler une phrase.

- De plus, en cas d'une réponse non limitée au vocabulaire restreint attendu, le patient est averti de sa mégarde soit par l'opérateur soit directement par la machine grâce à un système de synthèse vocale.

En conclusion, le type d'appareil que nous devons utiliser doit savoir reconnaître uniquement le chiffre que le patient a prononcé. Il n'est donc pas nécessaire qu'il comprenne une phrase ou qu'il détecte un mot isolé dans une phrase.

Plusieurs types d'appareils existent sur le marché. Multilocuteurs ou monolocuteur, ils réalisent une reconnaissance vocale avec ou sans phase d'apprentissage. Mais seuls, les appareils monolocuteur \ 8 \ apportent la plus grande fiabilité.

La philosophie de notre stratégie d'examen étant de ne jamais visualiser deux fois le même point, la réponse du patient n'est jamais confirmée par une seconde visualisation. En conséquence, chaque réponse doit être reconnue avec un haut degré de fiabilité. L'appareil de reconnaissance vocale doit donc présenter un taux de reconnaissance très élevé. Pour cette raison essentielle nous avons orienté notre choix vers un appareil de type monolocuteur avec phase d'apprentissage \ 24 \. Bien que moins rapide à mettre en oeuvre que les appareils sans phase d'apprentissage, ils se caractérisent par un taux de reconnaissance plus élevé. Les constructeurs de ce type d'appareil annoncent des taux de réussite supérieurs à 99% .

L'appareil choisi pour notre application est un matériel français développé par la société " VECSYS " (cf annexe).

3) CHOIX D'UN SYSTEME DE SYNTHÈSE VOCALE.

a) Nécessité d'un appareil de synthèse vocale

L'utilisation d'un système de reconnaissance vocale doit permettre une saisie rapide, fiable et automatique des réponses du patient. Il peut arriver que, pour différentes raisons, ce système ne parvienne pas à reconnaître un chiffre et émette un message d'erreur. Sans analyser toutes les situations conduisant à ces anomalies, on peut déjà affirmer qu'il sera nécessaire, dans de tels cas, d'intervenir auprès du patient pour qu'il modifie son attitude afin que l'examen se poursuive normalement. Un " monologue " avec le patient est donc à prévoir en cours d'examen. De plus, notre appareil comportant une phase d'apprentissage, on doit indiquer au patient l'ensemble des chiffres à prononcer.

La gestion de la reconnaissance vocale nécessite donc de converser avec le patient pendant l'examen. Demander à l'opérateur d'assurer ces échanges impliquerait avant tout des dialogues entre la machine et l'opérateur!

Si cette solution était retenue, nous devrions;

- indiquer en clair la nature de l'erreur détectée (en cas d'anomalie) ou le mot à apprendre (pendant la phase d'apprentissage), et éventuellement ce que l'opérateur doit faire,
- attendre que le patient soit informé, donc que l'opérateur autorise la reprise de l'examen,

Demander à l'opérateur d'être l'intermédiaire entre la machine et le patient n'aurait que des conséquences néfastes.

- L'opérateur devrait obligatoirement être assidu à son travail, car il serait tenu de surveiller constamment chaque indication écrite sur son écran de contrôle.

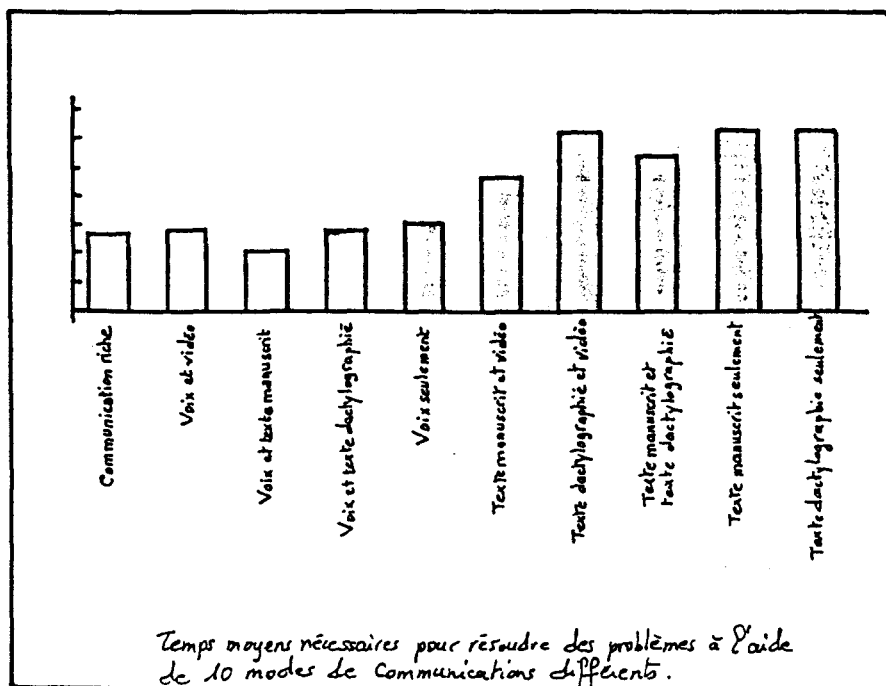
- Un opérateur averti serait donc nécessaire et la durée de l'examen serait fortement dépendante de son habileté.

Nous voyons que la gestion des anomalies allourdit énormément le déroulement de l'examen. Une solution envisageable est d'éviter l'intervention de l'opérateur en cours l'examen. Pour cela, Il est vivement souhaitable que la machine s'adresse directement au patient sans intermédiaire!

Le mode de communication choisi peut être réalisé simplement par l'affichage de textes sur l'écran du stimulateur. Ce mode de communication est satisfaisant et suffit pour assurer la phase d'apprentissage. Par contre, il est gênant pendant l'examen. En effet, la lecture d'un message écrit entre deux présentations fait perdre systématiquement le point de fixation et risque de perturber l'examen. Pour résoudre ce problème, nous introduisons dans la chaîne matérielle un appareil de synthèse vocale.

b) Avantages de la communication parlée.

Des expériences ont montré que lorsque la voix (microphone ou haut-parleur) était associée à l'un des modes de communication que sont la vue (écran de télévision), l'écriture (messages tapés à partir de clavier), les dessins (tablettes d'entrée graphique), la tâche était résolue environ deux fois plus vite \ 31 \. En fait, plusieurs sens sont mis à contribution (cf. tableaux en figure 4). De plus, un problème énoncé par la voix est toujours plus rapidement résolu que si l'énoncé est écrit. Les avantages apportés par la synthèse vocale sont donc appréciables dans le cadre de notre application, d'autant qu'ils limitent l'intervention humaine.



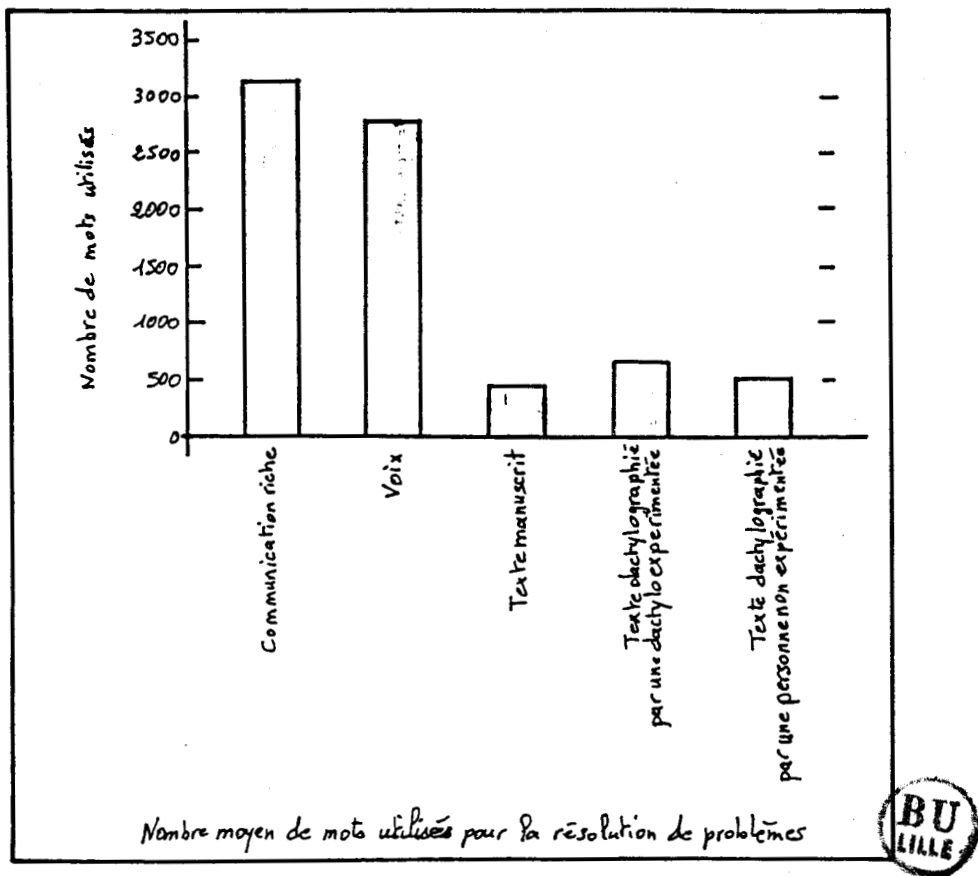


figure 4 (suite)

c) Choix matériel

Les systèmes de synthèse vocale peuvent être classés en deux grandes catégories selon que la synthèse s'effectue par la restitution de la parole compressée ou à partir du texte. La première correspond à la synthèse globale, la seconde à la synthèse phonétique.

La première solution revient à prononcer les mots du vocabulaire, à les analyser, à compresser l'information contenue dans leurs images acoustiques et à les stocker en mémoire pour les synthétiser à la demande. Ce sont des "magnétophones" sur silicium à accès direct. Ils offrent une bonne qualité et sont valables pour toutes les langues. Par contre, ils ne peuvent prononcer qu'un vocabulaire de taille réduite.

Les systèmes de synthèse à partir du texte sont plus complexes. Ils permettent de synthétiser n'importe quelle phrase introduite dans le système sous forme écrite. Trois opérations sont nécessaires; le passage des caractères écrits aux phonèmes, puis le passage des phonèmes aux signaux de contrôle (cette opération pose le problème de codage d'un phonème au phonème suivant), enfin la synthèse acoustique elle même. La qualité de la synthèse à partir du texte est très moyenne. Elle manque de naturel et parfois d'intelligibilité. De plus, ce type de synthèse est très dépendante de la langue traitée.

La société "VECSYS" commercialisant un terminal vocal intégrant la synthèse vocale au système de reconnaissance que nous avons retenu, nous avons orienté notre choix pour ce matériel. Nous disposons donc pour notre application d'un système de synthèse vocale à partir du texte.

L'énorme avantage de ce matériel est la réelle facilité pour rédiger et synthétiser les messages. Elle permet une adaptation constante des messages sans poser des problèmes de coûts ou de délais. Par contre, si l'appareil de dépistage venait à être industrialisé, le manque d'intelligibilité de l'énoncé des phrases et la petite bibliothèque des messages finalement retenue, nous conduirait à choisir un système de synthèse vocale par restitution de la parole.

4) CONTROLE MEDECIN.

L'examen de dépistage que nous proposons étant entièrement automatisé, nous devons responsabiliser l'opérateur qui surveille son déroulement.

A cette fin, l'opérateur dispose d'un moniteur couleur qui lui permet de suivre l'évolution de chaque examen, et d'un clavier alphanumérique pour communiquer avec la machine.

Grâce à ce matériel, l'opérateur est constamment mis au courant de la phase d'examen en cours ainsi que de son évolution.

- Pendant la phase d'apprentissage: chaque mot à apprendre ainsi que les erreurs éventuelles sont affichés en clair. (cette phase est décrite dans le chapitre V).

- Après chaque présentation, le chiffre reconnu ou la nature de l'erreur est affiché, ce qui permet de vérifier le bon fonctionnement du système de reconnaissance vocale. Une carte du champ visuel est réactualisée et affichée sur ce même écran. Cette présentation est développée dans l'annexe II.

Toutes ces informations permettent à l'opérateur de suivre l'évolution de l'examen et d'intervenir seulement en cas de difficulté.

D'autres possibilités sont offertes à l'opérateur,

- le passage du mode automatique au mode semi-automatique avec entrée manuelle des réponses du patient.

- l'abandon de l'examen en cours.

- une pause pendant l'examen.

Au début et à la fin de l'examen, l'opérateur a accès à un menu qui lui permet de consigner les renseignements concernant le patient (nom, age, correction de la vue, observations ...)

5) CONCLUSION.

L'appareil de dépistage que nous élaborons s'apparente à un système à sortie et entrée vocales, c'est à dire qu'il doit être capable de comprendre les réponses du patient, mais aussi d'émettre des messages parlés.

Il englobe un terminal vocal qui se compose d'un système de reconnaissance vocale monolocuteur avec phase d'apprentissage et d'un système de synthèse vocale à partir du texte.

La figure 5 donne un schéma éclaté de l'architecture matérielle mise en oeuvre. C'est un ensemble informatique multi-processeurs

- Le processeur hôte est un microprocesseur 280 4Mhz.

- Le terminal vocal utilise un 8088-2 pour la fonction reconnaissance et un 8085 pour la fonction synthèse de la parole.

Un ensemble vidéo composé d'une caméra et d'un écran de contrôle complète l'ensemble informatique et vient en aide à l'opérateur pour la surveillance du patient pendant la durée de l'examen.

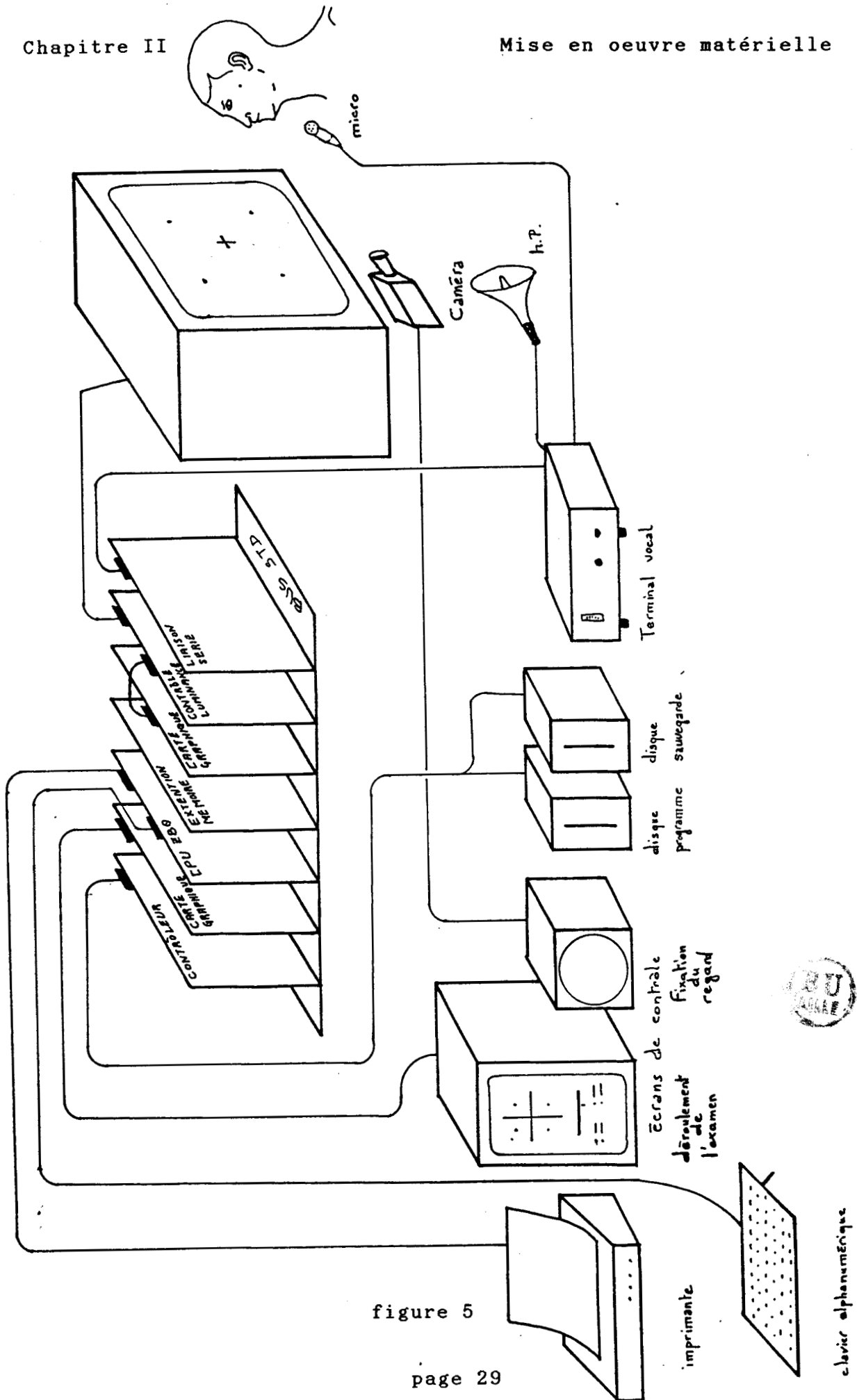


figure 5

II) EXPLOITATION DU SYSTEME DE RECONNAISSANCE VOCALE.1) GENERALITES.

Les systèmes de reconnaissance globale sont caractérisés par le fait qu'une phase d'apprentissage est nécessaire pendant laquelle l'utilisateur prononce la liste des mots du vocabulaire. Pour chacun des mots prononcés, une analyse acoustique est effectuée dont les résultats sont stockés en mémoire (cf figure 6, page suivante).

Pendant la phase de reconnaissance, lorsque l'utilisateur prononce un mot, la même analyse est faite et l'image acoustique du mot à reconnaître est comparée à toutes celles des mots de référence du vocabulaire. Le mot qui est proposé comme étant reconnu, est celui qui est le plus ressemblant au mot prononcé.

Suite à cette analyse, le mot prononcé peut donc être:

- reconnu,
- confondu avec un autre mot du vocabulaire (erreur de substitution ou d'acceptation),
- rejeté s'il n'appartient pas au vocabulaire,
- rejeté par erreur même s'il appartient au vocabulaire.

nota:

Le taux d'erreur TE ,en %, est défini par la formule suivante:

$$TE = (S+FA+FR)/N*100 \quad \backslash 7 \backslash$$

où N est le nombre de mots proposés comme étant reconnus
 S le nombre de substitutions,
 FA le nombre d'acceptations erronées,
 FR le nombre de rejets de mots de vocabulaire

Généralement, les tests de laboratoire ne tiennent pas compte des bruits qui peuvent être reconnus comme des mots appartenant au vocabulaire

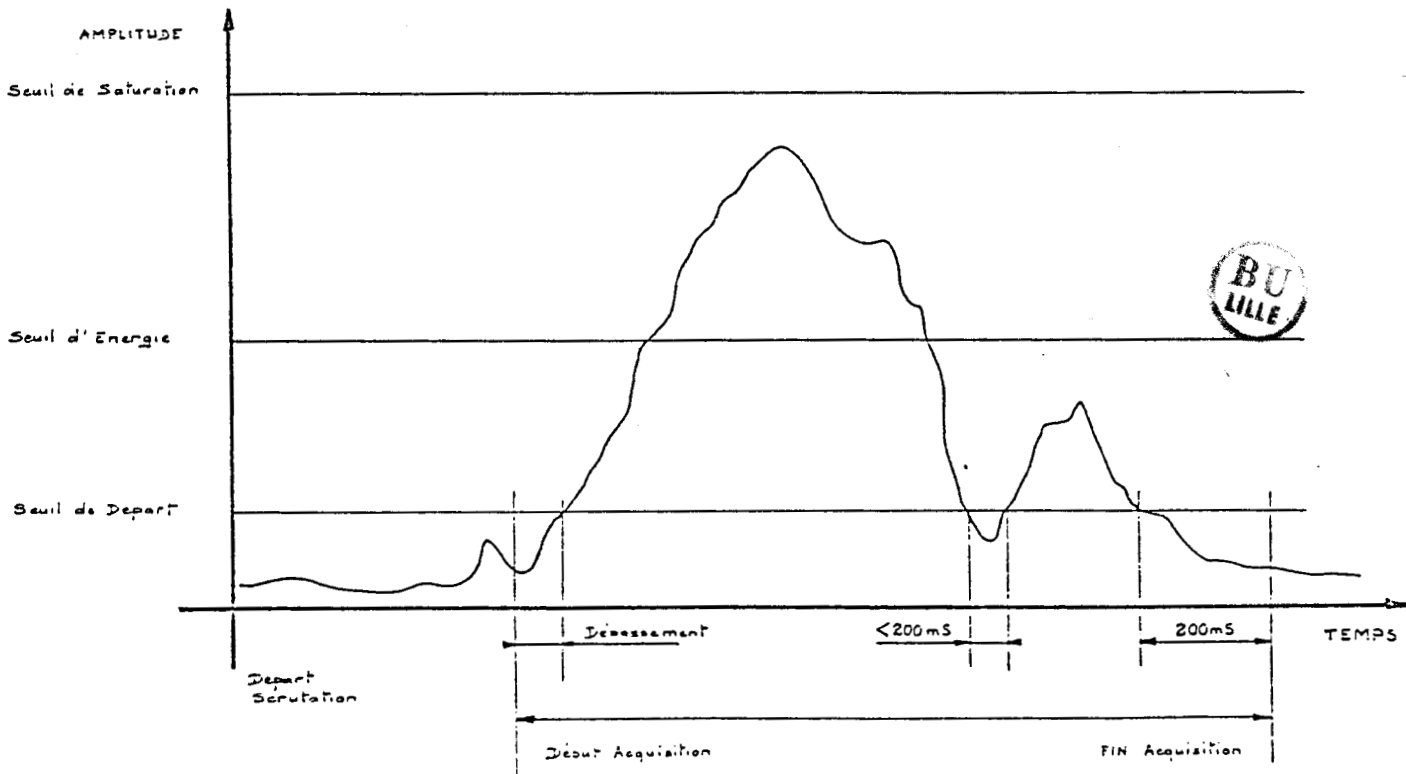
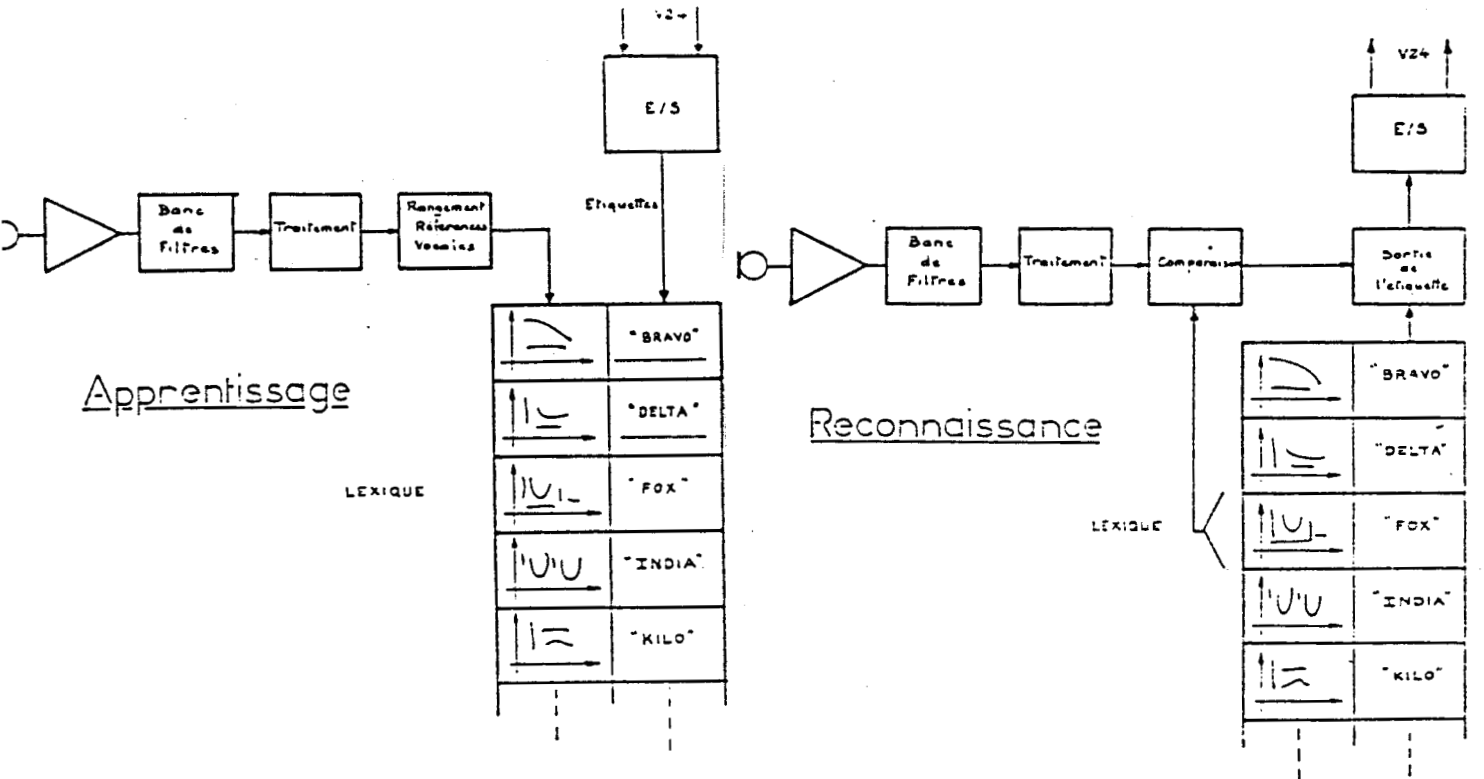


figure 6
(documents VECSYS)

2) AVERTISSEMENT.

La mise en oeuvre d'un terminal vocal est spécifique au matériel utilisé. Le protocole des échanges entre le terminal et le système informatique, de même que la nature des renseignements fournis par le terminal, sont effectivement différents suivant le type et le fabriquant du matériel.

Pour notre application, l'appareil de reconnaissance vocale travaille en mode " micro commandé ". En conséquence, la fonction reconnaissance n'est mise à contribution qu'après la projection des points, donc seulement quand le patient doit donner sa réponse. Ce mode de fonctionnement permet d'éviter de capter les bruits de fond et d'en faire leurs traitements.

De plus, pour capter la parole, nous utilisons un microphone unidirectionnel de marque SHURE (cf. annexe III). Ce dernier est préconisé par le constructeur. Il possède un rapport signal/bruit ambiant élevé et une bonne insensibilité aux bruits de souffle et de contact.

3) FONCTIONNEMENT DU TERMINAL VOCAL.

Pendant la phase d'apprentissage, on attribue à chaque mot appris un numéro qu'on appelle " étiquette ", de telle sorte qu'à chaque mot appris correspond toujours une étiquette différente, les mots pouvant être les mêmes ou être différents.

Comme l'indique la figure 6, chaque début d'acquisition se fait par dépassement d'un seuil (seuil de départ). La fin est donnée par le retour du niveau d'amplitude au dessous de ce seuil pendant une durée au moins égale à 200 ms.

- a) Lorsque l'acquisition est effectuée correctement, l'appareil affecte à chaque étiquette (chaque mot appris) une note de dissemblance avec le mot prononcé. La référence qui obtient la meilleure note (la plus faible) est déclarée reconnue par le système de reconnaissance vocale. Toutefois, pour éliminer des mots qui n'appartiennent pas au vocabulaire appris, il faut que cette note soit inférieure à un seuil de réjection.

Quand plusieurs étiquettes obtiennent une note inférieure au seuil de réjection, le système de reconnaissance de la parole propose au plus deux étiquettes (celles qui présentent les plus faibles notes). L'étiquette qui a le plus de chance de correspondre au mot prononcé est alors celle qui présente la note la plus basse .

Si aucune note de dissemblance est inférieure au seuil de réjection, aucune étiquette correspondant à un mot appartenant au vocabulaire n'est proposée. Dans cette situation, l'appareil émet un code d'erreur spécifique.

- b) En cas de mauvaise acquisition, seul le type d'erreur est communiqué. Les erreurs possibles sont les suivantes:

* le convertisseur analogique/numérique a saturé pendant l'acquisition,

* la valeur maximale atteinte pendant l'acquisition est restée inférieure à un seuil donné (seuil d'énergie),

* L'acquisition du mot est supérieure à deux secondes,

* Le mot à une durée inférieure à 0,3 seconde.

4) EXPLOITATION DES DONNEES.

a) Traitement des mots proposés (NOTE < SEUIL).

Nous avons vu que l'appareil de reconnaissance vocale indique au plus deux étiquettes correspondant aux deux mots ayant obtenus les meilleurs scores, avec leurs notes respectives.

Un mot est déclaré reconnu dans les situations suivantes:

- il n'y a qu'une seule étiquette proposée et le mot correspondant est reconnu.

- les deux étiquettes proposées correspondent au même mot: ce mot est reconnu.

- les deux étiquettes proposées correspondent à des mots différents et la différence entre les deux notes est supérieure à deux points. Le mot reconnu est celui qui présente la note la plus faible.

Aucun mot n'est déclaré reconnu dans la situation suivante:

- les deux étiquettes proposées par le terminal vocal correspondent à des mots différents et la différence entre les deux notes est inférieure ou égale à deux points.

Dans cette situation, nous effectuons un apprentissage partiel de ces deux mots, puis on revisualise la même combinaison.

La validation de tels mots ne peut se faire à coup sûr, car différents essais réalisés en clinique sur des personnes différentes montrent que le chiffre prononcé n'est pas forcément celui qui possède la note la plus faible. Il y a en effet autant de chances pour que le mot dit par le patient corresponde à l'étiquette indiquée ayant la plus forte note.

Dans ce cas de figure, les deux étiquettes indiquées s'accompagnent toujours de notes au dessous du seuil de réjection. Elles correspondent donc à des mots appartenant au vocabulaire appris. Les confusions introduites par l'appareil de reconnaissance vocale s'explique du fait qu'il devient impossible de faire coïncider convenablement l'image acoustique de l'un des mots appris et l'image acoustique du mot à reconnaître, car la voix a évolué au cours de l'examen \ 29 \.

En fait, lorsque la même personne prononce deux fois le même mot, on constate souvent des différences sensibles qui portent sur le rythme d'élocution (certaines parties du mot peuvent être prononcées plus rapidement, ou plus lentement), sur l'intensité et sur le timbre.

Si ces différences sont trop marquées, des confusions peuvent apparaître sur les étiquettes proposées car la notation effectuée par le terminal vocal est mauvaise.

Perdant dans ce cas tout point de repère, nous rejetons les deux propositions et revisualisons la même combinaison.

Pour cette combinaison, si la même erreur est constatée, on effectue un réapprentissage partiel afin que l'examen se poursuive sans ambiguïté possible. Les deux mots réappris sont les deux mots proposés afin de compléter le vocabulaire appris.

b) Traitement des codes d'erreurs.

Il s'agit de traiter les erreurs qui sont dues à une non reconnaissance. Ce traitement peut être complexe à cause des facteurs humains. Notre travail consiste à traduire simplement ces erreurs qui pénalisent la durée de l'examen. Nous regroupons l'ensemble des causes d'erreurs données par le système de reconnaissance vocale en trois familles.

- a) la saturation du convertisseur
ou
l'acquisition supérieure à 2s.
- b) l'acquisition inférieure à 0,3 s.
ou
le patient ne parle pas assez fort
- c) le mot n'appartient pas au vocabulaire

traitement du cas *a*

Il faut signaler que, suite à de multiples essais, nous n'avons jamais observé une saturation de l'amplificateur audio ou des convertisseurs analogique/numérique excepté pour un comportement hors du commun: éternuement, coup sur la table etc... Bien sûr, ce cas de figure, rare, est prévu et la solution envisagée est la même que dans le cas où nous constatons que le mot est prononcé trop fortement.

Dans cette situation on demande au patient de parler normalement, puis la même combinaison est représentée sur l'écran. Si aucune réponse n'est détectée, on revisualise à nouveau cette combinaison. Si le patient reste encore muet, on impose le mode semi-automatique.

Notons que seule la non réponse du patient entraîne le passage en mode semi-automatique.

traitement du cas *b*

Si le type d'erreur correspond à un niveau trop faible ou si l'acquisition du mot est trop courte, alors nous demandons au patient de parler plus fort, afin que l'acquisition puisse se faire correctement.

Ces deux erreurs qui sont différentes, ont la même origine: elles proviennent du fait que le patient n'élève pas assez la voix. Notre vocabulaire de base ne comportant que des chiffres, c'est généralement le mot "quatre" qui conduit à ce type d'erreur, cela pour plusieurs raisons:

Les gens prennent l'habitude de manger le « tre » et prononcent « qua't », et seul le son « qua » est enregistré par la machine ($t < 0,3$ s) ou alors, le patient parle trop faiblement et le son « tre » n'est pas enregistré à cause de la plausive qui sépare les deux syllabes, et de la déclinaison trop marquée sur la dernière syllabe.

Dans cette situation, nous demandons au patient de parler plus fort, revisualisons au maximum deux fois la même combinaison et passons en mode semi-automatique en cas d'échec.

Traitement du cas *c*

C'est le cas le plus difficile à analyser car nous ne disposons d'aucune information sur ce qu'a prononcé le patient.

Nous savons que c'est une acquisition d'au moins 0,3 secondes et qui a duré au plus 3 secondes !

plusieurs hypothèses peuvent être envisagées;

- le mot a été incomplètement enregistré,
- le patient a dit n'importe quoi,
- le mot est bien prononcé mais la voix à fortement évoluée depuis la phase d'apprentissage.
- c'est un bruit.

Notre traitement devant répondre à tous les cas de figure, nous demandons au patient de répéter ce qu'il vient de dire.

-) Si le patient ne parle pas on revisualise au maximum deux fois la même combinaison, En cas de non réponse on passe en mode semi-automatique.

-) Si on arrive à traiter la réponse du patient, l'examen suit son cours

-) Si on a toujours la même erreur, on effectue un réapprentissage partiel basé sur le nombre de points projetés (si la combinaison était de quatre points , on apprend 4 et 3, si on avait trois points , on apprend 3 et 2 etc ..)

c) Validation du mot reconnu.

Nous avons vu que le mot reconnu présentait de fortes chances d'être réellement le mot prononcé car la gestion du système de reconnaissance vocale est sévère.

Néanmoins, de multiples essais ont montré que des confusions au niveau des propositions peuvent toujours subsister et qu'elles n'étaient pas dépistées par le système de notation. Pour rejeter ces erreurs, nous comparons le mot retenu au cardinal de la combinaison présentée. Cette comparaison permet également de détecter si le patient reste attentif pendant l'examen.

Trois cas de figure sont à envisager:

- Le chiffre reconnu est inférieur ou égal au cardinal de la combinaison. Dans ce cas le chiffre reconnu est toujours validé.

- Le chiffre reconnu est égal au cardinal de la combinaison plus une unité, et c'est la première fois pour cette présentation. Dans ce cas, le patient a sûrement compté le point central (perte d'attention), et un message oral est émis demandant au patient de ne plus compter le point central. Ensuite, la même combinaison est revisualisée pour avoir une réponse correcte.

- Le chiffre reconnu est, soit égal au nombre de points présentés plus un et c'est la deuxième fois pour cette combinaison, soit supérieur de deux unités ou plus du nombre de points présentés. Dans ces cas, un réapprentissage partiel est demandé et les mots réappris sont d'une part, le mot qui a été reconnu et d'autre part, le chiffre correspondant au cardinal de la combinaison.

Ces derniers cas d'erreur sont rares, mais leurs traitement restent absolument indispensables afin de ne pas bloquer le déroulement de l'examen, notamment suite à une mauvaise interprétation d'une réponse du patient (effet de bouclage).

III CONCLUSION.

Le traitement des données du terminal vocal est le résultat de nombreuses simulations. Elles ont été menées à l'Hôpital Militaire de LILLE, objet d'un mémoire de D.E.A. \ 34 \, puis à l'hôpital B au Service d'Exploration Fonctionnelle De la Vision.

Ce traitement est organisé de façon à ce que le mot validé soit le mot prononcé par le patient avec une certitude proche de 100% quelque soit le locuteur. En contre partie, chaque mauvaise reconnaissance, nécessite un traitement approprié qui contribue à augmenter le temps global d'examen. En effet, suivant la nature de l'erreur, on demande au patient de répéter, ou on revisualise la même combinaison, ou bien on effectue un réapprentissage partiel des mots qui provoquent le rejet.

Rarement, de multiples interventions s'avèrent encore indispensables pour réaliser une acquisition. Elles sont dues à l'impossibilité de déterminer dès la première fois la véritable cause qui génère le code d'erreur au moment de l'acquisition.

En fait, chaque être humain à une attitude particulière devant la machine et une réaction différente aux messages oraux et Il faudrait savoir tenir compte des conditions d'installations du patient; a-t'il tout compris?, peut-il parler normalement? (problème de mentonnière, de gorge sèche...).

De plus, l'appareil de reconnaissance vocale tient difficilement compte de l'émotion du patient ou des bruits parasites (bruits de lèvres...). Par exemple, le patient qui soupire au moment d'une acquisition, donnera lieu à l'émission d'un code d'erreur traduisant que l'acquisition n'appartient pas au vocabulaire, d'où le déclenchement d'un message mal adapté à la situation.

Néanmoins, le traitement proposé dans cette étude propose des solutions jugées satisfaisantes qui permettent en moyenne de réaliser environ 90 acquisitions correctes pour une durée de 3,30 minutes, apprentissages compris. Cette durée peut alors être portée jusqu'à 6 minutes pour les cas très difficiles.

Il faut noter que seul la non réponse persistante du patient (pas de réaction aux présentations successives, ni aux questions posées) entraîne le mode semi-automatique qui est alors imposé. Dans cette situation extrême, la saisie des réponses doit alors obligatoirement s'effectuer manuellement et ce, jusqu'à la fin de l'examen de l'oeil.

ANNEXE

La voix est la production physiologique des sons. Elle résulte de l'émission des sons venant du larynx modifiées dans les cavités de résonances que sont le pharynx, la bouche, les fosses nasales (figure 7) \ 36 \. L'analyse de la voix humaine montre sa variabilité selon la race, l'hérédité, le développement corporel mais également selon l'âge, le milieu, l'éducation, et le psychisme.

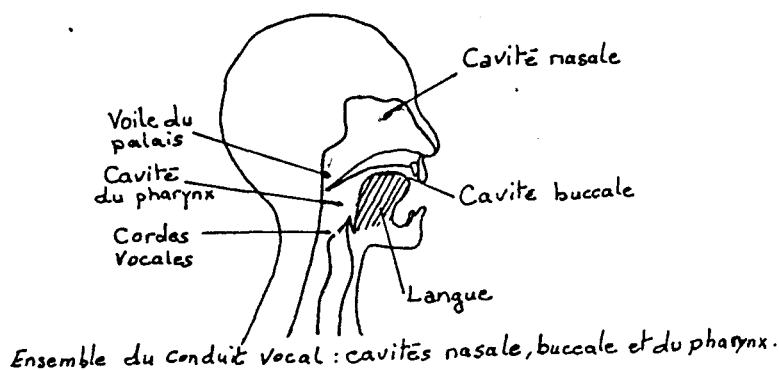


figure 7

Pour rester dans les généralités, la voix est caractérisée par :

- son intensité, (en db) qui correspond à l'amplitude des vibrations sonores, fonction de la pression de l'air expiratoire,
- la hauteur, qui correspond à la fréquence des sons liées aux caractéristiques des cordes vocales (élasticité, masse, largeur),
- le timbre, résultat des harmoniques du son fondamental compris dans le son complexe émis par le larynx et de l'action sélectives des cavités de résonances.

Dès l'apparition des ordinateurs, plusieurs tentatives ont été faites pour traiter le langage. Mais les véritables travaux sur la reconnaissance de la parole commencent en 1950 avec les études réalisées par DREFFUS et GRAFF qui visaient à réaliser un système capable de reconnaître un discours indépendamment de son locuteur... En 1969, une prise de conscience spectaculaire et pessimiste, due au manque de connaissances théoriques pour résoudre ce problème conduisit à renoncer à réaliser un système universel capable de reconnaître n'importe qui prononçant n'importe quoi.

Aujourd'hui, il existe deux voies de recherche ;

- une approche porte sur la reconnaissance globale (reconnaissance de mots isolés ou enchaînés). Ces recherches aboutissent sur de nombreux produits industrialisés plus ou moins performants.

- l'autre porte sur la reconnaissance analytique (reconnaissance de la parole continue pour éventuellement plusieurs locuteurs). Cette approche est toujours au stade de la recherche.

La programmation dynamique permet la mise en correspondance des mots à comparer, et les écarts de leur images acoustiques. Elle permet d'éliminer rapidement des mots de référence lorsque des différences notables apparaissent dès le début de la reconnaissance. Ces systèmes de reconnaissance globale par mots isolés ont aujourd'hui différents avantages

- bonne capacité de reconnaissance (98% et plus)

- indépendance vis à vis des particularités de la langue à reconnaître.

Nous attirons l'attention du lecteur sur le pourcentage de réussite annoncé par les constructeurs; ces taux sont souvent irréalistes, même s'ils sont vérifiables sur un ensemble de tests. En fait, il faut prendre en compte les facteurs humains, linguistiques, l'influence de l'environnement, les types d'algorithmes de reconnaissance, l'influence des traitements d'erreurs qui entraînent inévitablement une très forte variation des taux d'erreurs.

CHAPITRE III**GENERATION DES COMBINAISONS**

Après avoir présenté l'architecture matérielle nécessaire à l'automatisation intégrale de l'examen de dépistage des altérations du champ visuel, nous abordons maintenant la stratégie mise en oeuvre sur le système.

Elle se décompose en deux parties;

- La génération des combinaisons de points lumineux présentés au patient, objet de ce chapitre,
- L'étiquetage des points qui consiste à identifier les points vus et les points non vus dans une combinaison partiellement vue, objet du chapitre suivant.

I) CONTRAINTES ASSOCIEES A LA GENERATION DES COMBINAISONS

La génération des combinaisons de points formant les tests présentés aux patients doit tenir compte des difficultés rencontrées au niveau du contrôle du niveau de luminance, tout en assurant la meilleure la fixation du regard sur le centre de l'écran. Ces problèmes sont résolus en imposant certaines contraintes sur la construction des combinaisons. De plus, l'automatisation de l'examen sans présentation redondante de points amène d'autres contraintes sans lesquelles les résultats obtenus ne pourraient être exploités correctement.

1) CONTRAINTES APORTEES PAR LES PRESENTATIONS MULTIPLES.a) LUMINANCE DES POINTS.

Comme nous l'avons évoqué au chapitre I, le niveau de luminance d'un stimulus doit être fonction de son excentricité. Créer une combinaison sous-entend donc savoir ajuster convenablement le niveau de luminance de chacun des points qui la compose. Il est nécessaire, en effet, que tous les points de la grille soient présentés avec un niveau de luminance correct, sous peine d'avoir des résultats erronés ou non exploitables.

Des combinaisons composées de points d'excentricités différentes ne seraient donc envisageables qu'à condition de pouvoir afficher chacun des points à un niveau de luminance qui lui serait propre. Le logiciel, mais aussi le matériel, devraient permettre, quelque soit la position des points dans la grille, l'ajustement simultané de tous les niveaux demandés. On pourrait résoudre ce problème en affichant des points de tailles différentes, ou bien en concevant une carte spéciale qui permettrait de gérer plusieurs niveaux de luminance simultanément.

Une solution plus simple et tout aussi satisfaisante consiste à ne présenter que des combinaisons constituées de points ayant la même excentricité. Dans ce cas, le niveau de luminance à ajuster est identique pour l'ensemble des points d'une combinaison. Les exigences matérielles se trouvent, de ce fait, réduites et le logiciel allégé. Dans ces conditions les mêmes procédures liées au contrôle de la luminance, sont utilisées quelque soit le nombre de points présentés simultanément et quelque soit le type de stratégie d'examen employé (examen mono-point ou examen multi-points).

b) FIXATION DU REGARD

Il est évident que l'examen est d'autant plus fiable que l'on peut être assuré que le patient fixe correctement le centre de l'écran pendant toute la durée de l'examen.

De nombreuses méthodes permettent de surveiller l'immobilité du regard. Une mesure de la direction du regard indépendante des mouvements de la tête s'avère d'ailleurs préférable \ 6 \. Apporter des solutions pour ce contrôle n'est pas ici notre propos. Néanmoins, en créant de nombreuses combinaisons de points centrées sur l'axe visuel (correspondant à la région centrale de la rétine, appelée fovéa), l'oeil n'est jamais tenté d'aller chercher les points là où ils se trouvent, ce qui aide le patient à bien fixer le centre de l'écran.

2) CONTRAINTES IMPOSEES PAR L'AUTOMATISATION.

Après chaque présentation, le patient indique verbalement le nombre de points qu'il a vu. Avec les points qui forment le test visuel, sa réponse est la seule nouvelle information disponible. Notre but étant de localiser les déficits, nous devons mémoriser ces informations pour procéder à "l'étiquetage" des points, traitement qui permet d'identifier les points vus et les points non-vus de chaque combinaison présentée et partiellement vue (cf. chapitre IV).

Bien sûr, cette identification ne peut être effectuée que si certaines nouvelles contraintes concernant d'une part la structure de la grille et d'autre part la constitution des combinaisons, sont respectées.

a) Influence du voisinage.

Notre stratégie devant permettre de retrouver ultérieurement l'état des points présentés à partir de présentations non redondantes, il est entendu que l'état des points ne pourra être déterminé qu'à partir de l'étude menée sur leurs voisinages. En conséquence, le pas de discrétisation de la grille doit permettre une telle étude. On ne pourrait exploiter une telle idée si l'examen ne comportait que 47 stimuli répartis dans les 30° du champ visuel, comme le propose l'appareil de FRIEDMANN VFA 1.

Compte tenu du pas de discrétisation adopté pour la grille au premier chapitre, on considère effectivement que seules les informations apportées par les 8 voisins immédiats suffisent pour effectuer l'étiquetage d'un point. Dans ces conditions, l'analyse de la concordance et de la compatibilité de l'état "vu" ou "non-vu" du point considéré et de son entourage a toujours un sens.

En conséquence, un point entouré de 8 points vus pourra être étiqueté "vu" et de même, un point entouré de 8 points non-vus pourra être étiqueté "non-vu". De ce fait, le plus petit scotome décelable par notre stratégie sera un déficit composé au minimum de deux points adjacents dans la grille.

b) Cohérence des étiquetages.

Après chaque présentation, la réponse du patient apporte les mêmes informations sur tous les points composant la combinaison. Or, les combinaisons étant toutes centrées sur la fovéa, les informations issues d'une même présentation se répartissent toujours dans la même couronne. Il devient rapidement impossible de localiser avec précision les points qui appartiennent au(x) déficit(s). En effet, les voisins des points d'une même combinaison apportent des informations identiques provenant des mêmes présentations. Les informations apportées par ces voisinages sont généralement identiques et ne permettent pas de distinguer les points qui appartiennent aux éventuels déficits du champ visuel.

Pour illustrer ce propos, prenons un exemple concret. Soit une rétine présentant le déficit à deux points (partie grisée) présenté sur la figure la.

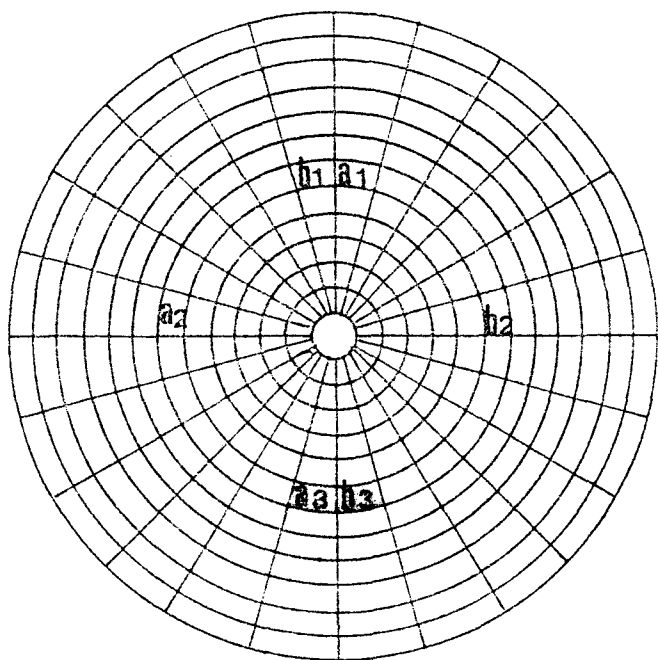


figure la

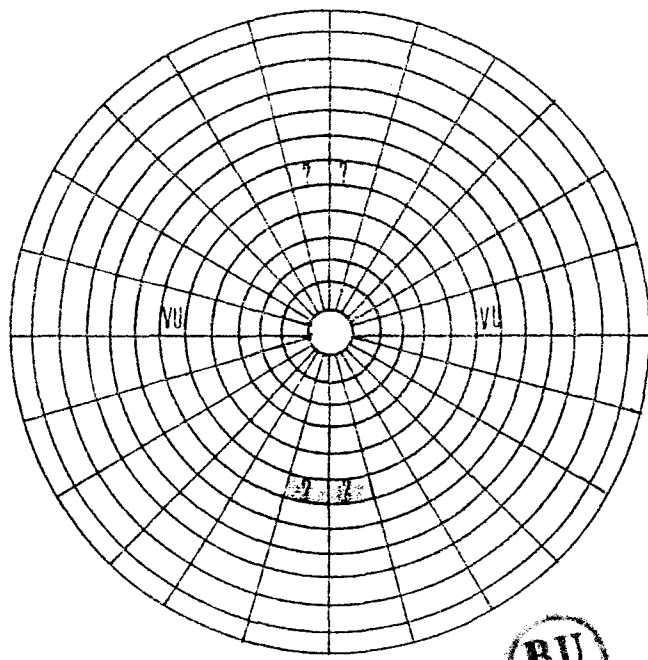


figure lb



Seules les deux combinaisons { a1, a2, a3 } et { b1, b2, b3 } sont partiellement vues et le patient a répondu "2" au lieu de "3". Les autres points appartenant à des combinaisons toutes vues, ne sont pas représentés sur le dessin.

Au moment de l'étiquetage, les points a2 et b2 seront étiquetés "vus" sans litige puisque leurs voisinages respectifs sont composés uniquement de points vus (figure lb).

Par contre, il n'en est pas de même pour les couples de points $\{a_1, b_1\}$ et $\{a_3, b_3\}$. Les voisinages des points a_1 et a_3 de la combinaison "a" d'une part, et les voisinages des points b_1 et b_3 de la combinaison "b" d'autre part, apportent des informations en partie identiques car elles proviennent des mêmes présentations. Elles ne permettent pas d'attribuer correctement les étiquettes "vue" et "non vue" pour ces points.

Dans ce cas de figure, la présence d'un déficit est dépisté puisque par deux fois la réponse du patient a été un chiffre inférieur au cardinal de la combinaison présentée. Cependant, il est impossible de localiser sûrement le déficit, car les deux combinaisons "a" et "b" mal choisies, présentent des adjacences.

Notion d'adjacence

C_0

Soit $\{A_n\}$, l'ensemble des points constituant une combinaison, avec

- C_0 , le cardinal de la combinaison, $C_0 = 1, 2, 3$, ou 4 .
- n , le numéro de combinaison, chaque combinaison portant un numéro différent

Soit B l'ensemble des points pris dans chaque voisinage les points de l'ensemble $\{A_n^{C_0}\}$. Le cardinal de B est $C_0 \times 8$. Nous dirons qu'il y a adjacence dès qu'un même numéro de combinaison est porté par au moins deux points de l'ensemble B . (L'exemple donné en figure 1 présente une adjacence).

Il est impératif de pouvoir étiqueter les points sans ambiguïté dans tous les cas de figure possibles. Pour ce faire, nous devons imposer de n'avoir aucune adjacence entre les combinaisons. En conséquence, tous les points d'une même combinaison doivent avoir un voisinage constitué de points appartenant à des combinaisons différentes. C'est ce qu'on appelle la contrainte de non-adjacence.

Cette contrainte impose une répartition correcte dans tout le champ visuel des réponses que nous allons recueillir après chaque présentation.

Reprenons notre exemple cité plus haut. La figure 2 indique des combinaisons ne présentant aucune adjacence, telles qu'un seul élément de la combinaison "a" se trouve dans le voisinage des points des points de la combinaison "b".

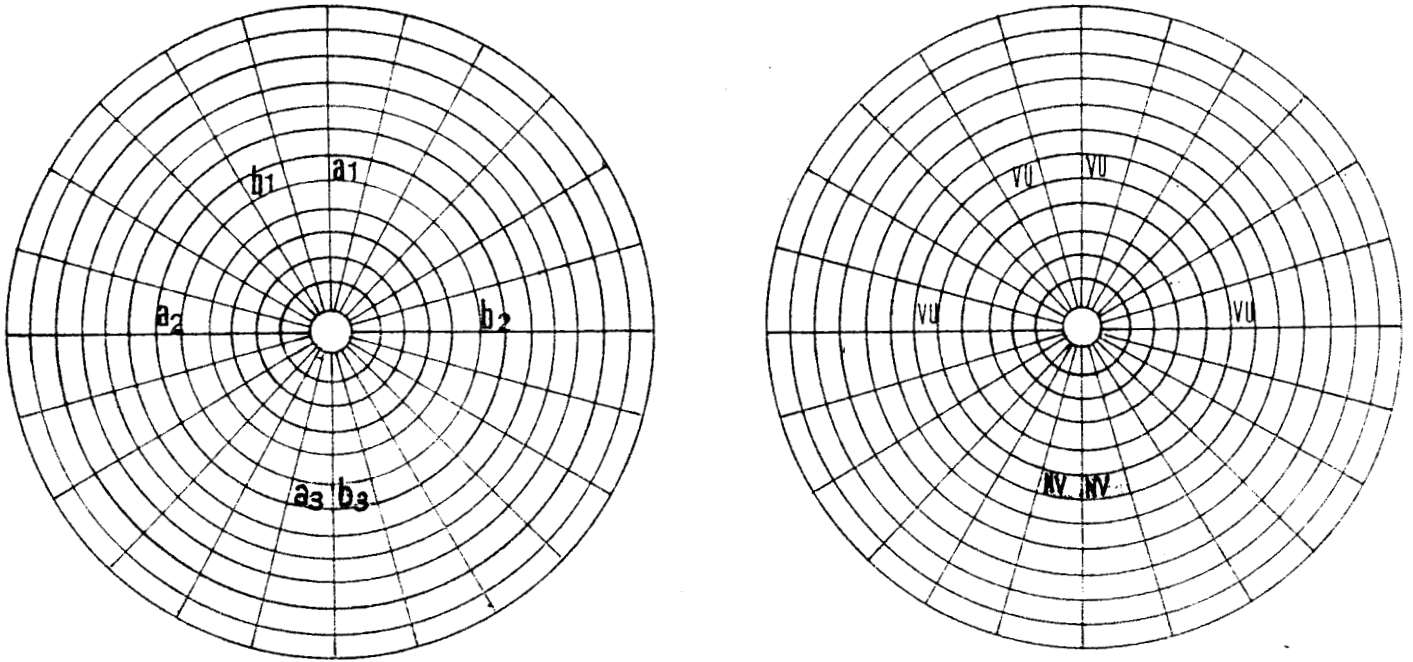


figure 2

Il est évident qu'au moment de l'étiquetage, les points a_1 , b_1 , a_2 , et b_2 , peuvent être déclarés vus sans ambiguïté et les points a_3 et b_3 être déclarés non vus.

Par contre, le respect de cette contrainte rend plus difficile la construction de l'ensemble des combinaisons. En effet, comme l'indique la figure 3, après la construction d'une combinaison de quatre points, une autre combinaison comprenant le point "A" ne pourra posséder que des points localisés en dehors des domaines grisés.

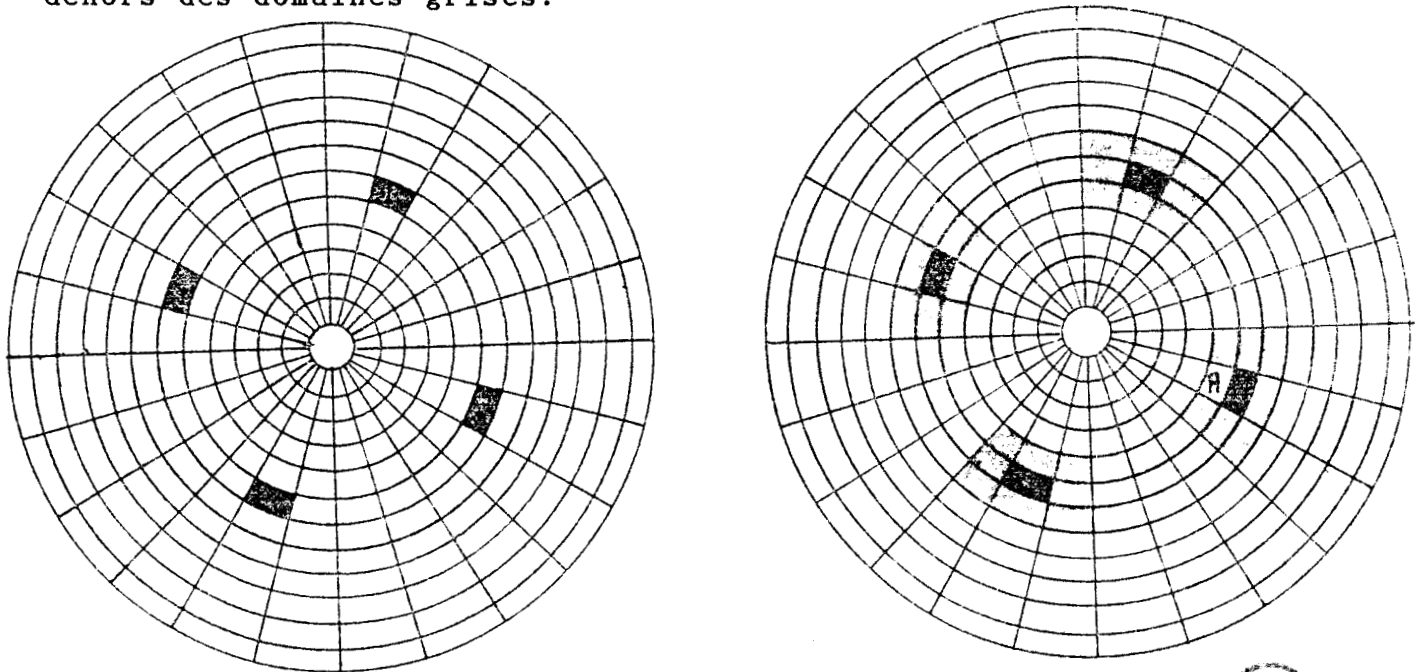


figure 3



II) PRINCIPE RETENU POUR LA CONSTRUCTION DES COMBINAISONS

Compte tenu des contraintes technologiques, mais également pour améliorer la fiabilité de l'examen, nous avons vu qu'il est souhaitable de générer des combinaisons centrées qui, de plus, doivent vérifier la contrainte de non adjacence.

La construction d'une bibliothèque de combinaisons figées vérifiant l'ensemble de ces contraintes et couvrant tout le champ visuel, s'avère être impossible, les contraintes étant trop fortes.

Une solution envisageable est d'admettre une tolérance sur l'excentricité des points de chaque combinaison. On peut autoriser la création de combinaisons constituées de points localisés sur trois couronnes adjacentes sans modifier le contrôle de la luminance ni perturber la fixation du regard. Mais, l'établissement d'une bibliothèque complète pour un examen couvrant tout le champ visuel ne peut être envisagé qu'avec un grand nombre de combinaisons à un ou deux points compte tenu des contraintes imposées. Cette solution est bien sûr inacceptable.

Contrairement au travail développé par DIAF \ 10 \, l'approche retenue s'affranchit de la constitution initiale d'une bibliothèque. Elle propose par contre, une idée originale qui permet de respecter au mieux toutes les contraintes (combinaisons centrées et non-adjacence), en générant les combinaisons séquentiellement en cours d'examen, en tenant compte des réponses déjà recueillies.

III) AVANTAGES DE LA GENERATION SEQUENTIELLE DES COMBINAISONS.

Le fait de générer des tests les uns après les autres permet de tenir compte, au moment de la construction des combinaisons, de toutes les réponses déjà enregistrées. Ces connaissances diminuent, comme nous allons le préciser maintenant, le nombre des contraintes dues à l'application du critère de non-adjacence tel qu'il a été défini auparavant.

1) Rappelons que l'application du critère de non-adjacence est nécessaire pour assurer l'étiquetage correct des points. Or, dans le cas où la réponse du patient indique que la combinaison présentée est entièrement vue (ou non vue), l'état final de ses points n'est plus à discuter. L'application du critère de non adjacence, qui était indispensable au moment de la construction de cette combinaison, s'avère, après présentation, être inutile car aucune étude ne sera engagée sur les voisinages de ces points. Pour la construction des combinaisons suivantes, nous pourrions donc autoriser des adjacences avec les points de cette combinaison sans nuire à leur étiquetage.

2) Le fait de créer une combinaison établit un lien entre ses points; celui d'être présentés simultanément. Or l'état d'un point doit être indépendant de la combinaison à laquelle il appartient. Seuls les points appartenant à un déficit doivent être étiquetés non-vus et ce, quelques soient les combinaisons qui sont formées. Il est donc permis d'oublier l'appartenance des points étiquetés à leur combinaison initiale.

Ces deux remarques importantes, nous autorisent à limiter l'application de la contrainte de non-adjacence aux seuls points non-étiquetés, sans nuire à la rigueur exigée pour l'étiquetage correct de ces points. En conséquence, une combinaison de n points étiquetés est équivalente à n combinaisons monopoint, et le numéro de combinaison porté par chacune de ces sous-combinaisons d'un point peut être fictivement différent de celui de la combinaison initiale à laquelle ils appartiennent.

IV) GENERATION SEQUENTIELLE ET ADAPTATIVE DES COMBINAISONS1. CHOIX DES PARAMETRES.

Pour générer séquentiellement les combinaisons il faut se donner au minimum deux paramètres à priori:

- le nombre C_0 de points constituant la combinaison $\{A_n^{C_0}\}$
- un premier point appartenant à cette combinaison; P_1 .

Dans la suite de notre étude, ce point particulier est appelé le PIVOT. C'est autour de ce point que s'articulent tous les calculs pour définir les autres points de la combinaison.

2) NECESSITE D'ADAPTER LA CONSTRUCTION DES COMBINAISONS AUX REPONSES DU PATIENT.

Les premières questions que nous devons nous poser portent évidemment sur le choix, avant chaque présentation, du nombre de points et du pivot pour bâtir de façon optimum la combinaison.

Les réponses nous sont données en considérant la contrainte majeure posée par l'examen, à savoir: comment faire un dépistage fiable en un minimum de temps, sans aucune connaissance à priori sur l'emplacement et sur le nombre des éventuels déficits à localiser ?

Nous savons déjà que la durée d'un examen est fonction du nombre de combinaisons à visualiser et non du nombre de points. Elle dépend donc de la construction des combinaisons, tandis que la fiabilité est dépendante de l'étiquetage des points. Il nous faut donc privilégier les présentations de combinaisons de quatre points. Cependant, visualiser uniquement des combinaisons ayant le maximum de points possible n'est pas envisageable pour deux raisons:

- la monotonie due à la présentation de tels tests nuirait à la qualité du dépistage. Le patient devinerait certainement qu'il faut toujours répondre "quatre"!
- le respect de la contrainte de non-adjacence rendrait très vite impossible la génération systématique de combinaisons de quatre points, surtout en cas de présence d'un déficit.

Tout en privilégiant les constructions à quatre points, nous sommes donc amenés à prévoir en cours d'examen des combinaisons à un, deux, ou trois points .

- En cas de champ visuel normal, elles permettent de briser la monotonie des réponses. De telles combinaisons peuvent, d'ailleurs, être générées aléatoirement sans pénaliser la durée de l'examen.

- En cas de déficit, de telles combinaisons ont plus de chances d'être entièrement vues ou non-vues. Elles sont donc nécessaires pour effectuer l'étiquetage rapide et efficace des points des combinaisons partiellement vues. En effet, la procédure d'étiquetage étant basée sur l'analyse des voisinages, ils doivent comprendre le maximum de points étiquetés. Bien entendu, les points composant ces combinaisons et l'instant de leurs présentations doivent être choisis afin de réduire le nombre des présentations. Il n'est donc plus question de les générer aléatoirement.

En conclusion, il faut générer toutes les combinaisons en fonction des réponses du patient afin que l'examen ne comporte qu'un minimum de combinaisons de 1 ou 2 points, notamment en fin d'examen. Pour cela, nous devons construire les combinaisons qui permettront de diminuer les contraintes de non adajacence, à savoir des combinaisons entièrement vues ou non-vues, ou des combinaisons qui permettront d'étiqueter rapidement des points appartenant à des combinaisons partiellement vues. La durée de l'examen sera donc dépendante du choix du pivot et du nombre de points qui permettent de construire l'ensemble des combinaisons.

V) DETERMINATION DES PIVOTS

1) REGION DU CHAMP VISUEL ETUDIE.

Tous les points de la grille du champ visuel non encore présentés sont candidats pour être le pivot de la prochaine combinaison à présenter.

Choisir pour pivot le candidat qui permettra à coup sûr de former une combinaison entièrement vue aurait pour conséquence négative de concentrer les tests dans la même région du champ visuel. En effet, dès qu'un déficit serait localisé, les pivots choisis seraient placés en dehors de cette région.

La solution retenue consiste à placer le pivot dans une couronne à chaque fois différente que celle des pivots des présentations précédentes, de telle sorte que les pivots et les combinaisons associées se répartissent le plus uniformément possible entre les 12 couronnes.

2) CHOIX DU PIVOT DANS LA COURONNE.

Pour éviter d'avoir un nombre élevé de combinaisons de 1 ou 2 points, la recherche du pivot doit s'adapter aux informations contenues dans la couronne. Les figures variant à l'infini, nous ne retenons que deux possibilités.

a) Le déficit estimé est petit. (deux points).

C'est le cas quand, le nombre de points qui n'ont pas été étiquetés immédiatement après leurs présentations et qui sont localisés dans la couronne du pivot et dans les couronnes adjacentes inférieure et supérieure, est inférieur à 9.

Dans cette situation, le pivot est placé à côté d'un point non étiqueté, celui qui possède le voisinage le moins étudié, de façon à préciser au plus vite la nature des voisinages de tels points.

b) Il n'y a pas de déficit, ou sa taille est supérieure à deux points

Une procédure d'étiquetage, telle qu'elle est définie dans le chapitre suivant, est appliquée sur chaque point candidat. Le pivot retenu est celui dont l'analyse permet de prévoir par avance son état. En effet, si la réponse du patient indiquera qu'un ou plusieurs points de cette combinaison en construction appartiennent à un déficit, l'attribution des étiquettes " vue " et " non vue " de ces points se fera plus rapidement, si la nature du pivot est d'avance connue grâce aux informations contenues dans son voisinage.

Toutefois, les connaissances acquises à un stade d'avancement de l'examen, c'est à dire les positions des points vus, non-vus, non étiquetés et non présentés, ne permettent pas dans la majorité des cas, de trouver un pivot idéal dont le voisinage soit parfaitement défini. La recherche d'un pivot doit s'adapter à la situation rencontrée, et nous amène à hiérarchiser toutes les situations favorables pour mieux guider le choix. Suite à ces analyses, le point retenu comme pivot est donc celui qui présente la meilleure situation du catalogue. Si plusieurs candidats possèdent les mêmes qualités, le pivot retenu est le point dont le voisinage possède le minimum d'informations afin d'éviter la concentration des tests.

Catalogue hiérarchisé des situations envisageables.

* a) Le point candidat est placé dans la grille tel que, compte tenu des connaissances acquises dans son voisinage, il ait de fortes chances d'être identifié comme un point vu, après présentation.

* b) Le point candidat est placé dans la grille tel que, compte tenu des connaissances acquises dans son voisinage, il ait de fortes chances d'être identifié comme un point non vu, après présentation.

* e) le point candidat est celui qui a, dans son voisinage, le plus de points vus

nota:

le cas e) est une situation dégradée des cas a) et c).
A défaut de ne pas pouvoir satisfaire l'un de ces deux cas, nous prendrons comme pivot le point ayant le plus de points vus dans son voisinage

* f) le point candidat est un point dont le voisinage contient le moins de points présentés.

Dans les cas où tous les points de la couronne présentent un voisinage ne comportant pas de points étiquetés, nous plaçons le pivot dans la zone la moins étudiée. Notre choix s'explique par le fait qu'il faut à tout prix éviter de favoriser la concentration des tests dans le champ visuel, sous peine de ne pas pouvoir toujours présenter des combinaisons de plusieurs points, notamment en fin d'examen.

VI) CHOIX DU NOMBRE DE POINTS

Comme nous l'avons déjà laissé sous-entendre, le cardinal d'une combinaison en cours de création est fonction de la situation rencontrée au niveau de la couronne où se trouve le pivot. L'étude systématique précédemment réalisée sur les points candidats, nous apporte de précieux renseignements qui nous permettent d'établir maintenant et sans autre étude supplémentaire, le nombre de points de la combinaison à présenter.

* Si les réponses déjà recueillies n'indiquent pas encore la présence de déficits ou, si des déficits sont détectés et localisés, le nombre de points sera maximum (quatre points) avec, pour briser le rythme des présentations, des combinaisons de un, deux, ou trois points, toutes les sept présentations.

* Si au contraire, la présence de points non-étiquetés indique qu'un (ou des) déficit(s) sont susceptibles d'être découverts, notre préférence ira vers des combinaisons de trois points afin d'augmenter les chances d'avoir des combinaisons entièrement vues.

De toutes façons, à ce stade, il faut entendre par "choix du nombre de points", le nombre maximum de points à visualiser. Il est possible de ne pas pouvoir constituer une combinaison dont tous les éléments vérifient l'ensemble des contraintes. Dans ce cas, le cardinal de la combinaison peut être diminué pour que les contraintes puissent être satisfaites.

VII) COMPOSITION DE LA COMBINAISON.

Connaissant le cardinal de la combinaison, et son pivot, nous allons déterminer la totalité des points qui formeront le prochain test visuel.

1) CONSTRUCTION DE LA COMBINAISON.

Les combinaisons que nous créons doivent être centrées sur la fovéa. A cette fin, les points que nous déterminons ont la même excentricité que le pivot. Connaissant le pivot et le nombre de points qui compose la combinaison, nous avons quatre possibilités pour la concevoir;

* la combinaison est mono-stimuli, le pivot est le seul élément de la combinaison et elle est définitive.

* Le cardinal de la combinaison est deux. Les points sont placés sur une droite passant par la fovéa.

* Le cardinal de la combinaison est trois. Les points sont placés aux sommets d'un triangle équilatéral.

* Le cardinal de la combinaison est quatre. Les points sont placés aux sommets d'un carré centré sur l'axe de la fovéa.

b) Remarque

A l'issue de cette vérification, les combinaisons obtenues peuvent être fortement déformées, les remplacements proposés appartenant à une large fenêtre. Pour éliminer les formes aberrantes, il faut éviter que les points d'une même figure pris deux à deux soient trop rapprochés. Les points d'une même combinaison doivent donc, dans ce but, vérifier une autre contrainte que nous appellons contrainte de forme. Cette dernière contrainte annule un point, qui associé avec un autre point de la combinaison, dessine un secteur angulaire plus petit ou égale à $360^\circ \times \frac{3}{24}$ soit 45° . Dans ce cas, le point jugé aberrant est éliminé et le cardinal de la combinaison est alors décrémenté d'une unité.

L'ensemble de ces contraintes devant être vérifié par chacun des points de chaque nouvelle combinaison, notons que dans les cas extrêmes, il reste toujours le pivot, puisqu'il vérifie d'office toutes ces contraintes.

CHAPITRE IV ETIQUETAGE DYNAMIQUE DES POINTS
--

L'étiquetage dynamique permet de retrouver à terme l'état vu ou non-vu d'un point d'une combinaison partiellement vue. On appelle " REMISE A JOUR " l'application, de cette procédure d'étiquetage sur un ensemble de points { RAJ }.

I) FREQUENCE D'APPEL

Afin de pouvoir générer le maximum de combinaisons centrées et comprenant le plus grand nombre de points possible, il est nécessaire de déterminer le plus rapidement l'état vu ou non-vu des points présentés. En effet, étiqueter un point en cours d'examen présente deux avantages déterminants:

* L'étiquetage apporte une information supplémentaire sur l'état du champ visuel où l'étiquette est posée, information très utile pour le choix judicieux des futurs pivots.

* Comme nous le verrons à la fin de ce chapitre, l'étiquetage d'un point diminue le nombre des contraintes pour constituer des combinaisons non adjacentes. La construction des combinaisons futures présentant un grand nombre de points est donc plus facile.

Une remise à jour qui aboutit à l'étiquetage de quelques points a donc pour conséquence de réduire le nombre des décréments du cardinal des combinaisons à venir. Elle est essentielle pour minimiser le nombre des présentations et pour réduire le temps d'examen global. Cette remise à jour doit donc être tentée après chaque nouvelle présentation de points.

L'appel cyclique des fonctions "étiquetage dynamique des points" et " génération d'une combinaison " peut être décrit par l'organigramme simplifié donné à la figure 1 de la page suivante.

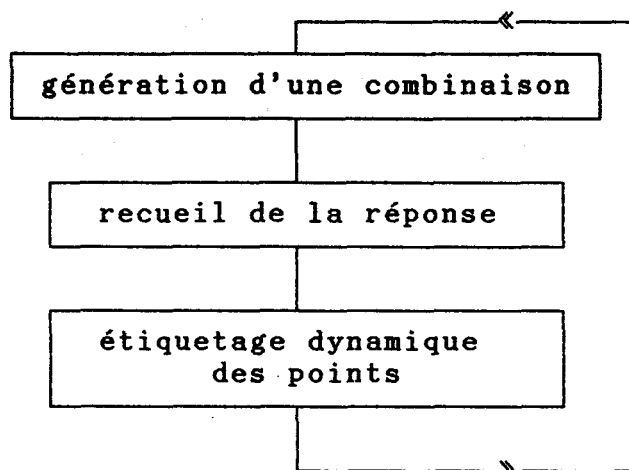


figure 1

II) DEFINITION DE L'ENSEMBLE { RAJ }.

1) CONDITIONS SUR LE VOISINAGE DES POINTS

Pour éviter d'engager une procédure d'étiquetage qui risquerait de ne pas aboutir, on n'étiquette un point d'une combinaison qu'à condition que tous les éléments de cette dernière aient, dans leurs voisinages, au moins trois points présentés. Cette condition se justifie naturellement. En effet:

- un voisinage incomplet n'apporte pas assez d'informations pour déterminer convenablement l'état d'un point.
- la procédure d'étiquetage se faisant toujours par rapport à l'ensemble des points de la combinaison, il est difficile de valider l'étiquette si le manque d'informations ne permet pas de déterminer l'état de tous les autres points de la combinaison.

2) ETENDUE DE LA REMISE A JOUR.

La procédure d'étiquetage ne concernant que l'ensemble des points visualisés et non étiquetés, il serait possible de prendre en compte toute l'étendue de la grille pour faire chaque remise à jour. A l'inverse, la remise à jour s'effectuant après chaque présentation, nous pourrions envisager de limiter l'application de la procédure d'étiquetage uniquement aux points non étiquetés de la dernière combinaison ainsi qu'aux points non étiquetés de leurs voisinages (figure 2a).

La solution retenue est intermédiaire. De nombreuses simulations ont montré que l'ensemble des points non-étiquetés répartis dans les quatre couronnes adjacentes à celle du pivot, soit au maximum 5 x 24 points (figure 2b) constitue l'étendue qui demande un minimum de calculs pour une bonne efficacité.

Ce choix s'explique par le fait que, dans les situations défavorables où les contraintes de non-adjacence nécessitent d'aller chercher des points éloignés de la couronne du pivot, une combinaison peut être constituée d'éléments placés sur trois couronnes adjacentes. Si nous considérons leurs voisinages immédiats, l'étendue à prendre en compte est constituée au maximum des 5 couronnes schématisée en figure 2b.

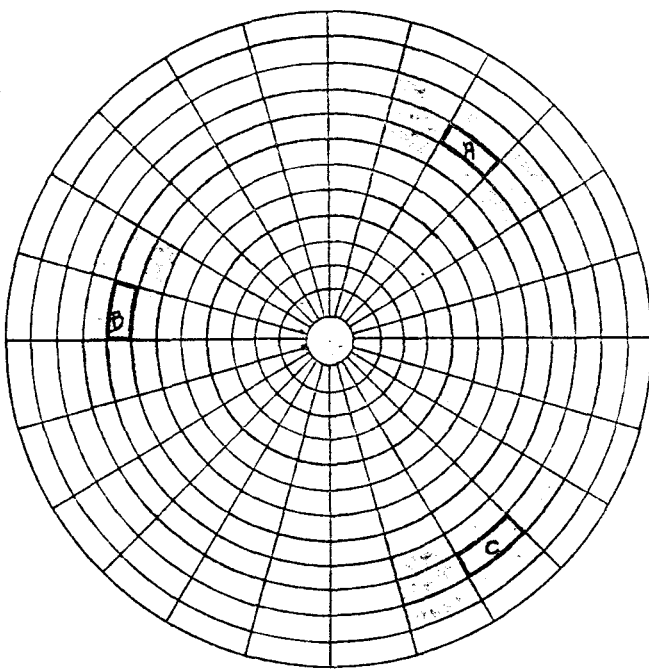


figure 2a

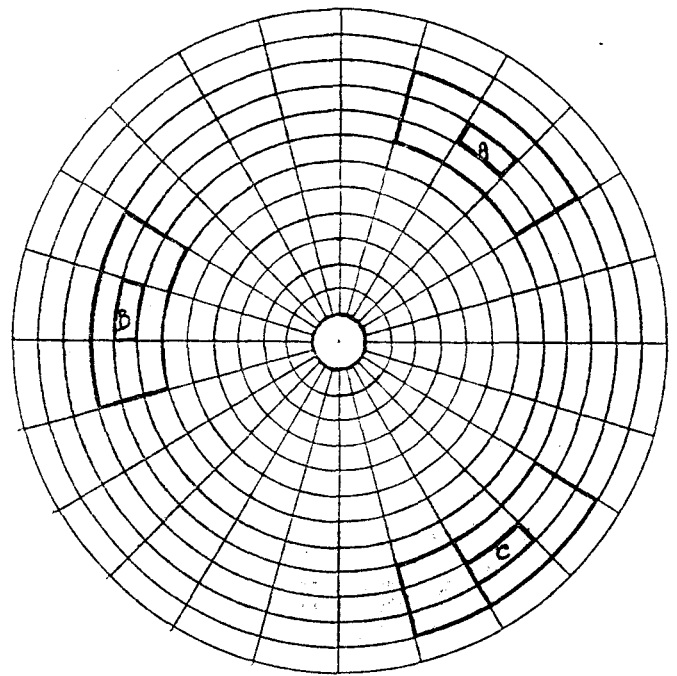


figure 2b



3) CONCLUSION.

L'ensemble { RAJ } ne comprend que les points visualisés et non-étiquetés, localisés dans cinq couronnes centrées sur le pivot de la dernière stimulation. Tous ces points doivent appartenir à une combinaison dont chaque élément possède, au minimum, trois voisins déjà visualisés.

III) PROCEDURE D'ETIQUETAGE D'UN POINT.1) POSITION DU PROBLEME.

Comme l'indique la figure 3, la procédure d'étiquetage est appliquée successivement sur chacun des points de l'ensemble { RAJ }.

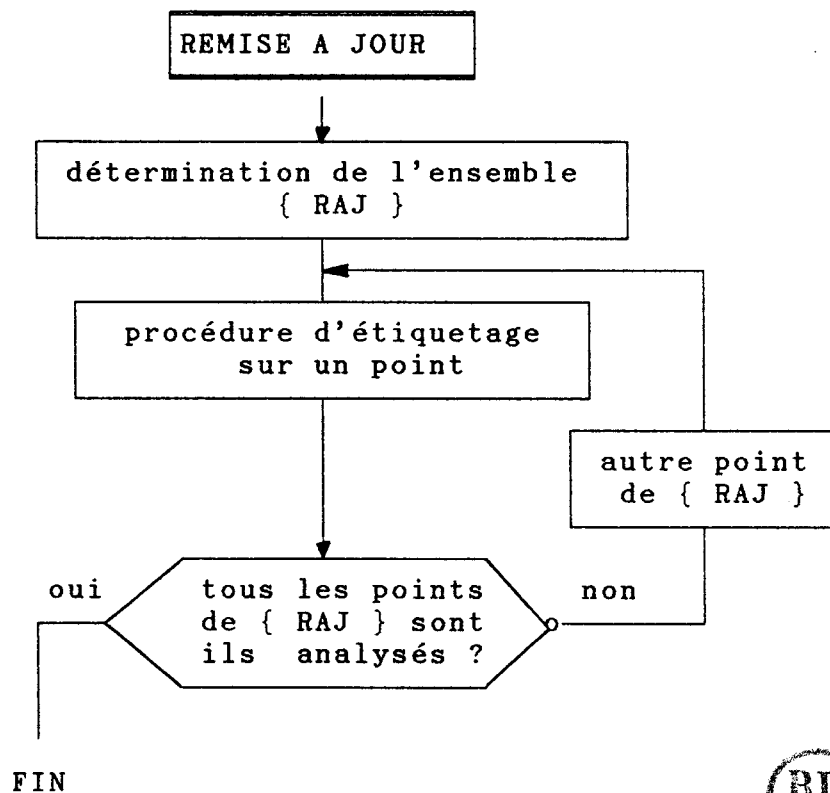


figure 3



Le problème que nous devons résoudre est simple:

Comment retrouver l'état vu ou non-vu d'un point non étiqueté à partir des connaissances déjà acquises: points vus, points non-vus, points non étiquetés, points non visualisés? La procédure proposée comporte deux phases.

- La première: " l'analyse sur le point ", propose éventuellement l'étiquette " vu " ou " non-vu ".

- La seconde: "compatibilité de la proposition avec la réponse du patient", est une analyse qui porte sur l'ensemble des autres points de la combinaison. Elle valide ou invalide la proposition précédente en comparant les étiquettes proposées pour l'ensemble des ces points avec la réponse du patient.

2) ANALYSE SUR LE POINT

a) Position du problème.

Connaître l'état d'un point peut paraître facile en analysant l'état de son voisinage. La définition minimale de l'examen fait qu'un point entouré de points étiquetés "vu" pourra être étiqueté "vu" et qu'un point entouré de points étiquetés "non-vu" portera l'étiquette "non-vu". Malheureusement à l'instant où la procédure d'étiquetage est appliquée, les voisinages risquent de comprendre des points vus, des points non vus, des points non étiquetés et non présentés, en nombres variables.

Comme pour la recherche du pivot, la procédure d'étiquetage doit s'adapter à la situation rencontrée. Pour rendre l'étiquetage adaptatif, on établit un "niveau de confiance" qui permet de tenir compte de la taille, de la forme et du nombre de déficits localisés dans les couronnes adjacentes.

b) Définition du niveau de confiance

Le niveau de confiance doit être évalué localement. On l'établit d'après les informations contenues dans trois couronnes: la couronne du point étudié, la couronne adjacente inférieure et la couronne adjacente supérieure, si elles existent.

- Dans la couronne du point étudié, on compte le nombre d'alternances points vus/points non-vus et points non-vus/points vus.

- Dans les trois couronnes, on compte le nombre de points présentés non étiquetés et le nombre des points non vus.

Le nombre des alternances points vus/points non-vus informe sur le nombre des déficits déjà localisés.

La présence de points présentés non étiquetés ou étiquetés "non-vu" dans chacune des trois couronnes indique une probabilité élevée pour que des points de la couronne du point à étiqueter appartiennent à un large déficit. Leur nombre permet d'évaluer l'étendue globale des déficits.

L'absence de tels points dans l'une des couronnes adjacentes à celle du point à étiqueter indique une probabilité élevée pour que des points de la couronne du point à étiqueter appartiennent à un bord d'un déficit.

c) Détermination du niveau de confiance.

On quantifie le niveau de confiance sur quatre valeurs 1,2,3,4. Le niveau le plus bas indique que l'étiquetage doit être effectué avec une grande rigueur, compte tenu des risques élevés d'erreurs. Au contraire, un niveau de confiance élevé indique que l'étiquetage peut être effectué avec un minimum de précautions.

La détermination du niveau de confiance permet de procéder à l'étiquetage du point étudié en fonction du risque d'erreur encouru, celui-ci étant fonction des informations déjà accumulées depuis le début de l'examen.

Dans le cas où le déficit a de fortes chances d'avoir la taille minimum (deux ou trois points), on impose le niveau de confiance minimum. C'est le cas pour les situations décrites ci-dessous:

- tous les points présentés et appartenant aux deux couronnes adjacentes ont été vus (le déficit est localisé uniquement sur la couronne du point étudié),
- une des couronnes adjacentes ne contient que des points vus et des points non-présentés, et le nombre des points présentés non-étiquetés dans les trois couronnes est inférieur à 24 (le déficit est à cheval sur deux couronnes seulement).

Tous les autres cas sont traités comme suit, le niveau de confiance étant fixé initialement à la valeur moyenne de trois.

**** Il est décrementé si**

- Une des couronnes adjacentes ne comprend que des points non-présentés ou des points vus, signe qu'aucun déficit n'est décelé dans l'une de ces couronnes. Le point à étiqueter appartient donc à une couronne qui borde le déficit.

- le déficit est de taille moyenne: le nombre de points présentés étiquetés "non-vu" ou non étiquetés dans les 3 couronnes est inférieur à 24.

**** Il est incrémenté si:**

- un déficit est déjà localisé et il est unique. Dans la couronne du point étudié, on dénombre un ou plusieurs points étiquetés non-vus et il n'y a pas d'alternances point vu/point non-vus (cas d'un scotome unique dont au moins un des points est localisé).

Pour un même point, le niveau de confiance va pouvoir prendre les valeurs différentes suivant la nature des informations prises dans les trois couronnes et le moment où la procédure d'étiquetage est engagée.

d) Proposition d'étiquette du point.

A chaque valeur du niveau de confiance, correspond une règle qui permet de proposer ou de ne pas proposer une étiquette. Seules les valeurs inférieures ou égales à 3 exigent de tenir compte de la position des points vus ou non-vus placés dans le voisinage. Par contre, un niveau de confiance égal à 4 permet d'utiliser une méthode plus générale et moins fine basée sur des règles statistiques.

**** le niveau de confiance vaut 1 ****

Pour le plus bas des niveaux de confiance, une étiquette ne peut être proposée que dans deux cas.

- si les 8 voisins ont rigoureusement le même état (figure 4a),
- si seulement sept voisins ont été visualisés et portent la même étiquette, le 8ème n'ayant pas encore été présenté. La figure 4b donne un exemple possible.

Dans ces deux cas, l'étiquette proposée est celle portée par les voisins étiquetés.

légende:



= point étiqueté vu ou étiqueté non-vu



= point non présenté

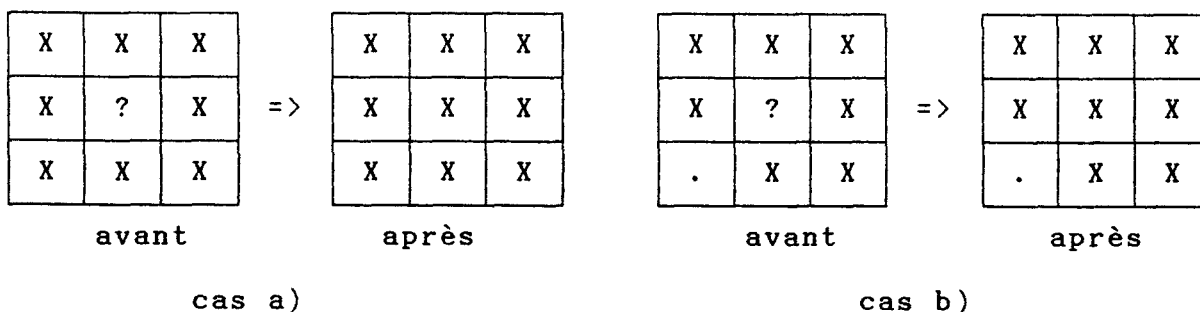


figure 4



**** le niveau de confiance vaut 2 ****

Une étiquette est proposée si le voisinage présente au moins quatre points de même étiquette dont deux sont sur la même couronne. Les situations correspondantes sont recensées sur la figure 5. L'étiquette proposée est celle d'un voisin étiqueté.

légende:



= point étiqueté vu ou étiqueté non-vu



= point dont l'état n'est pas X

	X	
X	?	X
	X	

avant

=>

	X	
X	X	X
	X	

après

X		
X	?	X
	X	

avant

=>

X		
X	X	X
	X	

après

		X
X	?	X
	X	

avant

=>

		X
X	X	X
	X	

après

	X	
X	?	X
		X

avant

=>

	X	
X	X	X
		X

après

		X
X	?	X
		X

avant

=>

		X
X	X	X
		X

après

X		
X	?	X
		X

avant

=>

X		
X	X	X
		X

après

	X	
X	?	X
X		

avant

=>

	X	
X	X	X
X		

après

X		
X	?	X
X		

avant

=>

X		
X	X	X
X		

après

		X
X	?	X
X		

avant

=>

		X
X	X	X
X		

après



figure 5

**** le niveau de confiance vaut 3 ****

Une étiquette est proposée si:

- le voisinage comporte 4 points qui portent la même étiquette. Ces points peuvent être placés n'importe où dans le voisinage (figure 6).

- le voisinage comporte trois points ayant la même étiquette placés comme l'indique la figure 7.

L'étiquette proposée est celle d'un point étiqueté.

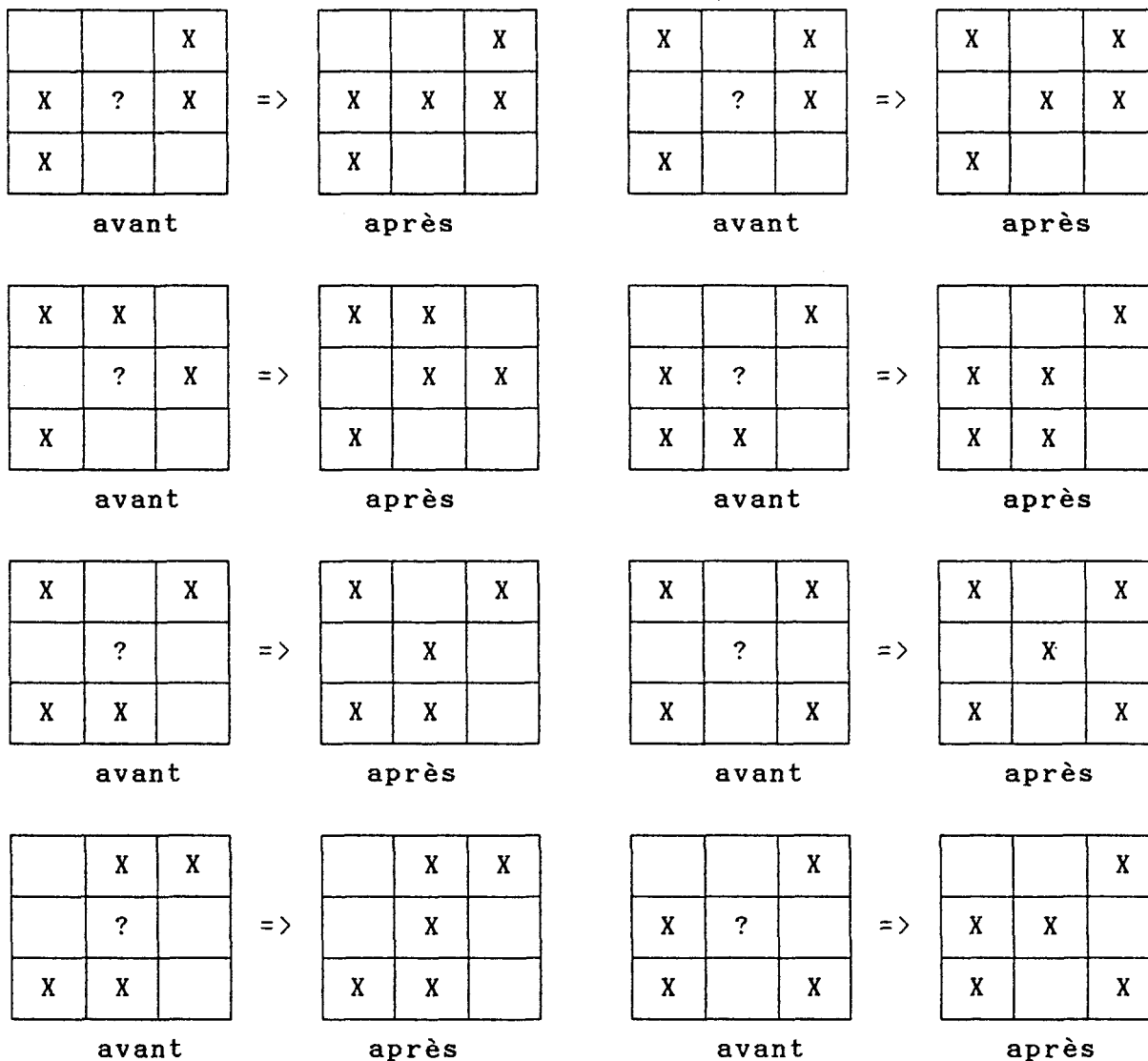


figure 6



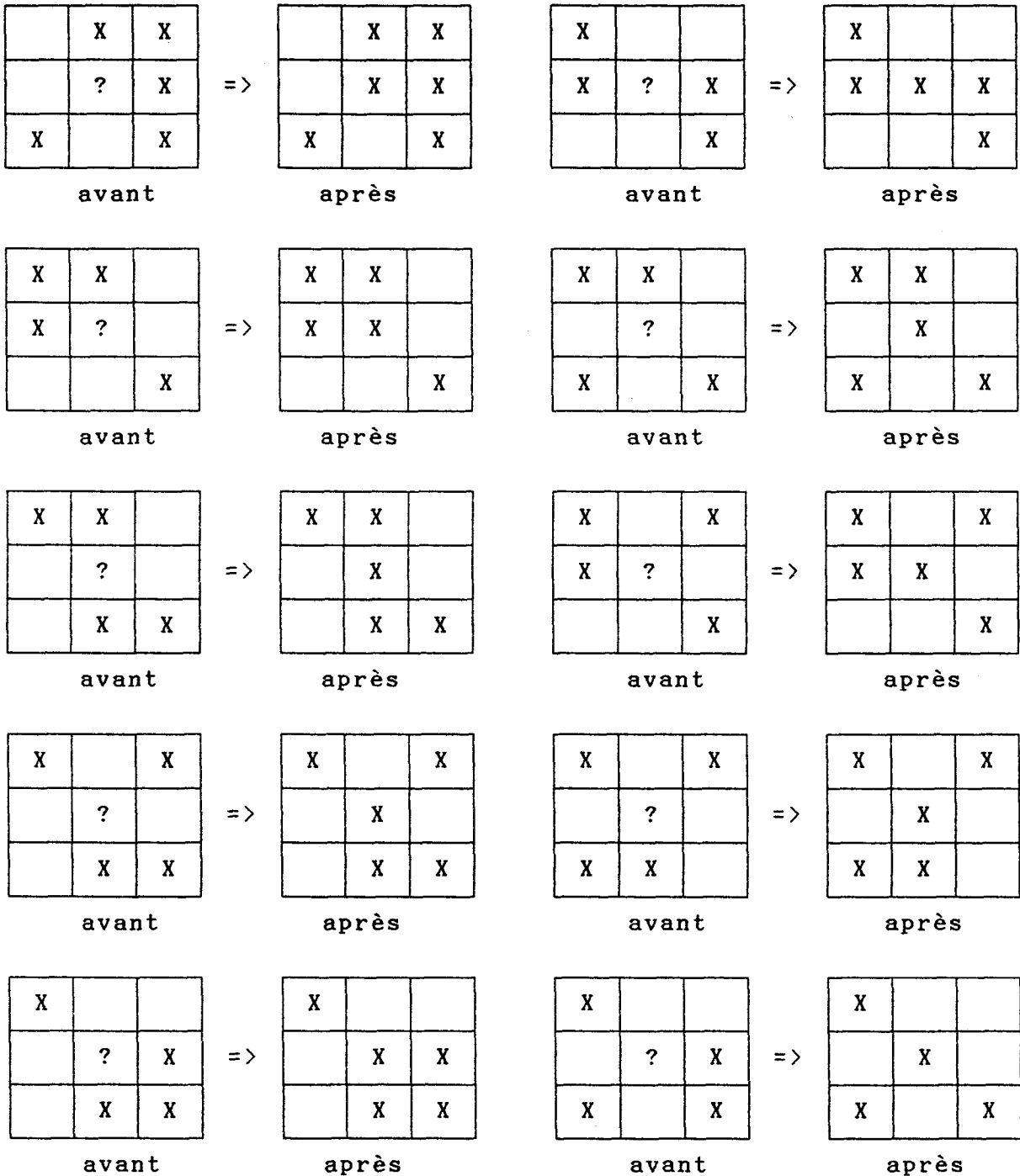


figure 6 (suite)



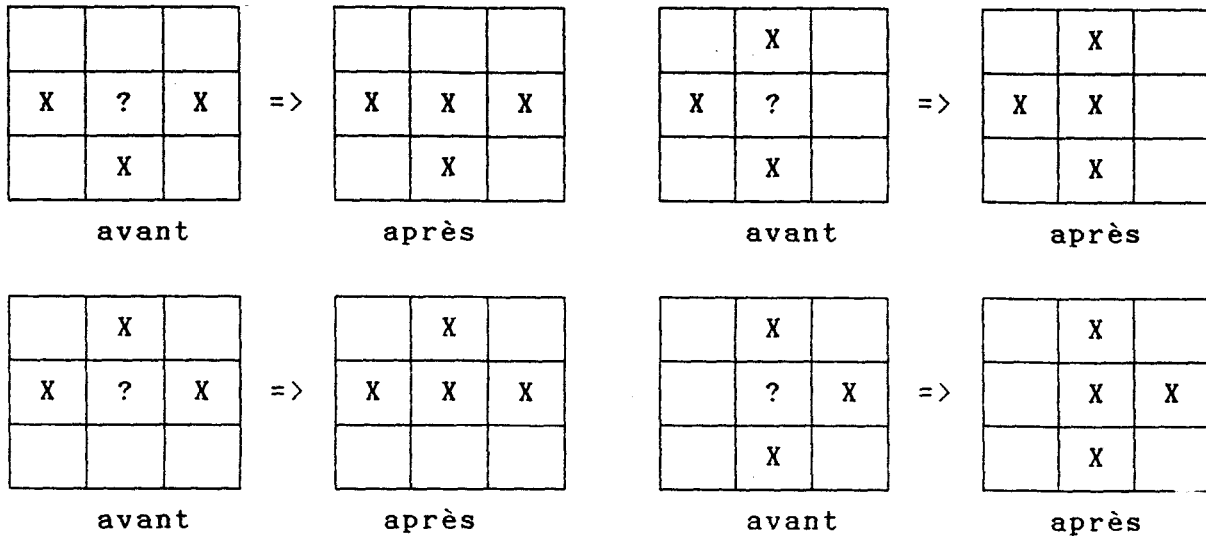


figure 7

**** le niveau de confiance vaut 4 ****

On procède à l'étiquetage des points par une méthode probabiliste. Le principe est simple; après une présentation la réponse du patient indique le nombre de points qu'il a vu.

Le rapport P_0 tel que, $P_0 = \frac{\text{réponse du patient}}{\text{cardinal de la combinaison}}$, représente

la probabilité pour qu'un point de cette combinaison soit vu.

On exploite la probabilité associée à chacun des points visualisés et localisés dans le voisinage du point étudié en établissant le rapport K défini comme suit:

$$K = \left[\frac{\text{somme des probabilités}}{\text{nombre de points visualisés}} \right] \text{voisinage du point étudié}$$



Contrairement aux rapports P_0 , notons que K ne représente pas une probabilité, bien que l'inégalité $0 \leq K \leq 1$ soit toujours vérifiée. Néanmoins, cette valeur moyenne nous renseigne sur l'état du champ visuel au niveau du voisinage pour lequel elle est établie. En effet, si K tend vers l'unité, le point à étiqueter a une très forte probabilité pour être vu. Par contre, si K tend vers zéro, ce point a une forte probabilité pour ne pas être vu.

Afin d'aider la prise de décision, il faut donc établir deux valeurs limites appelés "seuils", entre lesquelles il ne sera pas possible de proposer une étiquette. Les simulations ont montré que ces deux seuils sont, pour 8 voisins visualisés, $K = 0,30$ et $K = 0,70$. En conséquence nous dirons qu'un point est étiquetable "non-vu" si $K \leq 0,30$; et qu'un point est étiquetable "vu" si $K \geq 0,70$.

Bien entendu, cette méthode doit être applicable sans attendre que les 8 voisins soient présentés. Pour généraliser la méthode sur des voisinages partiellement visualisés, nous faisons donc varier linéairement ces deux seuils, en fonction du nombre de voisins visualisés. La figure 8, nous indique les trois domaines associés à cette règle;

- domaine I ; domaine des points vus
- domaine II ; domaine des points non vus
- domaine III; domaine des points non étiquetables

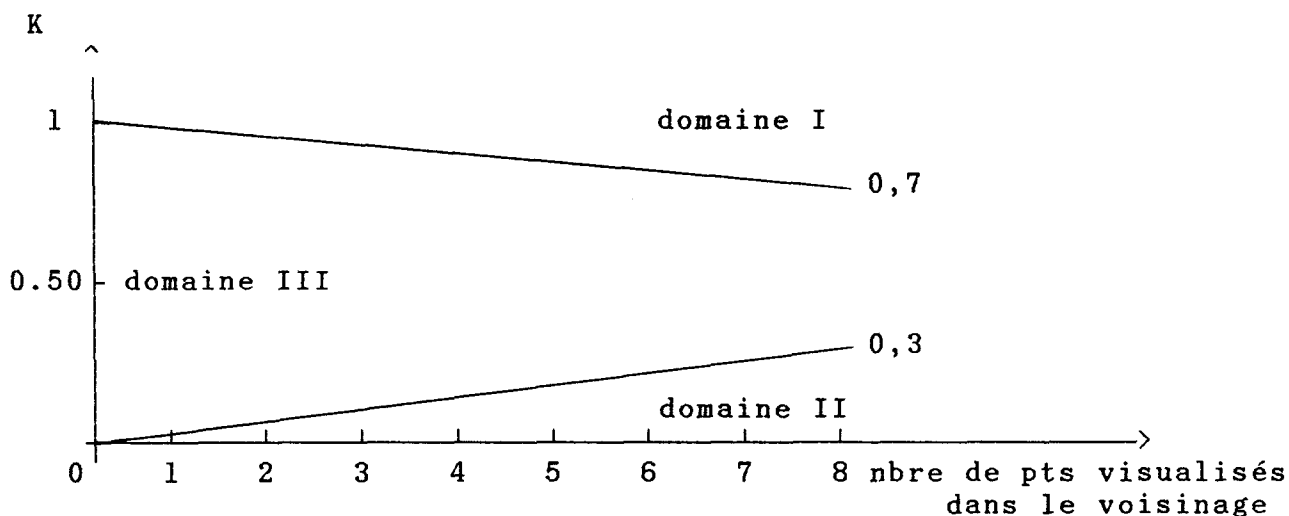


figure 8

- Si la valeur du coefficient K , se trouve dans le domaine I, l'étiquette proposée est "vu".
- Par contre, si cette valeur se situe dans le domaine II, la proposition est l'étiquette "non-vu".
- Les valeurs de K appartenant au domaine III ne permettent pas de proposer une étiquette.

e) Conclusion

La procédure d'analyse sur un point peut déboucher sur deux cas:

- L'analyse échoue et la procédure d'éti-quetage pour ce point est abandonnée.
- Une étiquette est proposée et la procé- dure d'étiquetage se poursuit avec une autre analyse qui vérifie la compatibilité de cette étiquette avec les autres points de la com- binaison.

3) COMPATIBILITE DE LA PROPOSITION AVEC L'ENSEMBLE DES POINTS DE LA COMBINAISON.

a) Nécessité de cette analyse.

Rien ne peut garantir que l'étiquette proposée par la procédure d'analyse sur un point ne soit pas erronée. Il arrive en effet, du fait que les combinaisons soient centrées, que l'état des voisinages de tous les points d'une combinaison soient très semblables et que les étiquettes proposées pour chacun de ces points soient incohérentes avec la réponse du patient. Il importe donc de procéder à une analyse contradictoire, au cours de laquelle l'étiquette proposée est confrontée aux réponses du patient.

b) Méthode

On applique l'analyse sur le point à l'ensemble des autres éléments de la combinaison. Dès que des étiquettes sont proposées, on comptabilise le nombre Re' d'étiquettes "vu" et le nombre M' d'étiquettes "non-vu".

Pour prendre la décision finale, c'est à dire la validation ou le rejet de la proposition d'étiquette pour le point étudié, on reprend la réponse du patient enregistrée au moment de la présentation de cette combinaison. Soit Re , le nombre de points qui ont été vus et M , le nombre de points appartenant à un éventuel déficit. [Connaissant Co , le cardinal de la combinaison présentée, on doit avoir la relation suivante: $M = Co - Re$.]

A l'issue de cette analyse deux cas sont possibles:

* L'étiquette proposée est cohérente avec la réponse du patient. C'est le cas si les deux inégalités du système d'équations a) sont vérifiées.

$$a) \left\{ \begin{array}{l} M \geq M' \\ \text{et} \\ Re \geq Re' \end{array} \right.$$

Dans ce cas la proposition est validée, et le point étudié garde son étiquette.

* L'étiquette proposée est incohérente avec la réponse du patient. C'est le cas si l'une des inégalité du système d'équations b) est vérifiée.

$$b) \left\{ \begin{array}{l} M < M' \\ \text{ou} \\ Re < Re' \end{array} \right.$$

Dans ce dernier cas la proposition est rejetée car il y a un conflit. La réponse enregistrée au moment de la présentation de la combinaison ne coïncide pas avec les résultats obtenus. Nous attendons d'avoir d'autres présentations pour conclure.

On notera que pour accélérer la procédure d'étiquetage, la validation est faite sans attendre d'avoir une proposition d'étiquette pour tous les points de la combinaison.

S'il en était autrement,

- Des étiquetages évidents tels qu'un point non étiqueté encadré par plusieurs points de même étiquette seraient rejetés systématiquement tant que les tous les autres points de la combinaison ne recevraient pas de propositions.

- De plus, l'étiquetage tardif imposerait un examen comportant un plus grand nombre de combinaisons de un, ou deux points. Les conséquences sont déjà connues:

* L'accroissement du nombre des présentations augmenterait le temps de l'examen,

* Les présentations probables de points isolés dans un déficit posent des problèmes car le patient est invité à répondre sans avoir rien vu. La durée de l'examen serait alors dépendante de l'attitude du patient:

* Si le patient se souvient qu'il doit annoncer "zéro" quand il ne voit aucun point l'enchaînement des combinaisons est normal.

* Mais en général, le patient est troublé et n'annonce pas "zéro", ce qui amène des rappels à l'ordre et des nouvelles présentations pour enregistrer sa réponse.

En fait, l'adaptation de la procédure d'étiquetage à la taille et à la forme des déficits par l'évaluation du niveau de confiance permet d'étiqueter sûrement les points (ce ne serait pas le cas si la procédure d'étiquetage était à un seul niveau). Ce qui nous autorise à ne jamais attendre d'avoir des égalités strictes dans le système d'équations a).

IV CONSEQUENCES APORTEES PAR L'ETIQUETAGE D'UN POINT.

Dans les cas où la procédure d'étiquetage aboutit à l'étiquetage effectif d'un point, on exploite immédiatement ce résultat de manière à faciliter le placement des futurs pivots, et l'étiquetage des points suivants.

1) CREATION DE SOUS-COMBINAISONS.

L'état des points étant indépendant du choix des points formant les combinaisons, nous pouvons scinder la combinaison étudiée en deux sous-combinaisons fictives différentes:

- une première combinaison "singleton" qui a pour seul élément le point étiqueté,
- une deuxième combinaison qui est formée des autres points de la combinaison initiale.

2) MODIFICATION DES PARAMETRES.

Nous avons vu qu'on calcule, après chaque présentation, la probabilité Re/Co pour que chacun des points soit vu au sein de la combinaison affichée. La combinaison initiale n'existant plus, on modifie les paramètres des deux sous-combinaisons afin de garder l'homogénéité des résultats.

- Si le point étudié est étiqueté "vu",
la probabilité associée au point de la combinaison singleton vaut 1 (1/1)
la probabilité associée aux autres points de la deuxième sous-combinaison vaut alors:

$$\frac{Re-1}{N-1}$$

- Si le point étudié est étiqueté "non-vu",
la probabilité associée au point est 0 (0/1)
la probabilité associée aux autres points de
la deuxième sous-combinaison vaut:

$$\frac{Re}{N-1}$$

Nota:

Dès que les points de la deuxième sous-combinaison ont une probabilité égale à un, (zéro), ces points sont considérés comme des points vus, (non vus). Si le cardinal de la deuxième sous-combinaison est différent de l'unité, dans le but d'alléger les contraintes d'adjacences, elle est scindée en plusieurs combinaisons singletons, les probabilités associées à ses points restant inchangés.

V) SITUATIONS DE BLOCAGE.

Comme toute stratégie, notre étude a des limites qu'il importe de définir afin de pouvoir les contrôler.

1) INCOMPATIBILITE ENTRE LA REPONSE ET LA PROPOSITION.

Cette situation apparaît dès qu'on observe une incompatibilité systématique entre la réponse du patient et la nature du voisinage de tous les points d'une même combinaison. En effet, de tels points ne pourront jamais être étiquetés puisque le nombre de points attendus non-vus et vus dans une combinaison ne sera jamais confirmé par l'étude des voisinages! C'est le cas où le patient s'est trompé en donnant sa réponse au moment de la présentation de la combinaison. Pour résoudre ce problème, de tels points sont étiquetés individuellement d'après la nature de leurs voisinages respectifs sans tenir compte de la réponse du patient dès que les huit voisins appartenant à chaque voisinage sont visualisés.

2) MAUVAISE EVALUATION DU NIVEAU DE CONFIANCE.

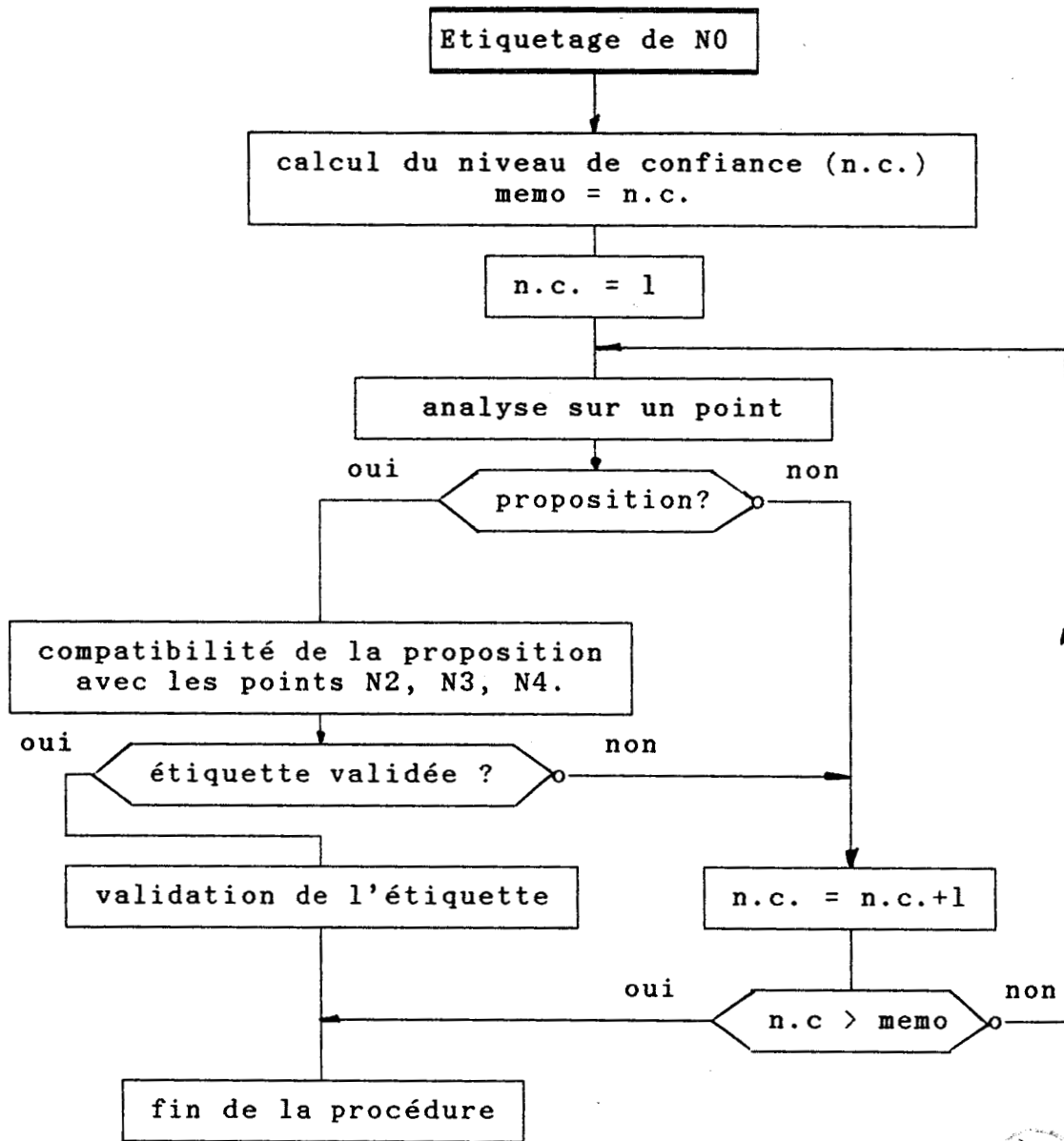
Le calcul du niveau de confiance , tel qu'il est proposé dans cette étude, n'a pas pour prétention de permettre de distinguer toutes les situations qui varient à l'infini, mais plutôt de donner une appréciation globale qui respecte les règles du bon sens. Néanmoins des erreurs quant à l'évaluation du niveau de confiance peuvent exister.

- S'il est trop sévère (=1) et qu'il y a présence d'un scotome important, l'étiquetage se fera tardivement puisque les situations exigées pour l'étiquetage des points seront rarement rencontrées.

- Par contre, s'il est surévalué ou trop lâche (=4), la même étiquette risque d'être proposée pour tous les points de la combinaison et le rejet de la proposition sera systématique au niveau de la validation!

S'il est difficile de compenser le premier type d'erreur, il n'en est pas de même pour les éventuelles surévaluations. En effet, il suffit d'appliquer systématiquement la procédure d'étiquetage pour des valeurs inférieures ou égales au niveau de confiance calculé pour éviter ce deuxième type d'erreur.

La procédure d'étiquetage peut finalement se résumer par l'organigramme présenté la page suivante à la figure 9.



légende:

N0 = un point à étiqueter

B = {N0, N1, N2, N3} où B, symbolise la combinaison présentée au patient (N2 et N3 peuvent être nuls).

figure 9

VI CONCLUSION.

La procédure d'étiquetage n'est pas à dissocier de la procédure de génération des combinaisons. Ces deux modules sont imbriqués l'un dans l'autre grâce aux fils conducteurs que sont le placement du pivot et la contrainte de non adjacence. Chercher à construire une combinaison c'est déjà savoir comment on procédera pour étiqueter ses points afin de minimiser le nombre des présentations.

CHAPITRE V
DEROULEMENT D'UN EXAMEN

Dans les chapitres précédents, après avoir détaillé l'implantation matérielle et l'exploitation des données du terminal vocal, nous avons montré sur quelles bases se construisent les combinaisons et comment s'opèrent les étiquetages des points. Nous abordons maintenant l'organisation de l'examen de dépistage en général.

Le dépistage porte d'abord sur l'oeil droit puis sur l'oeil gauche. Ces deux examens sont identiques, excepté pour la phase d'apprentissage qui est réalisée uniquement pour l'étude du premier oeil (cf. figure 1).

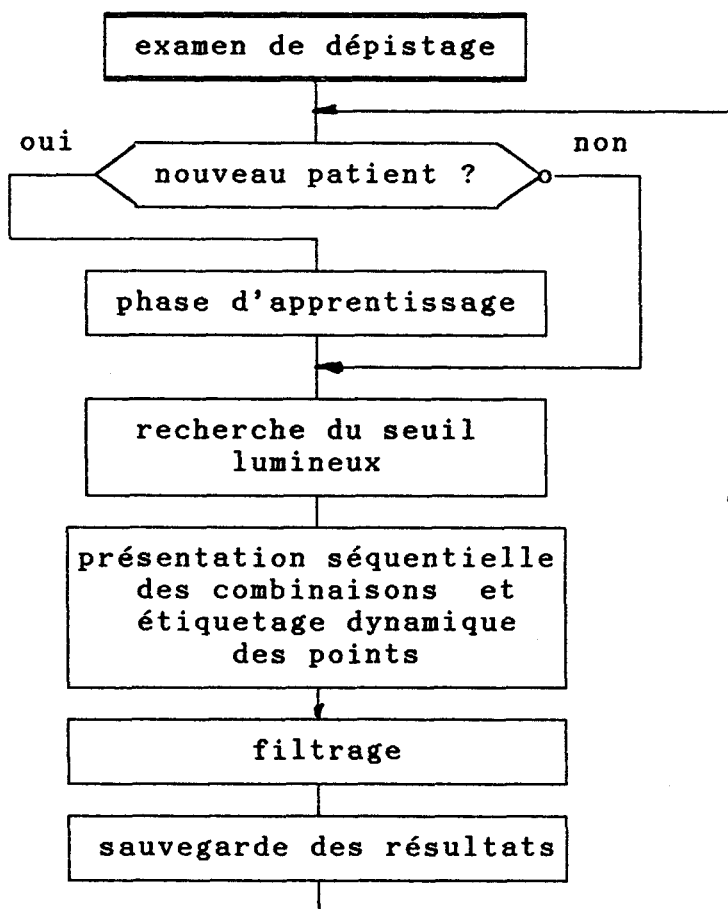


figure 1

1) PHASE D'APPRENTISSAGE.

Le système de reconnaissance vocale nécessite une phase d'apprentissage pendant laquelle est mémorisé l'ensemble des mots du vocabulaire. Le patient est donc invité à prononcer une fois chacun des mots qu'il aura à dire. Toutes les combinaisons comportant au maximum 4 points, le vocabulaire à apprendre se compose uniquement des chiffres: 0,1,2,3,4,5.

- 0, si le patient ne voit rien,
- 1,2,3,4, si un ou plusieurs points de la combinaison sont perçus,
- 5, si le point de fixation (correspondant à l'axe visuel) est compté avec une combinaison de quatre points.

Il est inutile d'insister sur l'importance de la phase d'apprentissage. Pour garantir son succès, un entraînement serait souhaitable. Malheureusement, pour limiter le temps d'examen, il n'est pas possible de faire plusieurs essais. Néanmoins, pour obtenir de bon résultats on utilise plusieurs artifices.

- Le patient est averti au début de cette phase par un message simultanément écrit et synthétisé: "répétez après moi". Ensuite chaque mot à prononcer est énoncé et visualisé au centre de l'écran.

- L'apprentissage des deux premiers mots est effectué une seconde fois. Plusieurs essais montrent que des personnes sont toujours étonnées de se voir dans l'obligation de répéter un mot plutôt que de subir un examen médical! Leur surprise a pour conséquence que les premiers mots peuvent ne pas être prononcés naturellement, ou bien qu'un "hein", mot phonétiquement semblable au chiffre soit enregistré à la place du chiffre attendu. Il peut s'en suivre des rejets ou des confusions en cours de l'examen.

- De plus, pour ne pas relâcher l'attention du patient, la liste des mots à prononcer ne doit pas être ordonnée. En effet, si les chiffres du vocabulaire à apprendre étaient rangés comme par exemple 0,1,2,3,4,5,0,1, le patient risquerait d'énoncer 0,1,2,3,4,5,6,?, ce qui peut être gênant pour la suite de l'examen.

- Mentionons enfin la possibilité d'effectuer un ou plusieurs réapprentissages en cours d'examen (cf chapitre II).

Cette phase d'apprentissage est réalisée automatiquement sans intervention de l'opérateur. Les avantages de cette automatisation sont connus;

- Les instructions sont directement adressées au patient. Il s'en suit un gain de temps puisqu'il n'y a pas de dialogue machine/opérateur et opérateur/machine pour assurer cette phase d'apprentissage.

- Le patient s'habitue à la procédure automatisée et au dialogue pendant la phase d'apprentissage.

- Le patient n'est jamais distrait par les commentaires de l'opérateur et l'apprentissage des chiffres s'effectue dans les mêmes conditions que l'examen.

Sur l'écran de contrôle l'opérateur, peut lire chaque mot que le patient répète. Il peut de cette façon, vérifier si la phase d'apprentissage est correctement réalisée. En cas de difficultés, il peut l'interrompre pour la recommencer ou pour sélectionner l'encodage manuel. La figure 2 donne l'organisation de la phase d'apprentissage.

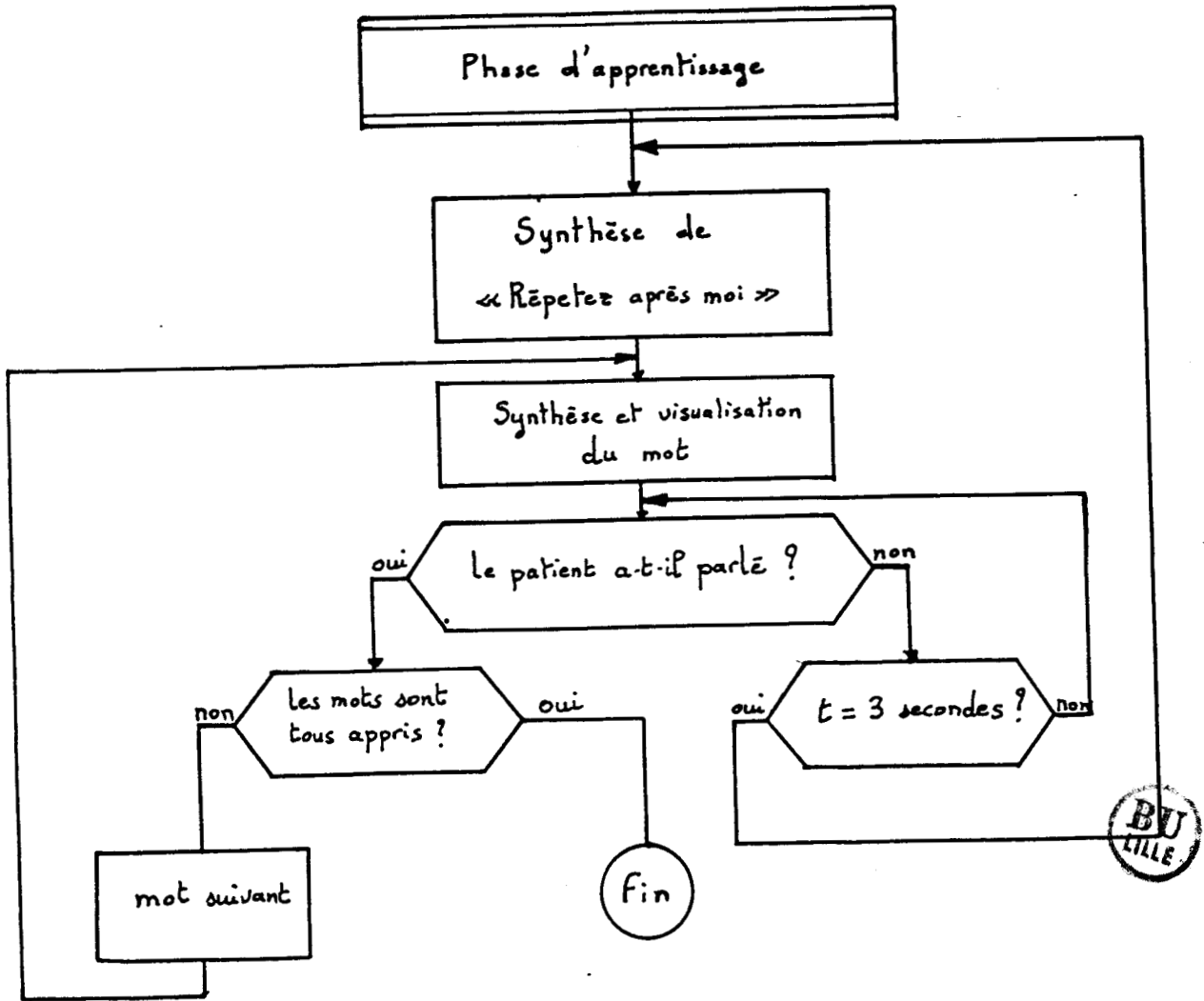


figure 2

L'examen du champ visuel des deux yeux peut se poursuivre en mode automatique dès que la phase d'apprentissage est réalisée.

II) LUMINANCE DES STIMILI.

Pour exploiter les résultats d'un examen, le médecin doit connaître sur quelles bases il repose et les conditions dans lesquelles il s'est déroulé. En ce qui concerne notre appareil, on retiendra que c'est une stratégie adaptative et séquentielle qui étiquette les points suivant la nature de leurs voisinages. Mais l'un des paramètres le plus important reste sans doute la valeur de la luminance de chacun des tests. En effet, comment interpréter des résultats si aucune précision n'accompagne l'état "vu" ou "non-vu" de chacun des points présentés?

1) PRINCIPE DES PRESENTATIONS LUMINEUSES.

La solution que nous retenons est d'attribuer pour chaque point une valeur de luminance supraliminaires qui respecte la courbe de sensibilité de l'oeil sain (cf figure 3).

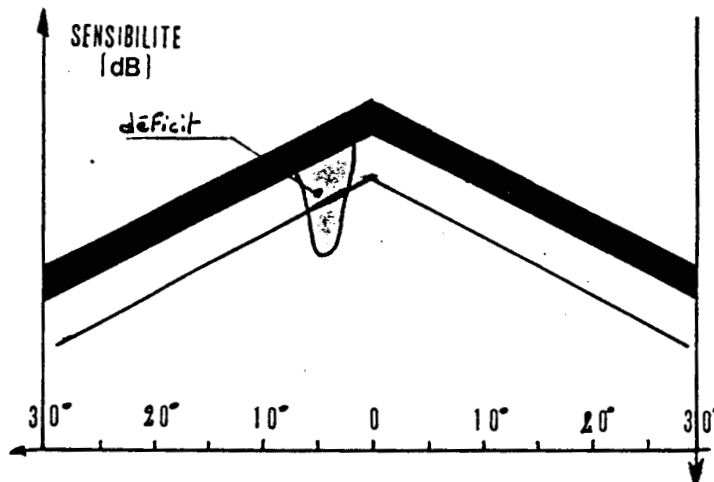


figure 3

(source: Le glaucome à angle ouvert p.73 \ 20 \)

Contrairement aux méthodes retenant pour principe la présentation des points à un niveau de luminance constant (seuil a ou seuil b de la figure 4), celle qui consiste à présenter des points lumineux qui respecte la courbe des sensibilités de l'oeil introduit le minimum de faux positifs, et de faux négatifs \ 26, 20 \.

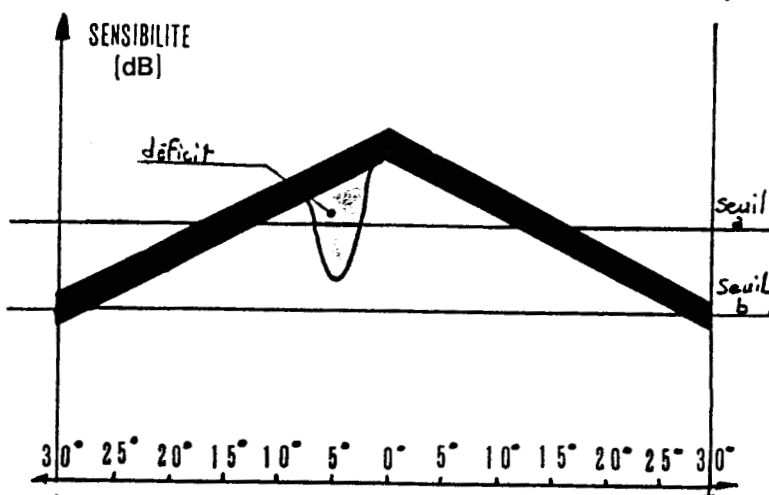


figure 4

(source: Le glaucome à angle ouvert p.73 \ 20 \)

En effet, un examen comprenant des présentations effectuées à niveau de luminance constant, mais trop faible (seuil a), ne détecte pas le déficit symbolisé en gris à la figure 4. Par contre si ce niveau est trop haut (seuil b), les présentations de points seront systématiquement non-vues pour des points placés à la périphérie du champ visuel central (points d'excentricité supérieure à 15° dans l'exemple de la figure 4).

La luminance des points doit donc être fonction de l'excentricité, ce qui est technologiquement possible avec le "Moniteur Ophtalmologique". En effet, nous disposons d'une carte, présentée au chapitre II, qui gère la luminance à condition que les valeurs soient comprises entre 0 et 31 db. Notons que les combinaisons sont centrées sur la fovéa et que tous les tests ont une taille identique.

2) VALEURS DE REFERENCE DU MODELE.

Pour un oeil donné et pour un point d'excentricité donné, on peut dire que le seuil lumineux est atteint lorsque le patient a 50% de chances de voir ce point \ 13 \. Evaluer l'allure de la courbe de sensibilité en ambiance photopique (ambiance diurne) pour un sujet sain donne l'îlot de vision représenté en figure 3 du chapitre I.

Des essais réalisés au CHR de LILLE déterminent actuellement ces courbes. Les valeurs dépendent essentiellement du support des présentations, de la luminance de fond, de la taille des tests. Pour notre examen nous retenons pour modèle les valeurs suivantes:

- luminance de fond = 10 dB
- taille des tests = 3
- valeurs de la sensibilité suivant l'excentricité:

2° => 21 dB	08° => 15 dB	15° => 12 dB	21° => 10 dB
4° => 19 dB	10° => 14 dB	17° => 11 dB	23° => 09 dB
6° => 17 dB	13° => 13 dB	19° => 11 dB	25° => 09 dB

nota:

Ces valeurs sont facilement modifiables par le médecin. Une fonction spéciale intégrée au logiciel permet de modifier ce modèle ou d'en créer un autre. Il est donc possible de constituer une bibliothèque de modèles si chaque nouvelle création porte un nom de procédure différent.

L'ensemble des procédures présents sur le disque programme apparaît dans le menu affiché au début de chaque examen et c'est la sélection de l'une de ces procédures qui lance l'examen.

3. NECESSITE D'ADAPTER LE MODELE.

Bien entendu, La sensibilité en un point peut varier d'un sujet sain à l'autre. En réalité plusieurs facteurs sont responsables des disparités que nous pouvons constater entre sujets; l'âge, la réfraction, la taille pupillaire, la transparence des milieux, la fatigue du patient. Ces facteurs introduisent des variations du champ visuel central pouvant atteindre 7 db \ 17 \.

Il est donc impératif d'adapter la courbe de sensibilité mémorisée dans l'appareil à celle de l'oeil du patient. On recherche donc la valeur du seuil lumineux pour une excentricité donnée. L'écart trouvé entre le seuil mémorisé et la valeur mesurée permet de corriger l'ensemble de la courbe modèle par une translation de cette dernière.

4) METHODE PROPOSEE.

On présente successivement une combinaison, constituée de quatre points de même excentricité, à des niveaux de luminance différents.

- La première combinaison est présentée à la luminance maximale soit 31 dB. Elle permet d'une part, de connaître le nombre de points que le patient voit dans cette combinaison, et d'autre part, de vérifier que le patient a bien compris qu'il doit dire le nombre de points vus.

- les présentations suivantes sont effectuées en diminuant à chaque fois le niveau de luminance de 2db, tant que la réponse du patient n'est pas "zéro".

Dès qu'aucun point n'est plus vu, la valeur de luminance obtenue est proche du seuil lumineux réel. On retient en fait, celle de la présentation précédente, le niveau supraliminaire est obtenu en additionnant 4 db à la valeur retenue. Ce niveau permet par comparaison avec la valeur mémorisée d'adapter par une translation adéquate l'ensemble des autres valeurs de luminance du modèle.

Le but de cette phase d'examen est bien entendu d'adapter la courbe des sensibilités du modèle à l'oeil du patient. Mais elle apporte deux autres avantages qui sont:

- d'habituer le patient à la procédure automatique puisqu'au cours de ces présentations successives, il prend connaissance du cycle automatique,
- de tester la réponse "zéro".

III) PRESENTATION SEQUENTIELLE DES COMBINAISONS

1) DEBUT D'EXAMEN.

Au début de l'examen, nous ne connaissons rien des éventuels déficits que nous devons mettre en évidence. La détermination des premiers pivots pourrait s'effectuer de manière aléatoire sans influencer sur le bon déroulement de l'examen. Néanmoins, pour assurer une répartition correcte des tests dans le champ visuel, nous générons les douze premières combinaisons en veillant à ce que tous les points aient un voisinage qui ne comprenne aucun point déjà visualisé. Les douze premiers pivots appartiennent chacun à l'une des douze couronnes de la grille, ce qui permet d'explorer rapidement l'ensemble du champ visuel central. Le cardinal des combinaisons est fixé à quatre avec, toutes les sept combinaisons une présentation à deux ou trois points pour rompre la monotonie des présentations.

Dès que ces douze premières présentations sont effectuées, nous avons déjà une idée de l'existence de déficits en comptant le nombre de points visualisés et étiquetés.

- S'il y a présence de points non étiquetés ou étiquetés "non-vu", cette routine est abandonnée et les autres pivots sont calculés suivant la procédure décrite dans le chapitre III. En effet il est alors important de savoir localiser les déficits rapidement.

- Si tous les points présentés au cours des douze présentations portent l'étiquette "vu", cette procédure simple continue tant que la construction des combinaisons ne nécessite pas de décrémenter leur cardinal, ou tant qu'aucune réponse du patient n'indique la présence d'un point appartenant à un déficit.

2) FIN DES PRESENTATIONS

Il est inutile de présenter des points dont on connaît à priori les états. C'est le cas pour des points ayant 8 voisins de même état. De tels points s'ils étaient visualisés, prendraient toujours la nature du voisinage, indépendamment de la réponse du patient.

L'arrêt des présentations est donc effectif quand l'une des deux situations suivantes se présente;

- les points de la grille sont tous visualisés,
- les points non-visualisés ont tous huit voisins de la même nature.

En fin d'examen, le nombre de points présentés et le nombre de tests seront donc fonctions de l'état du champ visuel testé et varieront d'un champ visuel à l'autre.

3) FILTRAGE

La dernière opération nécessaire avant la conclusion de l'examen, consiste à éliminer les points isolés; c'est à dire tous les points étiquetés "non-vu" ayant leurs huit voisins étiquetés "vu" ou tous les points étiquetés "vu" ayant huit voisins étiquetés "non-vu". Tout point isolé mais visualisé prend, en conséquence, l'état de son voisinage.

Une analyse portant sur l'ensemble des points composant la combinaison à laquelle le point isolé appartient est alors mise en oeuvre pour attribuer éventuellement l'état modifié à un autre point de cette combinaison. Si le point était non-vu et qu'il devient vu, on vérifie qu'un des points de la combinaison n'est pas situé à la frontière d'un déficit. Si tel est le cas, nous agrandissons ce déficit en changeant l'état du point frontière. Dans le cas contraire, aucune modification n'est effectuée. La figure 5, page suivante, illustre un exemple de cette procédure.

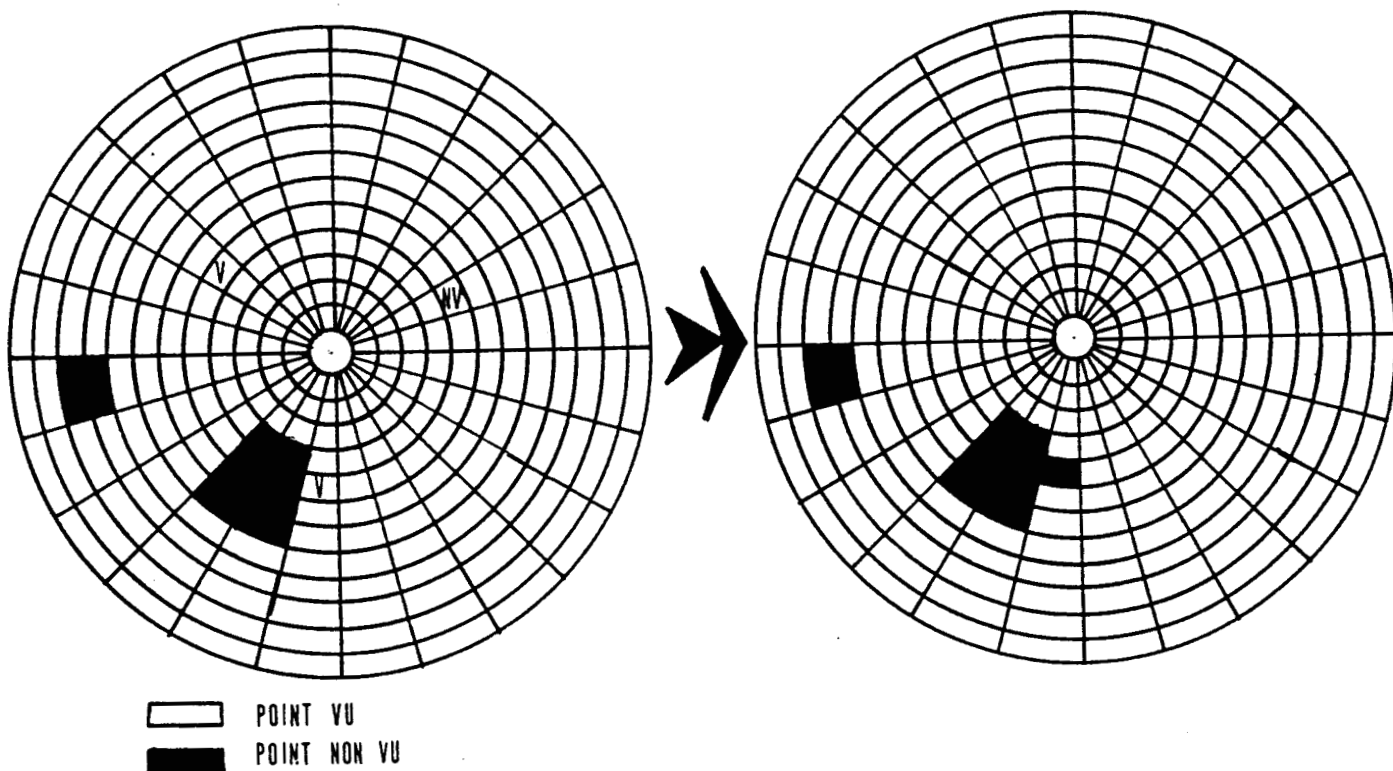


Figure 5



IV RECUEIL DES REPONSES.

Le recueil de la réponse du patient peut être réalisé au moyen du clavier (mode semi-automatique) ou par l'interface vocale (mode automatique). La gestion du recueil de la réponse est nécessaire surtout dans le cas d'un mode automatique.

1) MODE SEMI-AUTOMATIQUE

Sélectionnable en début d'examen, ce mode est essentiellement prévu pour abandonner la mode automatique, afin de pouvoir réaliser le dépistage dans les cas où le patient n'est pas coopératif. Il faut noter que ce mode ne modifie pas les caractéristiques de l'examen; le choix des combinaisons, l'étiquetage des points restent identiques. Par contre, l'interface vocale n'est pas sollicitée pour le recueil des réponses et le patient n'a pas de contrainte temporelle. L'opérateur encode ses réponses au clavier et les présentations suivent le rythme des acquisitions.

2) MODE AUTOMATIQUE

Après chaque présentation le patient est invité à répondre. Pour l'aider, un bip sonore accompagne chaque test visuel. Si aucune réponse n'est donnée au bout de trois secondes, on ne doit pas conclure dès la première présentation qu'aucun point n'est vu. Il faut d'abord s'assurer que le patient a bien compris qu'il doit annoncer le nombre de points qu'il voit. Dans ce but, un message sonore demande au patient muet d'annoncer le nombre de points qu'il a vu. S'il persiste, la même combinaison est revisualisée, puis, en cas de nouvel échec, le même message est rediffusé. Si au bout de ces quatre tentatives, aucune réponse n'est acquise, le mode semi-automatique est imposé. Cette routine spéciale, dont l'organigramme est résumé en figure 6, permet d'éviter l'intervention de l'opérateur.

Afin d'éviter toute perte de temps, l'opérateur doit donc au moment de l'installation du patient devant la machine, lui préciser, voir insister, pour qu'il dise "zéro" si aucun point n'est vu au moment de l'émission du bip sonore.

3) MODE AUTOMATIQUE OU SEMI-AUTOMATIQUE

Dans ces deux modes, un contrôle de la réponse recueillie est effectué en la comparant au nombre de points présentés.

- Si la réponse R_e est supérieure au cardinal C_o , alors le système de synthèse vocale indique au patient qu'il ne faut pas compter le point central, la réponse est alors invalidée, et la même combinaison est représentée.

- Sinon l'examen suit son cours.

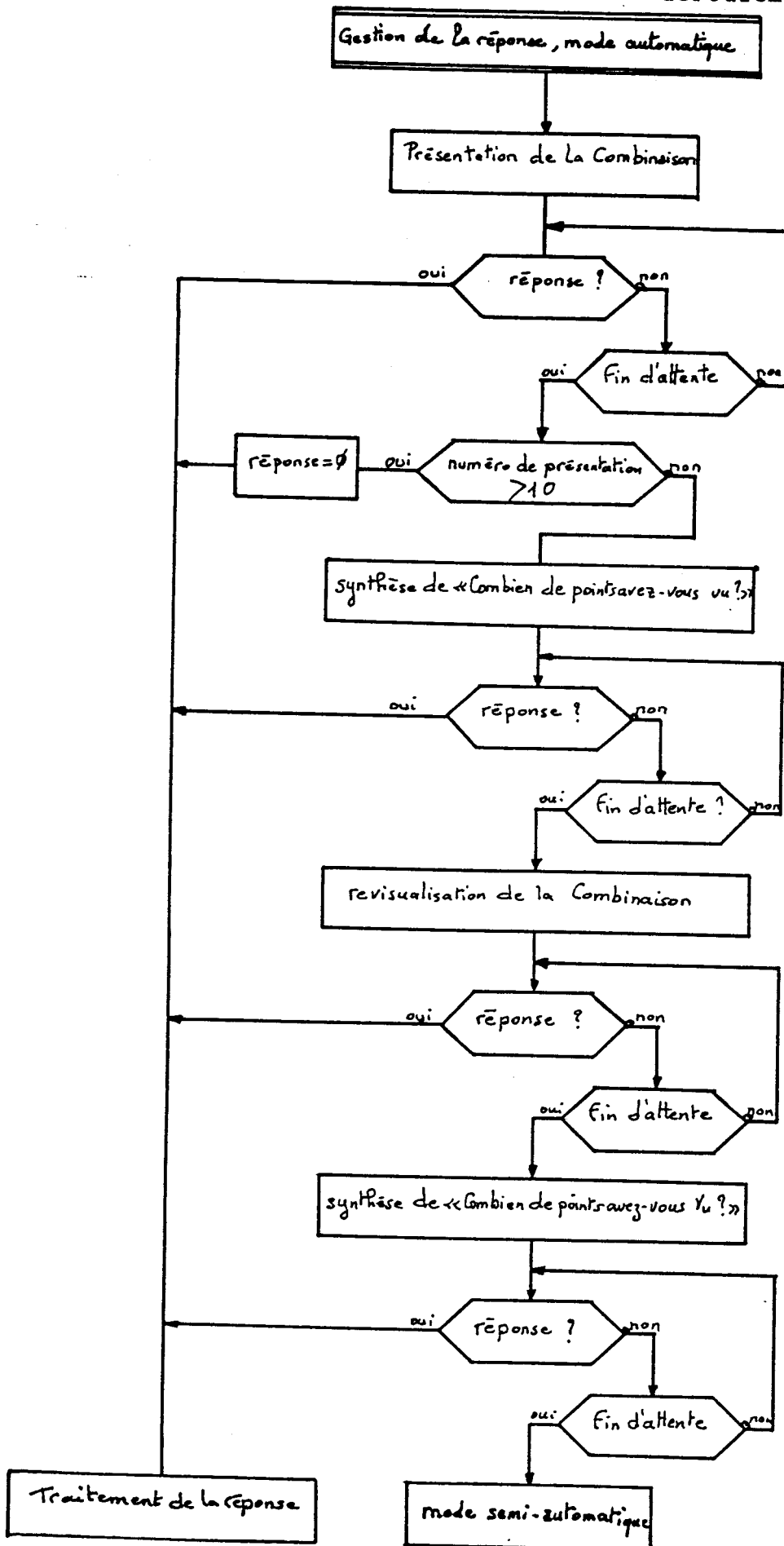


figure 6



4) MEMORISATION DES PARAMETRES.

Après chaque test visuel, nous devons mémoriser la réponse du patient ainsi que toutes les informations nécessaires pour effectuer la recherche des futurs pivots et procéder aux étiquetages. Après une acquisition, nous devons donc:

- Attribuer un numéro de combinaison à chaque point de la combinaison. Ce numéro permet l'étude convenable des adjacences.
- Enregistrer les numéros de points qui composent cette combinaison de telle sorte qu'à tout moment de l'examen, on puisse être capable de retrouver l'ensemble des points qui constituent une combinaison à partir d'un numéro.
- Mémoriser la réponse du patient, le cardinal de la combinaison, calculer la probabilité P_o pour qu'un point arbitraire choisi dans la combinaison soit vu.

$$P_o = \frac{\text{réponse du patient}}{\text{cardinal de la combinaison}} = \frac{R_e}{C_o}$$

CHAPITRE VI
SIMULATIONS ET RESULTATS CLINIQUES

Dans ce chapitre deux types de simulations sont proposées:

- Des simulations programmées (16 planches). C'est l'ordinateur qui génère automatiquement les réponses du patient en fonction des combinaisons calculées. Elles permettent de tester seulement la stratégie.

- Des simulations réelles (4 planches). Un scotome fictif est placé sur l'écran stimulateur et une personne, placée dans les conditions d'examen, annonce le nombre de points qu'elle voit après chaque présentation. Elles permettent de tester non seulement la stratégie mais aussi l'interaction homme/machine.

I EXPLOITATIONS DES RESULTATS.

Les indications imprimées après chaque examen sont dans l'ordre:

Le nom, les dates de naissance et d'examen, la correction portée par le patient au moment de l'examen. Ces renseignements, de même que les observations, sont donnés par l'opérateur.

Une carte du champ visuel central dont l'algorithme du tracé est donné en annexe II (cf. présentation des résultats). Les axes sont gradués en degrés, nous rappelons la légende de la carte;

- un chiffre indique la valeur de la sensibilité à laquelle le point a été présenté,
- une croix montre que le point n'a pas été présenté,
- un carré traduit l'impossibilité de déterminer l'état du point qui a été présenté. (il y a 50% de chances pour qu'il soit vu ou non-vu),
- les aires hachurées représentent les déficits décelés.

Nous lisons ensuite, en caractères double hauteur, le nom de la procédure d'examen ainsi que l'oeil examiné (OD ou OG), puis en caractères normaux, nous avons dans l'ordre:

- le numéro d'enregistrement,
- la durée de l'examen, apprentissage initial non compris
- le mode d'acquisition des réponses du patient;
 - * mode_automatique: mise en service de l'appareil de reconnaissance de la parole,
 - * mode_manuel: encodage des réponses par le clavier
- le nombre de points présentés et le nombre de combinaisons créées,
- le détail de ces combinaisons,
- la durée de l'apprentissage initial; (le temps d'examen global est donné en additionnant ce temps à la durée de l'examen),
- les mots réappris et leurs nombre,
- Le nombre de réponses discordantes, (un compteur est incrémenté à chaque fois qu'un ou plusieurs points d'une combinaison n'a pas été vu. En conséquence, le nombre de points décelés non-vus peut être différent),
- la luminance de fond en cd/m^2
- les observations éventuelles
- la calibration. Un message indique si le stimulateur a été calibré au moment de l'initialisation générale de l'appareil.
- La version des programmes de la structure commune.

II SIMULATIONS PAR ORDINATEUR.

1) PRINCIPE.

Les numéros des points situés dans les déficits qu'on se propose de retrouver sont mémorisés dans un tableau avant de lancer un examen.

Après chaque présentation (C_0 points), on relève les n points qui sont communs à la nouvelle combinaison et au tableau ($0 \leq n \leq C_0$). La réponse fictive du patient est alors calculée par la relation $R_e = C_0 - n$.

Au cours de ces simulations, les procédures de visualisation et de recueil des réponses du patient ne sont donc jamais appelées.

2) PRESENTATION DES RESULTATS.

Il y a une planche par simulation, chacune reprend deux cartes du champ visuel à l'échelle $\frac{1}{2}$.

- une carte du champ visuel avant la simulation où sont relevés les points qui sont sensés appartenir aux déficits ou être annoncé "non-vus" par le patient.

- une carte du champ visuel, résultat de la simulation

Les erreurs éventuelles du patient sont codées comme un point non-vu isolé.

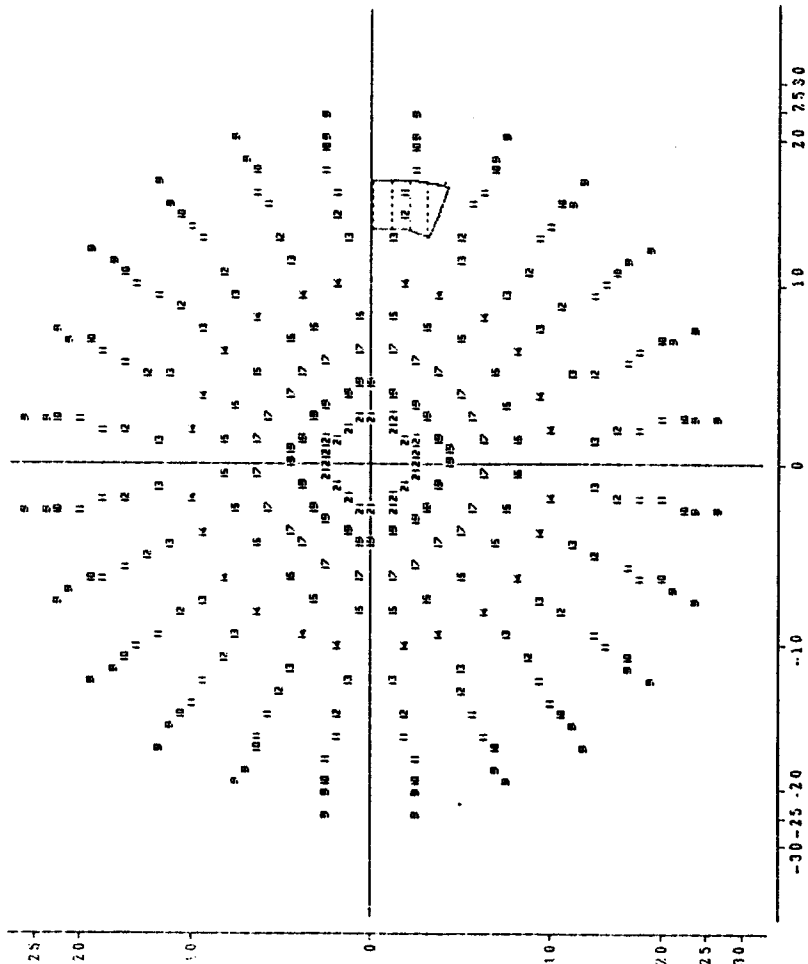
nom : ESSA(1). CV NORMAL

ne(e) le :

correction :

O--MSDFEY

date :



CI DESSUS: AVANT SIMULATION, CI CONTRE: RESULTAT DE LA SIMULATION

CHAMP VISUEL NORMAL

LE PATIENT REpond TOUJOURS CORRECTEMENT

PLANCHE 1



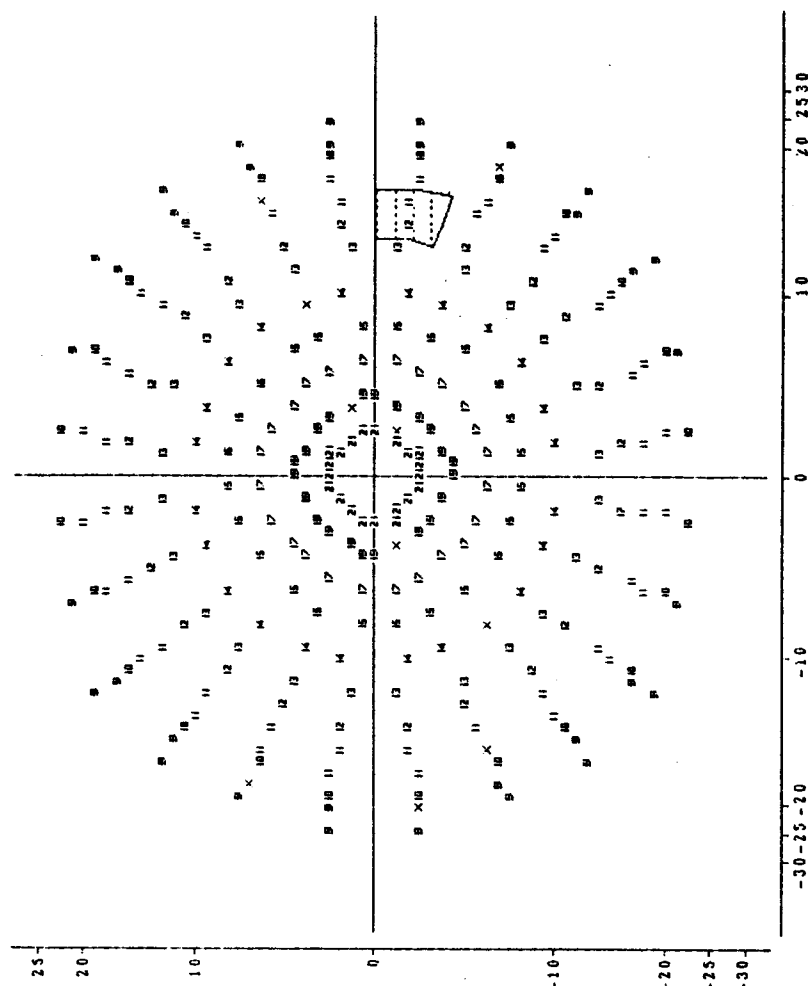
nom : ESSA(1). CV NORMAL

ne(e) le :

correction :

O--MSDFEY

date :



O--MSDFEY O1D enreg : 20/BLAISE

mode manuel
 266 points presentes en 70 combinaisons.
 5 combinaisons de 1 point 8 combinaisons de 2 points
 13 combinaisons de 3 points 5) combinaisons de 4 points
 0 mot(s) reappris
 2 reponse(s) discordante(s)
 luminance de fond : 10 cd/m2
 observation:
 STIM. NON CALIBRE

version 23/08/86

nom : ESSAIZ

date : 1.10.86

date : 1.10.86

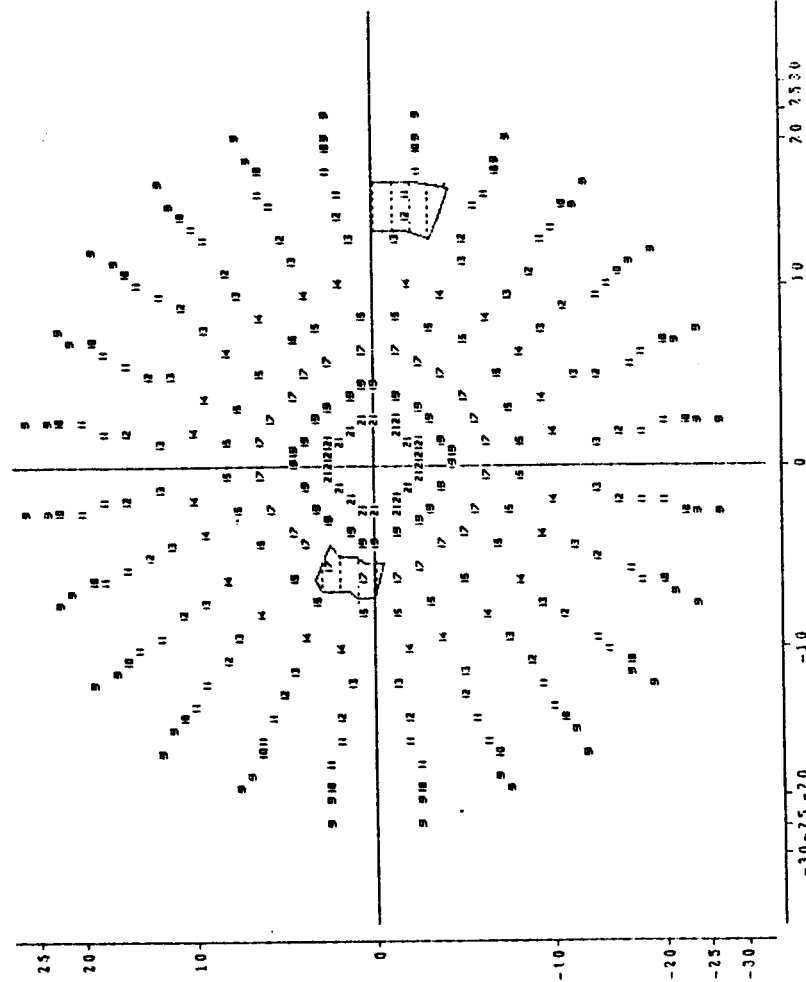
name) (e :

O--MSDEPI

O--MSDEPI

correction :

correction :



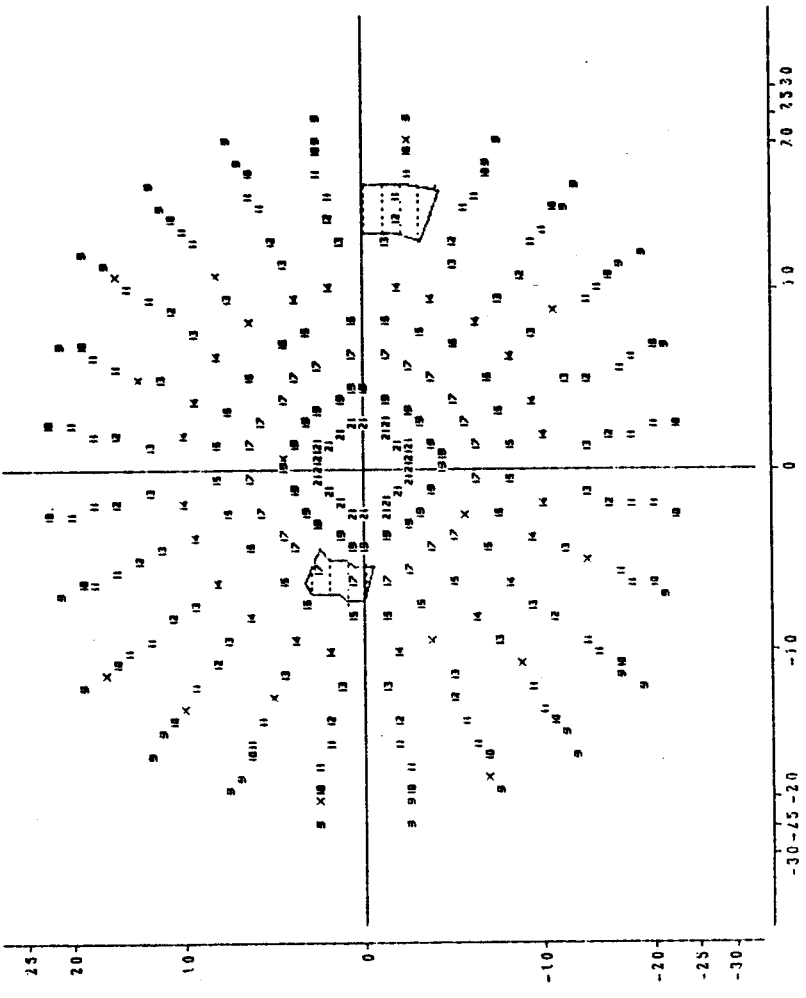
CI DESSUS: AVANT SIMULATION, CI CONTRE: RESULTAT DE LA SIMULATION

CHAMP VISUEL PRESENTANT UN DEFICIT A 2 POINTS
(les deux points sont localisés sur la même couronne)

LE PATIENT REpond TOUJOURS CORRECTEMENT



PLANCHE 3



O--MSDEPI O.D) enred : 36/DLAISE

mode manuel
260 points presentes en 02 combinaisons,
9 combinaisons de 1 point 8 combinaisons de 2 points
23 combinaisons de 3 points 41 combinaisons de 4 points
0 mot(s) reappris
4 reponse(s) discordante(s)
luminance de fond : 10 cd/m2
observation:

STIM. NON CALIBRE

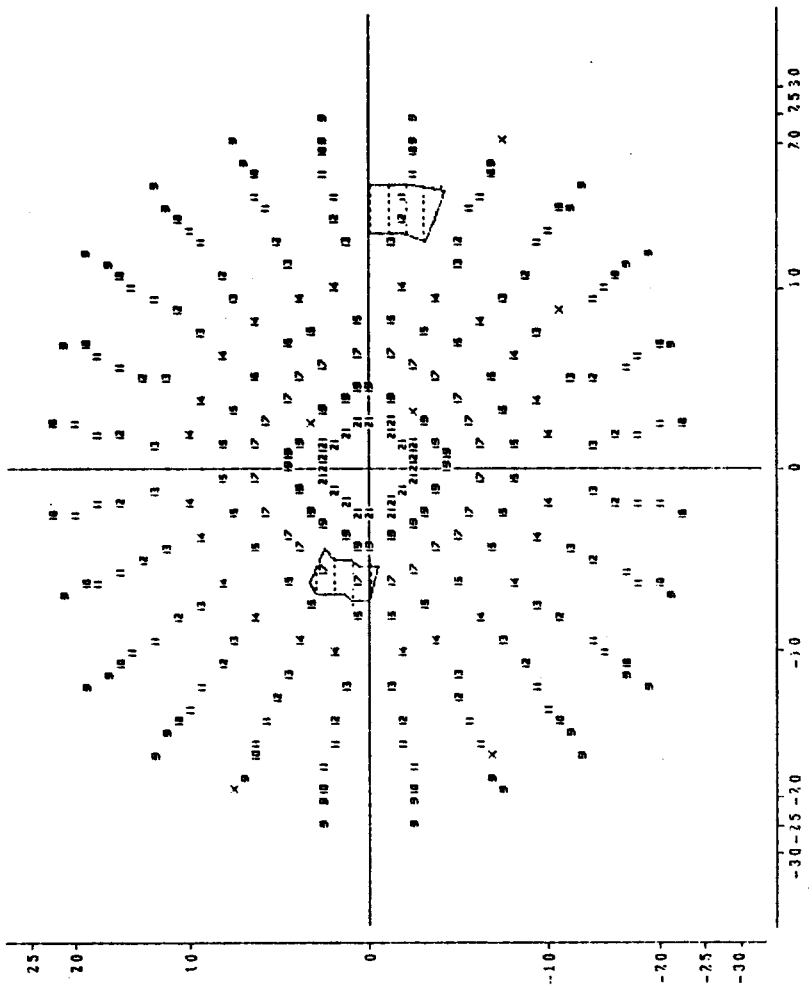
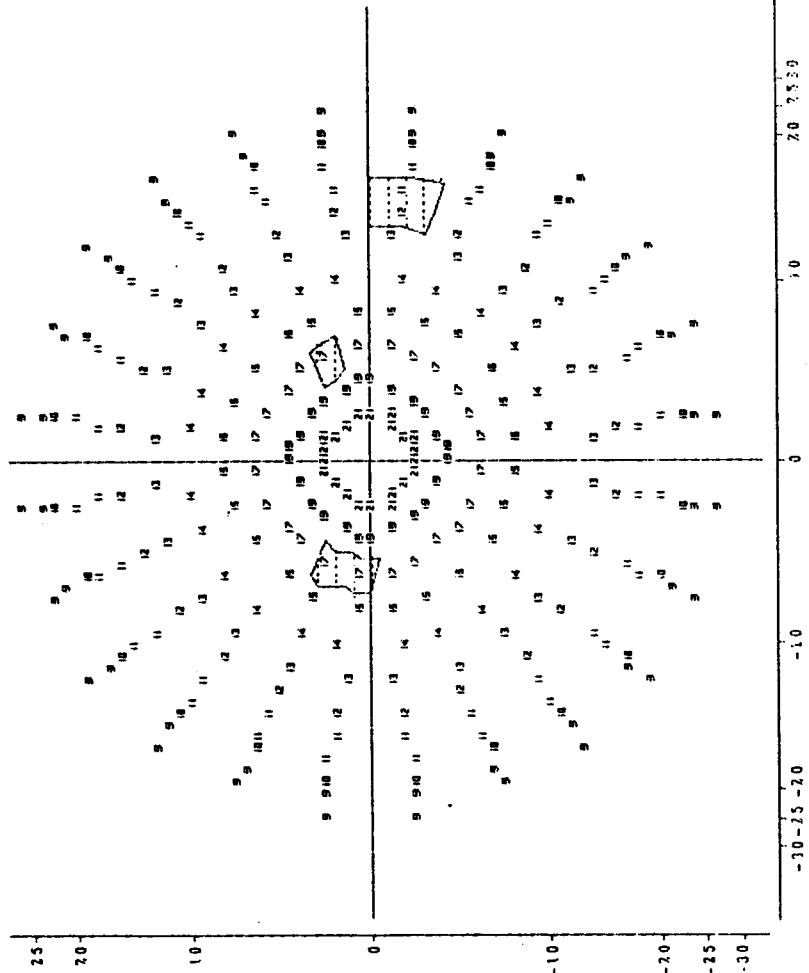
version 23/00/06

na(e) la :

correction :

na(e) la :

correction :



CI DESSUS: AVANT SIMULATION, CI CONTRE: RESULTAT DE LA SIMULATION

CHAMP VISUEL PRESENTANT UN DEFICIT A 2 POINTS (les deux points sont localisés sur la même couronne)

LE PATIENT S'EST TROMPE. SON ERREUR EST SUR LA MEME COURONNE QUE LE DEFICIT

O - MSDEF X CVD enco : 40/BLAIRE

- mode manuel
- 270 points presentes en 03 combinaisons,
- 7 combinaisons de 1 point
- 9 combinaisons de 3 points
- 0 mot(s) reappris
- 4 reponses(s) discordante(s)
- lumiance de fond : 10 cd/m2
- observation:
- STIM. NON CALIBRE



nom : ESSA13

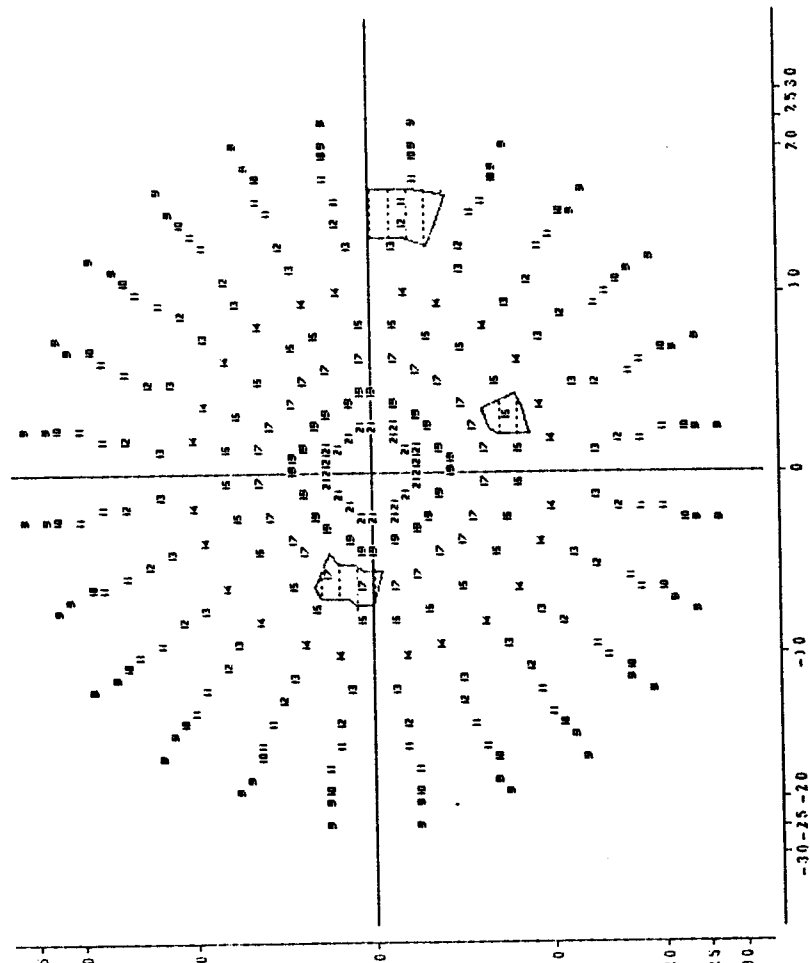
date : 10.06

nom : O--MEDIEPI

nom : ESSA13

date : 10.06

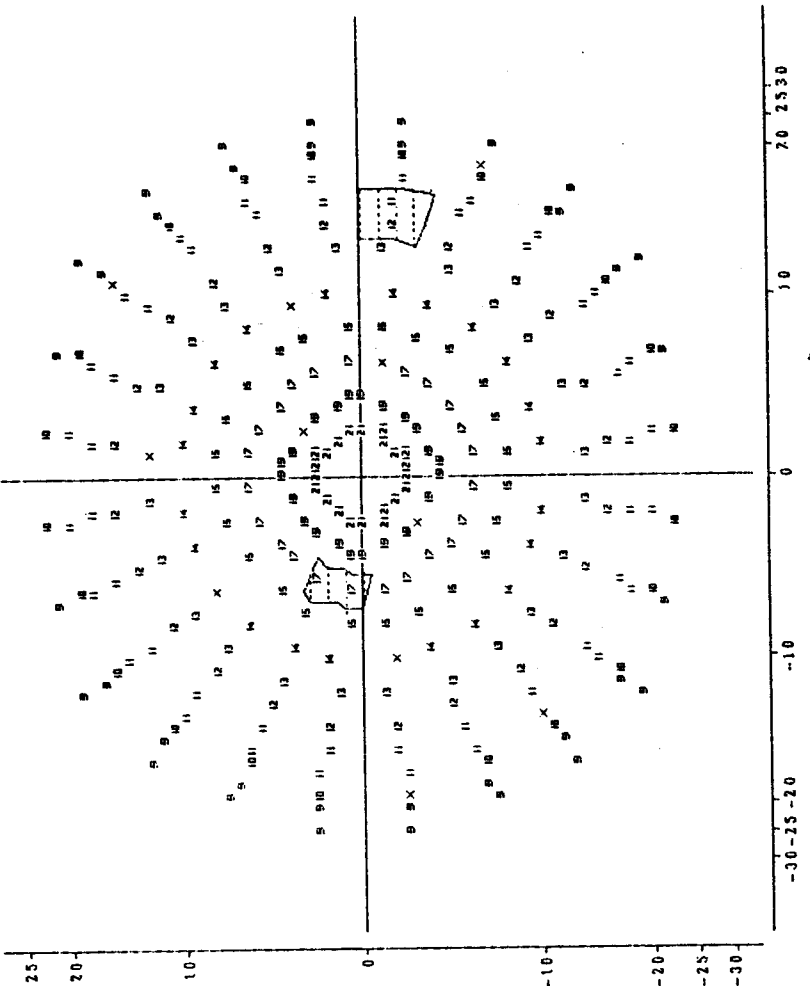
nom : O--MEDIEPI



CI DESSUS: AVANT SIMULATION, CI CONTRE: RESULTAT DE LA SIMULATION

CHAMP VISUEL PRESENTANT UN DEFICIT A 2 POINTS
(les deux points sont localisés sur la même couronne)

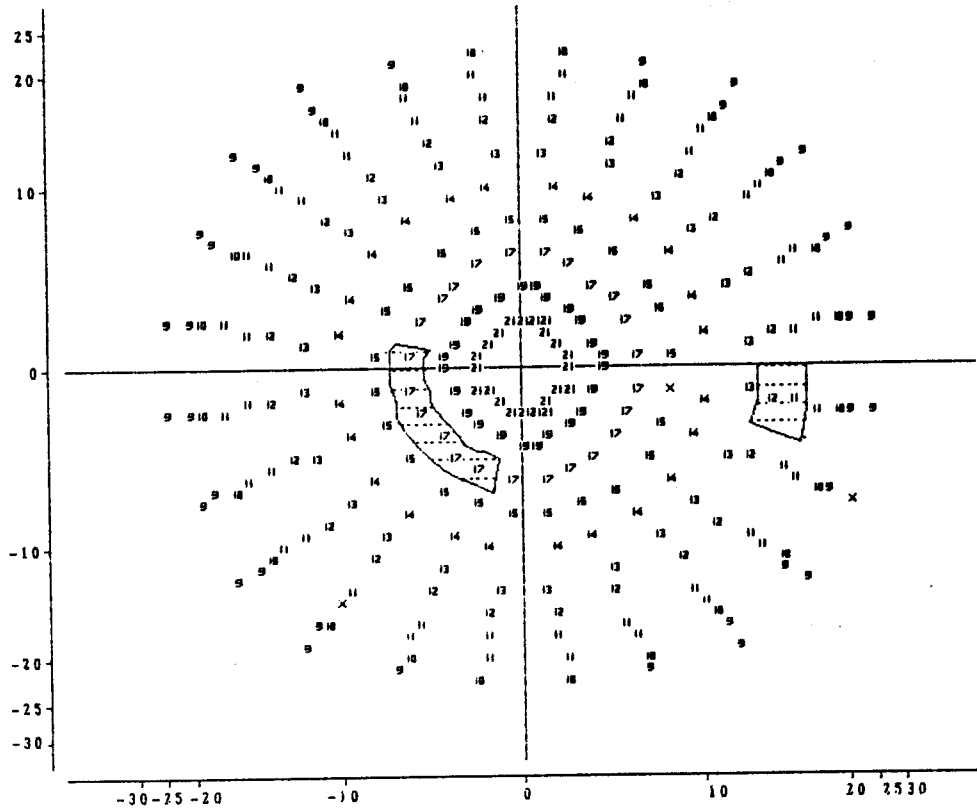
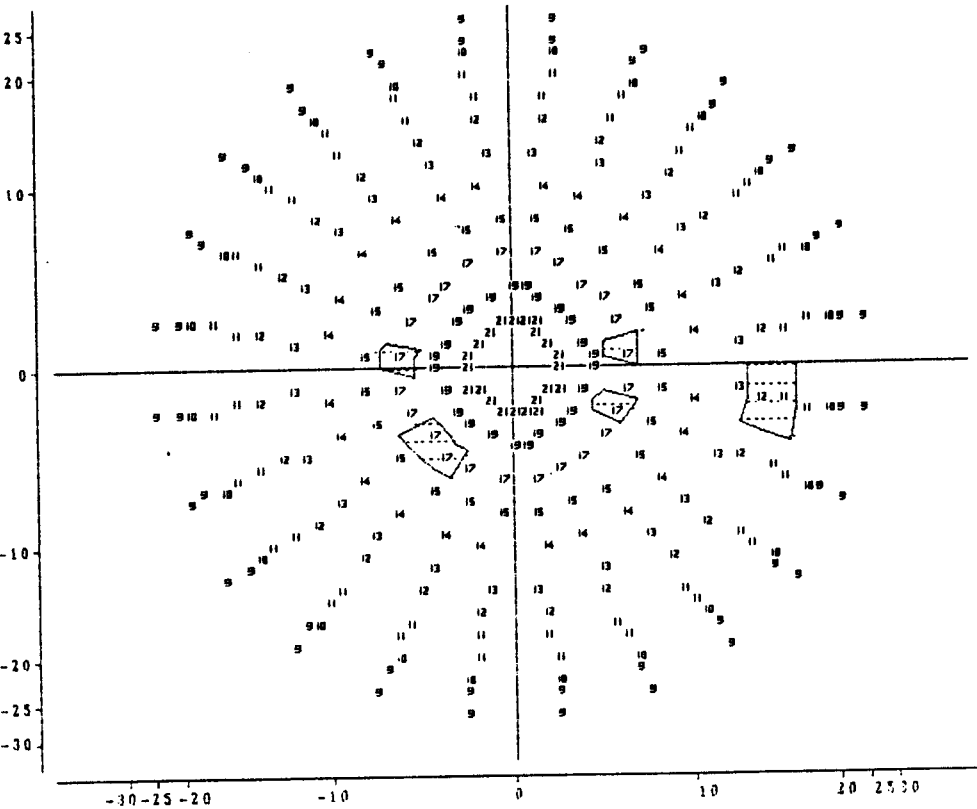
LE PATIENT S'EST TROMPE. SON ERREUR EST SUR UNE COURONNE VOISINE QUE CELLE OU EST LOCALISE LE DEFICIT



O--MEDIEPI O.D. encre : 40/BLAISE

mode manuel
 265 points présentes en 82 combinaisons,
 6 combinaisons de 1 point 14 combinaisons de 2 points
 15 combinaisons de 3 points 46 combinaisons de 4 points
 0 mot(s) reappriés
 5 réponse(s) discordante(s)
 (umance de fond : 10 cd/m2
 observation:
 STIM. NON CALIBRE





CI DESSUS: AVANT SIMULATION, CI CONTRE: RESULTAT DE LA SIMULATION

CHAMP VISUEL PRESENTANT UN DEFICIT A 2 POINTS
(les deux points sont localisés sur la même couronne)

LE PATIENT S'EST TROMPE 3 FOIS. LES ERREURS SONT SUR LA MEME
COURONNE QUE CELLE DU DEFICIT.

O-MSDEPI

OD

enreg : 64/BLAISE

mode manuel
 273 points presentes en 90 combinaisons,
 16 combinaisons de 1 point 9 combinaisons de 2 points
 19 combinaisons de 3 points 45 combinaisons de 4 points
 0 mot(s) reappris
 7 reponse(s) discordante(s)
 (luminance de fond : 10 cd/m2
 observation:
 STIM. NON CALIBRE

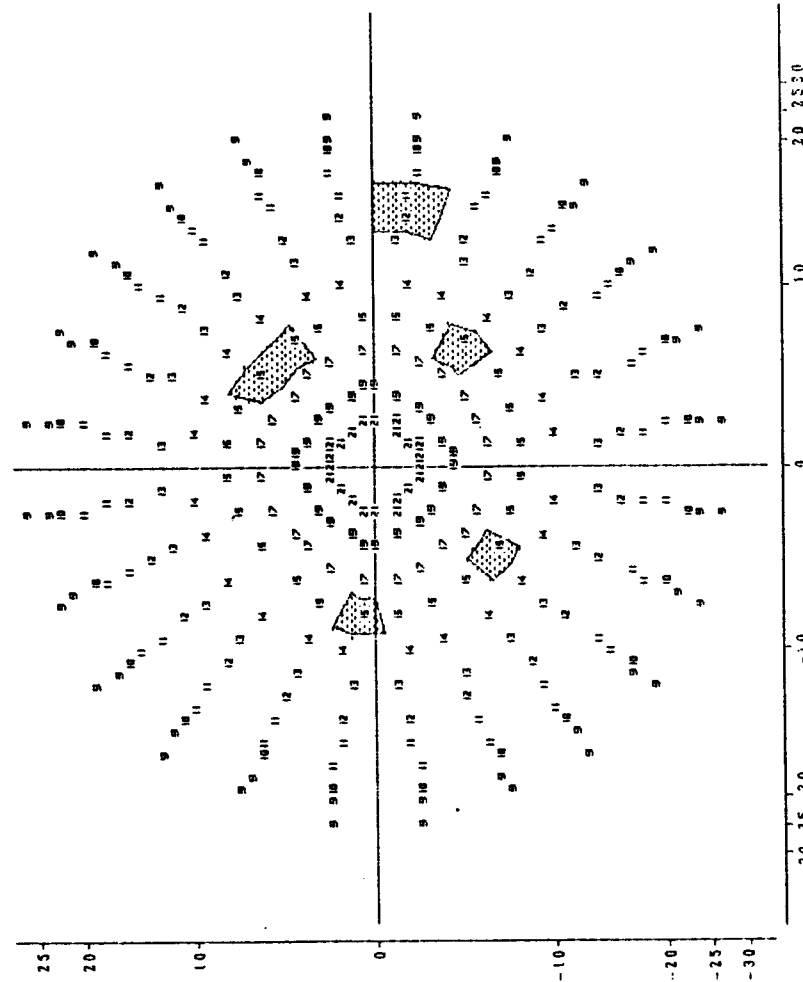


nom : ESSA115

ne(e) le :

correction :

date :



CI DESSUS: AVANT SIMULATION, CI CONTRE: RESULTAT DE LA SIMULATION

CHAMP VISUEL PRESENTANT UN DEFICIT A 2 POINTS
(les deux points sont localisés sur la même couronne)

LE PATIENT S'EST TROMPE 3 FOIS.



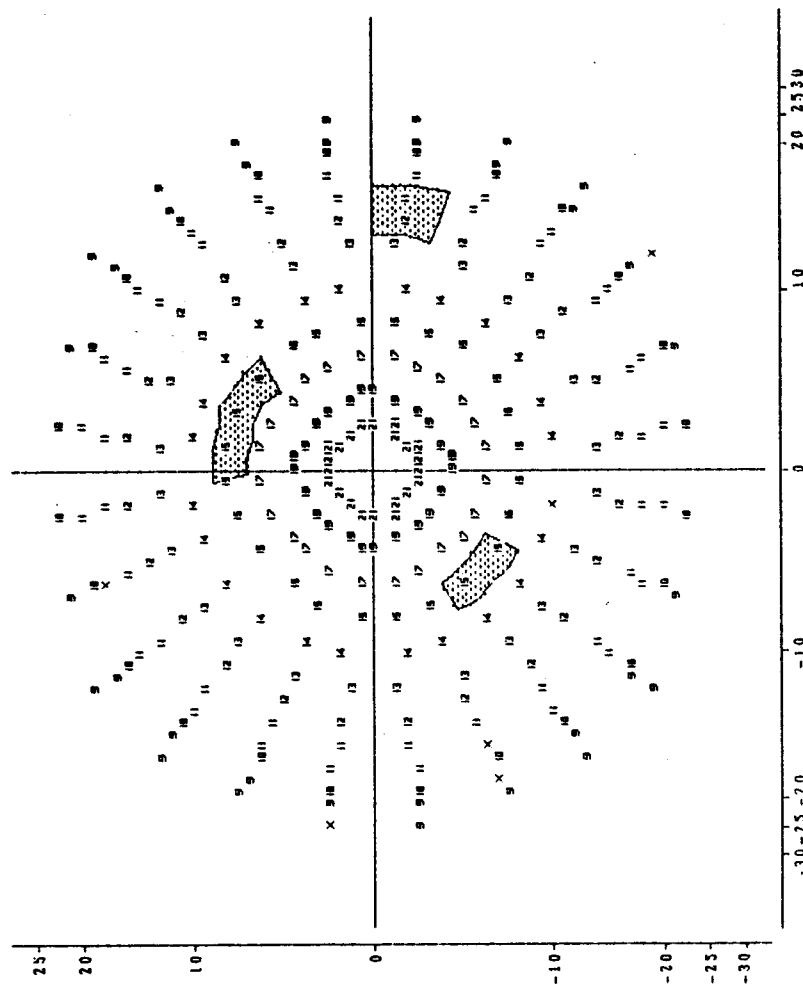
PLANCHE 8

nom : ESSA115

ne(e) le :

correction :

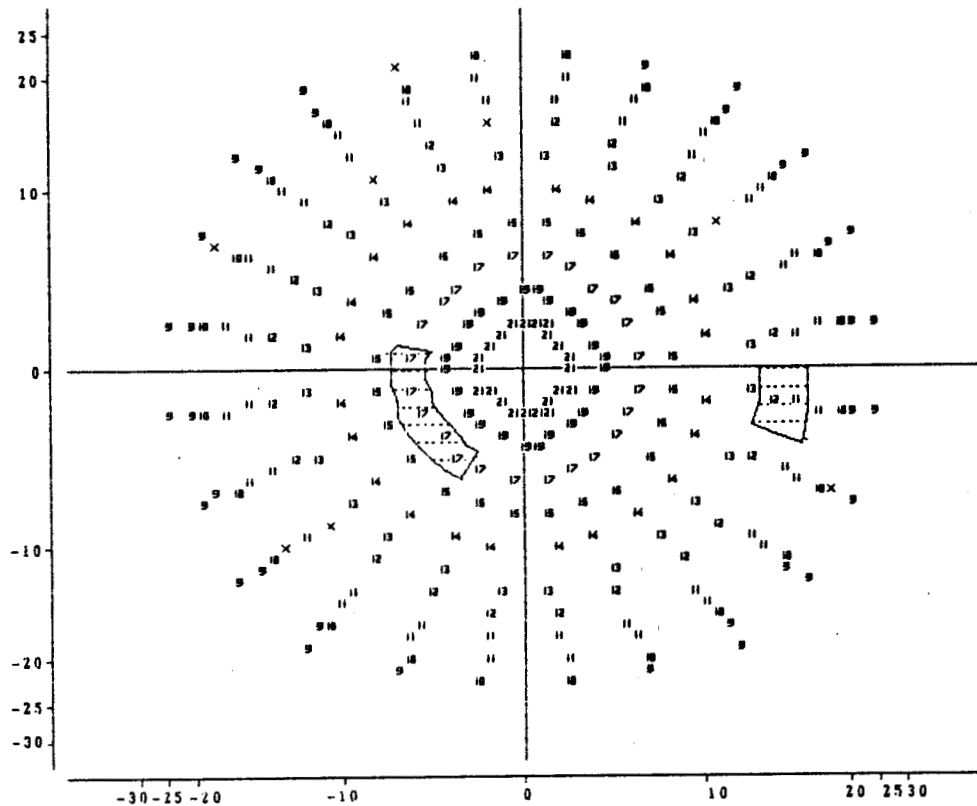
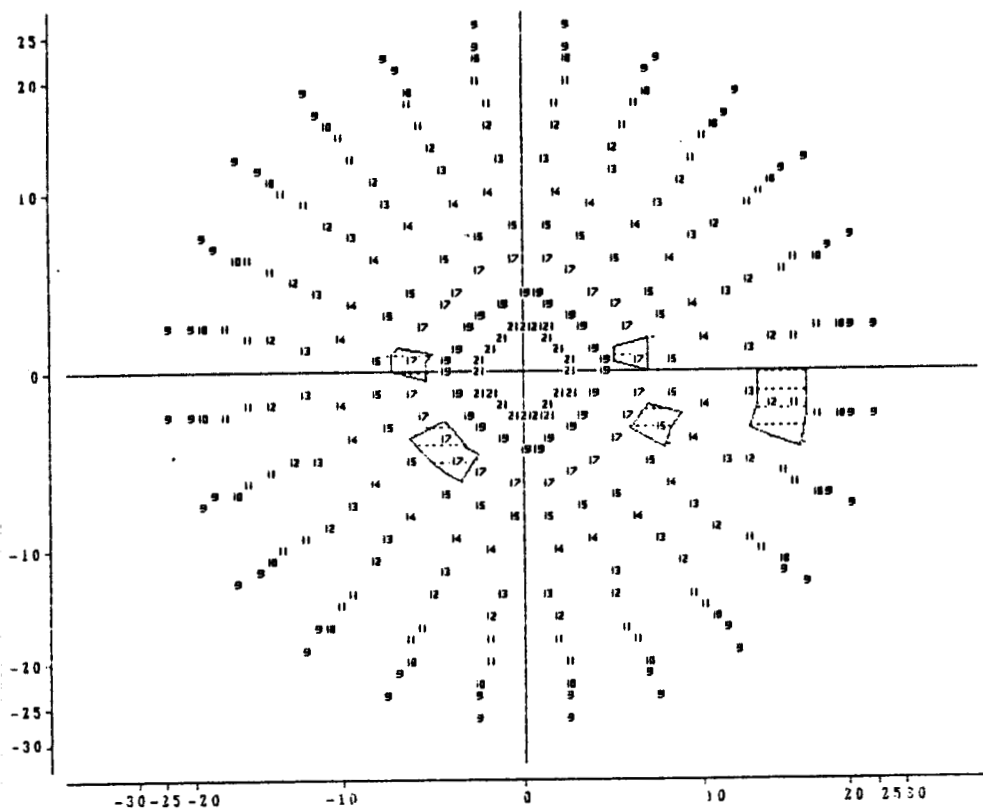
date :



O-M-D-E-E-I O-D enreg : 49/ESSA1

mode manuel
 270 points presentes en 86 combinaisons,
 11 combinaisons de 1 point 9 combinaisons de 2 points
 21 combinaisons de 3 points 44 combinaisons de 4 points
 0 mot(s) reappris
 6 reponse(s) discordante(s)
 (uminance de fond : 10 cd/m2
 observation:
 STIM. NON CALIBRE.

version 23/08/66



O - MSDEF I

OD

enreg : 72/01AISE

mode manuel

260 points presentes en 90 combinaisons.

12 combinaisons de 1 point

18 combinaisons de 2 points

18 combinaisons de 3 points

4) combinaisons de 4 points

0 mot(s) reappris

7 reponse(s) discordante(s)

luminance de fond : 10 cd/m2

observation:

STIM. NON CALIBRE

CI DESSUS: AVANT SIMULATION, CI CONTRE: RESULTAT DE LA SIMULATION

CHAMP VISUEL PRESENTANT UN DEFICIT A 2 POINTS
(les deux points sont localisés sur la même couronne)

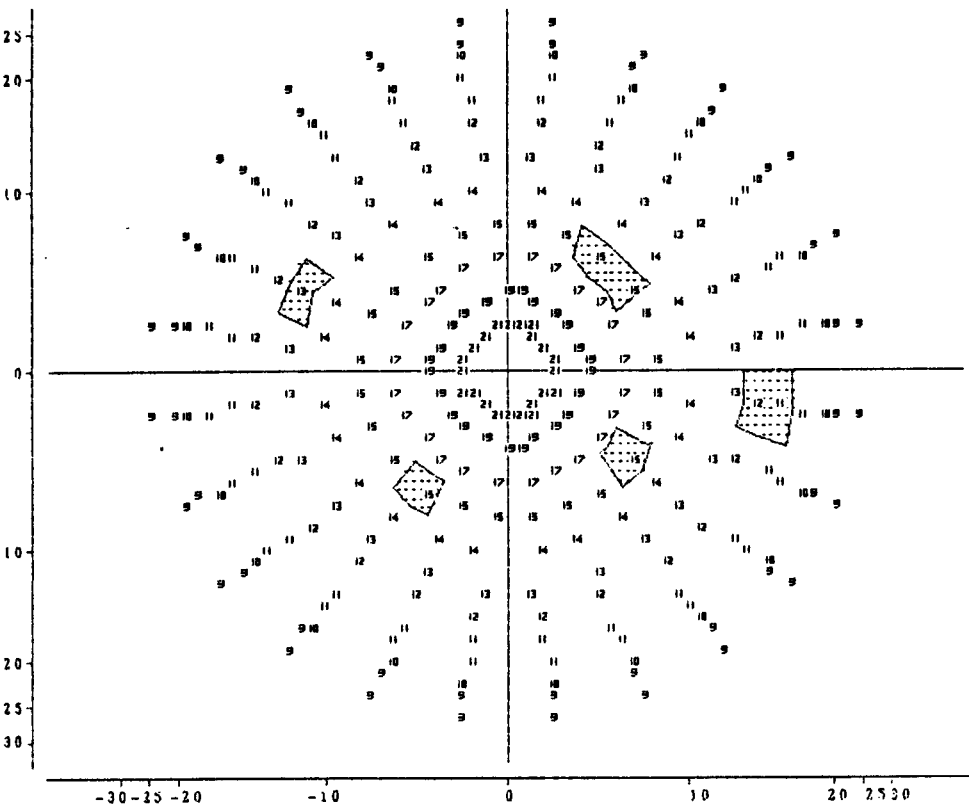
LE PATIENT S'EST TROMPE 3 FOIS.



ne(e) le :

date :

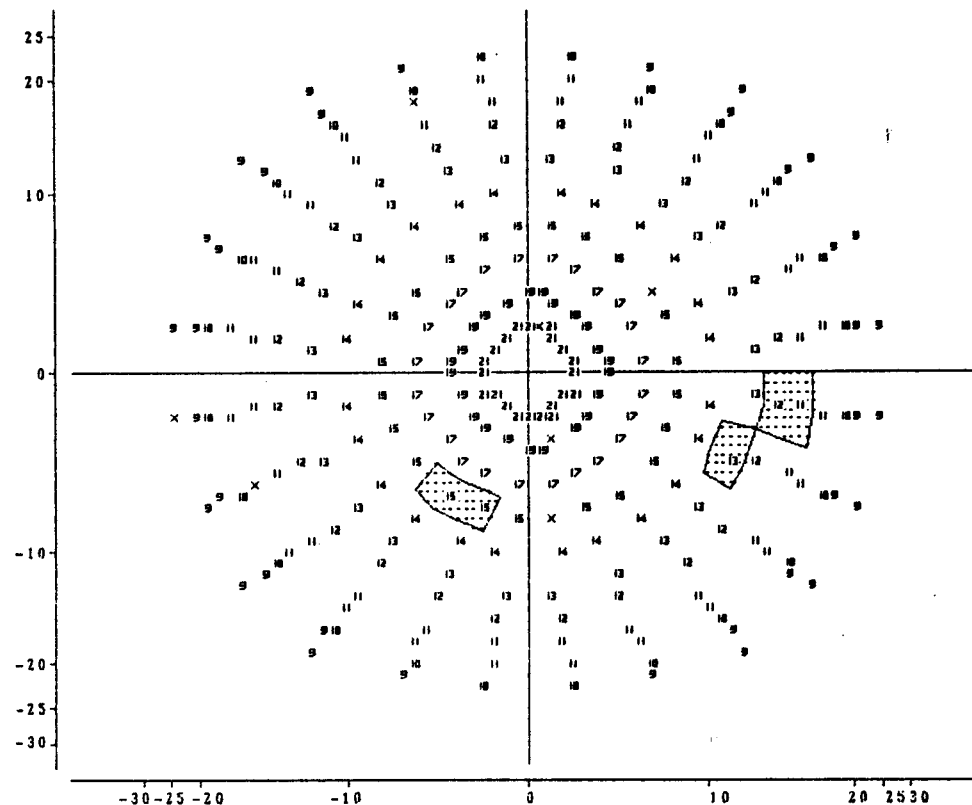
correction :



ne(e) le :

date :

correction :



CI DESSUS: AVANT SIMULATION, CI CONTRE: RESULTAT DE LA SIMULATION

CHAMP VISUEL PRESENTANT UN DEFICIT A 2 POINTS
(les deux points sont localisés sur la même couronne)

LE PATIENT S'EST TROMPE 3 FOIS.

PLANCHE 10



O-MSDEPI

OD

enreg : 57/ESSAI

mode manuel

269 points presentes en 79 combinaisons.

3 combinaisons de 1 point

9 combinaisons de 2 points

18 combinaisons de 3 points

48 combinaisons de 4 points

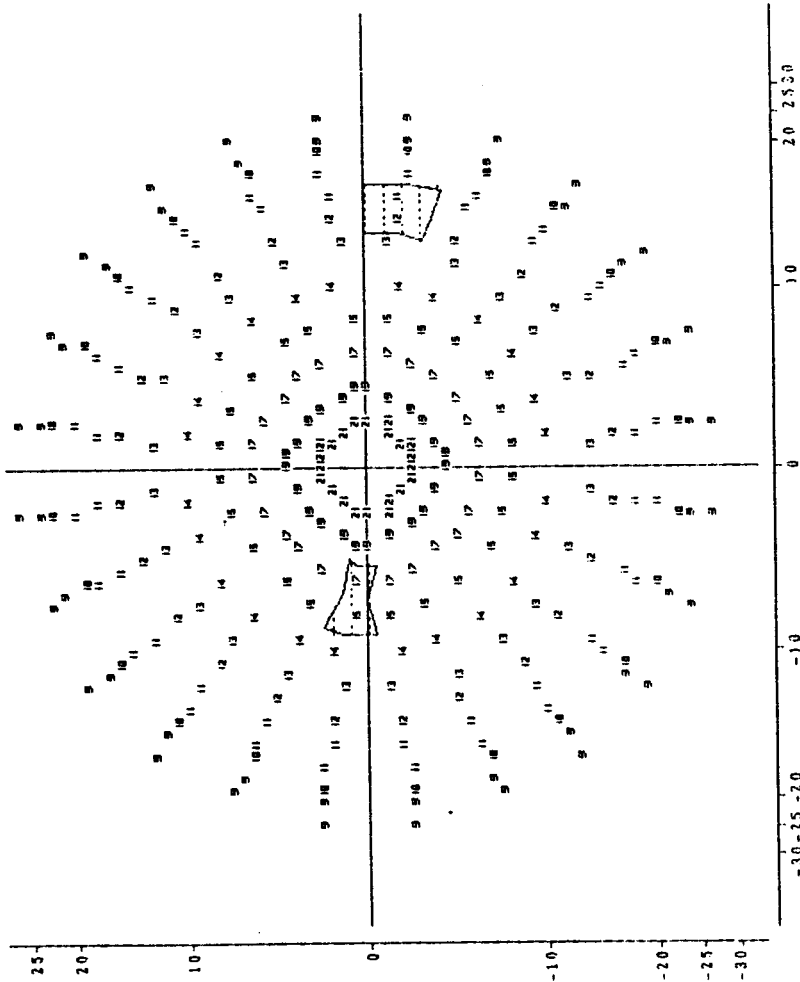
0 mot(s) rappris

6 reponse(s) discordante(s)

luminance de fond : 10 cd/m2

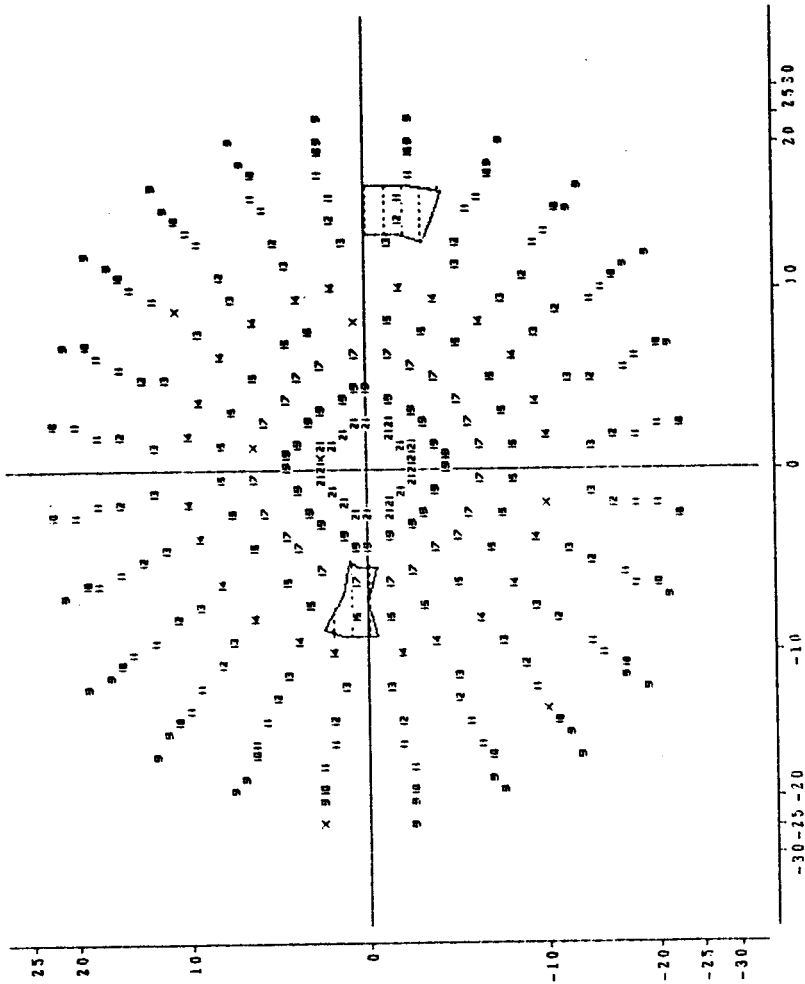
observation:

STIM. NON CALIBRE



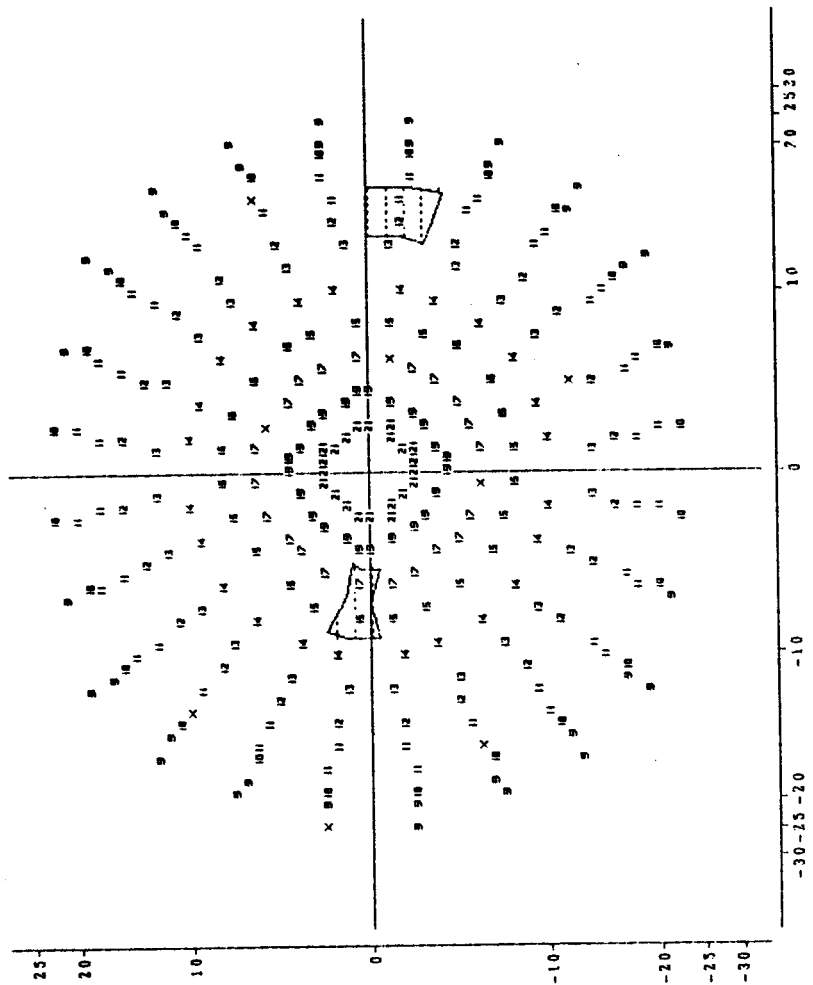
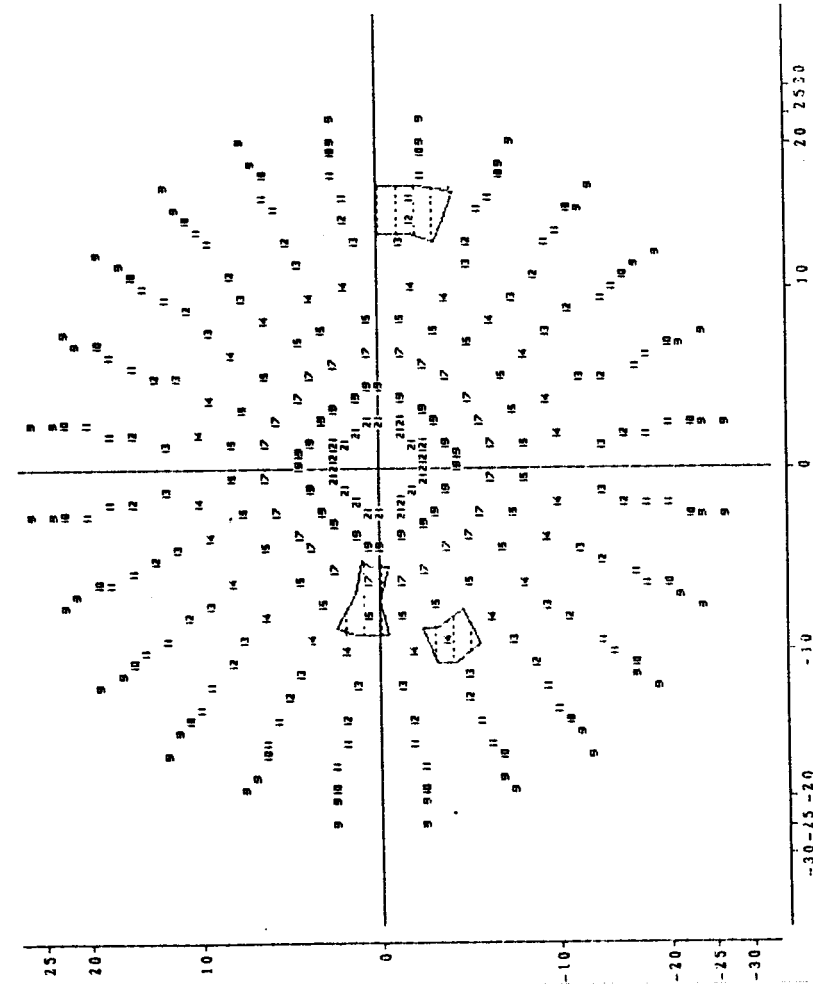
CI DESSUS : AVANT SIMULATION, CI CONTRE : RESULTAT DE LA SIMULATION
 CHAMP VISUEL PRESENTANT UN DEFICIT A 2 POINTS
 (les deux points sont localisés sur 2 couronnes différentes)

LE PATIENT NE SE TROMPE PAS.



O - INDEEF (O) enco : 5/ESSA1

mode manuel
 269 points presentes en 06 combinaisons.
 10 combinaisons de 1 point 10 combinaisons de 2 points
 23 combinaisons de 3 points 42 combinaisons de 4 points
 0 mot(s) reappris
 4 reponse(s) discordante(s)
 luminance de fond : 10 cd/m2
 observation :
 STIM. NON CALIBRE



O--MSEDEXI OD enreg : 13/ESSAJ

CI DESSUS: AVANT SIMULATION, CI CONTRE: RESULTAT DE LA SIMULATION

CHAMP VISUEL PRESENTANT UN DEFICIT A 2 POINTS (les deux points sont localisés sur 2 couronnes différentes)

LE PATIENT SE TROMPE UNE FOIS.

mode manuel
 260 points presentes en 84 combinaisons.
 3 combinaisons de 1 point 14 combinaisons de 2 points
 20 combinaisons de 3 points 43 combinaisons de 4 points
 0 mot(s) reappris
 5 repouse(s) (discordante(s)
 luminance de fond : 10 cd/m2
 observation:
 STIM. NON CALIBRE.



ne(e) le :

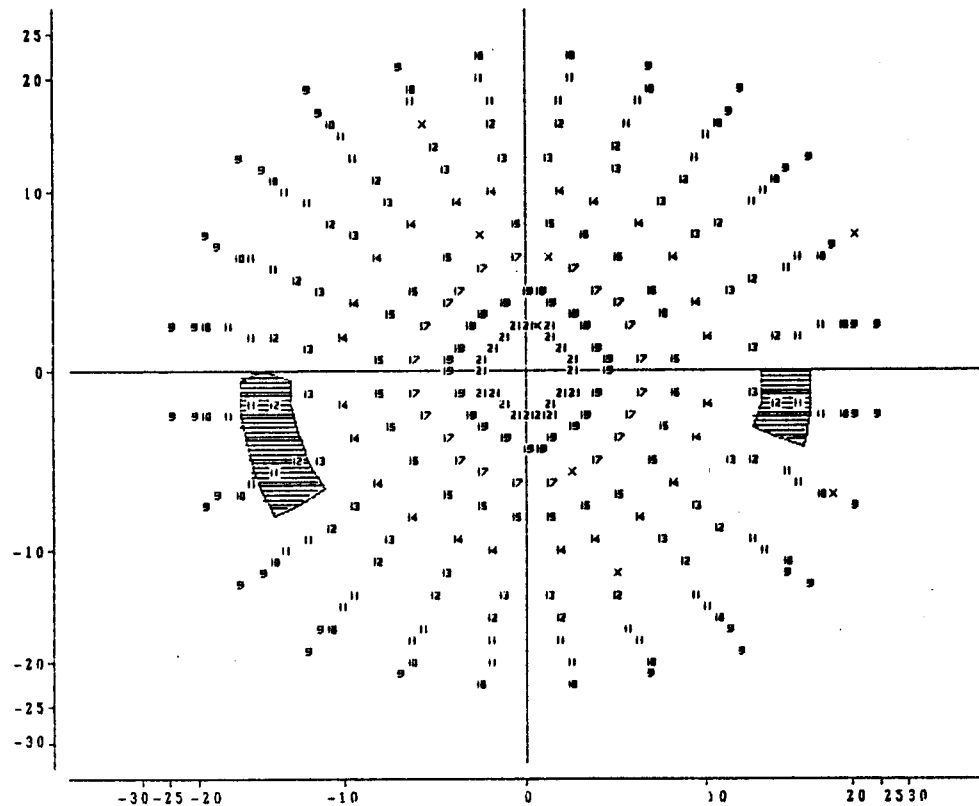
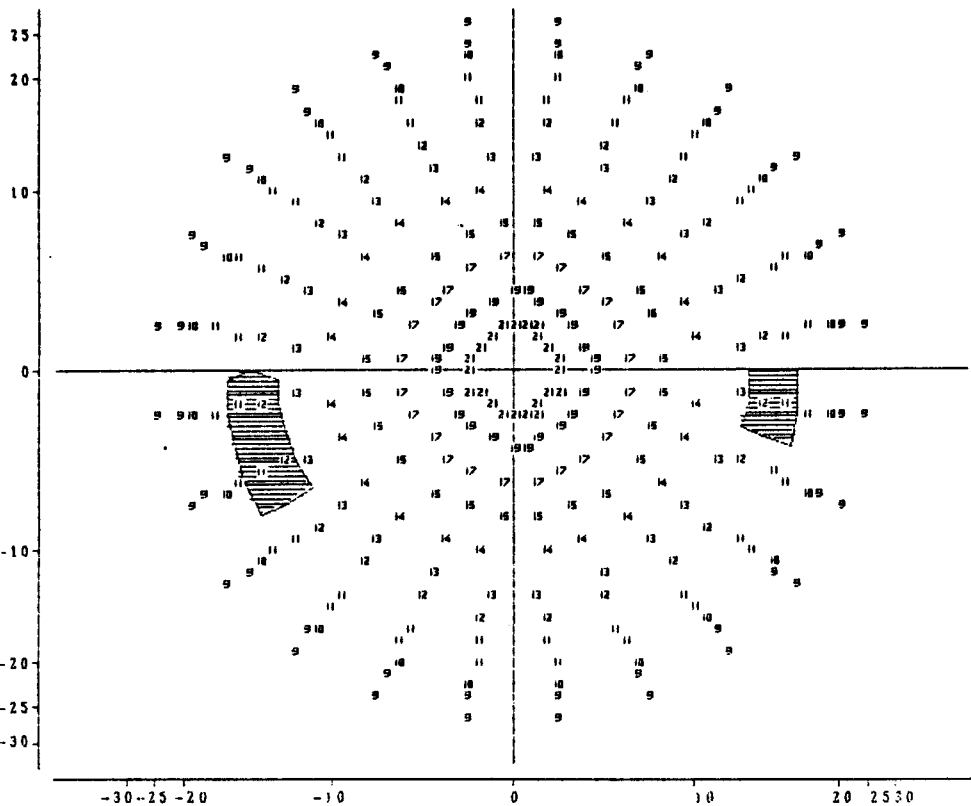
date :

ne(e) le :

date :

correction :

correction :



CI DESSUS: AVANT SIMULATION, CI CONTRE: RESULTAT DE LA SIMULATION

CHAMP VISUEL PRESENTANT UN DEFICIT A 4 POINTS
(le deficit est localisé sur la même couronne
que la tache aveugle.)

LE PATIENT NE SE TROMPE PAS.

PLANCHE 13



O - MSDEPI

OD

enreg : 29/ESSAJ

mode manuel

268 points presentes en 85 combinaisons.

10 combinaisons de 1 point

14 combinaisons de 2 points

12 combinaisons de 3 points

48 combinaisons de 4 points

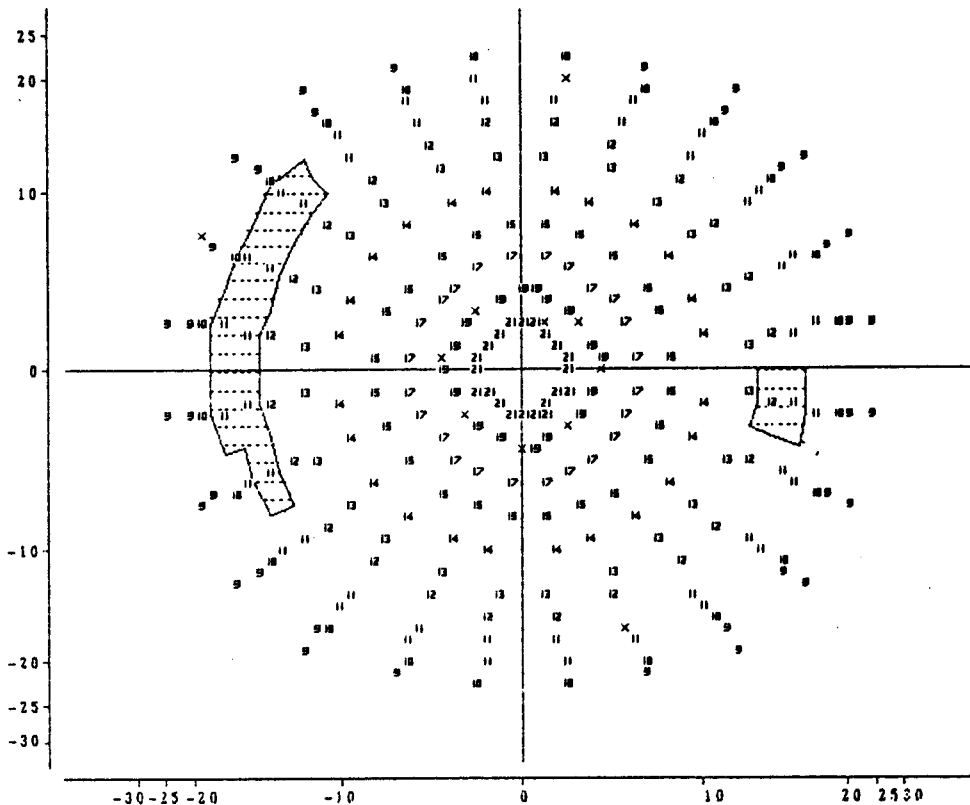
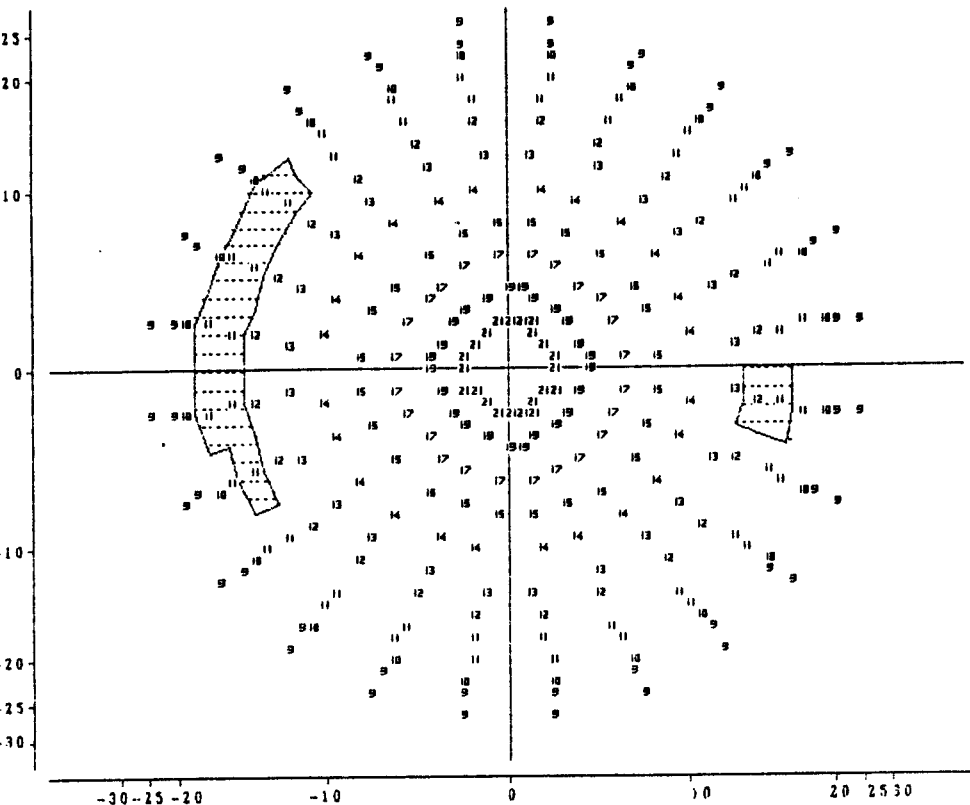
0 mot(s) reappris

6 reponse(s) discordante(s)

luminance de fond : 10 cd/m2

observation:

STIM. NON CALIBRE



CI DESSUS: AVANT SIMULATION, CI CONTRE: RESULTAT DE LA SIMULATION

CHAMP VISUEL PRESENTANT UN DEFICIT A 9 POINTS
(le deficit est localisé sur la même couronne
que la tache aveugle.)

LE PATIENT NE SE TROMPE PAS

PLANCHE 14



O - MSDEFI OD enreg : 80/BLAISE

mode manuel
265 points presentes en 83 combinaisons.
5 combinaisons de 1 point 14 combinaisons de 2 points
22 combinaisons de 3 points 4) combinaisons de 4 points
0 mot(s) reappris
11 reponse(s) discordante(s)
luminance de fond : 10 cd/m2
observation:
STIM. NON CALIBRE

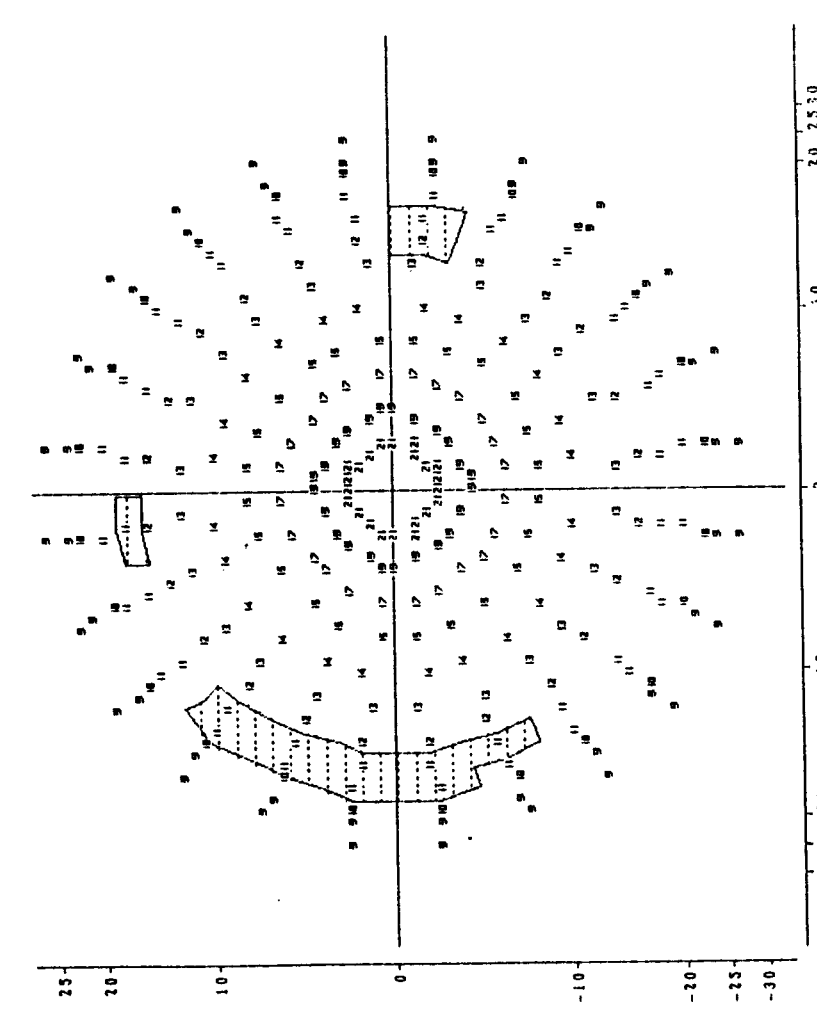
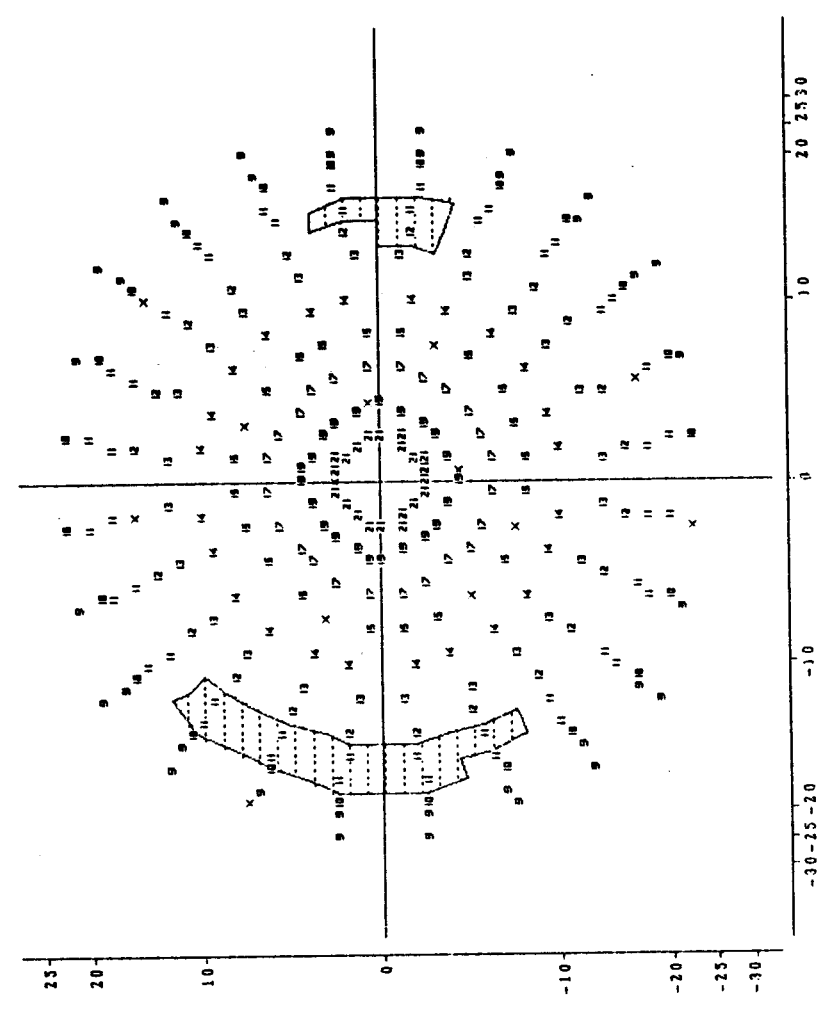
nom : ESSAIS
 ne(e) le :
 correction :

date : 1.10.86
 O - MSDEPI

nom : ESSAIS
 ne(e) le :
 correction :

date : 1.10.86
 O - MSDEPI

nom : ESSAIS
 ne(e) le :
 correction :



O - MSDEPI OMD enred : 88/BLAISE

CI DESSUS: AVANT SIMULATION, CI CONTRE: RESULTAT DE LA SIMULATION

CHAMP VISUEL PRESENTANT UN DEFICIT A 9 POINTS
 (le deficit est localisé sur la même couronne
 que la tache aveugle.)

LE PATIENT SE TROMPE UNE FOIS.

mode manuel
 263 points presentes en 03 combinaisons,
 5 combinaisons de 1 point 17 combinaisons de 2 points
 18 combinaisons de 3 points 42 combinaisons de 4 points
 0 mot(s) reappris
 11 reponse(s) discordante(s)
 luminance de fond : 10 cd/m2
 observation:

STIM. NON CALIBRE



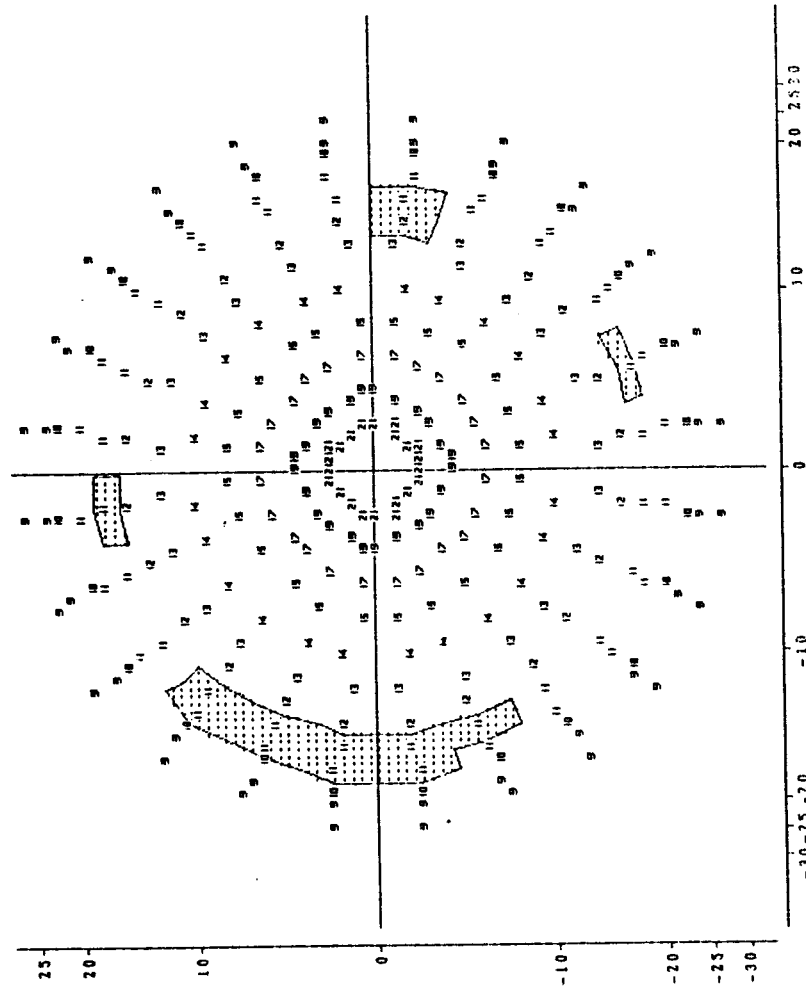
nom : ESSA110

ne(e) le :

correction :

date : 1.10.86

O - MSDREY



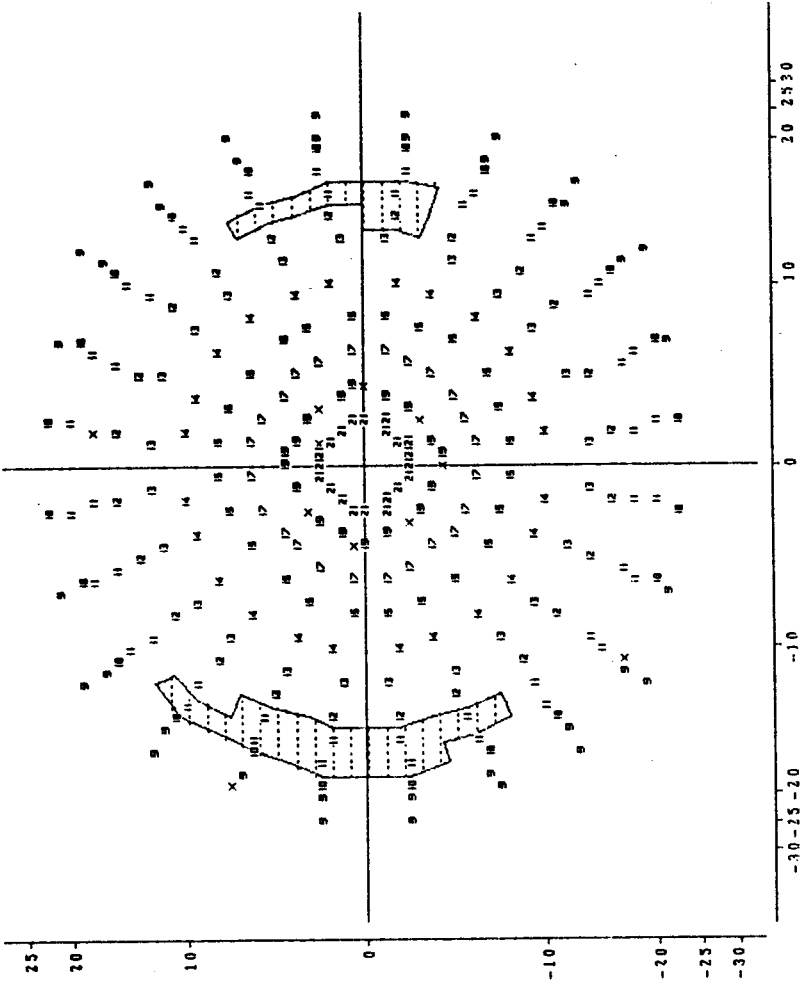
nom : ESSA110

ne(e) le :

correction :

date : 1.10.86

O - MSDREY



O - MSDREY

ODD

CI DESSUS: AVANT SIMULATION, CI CONTRE: RESULTAT DE LA SIMULATION

CHAMP VISUEL PRESENTANT UN DEFICIT A 9 POINTS
(le deficit est localisé sur la même couronne
que la tache aveugle.)

LE PATIENT SE TROMPE 2 FOIS.

mode manuel
265 points presentes en 84 combinaisons,
7 combinaisons de 1 point 13 combinaisons de 2 points
22 combinaisons de 3 points 41 combinaisons de 4 points
0 mot(s) reapppris
12 reponse(s) discordante(s)
luminance de fond : 10 cd/m2

observation:
STIM. NON CARRE

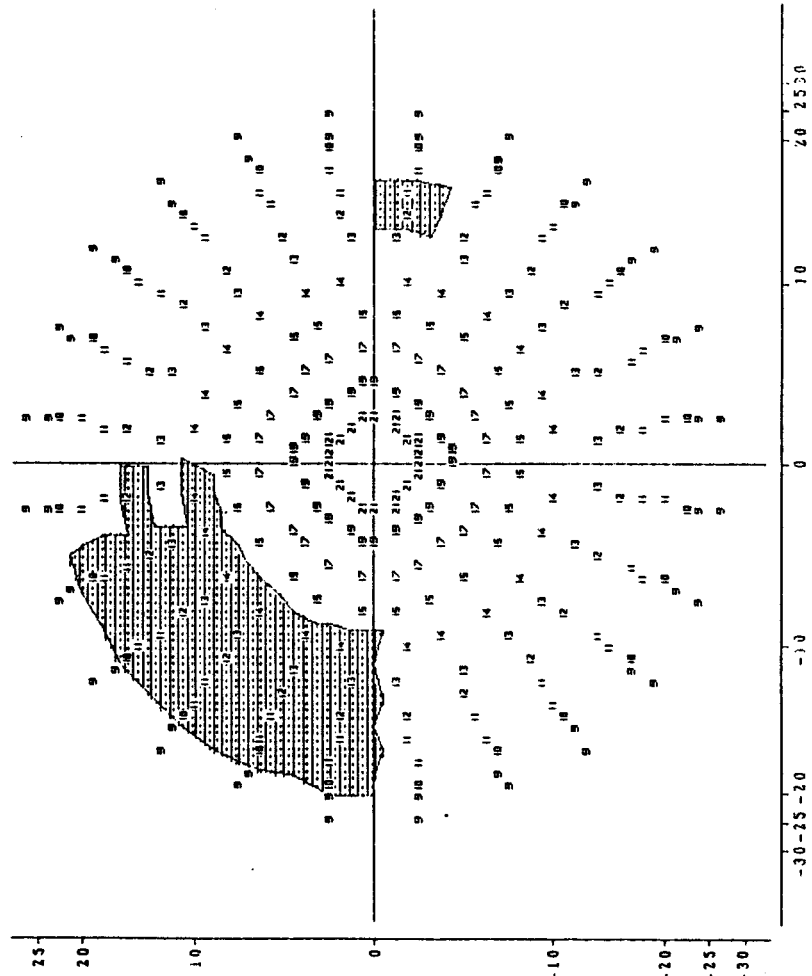


PLANCHE 16

version 23/08/86

ne(e) le :
correction :

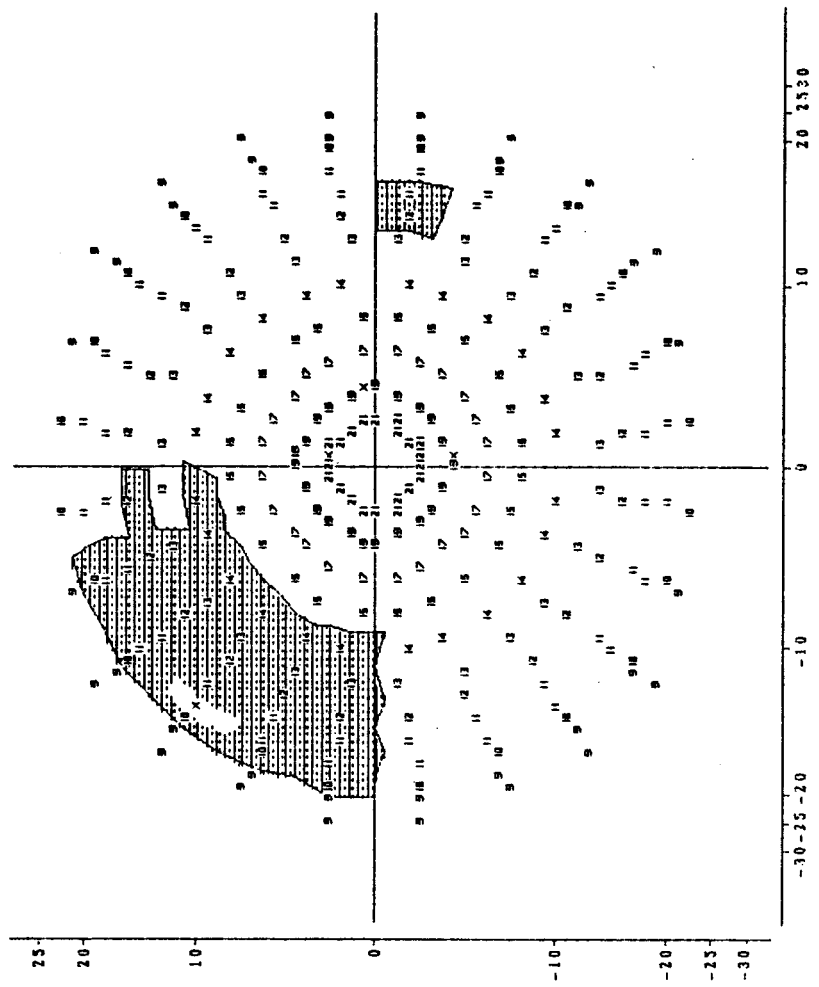
date :



CI DESSUS: AVANT SIMULATION, CI CONTRE: RESULTAT DE LA SIMULATION

CHAMP VISUEL PRESENTANT UN DEFICIT A 32 POINTS

date :



O-NBDEPI OD enreg : 2/ESSAI

mode manuel
 272 points presentes en 95 combinaisons,
 13 combinaisons de 1 point 14 combinaisons de 2 points
 39 combinaisons de 3 points 28 combinaisons de 4 points
 0 mot(s) reapprts
 31 reponses(s) discordante(s)
 luminance de fond : 10 cd/m2
 observation: AVANT
 SUTM. NON CALIBRE



3 RESULTATS

La taille, la position, la forme des déficits peuvent être jugés aberrantes pour de telles simulations. Mais elles ont pour seul but de tester la stratégie, donc de connaître la fiabilité des résultats obtenus. A cette fin, les erreurs éventuelles du patient ont été choisies pertinentes.

**** CHAMP VISUEL NORMAL ****

Si les réponses du patients ne comporte aucune erreur, l'examen comporte moins de 80 présentations. L'exemple indiqué à la planche 1 indique 51 combinaisons de 4 points pour les 78 créées au total.

Si le nombre des erreurs est prohibitif, la durée de l'examen est pénalisée par un grand nombre de combinaisons mono-point (27 dans l'exemple de la planche 2).

**** DEFICIT A DEUX POINTS ****

- En l'absence d'erreur du patient, la durée de l'examen est identique à celui d'un champ visuel normal. (planches 3 & 12)

- S'il y a une erreur, la même conclusion peut être écrite, et noter que le déficit est localisé correctement. (planches 4, 5 et 12)

- S'il y a deux erreurs placées au même niveau que le déficit à découvrir, une moyenne de 85 combinaisons s'avèrent être suffisante pour retrouver correctement l'emplacement du déficit. (planche 6)

- La limite de la stratégie est atteinte quand 3 erreurs sont placées au niveau du déficit. Seules les planches 7 et 9 respectent la localisation du déficit, bien qu'il soit agrandi. Par contre, les planches 8 et 10 indiquent des résultats erronés.

Dans ces situations, le nombre d'informations erronées apporté par les combinaisons parasites est supérieur au nombre d'informations donné par les combinaisons dont l'un des points appartient vraiment au déficit.

**** DOUBLE DEFICIT SUR LA MEME COURONE ****

La durée d'un examen reste sensiblement identique puisqu'en moyenne 85 présentations sont nécessaires pour localiser et dessiner les déficits. scotome à 4 points -planche 13-, scotome à 9 points -planche 14 & 15- Notons la bonne insensibilité aux réponses erronées qui sont prises en compte et qui viennent agrandir l'aire de l'un ou l'autre des déficits.

CONCLUSION

La durée de l'examen est insensible aux mauvaises réponses seulement si elles sont localisées sur les mêmes couronnes qu'un déficit.

Le nombre moyen des présentations est de 85 ± 10 . Il est fonction de la taille du déficit, de leurs nombres, et des mauvaises réponses.

Seuls les points non-vus isolés étant éliminés, les mauvaises réponses sont toujours prises en compte si elles peuvent venir grossir l'aire d'un scotome.

III SIMULATIONS REELLES.

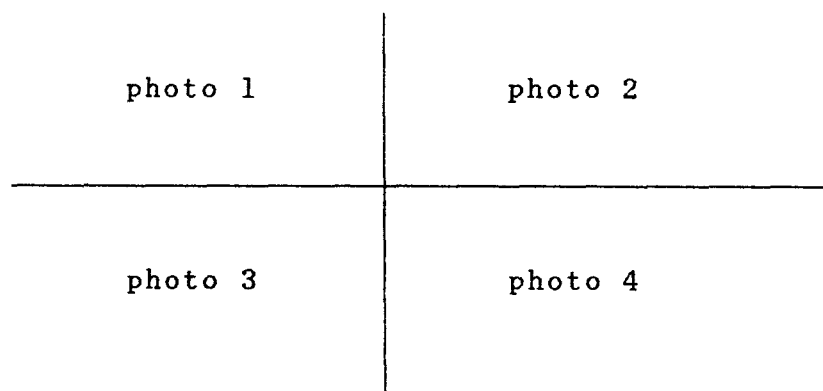
1) PRINCIPE

Des scotomes fictifs opaques sont dessinés sur l'écran du stimulateur. Une personne placée dans les conditions d'examen subit l'enchaînement des tests. En fin d'examen, une routine spéciale permet d'éclairer sur l'écran du stimulateur les points dont l'état est "non-vu".

2) PRESENTATION DES RESULTATS.

Plusieurs photos sont proposées, elles montrent l'évolution des essais.

- photo 1: emplacement du scotome fictif à découvrir avant l'examen.
- photo 2: scotome fictif avec les points trouvés non-vus en fin d'examen. Elle permet de mettre en évidence les points trouvés non vus bien qu'appartenant à une région saine de la rétine).
- photo 3: emplacement des points non vus seulement après l'examen. Elle permet d'apprécier la localisation et l'emplacement des points étiquetés non vus dans le faux scotome.
- photo 4: présentation des résultats sur l'écran de contrôle, après examen.



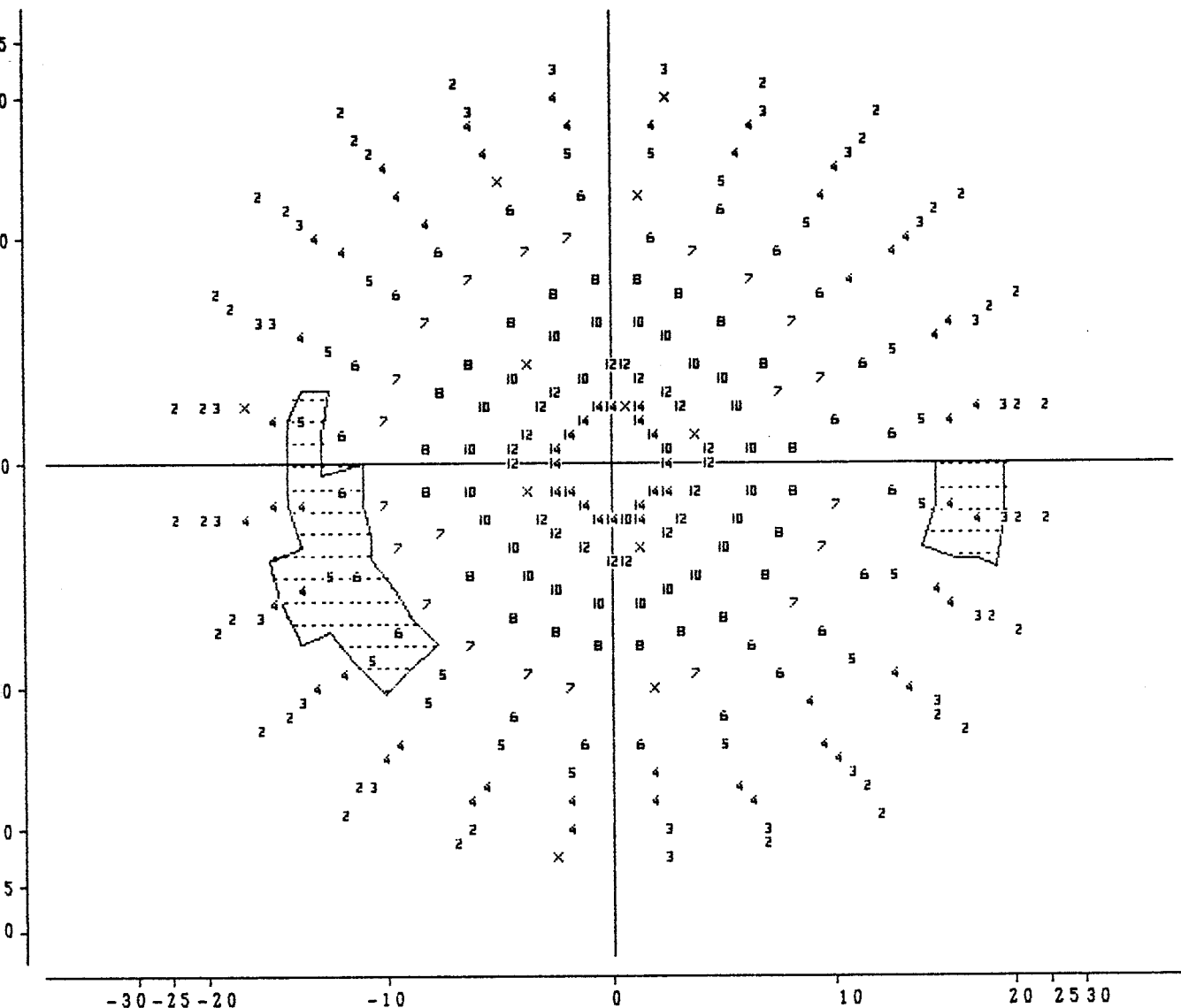
nom : essai 1

ne(e) le :

date :

correction :

O-MSDEPI



O-MSDEPI

OD

enreg : 29/blaise

2mn 58s

Mode automatique

265 points presentes en 93 combinaisons,

21 combinaisons de 1 point

13 combinaisons de 2 points

19 combinaisons de 3 points

40 combinaisons de 4 points

duree de l'apprentissage initial:0mn39s

0 mot(s) reappris

12 reponse(s) discordante(s)

luminance de fond :10 cd/m2

observation:

STIM. NON CALIBRE



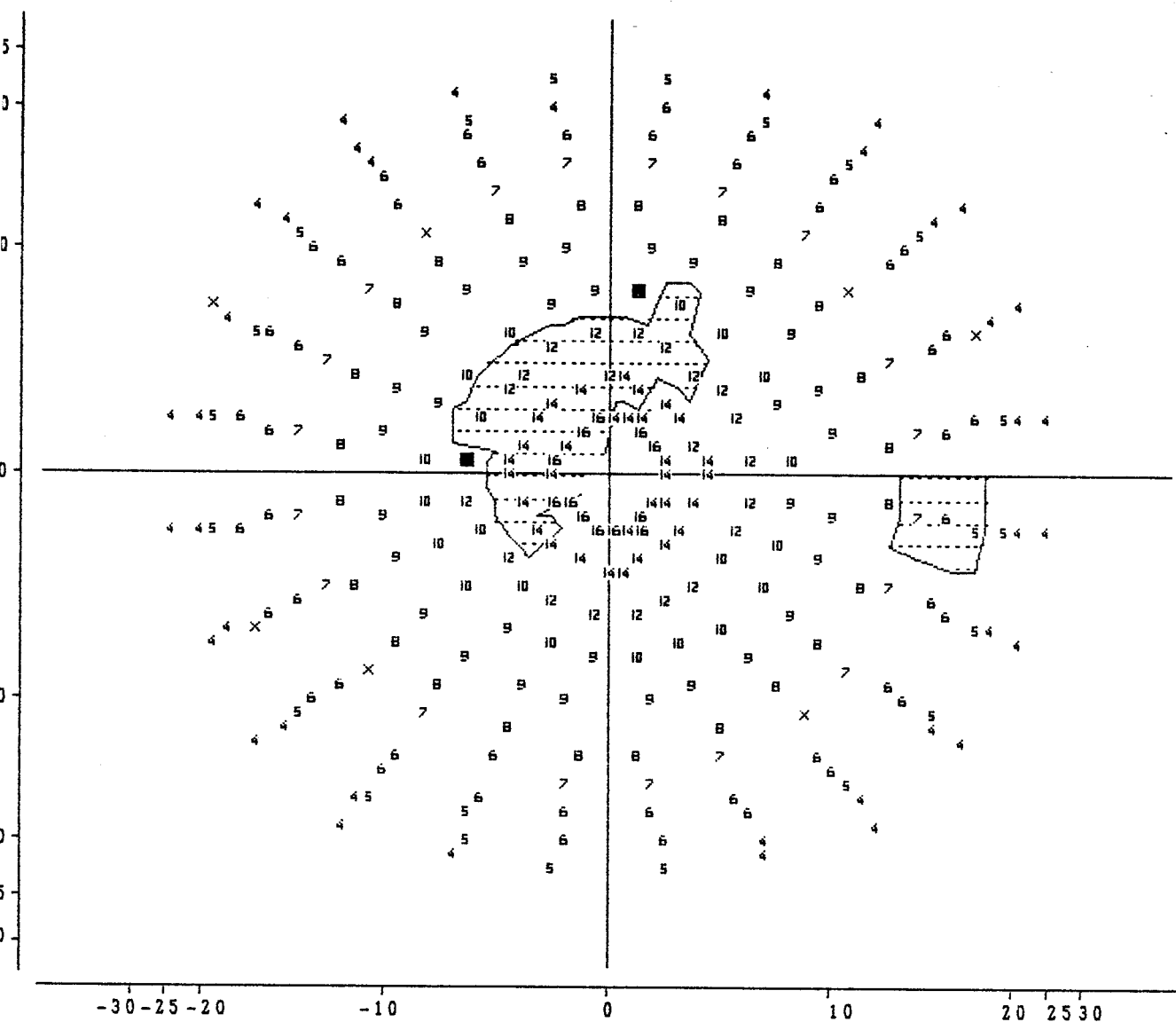
nom : essai 2

ne(e) le :

date :

correction :

O-MSDEPI



O-MSDEPI

OD

enreg : 49/blaise

Mode automatique

269 points presentes en 95 combinaisons,

14 combinaisons de 1 point

24 combinaisons de 2 points

23 combinaisons de 3 points

34 combinaisons de 4 points

duree de l'apprentissage initial:0mn32s

0 mot(s) reappris

28 reponse(s) discordante(s)

luminance de fond :10 cd/m2

observation:

STIM. NON CALIBRE



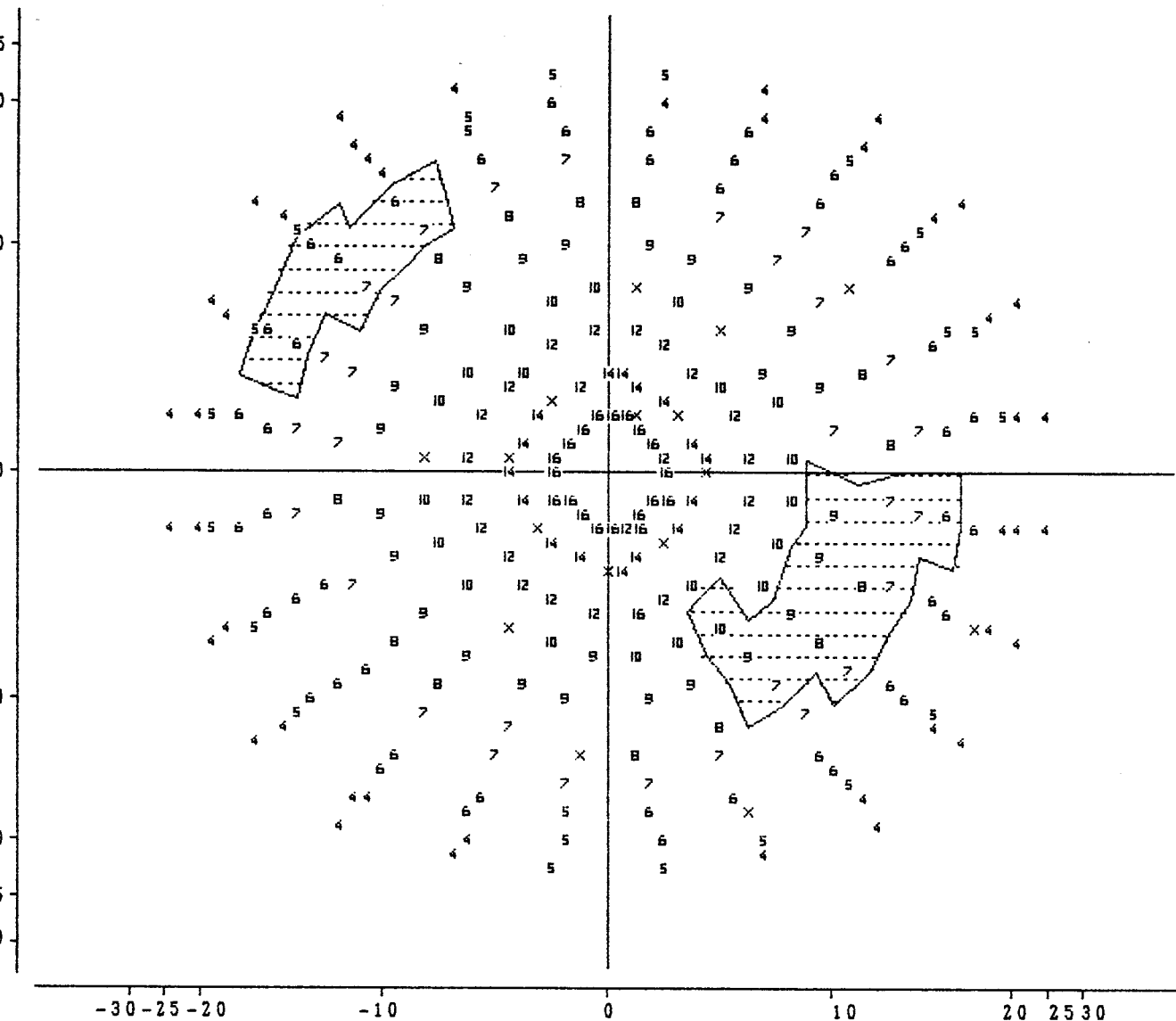
nom : essai 3

ne(e) le :

date :

correction :

O-MSDEF1



O-MSDEF1

OD

enreg : 41/blaise

3mn 36s

Mode automatique

260 points presentes en 90 combinaisons,

15 combinaisons de 1 point 15 combinaisons de 2 points

27 combinaisons de 3 points 33 combinaisons de 4 points

duree de l'apprentissage initial:0mn33s

4 mot(s) reappris , qui sont: 2 , 1 , 2 , 1 ,

20 reponse(s) discordante(s)

lumiance de fond :10 cd/m2

observation:

STIM. NON CALIBRE



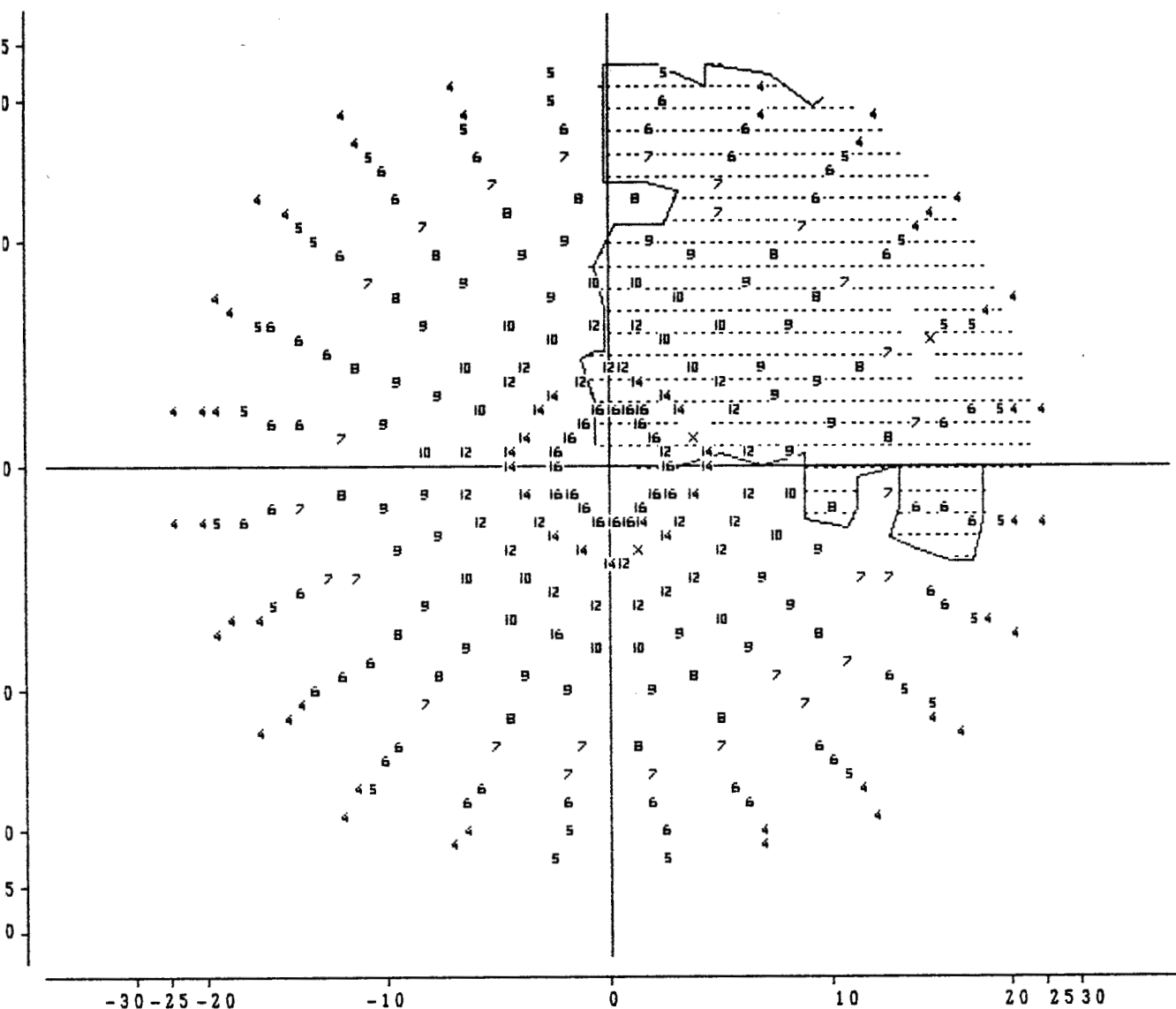
nom : essai 4

ne(e) le :

date :

correction :

O - MSDEPI



O - MSDEPI

OD

enreg : 45/blaise

3mn 22s

Mode automatique

273 points presentes en 108 combinaisons,

13 combinaisons de 1 point

41 combinaisons de 2 points

40 combinaisons de 3 points

14 combinaisons de 4 points

duree de l'apprentissage initial:0mn32s

0 mot(s) reappris

70 reponse(s) discordante(s)

luminance de fond :10 cd/m2

observation:

STIM. NON CALIBRE



3 CONCLUSION

Les essais montrent que les formes déficitaires trouvées correspondent exactement aux faux scotomes placés sur l'écran du stimulateur. Le temps global de chaque examen n'est pas prohibitif mais la personne volontaire était habituée à subir cet examen.

IV RESULTATS CLINIQUES

Seules les planches 1 et 2, représentent des résultats délivrés à l'échelle 1 par la machine, les autres ont subi une réduction volontaire.

planche 1: examen normal

planche 2: examen d'une personne ayant une cataracte. Cette personne née en 1917 n'a pas réussi à faire les examens mono-point ou cinétique

planches 3, 4 et 5 : examens réalisés sur des personnes différentes

planche 6: examens réalisés sur la même personne avec et sans correction. L'adaptation du modèle fait que les luminances des points ayant la même excentricité sont différentes d'un examen à l'autre.

planche 7 et 8: comparaisons de notre examen avec une méthode mono-point implantée dans le "moniteur ophtalmologique". Ces examens sont réalisés dans les mêmes conditions.

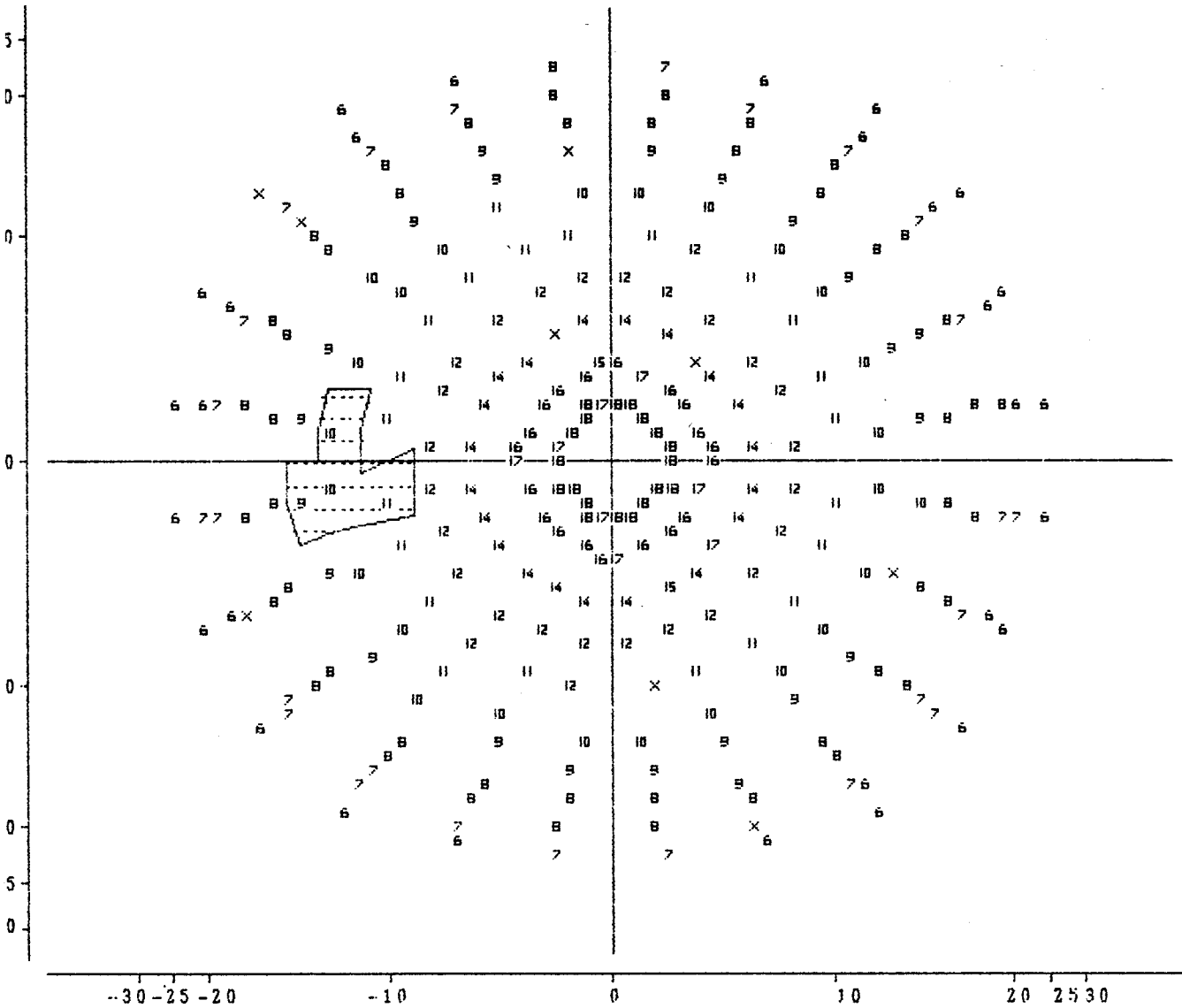
nom :

na(e) le :

date : 07.10.86

correction :

O - MSDEFI



O - MSDEFI

OG

enreg : 46/MED 5)

2mn 35s

Mode automatique

267 points presentes en 90 combinaisons,

20 combinaisons de 1 point

10 combinaisons de 2 points

14 combinaisons de 3 points

46 combinaisons de 4 points

duree de l'apprentissage initial: 0mn41s

0 mot(s) reappris

4 reponse(s) discordante(s)

luminance de fond : 10 cd/m2

observation:

STIM. NON CALIBRE



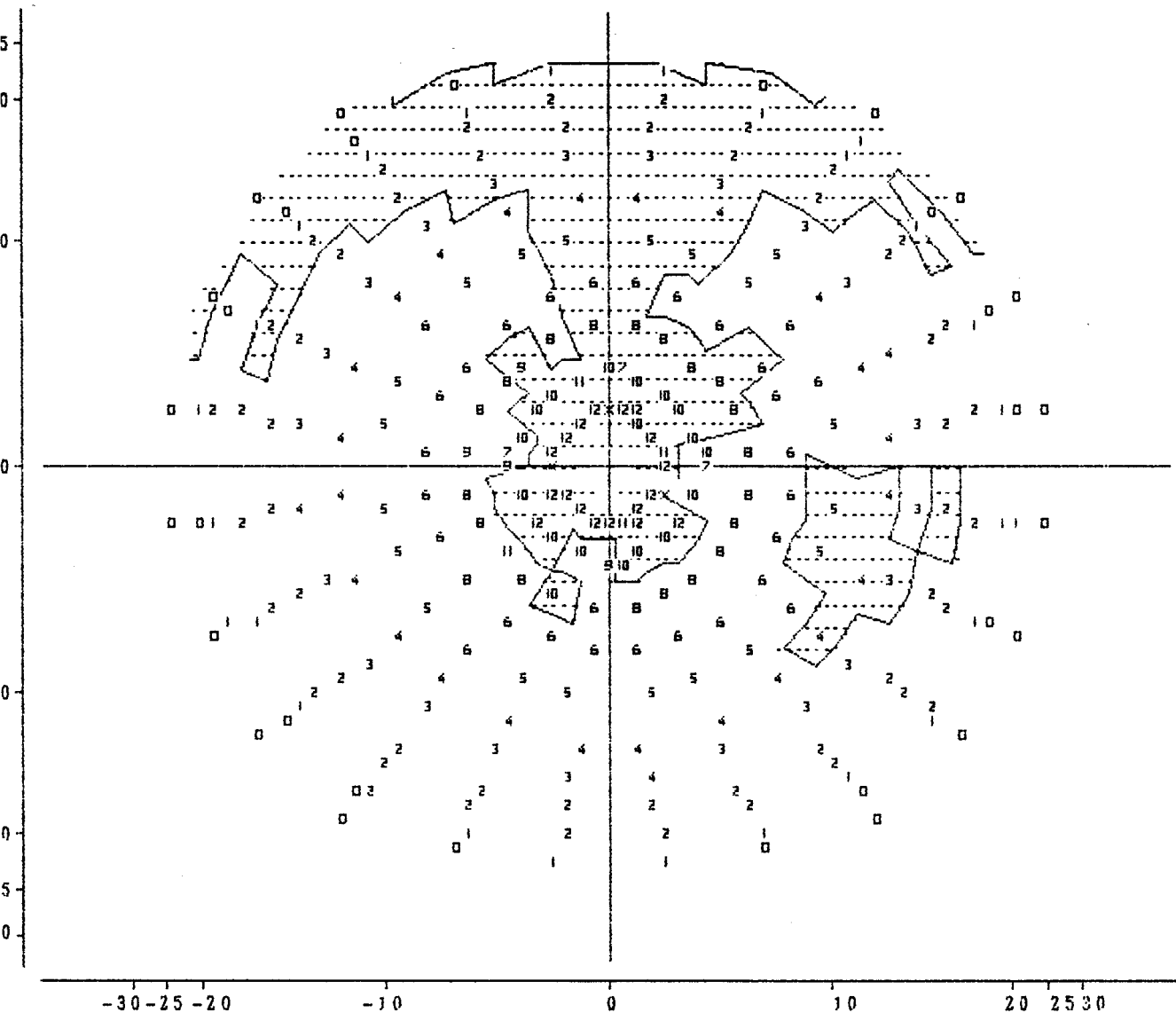
version 23/08/86

nom :

ne(e) le : 15 05 17

date : 02 10 86

correction : PORTEE



O - MSDEPI

OD

enreg : 192/ms

6mn 7s

Mode automatique

276 points presentes en 119 combinaisons.

38 combinaisons de 1 point 29 combinaisons de 2 points

29 combinaisons de 3 points 23 combinaisons de 4 points

duree de l'apprentissage initial: 0mn51s

0 mot(s) reappris

71 reponse(s) discordante(s)

luminance de fond : 10 cd/m2

observation:

STIM. NON CALIERE



version 23/08/86

PLANCHE 2

page 126

nom :

na(e) le : 21 10= 45

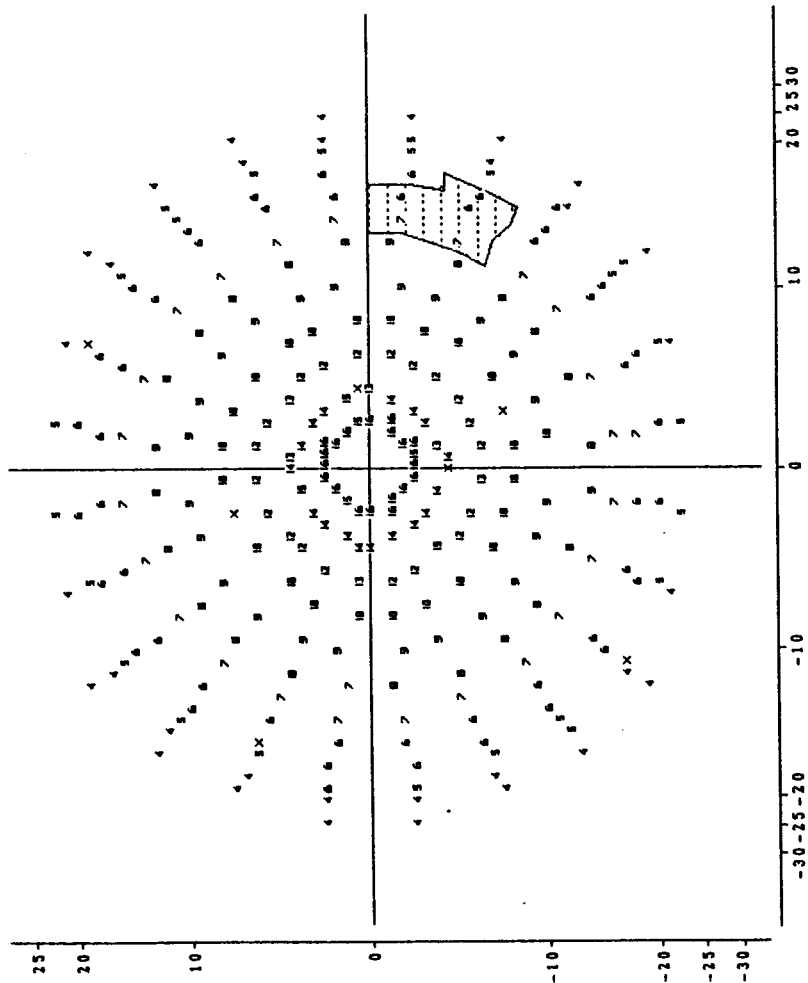
date : 9 OCT 86

na(e) le : 27 05 61

date : 7 10 86

correction : SC

correction : SC



0 - MSDEPI OD enreg : 230/ms 4mn 40s

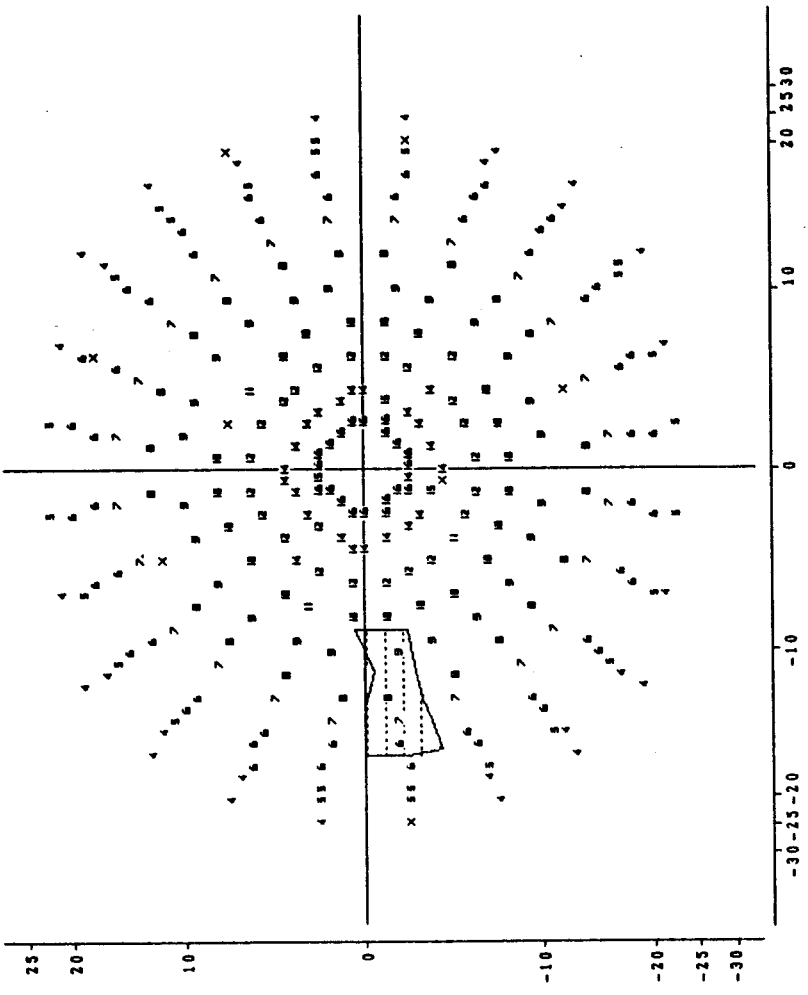
Mode automatique
 269 points presentes en 91 combinaisons,
 17 combinaisons de 1 point
 9 combinaisons de 2 points
 28 combinaisons de 3 points
 37 combinaisons de 4 points
 duree de l'apprentissage initial: 0mn35s
 12 mot(s) reappris, qui sont: 5, 2, 5, 2, 5, 2, 5, 2, 5, 2,
 2, 1,
 7 reponse(s) discordante(s)
 luminance de fond : 10 cd/m2

observation:
 STIM. NON CALIBRE

PLANCHE 3



version 23/08/86



0 - MSDEPI OC enreg : 218/ms 3mn 26s

Mode automatique
 268 points presentes en 80 combinaisons,
 7 combinaisons de 1 point
 8 combinaisons de 2 points
 17 combinaisons de 3 points
 48 combinaisons de 4 points
 6 mot(s) reappris, qui sont: 4, 3, 1, 0, 0, 2,
 4 reponse(s) discordante(s)
 luminance de fond : 10 cd/m2

observation:
 STIM. NON CALIBRE

version 23/08/86

nom :

ne(e) le : 04 04 47

correction : PORTEE

date : 13 10 86

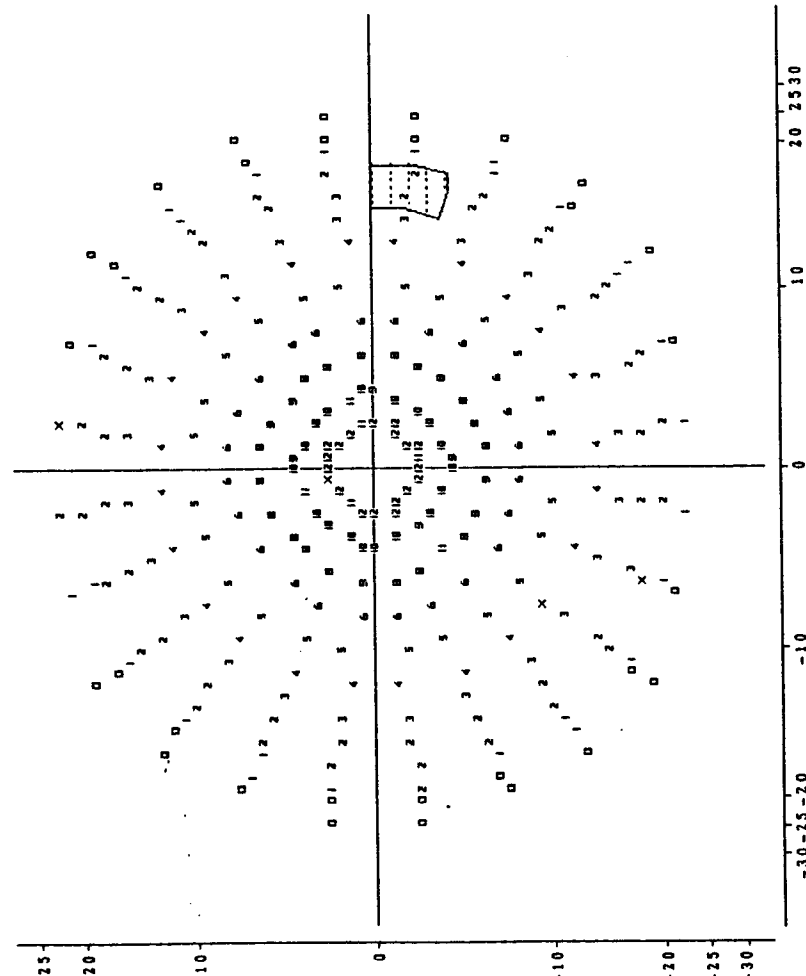
date : 9.10.1986

O-MSDEPI

nom :

ne(e) le :

correction :



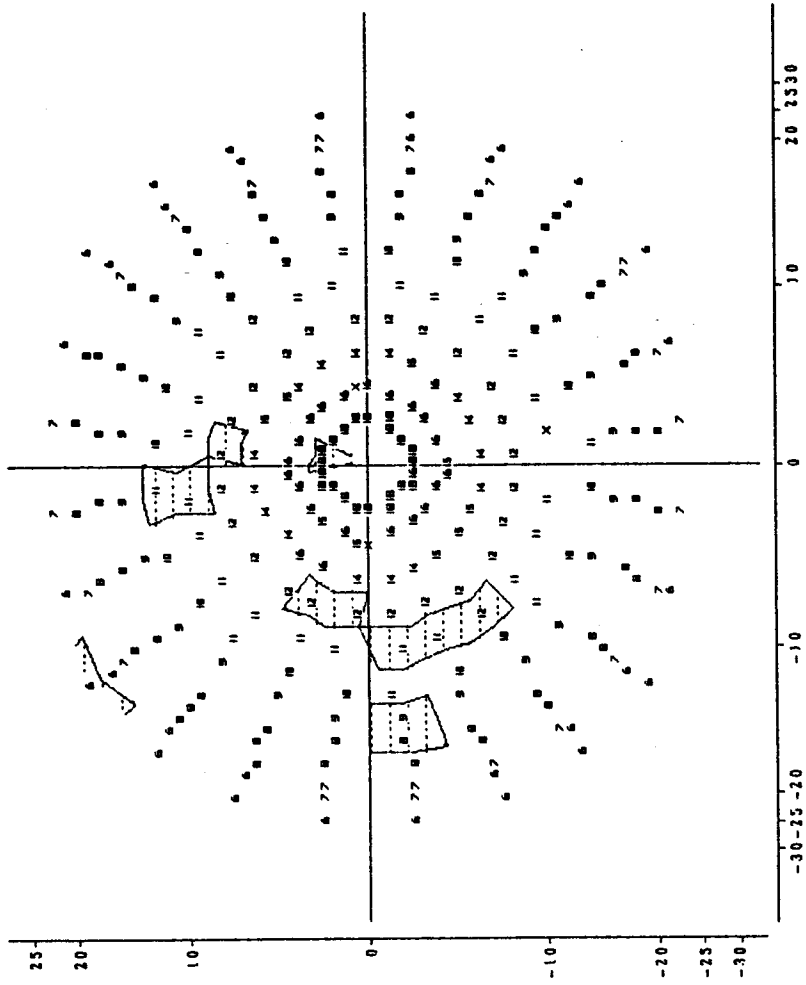
O-MSDEPI OD enreg : 235/ms 3an 35s

Mode automatique
 272 points presentes en 87 combinaisons,
 7 combinaisons de 1 point 14 combinaisons de 2 points
 28 combinaisons de 3 points 38 combinaisons de 4 points
 duree de l'apprentissage initial:0mn35s
 6 mot(s) reappris , qui sont: 3 , 4 , 0 , 2 , 4 , 1 ,
 5 reponse(s) discordante(s)
 luminance de fond :10 cd/m2
 observation:

STIM. NON CALIBRE



version 23/08/86



O-MSDEPI OG 3an 10s

Mode automatique
 273 points presentes en 82 combinaisons,
 9 combinaisons de 1 point 8 combinaisons de 2 points
 14 combinaisons de 3 points 51 combinaisons de 4 points
 duree de l'apprentissage initial:0mn33s
 0 mot(s) reappris
 10 reponse(s) discordante(s)
 luminance de fond :10 cd/m2
 observation: ESSA(S)

STIM. NON CALIBRE

version 23/08/86

nom :

ne(e) le : 21 10 57

date : 6 OCT 86

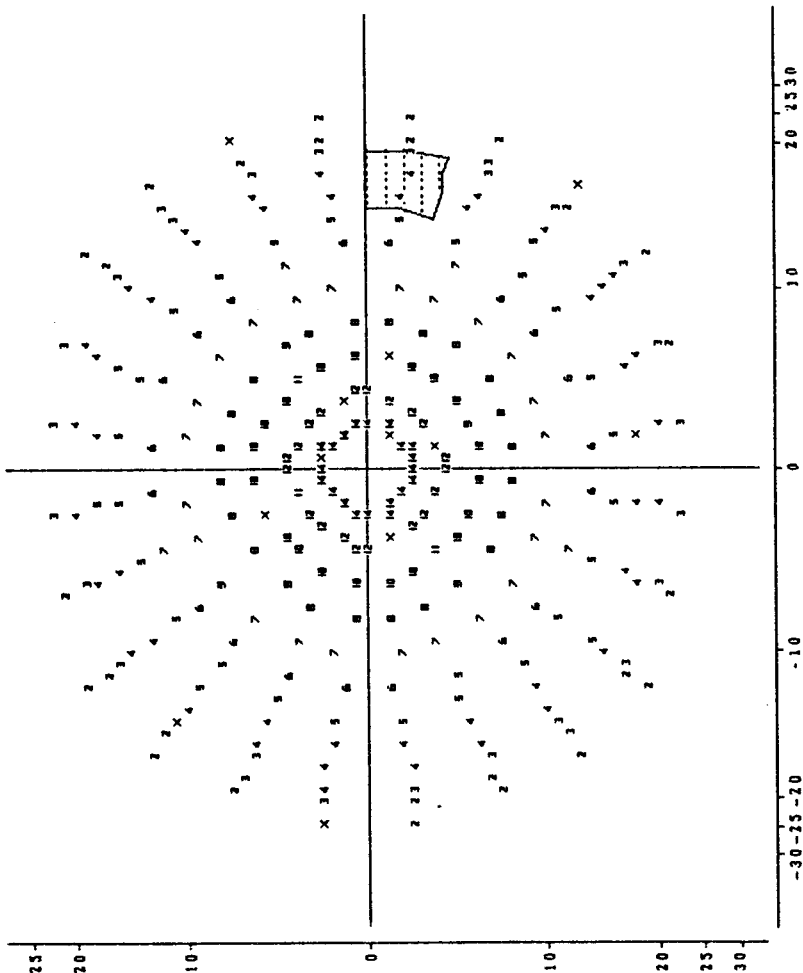
correction : SC

nom :

ne(e) le : 21 10 57

date : 6 OCT 86

correction : SC



O - MSDEPI OD enreg : 27/MED 51 2an 245

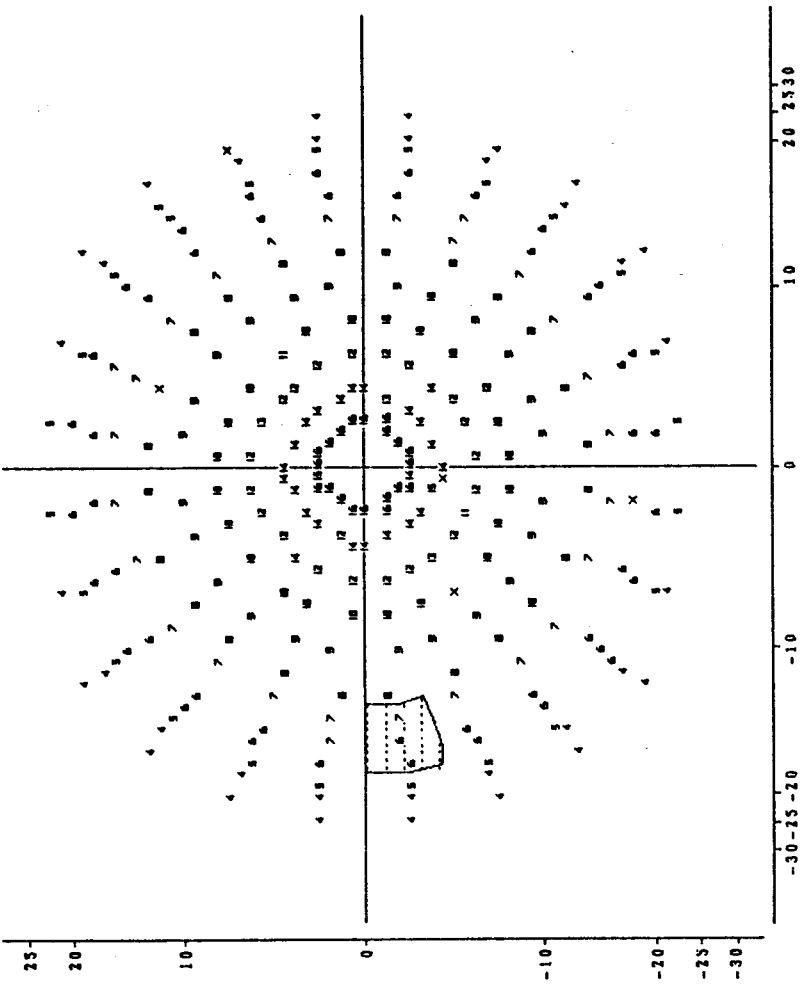
Mode automatique
 264 points presentes en 01 combinaisons,
 6 combinaisons de 1 point 9 combinaisons de 2 points
 25 combinaisons de 3 points 4) combinaisons de 4 points
 duree de l'apprentissage initial: 0mn40s
 0 mot(s) reappris
 3 reponse(s) discordante(s)
 luminance de fond : 10 cd/m2
 observation:

STIM. NON CALIBRE

version 23/08/86



PLANCHE 55



O - MSDEPI OC enreg : 31/MED 51 3an 365

Mode automatique
 271 points presentes en 0) combinaisons,
 5 combinaisons de 1 point 19 combinaisons de 2 points
 14 combinaisons de 3 points 49 combinaisons de 4 points
 2 mot(s) reappris , qui sont: 1 , 0 ,
 3 reponse(s) discordante(s)
 luminance de fond : 10 cd/m2
 observation:

STIM. NON CALIBRE

version 23/08/86

nom :

date : 07.10.86

0 - MSDEPI

nom :

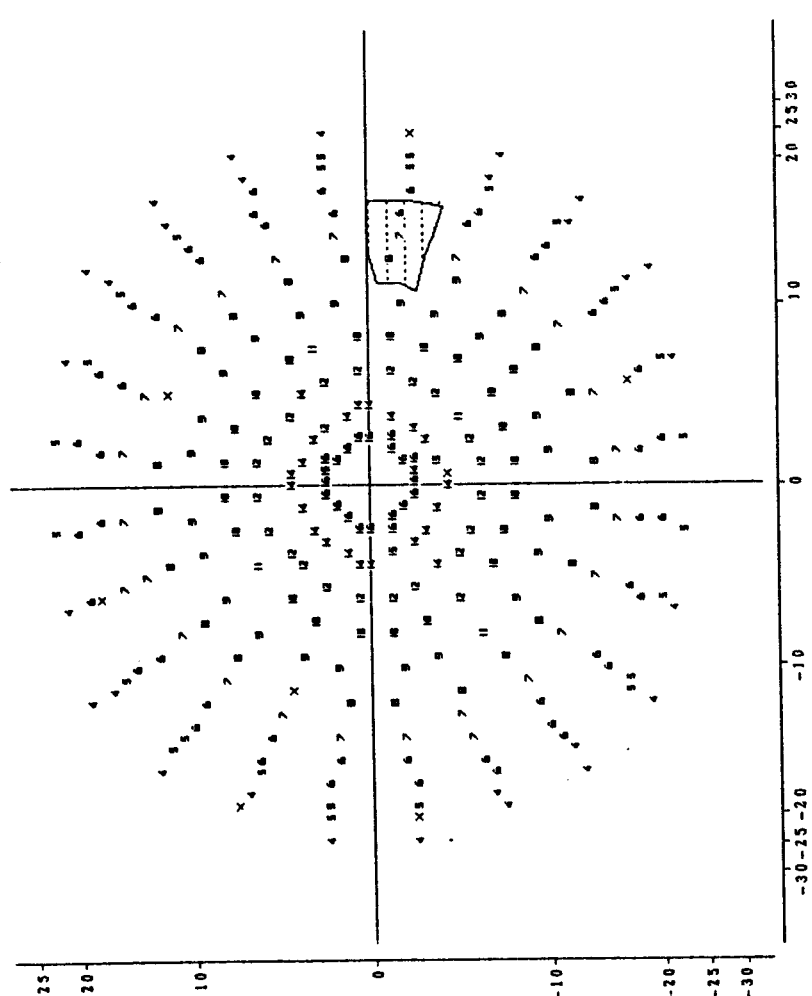
date : 07.10.86

0 - MSDEPI

nom :

date : 9.10.1986

0 - MSDEPI

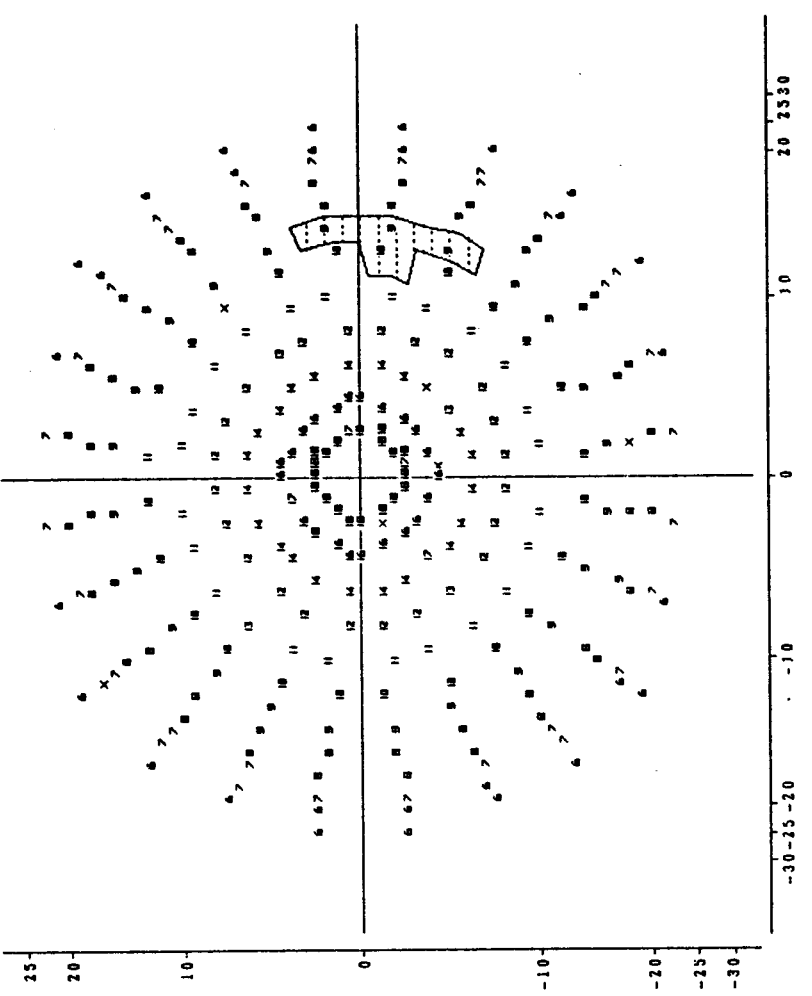


0 - MSDEPI OD 3mn 31s

Mode automatique
 260 points presentes en 79 combinaisons,
 6 combinaisons de 1 point 8 combinaisons de 2 points
 16 combinaisons de 3 points 49 combinaisons de 4 points
 4 mot(s) reapppris, qui sont: 2, 1, 3, 2,
 3 reponse(s) discordante(s)
 luminance de fond : 10 cd/m2
 observation:

STIM. NON CALIBRE

version 23/00/86



0 - MSDEPI OD 3mn 3s

Mode automatique
 269 points presentes en 82 combinaisons,
 3 combinaisons de 1 point 10 combinaisons de 2 points
 22 combinaisons de 3 points 44 combinaisons de 4 points
 duree de l'apprentissage initial: 0mn33s
 2 mot(s) reapppris, qui sont: 3, 2,
 8 reponse(s) discordante(s)
 luminance de fond : 10 cd/m2
 observation:

STIM. NON CALIBRE

version 23/00/86

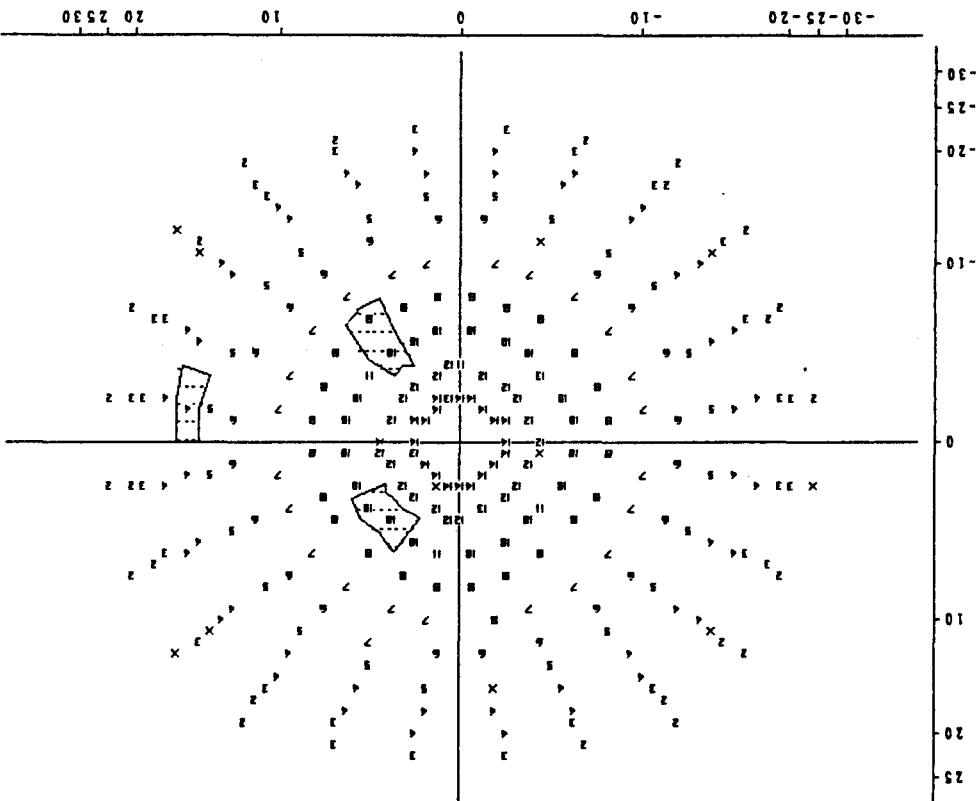


version 23/08/86

Mode automatique
 264 points presentes en 73 combinaisons,
 4 combinaisons de 2 points
 3 combinaisons de 3 points
 12 combinaisons de 4 points
 54 combinaisons de 4 points
 duree de l'apprentissage initial: 0mn36s
 2 mots(s) reappris, qui sont: 4, 3,
 5 reponses(s) discordantes)
 lumiance de fond: 10 cd/m2
 observation:

STIM. NON CALIBRE

0-MSDEFI OD entree : 226/ms 3mn 6s



correction : PORTEE

no(e) la : 07 08 59

date : 9 OCT 86

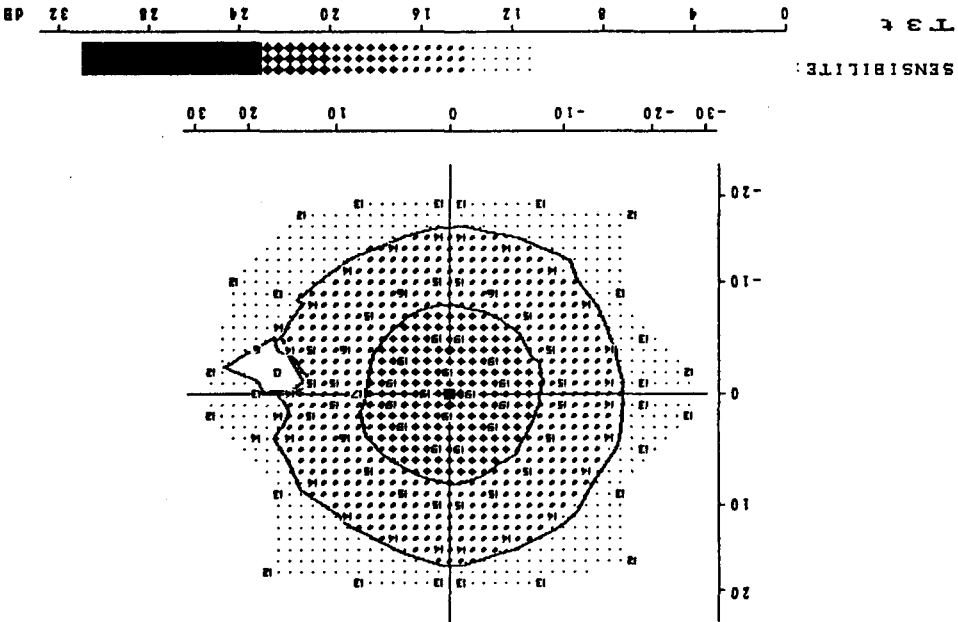
nom :

version 29/9/86

Nbre total de points: 94
 Nbre de mesures valides: 94
 Pertes de fixation: 8/10
 Pertes d'attention: 1/9
 Niveau de base: +0dB
 observation:

STIM. NON CALIBRE

1-SUPRACEN OD entree : 225/ms 3mn 6s



correction : PORTEE

no(e) la : 07 08 59

date : 9 OCT 86

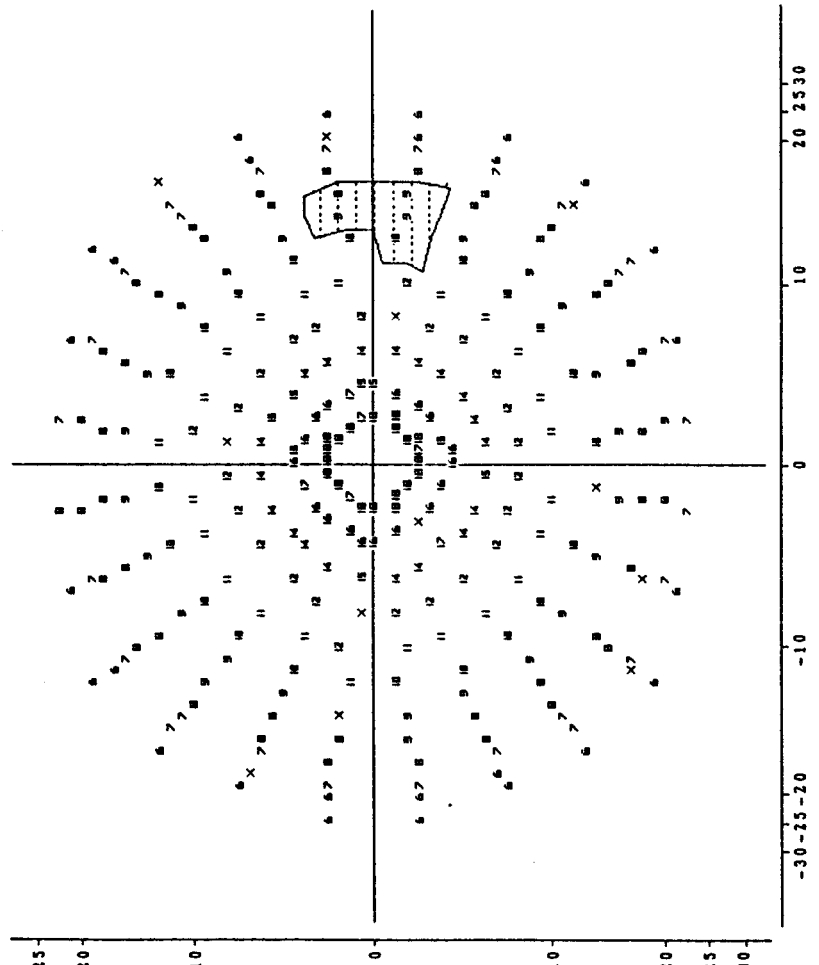
nom :

nom : 20522

ne(e) le : 27 05 61

date : 7 10 86

correction : SC



0-MSDEFI OD enreg : 214/ms 3an 19s

Mode automatique
 264 points presentes en 86 combinaisons,
 10 combinaisons de 1 point 13 combinaisons de 2 points
 26 combinaisons de 3 points 37 combinaisons de 4 points
 duree de l'apprentissage initial: 0mn35s
 0 mot(s) reappris
 7 reponse(s) discordante(s)
 luminance de fond : 10 cd/m2
 observation:
 STIM. NON CALIBRE



version 23/08/86

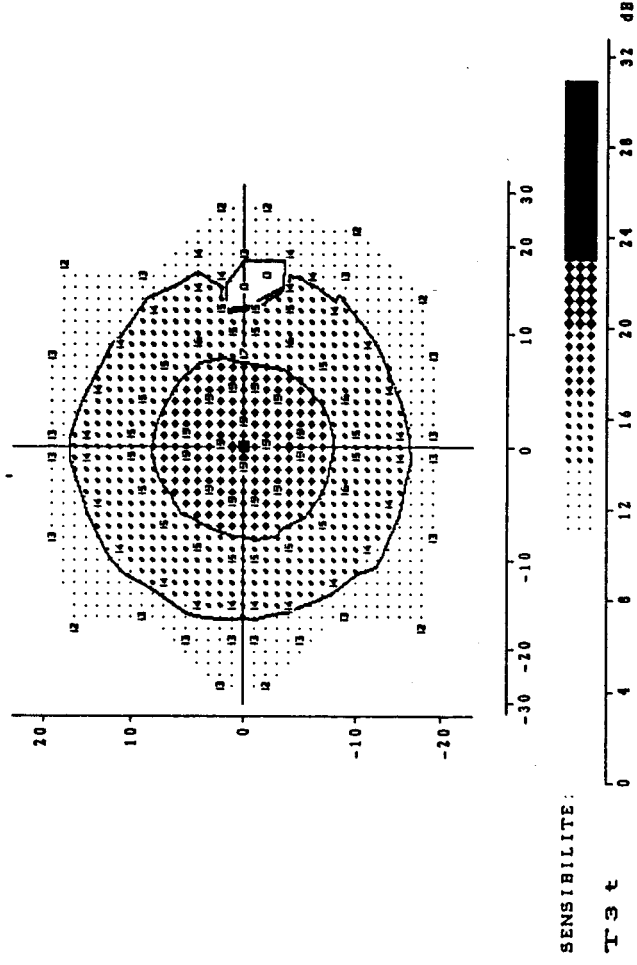
PLANCHE 8

nom :

ne(e) le : 27 05 61

date : 7 10 86

correction : SC



SENSIBILITE:

T3 t

1-SUPRACEN OD enreg : 222/ms 5an 38s

Nbre total de points: 94
 Nbre de mesures validees: 94
 Pertes de fixation: 0/9
 Pertes d'attention: 0/9
 Niveau de base: +0dB
 observation:
 STIM. NON CALIBRE

version 29/9/86

CONCLUSION GENERALE

I_BILAN

Les stratégies adoptées pour notre appareil permettent d'envisager un examen de dépistage des déficits du champ visuel central entièrement automatisé, comprenant plus de 260 points dans les 25° du champ visuel pour une durée moyenne d'examen de 3,30 minutes.

- Les présentations sont toutes faites à un niveau supraliminaire adapté à la courbe de la sensibilité de l'oeil du patient.

- Le principe qui est de rendre adaptatif la génération des combinaisons et l'étiquetage des points, apporte deux avantages:

* les déficits sont décelés fiablement quelque soient leurs tailles pour un nombre moyen de présentations inférieur ou égal à 85 combinaisons pour des sujets qui ne font pratiquement pas d'erreur d'inattention.

* le maximum de combinaisons créées sont réellement centrées sur la fovéa.

- Le traitement des données du terminal vocal permet de faire une acquisition sûre de la réponse du patient, quelque soit la personne, condition nécessaire pour éviter toute redondance des présentations.

L'automatisation de l'acquisition des réponses du patient, donc de l'examen, a pu être envisagée en établissant un catalogue des causes d'erreurs délivrées par l'appareil de reconnaissance vocale. L'automatisation de la procédure d'examen a été réelle dès que nous avons interdit tout bouclage des programmes qui effectuent le traitement de ces erreurs. A cette fin, plusieurs solutions ont dû être prévues pour chaque erreur cataloguée.

II AVANTAGES APPORTES PAR L'AUTOMATISATION

1) L'automatisation permet d'éviter les interventions de l'opérateur pendant l'examen, d'assurer des cadences de présentations qui suivent les réponses du patient, donc de réaliser un examen portant sur un grand nombre de points pour une durée minimale.

2) L'intervention orale de l'appareil auprès du patient non averti agit sur son attitude. Les messages énoncés de manière automatisée apportent en effet une appréhension chez certaines personnes qui les forcent à se concentrer davantage pendant l'examen.

3) Plusieurs patients après avoir subi un examen du champ visuel par la méthode mono-point puis par la méthode des multi-stimuli, avouent que le fait d'annoncer le nombre de points les amènent à "participer" pendant l'examen rendant ce dernier moins monotone.

III AMELIORATIONS A APPORTER

1) Contrôle de la fixation du regard

Actuellement, aucun contrôle de la fixation du regard n'est effectué en cours d'examen, mais il peut être facilement mis en oeuvre par des présentations de combinaisons dont l'un des points est dans la tache aveugle. Avant de l'envisager, nous devons savoir si le contrôle doit être simplement passif, en indiquant le nombre de pertes de fixations ou bien si au contraire, il doit être actif? Dans ce dernier cas, le patient serait invité à bien fixer dès qu'une perte de fixation serait constatée.

Pour effectuer ce contrôle, deux possibilités s'offrent à nous:

- on associe ce point à une combinaison de points dont les états vus ou non-vus sont connus (combinaison supplémentaire), ou bien
- on incère ce point dans une combinaison qui vient d'être créée. (pas de perte de temps).

A notre avis, un contrôle actif serait souhaitable et réalisable par l'usage de l'appareil de synthèse vocale, mais en préférant des combinaisons redondantes pour simplifier la gestion du contrôle des pertes de fixation.

Conclusion Générale

Avant d'implanter définitivement une telle procédure, plusieurs essais sont nécessaires pour vérifier la diminution réelle des pertes de fixation et s'assurer qu'une telle procédure n'amène pas d'autres rejets qu'ils faudrait aussi contrôler.

2) Retester les petits scotomes

La définition minimale de notre examen est un déficit comprenant deux points adjacents. Si le patient se trompe ($Re < Co$) pour deux combinaisons différentes présentant deux points adjacents, un déficit sera mis en évidence et localisé en ces deux points alors que dans la réalité il n'en est rien.

Pour que l'examen soit fiable, le taux de faux positifs doit être faible et des essais en cours doivent permettre son évaluation. Dans le cas où ce taux serait jugé excessif il serait sans doute souhaitable de tester un point dans les petits scotomes décelés mais avant, une étude doit permettre:

- de déterminer la (les) cause(s) de ces excès (travail statistique...),
- de vérifier que les zones déficitaires trouvées ne sont pas dues à un mauvais étalonnage de la courbe des sensibilités appelée "modèle" dans le chapitre V (recherche d'un autre modèle mieux adapté),
- de donner les conditions pour lesquelles on doit retester les déficits (taille minimale des scotomes à retester, leurs localisations...).

Cette idée n'a donc pas encore été mise en application dans notre étude. D'une part, nous avons pris pour principe de ne faire jamais de redondance (contrainte du temps d'examen) et d'autre part, nous ne connaissons pas la valeur du taux de faux positifs.

3) La communication homme/machine

S'il est vrai qu'un examen dure en moyenne 3,30 minutes, il est possible que ce temps soit porté exceptionnellement à 6 minutes. Ces excès sont dûs aux nombreuses interventions de la machine auprès du patient pour réaliser une acquisition correcte, cela pour plusieurs présentations. Néanmoins notons que le traitement adopté permet de réaliser la grande majorité des examens en mode automatique.

Pour diminuer le nombre de ces interventions des améliorations peuvent être apportées

- la première, est d'intégrer à court terme un appareil de synthèse vocale imitant parfaitement la voix humaine afin de ne plus avoir de rejets dûs à l'incompréhension des messages oraux.

- la seconde, moins indispensable, est soit de concevoir un nouvel appareil de reconnaissance vocale adapté à notre application qui est de reconnaître seulement les chiffres 0,1,2,3,4,5 , soit de rester à l'écoute de l'évolution des technologies et des performances des nouveaux appareils commercialisés afin de choisir un appareil plus performant et plus souple d'utilisation.

IV CONCLUSION

Notre appareil, au stade du proto-type, est actuellement en service au CHR de LILLE. Les essais indiquent que l'automatisation rend possible la présentation de quelques 276 points pour 3,30 mn environ grâce à l'utilisation d'un terminal vocal monolocuteur avec phase d'apprentissage.

<p>ANNEXE I</p> <p>DETERMINATION DU VOISINAGE</p>

La création d'une combinaison (détermination d'un pivot), et la procédure d'étiquetage nécessitent la connaissance d'informations prises dans un voisinage correspondant à une fenêtre 3x3 centrée sur le point étudié. Nous proposons une méthode qui, à partir de la seule connaissance du numéro de point central de cette fenêtre permet de déterminer simplement l'ensemble des autres points composant le voisinage.

1) NORMALISATION

Si nous plaçons un observateur (figure 1) à l'extérieur de la grille, faisant face au point étudié, localisé dans la "i"ème couronne et portant le numéro "n", il verra dans cette même couronne un point à droite et un point à gauche. Nous baptisons "voisin de gauche", le point vu par cet observateur à gauche, et "voisin de droite" le point vu à droite.

Pour un point "n" quelconque de la grille, on peut définir toujours de la même façon, les 9 points composant chaque fenêtre, indépendamment du numéro du point.

- Pt 1, voisin de droite du point n
- Pt 2, voisin de gauche du point n
- Pt 3, voisin du point n, couronne supérieure.
- Pt 4, voisin de droite du point Pt 3
- Pt 5, voisin de droite du point Pt 3
- Pt 6, voisin du point n, couronne inférieure.
- Pt 7, voisin de droite du point Pt 6
- Pt 8, voisin de droite du point Pt 6

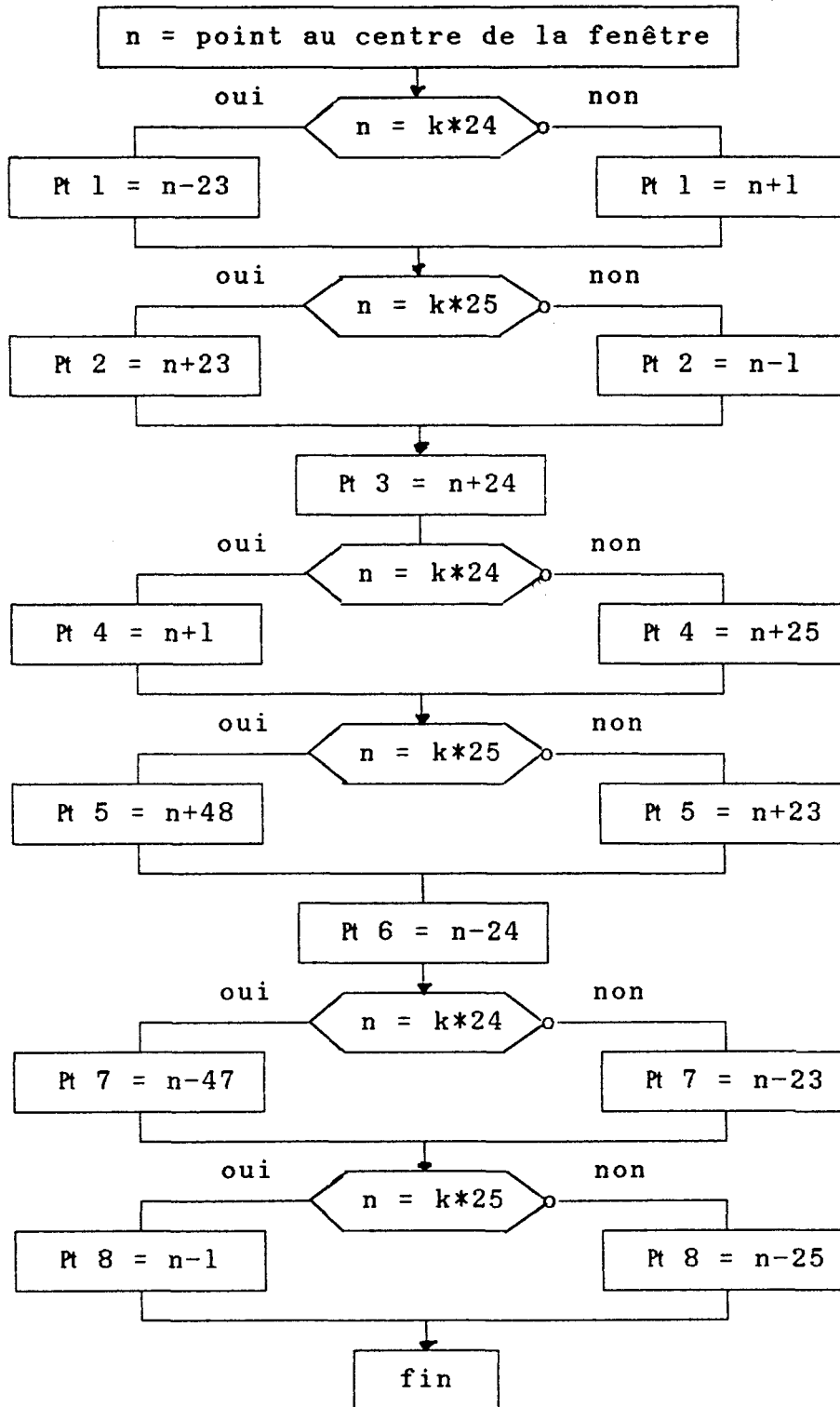
Soit VOIS l'ensemble regroupant ces points. Il s'écrit:

VOIS = { n, Pt 1, Pt 2, Pt 3, Pt 4, Pt 5, Pt 6, Pt 7, Pt 8 }

avec bien entendu les remarques suivantes;

- $Pt \mu = 0$ si $Pt \mu \geq 289$ ou $Pt \mu \leq 0$
car les points sont hors grille
($\mu = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$)

- les points numéros: 246, 247, 258, 259, 269, 270, 271, 272, 281, 282, 283, 284 ne sont jamais visualisés car ils sont situés en dehors de l'écran (cf. chapitre II).

2) CALCUL DES POINTS.

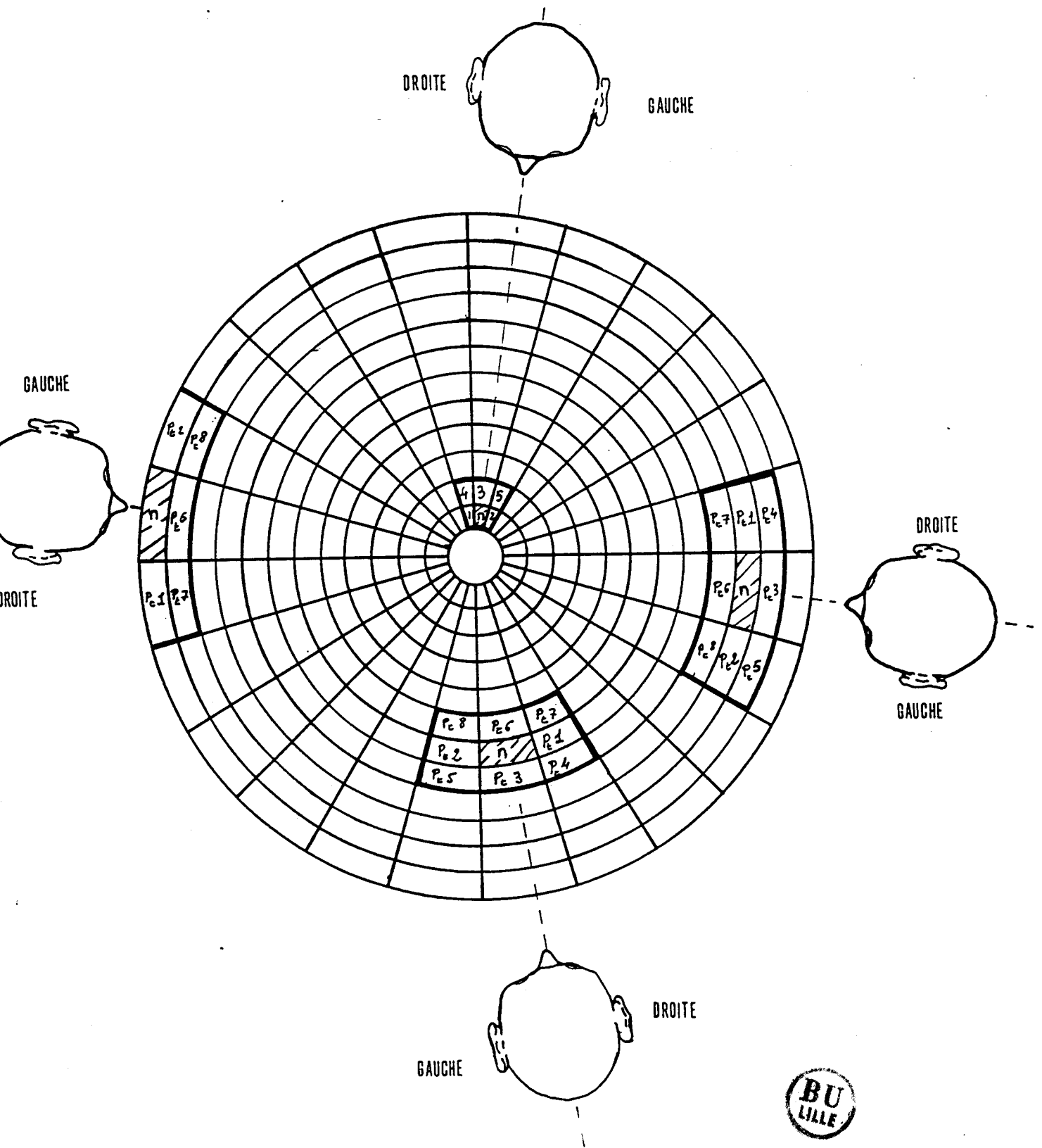


figure 1



ANNEXE II PRESENTATION DES RESULTATS

La procédure d'examen étant automatisée, nous devons responsabiliser l'opérateur quant à la surveillance du bon déroulement de l'examen. Il doit donc être informé après chaque présentation en actualisant une carte du champ visuel. Ces programmes sont repris pour présenter les résultats finaux sur imprimante.

I VISUALISATION DES ETATS DES POINTS

Générer un affichage de l'ensemble des points de la grille sur l'écran de contrôle, qui permet une lecture rapide et facile de l'évolution de l'examen, implique de tenir compte:

- des différents états que peuvent prendre l'ensemble de ces points avant, pendant, et après leurs présentations et des normes déjà adoptées pour les autres examens. Ces paramètres sont déterminants pour le choix des formes et des symboles.
- des dimensions de l'écran de contrôle, et du nombre de points à afficher. Ces autres paramètres déterminent la taille des symboles.

1) CHOIX DE LA REPRESENTATION.

	écran de controle	imprimante
états transitoires		
point jamais visualisé	point vert	-
point en cours de visualisation	pavé bleu	-
point présenté non étiqueté	pavé vert	-
états finaux		
point vu	pavé blanc	valeur de luminance.
point non-vu	cellule rouge	cellule grisée.
point jamais présenté	point vert	croix
point présenté non étiqueté	pavé vert	pavé

Par "pavé", on entend un carré constitué de 3 points de coté et par "cellule", le domaine représentatif d'un point dans la grille, soit $1/24$ ème de couronne.

II REPRESENTATION D'UNE CELLULE UNITE

Nous devons dessiner une cellule élémentaire correspondant au domaine qu'occupe n'importe quel point de la grille. Soit $1/24$ ième de couronne dont les dimensions et l'aire sont fonction de l'excentricité du point symbolisé et de l'échelle adoptée. Dans notre application, les représentations sur écran de contrôle ou sur papier sont faites suivant une échelle logarithmique.

1) CONTOUR D'UNE CELLULE.

L'emploi des fonctions circulaires permet de mettre facilement en équations l'expression du contour d'une cellule quelconque afin de la peindre pour la visualiser.

Nous définissons dans l'annexe I, l'ensemble VOIS comme étant l'ensemble ordonné des éléments du voisinage d'un point quelconque dans la grille. Si "A" est un point à dessiner, l'ensemble VOIS associé s'écrit:

$$\text{VOIS} = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I\}$$

Les coordonnées des points de l'ensemble VOIS peuvent s'écrire au moyen des coordonnées polaires (cf figure 1), et ce quelque soit la position des points dans la grille.

A	R	D	Re	G	Ri	avec α, β, Γ en radians et R, Ri, Re en unités de longueur.
	β		β		β	
B	R	E	Re	H	Ri	
	Γ		Γ		Γ	
C	R	F	Re	I	Ri	
	α		α		α	

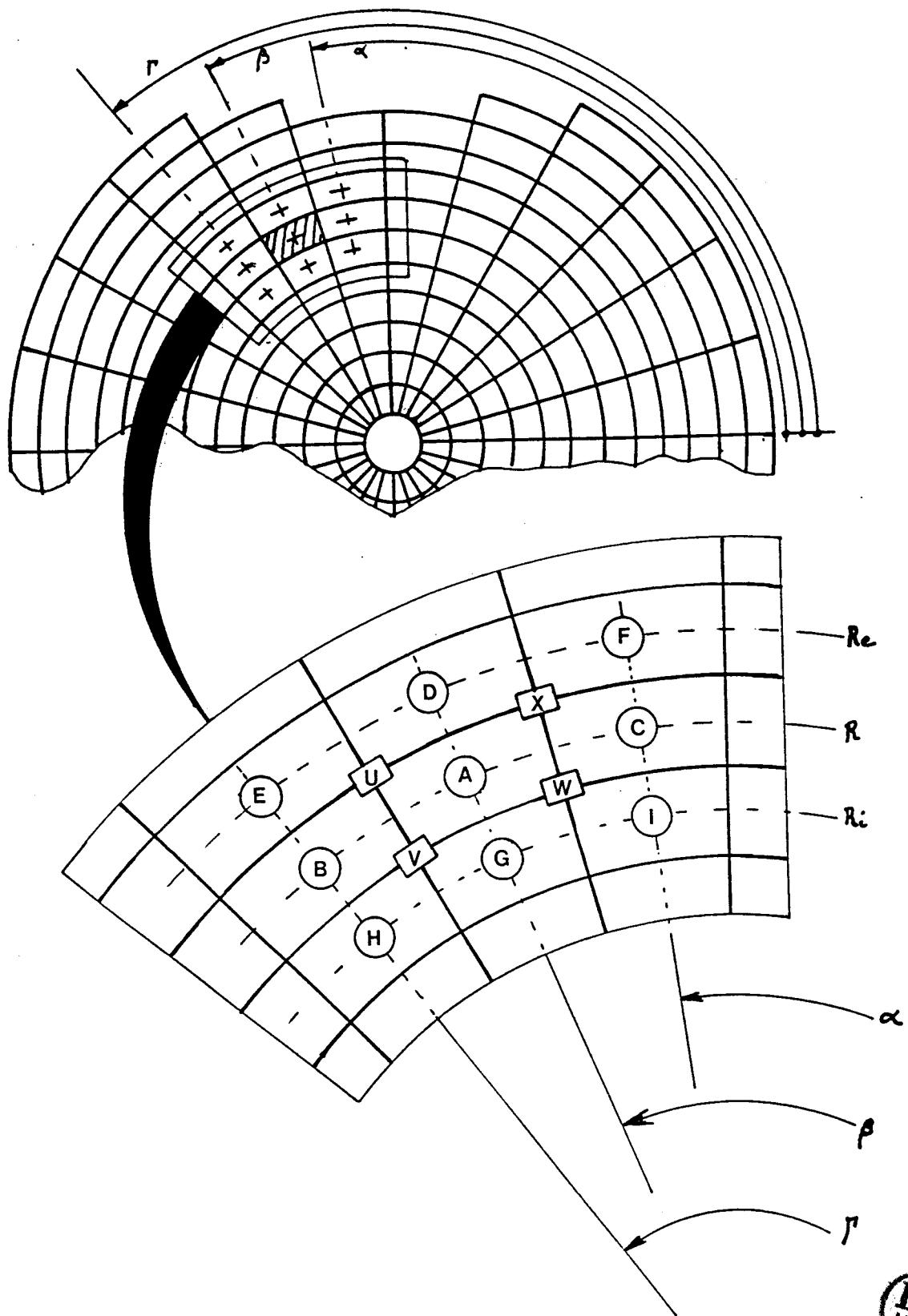


figure 1

Appelons I, l'ensemble regroupant les points appartenant à la frontière du domaine. $I = \{U, V, W, X\}$ (cf figure 1). Chaque point est défini par:

$$U \begin{bmatrix} \frac{R+Re}{2} \\ \beta+\Gamma \\ \frac{2}{2} \end{bmatrix} \quad V \begin{bmatrix} \frac{R+Ri}{2} \\ \beta+\Gamma \\ \frac{2}{2} \end{bmatrix} \quad W \begin{bmatrix} \frac{R+Ri}{2} \\ \alpha+\beta \\ \frac{2}{2} \end{bmatrix} \quad X \begin{bmatrix} \frac{R+Re}{2} \\ \alpha+\beta \\ \frac{2}{2} \end{bmatrix}$$

Les points appartenant au contour vérifient les systèmes d'équations suivants:

$$\begin{cases} X = \frac{R+Re}{2} * \cos(\Omega) \\ Y = \frac{R+Re}{2} * \sin(\Omega) \end{cases} \quad \text{avec } \frac{\alpha+\beta}{2} \leq \Omega \leq \frac{\beta+\Gamma}{2}$$

$$\begin{cases} X = \delta * \cos(\Gamma) \\ Y = \delta * \sin(\Gamma) \end{cases} \quad \text{avec } \frac{R+Ri}{2} \leq \delta \leq \frac{R+Re}{2}$$

$$\begin{cases} X = \frac{R+Ri}{2} * \cos(\Omega) \\ Y = \frac{R+Ri}{2} * \sin(\Omega) \end{cases} \quad \text{avec } \frac{\alpha+\beta}{2} \leq \Omega \leq \frac{\beta+\Gamma}{2}$$

$$\begin{cases} X = \delta * \cos(\alpha) \\ Y = \delta * \sin(\alpha) \end{cases} \quad \text{avec } \frac{R+Ri}{2} \leq \delta \leq \frac{R+Re}{2}$$

Les points placés à l'intérieur du contour vérifient quant à eux, une autre expression;

$$\begin{cases} X = \delta * \cos(\Omega) \\ Y = \delta * \sin(\Omega) \end{cases} \quad \text{avec } \frac{R+Ri}{2} \leq \delta \leq \frac{R+Re}{2}$$

et

$$\text{avec } \frac{\alpha+\beta}{2} \leq \Omega \leq \frac{\beta+\Gamma}{2}$$

2) SIMPLIFICATION DES CALCULS

Le calcul de la position d'un point à l'écran nécessite l'emploi des fonctions circulaires or, la carte du champ visuel doit être complétée après chaque présentation. L'affichage de l'état des nouveaux points présentés, la procédure d'étiquetage et l'affichage de l'état de chaque point étiqueté, la création de la prochaine combinaison doivent donc se faire très rapidement et suivre le rythme des réponses du patient sans le perturber. Pour permettre des tracés très rapide, l'emploi des fonctions circulaires est donc à éviter. Dans ce but, nous apportons quelques approximations qui permettront d'effectuer les tracés sans changement de repère.

a) Approximation des arcs de cercle par des segments de droite

Comme indiqué sur la figure 2, nous introduisons un point "y" et un point "z" supplémentaires de coordonnées:

$$y \begin{bmatrix} \frac{Re+R}{2} \\ \beta \end{bmatrix} \quad z \begin{bmatrix} \frac{R+Ri}{2} \\ \beta \end{bmatrix}$$

Les angles des secteurs angulaires [you] et [xoy] valent tous deux $2\pi/48$ soit $7^{\circ}5$.

Etant donné la faible valeur de ces angles et des distances [yu] et [xy], on peut assimiler ces arcs de cercle à des segments de droite.

L'introduction de deux points supplémentaires permet donc l'approximation des arcs de cercle par des segments de droite. L'ensemble I comprendra alors six éléments qui sont:

$$I = \{U, V, W, X, Y, Z\}.$$

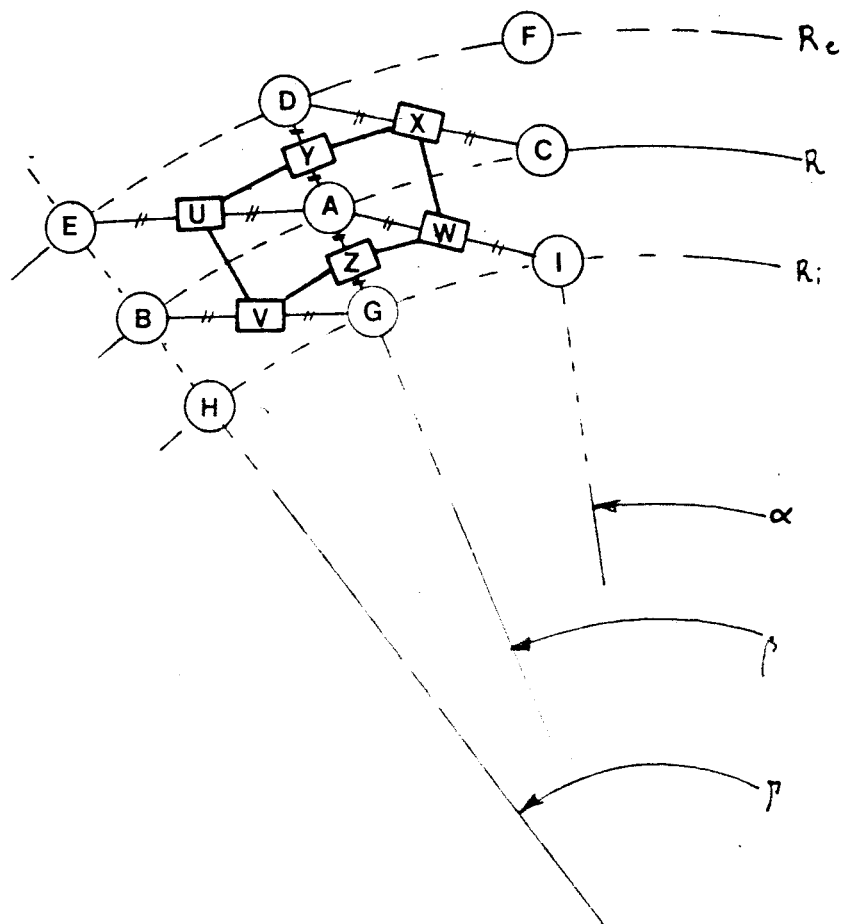


figure 2

b) Calcul de la position des points X, Y, Z, U, V et W.

Les points U, V, W, X, doivent être placés aux centres des figures (F, D, A, C), (A, B, H, G), (C, A, G, I) et (D, E, B, A). Or, les arcs de cercle étant assimilés à des segments de droite, ces figures forment des trapèzes isocèles identiques. Si on place chacun des quatre points U, V, W et X au milieu d'une diagonale [AE], [BG], [AI] et [DC], on commet des erreurs de positions systématiques minimales par rapport aux positions réelles. Pour que ces erreurs soient compensées par la construction des autres cellules, il suffit de calculer tous ces points suivant la même diagonale (cf. figure 2).

Les éléments de I sont donc déterminés par les formules suivantes:

U milieu du segment [AE]
 Y milieu du segment [AD]
 X milieu du segment [CD]
 W milieu du segment [AI]
 Z milieu du segment [AG]
 V milieu du segment [GB]

De plus, ces 6 points de l'ensemble I sont sommets de 6 segments de droite notés:
 $\Phi 1=[UV]$, $\Phi 2=[VZ]$, $\Phi 3=[WZ]$, $\Phi 4=[WX]$, $\Phi 5=[XY]$, $\Phi 6=[YU]$.

III) ALGORITHME DU TRACE DE L'AIRE D'UNE CELLULE.

1) POSITION DU PROBLEME.

La grille se compose de 276 cellules correspondant aux 276 points de stimulation (figure 3, page suivante). Si on trace une droite horizontale (τ) traversant cette grille, il y aura toujours au plus deux intersections entre le contour d'une cellule et (τ) .

Cette remarque nous amène à établir un algorithme de remplissage pour peindre des formes polygonales à six sommets dont le contour a toujours au plus deux intersections avec (τ). Le cas b) de la figure numéro 3 n'est donc jamais rencontré.

Le programme installé permet 5 niveaux de gris qui sont réalisés en combinant le nombre de points dessinés par lignes (un point sur deux, ou sur trois), et le nombre de lignes dessinées (une ligne sur deux ou une ligne sur trois).

2) DEROULEMENT DU TRACE.

A chaque élément de l'ensemble I, on associe d'une part un couple de segments de droite (les deux segments dont le point est le sommet), et d'autre part le couple de points, constitué par les extrémités de ces segments. Ces couples sont regroupés dans deux tableaux donnés à la figure 4: TAB1, baptisé «tableau des sommets» et TAB2, baptisé «tableau des segments».

TAB1		TAB2
u	v,y	u
v	u,z	$\Phi 1, \Phi 2$
w	z,x	w
x	w,y	$\Phi 3, \Phi 4$
y	u,x	x
z	v,w	y
		z
tableau des sommets		tableau des segments

figure 4

La détermination du point de l'ensemble I qui présente l'ordonnée minimale permet de placer deux pointeurs α et β dans les tableaux TAB1 & TAB2 (placés sur le point x pour l'exemple - figure 5).

Dans le tableau TAB1, ligne α , on lit les deux prochains points qui donnent les prochaines ordonnées à atteindre; $\alpha 1$ (point w) dans la colonne 1, et $\alpha 2$ (point y) dans la colonne 2.

Dans le tableau TAB2 ligne β , on lit les segments qui permettent de calculer les valeurs d'abscisses entre lesquels s'effectue le tracé. Avant de l'entreprendre, il faut retrouver l'appartenance des points $\alpha 1$ et $\alpha 2$ à ces segments pour orienter la figure. Dans ce but, on place deux autres repères $\alpha 1$ et $\alpha 2$ dans le tableau TAB2 correspondant aux deux points lus en TAB1.

$\beta 1$ (ou droite $\Phi 4$) lu en colonne 1, est associé au point $\alpha 1$ car il est l'élément commun des lignes $\alpha 1$ et β , et $\beta 2$ (ou droite $\Phi 5$), lu en colonne 2, est associé au point $\alpha 2$ car il est l'élément commun des lignes $\alpha 2$ et β .

Connaissant les valeurs $\alpha 1$ et $\alpha 2$ et les segments associés, l'orientation de la figure est déterminée par une simple comparaison de l'abscisse de ces points.

Si $\alpha 1 > \alpha 2$, le tracé se fera de $\beta 2$ vers $\beta 1$
 si $\alpha 1 < \alpha 2$, le tracé se fera de $\beta 1$ vers $\beta 2$

TAB1				TAB2			
u	v, y	« α	« β	u	$\Phi 1, \Phi 6$	« $\alpha 1$	« $\alpha 2$
v	u, z			v	$\Phi 1, \Phi 2$		
w	z, x			w	$\Phi 3, \Phi 4$		
x	w, y			x	$\Phi 4, \Phi 5$		
y	u, x			y	$\Phi 5, \Phi 6$		
z	v, w			z	$\Phi 2, \Phi 3$		
1 2				1 2			

si x est le point d'ordonnée minimale, alors $\alpha 1 = w$ et $\alpha 2 = y$ (lus dans le tableau TAB1) sont les deux prochains points donnant les ordonnées à atteindre. Dans le tableau nous lisons les segments entre lesquels s'effectue le tracé (ici $\beta 1 = \Phi 2$ et $\beta 2 = \Phi 5$).

figure 5; placement des indexes

L'orientation des deux droites étant effectuée, on commence le tracé entre ces deux segments $\beta 1$ et $\beta 2$.

Connaissant l'ordonnée initiale et les segments, on calcule les abscisses minimum et maximum entre lesquels s'effectue le tracé. Une fois l'abscisse maximum atteinte, l'ordonnée est incrémentée. On calcule ensuite les nouvelles abscisses des extrémités du segment. Le tracé s'opère de cette façon tant que l'ordonnée à chaque fois incrémentée d'une unité n'atteint pas celle de l'un des points de la ligne α du tableau TAB1.

Dès que c'est le cas, le tracé s'arrête. On doit en effet connaître les nouvelles ordonnées à atteindre ainsi que les nouveaux segments qui délimiteront le remplissage.

Le nouveau point qui se substitue alors au point qui vient d'être atteint (point $\alpha 1$ ou $\alpha 2$) est donné par le tableau TAB1.

- Si c'est le point $\alpha 1$ ("w" dans l'exemple de la figure 6), son remplaçant est lu à la ligne $\alpha 1$ du tableau TAB1 en prenant celui qui n'a jamais été sélectionné (soit le point "z").

- Si c'est le point $\alpha 2$ ("y" dans l'exemple de la figure 6), son remplaçant est le point qui n'a jamais été sélectionné dans le tableau TAB1 à la ligne $\alpha 2$ (soit le point "u" dans l'exemple).

	TAB1			TAB2		
$\alpha 1 \gg$	u	v,y		u	$\Phi 1, \Phi 6$	
	v	u,z		v	$\Phi 1, \Phi 2$	
	w	z,x		w	$\Phi 3, \Phi 4$	$\ll \alpha 1$
	x	w,y	$\ll \alpha$	x	$\Phi 4, \Phi 5$	$\ll \beta$
$\alpha 2 \gg$	y	u,x		y	$\Phi 5, \Phi 6$	$\ll \alpha 2$
	z	v,w		z	$\Phi 2, \Phi 3$	
		1 2			1 2	

$\alpha 1 = w$; $\alpha 2 = y$; si c'est le point $\alpha 1$ qui est atteint, son remplaçant sera le point z.

fig 6, Détermination des autres pointeurs

Connaissant les deux prochains points (lus aux lignes α et $\alpha 1$, ou lignes α et $\alpha 2$ de TAB1), donc les ordonnées à atteindre, on procède à la détermination des nouveaux segments.

Le nouveau segment est lu en $\alpha 1$ ou en $\alpha 2$ du tableau TAB2 suivant que c'est $\alpha 1$ ou $\alpha 2$ qui est atteint. on prend celui qui n'a jamais été sollicité.

- c'est le point $\alpha 1$ qui est atteint, les nouveaux segments sont: $\Phi 5$ et $\Phi 3$.
- c'est le point $\alpha 2$ qui est atteint, les nouveaux segments sont: $\Phi 4$ et $\Phi 6$.

Les prochaines ordonnées à atteindre et les segments étant connus, le tracé s'opère comme il a déjà été expliqué, tant que l'ordonnée incrémentée d'une unité n'atteint pas celle de l'un des deux points à atteindre.

La détermination des prochains points à atteindre et des prochains segments s'effectuent toujours sur le même principe:

- Le tableau TAB1 donne, à la ligne correspondant au point qui est atteint, le nouveau point. On prend celui qui n'a jamais été sollicité.
- Le tableau TAB2 donne le nouveau segment en prenant comme ligne celle correspondant au point qui a été atteint. On choisit celui qui n'a jamais été sollicité.

Le remplissage est terminé quand tous les éléments des tableaux ont été sollicités.

ANNEXE III

FICHES TECHNIQUES ET COMMERCIALES DES MATERIELS UTILISES

- carte de reconnaissance vocale (Société VECSYS)
- carte de synthèse de la parole (Société VECSYS)
- Terminal vocal (Société VECSYS)
- microphone (SHURE)
- moniteur ophtalmologique (LUER) **

** matériel en cours de développement, maquette du projet final



RMI88

Carte de reconnaissance de la parole par mots isolés.

Une seule passe d'apprentissage.

Taille du vocabulaire : 125 à 250 mots ou phrases inférieures à 2 s.

Taux de reconnaissance supérieur à 99 %.

Réjection des mots extérieurs au vocabulaire autorisant une utilisation « mains libres ».

Réponse en temps réel permettant une élocution rapide.

Prise en compte d'une organisation syntaxique du vocabulaire.

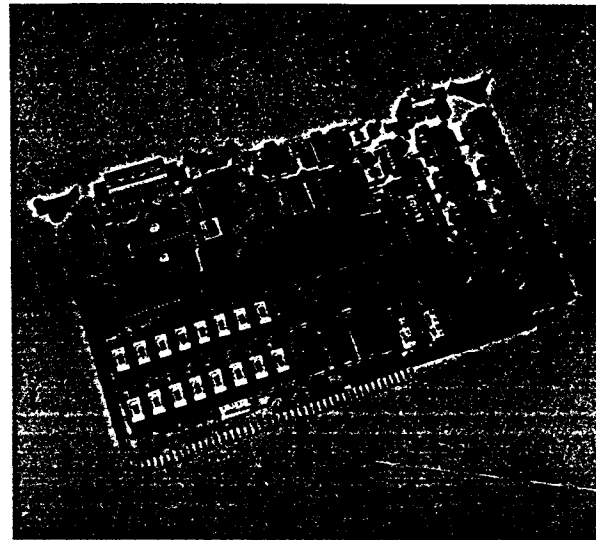
Format SBC.

Interfaces :

- MULTIBUS IEEE 796 : compatibilité totale.
- Série RS 232 : 110 à 9600 bauds.
- Parallèle 8 bits.

2 entrées audio : basse et haute impédances.

Alimentations : + 5 V, + 12 V, - 12 V.



Single board isolated word recognition system.

Only one training pass.

Vocabulary : 125 to 250 words or phrases shorter than 2 sec. each.

Recognition rate above 99 % on standard environmental and vocabulary conditions.

Words not in the vocabulary are rejected, freeing user's hands for other tasks.

Real time system.

Vocabulary organized according to a syntax.

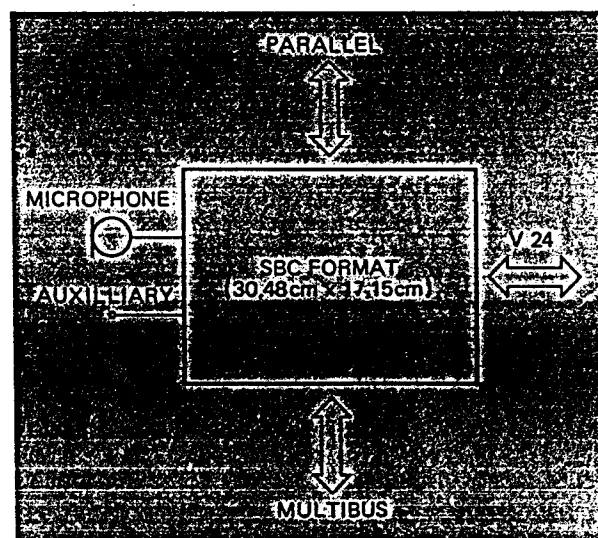
SBC Format.

Interfaces :

- IEEE 796 MULTIBUS™* (total compatibility).
- RS 232 series (110 to 9600 bauds).
- Parallel 8 bits.

2 audio inputs : low and high impedances.

Power supply : + 5 V, + 12 V, - 12 V.



*MULTIBUS is an Intel registered Trade Mark.



IC085

Carte de synthèse vocale à partir du texte.

Synthèse directe d'un texte orthographié en français.

Vocabulaire illimité.

Traduction des nombres.

Synthèse par diphonèmes.

Prise en compte des liaisons.

Répétition des messages.

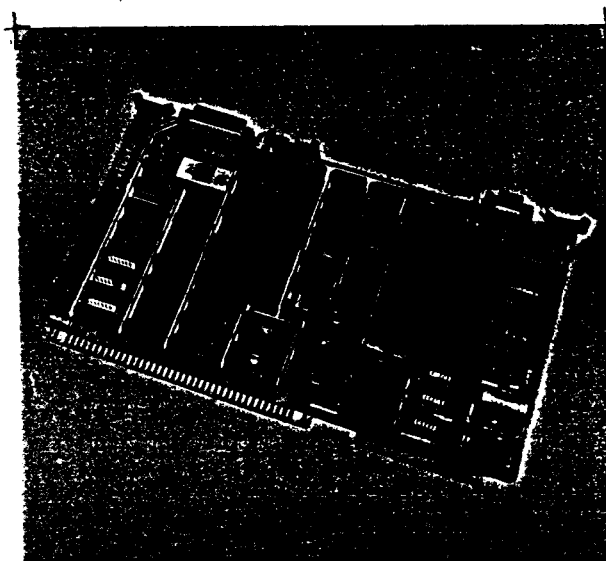
Format SBC.

Interfaces :

- MULTIBUS IEEE 796 : compatibilité totale.
- Série RS 232 : 110 à 9600 bauds.
- Parallèle 8 bits.

Amplificateur audio incorporé : 3 W.

Alimentations : + 5 V, + 12 V, - 12 V.



Speech synthesis from text board.

Synthesis directly from French written text.

Unlimited vocabulary.

Enunciation of numbers.

Diphone synthesis.

Message repetition.

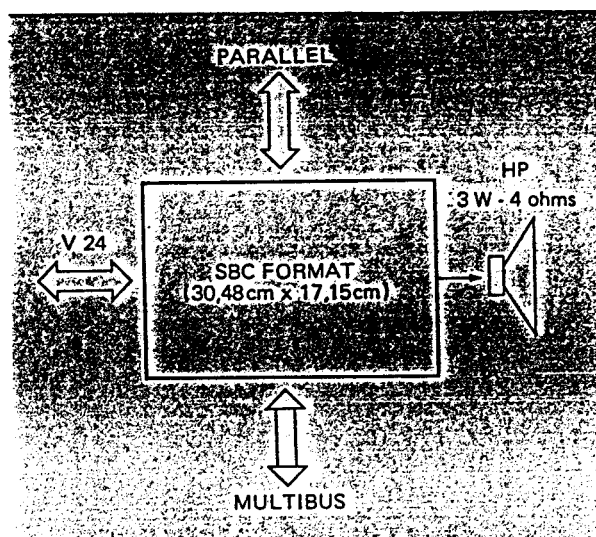
SBC Format.

Interfaces :

- IEEE 796 MULTIBUS™* (total compatibility).
- RS 232 series (110 to 9600 bauds).
- Parallel 8 bits.

Incorporated audio amplifier : 3 W.

Power supply : + 5 V, + 12 V, - 12 V.



*MULTIBUS is an Intel registered Trade Mark.

Algorithmes LIMSI-CNRS. Licences ANVAR.



TLV02

Terminal vocal TLV02.

4 slots au format SBC.

Supporte les cartes RMI 88 et ICO 85.

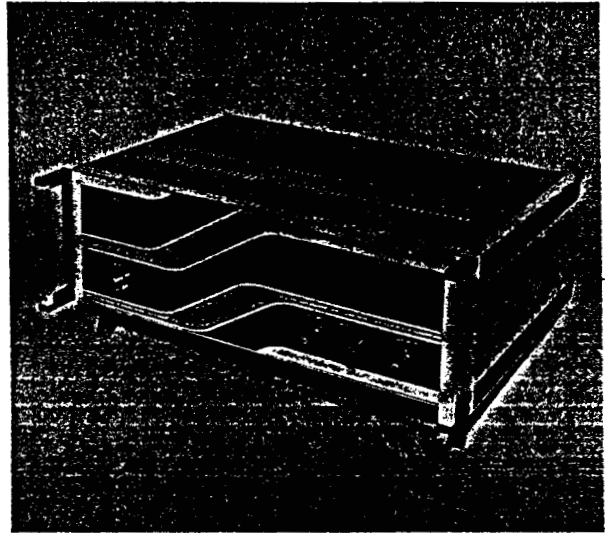
Coffret 19 pouces avec alimentation à découpage.

Vocal terminal TLV02.

4 slots, SBC format.

Made to accept the RMI 88 and ICO 85 boards.

19 inches chassis with switching power supply.



Autres produits.

- RMI 50.
mêmes caractéristiques que RMI 88, sauf:
- Vocabulaire + de 50 mots.
- Interface unique RS 232.
- Logiciel de détection de mots dans un flot continu de paroles « word spotting » supporté par RMI 88.
- Logiciel de mots enchaînés « connected words » supporté par une carte en préparation.

Autres activités.

Conseil et assistance dans le domaine du traitement automatique de la parole.
Etudes et réalisations en micro-informatique.

Other products.

- RMI 50.
same characteristics as the RMI 88 except:
- Vocabulary of over 50 words.
- only RS 232 Interface.
- Word spotting on the RMI 88.
- Connected word recognition on a board which is presently being designed.

Other activities.

Consultants and assistance in the field of automatic speech processing.
Microprocessor-based engineering.

SHURE®

MODEL SM10A

UNIDIRECTIONAL HEAD-WORN MICROPHONE



GENERAL

The Shure Model SM10A Professional Head-Worn Microphone is a low-impedance, unidirectional, dynamic microphone. Designed for sports and news announcing, interviewing and intercommunication systems, and for special-events remote broadcasting, the SM10A offers convenient, hands-free operation without user fatigue. Drummers, keyboard artists and other musicians who need a vocal microphone—one that will not pick up unwanted sounds—will find the SM10A's smooth, natural voice frequency response and noise cancellation ideal for their applications. A close-talking unit, the SM10A may be used under noisy conditions without loss or masking of voice signals. The SM10A is a small, lightweight, rugged and reliable unit, with provisions for mounting to a supplied cushioned headband. A pivot housing permits the microphone boom to be moved 20° in any direction, and the distance between the microphone and pivot to be changed by up to 89 mm (3½ in.). A miniature windscreen to protect against wind noise and explosive breath sounds, an adapter plate for boom-mounting on stereo headphones, and a connector belt clip are also supplied.

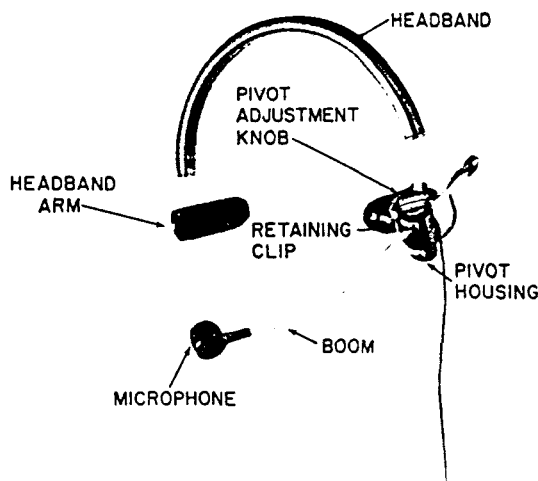
Model SM10A Features:

- Close-talk operation and unidirectional polar pattern for effective noise reduction
- Smooth natural voice frequency response
- Locking adjustment knob permits boom to pivot 20° in any direction
- Boom length adjustment through 89 mm (3½ in.) range
- Light weight plus padded headband eliminate user fatigue
- Does not interfere with eyeglasses
- Ruggedly constructed of stainless steel, aluminum and high-impact thermoplastic
- Convenient, secure clip attaches connector to belt or clothing
- Adapter plate provides for boom-mounting to stereo headphones

ASSEMBLY

Assemble the SM10A for use as follows:

1. Twist the lower headband arms 90° so they are perpendicular to the headband. As supplied, the retaining clip is positioned for left side operation as shown in Figure 1. For right side usage (see photo), remove the retaining clip and attach it to the other (unused) hole in the headband arm so the screw is at the top.
2. Snap the microphone pivot housing into the retaining clip with the pivot adjustment knob upward and the microphone toward the front. Loosen the pivot adjustment knob, position the boom so that the microphone is near where the side of the mouth will be, and tighten the pivot adjustment knob.
3. Place the assembled microphone on the user's head and pull the headband arms downward until they rest against the head just over the ears.
4. Loosen the pivot adjustment knob and position the microphone as close as possible to the corner of the mouth. For optimum close-talking operation, the microphone should be less than 25 mm (1 in.) from the corner of the mouth. Be sure to position the microphone at the corner (not the center) of the mouth to eliminate explosive breath sounds ("pop"). Tighten the adjustment knob.
5. Snap the connector belt clip over the groove in the 3-pin audio connector. The clip can now be fastened to the user's belt or other clothing. Attach the 3-pin audio connector to the microphone cable.



SM10A POSITIONED FOR LEFT SIDE OPERATION
FIGURE 1

UNIDIRECTIONAL HEAD-WORN MICROPHONE

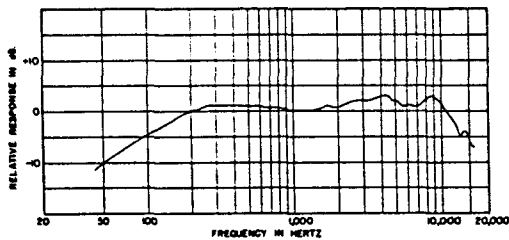
MODEL SM10A

SHURE™

SPECIFICATIONS

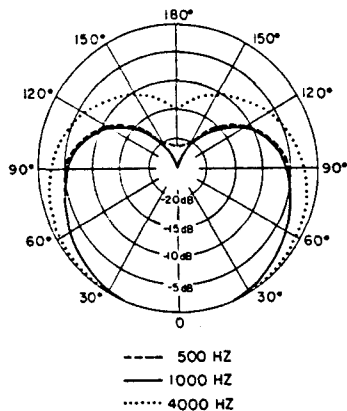
Type
Dynamic, Close-Talking

Frequency Response (at 8 mm [5/16 in.])
50 to 15,000 Hz (see Figure 2)



TYPICAL FREQUENCY RESPONSE
FIGURE 2

Polar Pattern
Cardioid (unidirectional) response — uniform with frequency, symmetrical about axis (see Figure 3)



TYPICAL POLAR PATTERN
FIGURE 3

Impedance

Microphone rating impedance is 150 ohms (200 ohms actual) for connection to microphone inputs rated at 19 to 300 ohms

Output Level (close-talked at 1,000 Hz)

Open Circuit Voltage -47.0 dB (4.5 mV)
(0 dB = 1 volt per 100 microbars)

Power Level -66.0 dB
(0 dB = 1 milliwatt per 10 microbars)

Hum Sensitivity (typical)

38.4 dB equivalent SPL in a 1 millioersted field

Phasing

Positive pressure on diaphragm produces positive voltage on pin 2 of microphone connector

Connector

Professional three-pin audio connector designed to mate with Cannon XL series, Switchcraft A3 (Q.G.) series or equivalent connectors.

Cable

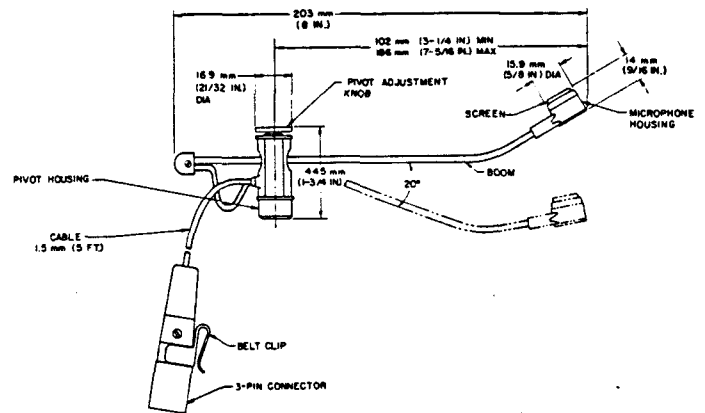
Non-detachable, 1.5m (5 ft), two-conductor, shielded, plastic-jacketed

Case

Black thermoplastic microphone and pivot housing, anodized aluminum end caps, stainless steel grille, and boom

Dimensions

See Figure 4



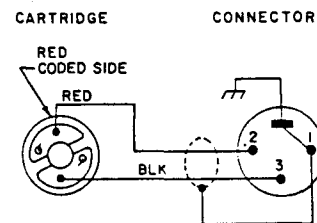
OVERALL DIMENSIONS
FIGURE 4

Net Weight

78 grams (2.7 ounces) less cable and connector

Packaged Weight

745 grams (1 lb, 10 oz)



INTERNAL CONNECTIONS
FIGURE 5

STEREO HEADPHONE USE

The SM10A microphone may be used as a boom microphone with stereophonic headphones having provisions for mounting boom microphones. These headphones are identified by a removable knurled knob or screw on the left headphone cup.

To mount the SM10A on a stereo headphone, remove the retaining clip from the SM10A headband arm by removing the retaining clip screw. Mount the retaining clip on the headphone adapter plate using the retaining clip screw and supplied lockwasher and cap nut. Unscrew the removable knob or screw from the stereo headphone cup. Position the headphone adapter plate with the retaining clip downward, and replace the knob or screw on the headphone cup (see Figure 6). Snap the SM10A pivot housing into the retaining clip, pivot adjustment knob upward, and place the headphone-microphone assembly on the user's head. Adjust the microphone position as described in step 4 of the Assembly procedure.



STEREO HEADPHONE BOOM MOUNTING
FIGURE 6

ARCHITECTS' SPECIFICATIONS

The microphone shall be the Shure Model SM10A or equivalent. The microphone shall be a moving-coil (dynamic) type with a frequency response of 50 to 15,000 Hz. The unit shall have a cardioid polar characteristic. The cancellation at the rear shall be 15 to 20 dB. The microphone shall be low impedance with a rated impedance of 150 ohms for connection to microphone inputs rated at 19 to 300 ohms.

The microphone output shall be -66.0 dB where 0 dB = 1 milliwatt per 10 microbars.

The microphone shall be a head-worn type, and shall be provided with a 1.5m (5 ft), non-detachable, two-conductor, shielded cable with a professional, three-pin, audio connector designed to mate with Cannon XL series, Switchcraft A3 (Q.G.) series or equivalent con-

nectors. The microphone shall also be provided with a headband, connector belt clip, and foam windscreen.

The overall dimensions of the microphone shall be 203 mm (8 in.) in length and 44.5 mm (1 3/4 in.) in maximum height (pivot housing). The microphone housing shall be 15.9 mm (5/8 in.) in diameter and 14 mm (9/16 in.) in height.

ACCESSORIES AND REPLACEMENT PARTS

The following furnished accessories and replacement parts may be ordered through your Authorized Shure Professional Products Dealer or from Shure Brothers Inc.

Connector Belt Clip	RK200BC
Windscreen	RK184WS
Carrying Case	90A2255
Microphone Cartridge	R93
Headband Assembly	90A3605
Retaining Clip	53A1801A
Headphone Adapter Plate	53A1528A

GUARANTEE

This Shure product is guaranteed in normal use to be free from electrical and mechanical defects for a period of one year from date of purchase. Please retain proof of purchase date. This guarantee includes all parts and labor. This guarantee is in lieu of any and all other guarantees or warranties, express or implied, and there shall be no recovery for any consequential or incidental damages.

SHIPPING INSTRUCTIONS

Carefully repack the unit, have it insured, and return it prepaid to:

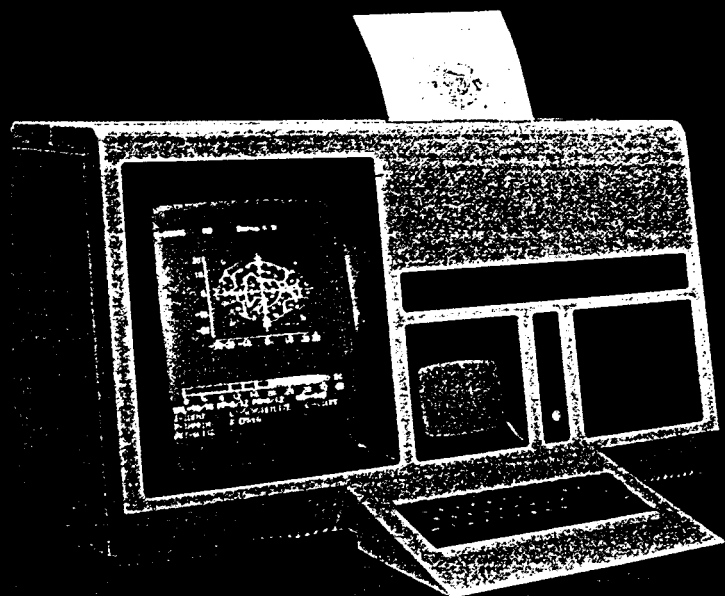
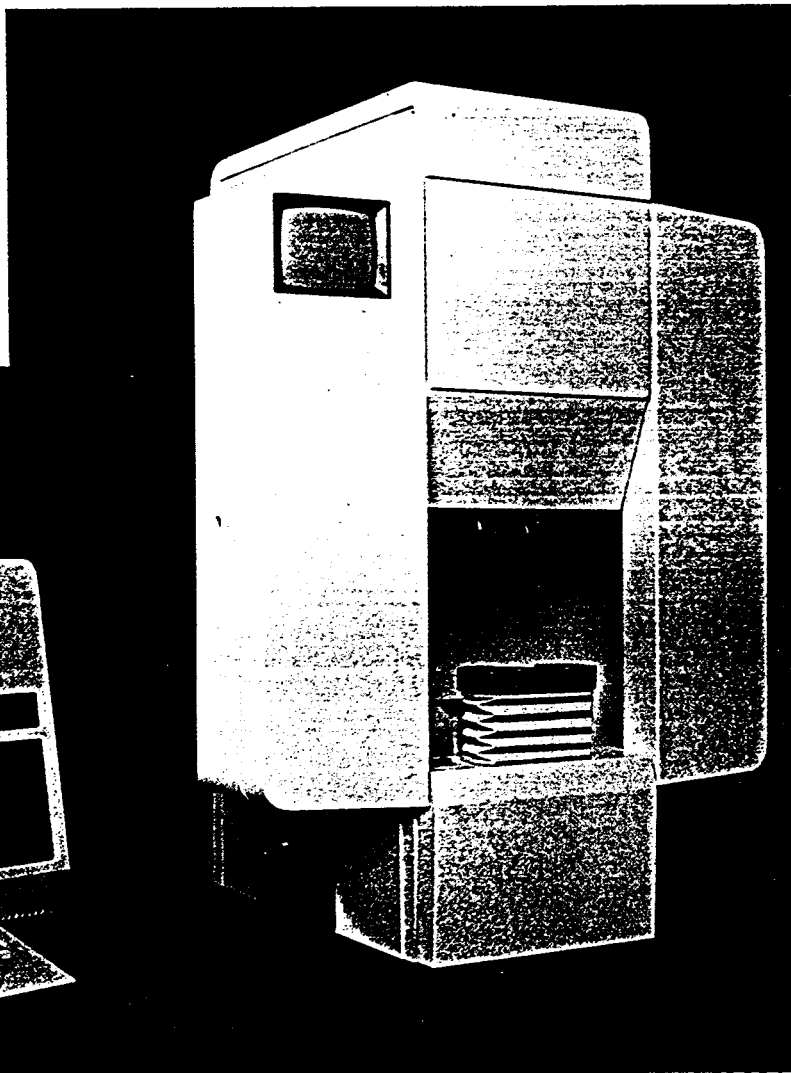
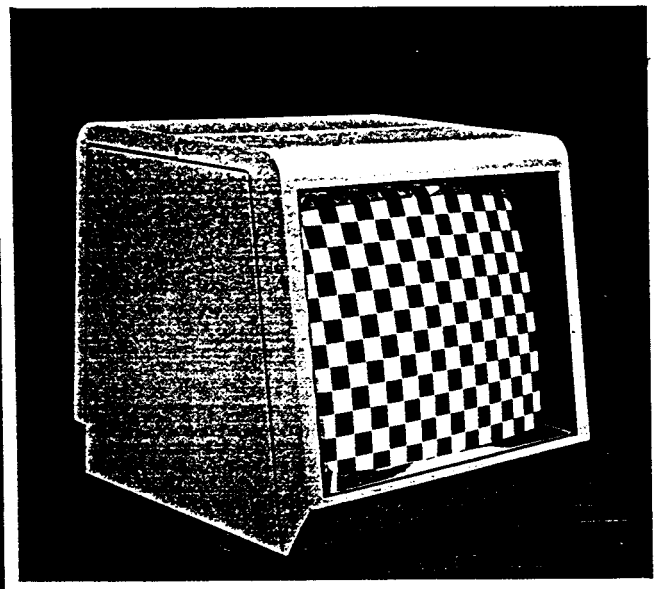
Shure Brothers Incorporated
Attention: Service Department
222 Hartrey Avenue
Evanston, Illinois 60204

If outside the United States, return the unit to your dealer or Authorized Shure Service Center for repair. The unit will be returned to you prepaid.

LUER

FONDÉE EN 1837

1986 : Nouvelles conceptions d'examens informatisés pour le champ visuel et l'électrophysiologie

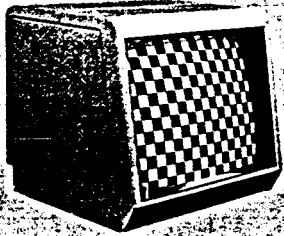


LE MONITEUR OPHTALMOLOGIQUE ****

matériel de diagnostic modulaire interconnectable évolutif

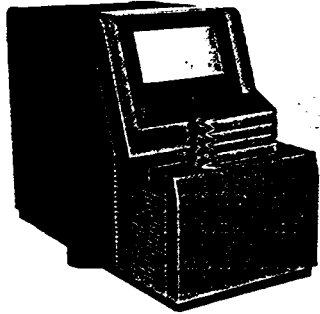
LE MONITEUR OPHTALMOLOGIQUE * * * *

Les modules de stimulations sont les mêmes pour la périmétrie et l'électrophysiologie, seuls les programmes changent.



STIMULATEUR VIDEO

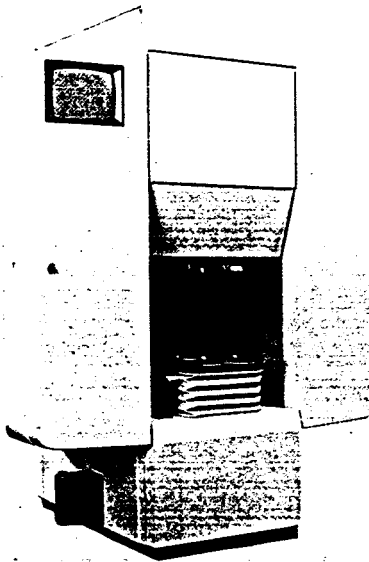
- Luminance d'écran stabilisée et contrôlée.
- Fenêtre vidéo pour PEV et ERG flash 500 cd/m².
- Écran de protection électromagnétique.
- Balayage à 100 hertz.
- Applications : présentations de damiers, d'images structurées, à dimensions et contrastes variables. Présentations de stimuli de tailles et de luminances variables pour CV central et péri-central à 33 cm.



STIMULATEUR "OPTO-MÉCANIQUE" INDÉPENDANT

- Source halogène avec alimentation continue réglée. Filtrage atténuateurs ; coloré et interférentiel programmables. Capteur de lumière pour la calibration automatique des niveaux de luminance : en blanc, en rouge 630 nm ; en orangé 590 nm, en bleu 409 nm et en UV 330 nm.
- Obturateur mécanique programmable silencieux et rapide.
- Stimulation par fenêtre diffusante, 4000 cd/m², axe horizontal 60°, axe vertical 30°, 3 diodes électroluminescentes servent de point de fixation au centre et à 30° d'excentricité horizontale.
- Stimulation par coques sclérales reliées à deux fibres optiques.
- Applications : ERG et PEV Flash, EOG, adapto ERG.

STIMULATEUR "OPTO-MÉCANIQUE" EN COUPOLE



- Caractéristiques identiques du système de stimulation.
- Système breveté pour la génération de stimuli en "champ total" ou du type "spot", permettant la réalisation en coupole des examens électrophysiologiques et périmétriques.
- Éclairage homogène total de la rétine. Solution universellement adoptée et dénommée électrophysiologie de type "Ganzfeld".
- Coupole de rayon 330 mm.
- Éclairage d'ambiance réglable de 0.03 à 30 cd/m².
- Stimulus de luminance et de taille réglables en correspondance avec l'appareil de Goldmann.
- Réétalonnage automatique des niveaux de luminance.
- Système anti-poussières.
- Visualisation permanente et interactive de l'évolution de l'examen.
- Présentation des résultats par carte de densité, isoptères et profils.
- Contrôle de fixation (3 versions).
- Contrôle de validité des réponses.
- Applications : périmétrie cinétique 3 isoptères.
Périmétrie statique supraliminaire relative avec adaptation au seuil du patient.
Périmétrie statique.
PEV Flash - ERG - EOG.

POSSIBILITÉS D'EXAMENS DES DIFFÉRENTS STIMULATEURS

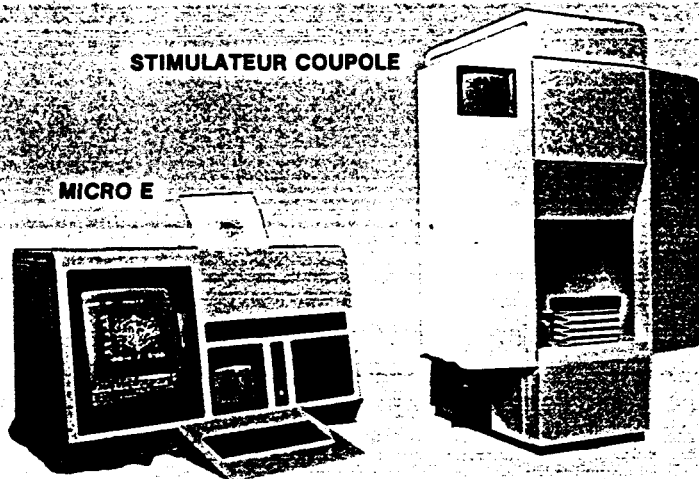
CHAMP VISUEL			ÉLECTROPHYSIOLOGIE			
Type d'examen	Coupole	Écran cathodique	Type d'examen	Coupole	Flash	Écran cathodique
Périmétrie statique, supraliminaire relative, avec adaptation au seuil du patient	•	•	Potentiels évoqués Visuels par Flash	•	•	•
			Potentiels évoqués Visuels par Pattern			•
Périmétrie statique, champ central et péri-central (80% des examens)	•	•	ERG blanc Photopique et Scotopique	•	•	•
			ERG colorés Photopique et Scotopique	•	•	•
Périmétrie statique champ total	•			"Ganzfeld"	•	•
Périmétrie cinétique 3 isoptères	•		EOG sensoriel	•	•	

COQUES SCLÉRALES BREVETÉES réalisées en silicone : pour ERG par Pattern, ERG par flash, ERG en champ total. Stimulation par fibres optiques.

EXAMENS ASSOCIÉS (en cours de développement) :
Réflexe pupillaire - Fréquence critique de fusion - Adaptation à l'obscurité. Tests enfants non verbalisés - Acuité visuelle automatique. Étude des mouvements oculaires. Imagerie du fond d'œil.

LE MONITEUR OPHTALMOLOGIQUE **** LES SOLUTIONS "MICRO-E"

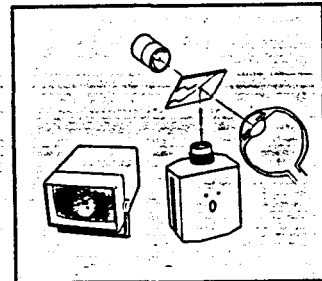
PÉRIMÉTRIE AUTOMATIQUE EN COUPOLE SUPRALIMINAIRE - STATIQUE CINÉTIQUE - avec le "Périmatic" par projection de stimuli



CARTE AVEC DISQUETTE



PROGRAMME CV

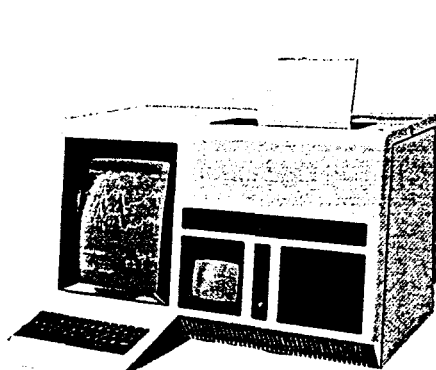


MONITORAGE ŒIL IR 2

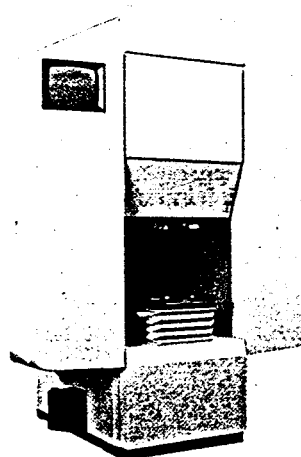
L'ensemble se compose : d'un "Micro-E", d'une coupole à projection de rayon 330 mm selon trois versions de contrôle de fixation : par stimuli dans la tache aveugle ; par circuit vidéo fermé avec un ou deux écrans de contrôle ; par caméra IR avec contrôle automatique en plus du circuit vidéo fermé.

Éclairage d'ambiance réglable de 0.03 à 30 cd/m². Stimulus de luminance et de taille réglables en correspondance avec l'appareil de Goldmann. Réétalonnage automatique des niveaux de luminance. Visualisation permanente et interactive de l'évolution de l'examen. Présentation des résultats par carte de densité, isoptères et profils. Contrôle de validité des réponses.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE EN COUPOLE - Type "Ganzfeld" PEV FLASH - ERG - EOG

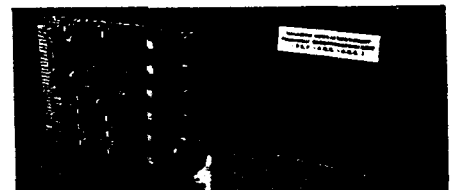


MICRO E



STIMULATEUR COUPOLE

CARTE AVEC DISQUETTE



PROGRAMME "ELEC"



RECUEIL ÉLECTROPHYSIOLOGIQUE

L'ensemble se compose : d'un "Micro-E", d'un stimulateur opto-mécanique en coupole comprenant : une source halogène avec alimentation continue régulée, des filtres atténuateurs et colorés programmables, d'un capteur de lumière pour la calibration automatique des niveaux de luminance ; en blanc, en rouge à 630 nm ; en orangé à 590 nm ; en bleu à 409 nm et en UV à 330 nm ; un obturateur mécanique programmable silencieux et rapide, un système breveté pour la génération de stimuli en champ total.

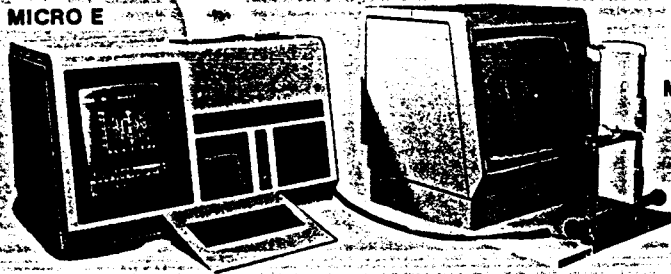
CHAMP VISUEL + ÉLECTROPHYSIOLOGIE "La solution mixte moderne"

Les éléments modulaires ont été conçus de façon à les rendre interconnectables. A partir de l'un des ensembles, il est possible d'y adjoindre les extensions nécessaires pour obtenir un ensemble plus complet et plus performant.

LE MONITEUR OPHTALMOLOGIQUE **** LES SOLUTIONS "MICRO-E"

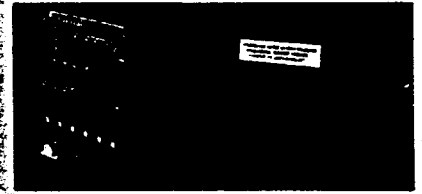
NOUVEAU "CHAMP VISUEL" CENTRAL ET PÉRI-CENTRAL sur stimulateur vidéo

MICRO E



MENTONNIÈRE

CARTE AVEC DISQUETTE



PROGRAMME CV



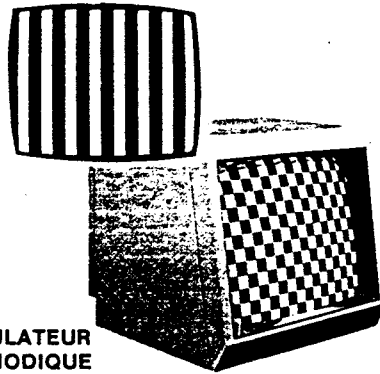
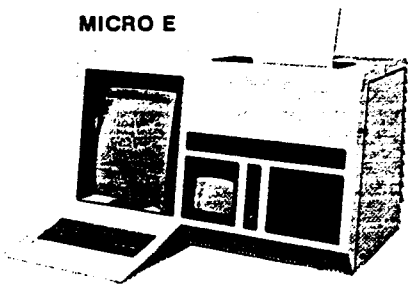
POIRE DE RÉPONSE

STIMULATEUR ÉCRAN CATHODIQUE

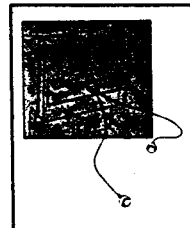
L'ensemble se compose : d'un moniteur "Micro-E" avec affichage sur écran cathodique, et imprimante, d'un clavier, deux drives, d'un stimulateur écran cathodique sur lequel sont présentés de façon aléatoire les points de stimulation en fonction d'un programme choisi. Le contrôle de fixation est assuré par présentation de stimuli dans la tache aveugle, d'une poire de réponse pour le patient, d'un programme sur disquette.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE PEV - ERG - EOG sur stimulateur vidéo

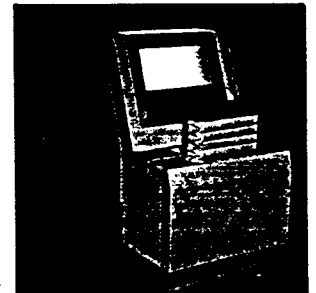
MICRO E



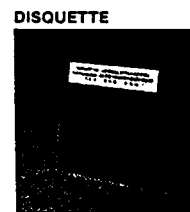
STIMULATEUR
ÉCRAN CATHODIQUE



COQUES SCLÉRALES
A FIBRES OPTIQUES

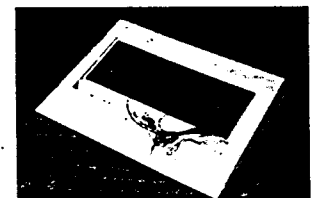


STIMULATEUR FLASH



DISQUETTE

PROGRAMME "ELEC"



RECUEIL ÉLECTROPHYSIOLOGIQUE

L'ensemble se compose : d'un moniteur "Micro-E" avec affichage sur écran cathodique, imprimante, clavier, deux drives, d'un stimulateur écran cathodique sur lequel sont présentés des damiers alternants ou autre stimuli, d'un recueil électrophysiologique, d'un stimulateur flash, d'un programme sur disquette.

CHAMP VISUEL + PEV + ERG + EOG "La solution rationnelle"



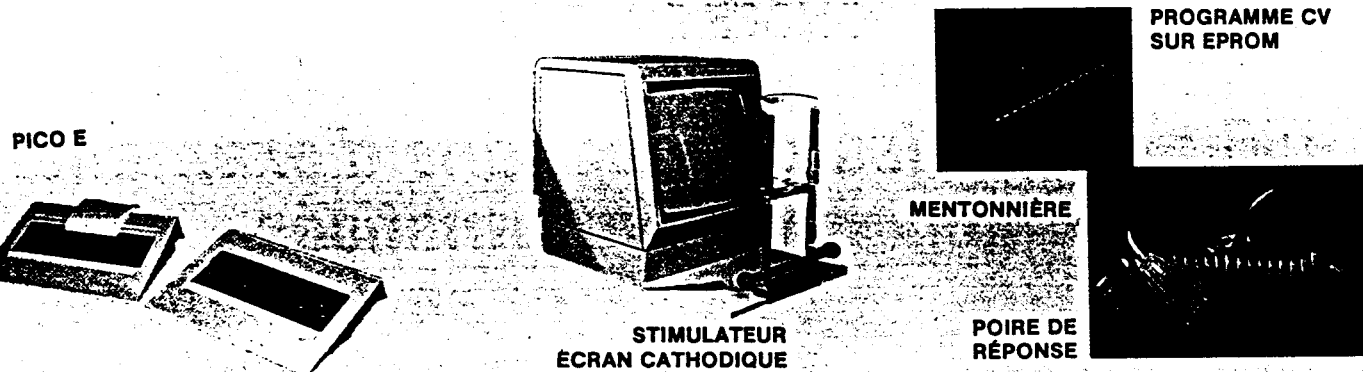
Les éléments modulaires ont été conçus de façon à les rendre interconnectables. A partir de l'un des ensembles, il est toujours possible d'y adjoindre les extensions nécessaires pour obtenir un ensemble plus complet, plus performant.

Avantages complémentaires et particuliers à la solution "Micro-E" :

Suivi sur écran cathodique, facilité de lecture, meilleur confort visuel, conception des nouvelles procédures d'examen avec sauvegarde, stockage des résultats sur disquette, archivage facile des résultats, consultation ultérieure des examens, comparaison des examens, fiabilité, précision, justesse, impression des résultats sur papier au format 21x29,7 cm.

LE MONITEUR OPHTALMOLOGIQUE **** LES SOLUTIONS "PICO-E"

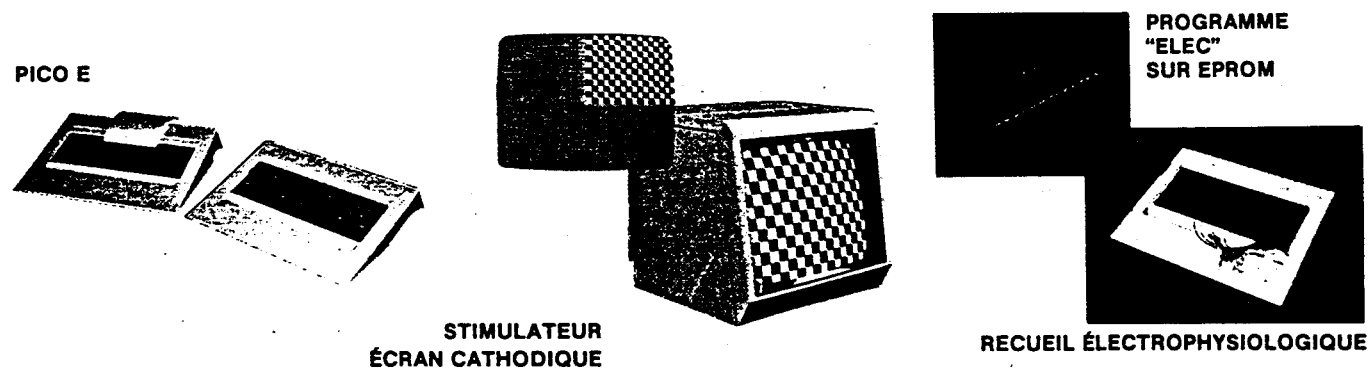
NOUVEAU "CHAMP VISUEL" CENTRAL ET PÉRI-CENTRAL sur stimulateur vidéo



L'ensemble se compose : d'un moniteur "Pico-E" avec affichage à cristaux liquides et imprimante, d'un clavier, d'un stimulateur écran cathodique sur lequel sont présentés de façon aléatoire les stimuli dans une stratégie de périmétrie centrale. Le contrôle de fixation est assuré par présentation de stimuli dans la tache aveugle; d'une mentonnière située à 33 cm de l'écran et d'une poire de réponse pour le patient.

Durée de l'examen : 3 minutes par œil en moyenne.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE : PEV - ERG sur stimulateur vidéo



L'ensemble se compose : d'un moniteur "Pico-E" avec affichage à cristaux liquides et imprimante, d'un clavier, d'un stimulateur écran cathodique avec filtre, dans le boîtier duquel sont logés les programmes et la mémoire système, d'un recueil électrophysiologique.

Durée de l'examen : 3 minutes par œil en moyenne.

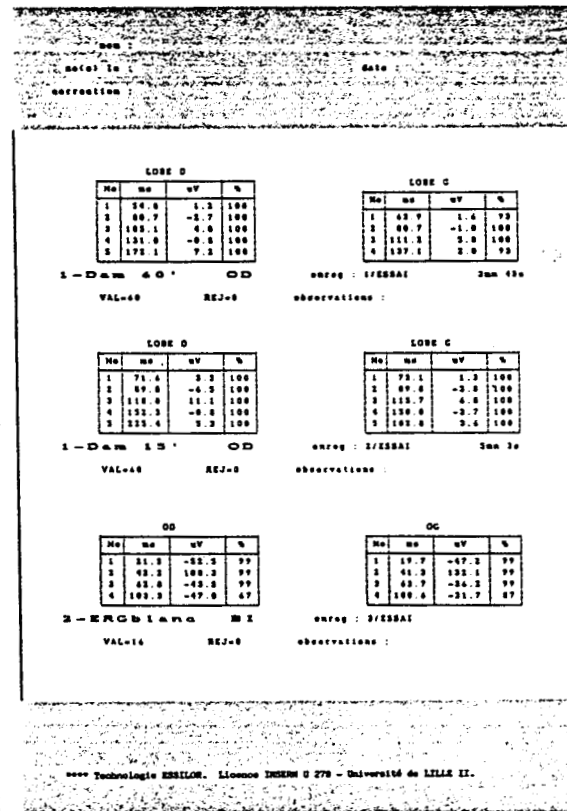
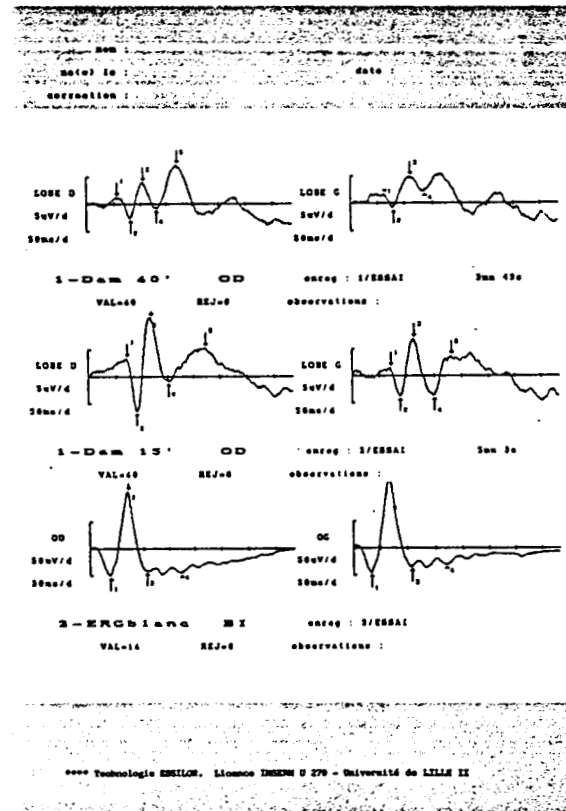
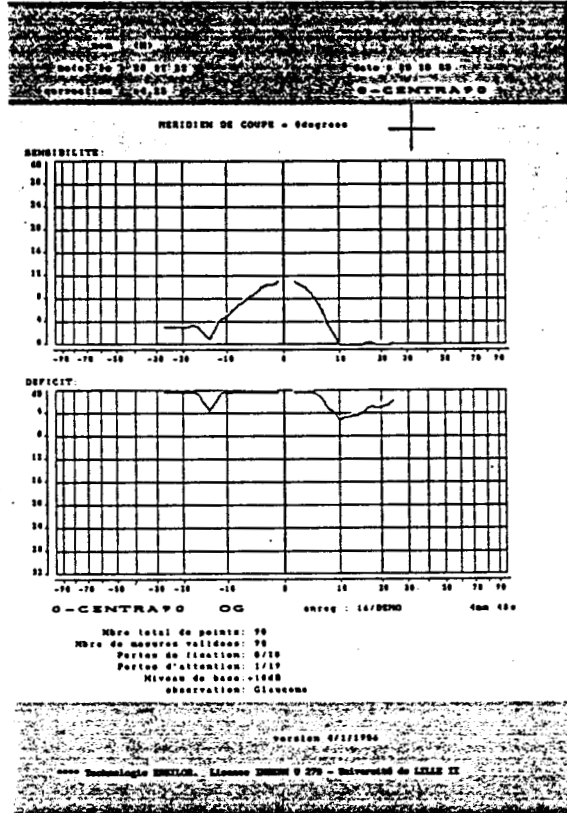
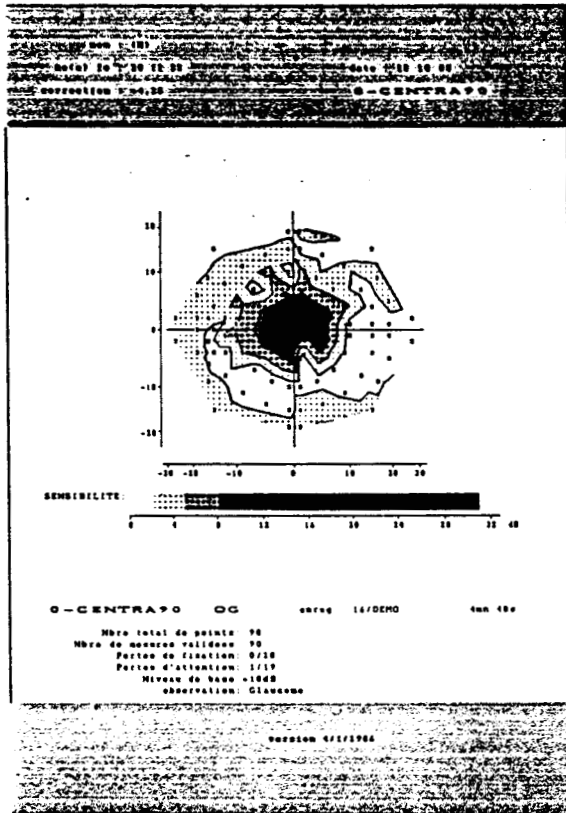
CHAMP VISUEL + PEV + ERG "La solution d'avant-garde"

La conception modulaire des sous-ensembles a été conçue de façon à rendre ceux-ci facilement interconnectables. A partir de l'un des ensembles, il est toujours possible d'y adjoindre les extensions nécessaires pour obtenir un ensemble plus performant.

Avantages communs aux différentes solutions proposées :

- Examen assisté par ordinateur programmé et contrôlé.**
- Conception de nouveaux protocoles. Rapidité d'exécution.**
- Possibilité d'intervention en cours d'examen.**
- Configuration des examens par des menus affichages.**

Résultats : documents standardisés



DISTRIBUTEUR :

LUER

104 boulevard Saint-Germain - 75006 PARIS
 Tél. 43.29.66.50 Télex 200 451 F

BIBLIOGRAPHIE

- 1 **ANDERSON D. A.**
" Testing the Field of vision "
ed. The C.V. MOSBY Compagny, 1982

- 2 **AULHORN E.**
" Comparative visual field study in patients with
primary open angle glaucoma and anterior ischemic optic
neuropathy "
Doc. Ophthalmol. Proc. Series, 1980, 22, pp. 3-14.

- 3 **BEDWEL C.H.**
" A basis for efficient investigation "
Butterworth & Co (publishers) Ltd 1982
ISBN 0 407 002154 pp. 49-118

- 4 **BIAIS B., SARAUX H.**
" Bases physiologiques de l'exploration du champ
visuel "
PHYSIOLOGIE OCULAIRE, édit. MASSON, 1983, pp. 242-267.

- 5 **BLUMM F.G., GATE K., JAMES B. R.**
" How important are peripheral fields "
A.M.A. Arch. Ophatalmol. 1957, pp 133-136

- 6 **CHARLIER J., HACHE J.C.,**
" New instrument for monitoring eye fixation and pupil
size during the visual field examination"
Med. Biol. Eng. Comp. 1982, 2, pp. 23-38

- 7 **CHOLLET G.**
" Reconnaissance automatique de la parole: évaluation
des techniques et systèmes"
Machines parlantes 85, pp. 8-12

- 8 **COMMIOT D.**
" Les ordinateurs restent durs d'oreille "
SCIENCES & AVENIR août 1986 pp. 32-37

- 9 DEMAILLY Ph.
 " Les difficultés de la tonométrie par aplatissement "
 Symposium de LYON octobre 81
 Le glaucome primitif à angle ouvert
 Ed.SIMEP, 1982, ISBN 2-85334-196-8 pp. 21-30
- 10 DIAF M.
 "Dispositif automatique de mesure du champ visuel,
 Application au dépistage du glaucome"
 Thèse de docteur-ingénieur, U.S.T.L., LILLE, 14.10.83
- 11 ENOCH J.
 " Quantitative layer-by-layer perimetry "
 Invest. Ophthalmol. 1978, 17, pp. 1-9-257.
- 12 ETIENNE R.
 " Pourquoi un comité de lutte contre le glaucome? "
 Symposium de LYON, octobre 1981, ed. SIMEP
 ISBN 2-8533-4196-8, 1982, pp. 9-15.
- 13 FLAMMER J.
 " Fluctuations in the visual field "
 Automatic Perimetry in Glaucoma ISBN 0-8089-1705-6
 1985, pp. 161-173
- 14 FRANKHAUSER F.
 " Kinetische perimetrie "
 Ophthalmologica, 1969, 158, pp. 406-418.
- 15 GRAMER E., GERLACH R., KRIEGLSTEIN G. K.
 " Zur sensitivität des computerperimeters competer
 bei frühen glaukomatösen Gesichtsfeldausfällen."
 eine kontrollierte klinische studie
 Klin. Monastbl. Augenheik, 1982, 180, pp. 203-209.
- 16 GREVE E.L., WIJNANS M.
 " The statistical evaluation of measurements in static
 campimetry and its consequences for multiple stimulus
 campimetry"
 Ophtal. Res. 1972, 4, pp.355-366

- 17 GREVE E.L.
" Single and multiple stimulus static perimetry in
glaucoma, the two phase of visual field examination "
Doc. Ophtalmol. 1973, 136, pp. 1-350.
- 18 GREVE E.L., VERDUIN W.M.
" Detection of early glaucomatous defects. A visual
field investigation "
Doc. Ophtal. Proc. Series, 1977, 14, pp. 103-114.
- 19 GREVE E.L. FURUNO F. VERDUIN W.M.
" A critical phase in the development of glaucomatous
visual field defects "
Doc. Ophtalmol. Proc. Series, 1979, 19, pp. 127-136
- 20 GREVE E.L.
" L'examen du champ visuel "
Symposium de LYON octobre 81
Le glaucome primitif à angle ouvert
Ed.SIMEP, 1982, ISBN 2-85334-196-8 pp. 64-103
- 21 GREVE E.L.
"Automatic and non-automatic perimetry"
int. Ophtalmol., 1980, 2, pp.19-22.
- 22 GREVE E.L., VAN DEN BERG T. J.T.P., LANGERHORST C.T.
" Present and future of computer assisted
perimetry in glaucoma selected topics."
Second European Glaucoma Symposium, Helsinki 1984
1985, Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
ISBN 90-6193-526-1.
- 23 HARRINGTON D.O.
"The visual field"
ed. The C.V. Mosby Compagny, 1976, pp.4765
- 24 HATON J.P.
"Entrées vocales en ordinateur"
UNIV. NANCY 1, Ed. TECH. ING. 1975, H1560, pp. 1-5.

- 25 HEIJL A., DRANCE S.M.
 " Deterioration of threshold in glaucoma patients during perimetry "
 Docum. Ophtalmol. Proc. Series, 1983, 35, pp. 129-136.
- 26 HEIJL ANDERS
 " Strategie for detection of glaucoma defects "
 Automatic Perimetry in Glaucoma ISBN 0-8089-1705-6
 1985, pp. 43-54
- 27 LANTHONY Ph.
 " La périmétrie à stimulus multiples "
 Ann. oculist. 1976, T.209 n°1, pp. 11-24
- 28 LEIBOWITZ H.M., KRUEGER D.E., MAUNDER L.R.
 " Framingham eye study monograph "
 Surv. Ophtalmol. 1980, 24.
- 29 MARIANI J.
 La reconnaissance de la parole
 LA RECHERCHE N° 170 octobre 1985
 INTELLIGENCE ARTIFICIELLE pp. 1214-1226
- 30 NAUMBURGER V. TSCHESCHNER W.
 " Voice communication with machines. A new quality of input/output technology"
 NEUE TECH. BUERO; 0028-3401, DDR, 1982, 26 n°1, pp. 4-6.
- 31 NEEL F.
 " La communication orale: enregistrement et structure des dialogues humains "
 Machines parlantes 85, pp. 22-25
- 32 PLANE C.
 " L'hypertension oculaire sans glaucome existe-t'elle ? "
 Symposium de LYON octobre 81
 Le glaucome primitif à angle ouvert
 Ed. SIMEP, 1982, ISBN 2-85334-196-8 pp. 31-37
- 33 PRADINES F., DELBOSC B., ROYER J.
 " La périmétrie automatique et semi-automatique. Essai comparatif de trois appareils "
 J. F. Ophtalmol. 1985, 8 n°2, pp. 171-185.

- 34 ROULAND J.F.
"Contribution à l'élaboration d'un moyen de dépistage
du glaucome. Validation de la reconnaissance vocale
automatique"
Mémoire pour l'obtention du D.E.A. de Génie Biomédical
hop. B, C.H.U. de LILLE, 01.10.1985
- 35 TATE G.W. J.R.
" The physiological basis for perimetry "
Automatic Perimetry In Glaucoma, Ed GRUNE & STRATTON
ISBN 0-8089-1705-6, 1985, pp 1-28.
- 36 TREMOLIERES J.
"La parole Artificielle et sa reconnaissance"
Electronique Application n°46 février-mars 86 pp. 19-26
- 37 VERNIER F.
" Problèmes liés à l'utilisation des écrans cathodiques
noir et blanc en exploration fonctionnelle de la
vision"
Mémoire pour l'obtention du D.E.A. de Génie Biomédical
"analyse et instrumentation en milieu médical"
C.T.B. INSERM, Lille, 12.09.1984,
- 38 WOLFGANG LEYDHECKER MD
" Perimetry update "
Annals of ophtalmology, June 83, 15 n°6, pp. 511-543.

