

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

Étude de la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile  
chez les personnes atteintes d'hémianopsie

Par

Patrice Lazure

École de Réadaptation  
Faculté de médecine

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures  
en vue de l'obtention d'un grade de Maître ès Sciences  
en Sciences biomédicales  
option Réadaptation

Août 2003

© Patrice Lazure, 2003



W  
4  
U58  
2004  
V.025

Direction des bibliothèques

## AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

## NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL  
FACULTÉ DES ÉTUDES SUPÉRIEURES

Ce mémoire intitulé :

Étude de la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile  
chez les personnes atteintes d'hémianopsie

présentée par:

Patrice Lazure

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes:

Daniel Bourbonnais  
Président-rapporteur

Marie Vanier  
Directrice de recherche

Jacques Gresset  
Co-directeur de recherche

Isabelle Gélinas  
Membre du jury



## RÉSUMÉ (FRANCAIS)

L'atteinte du champ visuel (CV), telle qu'une hémianopsie, de même que celle du champ visuel utile (*useful field of view*, UFOV) ont des conséquences majeures sur la conduite automobile sécuritaire et ont donné lieu au développement d'interventions spécifiques. Sur le plan théorique, le CV et l'UFOV sont des concepts très proches, leur différence résidant dans l'ajout des notions d'utilité et de complexité de la tâche pour l'UFOV. La première partie de ce mémoire a pour objectif de décrire la relation CV-UFOV chez des personnes ayant un CV normal (n=33) et chez des personnes avec pertes de CV (n=18). Chaque sujet a reçu deux tests de CV et un d'UFOV. Pour chaque groupe, une description qualitative des résultats ainsi que des régressions linéaires ont été effectuées. La relation CV-UFOV est reliée à l'âge chez les deux groupes. Chez les personnes avec perte de CV, l'atteinte de l'UFOV est semblable à la perte de CV lorsque la tâche est simple, mais des pertes supplémentaires apparaissent lorsque la tâche devient plus complexe, de façon plus fréquente dans l'excentricité la plus éloignée. La seconde partie examine cette même relation lors d'un entraînement de l'UFOV chez un sujet hémianopsique. Des évaluations pré, per, post-entraînement et de suivi ont été effectuées, puis analysées de façon descriptive afin de décrire les tendances dans l'évolution des mesures. Peu de progrès a été obtenu lors de l'entraînement de l'UFOV chez une personne hémianopsique, mais cette idée ne doit pas être abandonnée, car plusieurs facteurs en limitent les conclusions.

## MOTS CLÉS (FRANÇAIS)

Champ visuel

Champ visuel utile

Entraînement visuel

Hémianopsie

Attention visuelle

Conduite automobile

Déficit de champ visuel

Quadranopsie

Accident vasculaire cérébral

## RÉSUMÉ (ANGLAIS)

Defects of the visual field (CV), such as hemianopsia, just as those of the useful field of view (UFOV), have major consequences on safe automobile driving justifying the development of specific interventions. On the theoretical level, the VF and the UFOV are very close concepts, their difference residing in the addition of the notions of utility and complexity of the task for the UFOV. The first part of this thesis aims at describing the VF-UFOV relation for people having a normal VF (n=33) and for people with VF losses (n=18). Each subject received two VF tests and one UFOV test. For each group, a qualitative description of the results and a series of linear regressions were carried out. The second part examines this same relation during the UFOV training of an hemianopsic subject. Pre, per, post, as well as follow-up evaluations were carried out, then analyzed in a descriptive way in order to observe tendencies in the evolution of the measurements. The VF-UFOV relation is related to age in the two groups. For the people with a VF loss, the UFOV reduction is similar to the loss of CV when the task is simple, but additional losses appear when the task becomes more complex, more frequently in the most distant eccentricity. Little progress was obtained during the UFOV training of the hemianopsic person, but this idea should not be given up, because several factors limit the conclusions of this part of the study.

## MOTS CLÉS (ANGLAIS)

Visual field

Useful field of view

Visual training

Hemianopsia

Visual attention

Car driving

Visual field deficit

Quadranopsia

Stroke

**TABLE DES MATIÈRES**

<b>RÉSUMÉ FRANÇAIS</b>	ii
<b>MOTS CLÉS FRANÇAIS</b>	iii
<b>RÉSUMÉ ANGLAIS</b>	iv
<b>MOTS CLÉS ANGLAIS</b>	v
<b>TABLE DES MATIÈRES</b>	vi
<b>INDEX DES FIGURES</b>	xiii
<b>INDEX DES TABLEAUX</b>	xvii
<b>LISTE DES SIGLES ET DES ABRÉVIATIONS</b>	xix
<b>REMERCIEMENTS</b>	xx
<b>AVANT-PROPOS</b>	xxi

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

<b><u>INTRODUCTION GÉNÉRALE</u></b>	1
<b>LES ACCIDENTS VASCULAIRES CÉRÉBRAUX</b>	2
<b>LE CHAMP VISUEL</b>	3
<b>CHAMP VISUEL ET CONDUITE AUTOMOBILE</b>	6
<b>LIENS ENTRE LES FONCTIONS VISUELLES, L'ATTENTION VISUELLE ET         LE RISQUE D'ACCIDENT</b>	6
<b>LE CHAMP VISUEL UTILE</b>	8
<b><u>PREMIÈRE PARTIE</u></b>	12
<b>PROBLÉMATIQUE</b>	12
<b>RELATION ENTRE LE CHAMP VISUEL ET LE CHAMP VISUEL UTILE</b>	12
<b>OBJECTIF</b>	14
<b>MÉTHODOLOGIE</b>	15
<b>POPULATION À L'ÉTUDE</b>	15
<b>Sélection des sujets</b>	15
<b>Recrutement des sujets</b>	18
<b>DEVIS</b>	19
<b>Déroulement des évaluations</b>	19
<b>VARIABLES ET MESURES</b>	21
<b>Variables de sélection</b>	21
<i>Tests d'optométrie clinique</i>	21
<i>Tests d'exploration visuelle ou nécessitant une exploration                 visuelle</i>	21
<i>Autres tests de sélection</i>	22

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

<b>Variables à l'étude</b>	22
<i>Champ visuel</i>	22
<i>Champ visuel utile</i>	36
<b>Variables potentiellement confondantes</b>	40
<b>MÉTHODE D'ANALYSE DES RÉSULTATS</b>	40
<b>RÉSULTATS ET DISCUSSION</b>	41
<b>TESTS DE SÉLECTION</b>	41
<b>Tests d'optométrie clinique</b>	41
<b>Tests de champ visuel</b>	41
<b>Tests d'exploration visuelle ou nécessitant une exploration visuelle</b>	42
<b>Gnosies, praxies et langage</b>	42
<b>CARACTÉRISTIQUES SOCIO-DÉMOGRAPHIQUES</b>	42
<b>SUJETS SAINS</b>	44
<b>Champ visuel</b>	44
<b>Champ visuel utile</b>	50
<b>Relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez les sujets sains</b>	62
<b>Illustration des résultats d'un sujet sain</b>	65
<b>SUJETS AVEC DÉFICIT DE CHAMP VISUEL</b>	69
<b>Champ visuel</b>	69
<b>Champ visuel utile</b>	75
<b>Relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez les sujets avec déficit visuel</b>	81
<b>Illustration des résultats d'un sujet avec déficit visuel</b>	85
<b>Analyse détaillée du sujet 9</b>	88
<b>COMPARAISON DE LA RELATION CHAMP VISUEL - CHAMP VISUEL UTILE CHEZ LES SUJETS AVEC OU SANS DÉFICIT</b>	93

## **TABLE DES MATIÈRES (suite)**

<b>CONCLUSION</b>	95
<b><u>DEUXIÈME PARTIE</u></b>	97
<b>PROBLÉMATIQUE</b>	97
<b>OBJECTIF</b>	102
<b>MÉTHODOLOGIE</b>	102
<b>POPULATION À L'ÉTUDE</b>	102
<b>Sélection du sujet</b>	103
<b>DEVIS</b>	103
<b>Déroulement des évaluations et du programme                     d'entraînement</b>	104
<b>VARIABLES ET MESURES</b>	108
<b>Variables de sélection</b>	108
<b>Variables dépendantes</b>	108
<i>Champ visuel</i>	108
<i>Champ visuel utile</i>	109
<b>Variables potentiellement confondantes</b>	112
<b>Entraînement de l'UFOV</b>	112
<b>MÉTHODE D'ANALYSE DES RÉSULTATS</b>	117
<b>RÉSULTATS ET DISCUSSION</b>	118
<b>TESTS DE SÉLECTION</b>	118
<b>TESTS PRÉ-ENTRAÎNEMENT</b>	119
<b>Champ visuel</b>	119



## TABLE DES MATIÈRES (suite)

<b>Champ visuel utile</b>	128
<b>ENTRAÎNEMENT</b>	132
<b>Établissement de l'entraînement en fonction des résultats aux tests pré-entraînement</b>	132
<b>Problèmes rencontrés et modifications apportées</b>	135
<b>Protocole d'entraînement final</b>	137
<b>TESTS POST-ENTRAÎNEMENT</b>	139
<b>Champ visuel</b>	139
<b>Champ visuel utile</b>	141
<b>TESTS DE SUIVI</b>	143
<b>Champ visuel</b>	143
<b>Champ visuel utile</b>	145
<b>EFFETS DE L'ENTRAÎNEMENT</b>	147
<b>Champ visuel</b>	147
<b>Champ visuel utile</b>	153
 <b>CONCLUSION</b>	 163
 <b>CONCLUSION GÉNÉRALE</b>	 168
 <b>RÉFÉRENCES</b>	 171
 <b>ANNEXE I: DESCRIPTION DES TESTS UTILISÉS POUR LA SÉLECTION DES SUJETS</b>	 xxii
<b>TESTS OPTOMÉTRIQUES</b>	xxii
<b>ACUITÉ VISUELLE</b>	xxii
<b>SENSIBILITÉ AU CONTRASTE</b>	xxii

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

TESTS D'EXPLORATION VISUELLE OU NÉCESSITANT UNE EXPLORATION VISUELLE	xxiii
AUTRES TESTS DE SÉLECTION	xxvii
LURIA'S NEUROPSYCHOLOGICAL INVESTIGATION	xxvii
MINI-MENTAL STATE EXAMINATION	xxvii
ANNEXE II : CARACTÉRISTIQUES SOCIO-DÉMOGRAPHIQUES ET D'OPTOMÉTRIE CLINIQUE	xxviii
ANNEXE III: SUPERPOSITION DU CHAMP VISUEL ET DU CHAMP VISUEL UTILE CHEZ LES SUJETS NORMAUX	xxix
ANNEXE IV: SUPERPOSITION DU CHAMP VISUEL ET DU CHAMP VISUEL UTILE CHEZ LES SUJETS AVEC DÉFICIT DE CHAMP VISUEL	lxiv
ANNEXE V: LIEN ENTRE LE SEXE ET LE CHAMP VISUEL UTILE	lxxxiv
ANNEXE VI: RÉSULTATS DU SUJET 9 AUX TESTS UTILISÉS POUR LA SÉLECTION DES SUJETS	lxxxii
TESTS D'EXPLORATION VISUELLE OU NÉCESSITANT UNE EXPLORATION VISUELLE	lxxxii
GNOSIES, PRAXIES, LANGAGE	lxxxix
ANNEXE VII: RÉSUMÉ DU PROTOCOLE ORIGINAL DE BALL	xci
DESCRIPTION GÉNÉRALE	xci
DESCRIPTION DES TÂCHES	xci
CONDITIONS D'ENTRAÎNEMENT	xcii
PROGRAMME D'ENTRAÎNEMENT	xciii

**TABLE DES MATIÈRES (suite)**

<b>ANNEXE VIII: PROCESSUS DE RÉVISION DU PROTOCOLE D'ENTRAÎNEMENT</b>	<b>xcv</b>
<b>ANNEXE IX : FORMULAIRES DE CONSENTEMENT</b>	<b>cii</b>
<b>ANNEXE X : CERTIFICAT D'ÉTHIQUE</b>	<b>cxi</b>

## INDEX DES FIGURES

FIGURE 1	Le champ visuel normal	5
FIGURE 2	Illustration de l'UFOV en conduite automobile	9
FIGURE 3	Aperçu du test de Humphrey utilisé pour mesurer le champ visuel	24
FIGURE 4	Schématisation de la stratégie "3 zones" du test Humphrey	25
FIGURE 5	Aperçu du test de Goldman utilisé pour mesurer le champ visuel	27
FIGURE 6	Schématisation du test de Goldman	28
FIGURE 7	Résumé de la méthode AMA pour la cotation d'un champ visuel Goldman.	30
FIGURE 8	Le score Esterman	32
FIGURE 9	Résumé de la méthode AMA30 pour la cotation d'un champ visuel Goldman.	35
FIGURE 10	Schématisation de la séquence de présentation d'un stimulus lors de la version de l'UFOV adaptée du test de Brouwer	38
FIGURE 11	Illustration des tâches du test de l'UFOV utilisé pour la sélection des sujets	39
FIGURE 12	Relation entre l'âge et le champ visuel chez les sujets sains	47
FIGURE 13	Relation entre l'âge et le champ visuel utile chez les sujets sains	54
FIGURE 14	Nombre de sujets sains ayant répondu correctement au stimulus en fonction de la position au test de champ visuel utile	57

## INDEX DES FIGURES (suite)

FIGURE 15	Relation entre l'âge et le nombre de stimuli vus pour chaque excentricité du champ visuel utile chez les sujets sains	60
FIGURE 16	Relation entre le champ visuel et le champ visuel utile	64
FIGURE 17	Résultats du sujet 104 aux deux tests de champ visuel (Goldman, Humphrey) et au test de l'UFOV	66
FIGURE 18	Relation entre l'âge des sujets et les erreurs supplémentaires commises	80
FIGURE 19	Relation entre les erreurs supplémentaires commises lors du passage de la tâche unique dans un environnement simple à la double tâche dans un environnement complexe et l'âge des sujets	84
FIGURE 20	Résultats du sujet 5 aux deux tests de champ visuel (Goldman, Humphrey) et au test de l'UFOV	86
FIGURE 21	Résultats du sujet 9 aux deux tests de champ visuel (Goldman, Humphrey) et au test de l'UFOV	90
FIGURE 22	Résultats différents selon le test de champ visuel utilisé, dans la littérature	91
FIGURE 23	Illustration des résultats différents selon le test de champ visuel utilisé.	100
FIGURE 24	Champ visuel d'un sujet avant et après entraînement	101
FIGURE 25	Augmentation du champ visuel utile dans l'hémi-champ atteint d'une personne hémianopsique droite	102
FIGURE 26	Schématisation de la séquence de présentation d'un stimulus sur l'appareil " <i>Visual Attention Analyzer, model 3000</i> "	107

## INDEX DES FIGURES (suite)

FIGURE 27	Illustration des tâches du test de l'UFOV utilisé lors des tests pré-entraînement, post-entraînement et de suivi et schématisation de la séquence de présentation d'un stimulus	111
FIGURE 28	Schématisation du protocole d'entraînement	116
FIGURE 29	Résultats pré-entraînement aux tests de champ visuel	122
FIGURE 30	Synthèse de l'UFOV pré-entraînement	129
FIGURE 31	Variations observées entre la double tâche dans un environnement simple et la double tâche dans un environnement complexe au niveau des quadrants supérieur droit et inférieur droit	133
FIGURE 32	Résultats du sujet de son côté atteint aux blocs-cibles à l'excentricité 10°	138
FIGURE 33	Résultats du sujet de son côté atteint aux blocs-cibles à l'excentricité 20°	138
FIGURE 34	Synthèse de l'UFOV post-entraînement	142
FIGURE 35	Synthèse de l'UFOV suivi	146
FIGURE 36	Résultats des tests de champ visuel (Goldman) – comparaison pré-post-suivi	148
FIGURE 37	Résultats des tests de champ visuel (Humphrey) – comparaison pré-post-suivi	150
FIGURE 38	Synthèse des différences entre UFOV pré et post	154
FIGURE 39	Synthèse des différences entre UFOV post et suivi	158

**INDEX DES FIGURES (suite)**

FIGURE 40	Tests d'exploration visuelle ou nécessitant une exploration visuelle utilisés pour la sélection des sujets	xxv
FIGURE 41	Version modifiée du test des figures superposées ( <i>Overlapping Figure Test</i> de Gainotti et al, 1986)	xxvi
FIGURE 42	Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux	xxxix
FIGURE 43	Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel	lxvi
FIGURE 44	Distribution des sujets masculins et féminins au niveau de la perte supplémentaire engendrée par l'augmentation de la complexité de la tâche de l'UFOV.	lxxxv
FIGURE 45	Stratégie d'exploration utilisée et localisation des stimuli omis par le sujet au test des cloches	lxxxvi
FIGURE 46	Résultats du sujet au test de bissection de lignes	lxxxviii

**INDEX DES TABLEAUX**

TABLEAU I	Résumé des facteurs d'inclusion et d'exclusion en vue de la sélection des sujets	17
TABLEAU II	Bilan du processus de sélection des sujets recrutés	43
TABLEAU III	Résultats obtenus par les sujets normaux aux deux tests de champ visuel	46
TABLEAU IV	Cotation, pour les sujets normaux, du test de champ visuel Goldman par la méthode AMA30	49
TABLEAU V	Résultats obtenus par les sujets normaux à chacun des blocs du test de champ visuel utile	51
TABLEAU VI	Résultats obtenus par chaque sujet avec déficit de champ visuel aux deux tests de champ visuel	72
TABLEAU VII	Cotation, pour chaque sujet avec déficit de champ visuel, du test de champ visuel Goldman par la méthode AMA30	74
TABLEAU VIII	Résultats obtenus par chaque sujet avec déficit de champ visuel à chacun des blocs du test de champ visuel utile	77
TABLEAU IX	Analyse des corrélations entre le champ visuel et chacun des blocs du test de champ visuel utile	81
TABLEAU X	Mesures de contrôle du test Humphrey lors des tests pré-entraînement	119



## INDEX DES TABLEAUX (suite)

TABLEAU XI	Nombre de stimuli périphériques détectés par le sujet à la double tâche dans un environnement simple et la double tâche dans un environnement complexe, en fonction du temps de présentation	131
TABLEAU XII	Mesures de contrôle du test Humphrey lors des tests post-entraînement	139
TABLEAU XIII	Mesures de contrôle du test Humphrey lors des tests de suivi	143
TABLEAU XIV	Comparaison pré-post-suivi des tests de champ visuel à l'aide de la méthode Esterman	152
TABLEAU XV	Localisation des positions 10, 11, 12, 10', 11' et 12' du champ visuel utile: la zone encerclée correspond aux positions mentionnées	156
TABLEAU XVI	Localisation des positions 7, 8, 9, 7', 8' et 9' du champ visuel utile: la zone encerclée correspond aux positions mentionnées	156
TABLEAU XVII	Résultats obtenus aux positions 10, 11, 12, 10', 11' et 12'	160
TABLEAU XVIII	Résultats obtenus aux positions 7, 8, 9, 7', 8' et 9'	162
TABLEAU XIX	Caractéristiques socio-démographiques et d'optométrie clinique	xxviii
TABLEAU XX	Relation entre le sexe et le nombre d'erreurs supplémentaires commises	lxxxvi
TABLEAU XXI	Résumé du déroulement d'une séquence d'entraînement	xcix
TABLEAU XXII	Liste des blocs-cible utilisés lors du protocole d'entraînement final	ci

## LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

AFOV	<i>"Attentionnal Field of View"</i>
AMA	<i>American Medical Association</i>
AVC	Accident Vasculaire Cérébral
CV	Champ visuel
HFA	<i>"Humphrey Field Analyzer"</i>
LH	Ligne horizontale
LV	Ligne verticale
MMSE	<i>"Mini-Mental State Examination"</i>
ms	Milliseconde(s)
OD	Œil droit
OG	Œil gauche
QID	Quadrant inférieur droit
QIG	Quadrant inférieur gauche
QSD	Quadrant supérieur droit
QSG	Quadrant supérieur gauche
SNC	Système nerveux central
Tprés	Temps de présentation des stimuli
UFOV	Champ visuel utile ( <i>"Useful Field of View"</i> )

## REMERCIEMENTS

Je tiens à adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui ont facilité mon travail de recherche et la rédaction de ce mémoire. Tout d'abord, je remercie ma directrice Dre Marie Vanier, qui a su orienter mes efforts et me fournir de précieux conseils, depuis l'élaboration de mon projet, jusqu'à sa finalisation. Je remercie ensuite Dr Jacques Gresset, codirecteur de ce projet, dont l'aide concernant entre autres les tests visuels fût inestimable. J'aimerais également remercier tous mes collègues ayant contribué de près ou de loin à la réflexion présentée dans ce mémoire, notamment Dres Isabelle Gélinas et Barbara Mazer, Dr Wiebo Brouwer, Mmes Claire Trempe et Natacha Viens. Un grand merci également à Dre Mylène Roy, qui a effectué la grande majorité des évaluations optométriques, ainsi qu'à Mme Claudette Bernier pour la correction des fautes d'orthographe et de grammaire.

Merci aussi à toutes les personnes qui ont accepté de participer à cette étude et sans qui ce mémoire n'aurait pas lieu d'être.

Je remercie le Centre de Recherches Interdisciplinaires en Réadaptation du Montréal Métropolitain (CRIR), ainsi que l'École de Réadaptation de l'Université de Montréal, dont les bourses d'études m'ont fourni le soutien financier nécessaire à la réussite de ma maîtrise.

Je remercie finalement mes parents et amis qui m'ont toujours supporté et ce, malgré mon parcours parfois inhabituel.

## **AVANT-PROPOS**

Le présent mémoire est divisé en deux parties. Dans la première partie est présentée une étude de la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez un groupe de personnes ayant un champ visuel normal, ainsi que chez un groupe de patients présentant des pertes de champ visuel. Au cours de cette étude, les résultats observés chez une personne du deuxième groupe nous a amené à appliquer un programme d'entraînement du champ visuel utile chez cette personne. La deuxième partie de ce mémoire porte donc sur la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile, mais cette fois dans le contexte d'un entraînement du champ visuel utile chez cette personne

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Chez les personnes présentant un handicap, ainsi que chez les personnes âgées, le maintien d'un permis de conduire est souvent un facteur d'autonomie important. En effet, pour plusieurs de ces personnes, l'utilisation d'une alternative telle que le transport en commun ne répond pas tout à fait à leurs besoins. Ceci est particulièrement vrai pour les personnes habitant des milieux ruraux. Il existe souvent dans notre société une dépendance envers la conduite automobile afin de répondre à nos besoins de mobilité, entraînant une acceptation difficile du retrait du permis de conduire lorsque surviennent des changements comportementaux ou physiques empêchant une conduite automobile sécuritaire. Cette tendance représente d'ailleurs une préoccupation majeure au niveau de la sécurité routière<sup>1</sup>. Il inculpe donc à la société une double responsabilité: d'une part, préserver la sécurité routière des usagers en retirant des routes les conducteurs potentiellement dangereux, et d'autre part, permettre aux gens le maintien de leur permis de conduire tant que leurs capacités leur permettent. Dans ce contexte, il est important d'arriver à une meilleure compréhension des incapacités pouvant affecter la conduite automobile, telles que les atteintes du champ visuel, causées par une maladie de l'œil ou par une lésion du système nerveux central comme un accident vasculaire cérébral (AVC).

## **Les accidents vasculaires cérébraux**

Au Canada, il y aurait approximativement 300 000 personnes ayant subi un accident vasculaire cérébral (AVC)<sup>2</sup>. Une étude récente rapporte que 6,3% des canadiens âgés de 65 ans et plus aurait déjà subi un AVC<sup>3</sup>. Comparativement à un groupe d'aînés du même âge, ces personnes sont plus fréquemment restreintes au niveau de leurs fonctions cognitives et physiques, ce qui entraîne une baisse de leur niveau général de bien-être<sup>3</sup>. Les AVC constituent d'ailleurs la plus importante cause de réduction des capacités physiques au niveau mondial<sup>2</sup>. Parmi les personnes survivant à un AVC, 33 % d'entre-elles présenteront des déficits cognitifs<sup>4</sup>.

En considérant la constante diminution du taux de mortalité associé aux AVC<sup>5</sup> ainsi que le vieillissement de la population, la proportion de personnes vivant avec les conséquences d'un AVC devrait continuer à augmenter au cours des prochaines années. Dans ce contexte, il est primordial de poursuivre la recherche sur les déficits causés par les AVC ainsi que leurs conséquences sur les activités quotidiennes de ces personnes.

## **Le champ visuel**

Parmi les fonctions pouvant être affectées suite à un AVC se trouve le champ visuel. Selon Risse<sup>6</sup>, le champ visuel correspond à la portion d'espace dans laquelle l'œil qui fixe est capable de détecter les stimulations visuelles. On distingue le champ visuel monoculaire (un seul œil à la fois) du champ binoculaire (les deux yeux). Le champ visuel monoculaire normal a une étendue de 50° à 60° du côté nasal, 80° à 90° du côté temporal, 45° à 50° dans le champ supérieur et 60° à 80° dans le champ inférieur (figure 1, page 5). Les rétrécissements supérieur et nasal sont dus respectivement à l'arcade sourcilière et au nez. Le champ visuel normal comprend également une zone de forme ovale où la vision est absente, appelée la tache aveugle et correspondant à l'ouverture du disque optique sur la rétine. Bien qu'elle puisse varier considérablement d'une personne à l'autre, elle mesure en moyenne 5.5° sur l'axe horizontal et 7.5° sur l'axe vertical. Son centre est situé à 1.5 ° sous le méridien horizontal, à 15° du côté nasal.

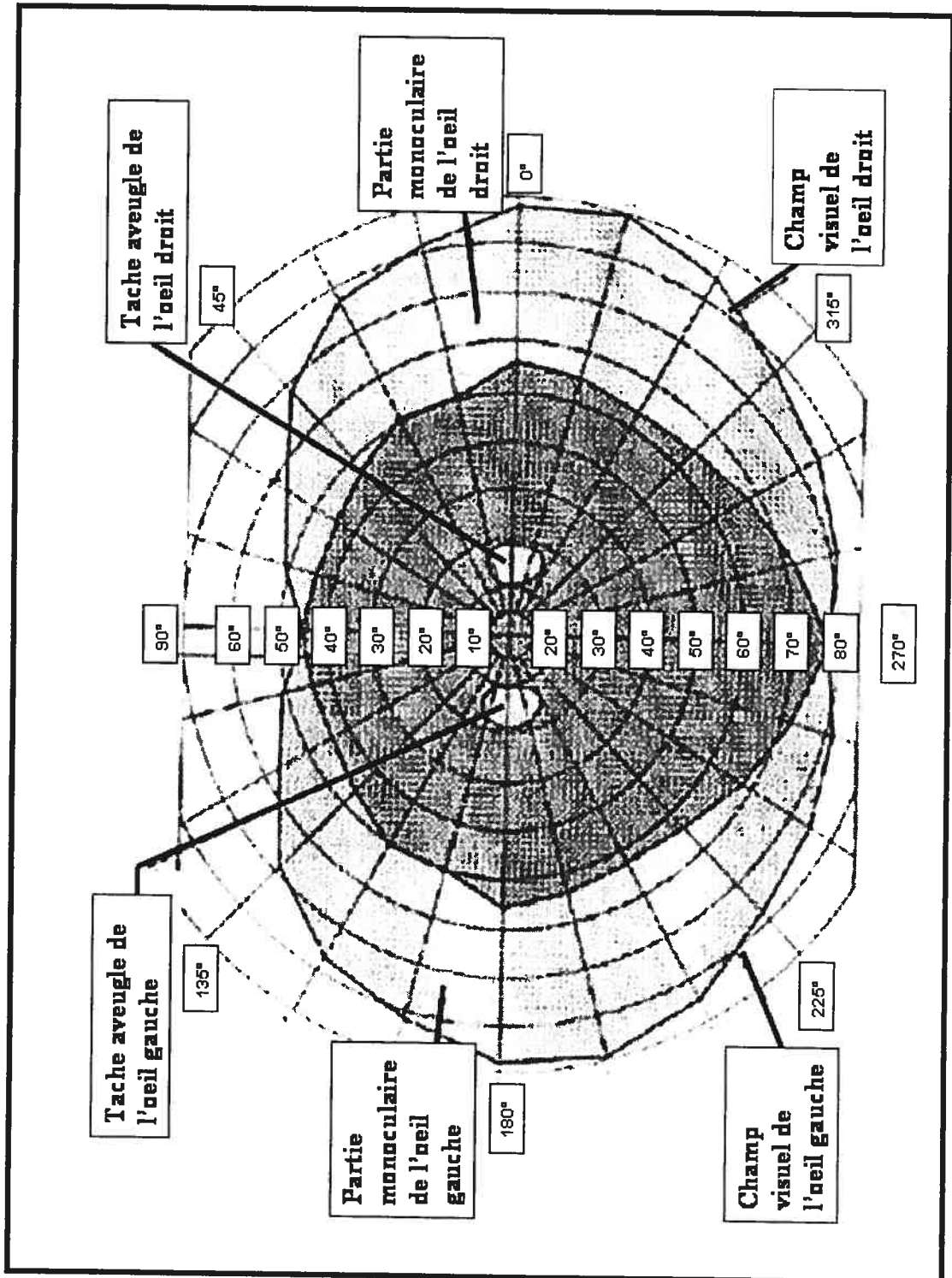
Des déficits de champ visuel seraient observés chez 20 à 30% des patients ayant été référés à un centre de réadaptation suite à un AVC<sup>7</sup>. Il est estimé qu'environ 15% de ces personnes retrouveront une partie de la vision perdue dans les deux ou trois premiers mois suivants leur AVC<sup>7</sup>. Par conséquent, une proportion importante d'entre eux devront vivre avec leur déficit. Une étude australienne menée auprès d'une population âgée de plus de 45 ans a observé que 8.3% des personnes rapportant avoir subi un AVC présentait des déficits visuels homonymes<sup>8</sup>. Selon Zihl<sup>9</sup>, l'hémianopsie

unilatérale homonyme représenterait 66 % des cas de déficits visuels homonymes observés en Allemagne et la quadranopsie, 14%.

L'hémianopsie unilatérale homonyme est un déficit de champ visuel causé par un dommage cérébral unilatéral post-chiasmatique<sup>10</sup>, duquel il résulte une absence de vision d'un coté complet (la moitié) du champ visuel et ce, pour chaque œil. Le terme de quadranopsie réfère quant à lui à la perte du quart du champ visuel. Étant donné l'organisation de système visuel dans le cerveau, une lésion droite causera un déficit dans le champ visuel gauche et vice-versa<sup>10</sup>. Les causes les plus communes sont les accidents vasculaires cérébraux, les traumatismes crâniens et les tumeurs. L'hémianopsie unilatérale homonyme est dû à une lésion du lobe occipital dans 40% des cas, à une lésion du lobe pariétal dans 30% des cas, à une lésion du lobe temporal dans 25% des cas et à une lésion du tract optique dans 5% des cas<sup>11</sup>.



FIGURE 1: Le champ visuel normal



Source : Nolte, J. (1993) The human brain; 3rd ed. St-Louis : Mosby Year Book; p.302

## **Champ visuel et conduite automobile**

Puisque les atteintes du champ visuel peuvent affecter la conduite automobile, des normes ont dû être adoptées à ce sujet. Au Québec, ces normes<sup>12</sup> sont basées sur le champ visuel binoculaire, évalué à l'aide d'un périmètre de type Goldman, avec un stimulus III.3e. Elles prévoient qu'un champ visuel horizontal continu de moins de 100°, ou inférieur à 30° de chaque côté de la ligne médiane verticale, entraîne la révocation du permis de conduire. Ainsi, une atteinte du champ visuel telle qu'une hémianopsie homonyme latérale, est légalement incompatible avec le maintien du permis de conduire. Par contre, dans d'autres pays, les normes légales diffèrent. C'est le cas notamment en Hollande, où la prise de décision au niveau du maintien ou non du permis de conduire se fait sur la base d'une opinion médicale ou d'une opinion d'un expert en conduite automobile<sup>13</sup>. Il peut même être possible pour les personnes atteintes de pouvoir bénéficier d'un entraînement. Par la suite, elles peuvent avoir la possibilité de conserver leur permis si elles sont en mesure de démontrer qu'elles sont sécuritaires lors d'un test de conduite sur route.

## **Liens entre les fonctions visuelles, l'attention visuelle et le risque d'accident**

Selon les études effectuées jusqu'à ce jour, les capacités visuelles généralement évaluées, c'est-à-dire l'acuité visuelle statique et le champ visuel, n'ont pas de lien clairement établi avec une conduite automobile sécuritaire, le lien entre des atteintes de ces capacités et le risque d'accident demeurant flou<sup>14,15,16,17,18</sup>. Certains travaux ont observé une absence de relation entre l'atteinte de la vision périphérique et une

conduite sécuritaire<sup>19</sup>. Qui plus est, d'autres études ont démontré que des personnes avec troubles du champ visuel conduisaient sans augmentation du taux d'accidents<sup>20,21</sup>. D'autres auteurs<sup>22</sup> ont cependant observé une augmentation du risque d'accident lorsque les déficits du champ visuel sont binoculaires.

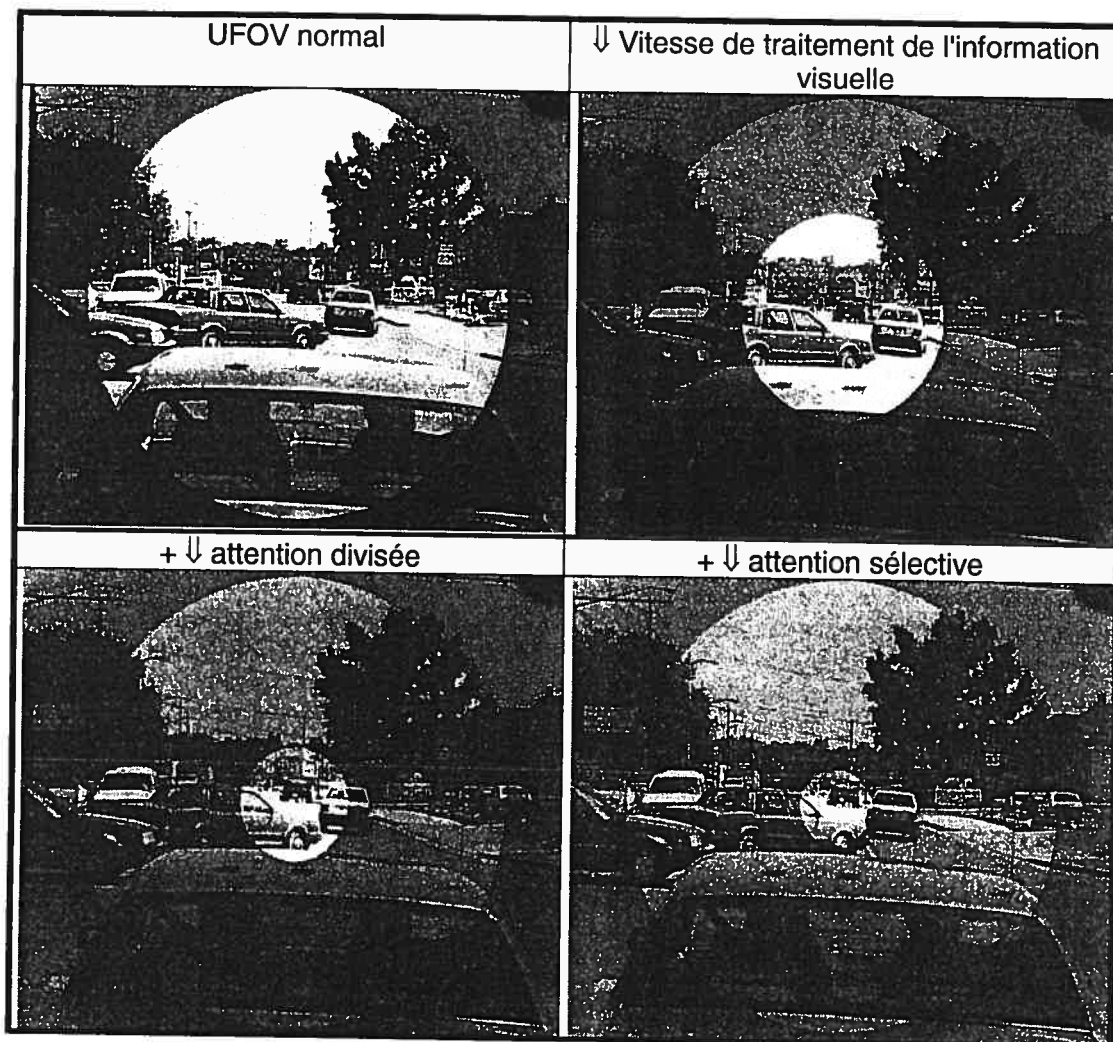
Pour expliquer l'absence de liens significatifs dans plusieurs de ces études, North<sup>19</sup> avance l'hypothèse que cela serait dû au fait que certains tests périmétriques visuels mesurent seulement l'étendue du champ visuel horizontal ou encore, par la possibilité que certains conducteurs compensent partiellement leur incapacité. Une telle compensation nécessite des comportements d'adaptation présupposant une bonne conscience du déficit chez le conducteur. Cela ne saurait être possible chez tous les sujets car une étude suggère que certains sujets n'ont pas ou peu conscience des atteintes de leur champ visuel<sup>22</sup>.

Donc, l'utilisation de stratégies de compensation varie grandement d'une personne à l'autre. Un facteur pouvant influencer le fait qu'une personne adopte ou non de telles stratégies est le type d'atteinte. En effet, une atteinte touchant des processus supérieurs, tels que l'allocation des ressources attentionnelles au traitement de l'information appropriée, pourrait rendre l'adoption de stratégies compensatoires plus difficiles.

## Le champ visuel utile

Les probabilités qu'une personne utilise efficacement des stratégies de compensation sont donc plus faibles lorsque l'atteinte touche l'attention plutôt que la vision. C'est par ce raisonnement que Ball et al.<sup>23,24</sup> ont introduit le concept de champ visuel utile (*Useful Field of View : UFOV*). Ce concept se définit comme la partie du champ visuel dans laquelle une information utile à une tâche donnée peut être perçue en un coup d'œil, c'est-à-dire, sans mouvement oculaire. Par exemple, il peut s'agir de la partie du champ visuel à l'intérieur de laquelle une cible peut être détectée et localisée parmi un environnement visuellement complexe ou en effectuant simultanément une tâche de traitement d'information visuelle dans la région centrale.

Lorsque la complexité de la tâche varie, les ressources attentionnelles requises pour accomplir cette tâche varient également et l'UFOV diminue<sup>25,26</sup> (figure 2, page 9). Une relation très significative a d'ailleurs été identifiée par ces mêmes auteurs entre l'atteinte du champ visuel utile et l'incidence d'accidents de la route<sup>26,27,28,29</sup>. Leurs études démontrent qu'une atteinte du champ visuel utile explique jusqu'à 20% de la variance au niveau du taux d'accidents chez des conducteurs âgés, tandis que les atteintes touchant uniquement la vision n'ont pas de lien significatif. Plus concrètement, une étude démontre qu'une réduction du champ visuel utile égale ou supérieure à 40% est associée à un risque d'accidents aux intersections 15 fois plus élevé<sup>30</sup>.

**FIGURE 2:** Illustration de l'UFOV en conduite automobile

On distingue trois types d'atteintes (non exclusives) de l'UFOV: lenteur de traitement de l'information visuelle, difficulté à diviser son attention et difficulté en attention sélective<sup>27</sup>. Cependant, le concept d'attention sélective réfère généralement à la capacité de sélectionner un stimulus en ignorant des stimuli distracteurs sensés attirer l'attention du sujet. Dans le cas du champ visuel utile, le sujet n'est pas tenu d'ignorer les stimuli distracteurs, mais doit plutôt distinguer le stimulus cible parmi les autres. De plus, ces distracteurs ne sont pas là afin de détourner l'attention du sujet, mais plutôt dans le but de créer une surcharge visuelle et attentionnelle. Pour ces raisons, la tâche d'attention sélective de l'UFOV s'éloigne considérablement de la définition classique de l'attention sélective. Afin d'éviter toute confusion, le présent texte préconisera plutôt l'utilisation des termes de difficulté à discriminer un stimulus cible dans un environnement visuel complexe.

De façon générale, les atteintes du champ visuel utile peuvent s'exprimer sous deux formes. Premièrement, la vision en tunnel est marquée par la perte des excentricités les plus éloignées, une excentricité étant définie comme l'ensemble des points situés à une certaine distance du centre du champ visuel utile. Deuxièmement, une interférence générale est caractérisée par une perte indépendante de l'excentricité<sup>31</sup>, i.e., répartie dans tout le champ visuel utile. L'UFOV est donc une mesure de l'attention visuelle, impliquant l'attention divisée et la discrimination d'une cible dans un environnement visuel complexe, variables très importantes en conduite automobile. Par ailleurs, Marottoli et al.<sup>32</sup> ont également observé une relation entre une performance réduite à un test d'attention visuelle et différentes variables liées à

la diminution de la capacité à conduire de manière sécuritaire (infractions au code de la route, arrestations, accidents).

En se basant sur cette analyse, il a été proposé que les troubles de l'attention visuelle soient plus reliés à une conduite automobile non sécuritaire que les problèmes strictement visuels, car dans le premier cas, les processus de conscience des incapacités et d'apprentissage nécessaires au comportement compensatoire sont atteints<sup>33,34,35</sup>. Cette proposition rejoint les tendances actuelles en recherche sur l'évaluation et l'entraînement de l'aptitude à la conduite, où les capacités cognitives, plutôt que les capacités perceptives, prennent le premier plan.

## PREMIÈRE PARTIE

### PROBLÉMATIQUE

#### **Relation entre le champ visuel et le champ visuel utile**

Sur le plan conceptuel, le champ visuel et l'UFOV sont très proches l'un de l'autre. En effet, le champ visuel, tel que mentionné précédemment, se définit comme étant la portion d'espace dans laquelle l'œil qui fixe est capable de détecter les stimulations visuelles. L'UFOV quant à lui, se définit comme la partie du champ visuel dans laquelle une information utile à une tâche donnée peut être perçue à un moment précis. Donc, leurs différences résident dans les notions d'utilité et de complexité de la tâche. Dans une tâche de champ visuel, l'utilité et la complexité sont maintenues au minimum, ce qui minimise les ressources attentionnelles requises et permet ainsi d'isoler la composante visuelle. À l'opposé, une tâche de champ visuel utile utilise différents niveaux de complexité, nécessitant différents niveaux de ressources attentionnelles, afin d'observer les répercussions d'une demande attentionnelle accrue sur les processus supérieurs permettant l'allocation de ces ressources au traitement de l'information appropriée.

Sur le plan empirique cependant, peu d'études ont porté spécifiquement sur la relation entre les deux concepts. Ainsi, l'utilisation de mesures qui isolent ces deux variables permettrait de vérifier si la relation entre les deux, chez des sujets, est conforme à la



relation ayant été développée sur le plan conceptuel. Cela amènerait une meilleure compréhension des relations existantes entre les concepts de champ visuel et de champ visuel utile, et permettrait le développement d'interventions plus sensibles et efficaces, tant pour les personnes présentant des pertes de champ visuel que pour des personnes présentant des réductions de l'UFOV.

## **OBJECTIF**

Décrire la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez des personnes ayant un champ visuel normal, et chez des personnes présentant des pertes de champ visuel.

### **OBJECTIFS SPÉCIFIQUES**

1. Décrire la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez les personnes sans perte de champ visuel
2. Décrire la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez les personnes ayant une perte de champ visuel
3. Observer si la relation s'exprime de la même façon chez les deux groupes.

## **MÉTHODOLOGIE**

### **POPULATION À L'ÉTUDE**

Le groupe à l'étude, ou groupe expérimental, est constitué d'ex-conducteurs souffrant d'une hémianopsie homonyme unilatérale ou d'une quadranopsie homonyme unilatérale, consécutive à un accident vasculaire cérébral (AVC) ayant mené à un retrait du permis de conduire. L'origine de la lésion doit remonter à un minimum de six mois, afin de s'assurer de leur stabilité sur le plan neurologique. Le groupe témoin est formé de sujets sains (sans perte de champ visuel).

### **Sélection des sujets**

Les sujets des deux groupes ont dû respecter certains critères de sélection. Ainsi, ceux dont l'acuité visuelle est inférieure à 0.1 (6/60) pour un œil ou inférieure à 0.5 (6/12) pour le meilleur œil, ainsi que les sujets dont la sensibilité au contraste est inférieure à 10, ont été exclus, car de telles atteintes pourraient interférer avec les résultats et ainsi empêcher d'isoler le déficit de champ visuel. Les personnes ayant une atteinte modérée ou sévère du langage, des gnosies, des praxies ou encore des pertes cognitives globales ont également été exclues, car ces atteintes auraient pu nuire à la communication entre l'évaluateur et le sujet, ainsi qu'à la bonne compréhension des consignes. Les patients démontrant de la négligence visuelle modérée ou sévère ont aussi été exclus, à cause de l'influence que peut avoir cette atteinte sur des mesures visuelles.

De plus, cette étude s'insérant dans une étude plus large<sup>36</sup> comportant entre autres un test sur simulateur de conduite, une expérience de conduite minimale de 2 000 km/an durant les deux dernières années avant le déficit et de 100 000 km en tout, était exigée. Cette étude avait entre autres objectifs, de vérifier l'impact de déficits visuels sur la conduite. Dans ce contexte, il était primordial d'éviter certaines conditions affectant la conduite. Ainsi, les gens ayant subi une suspension de permis due à l'alcool au volant, ayant une histoire médicale de traumatisme crânien, de tentative de suicide ou d'intoxication, ou encore prenant des médicaments pouvant affecter la conduite ont été exclus.

Enfin, pour des considérations pratiques, les gens devaient résider à moins d'une heure de transport du lieu de la recherche (Institut de Réadaptation de Montréal, Montréal). Les facteurs d'inclusion et d'exclusion sont résumés au tableau I (page 17).

Des tests préliminaires ont été réalisés afin d'effectuer la sélection des sujets respectant tous les critères d'inclusion. Les tests utilisés à cette fin comprennent des tests d'optométrie clinique (acuité visuelle, vision binoculaire et sensibilité à l'éblouissement), un test visant à détecter les gnosies, les praxies et les troubles du langage, ainsi que des tests d'exploration visuelle ou nécessitant une exploration visuelle. Ces tests sont décrits plus en détail à la section "variables et mesures". Les échantillons finaux sont constitués de 18 sujets avec déficit du champ visuel et de 33 sujets sains (sans perte de champ visuel).

**TABLEAU I :** Résumé des facteurs d'inclusion et d'exclusion en vue de la sélection des sujets avec atteinte de champ visuel (CV) et les sujets sains (S)

	<i>Facteur</i>	<i>CV</i>	<i>S</i>
<b><u>Inclusion</u></b>	Diagnostic d'hémianopsie (ou de quadranopsie) homonyme unilatérale	√	
	Expérience de conduite de 2 000 km/an pour les deux dernières années avant le déficit et de 100 000 km à vie	√	√
	Résidant à un maximum d'une heure de transport de Montréal	√	√
<b><u>Exclusion</u></b>	Acuité visuelle: un des deux yeux < 0.1 (6/60) ou meilleur œil < à 0.5 (6/12)	√	√
	Sensibilité au contraste < 10	√	√
	Atteinte modérée ou sévère du langage, des gnosies et des praxies	√	√
	Négligence visuelle modérée ou sévère	√	
	Négligence visuelle discrète, modérée ou sévère		√
	Pertes cognitives globales	√	√
	Suspension de permis due à l'alcool au volant	√	√
	Histoire médicale de traumatisme crânien	√	√
	Tentative de suicide, intoxication	√	√
	Prise de médicaments pouvant affecter la conduite	√	√
	Déficit de champ visuel		√

## Recrutement des sujets

Le recrutement des sujets ayant un déficit du champ visuel s'est d'abord effectué par le biais des dossiers de la Société de l'assurance automobile du Québec, étant donné la probabilité de retrouver, parmi les dossiers de cet organisme, ceux de personnes ayant perdu leur permis de conduire en raison d'une hémianopsie. Afin de respecter l'anonymat et la liberté de participation, l'invitation à participer à l'étude a été acheminée par la Société d'Assurance Automobile du Québec (SAAQ) aux personnes dont les dossiers étaient retenus ; les personnes intéressées communiquaient elles-mêmes avec les chercheurs. Le recrutement a aussi été fait par le biais de cliniques de vision, d'institutions de réadaptation et d'associations de personnes ayant subi un AVC : les responsables de ces organisations remettaient aux sujets potentiels un dépliant expliquant brièvement le projet et les incitant à contacter les chercheurs si cela les intéressait. Les personnes hémianopsiques ayant communiqué avec les chercheurs ont répondu à un questionnaire téléphonique visant à déterminer leur éligibilité à l'étude en fonction des critères de sélection.

Le recrutement des sujets sains a été effectué par le biais d'une affiche sur le site même où s'est déroulé le projet de recherche, ainsi que par d'une annonce parue dans un magazine spécialisé pour les personnes âgées, *Le bel âge*.

## **DEVIS**

L'approche préconisée pour cette étude comprend d'abord une analyse qualitative des résultats des sujets aux tests de champ visuel et de champ visuel utile. Une série de régressions linéaires a également été effectuée afin d'évaluer la nature de la relation entre la perte de champ visuel et chacun des blocs du test de champ visuel utile.

## **Déroulement des évaluations**

Une fois recrutés, deux rencontres ont été planifiées pour chacun des sujets avec déficit de champ visuel. Lors de la première rencontre, se déroulant à l'École d'Optométrie de l'Université de Montréal, ces sujets ont d'abord été soumis à des tests de sélection afin de vérifier leur éligibilité en fonction des critères d'inclusion et d'exclusion. Les sujets ont également reçu des tests de champ visuel, afin de confirmer et de décrire leur déficit visuel. Lors d'une deuxième rencontre, se déroulant cette fois-ci au centre de recherche de l'Institut de Réadaptation de Montréal, un test de champ visuel utile leur a été administré. Cette étude faisant partie d'une étude plus grande, un test de simulation de conduite automobile ainsi qu'un test portant sur l'exploration visuelle leur ont également été administrés, mais ces tests ne sont pas inclus dans l'étude décrite ici. Chacune de ces séances était d'une durée approximative de 3h30, incluant une période de dîner entre les tests. Les tests de champ visuels ainsi que les tests optométriques faisant partie des tests de sélection ont été administrés par une clinicienne en optométrie. Les autres tests de sélection ont été administrés par une assistante de recherche tandis que le test de champ visuel utile

le fût par l'auteur de ce mémoire. La séquence des tests a été identique pour tous les sujets avec déficit de champ visuel.

Le déroulement des évaluations s'est déroulé de façon quelque peu différente pour les sujets sains. Lors de leur première rencontre, se déroulant à l'École d'Optométrie de l'Université de Montréal, ces sujets ont reçu les tests de champ visuel afin de confirmer l'absence de déficit visuel. Lors d'une deuxième rencontre, se déroulant cette fois-ci au centre de recherche de l'Institut de Réadaptation de Montréal, un test de champ visuel utile leur a été administré. Les tests de simulation de conduite automobile et d'exploration visuelle leur ont également été administrés, mais les sujets qui le désiraient avaient la possibilité d'effectuer ces tests lors de trois rencontres différentes d'une heure chacune, ou en une seule séance de 3h30, incluant une période de dîner entre les tests. Les tests de champ visuels ont été administrés par une clinicienne en optométrie tandis que le test de champ visuel utile le fût par l'auteur de ce mémoire. L'ordre des rencontres a pu varier selon la disponibilité des locaux, des évaluateurs et des sujets.



## VARIABLES ET MESURES

### Variables de sélection

#### *Tests d'optométrie clinique*

La mesure de l'acuité visuelle (après réfraction) a été mesurée avec l'échelle ETDRS et les résultats exprimés avec la notation Snellen<sup>6</sup>. La sensibilité au contraste a été évaluée avec l'échelle de Peli-Robson<sup>37</sup>, dans le but de vérifier si les sujets respectaient les critères d'inclusion. Ces tests sont décrits brièvement à l'annexe I

#### *Tests d'exploration visuelle ou nécessitant une exploration visuelle*

Quatre tests d'exploration visuelle ou nécessitant une exploration visuelle ont été analysés. Il s'agit du test des cloches<sup>38</sup> de Gauthier et *al.*, du test de bissection de lignes<sup>39</sup> de Schenkenberg et *al.*, du Mesulam *Structured Shape Cancellation Test*<sup>40</sup>, ainsi qu'une version modifiée du test des figures superposées (*Overlapping Figure Test*<sup>41</sup>). L'utilisation de ces tests a pour but de détecter les cas de négligence visuelle modérée ou sévère, ce qui constitue un facteur d'exclusion de l'étude. L'emploi de quatre tests différents se justifie par le fait qu'aucun test unique ne peut identifier tous les patients atteints<sup>42</sup>. Il est donc recommandé d'inclure plusieurs types de tests afin de détecter un maximum de sujets<sup>43</sup>. Tous ces tests sont décrits en détail à l'annexe I.

### *Autres tests de sélection*

La possibilité d'une atteinte modérée ou sévère du langage, des gnosies ou des praxies a été vérifiée à l'aide du *Luria's Neuropsychological Investigation*<sup>44</sup>. Les pertes cognitives globales ont été vérifiées par le Test de dépistage d'efficacité mentale *Mini-Mental State Examination* (MMSE)<sup>45</sup>. Ces tests permettent une détection rapide des sujets ne correspondant pas aux critères d'inclusion. Ils sont décrits brièvement à l'annexe I. L'expérience de conduite, la suspension de permis due à l'alcool au volant, l'histoire médicale de traumatisme crânien, de tentative de suicide ou d'intoxication, ainsi que la prise de médicaments pouvant affecter la conduite ont été vérifiés lors de l'entrevue téléphonique. Le diagnostic d'hémianopsie ou de quadransie doit être confirmé par les tests de champ visuel décrits à la section suivante.

## **Variables à l'étude**

### *Champ visuel*

Les tests de champ visuel peuvent être divisés en deux catégories, selon que le stimulus utilisé soit statique (immobile) ou dynamique (en mouvement). Puisque chacune de ces catégories offre une information différente, deux tests, un de chaque catégorie, furent utilisés afin d'obtenir une mesure plus complète des champs visuels des sujets. D'abord, le *Humphrey Field Analyzer* (HFA) [246 *Full Field Screening Test of the HFA*] (figure 3, page 24). Pour ce test, le stimulus-cible était de taille

Goldman III, ce qui correspond à  $4 \text{ mm}^2$ . Sa luminance variait selon la stratégie 3 zones ajustée en fonction de l'âge qui a été utilisée. Selon cette stratégie, schématisée à la figure 4 (page 25), chaque point lumineux est présenté pendant 200 millisecondes (ms) à une première intensité, correspondant à 6 dB au-dessus du seuil normal pour l'âge du sujet<sup>46</sup>. Si le point n'est pas vu par le sujet, il est présenté une seconde fois, mais à intensité maximale. Si le point est perçu à la seconde intensité, le point est coté comme un déficit. Si le point n'est pas perçu aux deux intensités, le point en question est considéré comme "non vu". Pour chaque œil, 243 points lumineux doivent ainsi être détectés par le sujet, ce qui nous permet d'obtenir une cartographie de la vision du sujet. Il est également possible de calculer des scores, en comptabilisant le nombre de points vus à l'intérieur d'une zone et en divisant par le nombre de points testés dans cette zone. Lors de ce genre de calcul, les points ayant été cotés comme des déficits comptent pour 0.5 point vu. L'excentricité maximale des points testés est de  $60^\circ$  en temporal, de  $50^\circ$  en nasal, de  $40^\circ$  en supérieur et de  $55^\circ$  en inférieur (figure 3, page 24). Les mesures de contrôle pour ce test sont les faux positifs, les faux négatifs et les pertes de fixation. Une perte de fixation est enregistrée lorsque le sujet répond à un stimulus qui devrait normalement être situé, si le sujet fixait bien au centre, dans sa tache aveugle<sup>46</sup>. Un faux positif est enregistré lorsque le sujet fournit une réponse en l'absence de stimuli<sup>6,46</sup>. Un faux négatif est enregistré lorsque le sujet ne répond pas à un stimulus de forte intensité, pourtant situé à un endroit où il avait précédemment répondu à un stimulus d'intensité moindre<sup>6,46</sup>.

FIGURE 3: Aperçu du test de Humphrey utilisé pour mesurer le champ visuel

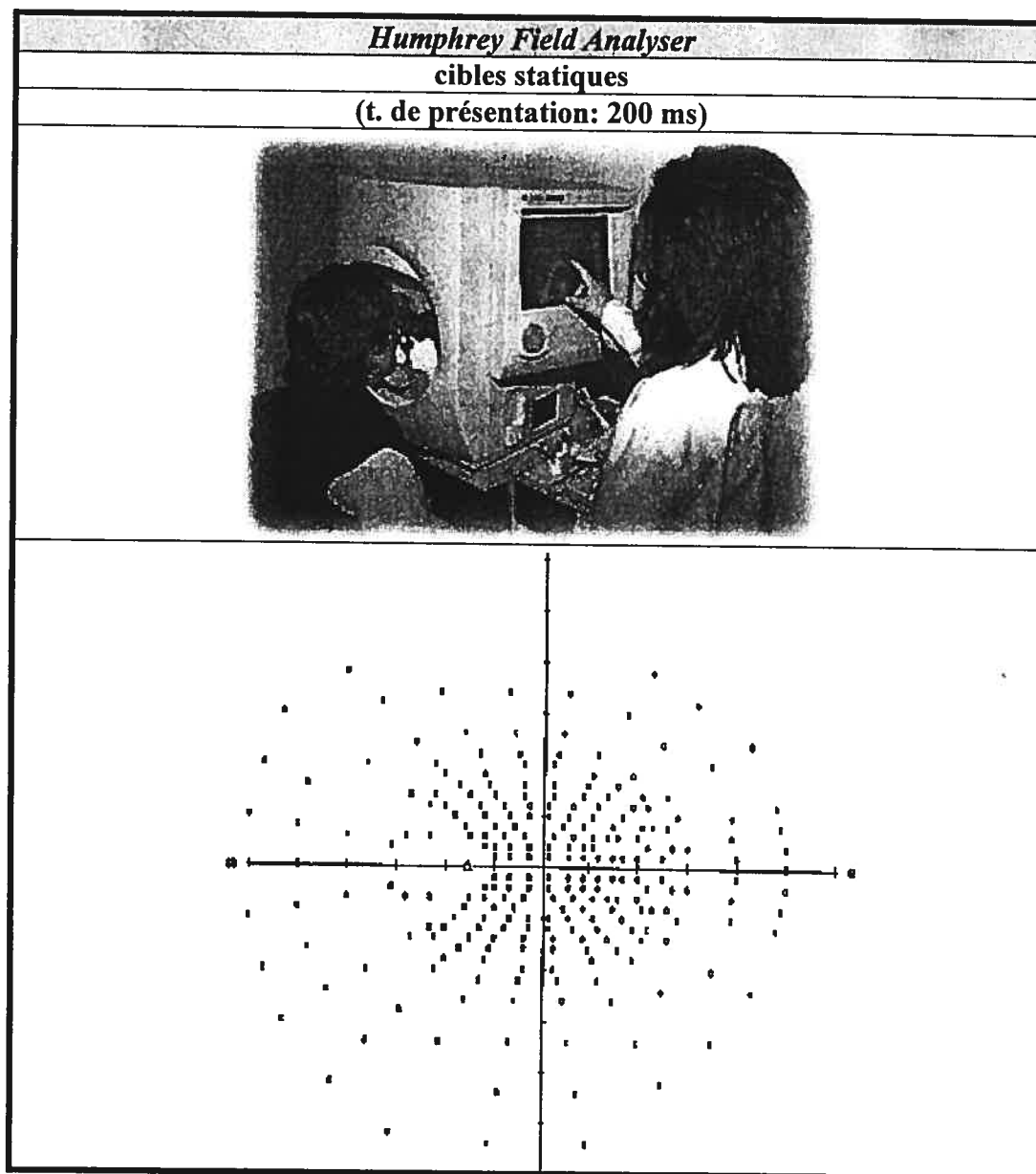
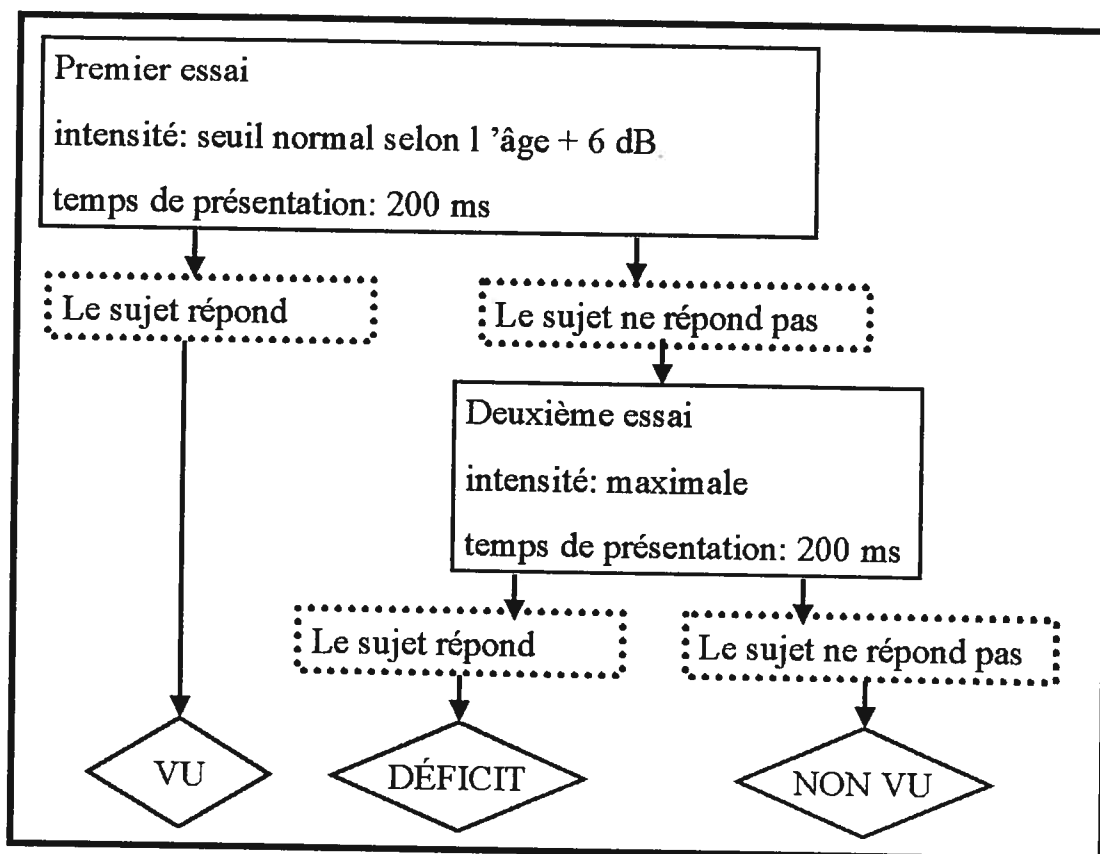


FIGURE 4: Schématisation de la stratégie "3 zones" du test Humphrey



Ensuite, pour le test de Goldman, la définition de cible de III.3.e. a été utilisé. Dans cette définition, III correspond à la taille du stimuli ( $4\text{mm}^2$ ) tandis 3.e correspond au filtre utilisé pour contrôler la luminosité du stimulus (315 ASB). Ce test est illustré à la figure 5 (page 27) et son déroulement est schématisé à la figure 6 (page 28). Lors de cette évaluation, une cible mobile apparaît en périphérie du champ visuel et se déplace vers le centre le long de la coordonnée polaire sur laquelle elle se trouve jusqu'à ce qu'elle soit aperçue par le sujet. Ce procédé est répété pour 24 rayons, soit à tous les  $15^\circ$ . Une fois que toutes les excentricités maximales vues sont établies, nous faisons le tracé du champ visuel en reliant les points les plus excentriques le long des 24 axes polaires. Le tracé correspond à l'illustration de l'étendue du champ visuel. La seule mesure de contrôle de la fixation est le jugement de l'évaluatrice.

FIGURE 5: Aperçu du test de Goldman utilisé pour mesurer le champ visuel

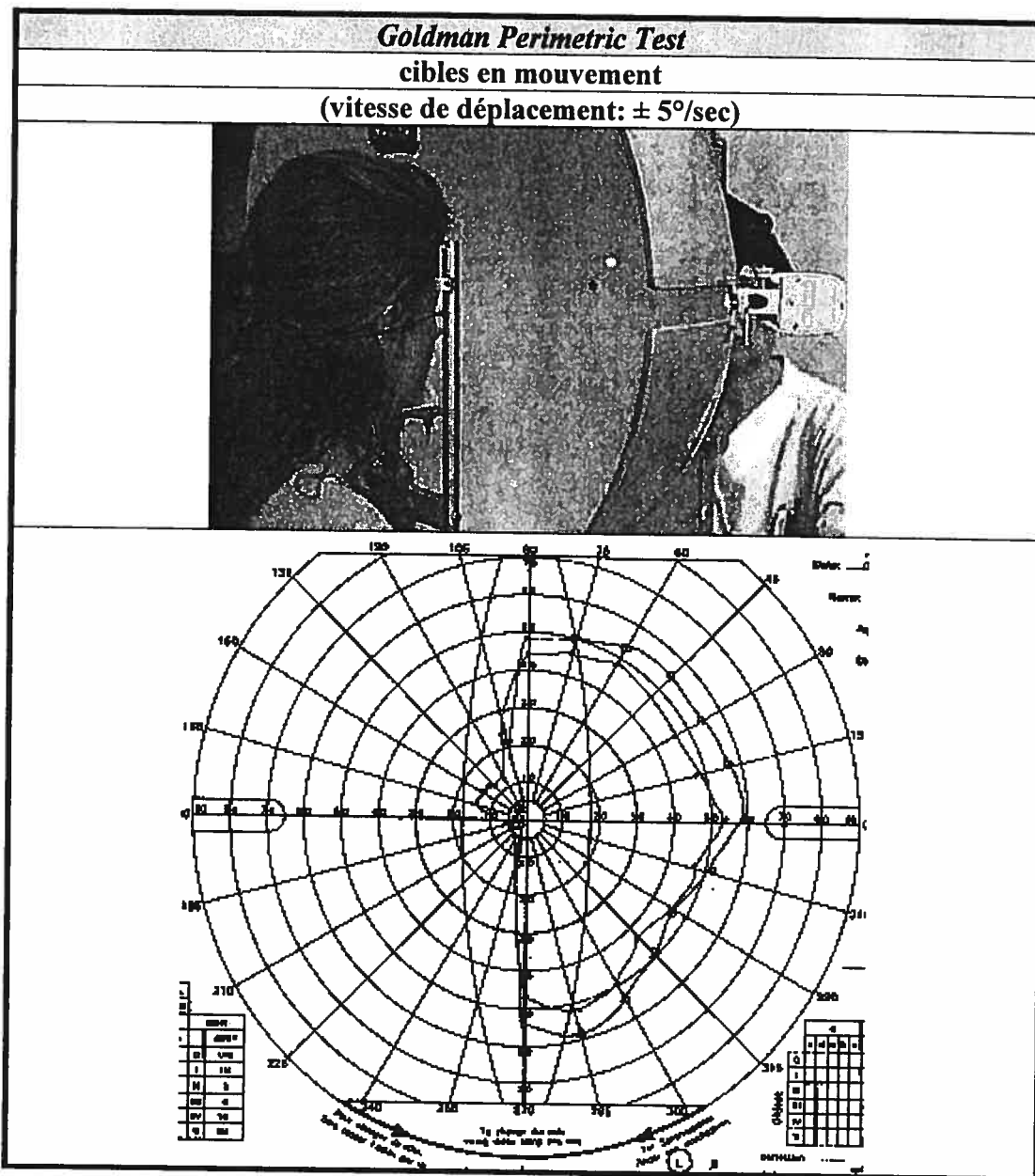
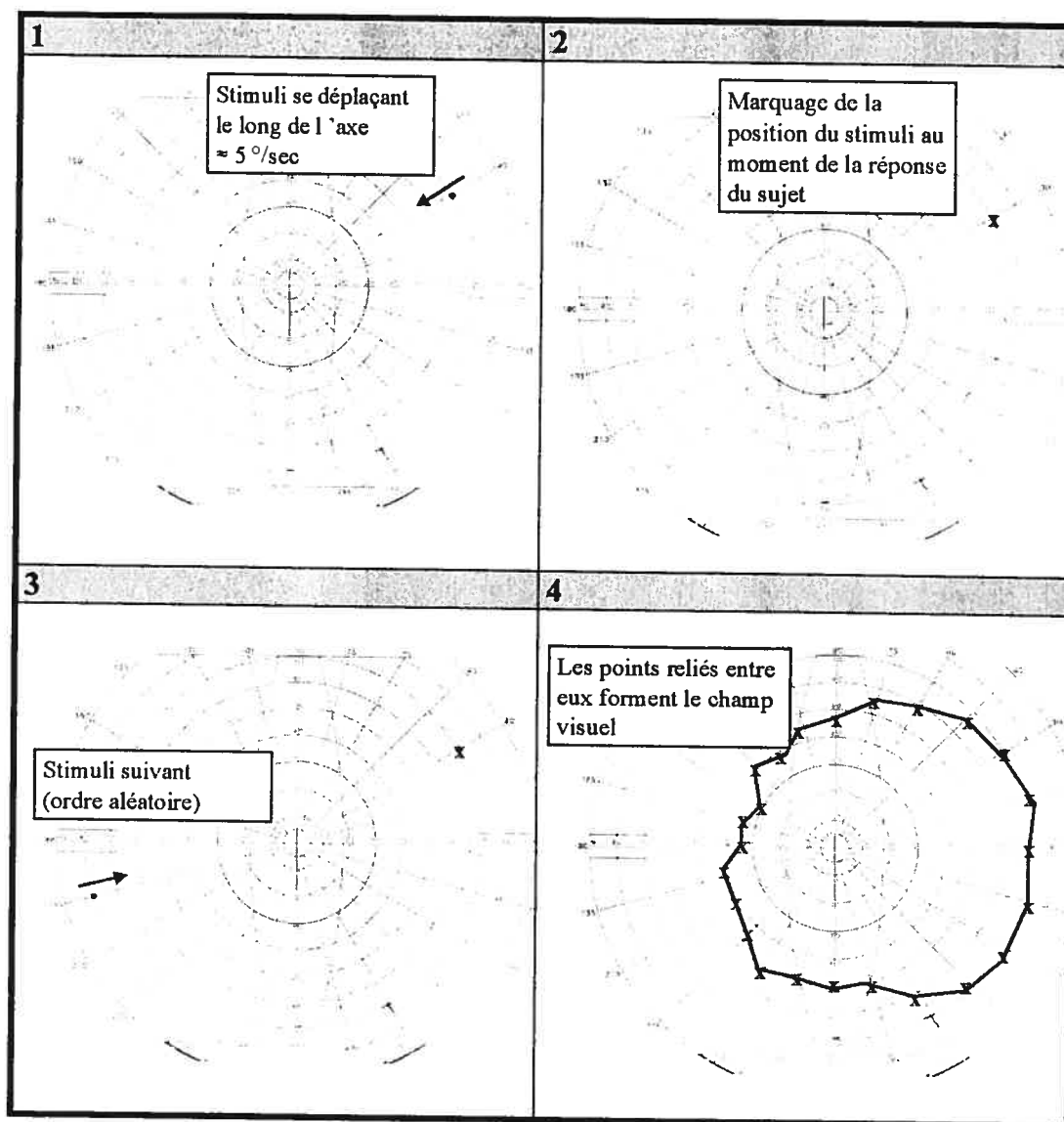


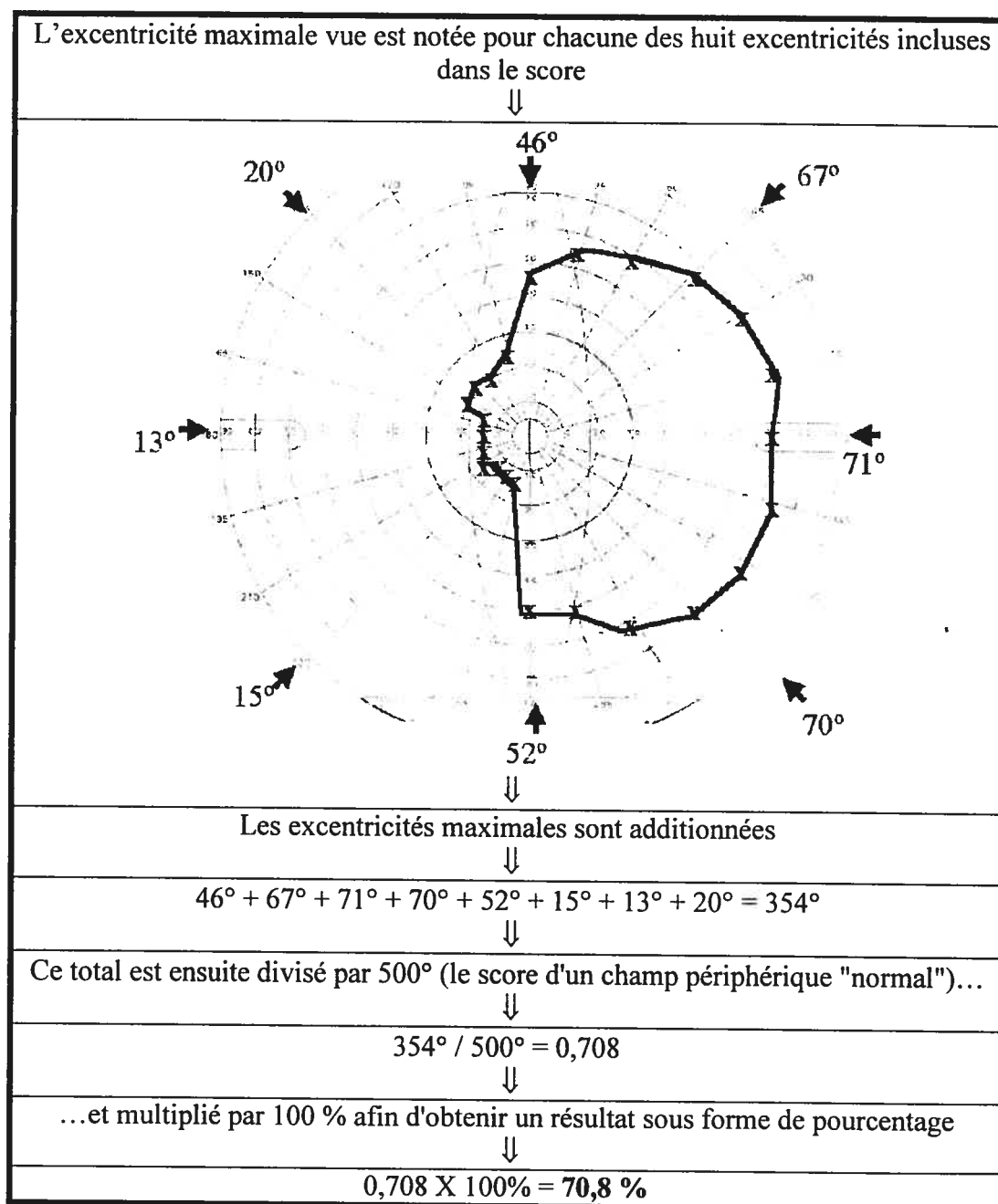
FIGURE 6: Schématisation du test de Goldman



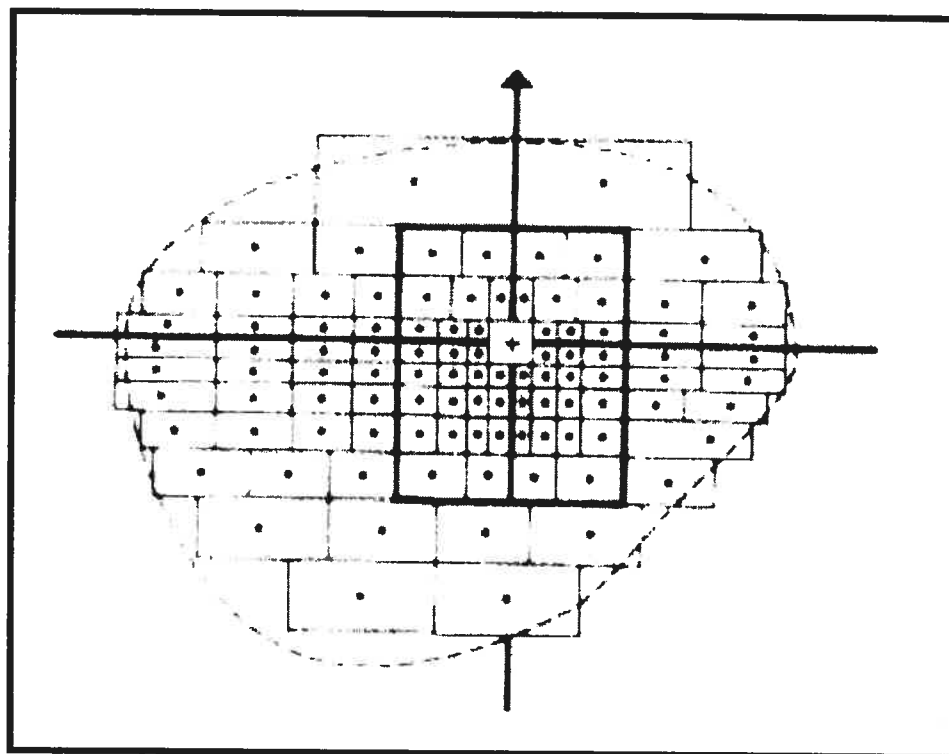


Il existe deux méthodes courantes pour calculer un score à partir du test de Goldman. La première est la méthode AMA<sup>47</sup> (*American Medical Association*), qui est résumée à la figure 7 (page 30). Elle consiste en l'addition des excentricités maximales atteintes le long de huit axes polaires (0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°), somme qui est ensuite divisée par 500°, le score d'un champ périphérique "normal". Si nous multiplions ce résultat par 100%, nous obtenons un pourcentage du champ "normal". Nous pourrions aussi utiliser un pourcentage de déficit en faisant 100% moins le pourcentage obtenu. Ici aussi, l'information sur la localisation du déficit visuel est absente et le score aurait une utilité limitée chez l'hémianopsique. Nous utiliserons deux variables représentant les scores AMA pour les yeux droit et gauche pris individuellement.

FIGURE 7: Résumé de la méthode AMA pour la cotation d'un champ visuel Goldman.



La seconde méthode pour calculer un score à partir des résultats du test Goldman est la méthode Esterman<sup>48</sup> (figure 8, page 32). Cette méthode consiste à placer le tracé du Goldman sur une grille contenant 100 points. Si les points sont à l'extérieur du tracé (ou sur la ligne du tracé), ils sont considérés non-vus. Les seuls points qui servent à calculer le score sont ceux à l'intérieur du tracé Goldman. Le nombre de points à l'intérieur du tracé peut être interprété directement comme un pourcentage. Cette méthode est basée sur l'importance fonctionnelle relative des différents points du champ visuel. La grille est conçue de manière à attribuer une plus grande valeur aux parties du champ visuel ayant une plus grande importance fonctionnelle. Ainsi, la grille accorde une plus grande importance au centre qu'à la périphérie, à l'hémisphère inférieur qu'à l'hémisphère supérieur, et à la périphérie longeant la ligne horizontale qu'au reste de la périphérie. Le point le plus excentrique en nasal est à 55° tandis qu'en temporal, il est à 85°. De manière verticale, le point le plus supérieur est à environ 45° et le plus inférieur est à 60°. Il faut voir comment ce score s'applique aux hémianopsiques. Nous utiliserons deux variables représentant les scores Esterman pour les yeux droit et gauche pris individuellement. Il reste à déterminer si ce score nous renseigne sur la localisation du déficit visuel chez les hémianopsiques.

**FIGURE 8:** Le score Esterman

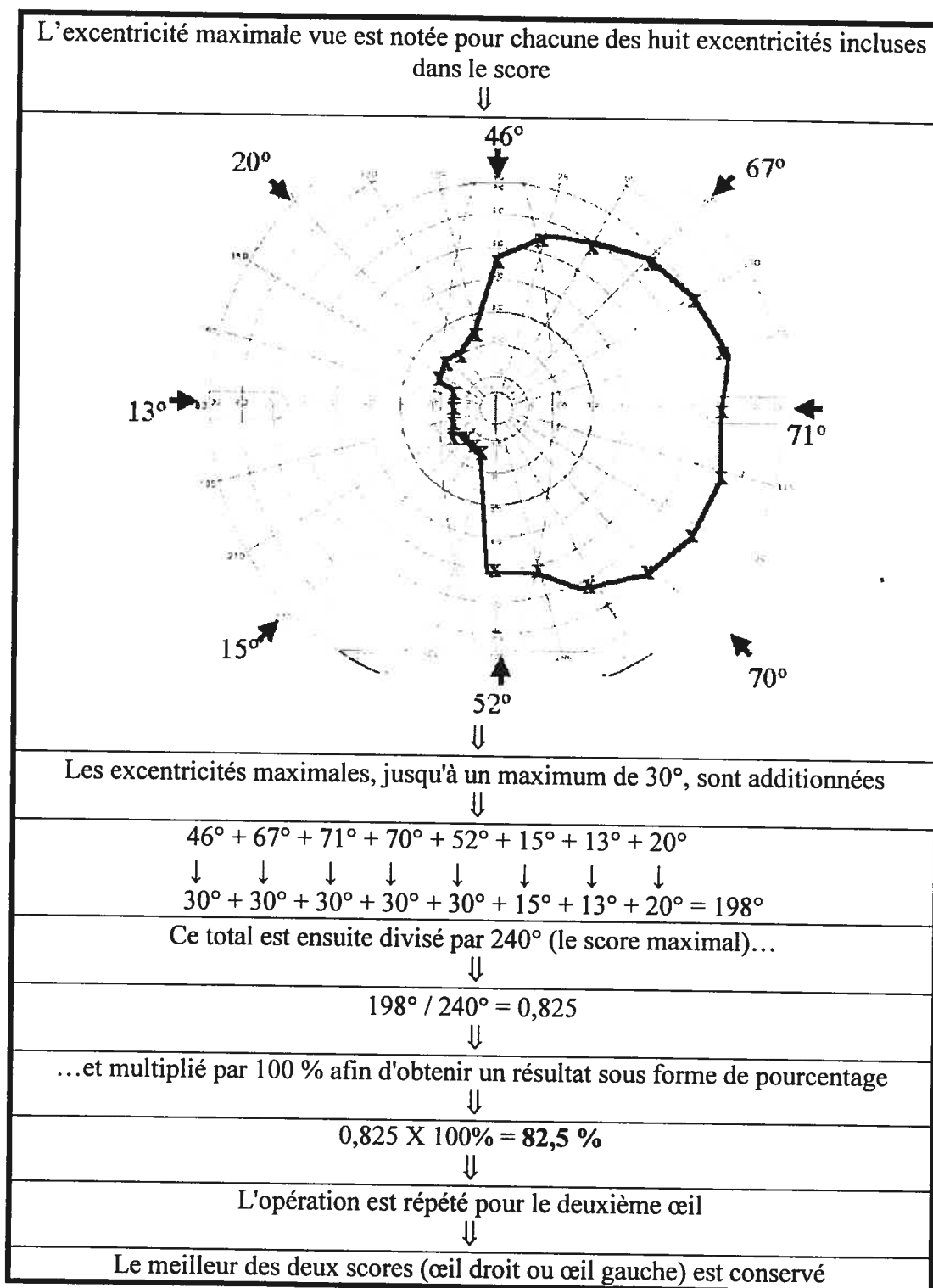
En résumé, la méthode AMA donne une mesure de l'aire couverte par le champ visuel. Par conséquent, chaque partie du champ visuel a une valeur égale. La méthode Esterman accorde une plus grande valeur aux endroits fonctionnellement plus importants. Nous pouvons dire que la méthode AMA est une mesure "géométrique" du champ visuel alors que la méthode Esterman est une mesure fonctionnelle du champ visuel.

L'objectif de cette étude étant de comparer le champ visuel et le champ visuel utile, il devient nécessaire d'adapter les méthodes de cotation des tests de champ visuel. En effet, le champ visuel utile couvre un rayon de  $30^\circ$  d'angle visuel, ce qui est plus restreint que le champ couvert par les tests de champ visuel utilisés pour cette étude. Il est à noter que, bien que l'appareil Humphrey offre plusieurs tests se limitant à une excentricité de  $30^\circ$ , l'utilisation d'un test plus large et couvrant également la périphérie était rendue nécessaire par d'autres aspects de la recherche générale dans laquelle se situe cette étude.

Donc, afin de faciliter la comparaison entre champ visuel et champ visuel utile, une adaptation des méthodes de cotation des tests de champ visuel s'est avérée nécessaire. La difficulté, lorsque vient le temps de comparer des résultats obtenus aux deux tests, est que chaque test ne s'étend pas à la même superficie de l'espace visuel. En effet, le champ visuel est mesuré dans un rayon de  $90^\circ$  pour le test de Goldman et de  $60^\circ$  pour le test de Humphrey, tandis que le champ visuel utile se limite à un rayon de  $30^\circ$  seulement. Pour résoudre ce problème, il a été déterminé d'utiliser une version adaptée de la méthode AMA avec le test de Goldman. Ce dernier test a été préférée

au test de Humphrey pour cette partie de l'analyse car les résultats obtenus au Humphrey sont peu accessibles et difficiles à manipuler. La méthode, baptisée AMA30, est présentée à la figure 9, page 35. Elle utilise, tout comme la méthode AMA conventionnelle, les excentricités maximales atteintes le long de huit axes polaires ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $225^\circ$ ,  $270^\circ$ ,  $315^\circ$ ). La différence est que cette fois-ci, le score maximal pour chacun de ces axes est fixé à  $30^\circ$ , afin de limiter la mesure du déficit visuel à l'intérieur d'un rayon de  $30^\circ$ . Afin d'obtenir un résultat sous la forme d'un pourcentage, la somme des scores obtenus pour chacun des axes est divisée par le score maximal possible, soit  $240^\circ$  (8 axes X  $30^\circ$ ). On obtient ainsi un score évaluant le champ visuel à l'intérieur d'un rayon de  $30^\circ$ , couvrant ainsi la même superficie que le test de champ visuel utile, facilitant ainsi l'analyse de la relation entre les deux tests. Cependant, le champ visuel utile est mesuré en vision binoculaire, alors que les tests de champ visuel ont été obtenus en vision monoculaire. Pour résoudre ce problème, le meilleur des deux scores AMA30 obtenus sera utilisé pour la comparaison à l'UFOV. Bien que moins exact qu'un score provenant d'une évaluation binoculaire, ce score permet, à partir des données disponibles, d'estimer le champ visuel binoculaire à l'intérieur d'un rayon de  $30^\circ$ , soit la même superficie que le test de champ visuel utile. Par exemple, chez un sujet dont le score AMA30 serait de 60%, cela signifie que chez ce sujet, 60% de la superficie couverte par le test de champ visuel utile est visible lors du test de champ visuel de Goldman.

FIGURE 9: Résumé de la méthode AMA30 pour la cotation d'un champ visuel Goldman.



### *Champ visuel utile*

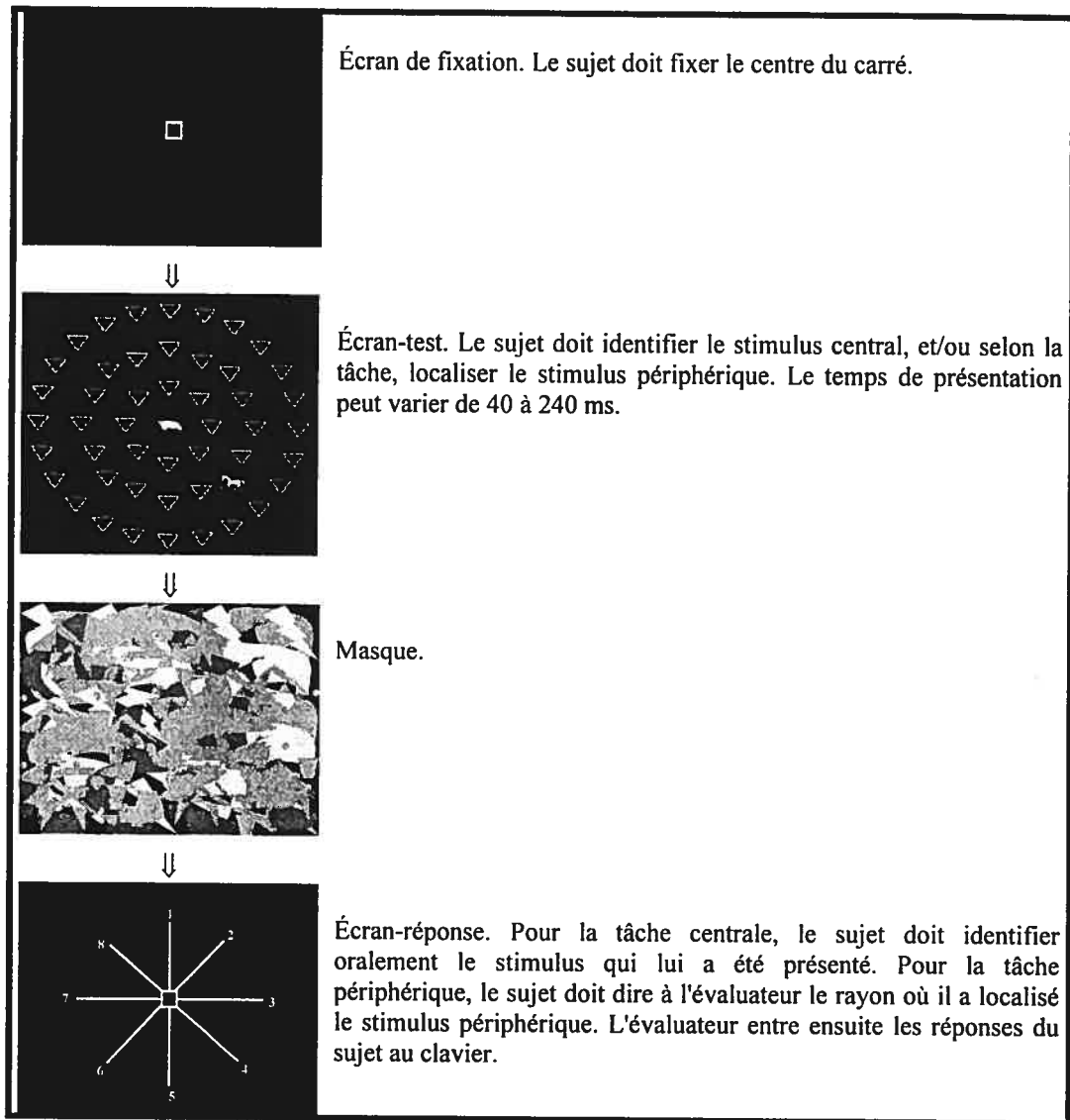
Au niveau du champ visuel utile (UFOV, "*Useful Field of View*"), une version de l'UFOV adaptée du test de Brouwer<sup>49</sup> (UFOV-Brouwer) a été utilisée. Ce test s'effectue sur un ordinateur muni d'un grand écran de 21 pouces. Le sujet doit se placer à 25 cm de cet écran, afin de former des angles de 10°, 20° et 30° avec les trois excentricités de stimuli. Sa tête doit être vis à vis le centre de l'écran et son regard doit en fixer le centre. La séquence de présentation des stimuli est schématisée à la figure 10, page 38. Avant chaque présentation de stimulus, une boîte blanche apparaît au centre de l'écran pour une durée d'une seconde afin d'aider le sujet à suivre cette consigne. Après le stimulus, un masque est affiché pour une seconde afin d'effacer l'image résiduelle du stimulus dans l'esprit du sujet. Celui-ci donne alors sa réponse oralement à l'évaluateur qui entre cette réponse au clavier. Pour la tâche périphérique, le sujet peut également pointer la position à l'écran. La version utilisée ici comporte cinq blocs (figure 11, page 39). Le premier est une *tâche centrale unique* requérant que le sujet identifie un animal, soit un cheval ou un cochon, apparaissant au centre de l'écran et donc, au centre de son champ visuel. Le deuxième bloc est une *tâche périphérique unique* où le sujet doit localiser une cible périphérique apparaissant de façon aléatoire à l'une ou l'autre de 24 positions possibles, situées aux intersections de trois excentricités (10, 20, 30°) et de huit axes (les quatre directions cardinales et quatre obliques). Le troisième bloc est une *double tâche dans un environnement vide* où le sujet doit effectuer simultanément les deux tâches précédentes. Le bloc suivant consiste en la même tâche périphérique, mais cette fois-ci avec l'addition d'un environnement complexe en périphérie, formé de 47 petits triangles répartis sur



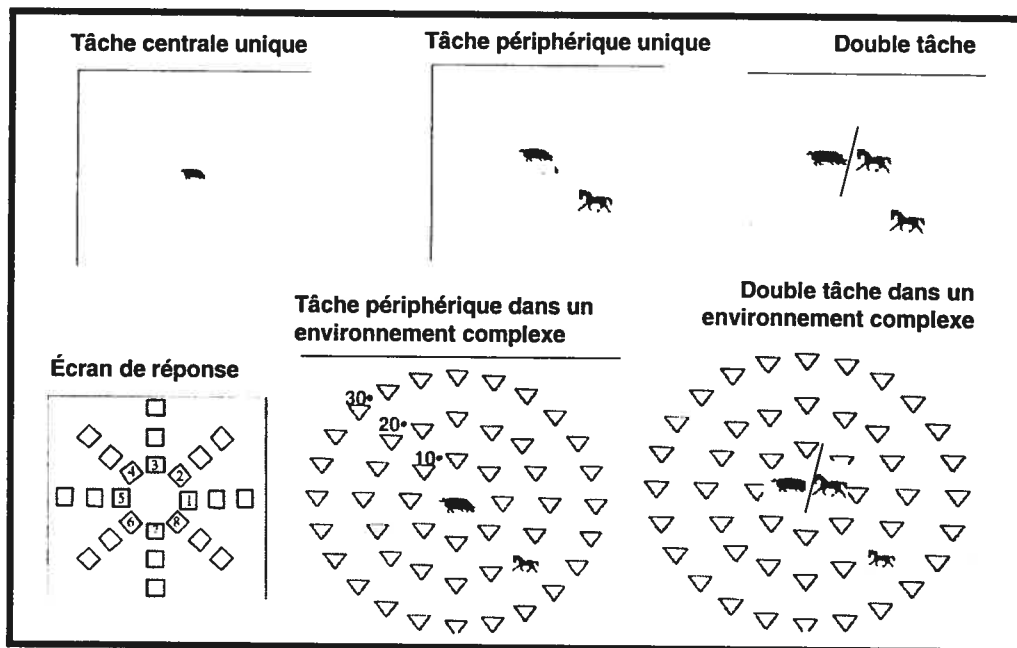
l'écran (figure 11, page 39). Il s'agit de la *tâche périphérique unique dans un environnement complexe*. Le dernier bloc est une double tâche, réunissant encore une fois la tâche centrale et la tâche périphérique, mais cette fois dans un environnement visuel complexe. Il s'agit de la *double tâche dans un environnement complexe*. Pour la deuxième séquence de chacune des tâches, on utilise une vitesse plus rapide de 40 ms si le sujet a eu 75% de bonnes réponses du côté sain à la première séquence; à l'opposé, on utilise une vitesse plus lente de 40 ms si le sujet a eu moins que 75% de bonnes réponses du côté sain. Dans ce calcul, le côté sain inclut toujours la ligne verticale.

Ball et *al.* rapporte une fidélité test-retest se situant entre 0.93 et 0.97 pour sa version du test de champ visuel utile<sup>50</sup>. À ce niveau, la version utilisée ici a été testée chez dix sujets sains âgés entre 31 et 73 ans. Un coefficient intra-classe de 0.86 a été observé (données non publiées).

**FIGURE 10:** Schématisation de la séquence de présentation d'un stimulus lors de la version de l'UFOV adaptée du test de Brouwer



**FIGURE 11:** Illustration des tâches du test de l'UFOV utilisé pour la sélection des sujets. Les stimuli périphériques sont présentés jusqu'à 30° d'excentricité. Les vitesses de présentation vont de 200 ms jusqu'à 40 ms (sauf pour la tâche centrale unique: 16 ms).



### **Variables potentiellement confondantes**

Des variables de contrôle seront mesurées pour des fins descriptives : variables socio-démographiques (âge, sexe, milieu de vie), médication et conditions concomitantes pouvant influencer les résultats (statuts cognitif et sensori-moteur, lésions neurologiques). En ce qui a trait aux deux premiers objectifs spécifiques, les variables ne peuvent influencer les résultats puisque chaque résultat de champ visuel est comparé au résultat de champ visuel utile du même sujet. Pour le troisième objectif, les sujets normaux et atteints ont été appariés selon l'âge et le sexe afin de contrôler ces facteurs.

### **MÉTHODE D'ANALYSE DES RÉSULTATS**

Pour le premier objectif spécifique, visant à décrire la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez les personnes sans perte de champ visuel, une description qualitative des résultats des sujets sains aux tests de champ visuel et de champ visuel utile sera d'abord effectuée, puis une série de régressions linéaires entre les différents blocs du test de champ visuel utile et le score AMA30 du test de champ visuel Goldman sera calculée. Une relation sera considérée significative lorsque  $p < 0.05$ . Le même procédé sera appliqué aux résultats des sujets avec déficit visuel, afin de répondre à l'objectif spécifique 2, qui vise à décrire la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez les personnes ayant une perte de champ visuel. L'objectif spécifique 3, c'est-à-dire observer si la relation s'exprime de la même façon chez les deux groupes, sera discuté de façon qualitative.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### TESTS DE SÉLECTION

En tout, 38 sujets hémianopsiques ou quadranopsiques (sur la base de leur dossier médical) ont été recrutés. Ces patients se sont prêtés aux tests de sélection, ainsi qu'aux tests de champ visuel, afin de déterminer leur éligibilité.

#### Tests d'optométrie clinique

La mesure de l'acuité visuelle (après réfraction), mesurée avec l'échelle ETDRS<sup>6</sup> et de la sensibilité au contraste, évaluée avec l'échelle de Peli-Robson<sup>51</sup>, a permis de constater que tous les sujets respectaient les critères d'inclusion.

#### Tests de champ visuel

Bien que les tests de champ visuel n'étaient pas à prime abord utilisés comme mesure de sélection, il permettait de confirmer le diagnostic d'hémianopsie ou de quadranopsie. Sept sujets n'ont pas été retenus afin de faire partie de l'étude car les résultats de leur champ visuel ne permettaient pas un tel diagnostic. Deux autres sujets ont été exclus car aucun de leur test de champ visuel n'était valide. Les tests de champ visuel ont donc permis d'identifier 29 personnes ayant soit une hémianopsie, soit une quadranopsie.

### **Tests d'exploration visuelle ou nécessitant une exploration visuelle**

L'utilisation des quatre tests de négligence a permis de détecter sept cas de négligence visuelle modérée ou sévère. Ces sujets ont été exclus de l'étude, puisque la négligence constitue un facteur d'exclusion.

### **Gnosies, praxies et langage**

Trois autres sujets ont dû être exclus à cause de la présence de différents problèmes (deux cas d'agnosie visuelle et un de persévération).

Le tableau II (page 43) résume le processus de sélection.

### **CARACTÉRISTIQUES SOCIO-DÉMOGRAPHIQUES**

Les caractéristiques socio-démographiques des deux groupes de sujets, avec et sans déficit de champ visuel, sont présentées à l'annexe II.

**TABLEAU II:** Bilan du processus de sélection des sujets recrutés

Nombre de sujets recrutés			38
	Pas de diagnostic d'hémianopsie ou quadranopsie	7	
	Pas de test champ visuel valide	2	
	Négligence visuelle modérée ou sévère	7	
	Agnosie visuelle	2	
	Persévération	1	
	Abandon	1	
	Total des sujets non retenus		20
Nombre de sujets inclus dans l'étude			18

## SUJETS SAINS

### Champ visuel

Le tableau III (page 40) regroupe les résultats obtenus par chaque sujet sain aux tests de champ visuel, selon les méthodes de cotation traditionnelles du test de Goldman, soit la méthode AMA et la méthode Esterman. Il comprend également les scores des tests de Humphrey, correspondant aux pourcentages de points vus (les points qualifiés de déficit sont comptabilisés comme un demi-point).

La différence observée entre les deux cotations du test de Goldman est non significative (test de t pour données appariées;  $p = 0.49$ ). Comme déjà mentionné à la section méthodologie, rappelons que la méthode AMA est une mesure de la superficie du champ visuel où chaque région a une valeur égale, tandis que la méthode Esterman se veut une mesure fonctionnelle du champ visuel, où plus d'importance est accordée au champ temporal qu'au champ nasal, au champ inférieur qu'au champ supérieur et au champ central qu'au champ périphérique. Cependant, les pertes dues à l'âge que l'on retrouve chez les sujets normaux se distribuent également dans les différentes régions, à la périphérie du champ visuel. Ainsi, celles-ci affectent autant la cotation AMA que la cotation Esterman, ce qui explique le peu de différence observée entre les deux cotations.

Cependant, il existe une différence entre ces cotations du Goldman et les pourcentages obtenus au test de Humphrey, ces derniers étant en moyenne de 13%



supérieurs (test de t pour données appariées;  $p < 0.001$ ). Cela s'explique par le fait que le test de Humphrey utilisé ici teste une excentricité maximale de seulement  $60^\circ$  du côté temporal, alors que les cotations du test de Goldman se font comparativement à une normale de  $80^\circ$  à  $90^\circ$ . Ainsi, un sujet dont le champ visuel atteindrait par exemple  $70^\circ$  en temporal perdrait quelques points sur ses scores AMA et Esterman, mais ne serait pas pénalisé au Humphrey, où la mesure s'arrête à  $60^\circ$ .

La cotation AMA permet l'obtention de scores plus élevés que 100%. C'est ce qui s'est produit chez le sujet 124, pour son œil gauche (tableau III, page 46). Son résultat de 103% signifie qu'il a un champ visuel qui dépasse de 3% la norme utilisée pour cette méthode de cotation.

On pourrait être tenté de croire, puisque la présence de déficit visuel constitue un critère d'exclusion, que la majorité des sujets sains devraient obtenir des cotes près de 100%. Cependant, le champ visuel diminue avec l'âge. Ce phénomène est bien présent chez les sujets de cette étude, comme il est illustré à la figure 12, page 47. En effet, l'âge explique 40% de la variation du champ visuel ( $R^2 = 0.3977$ ;  $p < 0.0001$ ), lorsque mise en relation avec le score Esterman du Goldman (le meilleur des deux yeux). La droite de régression obtenue suggère une baisse moyenne de 0.33% par année. Cela est inférieur à ce qui fût observé par Drance et *al.*<sup>(cité dans 6)</sup>, soit une baisse moyenne de 0.76% par année. Ce dernier chiffre a cependant été calculé à partir d'aires en  $\text{mm}^2$ , et non avec un score fonctionnel comme le score Esterman.

**TABLEAU III :** Résultats obtenus par les sujets normaux aux deux tests de champ visuel (Humphrey et Goldman), pour chaque œil et, dans le cas du Goldman, selon chaque méthode de cotation. (n = 33)

Id	âge	sexe	OG_AMA	OG_EST	OD_AMA	OD_EST	OG_H	OD_H
101	56	2	84%	89%	88%	84%	99,4%	99,8%
103	38	1	85%	84%	88%	88%	99,6%	98,6%
104	56	2	93%	90%	89%	83%	97,5%	97,5%
106	50	2	93%	92%	86%	82%	96,7%	97,5%
107	42	2	93%	90%	94%	90%	100,0%	100,0%
108	31	1	97%	97%	97%	96%	99,4%	97,9%
110	34	1	80%	81%	78%	82%	98,6%	98,1%
111	58	2	79%	75%	78%	83%	100,0%	99,6%
112	70	2	85%	82%	77%	74%	99,8%	99,0%
113	66	1	73%	72%	68%	73%	99,4%	99,2%
114	46	1	95%	91%	95%	91%	99,6%	100,0%
115	40	2	89%	85%	98%	95%	99,2%	100,0%
116	64	2	73%	75%	78%	78%	99,8%	100,0%
117	64	2	86%	82%	84%	85%	95,5%	97,3%
119	63	2	89%	83%	90%	86%	98,1%	98,6%
120	63	2	86%	83%	84%	84%	100,0%	98,4%
121	48	1	86%	89%	81%	80%	99,0%	100,0%
122	44	2	100%	98%	81%	86%	100,0%	78,4%
123	57	1	87%	83%	88%	83%	96,5%	97,1%
124	38	2	103%	100%	99%	92%	99,2%	97,9%
125	60	2	70%	76%	71%	71%	97,5%	97,9%
126	64	1	72%	75%	72%	78%	93,6%	91,8%
127	40	1	90%	91%	82%	81%	99,8%	99,0%
129	60	1	75%	77%	81%	79%	99,2%	100,0%
130	73	2	78%	77%	78%	78%	99,2%	100,0%
132	64	2	81%	74%	77%	72%	98,1%	95,1%
133	43	1	87%	85%	88%	86%	99,6%	99,2%
134	58	2	69%	70%	69%	73%	96,1%	98,6%
135	68	1	91%	91%	92%	87%	100,0%	99,8%
136	78	2	76%	75%	74%	82%	93,8%	90,9%
137	70	1	84%	84%	90%	86%	99,8%	98,6%
138	68	2	83%	80%	86%	85%	98,8%	99,8%
139	74	2	74%	79%	72%	73%	97,1%	93,4%
Moyennes			84,4%	83,5%	83,4%	82,6%	98,5%	97,5%
Écart-types			8,8%	7,8%	8,6%	6,5%	1,8%	4,1%

Id : Numéro d'identification du sujet

Sexe: 1=femme; 2=homme

OG\_AMA : Score obtenu pour l'œil gauche, au test de Goldman, tel que calculé par la méthode AMA

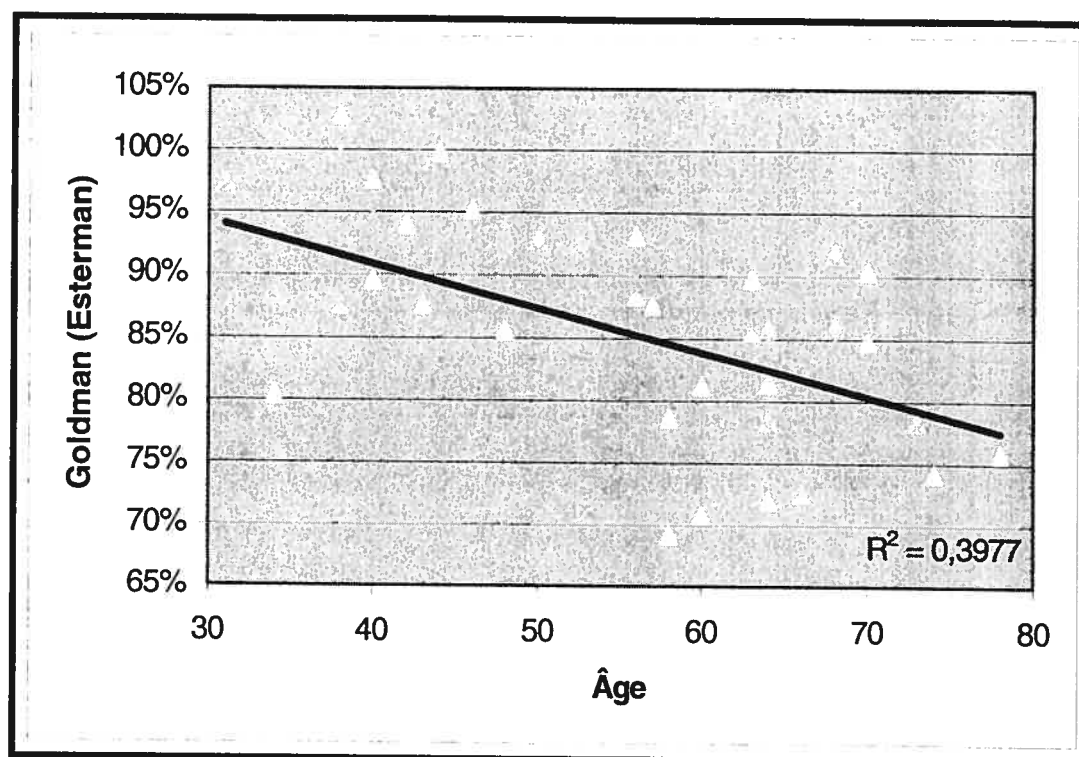
OD\_AMA : Score obtenu pour l'œil droit, au test de Goldman, tel que calculé par la méthode AMA

OG\_EST : Score obtenu pour l'œil gauche, au test de Goldman, tel que calculé par la méthode Esterman

OD\_EST : Score obtenu pour l'œil droit, au test de Goldman, tel que calculé par la méthode Esterman

OG\_H : Score obtenu pour l'œil gauche, au test de Humphrey

OD\_H : Score obtenu pour l'œil droit, au test de Humphrey

**FIGURE 12:** Relation entre l'âge et le champ visuel chez les sujets sains (n = 33)

Le tableau IV (page 49) présente les résultats obtenus par chaque sujet sain aux tests de champ visuel, selon la méthode AMA30 décrite précédemment. Rappelons que cette méthode vise à quantifier le résultat obtenu dans les 30° d'excentricité centraux, au test de Goldman, afin de faciliter la comparaison avec l'UFOV. Comme cette mesure se limite aux 30° d'excentricité centraux et que l'influence de l'âge sur le champ visuel se manifeste presque exclusivement en périphérie, la majorité des sujets sains obtiennent des cotes de 100% et tous obtiennent des scores près du 100%, le minimum étant de 89,6%.

**TABLEAU IV :** Cotation, pour les sujets normaux, du test de champ visuel Goldman par la méthode AMA30 limitée à 30° afin de comparer à l'UFOV (n = 33)

Id	âge	sexe	OG_AMA30	OD_AMA30	AMA30_max
101	56	2	100,0%	100,0%	100,0%
103	38	1	100,0%	100,0%	100,0%
104	56	2	100,0%	100,0%	100,0%
106	50	2	100,0%	100,0%	100,0%
107	42	2	100,0%	100,0%	100,0%
108	31	1	100,0%	100,0%	100,0%
110	34	1	100,0%	100,0%	100,0%
111	58	2	100,0%	100,0%	100,0%
112	70	2	100,0%	100,0%	100,0%
113	66	1	100,0%	98,3%	100,0%
114	46	1	100,0%	100,0%	100,0%
115	40	2	100,0%	100,0%	100,0%
116	64	2	99,2%	100,0%	100,0%
117	64	2	100,0%	100,0%	100,0%
119	63	2	100,0%	100,0%	100,0%
120	63	2	100,0%	100,0%	100,0%
121	48	1	98,8%	100,0%	100,0%
122	44	2	100,0%	88,8%	100,0%
123	57	1	100,0%	100,0%	100,0%
124	38	2	100,0%	100,0%	100,0%
125	60	2	100,0%	100,0%	100,0%
126	64	1	97,5%	89,6%	97,5%
127	40	1	100,0%	100,0%	100,0%
129	60	1	100,0%	100,0%	100,0%
130	73	2	100,0%	98,8%	100,0%
132	64	2	100,0%	100,0%	100,0%
133	43	1	100,0%	100,0%	100,0%
134	58	2	98,8%	98,8%	98,8%
135	68	1	100,0%	100,0%	100,0%
136	78	2	93,8%	98,3%	98,3%
137	70	1	100,0%	100,0%	100,0%
138	68	2	100,0%	100,0%	100,0%
139	74	2	97,1%	99,2%	99,2%
Moyennes			99,6%	99,1%	99,8%
Écart-types			1,2%	2,6%	0,6%

Id : Numéro d'identification du sujet

Sexe: 1=femme; 2=homme

OG\_AMA30 : Score obtenu pour l'œil gauche, au test de Goldman, tel que calculé par la méthode AMA30

OD\_AMA30 : Score obtenu pour l'œil droit, au test de Goldman, tel que calculé par la méthode AMA30

AMA30\_MAX : Meilleur score obtenu pour un œil, au test de Goldman, tel que calculé par la méthode AMA30

## **Champ visuel utile**

Le tableau V (pages 51-53) représente les résultats obtenus par les sujets normaux à chacun des blocs du test de champ visuel utile, en fonction de la tâche et du temps de présentation des stimuli. Lors de la tâche périphérique unique dans un environnement vide, la majorité des sujets sains réussissent à percevoir tous les stimuli présentés et tous en perçoivent au moins 22/24, peu importe la vitesse à laquelle ils sont présentés (120 ms, 80 ms, 40 ms). Lors de la double tâche dans un environnement vide, les résultats sont similaires: une majorité de sujets sains peuvent percevoir la totalité des stimuli présentés et tous répondent à au moins 22 des 24 stimuli, peu importe la vitesse à laquelle ils sont présentés (80 ms, 40 ms). Lors de la tâche unique dans un environnement complexe, les résultats varient grandement d'un sujet à l'autre, allant de la perception de seulement 3 des 24 stimuli, à un score parfait de 24/24. Le fait que la tâche se déroule dans un environnement complexe semble donc affecter les résultats de certains sujets, mais pas ceux d'autres sujets. L'âge semble être un facteur important, expliquant 40% de la variation des résultats à la tâche unique dans un environnement complexe (figure 13a, page 54;  $p < 0.0001$ ). Lors de la double tâche dans un environnement complexe, les résultats varient également d'un sujet à l'autre, allant de 8 à 24 stimuli perçus sur une possibilité de 24. L'âge semble encore être un facteur important, expliquant cette fois-ci 39% de la variation des résultats à la double tâche dans un environnement complexe (figure 13b, page 54;  $p = 0.0001$ ).

**TABLEAU V:** Résultats obtenus par les sujets normaux à chacun des blocs du test de champ visuel utile, en fonction de la tâche et du temps de présentation des stimuli. (n = 33)

Id	âge	sexe	Tâche périphérique unique (environnement vide) 1er bloc		Tâche périphérique unique (environnement vide) 2ème bloc		Tâche périphérique unique (environnement vide) 3ème bloc	
			Tpres (ms)	Vu (sur 24)	Tpres (ms)	Vu (sur 24)	Tpres (ms)	Vu (sur 24)
101	56	2	120	24	80	24	40	24
103	38	1	120	24	80	24	40	24
104	56	2	120	24	80	24	40	24
106	50	2	120	24	80	24	40	22
107	42	2	120	24	80	24	40	24
108	31	1	120	24	80	24	40	24
110	34	1	120	24	80	24	40	24
111	58	2	120	24	80	24	40	24
112	70	2	120	24	80	24	40	24
113	66	1	120	24	80	24	40	24
114	46	1	120	24	80	24	40	24
115	40	2	120	24	80	24	40	24
116	64	2	120	24	80	24	40	24
117	64	2	120	24	80	24	40	24
119	63	2	120	24	80	23	40	23
120	63	2	120	24	80	24	40	24
121	48	1	120	24	80	23	40	24
122	44	2	120	24	80	24	40	24
123	57	1	120	24	80	24	40	24
124	38	2	120	24	80	24	40	24
125	60	2	120	24	80	24	40	24
126	64	1	120	24	80	23	40	24
127	40	1	120	24	80	24	40	24
129	60	1	120	24	80	24	40	24
130	73	2	120	23	80	24	40	24
132	64	2	120	24	80	24	40	24
133	43	1	120	23	80	24	40	23
134	58	2	120	24	80	24	40	24
135	68	1	120	24	80	24	40	23
136	78	2	120	24	80	22	40	23
137	70	1	120	24	80	24	40	24
138	68	2	120	24	80	24	40	24
139	74	2	120	22	80	23	40	23
Moyennes				23,88		23,82		23,79
Écart-types				0,42		0,46		0,48

Id : Numéro d'identification du sujet

Sexe: 1=femme; 2=homme

Tpres : Temps de présentation des stimuli

**Tableau V:** Résultats obtenus par les sujets normaux à chacun des blocs du test de champ visuel utile, en fonction de la tâche et du temps de présentation des stimuli.(n = 33) (suite)

Id	âge	sexe	Double tâche (environnement vide) 1er bloc		Double tâche (environnement vide) 2ème bloc	
			Tpres (ms)	Vu (sur 24)	Tpres (ms)	Vu (sur 24)
101	56	2	80	24	40	24
103	38	1	80	24	40	24
104	56	2	80	24	40	24
106	50	2	80	23	40	22
107	42	2	80	24	40	24
108	31	1	80	24	40	24
110	34	1	80	24	40	24
111	58	2	80	24	40	24
112	70	2	80	24	40	24
113	66	1	80	24	40	24
114	46	1	80	24	40	24
115	40	2	80	24	40	24
116	64	2	80	24	40	24
117	64	2	80	24	40	24
119	63	2	80	23	40	23
120	63	2	80	24	40	24
121	48	1	80	24	40	24
122	44	2	80	24	40	24
123	57	1	80	22	40	24
124	38	2	80	23	40	24
125	60	2	80	24	40	23
126	64	1	80	24	40	24
127	40	1	80	24	40	24
129	60	1	80	24	40	24
130	73	2	80	24	40	24
132	64	2	80	24	40	23
133	43	1	80	24	40	23
134	58	2	80	24	40	24
135	68	1	80	24	40	24
136	78	2	80	23	40	23
137	70	1	80	24	40	24
138	68	2	80	24	40	24
139	74	2	80	23	40	22
Moyennes				23,79		23,73
Écart-types				0,48		0,57

Id : Numéro d'identification du sujet

Sexe: 1=femme; 2=homme

Tpres : Temps de présentation des stimuli



**TABEAU V:** Résultats obtenus par les sujets normaux à chacun des blocs du test de champ visuel utile, en fonction de la tâche et du temps de présentation des stimuli. (n = 33) (suite)

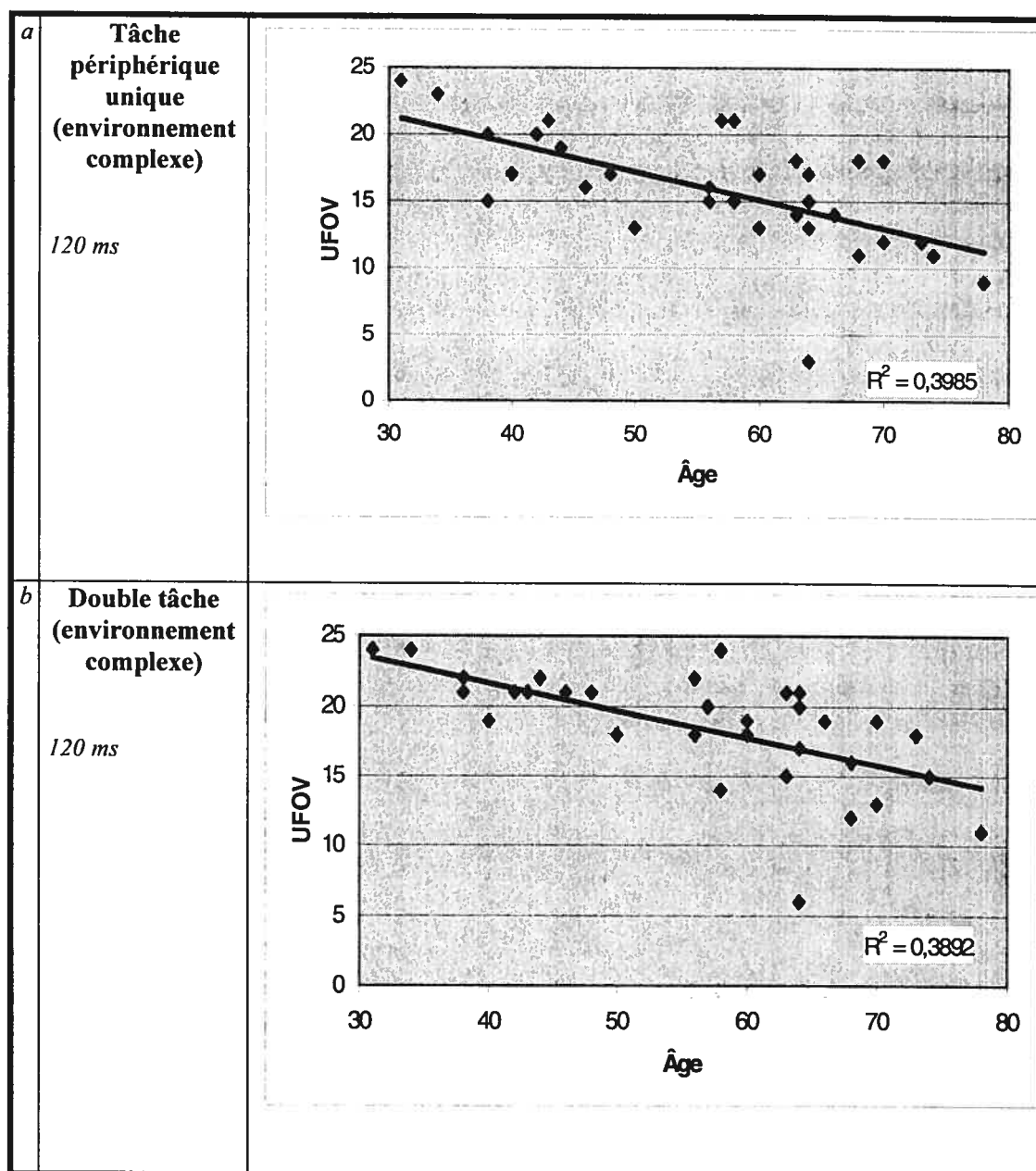
id	âge	sexe	Tâche périphérique unique (environnement complexe) 1er bloc		Tâche périphérique unique (environnement complexe) 2ème bloc		Double tâche (environnement complexe) 1er bloc		Double tâche (environnement complexe) 2ème bloc	
			Tpres (ms)	Vu (sur 24)	Tpres (ms)	Vu (sur 24)	Tpres (ms)	Vu (sur 24)	Tpres (ms)	Vu (sur 24)
101	56	2	120	16	160	21	120	18	160	21
103	38	1	120	15	160	17	120	22	80	17
104	56	2	120	15	160	21	120	22	80	21
106	50	2	120	13	160	17	120	18	80	13
107	42	2	120	20	80	19	120	21	80	22
108	31	1	120	24	80	23	120	24	80	23
110	34	1	120	23	80	22	120	24	80	23
111	58	2	120	15	160	18	120	14	160	15
112	70	2	120	12	160	18	120	19	160	21
113	66	1	120	14	160	19	120	19	160	20
114	46	1	120	16	160	20	120	21	80	24
115	40	2	120	17	160	20	120	19	160	22
116	64	2	120	13	160	15	120	17	160	19
117	64	2	120	17	160	20	120	21	80	20
119	63	2	120	14	160	14	120	15	160	16
120	63	2	120	18	160	20	120	21	80	17
121	48	1	120	17	160	22	120	21	80	20
122	44	2	120	19	80	16	120	22	80	16
123	57	1	120	21	80	18	120	20	80	20
124	38	2	120	20	80	19	120	21	80	19
125	60	2	120	13	160	18	120	19	160	23
126	64	1	120	15	160	19	120	20	80	17
127	40	1	120	17	160	21	120	19	80	17
129	60	1	120	17	160	19	120	18	80	17
130	73	2	120	12	160	18	120	18	80	19
132	64	2	120	3	160	11	120	6	160	8
133	43	1	120	21	80	19	120	21	80	21
134	58	2	120	21	80	22	120	24	80	23
135	68	1	120	18	80	15	120	16	160	19
136	78	2	120	9	160	13	120	11	160	16
137	70	1	120	18	80	13	120	13	160	20
138	68	2	120	11	160	15	120	12	160	14
139	74	2	120	11	160	14	120	15	160	19
Moyennes				15,91		18,06		18,52		18,85
Écart-types				4,27		2,99		4,02		3,41

Id : Numéro d'identification du sujet

Sexe: 1=femme; 2=homme

Tpres : Temps de présentation des stimuli

FIGURE 13: Relation entre l'âge et le champ visuel utile chez les sujets sains (n = 33)



La figure 14 (page 57) représente le nombre de sujets sains ayant répondu correctement au stimulus en fonction de la position, lors de la tâche périphérique unique et de la double tâche en environnement complexe. Les mêmes résultats aux tâches se déroulant en environnement vide ne sont pas présentés, car tous les points ont été vus par tous les sujets ou presque. Chacun des chiffres indique le nombre de sujets ayant correctement vu le stimulus, sur un maximum de 33, pour chaque position du champ visuel utile.

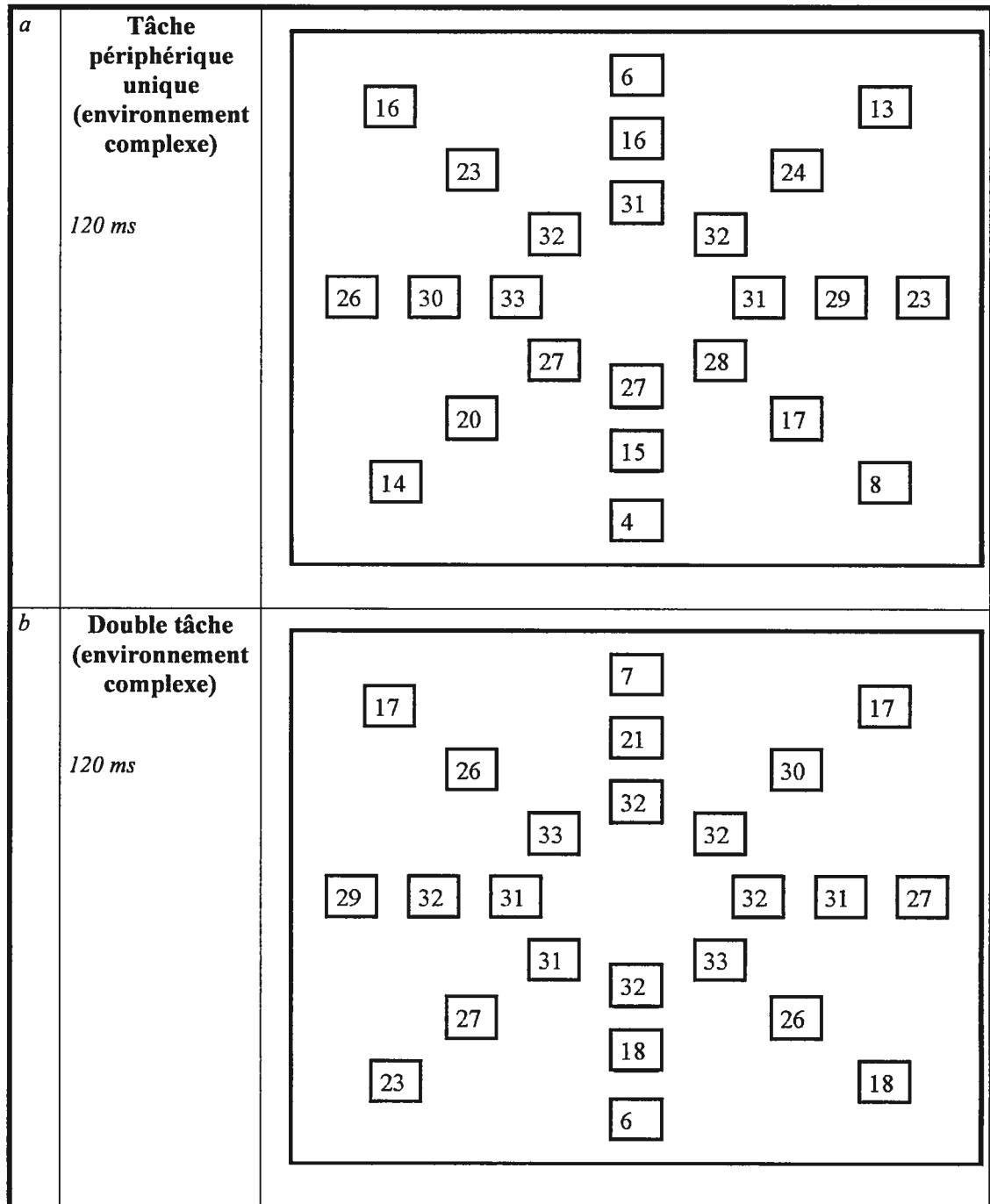
Cette figure permet d'illustrer la vision en tunnel décrite précédemment, à la section méthodologie. En effet, plus l'excentricité du stimulus présenté est éloignée du centre, et donc du point de fixation, plus le nombre de sujets ayant pu le localiser diminue. Ainsi, lors de la tâche périphérique unique en environnement complexe (figure 14a, page 57), à l'excentricité la plus rapprochée ( $10^\circ$ ), chaque position a été en moyenne localisée par 30,4 sujets (92%). À la deuxième excentricité ( $20^\circ$ ), une moyenne de 21,8 sujets sur 33 (66%) réussissent à répondre correctement au stimulus présenté. À la troisième excentricité ( $30^\circ$ ), une moyenne de seulement 13,8 sujets sur 33 (42%) perçoivent chaque stimulus. Pour la double tâche en environnement complexe (figure 15b, page 57), les positions de chaque excentricité ( $10^\circ$ ,  $20^\circ$  et  $30^\circ$ ) sont réussies par respectivement 32, 26,4 et 18 sujets en moyenne (97%, 80% et 55%).

Nos données semblent indiquer que le champ visuel utile serait elliptique. En effet, les résultats semblent diminuer plus rapidement le long de l'axe vertical comparativement à l'axe horizontal, ce qui forme donc une ellipse et non un cercle.

Plus précisément, les positions situées aux excentricités  $30^\circ$  de la ligne verticale sont réussies par seulement quatre et six sujets, tandis que celles situées à la même excentricité de la ligne horizontale le sont par 23 et 26 sujets, lors de la tâche périphérique unique en environnement complexe. Le champ visuel utile serait donc plus long sur le plan horizontal que sur le plan vertical, ce qui en fait une ellipse.

Pourtant, les tests de champ visuel utile de Ball<sup>23</sup> et de Brouwer<sup>49</sup> sont conçus de façon circulaire, les positions testées étant situées sur des cercles d'excentricité fixes ( $10^\circ$ ,  $20^\circ$  et  $30^\circ$ ). De plus, Ball<sup>23</sup> exprimait jusqu'à maintenant ses résultats sous la forme de pourcentages de pertes, illustrés de façon circulaire autour du point de fixation. Cependant, le champ visuel, lié de près au champ visuel utile, est plutôt elliptique, si l'on se fie aux limites du champ visuel normal. Ces limites sont cependant situées bien au-delà des  $30^\circ$  d'excentricité qui sont testés lors des tests de champ visuel utile. Une autre possibilité pour expliquer les résultats est que la monture des lunettes des sujets nuirait à répondre à certaines positions. Les montures des lunettes sont généralement plus larges sur l'horizontal que sur la verticale, ce qui entraînerait les résultats moins bons sur l'axe vertical. Cependant, ce phénomène pourrait peut-être expliquer nos résultats, mais n'éliminerait pas les autres arguments en faveur d'un champ visuel utile elliptique. De plus, plusieurs de nos sujets n'avaient pas de lunettes ou préféraient ne pas les porter. Afin d'éliminer définitivement cette théorie, il faudrait vérifier quels sujets avaient des lunettes et si leurs résultats sont différents de ceux qui n'en portaient pas.

**FIGURE 14:** Nombre de sujets sains ayant répondu correctement au stimulus en fonction de la position au test de champ visuel utile. Les chiffres représentent le nombre de sujets ayant répondu correctement, sur un maximum de 33, pour chaque position du champ visuel utile.



La figure 15 (pages 60-61) représente la relation entre l'âge et le nombre de stimuli vus pour chaque excentricité du champ visuel utile chez les sujets sains, lors de la tâche périphérique unique et de la double tâche en environnement complexe. Les mêmes résultats aux tâches se déroulant en environnement vide ne sont pas présentés, car tous les points ont été vus par tous les sujets ou presque.

Sur le graphique de la figure 15a (page 60), sont représentés les résultats de la tâche périphérique unique en environnement complexe. Pour l'excentricité la plus rapprochée ( $10^\circ$ ), chaque sujet est représenté par un carré et la droite de régression linéaire est représentée par une ligne continue. La relation entre cette excentricité et l'âge est non significative ( $R^2 = 0,066$ ;  $p = 0.15$ ), mais une diminution du résultat peut tout de même être observée chez les personnes plus âgées. Dans le cas de la deuxième excentricité ( $20^\circ$ ), chaque sujet est représenté par un losange et la droite de régression linéaire est représentée sur le graphique par une ligne en long pointillé. La relation entre cette excentricité et l'âge est plus importante ( $R^2 = 0,379$ ;  $p = 0.0001$ ). On observe également que la diminution du résultat en fonction de l'âge est plus prononcée. Cela est également vrai pour la troisième excentricité ( $30^\circ$ ), où chaque sujet est représenté par un triangle et la droite de régression linéaire ( $R^2 = 0,333$ ;  $p = 0.0004$ ) est représentée sur le graphique par une ligne en pointillé court. On observe également que l'écart entre les droites augmente avec l'âge. Lorsque le nombre d'erreurs supplémentaires commises entre l'excentricité  $30^\circ$  et l'excentricité  $10^\circ$  est mise en relation avec l'âge, cette relation est plutôt faible, mais néanmoins significative ( $R^2 = 0,141$ ;  $p = 0.031$ ). Cela implique que plus un sujet est âgé, plus la différence entre les excentricités est grande. Par conséquent, plus un sujet est âgé, plus l'effet de l'excentricité se fera sentir et donc, plus la vision en tunnel sera prononcée.

La figure 15b (page 61) représente les mêmes résultats, mais cette fois-ci lors de la double tâche en environnement complexe. Encore une fois, la relation entre les excentricités et l'âge est plus importante dans le cas des excentricités 20° ( $R^2 = 0,316$ ;  $p = 0.0007$ ) et 30° ( $R^2 = 0,416$ ;  $p < 0.0001$ ). La relation entre l'excentricité 10° et l'âge est non significative ( $R^2 = 0,017$ ;  $p = 0.47$ ). L'écart entre les droites augmente avec l'âge. Cela peut être mis en évidence par la relation entre l'âge et le nombre d'erreurs supplémentaires commises entre l'excentricité 30° et l'excentricité 10°. Cette relation est significative ( $R^2 = 0,391$ ;  $p = 0.0001$ ).

FIGURE 15: Relation entre l'âge et le nombre de stimuli vus pour chaque excentricité du champ visuel utile chez les sujets sains (n = 33)

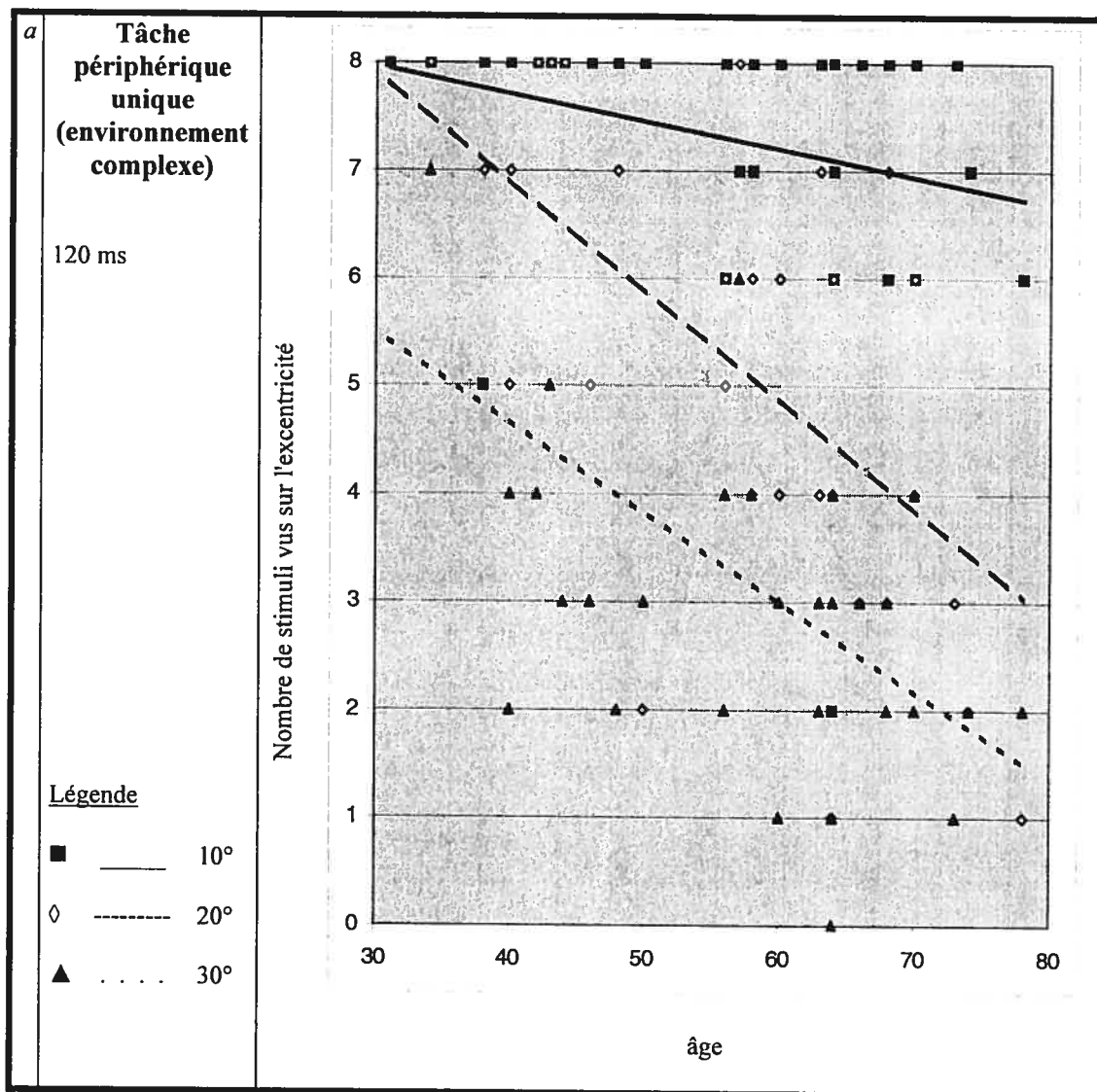
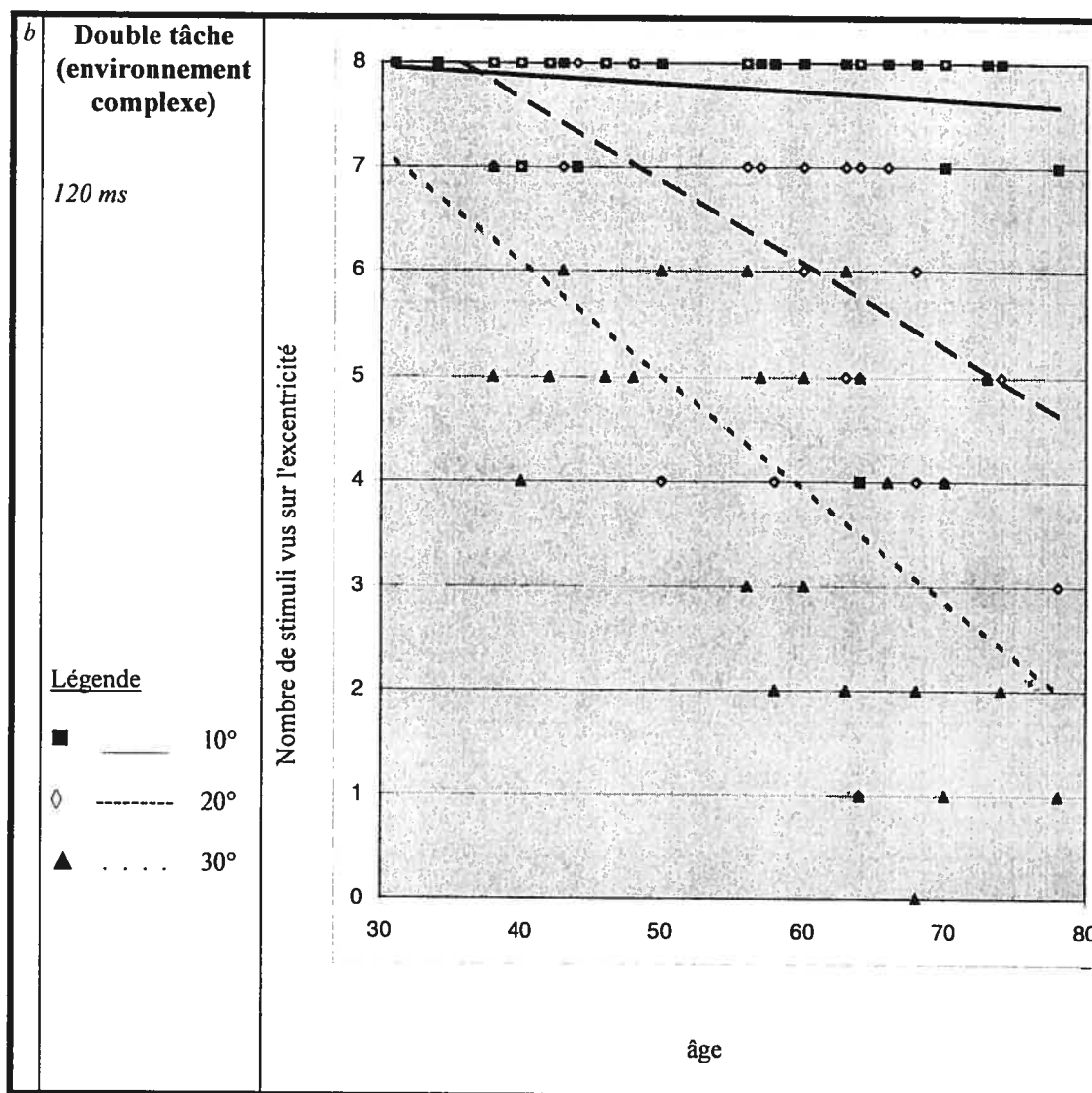




FIGURE 15: Relation entre l'âge et chaque excentricité du champ visuel utile chez les sujets sains (n = 33) (suite)



### **Relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez les sujets sains**

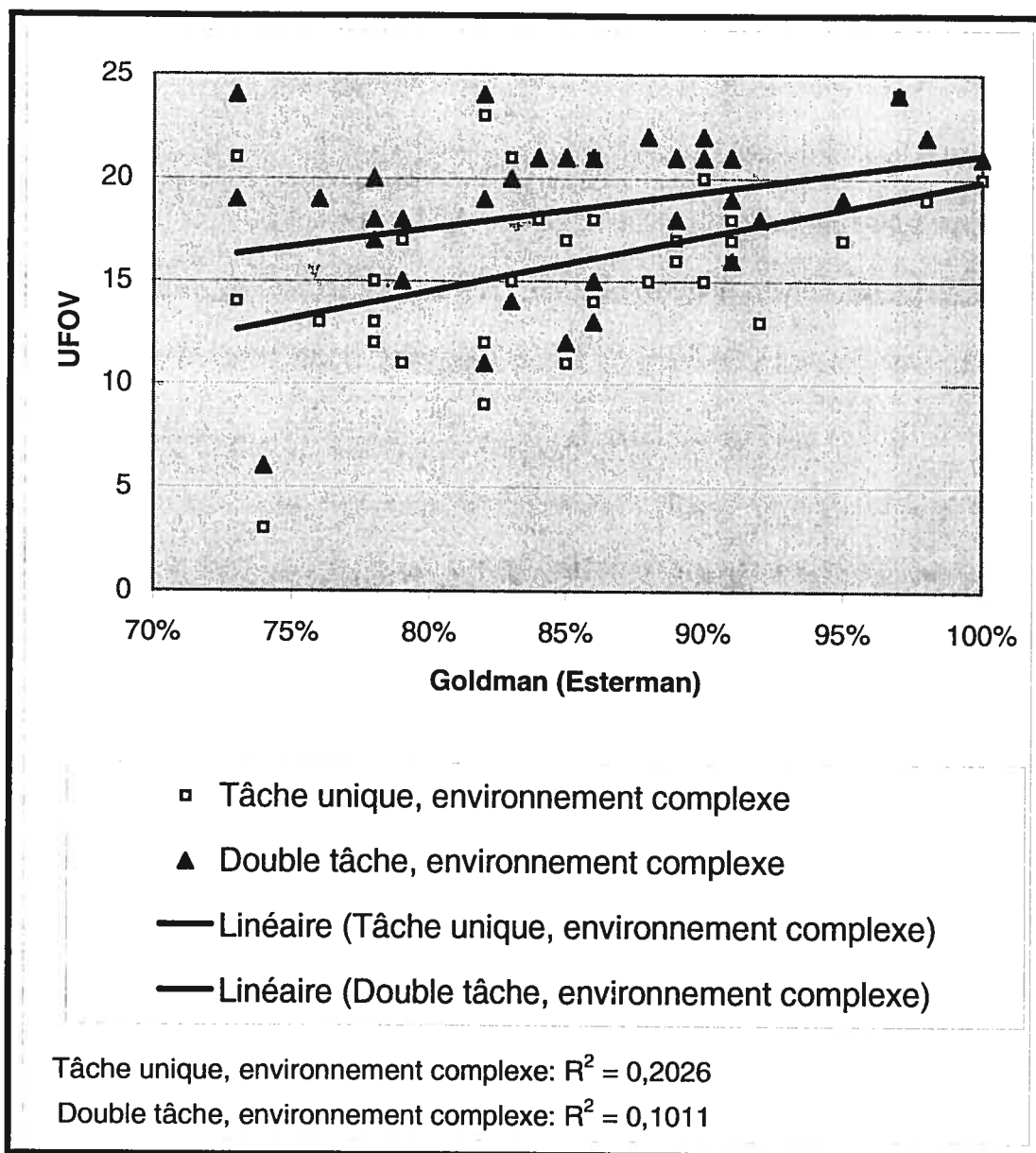
Afin de faciliter l'établissement de la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile, le champ visuel à l'intérieur d'un rayon de 30° et le champ visuel utile de chacun des sujets ont été superposés. Ces résultats sont illustrés à l'annexe III.

Lors des sections précédentes, il a été démontré que l'âge explique 40% de la variation du champ visuel ( $R^2 = 0.3977$ ;  $p < 0.0001$ ). L'âge explique également 40% de la variation des résultats à la tâche périphérique unique dans un environnement complexe ( $R^2 = 0.3985$ ;  $p < 0.0001$ ) et 39% de la variation des résultats à la double tâche dans un environnement complexe ( $R^2 = 0.3892$ ;  $p = 0.0001$ ). Cela ne permet cependant pas de conclure à l'existence d'une relation du même ordre entre le champ visuel et le champ visuel utile. Ainsi, selon les coefficients de corrélation obtenus, seulement 20% de la variation des résultats à la tâche périphérique unique dans un environnement complexe ( $R^2 = 0.2026$ ;  $p = 0.0086$ ) peut être expliquée par le champ visuel (figure 16, page 64). Pour ce qui est de la double tâche dans un environnement complexe, la relation n'est pas significative ( $R^2 = 0.1011$ ;  $p = 0.0713$ ).

Cependant, étant donné que le champ visuel et le champ visuel utile partagent une relation similaire avec l'âge, il est possible que la relation identifiée statistiquement entre le champ visuel et le champ visuel utile ne soit qu'un reflet de l'influence de l'âge sur ces deux concepts. De plus, les sujets sains ne constituent pas un groupe idéal pour évaluer cette relation. Plus précisément, puisque ce sont tous des gens

n'ayant aucun déficit visuel, les résultats obtenus aux tests de champ visuel sont donc très homogènes, une forte majorité de sujet ayant des scores très élevés. Il en découle un effet plafond qui pourrait masquer une partie de la relation existant entre le champ visuel et le champ visuel utile. Le même phénomène se reproduit lors des tâches de l'UFOV se déroulant dans un environnement vide, où une forte majorité de sujets perçoivent 100% des stimuli.

FIGURE 16: Relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez les sujets sains (n = 33)

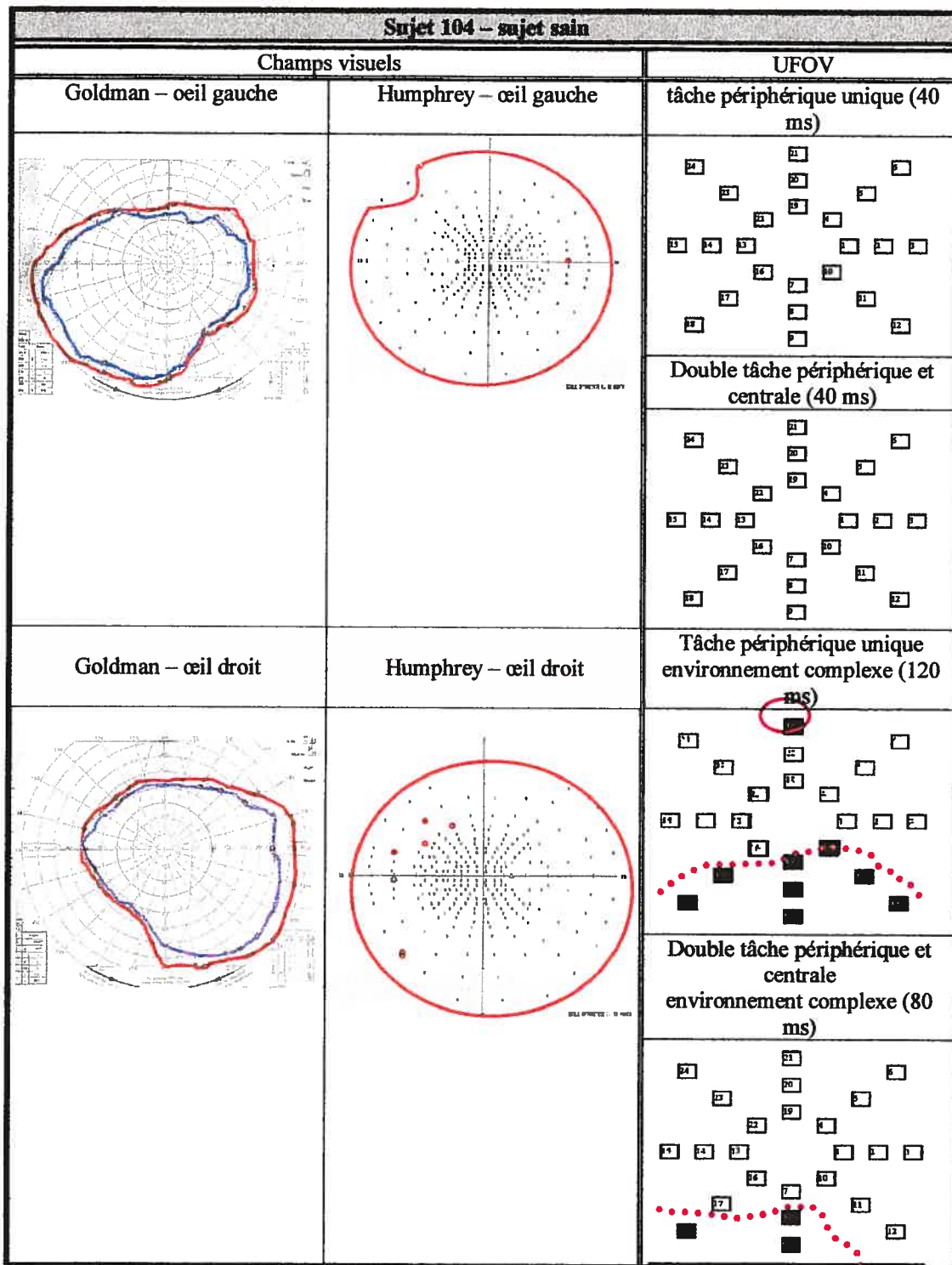


### **Illustration des résultats d'un sujet sain**

La figure 17 (page 66) présente les résultats obtenus par le sujet 104 aux deux tests de champ visuel ainsi qu'au test de l'UFOV. Ce sujet a été sélectionné car ses résultats sont représentatifs d'une majorité des sujets sains testés. La présentation de ces résultats permettra d'illustrer certains points que la présentation des sujets dans leur ensemble permet difficilement d'illustrer.

Pour les tests de champ visuel, la zone visible du sujet a été encerclée. Pour le test de Goldman, le résultat obtenu avec le stimulus 3.V.e a été tracé en rouge et celui avec le stimulus 3.III.e, en bleu. Pour le test d'UFOV, les points en gris représentent les points non vus. Pour faciliter la comparaison avec les champs visuels, une frontière a été tracée en rouge pointillée entre les zones vue et non vue. Lorsque l'on compare le test de champ visuel utile aux tests de champ visuel, il est important de se rappeler que le test d'UFOV ne mesure qu'à l'intérieur d'une excentricité de 30°, alors que le test de Humphrey teste le champ visuel jusqu'à 60° et le Goldman jusqu'à 90°. Également, pour les blocs du test d'UFOV où plusieurs vitesses ont été testées, seule la vitesse la plus rapide, i.e., le temps de présentation le plus bas, est représentée ici. Pour une même tâche, les résultats varient peu en fonction du temps de présentation; il serait donc redondant de présenter chacune des vitesses utilisées. Le choix de la vitesse la plus rapide se justifie par le fait qu'il s'agit de la condition se rapprochant le plus de la conduite automobile, où les stimulations visuelles sont souvent très rapides.

**FIGURE 17:** Résultats du sujet 104 aux deux tests de champ visuel (Goldman, Humphrey) et au test de l'UFOV



Le sujet est un homme de 56 ans. Les mesures de contrôle obtenues à ses deux tests de champ visuel démontrent que la fixation du sujet est suffisamment stable. Au Humphrey, trois pertes de fixation ont été enregistrées sur une possibilité de 23 pour l'œil droit, et quatre sur 24 pour l'œil gauche. Il n'obtient aucun faux positif, tant pour l'œil gauche (sur 25) que pour l'œil droit (sur 22). Il commet quatre faux négatifs pour l'œil gauche (sur 24) et deux pour l'œil droit (sur 21). Tous ces résultats respectent les normes de validité établies dans la littérature<sup>35</sup>. De plus, l'évaluation subjective de la fixation effectuée lors du test de Goldman par la clinicienne indique une bonne fixation.

Ses résultats aux tests de champ visuel sont normaux. Au test de Humphrey, seulement trois des 243 points testés demeurent non détectés pour le champ visuel monoculaire gauche, tandis que six points sont qualifiés de déficit pour le champ visuel monoculaire droit. Au test de Goldman, le sujet obtient de bons résultats, avec des scores Esterman de 90% et 83% pour l'œil gauche et l'œil droit respectivement, ainsi que des scores AMA de 93% et 89% toujours pour l'œil gauche et l'œil droit respectivement. Le champ visuel monoculaire droit semble un peu plus réduit, notamment au niveau du quadrant nasal inférieur.

Au test de l'UFOV, le sujet est en mesure de percevoir la totalité des stimuli qui lui sont présentés dans un environnement vide, que ce soit en tâche simple ou en tâche double. Cependant, on observe une perte, principalement vers le champ inférieur à l'UFOV lors de la même tâche unique en environnement complexe. Les résultats parfois plus faibles que ceux attendus peuvent être expliqués par le fait qu'il s'agit du

premier bloc effectué avec la présence des distracteurs (environnement complexe) et que les sujets mettent un certain temps à ajuster leur attention. Cela pose un problème de validité de la mesure, en ce sens qu'un bloc de pratique plus long à ce stade-ci du test devrait être envisagé, afin de permettre au sujet de s'acclimater à la présence de distracteurs et ainsi obtenir des résultats plus près des capacités réelles des sujets. D'ailleurs, après certaines pertes lors de la tâche unique en environnement complexe, le sujet obtient un meilleur score pour la double tâche en environnement complexe, à une vitesse de présentation plus rapide de surcroît. Lors des deux tâches se déroulant dans un environnement visuel complexe, la localisation des erreurs semble dépendre de l'excentricité. En effet, lors de la tâche unique en environnement complexe, le sujet commet deux erreurs à l'excentricité 10°, trois erreurs à l'excentricité 20° et quatre erreurs à l'excentricité 30°. Lors de la double tâche en environnement complexe, il commet respectivement aucune, une et deux erreurs pour chacune des trois excentricités. Ce phénomène correspond à la vision en tunnel décrite précédemment à la section méthodologie (page 10).

Chez ce sujet, la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile s'exprime telle que décrite lors de l'analyse des sujets dans leur ensemble. En effet, à l'intérieur d'un rayon de 30°, le sujet obtient des résultats parfaits à ces tests de champ visuel. Les deux tâches du champ visuel utile se superposant normalement au champ visuel, soit celles se déroulant dans un environnement vide, sont réussies parfaitement. Par contre, comme pour la majorité des sujets sains, un nombre accru d'erreurs est commis lorsque la tâche devient plus complexe, c'est-à-dire lorsque l'environnement est visuellement complexe.



## SUJETS AVEC DÉFICIT DE CHAMP VISUEL

### Champ visuel

Le tableau VI (page 72) regroupe les résultats obtenus par chaque sujet avec déficit visuel aux tests de champ visuel, selon les méthodes de cotation traditionnelles du test de Goldman, soit la méthode AMA et la méthode Esterman. De façon générale, peu de différence est observée entre les deux cotations. Cependant, les résultats obtenus par certains sujets à certains tests se transposent en des scores qui varient selon la méthode de cotation utilisée. C'est le cas entre autres des tests pour les champs monoculaires gauches du sujet 3 (AMA: 53,4%; Esterman: 31%), et du sujet 32 (AMA: 52,4%; Esterman: 38%). Ces différences peuvent être expliquées par les natures différentes des deux méthodes de cotation. Comme déjà mentionné à la section méthodologie, rappelons notamment que la méthode AMA est une mesure de la superficie du champ visuel, où chaque région a une valeur égale, tandis que la méthode Esterman se veut une mesure fonctionnelle du champ visuel, où plus d'importance est accordée au champ temporal qu'au champ nasal, au champ inférieur qu'au champ supérieur et au champ central qu'au champ périphérique. Ainsi, un déficit affectant une région ayant une plus grande importance fonctionnelle fera diminuer le score Esterman davantage qu'un déficit de même superficie, mais affectant une région moins importante fonctionnellement. Pour reprendre l'exemple du sujet 3, ce sujet ayant un déficit du champ visuel homonyme gauche, le déficit se retrouve dans le champ temporal de l'œil gauche. Cette région ayant une plus grande importance relative que la région nasale dans le calcul du score Esterman, ce score se

trouve plus affecté que le score AMA, dans lequel chaque région a une valeur équivalente.

Autre observation, les différences entre les scores des champs monoculaires gauches et droits sont généralement plus élevées avec la méthode Esterman. Encore une fois, cela s'explique par les natures différentes des deux méthodes de cotation. Comme mentionné à la section méthodologie, la méthode Esterman accorde plus d'importance au champ temporal qu'au champ nasal. Il en découle qu'un déficit homonyme gauche aura donc un plus grand impact sur le score de l'œil gauche, puisque le déficit est alors dans le champ temporal, et un moins grand impact sur le score de l'œil droit, puisque le même déficit est alors dans le champ nasal. À l'inverse, un déficit homonyme droit aura donc un plus grand impact sur le score de l'œil droit, puisque le déficit est alors dans le champ temporal, et un moins grand impact sur le score de l'œil gauche, puisque le même déficit est alors dans le champ nasal.

Le tableau VI (page 72) comprend également les scores des tests de Humphrey, correspondant aux pourcentages de points vus (les points qualifiés de déficit sont comptabilisés comme un demi-point). La différence entre ces derniers et les pourcentages obtenus au test de Goldman s'explique par le fait que le test de Humphrey utilisé ici teste une excentricité maximale de seulement 60° du côté temporal, alors que les cotations du test de Goldman se font comparativement à un maximum de 80° à 90°. Ainsi, un sujet dont le champ visuel atteindrait par exemple

70° en temporal perdrait quelques points sur ses scores AMA et Esterman, mais ne serait pas pénalisé au Humphrey où la mesure s'arrête à 60°.

En moyenne, pour le test Goldman effectué avec l'œil gauche, les sujets ont un score AMA de 52,6% (écart-type: 12,8%) et un score Esterman de 44,7% (écart-type: 14,7%). Pour le même test effectué avec l'œil droit, les sujets ont obtenu en moyenne un score AMA de 57,4% (écart-type: 9,7%) et un score Esterman de 54,5% (écart-type: 9,9%). Pour le test de Humphrey, les sujets ont obtenu en moyenne un score de 58,6% (écart-type: 9,7%) pour l'œil gauche et un score de 56,0% (écart-type: 11,7%) pour l'œil droit.

**TABLEAU VI:** Résultats obtenus par chaque sujet avec déficit de champ visuel aux deux tests de champ visuel (Humphrey et Goldman), pour chaque œil et, dans le cas du Goldman, selon chaque méthode de cotation. (n = 18)

Id	âge	sexe	Coté	OG_AMA	OG_EST	OD_AMA	OD_EST	OG_H	OD_H
3	37	1	1	53,4%	31,0%	67,6%	66,0%	69,5%	77,78%
4	31	1	1	57,2%	40,0%	64,2%	55,0%	50,6%	48,15%
5	38	1	1	32,2%	28,0%	47,6%	46,0%	49,6%	42,18%
7	61	2	1	41,6%	33,0%	57,2%	57,0%	55,1%	46,91%
8	73	1	2	59,8%	56,0%	37,6%	39,0%	45,5%	57,61%
9	56	2	2	64,4%	60,0%	53,4%	44,0%	46,5%	56,17%
12	76	2	2	75,4%	74,0%	71,6%	76,0%	67,7%	76,95%
21	42	2	1	52,2%	40,0%	61,0%	52,0%	54,5%	50,41%
22	65	1	1	41,2%	32,0%	48,8%	49,0%	52,7%	47,74%
24	69	2	1	54,8%	49,0%	67,0%	63,0%	56,2%	47,53%
25	54	1	1	47,6%	46,0%	68,6%	60,0%	70,4%	64,20%
26	62	1	1	28,6%	26,0%	42,0%	43,0%	55,6%	45,27%
27	62	2	2	60,2%	53,0%	51,6%	46,0%	50,2%	59,67%
28	38	2	2	69,4%	75,0%	69,0%	67,0%	80,2%	80,25%
29	64	2	1	41,2%	33,0%	53,6%	47,0%	60,3%	49,38%
31	40	1	1	68,8%	52,0%	59,2%	61,0%	71,0%	56,79%
32	44	2	1	52,4%	38,0%	54,8%	51,0%	61,1%	50,62%
38	60	2	1	46,6%	38,0%	57,8%	59,0%	57,4%	50,21%
Moyennes				52,6%	44,7%	57,4%	54,5%	58,6%	56,0%
Écart-types				12,8%	14,7%	9,7%	9,9%	9,7%	11,7%

Id : Numéro d'identification du sujet

Sexe: 1 = femme; 2 = homme

Coté: 1 = déficit visuel homonyme gauche; 2 = déficit visuel homonyme droit

OG\_AMA : Score obtenu pour l'œil gauche, au test de Goldman, tel que calculé par la méthode AMA

OD\_AMA : Score obtenu pour l'œil droit, au test de Goldman, tel que calculé par la méthode AMA

OG\_EST : Score obtenu pour l'œil gauche, au test de Goldman, tel que calculé par la méthode Esterman

OD\_EST : Score obtenu pour l'œil droit, au test de Goldman, tel que calculé par la méthode Esterman

OG\_H : Score obtenu pour l'œil gauche, au test de Humphrey

OD\_H : Score obtenu pour l'œil droit, au test de Humphrey

Le tableau VII (page 74) affiche les résultats obtenus par chaque sujet avec déficit aux tests de champ visuel, selon la méthode AMA30 décrite précédemment. Rappelons que cette méthode vise à quantifier le résultat obtenu dans les 30° d'excentricité centraux au test de Goldman, afin de faciliter la comparaison avec l'UFOV. Le groupe de sujets est assez hétérogène, les résultats pour le meilleur des deux yeux variant de 51,7% à 94,3%. Cette hétérogénéité est due à la grande variété des déficits de champ visuel inclus dans le groupe. En principe, les sujets ayant une hémianopsie sans épargne maculaire devraient obtenir un score d'environ 50%, puisqu'ils ont perdu la moitié de l'espace couvert par le score. Par la même logique, les personnes ayant une quadranopsie sans épargne devraient obtenir autour de 75%. La présence chez certains sujets d'épargnes centrales, allant de quelques degrés jusqu'à une vingtaine de degrés, viennent diversifier encore davantage le groupe. En moyenne, les sujets ont un score AMA30 de 71,3% pour l'œil gauche (écart-type: 13,0%), de 70,6% pour l'œil droit (écart-type: 14,0%) et de 73,5% pour le meilleur des deux yeux (écart-type: 13,4%).

**TABLEAU VII:** Cotation, pour chaque sujet avec déficit de champ visuel, du test de champ visuel Goldman par la méthode AMA30, limitée à 30° afin de comparer à UFOV (n = 18)

<b>Id</b>	<b>âge</b>	<b>sexe</b>	<b>Coté</b>	<b>OG_AMA30</b>	<b>OD_AMA30</b>	<b>AMA30_max</b>
3	37	1	1	86,3%	93,3%	93,3%
4	31	1	1	66,3%	66,3%	66,3%
5	38	1	1	43,8%	51,7%	51,7%
7	61	2	1	62,5%	64,6%	64,6%
8	73	1	2	60,8%	54,6%	60,8%
9	56	2	2	78,3%	79,2%	79,2%
12	76	2	2	97,1%	94,2%	97,1%
21	42	2	1	63,8%	65,0%	65,0%
22	65	1	1	63,3%	57,1%	63,3%
24	69	2	1	82,1%	81,3%	82,1%
25	54	1	1	78,8%	85,8%	85,8%
26	62	1	1	54,2%	53,8%	54,2%
27	62	2	2	70,8%	68,3%	70,8%
28	38	2	2	75,0%	88,3%	88,3%
29	64	2	1	71,3%	70,4%	71,3%
31	40	1	1	88,3%	79,2%	88,3%
32	44	2	1	75,4%	55,4%	75,4%
38	60	2	1	65,0%	62,5%	65,0%
<b>Moyennes</b>				<b>71,3%</b>	<b>70,6%</b>	<b>73,5%</b>
<b>Écart-types</b>				<b>13,0%</b>	<b>14,0%</b>	<b>13,4%</b>

Id : Numéro d'identification du sujet

Sexe: 1=femme; 2=homme

Coté: 1 = déficit visuel homonyme gauche; 2 = déficit visuel homonyme droit

OG\_AMA30 : Score obtenu pour l'œil gauche, au test de Goldman, tel que calculé par la méthode AMA30

OD\_AMA30 : Score obtenu pour l'œil droit, au test de Goldman, tel que calculé par la méthode AMA30

AMA30\_MAX : Meilleur score obtenu pour un œil, au test de Goldman, tel que calculé par la méthode AMA30

### **Champ visuel utile**

Le tableau VIII (pages 77-79) représente les résultats obtenus par les sujets avec déficit visuel à chacun des blocs du test de champ visuel utile, en fonction de la tâche et du temps de présentation des stimuli. Lors de la tâche simple dans un environnement vide, la majorité des sujets réussissent à percevoir les stimuli présentés dans leur champ visuel sain, mais pas ceux présentés dans leur champ visuel atteint. Il est résulte que l'étendue des résultats est semblable à celle obtenue pour le champ visuel. À cette tâche, les résultats varient très peu en fonction de la vitesse de présentation (120 ms, 80 ms et 40 ms). Lors la double tâche dans un environnement vide, les résultats sont similaires. Lors de la tâche unique dans un environnement complexe, les résultats varient grandement d'un sujet à l'autre, allant de la perception de seulement quatre des 24 stimuli, à un score de 18/24. Le fait que la tâche se déroule dans un environnement complexe semble affecter les résultats de certains sujets, mais pas ceux d'autres sujets. Ceci permet de conclure que certains sujets éprouvent de la difficulté à discriminer un stimulus dans un environnement visuellement complexe. Cette difficulté s'ajoute donc à leur déficit visuel.

Afin de mesurer l'influence de l'âge sur ce phénomène, on doit cette fois tenir compte de la variété des déficits présents chez les sujets. En effet, puisque les résultats diffèrent d'un sujet à l'autre lors de la tâche simple en environnement vide, il faudra soustraire cette tâche pour connaître l'effet de l'âge sur l'augmentation de la complexité de l'environnement visuel. Même une fois cette opération effectuée, on observe que l'âge demeure un facteur plus ou moins important. En effet, même si une

relation semble pouvoir être observée graphiquement (figure 18a, page 80), la relation entre l'âge et les différences entre la tâche périphérique unique en environnement vide et celle en environnement complexe n'est pas statistiquement significative ( $R^2 = 0.1552$ ;  $p = 0.106$ ).

Lors de la double tâche dans un environnement complexe, les résultats varient également d'un sujet à l'autre, allant de 2 à 20 stimuli perçus sur une possibilité de 24. Encore une fois, l'âge n'est pas un facteur statistiquement significatif ( $R^2 = 0.1854$ ;  $p = 0.0745$ ) sur la variation des différences entre la double tâche en environnement vide et celle en environnement complexe (figure 18b, page 80).

Bien qu'il soit logique de penser qu'un nombre plus élevé de sujets aurait permis d'atteindre le seuil de signification, il n'en demeure pas moins que la relation entre l'âge et le champ visuel utile est affaiblie en présence de déficits de champ visuel.



**TABLEAU VIII:** Résultats obtenus par chaque sujet avec déficit de champ visuel à chacun des blocs du test de champ visuel utile, en fonction de la tâche et du temps de présentation des stimuli. (n = 18)

Id	âge	sexe	Tâche périphérique unique (environnement vide) 1er bloc		Tâche périphérique unique (environnement vide) 2ème bloc		Tâche périphérique unique (environnement vide) 3ème bloc	
			Tpres (ms)	Vu (sur 24)	Tpres (ms)	Vu (sur 24)	Tpres (ms)	Vu (sur 24)
3	37	1	120	24	80	24	40	23
4	31	1	120	13	80	18	40	18
5	38	1	120	16	80	15	40	15
7	61	2	120	19	80	22	40	23
8	73	1	120	15	80	15	40	15
9	56	2	120	19	80	19	40	18
12	76	2	120	22	80	19	40	22
21	42	2	120	22	80	23	40	21
22	65	1	120	16	80	16	40	19
24	69	2	120	13	80	15	40	12
25	54	1	120	18	80	20	40	19
26	62	1	120	15	80	15	40	11
27	62	2	120	18	80	18	40	18
28	38	2	120	22	80	23	40	22
29	64	2	120	21	80	19	40	18
31	40	1	120	20	80	20	40	21
32	44	2	120	19	80	19	40	19
38	60	2	120	16	80	21	40	20
Moyennes				18,2		18,9		18,6
Écart-types				3,2		2,9		3,5

Id : Numéro d'identification du sujet

Sexe: 1=femme; 2=homme

Tpres : Temps de présentation des stimuli

**TABLEAU VIII:** Résultats obtenus par chaque sujet à chacun des blocs du test de champ visuel utile, en fonction de la tâche et du temps de présentation des stimuli. (n = 18) (suite)

Id	âge	sexe	Double tâche (environnement vide) 1er bloc		Double tâche (environnement vide) 2ème bloc	
			Tpres (ms)	Vu (sur 24)	Tpres (ms)	Vu (sur 24)
3	37	1	80	23	40	22
4	31	1	80	16	40	16
5	38	1	80	15	40	15
7	61	2	80	14	40	16
8	73	1	80	15	40	15
9	56	2	80	17	40	17
12	76	2	80	22	40	22
21	42	2	80	20	40	19
22	65	1	80	15	40	18
24	69	2	120	14	160	16
25	54	1	80	20	40	21
26	62	1	80	15	40	13
27	62	2	80	18	40	19
28	38	2	80	24	40	24
29	64	2	80	16	40	16
31	40	1	80	21	40	20
32	44	2	80	19	40	20
38	60	2	80	17	120	16
Moyennes				17,8		18,1
Écart-types				3,2		3,0

Id : Numéro d'identification du sujet

Sexe: 1=femme; 2=homme

Tpres : Temps de présentation des stimuli

**TABLEAU VIII:** Résultats obtenus par chaque sujet à chacun des blocs du test de champ visuel utile, en fonction de la tâche et du temps de présentation des stimuli. (n = 18) (suite)

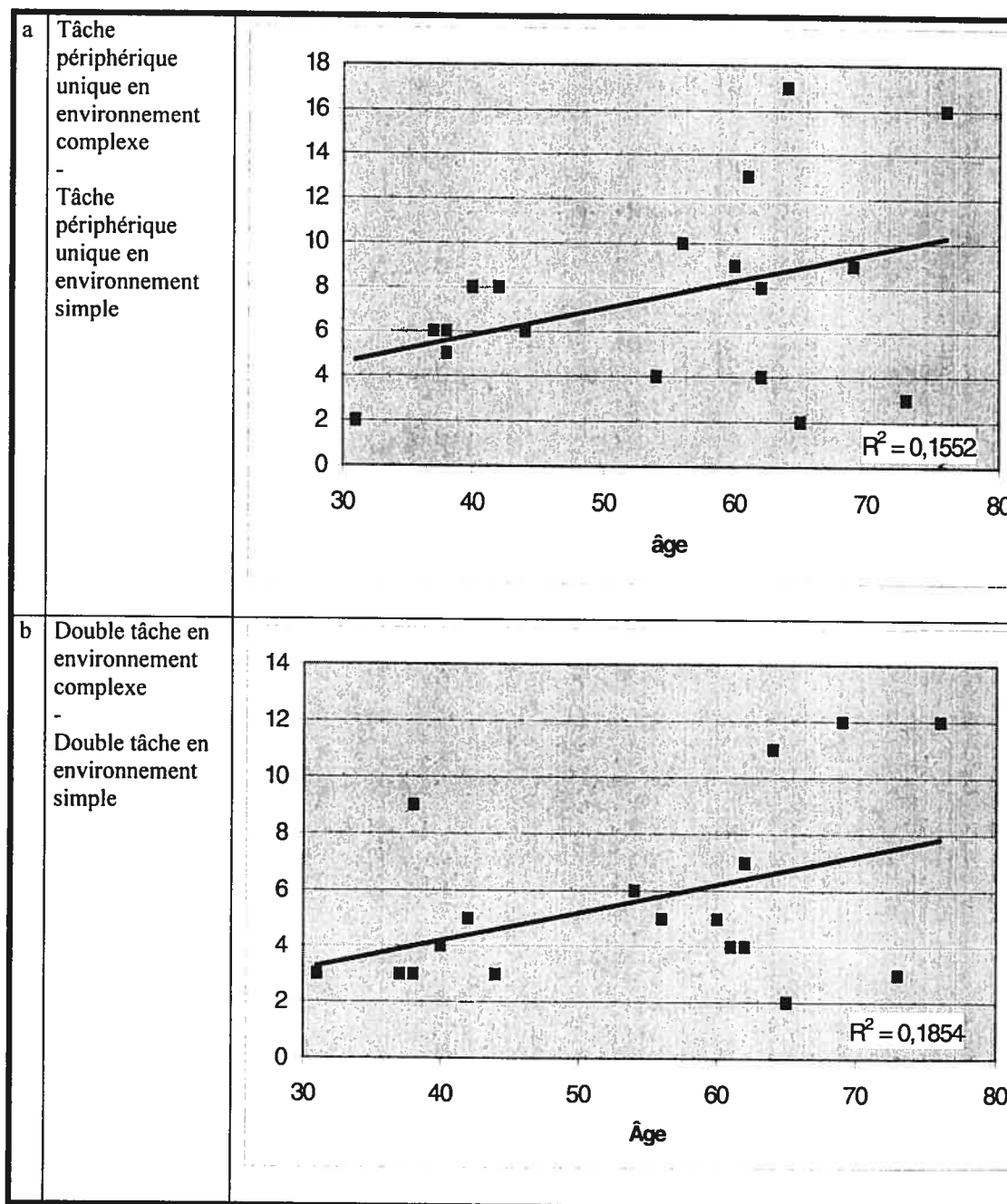
Id	âge	sexe	Tâche périphérique unique (environnement complexe) 1er bloc		Tâche périphérique unique (environnement complexe) 2ème bloc		Double tâche (environnement complexe) 1er bloc		Double tâche (environnement complexe) 2ème bloc	
			Tpres (ms)	Vu (sur 24)	Tpres (ms)	Vu (sur 24)	Tpres (ms)	Vu (sur 24)	Tpres (ms)	Vu (sur 24)
3	37	1	120	18	160	22	120	20	80	19
4	31	1	120	11	80	14	120	13	160	14
5	38	1	120	11	160	13	120	12	80	12
7	61	2	120	6	160	9	120	10	160	12
8	73	1	120	12	80	14	120	12	80	11
9	56	2	120	9	160	8	120	12	160	10
12	76	2	120	6	160	7	120	10	160	11
21	42	2	120	14	160	15	120	15	160	17
22	65	1	120	14	80	14	120	13	160	13
24	69	2	160	4	200	7	160	2	200	7
25	54	1	120	14	80	14	120	14	80	13
26	62	1	160	11	200	15	160	11	200	13
27	62	2	120	10	160	14	120	11	160	15
28	38	2	120	16	160	16	120	15	160	17
29	64	2	120	4	160	5	120	5	160	5
31	40	1	120	12	160	15	120	17	80	15
32	44	2	120	13	160	15	120	16	80	15
38	60	2	120	7	160	6	120	12	160	10
Moyennes				10,7		12,4		12,2		12,7
Écart-types				4,0		4,4		4,1		3,5

Id : Numéro d'identification du sujet

Sexe: 1=femme; 2=homme

Tpres : Temps de présentation des stimuli

**FIGURE 18 :** Relation entre l'âge des sujets et les erreurs supplémentaires commises lors du passage de la tâche périphérique unique en environnement simple à la tâche périphérique unique en environnement complexe (partie a), ainsi qu'entre l'âge et les erreurs supplémentaires commises lors du passage de la double tâche en environnement simple à la double tâche en environnement complexe (partie b) (n = 18)



### Relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez les sujets atteints

Afin de faciliter l'établissement de la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile, le champ visuel à l'intérieur d'un rayon de 30° et le champ visuel utile de chacun des sujets ont été superposés. Ces résultats sont illustrés à l'annexe IV.

Le tableau IX ci-dessous regroupe les coefficients de corrélation entre le champ visuel (Goldman, cotation AMA30) et chacun des blocs du test de champ visuel utile. Cependant, parce que la sélection des temps de présentation testés variaient en fonction de la performance du sujet afin d'adapter la difficulté du test, certains temps de présentation ont été utilisés chez un nombre très limité de sujets. Pour des fins statistiques, seuls les temps de présentation évalués chez un nombre suffisant de sujets ont été considérés.

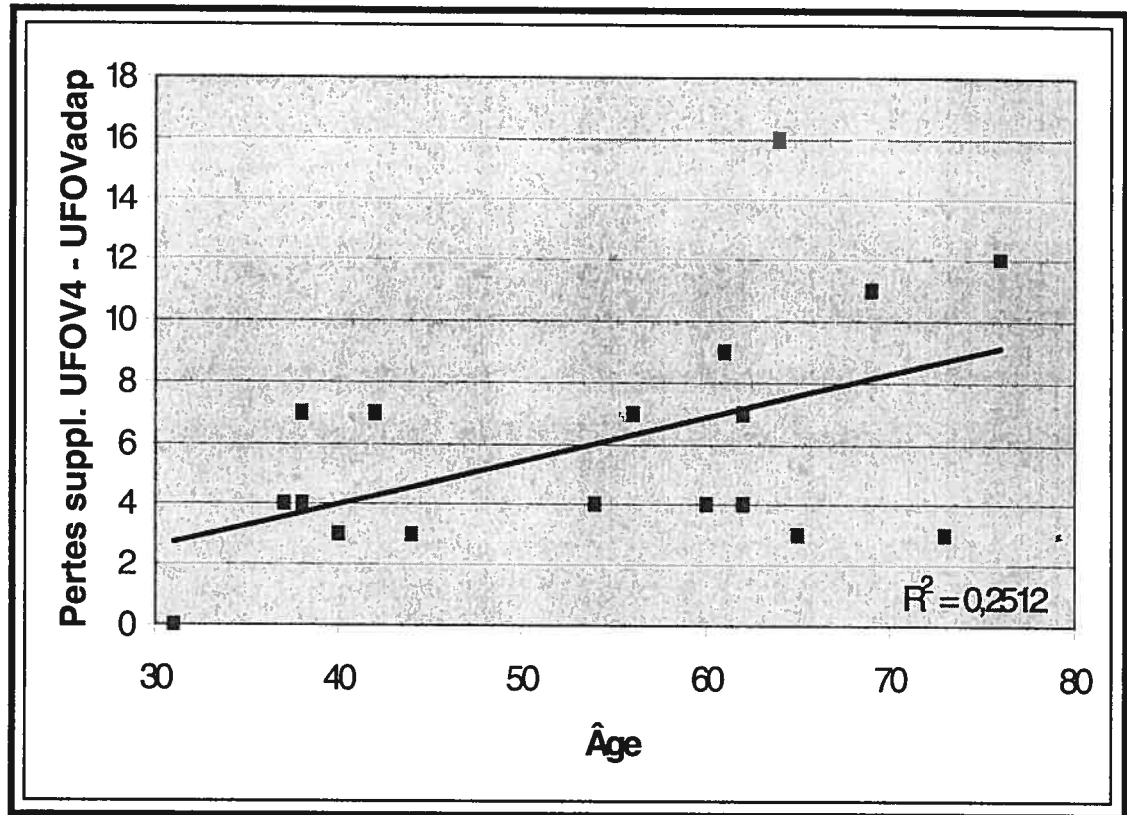
**TABLEAU IX :** Analyse des corrélations entre le champ visuel (Goldman, cotation AMA30) et chacun des blocs du test de champ visuel utile.

Tâche	Tprés	R	R <sup>2</sup>	p
Unique, environnement vide	120	0,582	0,339	<0.05
Unique, environnement vide	80	0,492	0,242	<0.05
Unique, environnement vide	40	0,509	0,259	<0.05
Double, environnement vide	80	0,858	0,737	<0.0001
Double, environnement vide	40	0,863	0,745	<0.0001
Unique, environnement complexe	120	0,218	0,047	n.s.
Unique, environnement complexe	160	0,269	0,072	n.s.
Double, environnement complexe	120	0,367	0,135	n.s.
Double, environnement complexe	160	-0,004	0,000	n.s.

Il existe une relation significative entre le déficit visuel et les résultats à la tâche unique dans un environnement vide pour chacun des trois temps de présentation testés. Selon le temps de présentation, de 24 à 40 % de la variation dans les résultats à cette tâche serait expliqué par le déficit de champ visuel. La relation est encore plus significative entre la double tâche dans un environnement vide. En effet, environ 74% de la variation dans les résultats à cette seconde tâche serait expliqué par le déficit de champ visuel. Ceci peut sembler étrange, considérant que la tâche simple est celle qui ressemble le plus au test de champ visuel. Par conséquent, on devrait s'attendre d'y trouver la plus forte relation. Deux hypothèses peuvent être émises afin de tenter d'expliquer le phénomène. Premièrement, l'absence de tâche centrale lors de la tâche unique permet peut-être aux sujets de compenser leur déficit en déplaçant leur point de fixation vers leur champ aveugle, ce qui leur permettrait de détecter un plus grand nombre de stimuli, faussant ainsi la relation. Deuxièmement, le test se déroule toujours en ordre croissant de difficulté, c'est-à-dire que la tâche unique en environnement vide est toujours exécutée en premier lieu. Un manque de familiarisation des sujets pourrait nuire aux sujets durant la première tâche, faussant ainsi la relation. Cependant, cette hypothèse suppose de meilleurs résultats à la double tâche comparativement à la tâche unique. Comme ce n'est pas le cas pour la majorité des sujets, cette hypothèse doit être rejetée. La première hypothèse semble donc la plus probable. Un meilleur contrôle de la fixation, spécialement pour les blocs ne comprenant pas de tâche centrale, devrait être envisagé afin d'améliorer le test.

Pour tous les blocs de la tâche simple dans un environnement complexe, ainsi que la double tâche dans un environnement complexe, il y a absence de relation significative entre le résultat obtenu et le déficit visuel. Cela est conforme au résultat attendu. En effet, plus une tâche est complexe, plus elle s'éloigne conceptuellement des tests de champ visuel. Également, au fur et à mesure que la complexité augmente, l'attention devient plus sollicitée et elle exerce forcément une influence plus importante sur le résultat. La relation avec le déficit visuel s'en trouve donc diminuée. On peut faire l'hypothèse que les erreurs supplémentaires commises entre la tâche la plus complexe (double tâche en environnement complexe) et la tâche la plus simple (tâche unique en environnement vide) sont majoritairement dues à un déficit attentionnel et non au déficit visuel. Puisqu'il est connu que les capacités attentionnelles mesurées par l'UFOV diminuent avec l'âge<sup>23</sup>, on devrait s'attendre à trouver une relation significative entre les erreurs supplémentaires commises lors du passage d'une tâche simple à une tâche plus complexe et l'âge des sujets. Pour vérifier cette hypothèse, les erreurs supplémentaires commises lors du passage de la double tâche en environnement vide à la double tâche en environnement complexe ont été mises en relation avec l'âge des sujets. L'utilisation de la double tâche en environnement vide, et non de la simple tâche qui est pourtant une tâche plus simple, se justifie par le fait que, comme mentionné précédemment, la double tâche en environnement vide possède une meilleure relation avec le déficit visuel que la tâche unique. La relation entre ces erreurs supplémentaires et l'âge est significative ( $R^2 = 0.2512$ ;  $p = 0.0341$ ) et est illustrée à la figure 19, page 84.

**FIGURE 19:** Relation entre les erreurs supplémentaires commises lors du passage de la tâche unique dans un environnement simple à la double tâche dans un environnement complexe et l'âge des sujets. (n = 18)



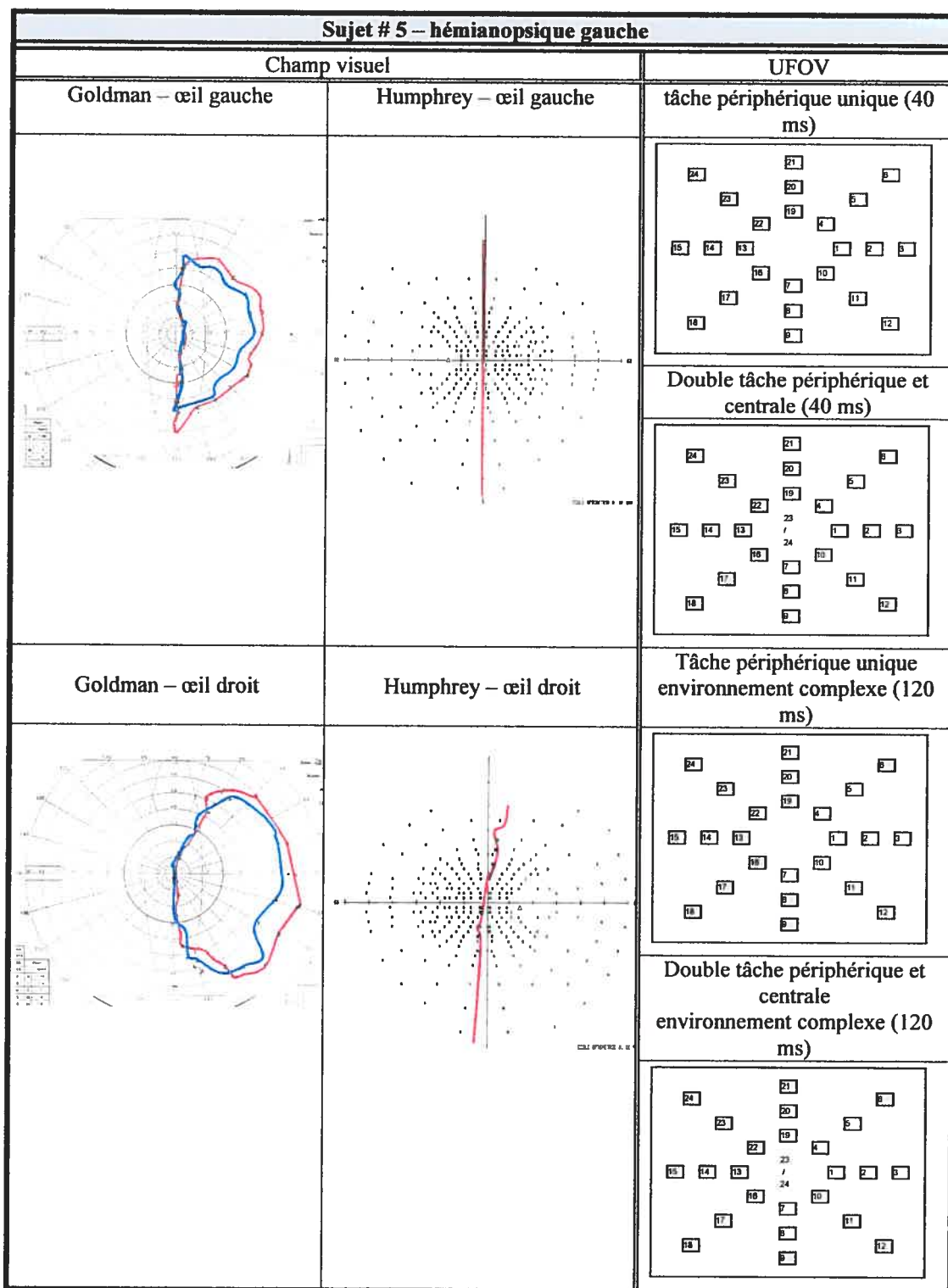


Afin de décrire plus qualitativement la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile, deux sujets ont été sélectionnés. Dans le premier cas, il s'agit d'un sujet ayant obtenu des résultats près de ceux attendus, permettant ainsi d'illustrer simplement les principales caractéristiques de la relation entre les deux concepts. Dans le deuxième cas, il s'agit d'un sujet ayant obtenu des résultats différents des autres, et qui mérite d'être étudié plus en détails.

### **Illustration des résultats d'un sujet avec déficit visuel**

À titre d'illustration, les résultats d'un sujet hémianopsique aux tests de champ visuel et de champ visuel utile sont illustrés côte à côte à la figure 20 (page 86). Il s'agit du sujet 5, une femme de 38 ans. Cette figure est basée sur les mêmes principes que la figure 17 présentée à la page 66 afin d'illustrer les résultats d'un sujet sain. Par conséquent, les explications données à la page 65 s'appliquent également ici.

**FIGURE 20:** Résultats du sujet 5 aux deux tests de champ visuel (Goldman, Humphrey) et au test de l'UFOV



Il semble important de préciser que les mesures de contrôle des deux tests de champ visuel démontrent que la fixation du sujet est suffisamment stable. Au Humphrey, cinq pertes de fixation ont été enregistrées sur une possibilité de 38 pour l'œil droit et aucune sur 36 pour l'œil gauche. Elle n'obtient aucun faux positif, tant pour l'œil gauche (sur 45) que pour l'œil droit (sur 47). Elle commet quatre faux négatif pour l'œil gauche (sur 44) et trois pour l'œil droit (sur 45). De plus, l'évaluation subjective de la fixation effectuée lors du test de Goldman par la clinicienne indique une bonne fixation.

Au niveau du champ visuel, les tests démontrent une hémianopsie couvrant la quasi-totalité de l'hémi-champ gauche de la patiente, seuls les deux ou trois premiers degrés à gauche de la ligne horizontale semble épargnés. Ceci est aussi vrai que la cible soit statique (Humphrey) ou mobile (Goldman). Il n'existe donc pas de différence majeure entre les résultats aux deux tests.

Au niveau du champ visuel utile, lorsque la tâche se situe dans un environnement visuel simple, comme lors de la première tâche périphérique unique, les résultats du champ visuel utile se superposent à ceux des tests de champ visuel. Ainsi, le sujet réussit à localiser tous les points situés dans son hémi-champ sain (droit), ainsi que ceux de la ligne verticale. Par contre, elle rate tous les points situés dans son hémi-champ aveugle (gauche). Le même phénomène se répète lors de la double tâche; elle obtient exactement les mêmes résultats. Cependant, lorsque la tâche se déroule dans un environnement complexe, elle ne peut plus localiser tous les points de son hémi-champ atteint; elle commet trois erreurs supplémentaires pour la tâche unique et

quatre erreurs supplémentaires pour la double tâche. De ces sept erreurs supplémentaires, six d'entre elles sont situées à l'excentricité 30°. L'atteinte, quoique peu prononcée, semble donc s'exprimer sous la forme d'une vision en tunnel.

### **Analyse détaillée du sujet 9**

Afin de faciliter la comparaison, les résultats obtenus par le sujet 9 aux tests de champ visuel et de champ visuel utile sont illustrés côte à côte à la figure 21, page 90. Cette figure est basée sur les mêmes principes que la figure 17 présentée à la page 66 afin d'illustrer les résultats d'un sujet sain. Par conséquent, les explications données à la page 65 s'appliquent également ici.

D'abord, les mesures de contrôle des deux tests de champ visuel démontrent que la fixation du sujet est stable. Au test de Humphrey, le sujet enregistre 3 pertes de fixation sur une possibilité de 37 pour l'œil gauche et aucune sur 33 pour l'œil droit. Il n'obtient aucun faux positif, tant pour l'œil gauche (sur 44) que pour l'œil droit (sur 38). Il commet 1 seul faux négatif pour l'œil gauche (sur 43) et 2 pour l'œil droit (sur 39). Au test de Goldman, les commentaires de l'évaluatrice mentionnent une bonne fixation. Ces données indiquent que le sujet n'a pas de problèmes de fixation, ce qui est particulièrement important considérant que la version du test de l'UFOV utilisée ne permet pas de contrôler directement la qualité de la fixation du sujet. Les mesures de contrôle utilisées (faux positifs, faux négatifs, pertes de fixations, commentaires

de l'évaluatrice) n'ont permis de déceler aucun signe de fatigabilité à la fin des tests. Cela permet de croire que le sujet pourrait se soumettre aux séances d'entraînement sans que la fatigue accumulée n'influence les résultats.

À l'examen du champ visuel au test de Humphrey, le sujet omet 102/243 cibles (œil droit) et 123/243 cibles (œil gauche). Au test de Goldman, avec la définition de la cible de 3.III.e, le champ visuel horizontal continu pour les deux yeux est de 70° chez ce sujet ; son champ visuel est plus grand pour l'œil gauche que pour l'œil droit. Les résultats au test de Humphrey indiquent que ce sujet présente une hémianopsie homonyme latérale droite. Cependant, les résultats au test de Goldman indiquent une perte à mi-chemin entre l'hémianopsie et la quadranopsie. Une partie du champ visuel est donc non fonctionnelle à un test et fonctionnelle à l'autre. Cette différence a déjà été observée dans la littérature<sup>53</sup> (figure 22, page 91) et pourrait être expliquée par la différence majeure entre les deux tests; l'un étant statique (Humphrey) et l'autre étant dynamique (Goldman). Une partie importante du champ visuel du sujet, soit environ la moitié du quadrant inférieur droit, serait possiblement capable de détecter une cible en mouvement, mais non une cible immobile. Cette possibilité est conforme aux théories actuelles sur la physiologie du système visuel. En effet, le champ visuel comporte deux voies distinctes: la voie parvo et la voie magno. La voie parvocellulaire, ou voie P, est liée aux cellules  $\beta$ . Ses petits champs récepteurs et leur organisation lui confèrent les fonctions de vision des détails et des couleurs. La voie magnocellulaire, ou voie M, est liée aux cellules  $\alpha$ . Son rôle se situe au niveau de la détection du mouvement et de la détection des faibles contrastes. Il est donc possible que la voie P puisse être atteinte sans que la voie M le soit.

**FIGURE 21:** Résultats du sujet 9 aux deux tests de champ visuel (Goldman, Humphrey) et au test de l'UFOV

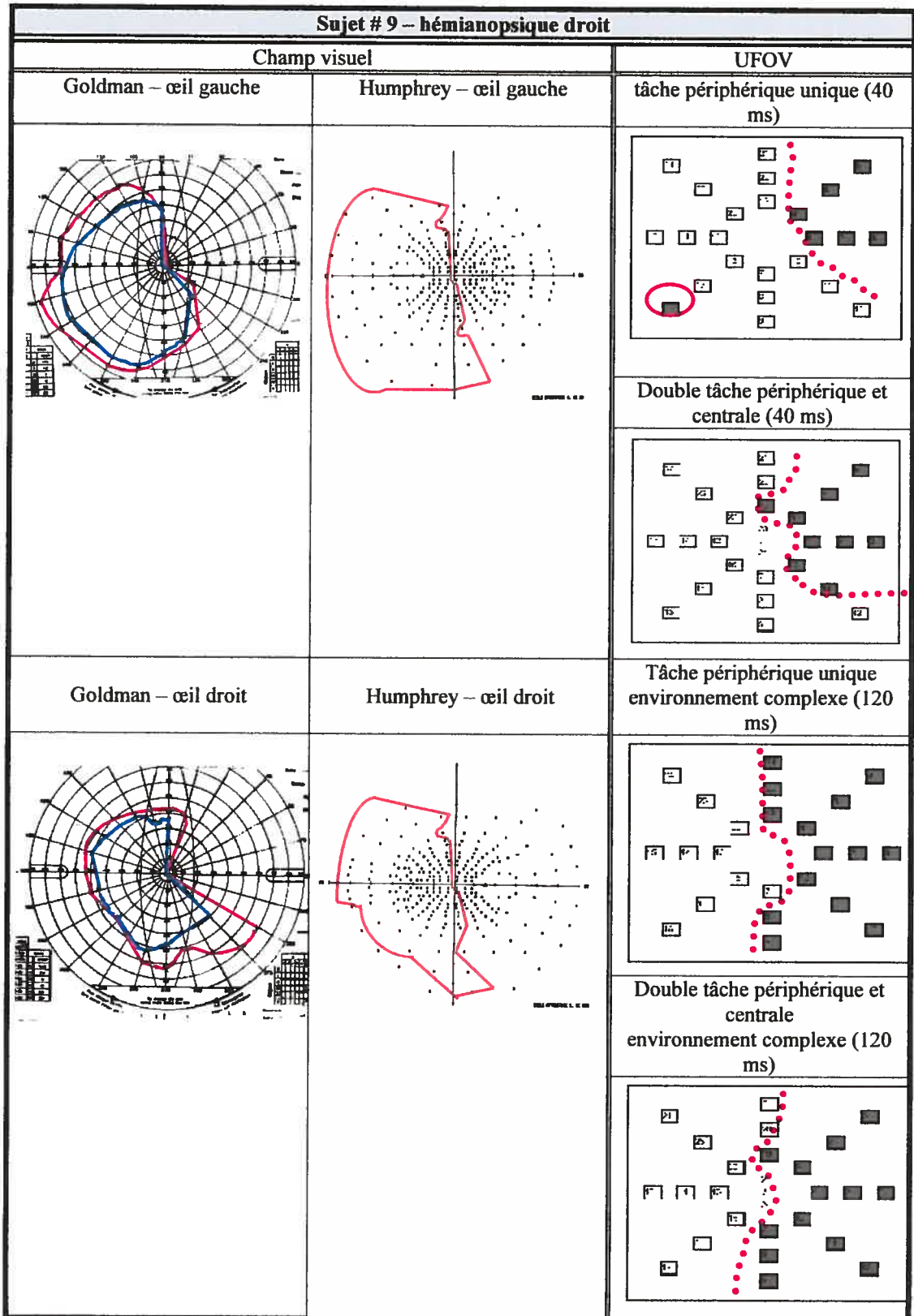
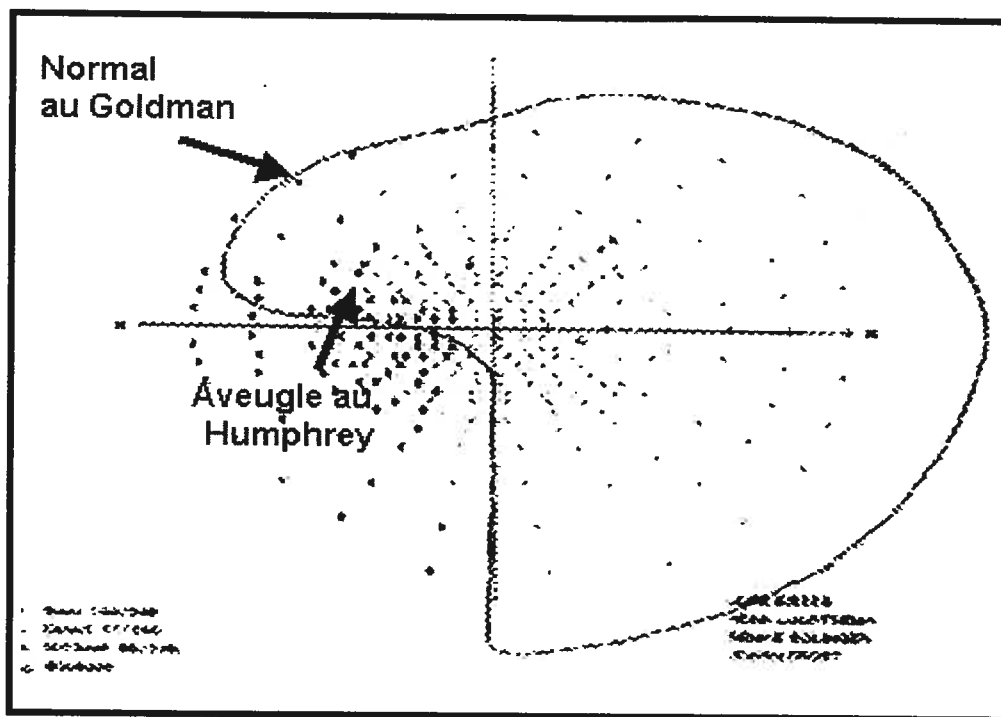


FIGURE 22: Résultats différents selon le test de champ visuel utilisé, dans la littérature<sup>53</sup>. Ce sujet a une hémianopsie au Humphrey et une quadranopsie au Goldman.



Au cours du test de champ visuel utile, le temps de présentation (de 40 à 160 ms) était inférieur à celui permettant le déplacement du regard mais supérieur à un temps permettant de mettre en évidence un effet tunnel (voir théorie, dans la section sur l'UFOV). Chez ce sujet, les résultats dans le champ atteint (champ droit), varient en fonction de la complexité de la tâche (figure 21, page 90). Lorsque la tâche est relativement simple, comme la simple tâche périphérique dans un environnement vide, le sujet se comporte comme une personne quadranopsique. Il ne peut répondre aux stimuli situés sur la diagonale de son quadrant supérieur droit ou sur la partie droite de la ligne horizontale. Ses résultats sont similaires lors de la double tâche (centrale et périphérique) dans un environnement vide. Au contraire, lorsque la tâche est située dans un environnement plus complexe, comme la simple tâche périphérique dans un environnement complexe, il se comporte comme un hémianopsique, ratant pratiquement tout l'hémichamp droit incluant la ligne verticale. Lors de la double tâche (centrale et périphérique) dans un environnement complexe, il ne peut réagir aux stimuli situés dans son héli-champ droit.



### COMPARAISON DE LA RELATION CHAMP VISUEL - CHAMP VISUEL UTILE CHEZ LES SUJETS AVEC OU SANS DÉFICIT

La relation entre le champ visuel et le champ visuel utile, que ce soit chez le sujet sain ou avec déficit visuel, est en partie reliée à l'âge. Ainsi, chez le sujet sain, l'âge explique 40% de la variation du champ visuel. L'âge explique également 40% de la variation des résultats à la tâche unique dans un environnement complexe et 39% à la double tâche dans un environnement complexe. Il est même possible que la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile ne soit qu'un reflet de l'influence de l'âge sur ces deux concepts. Chez le sujet hémianopique, les tâches de l'UFOV ne peuvent être mises en relation directement avec le champ visuel car le déficit visuel masquerait alors la relation, mais les erreurs supplémentaires commises lors du passage d'un environnement simple à un environnement complexe sont reliées à l'âge des sujets.

L'âge n'expliquant qu'une partie des variations observées entre les sujets lors des tests de champ visuel et de champ visuel utile, il est permis de se demander quels autres facteurs peuvent expliquer ces variations. Bien que cette question dépasse les objectifs de ce mémoire, quelques hypothèses peuvent être avancées. Premièrement, il est possible que le sexe ait une influence sur les résultats. En effet, selon nos données, la perte supplémentaire observée lors du passage de la tâche la plus simple à la tâche la plus complexe de l'UFOV serait plus importante chez les hommes. Cette différence apparaît chez les deux groupes de sujet mais n'est pas présente lors des tests de champ visuel. Bien qu'une conclusion définitive ne puisse être portée étant

donné le faible nombre de sujets, cette hypothèse mériterait d'être vérifiée dans une prochaine étude. Les données à ce sujet sont présentées à l'annexe V. Deuxièmement, la variation interindividuelle observée peut être liée à des capacités visuelles ou attentionnelles différentes. Ces capacités se sont possiblement développées en fonction d'une multitude de facteurs: environnementaux, sociaux, génétiques, etc...

Par ailleurs, chez les sujets avec déficits visuels, il existe une relation significative entre le déficit visuel et les résultats à la tâche simple dans un environnement vide, ce qui n'a pu être démontré chez les sujets sains. La relation est encore plus significative lors de la double tâche dans un environnement vide, mais disparaît lorsque ces mêmes tâches se déroulent dans un environnement complexe. Ceci est conforme aux résultats attendus, car plus une tâche est complexe, plus elle s'éloigne conceptuellement des tests de champ visuel. Également, au fur et à mesure que la complexité augmente, l'attention devient plus sollicitée et elle exerce forcément une influence plus importante sur le résultat.

## CONCLUSION

Le premier objectif spécifique de cette étude visait à décrire la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez les personnes sans perte de champ visuel. Dans cette population, Il existe un lien entre les pertes à l'UFOV et l'âge du sujet. En effet, de façon générale, plus le sujet est âgé, plus la perte est grande. Cela est conforme à ce qui a déjà été démontré dans la littérature<sup>23</sup>. Il existe également un lien entre l'âge et le champ visuel, de sorte que plus un sujet est âgé, plus son champ visuel rétrécit, ce qui est également conforme à ce qui est connu<sup>6</sup> Cependant, malgré cette relation commune avec l'âge, la relation champ visuel - champ visuel utile reste difficile à démontrer chez ce groupe de sujets.

Le second objectif spécifique de cette étude visait à décrire la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez les personnes ayant une perte de champ visuel. Lors de la tâche la plus simple (détection et localisation d'un stimulus dans un environnement uniforme) du test de champ visuel utile, la perte de l'UFOV est très semblable à la perte du champ visuel chez la majorité des sujets hémianopsiques. Lors d'une tâche plus complexe sur le plan attentionnel (tâche d'attention visuelle divisée dans un environnement visuel non uniforme), des pertes supplémentaires apparaissent alors dans le champ visuel sain. Ces pertes sont plus fréquentes lorsque le stimulus-cible est présenté dans l'excentricité la plus éloignée du centre du champ visuel utile. Cela correspond à l'effet tunnel et est conforme à ce qui a déjà été démontré chez des sujets sains<sup>14</sup>. Il existe un lien entre ces pertes supplémentaires et

l'âge du sujet. En effet, de façon générale, plus le sujet est âgé, plus la perte supplémentaire est grande. Cela est également conforme à ce qui a déjà été démontré chez des sujets sains<sup>23</sup>.

Cependant, chez un des sujets testés, les résultats aux tests de champ visuel diffèrent selon que le test soit statique (Humphrey) ou dynamique (Goldman). En effet, le premier démontre une hémianopsie homonyme latérale droite, tandis que le deuxième indique une perte à mi-chemin entre l'hémianopsie et la quadranopsie. Une partie du champ visuel, plus précisément dans le quadrant inférieur droit, semble donc non fonctionnelle à un test et fonctionnelle à l'autre. Chez ce même sujet, le test de l'UFOV montre des résultats près de la quadranopsie lorsque la tâche est simple, mais près de l'hémianopsie lorsque la tâche est complexe. Ces résultats suggèrent donc que, chez ce sujet, la performance dans le quadrant inférieur droit varie en fonction de la difficulté de la tâche, plus précisément en fonction de la complexité de l'environnement visuel. Cela laisse donc entrevoir la possibilité que ce quadrant puisse bénéficier d'un entraînement spécifique, ce qui sera vérifié lors de la deuxième partie de ce mémoire.

Le troisième objectif spécifique de cette étude visait à observer si la relation s'exprime de la même façon chez les deux groupes. Peu importe le groupe, la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile est en partie reliée à l'âge. Cependant, la relation directe entre le champ visuel et le champ visuel utile se démontre plus facilement chez les sujets avec déficit, étant donné une plus grande homogénéité des résultats.

## DEUXIÈME PARTIE

### PROBLÉMATIQUE

L'étude décrite en première partie montre que chez la plupart des sujets, que ce soit avec ou sans perte de champ visuel, la mesure du champ visuel demeure la même, qu'il soit testé de façon dynamique (test de Goldman) ou statique (test de Humphrey). De plus, la perte de champ visuel utile lors d'une tâche simple (détection et localisation d'un stimulus dans un environnement uniforme) se superpose à la perte du champ visuel. Cette étude montre aussi un effet de la complexité des stimuli: une tâche complexe sur le plan attentionnel (tâche d'attention visuelle divisée dans un environnement visuel non uniforme) provoque une dégradation du champ visuel utile par rapport à la tâche simple, du côté sain du champ visuel utile. Cette dégradation se présente généralement sous la forme d'une vision en tunnel, où la perte augmente en fonction de l'excentricité. Elle est également plus importante avec l'âge.

Cependant, chez un des sujets testés (le sujet #9), la perte de champ visuel utile lors d'une tâche simple ne se superpose pas à la perte du champ visuel, qui elle-même varie selon le test utilisé. En effet, les résultats au test de champ visuel Humphrey indiquent que ce sujet présente une hémianopsie homonyme latérale droite, tandis que les résultats au test de champ visuel Goldman indiquent une perte à mi-chemin entre l'hémianopsie et la quadranopsie (figure 23, page 100). Une partie du quadrant inférieur droit du champ visuel semble donc non fonctionnelle à un test et

fonctionnelle à l'autre. La fonctionnalité partielle de cet espace du champ visuel permet de croire qu'elle peut être améliorée. À cet égard, une étude a montré que des entraînements ont permis d'augmenter le champ visuel d'une personne hémianopsique<sup>54</sup> (figure 24, page 101). Il faut cependant préciser qu'il s'agit d'une étude de cas ne comportant qu'un seul sujet. D'autres chercheurs ont récemment réussi à améliorer le champ visuel de trois des cinq sujets participant à leur étude, à l'aide de programme d'entraînement par ordinateur<sup>55</sup>. Lors d'une étude randomisée, une autre équipe a observé une amélioration moyenne de 7.8% (4.9 à 5.8 degrés) chez 19 sujets avec déficit de champ visuel, comparativement à 1.2% chez les 13 sujets du groupe placebo<sup>56</sup>. Le programme d'entraînement utilisé était cependant long, soit une heure par jour durant six mois. La stabilité des améliorations du champ visuel a été vérifiée chez 16 des 19 sujets, deux ans après la fin du programme d'entraînement et les évaluations n'ont pas révélé de déclin significatif<sup>57</sup>.

Par ailleurs, Zihl, à partir d'un entraînement basé sur la pratique de saccades et de l'exploration visuelle, a observé des augmentations du champ visuel chez des sujets avec déficit du champ visuel<sup>58,59,60</sup>. D'autres équipes ont cependant été incapables d'obtenir de résultats en reproduisant la même technique<sup>61-62</sup>, soutenant que les améliorations observées par Zihl seraient dues à des artefacts. Zihl et Von Cramon<sup>60</sup> précise que des améliorations ont été observées uniquement chez les patients dont l'atteinte touchait le cortex strié. Cette atteinte se refléterait par une démarcation plus graduelle entre les zones vues et non vues<sup>11</sup>.

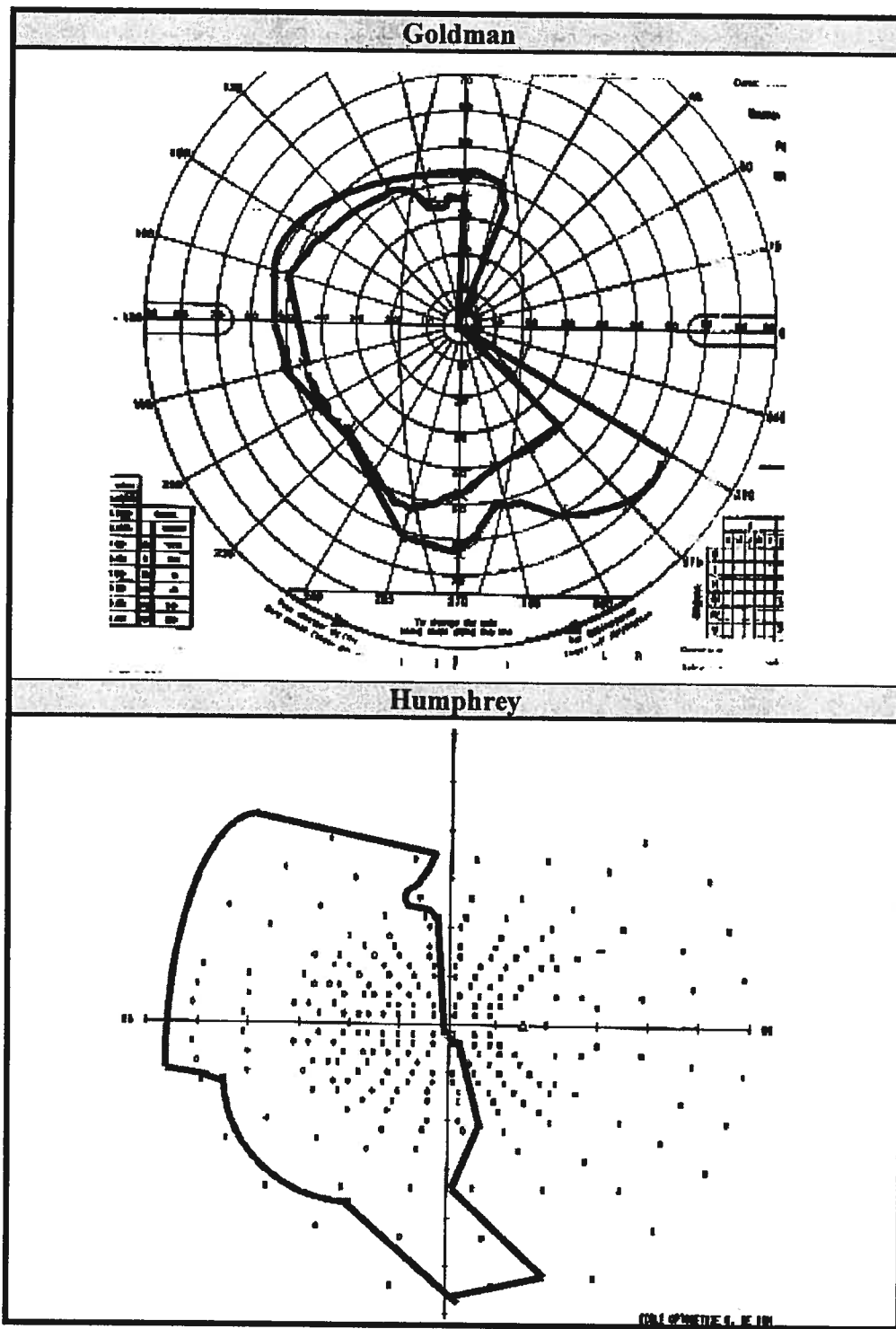
Chez le sujet #9 mentionné précédemment, la même partie de l'espace visuel qui variait en fonction du caractère dynamique ou non du stimulus à la tâche de champ visuel, varie en fonction de la complexité de la tâche au cours du test de champ visuel utile (figure 25, page 101). Ces résultats indiquent que le champ visuel utile est variable, même du côté hémianopsique.

Cette variabilité observée à la fois au champ visuel et au champ visuel utile permet de soulever une question importante: puisque cet espace visuel est variable, est-il par conséquent modifiable ? Malheureusement, aucune étude n'a encore été publiée sur l'effet d'un entraînement du champ visuel utile chez la personne hémianopsique. Cependant, l'entraînement du champ visuel utile chez d'autres populations a été documenté.

Une étude menée auprès de 84 personnes présentant une réduction du champ visuel utile suite à un accident vasculaire cérébral a démontré que ces personnes pouvaient bénéficier d'un entraînement du champ visuel utile<sup>63</sup>. Malgré que l'effet de cet entraînement sur la conduite automobile reste encore à documenter, cela démontre que le champ visuel utile est entraînable.

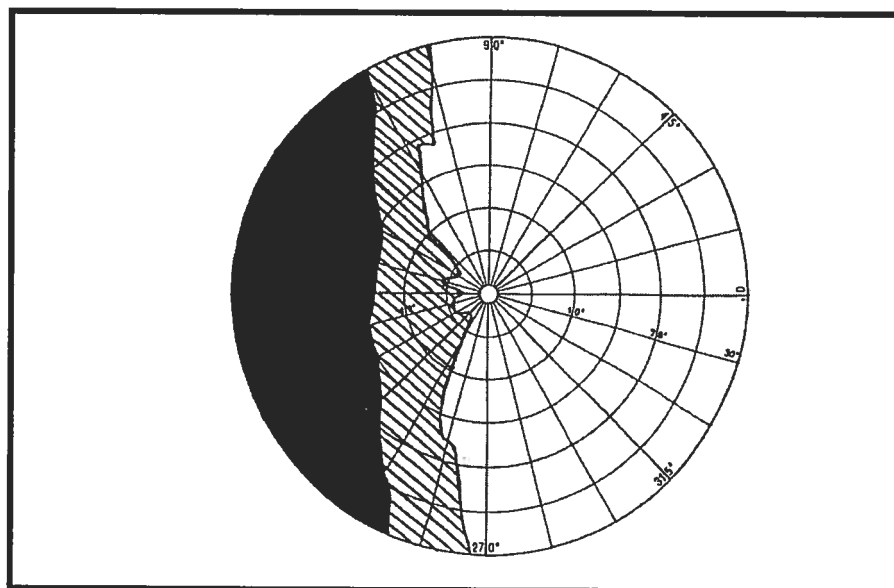
Les observations précédentes soulèvent donc la possibilité que le champ visuel utile de la personne hémianopsique soit modifiable et puisse être susceptible d'amélioration du côté atteint après entraînement. De plus, les concepts de champ visuel utile et de champ visuel étant étroitement liés, il est permis de se demander si une amélioration de l'un pourrait avoir des répercussions sur l'autre.

**FIGURE 23:** Illustration des résultats différents selon le test de champ visuel utilisé. Le sujet a une hémianopsie au Humphrey et une perte de 3/8 du champ visuel au Goldman.

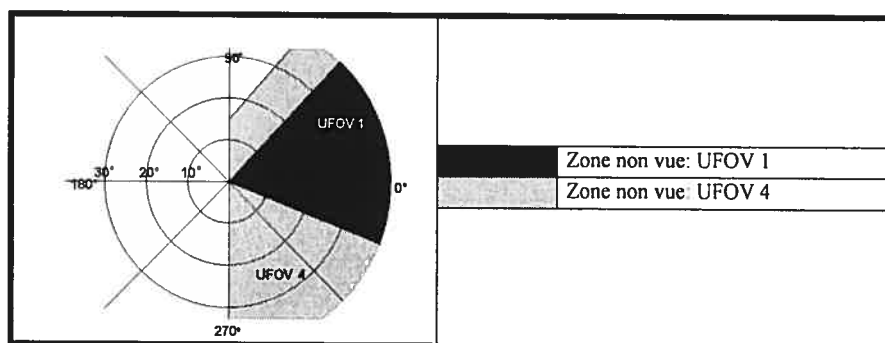




**FIGURE 24:** Champ visuel d'un sujet avant et après entraînement. La région ombrée appartenait au champ visuel atteint mais est devenue fonctionnelle après l'entraînement. (tiré de *Van der Wildt et al*<sup>54</sup>)



**FIGURE 25:** Augmentation du champ visuel utile dans l'hémichamp atteint d'une personne hémianopsique droite lors d'une tâche simple (UFOV 1) par rapport à une tâche complexe (UFOV 4)



## **OBJECTIF**

La présente étude pilote vise donc à examiner la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile lors d'un entraînement spécifique de l'UFOV chez l'hémianopsique.

## **MÉTHODOLOGIE**

### **POPULATION À L'ÉTUDE**

Elle est constituée de personnes souffrant d'une hémianopsie homonyme ou d'une quadranopsie homonyme, consécutive à un accident vasculaire cérébral, ayant mené à un retrait du permis de conduire. Divers critères d'exclusion devront être considérés: acuité visuelle  $< 0.1$  (6/60) pour un œil ou  $< 0.5$  (6/12) pour chacun des deux yeux, sensibilité au contraste  $< 10$ , atteintes cognitives significatives telles que retrouvées dans des conditions de maladie dégénérative du SNC, mais aussi l'aphasie réceptive, l'apraxie ou l'héminégligence visuelle sévère. L'échantillon devait être originalement constitué de six sujets hémianopsiques droits (trois) ou gauches (trois), dont la lésion remonte à un minimum de six mois, afin de s'assurer de leur stabilité sur le plan neurologique. Cependant, après analyse du premier sujet, il fût décidé de ne pas recruter de nouvelles personnes pour des raisons qui seront exposées lors de la discussion et de la conclusion de ce rapport.

### **Sélection du sujet**

Des tests préliminaires effectués au cours de l'étude concernée par la première partie de ce texte ont permis de sélectionner les sujets démontrant le plus de potentiel pour la présente étude. Outre les différents tests de sélection présentés lors de cette première partie, la version décrite précédemment du test de l'UFOV ("*Useful Field of View*") servira cette fois-ci pour la sélection des sujets. Les sujets présentant dans leurs résultats à ce test des variations en fonction de la complexité dans une partie de leur champ atteint seront privilégiés.

Les résultats obtenus à ces tests permettront de sélectionner les sujets démontrant le plus de potentiel pour ce type d'entraînement. Les sujets retenus seront ceux qui ne démontrent aucune héminégligence et ne souffrent d'aucun problème cognitif pouvant nuire à l'entraînement. Pour des raisons de coût relié au transport, les sujets demeurant à proximité de l'Hôpital Juif de Réadaptation de Laval ou pouvant bénéficier d'un transport bénévole, seront privilégiés.

### **DEVIS**

Étant donné la grande variabilité interindividuelle des atteintes, l'approche préconisée pour cette étude pilote est l'analyse de séries chronologiques<sup>64,65</sup> chez un nombre limité de sujets.

### **Déroulement des évaluations et du programme d'entraînement**

Les sujets devront d'abord se soumettre à trois évaluations du champ visuel et du champ visuel utile (mesures servant à déterminer le niveau de base). Les tests de champ visuel utile, d'une durée d'une heure chacun, sont prévues à un intervalle maximal d'une semaine, et ceux du champ visuel sont prévus au cours d'une seule séance, d'une durée de 3h30, incluant une période de dîner. Les sujets recevront ensuite un entraînement de l'UFOV du côté hémianopsique à l'aide d'un appareil utilisé par Ball<sup>17</sup>, le "*Visual Attention Analyzer, model 3000*" (*Visual Resources, Inc., Bowling Green, KY, USA.*), décrit brièvement au paragraphe suivant. Le protocole d'entraînement sera adapté pour cette population. Ce programme d'entraînement, décrit plus bas, comporte 20 sessions d'environ une heure chacune, à raison de trois à quatre sessions par semaine. Pour chaque session, la progression enregistrée au cours des différentes étapes du programme constituera une mesure de l'évolution de l'entraînement. À la fin du programme d'entraînement, les sujets seront réévalués à trois reprises immédiatement après et à trois autres reprises six semaines après la cessation de l'entraînement afin de déterminer l'évolution des variables dépendantes suite à l'entraînement. Les évaluations du champ visuel utile et les entraînements seront effectués par l'auteur de ce mémoire tandis que les évaluations du champ visuel seront effectuées par une clinicienne optométriste. Les évaluations du champ visuel utile et les entraînements étant effectués par la même personne, ce dernier ne sera donc pas aveugle au déroulement de l'entraînement lors des évaluations. Ceci constitue une des limitations de la présente étude, mais le caractère informatisé des tests permet de s'assurer que l'objectivité des évaluations soit suffisante.

L'appareil qui a été utilisé est le "*Visual Attention Analyzer, model 3000*" (*Visual Resources, Inc., Bowling Green, KY*), que l'on désigne plus simplement par UFOV. Il s'agit d'un large écran tactile relié à un ordinateur qui utilise un logiciel spécialisé afin d'évaluer et d'entraîner l'attention visuelle. Des instructions standardisées sont présentées au sujet, soit en français ou en anglais. Pour chaque tâche, l'assistant de recherche explique en utilisant deux exemples à l'écran et le sujet complète quatre autres essais de pratique. La démonstration et la pratique sont répétées si nécessaire, jusqu'à ce que le sujet comprenne bien la tâche.

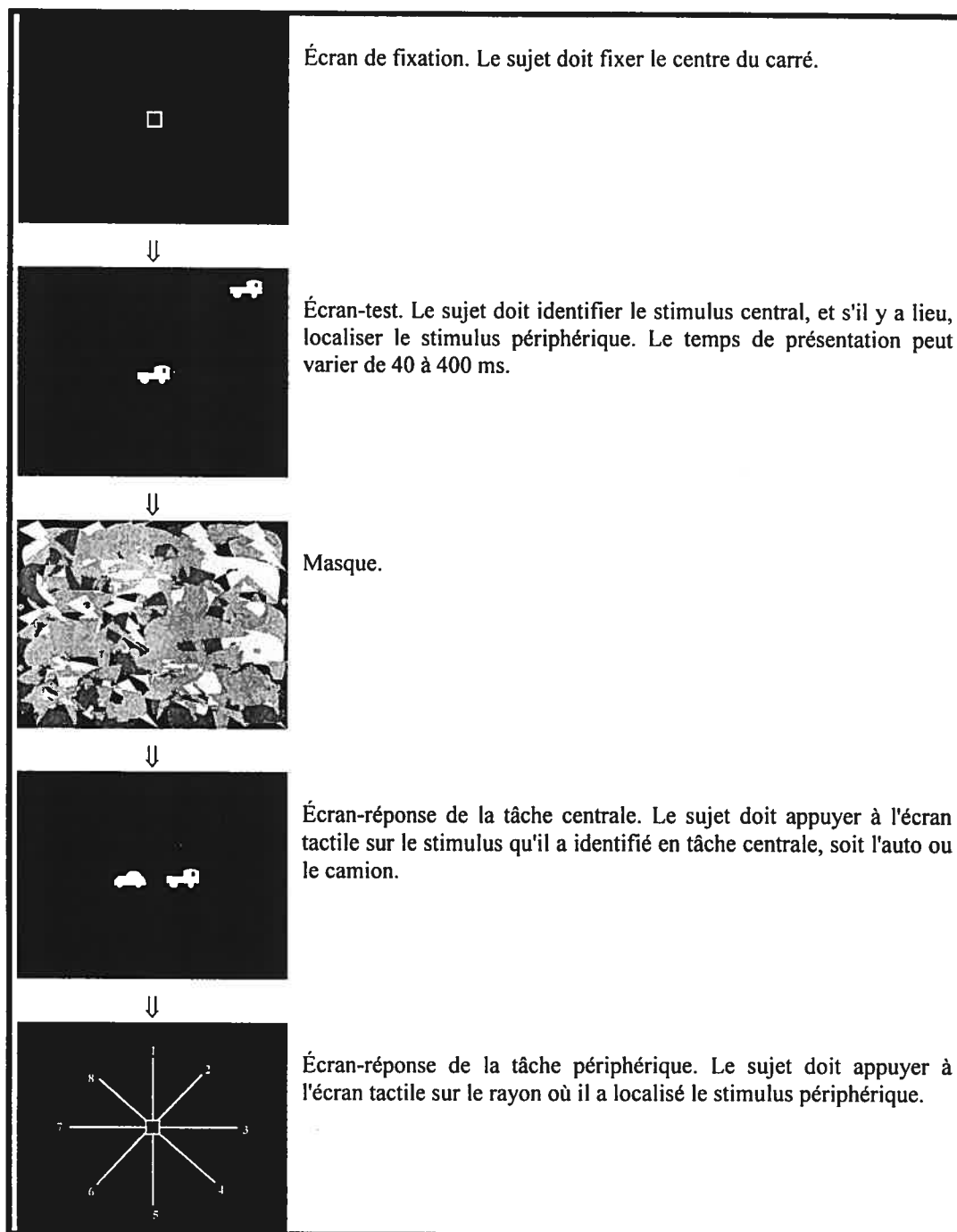
En mode entraînement, le programme expérimental permet le contrôle par l'évaluateur de six conditions expérimentales :

- la tâche à effectuer (tâche centrale seulement ou tâche centrale et périphérique)
- l'environnement (sans distracteurs, avec distracteurs atténués ou avec distracteurs non atténués)
- le temps de présentation (de 40 à 400 ms)
- couleur du stimulus-cible (blanc, jaune, bleu, rouge ou vert)
- excentricité à tester ( $10^\circ$ ,  $20^\circ$  ou  $30^\circ$ )
- région du champ visuel utile à entraîner (champ gauche, champ droit, champ inférieur, champ supérieur ou champ complet)

Pour la tâche centrale, le sujet doit identifier un stimulus, soit une auto ou un camion.

Pour la tâche périphérique, le sujet doit localiser une cible (un véhicule) apparaissant de façon aléatoire à l'une ou l'autre des 24 positions possibles, aux intersections de trois excentricités ( $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ) et de huit axes (les quatre directions cardinales et quatre obliques) (Voir figure 26, page 107).

**FIGURE 26:** Schématisation de la séquence de présentation d'un stimulus sur l'appareil "Visual Attention Analyzer, model 3000" (*Visual Ressources, Inc., Bowling Green, KY*).



## VARIABLES ET MESURES

### Variables de sélection

Les tests de sélection ont été effectués au cours de l'étude concernée par la première partie de ce texte. Leur description se situe à l'annexe I.

### Variables dépendantes

#### *Champ visuel*

Pour le champ visuel, deux tests de périmétrie clinique standards ont été effectués en pré et post-programme d'entraînement ainsi que durant le suivi: le test de Goldman en 24 points avec le stimulus III.3.e, déjà décrit à la section précédente, et le test "*Esterman monocular*" sur le "*Humphrey Field Analyzer*". Ce dernier test a été préféré au 246 *Full Field Screening Test* utilisé lors de l'étude antérieure pour trois raisons. Premièrement, il couvre une plus grande partie du champ visuel, particulièrement sur le plan horizontal. En effet, l'excentricité maximale des points testés est de 85° en temporal (comparativement à 60°), de 50° en nasal (identique), de 35° en supérieur (comparativement à 40°) et de 55° en inférieur (identique). Deuxièmement, son temps d'administration étant moins long (six à huit minutes par oeil, au lieu de 15 à 20 minutes), il permettra de répéter le test à trois reprises sans prolonger la durée totale du test. Cette répétition permettra de vérifier la stabilité des résultats et d'obtenir une comparaison plus fiable entre les tests pré, post-



entraînement et de suivi. Finalement, il permet d'obtenir directement un score Esterman, facilement comparable avec le résultat du test Goldman. Lors de ce test, 100 points du champ visuel sont testés. Chaque point lumineux, de taille Goldman IIIe, est présenté pendant 200 ms à une intensité de 10 dB. Chaque point est coté vu ou non vu, selon la réponse du sujet.

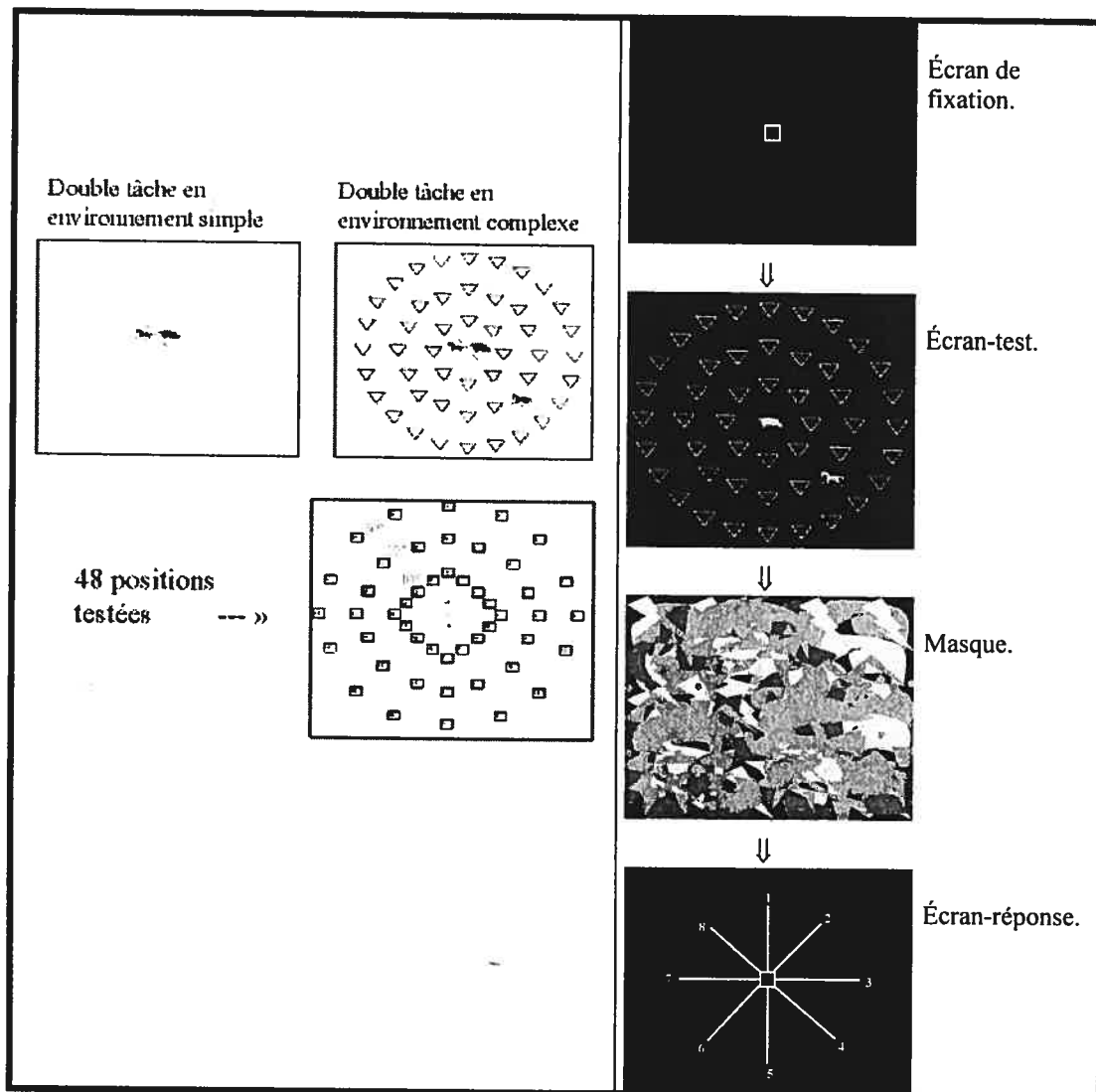
Comme mentionné en première partie (pages 29-32), il existe deux méthodes courantes pour calculer un score à partir du test de Goldman. La première est la méthode AMA, la seconde est la méthode Esterman. Ces deux méthodes ont déjà été décrites précédemment.

#### *Champ visuel utile*

Pour l'UFOV, une autre version de l'UFOV adaptée du test de Brouwer<sup>40</sup> (UFOV-Brouwer) et basée sur celle décrite précédemment (pages 36-39), sera utilisé en pré et post-programme d'entraînement ainsi que durant le suivi, nous permettant ainsi d'obtenir des mesures indépendantes du programme d'entraînement pour chacune des trois variables de l'UFOV: traitement de l'information visuelle, capacité à diviser son attention, capacité à discriminer un stimulus d'un environnement complexe. Le test de l'UFOV-Brouwer ne sera effectué qu'en pré et post-programme d'entraînement ainsi qu'au suivi, afin de ne pas imposer une fatigue visuelle et trop de déplacements aux patients.

Par rapport à la version décrite précédemment, seuls deux blocs ont été conservés. Il s'agit de la double tâche dans un environnement vide et de la double tâche dans un environnement complexe. Dans les deux cas, la double tâche consiste en une tâche centrale d'identification d'un animal, simultanément à une tâche périphérique de localisation. Ces deux tests ont été sélectionnés parce qu'ils comportaient des situations de double tâche, plus sensibles que les tâches uniques, et que l'ajout d'une tâche en champ central permet de contrôler indirectement la fixation. L'économie de temps créée par l'élimination des trois autres tâches permet de tester un plus grand nombre de positions. Ainsi, 48 positions ont pu être testées au lieu des 24 de la version précédente (figure 27, page 111).

**FIGURE 27:** Illustration des tâches du test de l'UFOV utilisé lors des tests pré-entraînement, post-entraînement et de suivi (à gauche) et schématisation de la séquence de présentation d'un stimulus (à droite)



Également, une mesure de la progression de l'entraînement pourra être obtenue en comparant les résultats des premiers et derniers blocs de chaque séance. De même, puisque le protocole prévoit le passage à des conditions plus difficiles suite à une réussite, chaque passage à un niveau de difficulté supérieur pourra être considéré comme une mesure de la progression du sujet.

### **Variables potentiellement confondantes**

Étant donné que cette étude porte sur un seul sujet, il n'existe pas de variables potentiellement confondantes à proprement dit. Cependant, des variables de contrôle, qui auraient pu être confondantes si plusieurs sujets avaient été impliqués, ont été mesurées pour des fins descriptives. Ceci inclut les variables socio-démographiques (âge, sexe), la médication et les conditions concomitantes pouvant influencer les résultats (statuts cognitif et sensori-moteur, type de la lésion neurologique). Le sujet sélectionné ayant participé à l'étude présentée en première partie, ses données ont simplement été conservées pour cette deuxième étude.

### **Entraînement de l'UFOV**

Pour l'entraînement, un protocole a été développé à partir du protocole d'entraînement de l'UFOV de Ball et *al.*, décrit à l'annexe VII. Chaque sujet devait suivre un programme d'entraînement de 20 sessions. Une session était composée de huit à dix blocs. Chaque bloc comportait 16 stimuli. L'appareil utilisé était le "*Visual Attention Analyzer, model 3000*", décrit précédemment. Le protocole d'entraînement a été

établi pour chacun des sujets, en contrôlant les paramètres de présentation du stimulus (durée, excentricité, couleur, région du champ, environnement). À cause des différences marquées entre les quadrants chez les sujets hémianopsiques, l'entraînement fût séparé en quatre secteurs (gauche, bas, haut, et droit), qui furent entraînés en alternance, avec une fréquence réduite pour le côté non atteint. Cette méthode devait permettre de stimuler le champ atteint dans des contextes différents. Une fois les critères de réussite atteints, un bloc plus difficile était proposé. Le programme d'entraînement se terminait lorsque le bloc le plus rapide (40 ms) était réussi en conditions normales de test ou lorsque le sujet avait atteint ses limites et qu'il y avait arrêt de la progression.

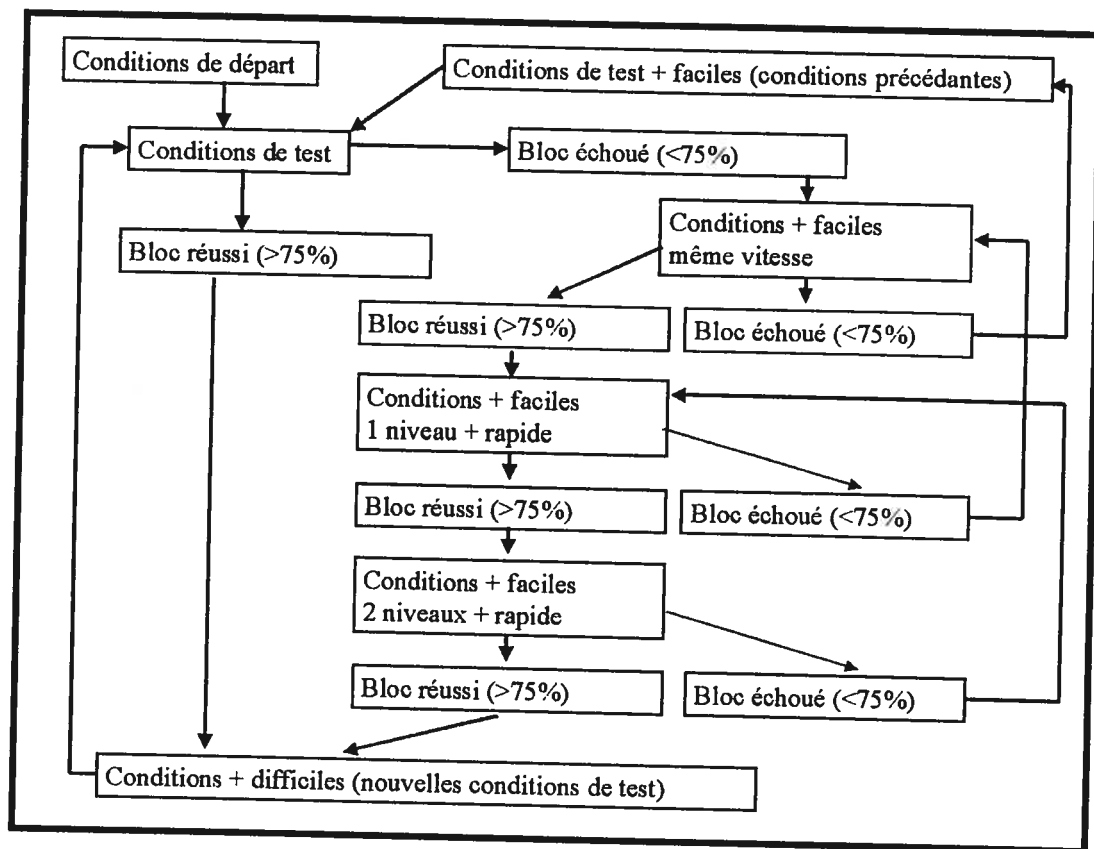
Un protocole d'entraînement spécifique a été établi pour chacun des sujets, en se basant sur leur performance lors des évaluations pré-entraînement. Pour les sujets qui le nécessitaient, l'entraînement pour le traitement de l'information visuelle fût suivi jusqu'à ce qu'un seuil de moins que 20 ms soit atteint. Pour les sujets qui le nécessitaient, un entraînement dans une tâche d'attention divisée et/ou dans une tâche de discrimination d'un stimulus dans un environnement complexe, non uniforme, fût suivi. Lors des séances, l'évaluateur notait les positions de tous les stimuli présentés afin de savoir lesquelles avaient été testées. Pour passer à un bloc plus difficile, on exigeait un taux de réussite de 75% en périphérie et au maximum, une erreur en tâche centrale, condition qui fût utilisée par d'autres études<sup>63</sup>. Une session était composée d'entre 16 et 24 blocs. Chaque bloc comporte 16 stimuli.

L'entraînement, schématisé à la figure 28 (page 116), débuta au niveau 5 (200 ms) car il est préférable de demeurer sous le temps de 250 ms, considéré dans la littérature comme le temps minimal requis pour amorcer un mouvement oculaire. L'entraînement se déroula une excentricité à la fois car chez certains sujets hémianopsiques, il peut y avoir des différences importantes entre les excentricités, particulièrement du côté atteint. L'entraînement débuta dans les conditions les plus faciles : cible de couleur rouge et distracteurs atténués dans le cas de l'attention sélective. À cause des différences marquées entre les quadrants chez les sujets hémianopsiques, l'entraînement était séparé en secteurs gauche, bas, haut, et droit, mais les quatre régions ont été entraînées simultanément, en alternance, avec une fréquence légèrement réduite pour le côté non atteint. La fréquence suggérée au début était, pour une session de huit blocs, de quatre blocs du côté atteint, une fois du côté non atteint, une fois le champ supérieur, une fois le champ inférieur et une fois le champ total. Même si le côté non atteint ne nécessitait pas d'entraînement, ce dernier était tout de même maintenu au programme, afin de créer une certaine variabilité dans la séquence et ainsi, minimiser la routine et l'ennui chez le sujet. Cette méthode permit de stimuler le quadrant atteint dans des contextes différents.

Une fois les critères de réussite atteints pour un bloc, on passait à un bloc progressivement plus difficile, en se dirigeant progressivement vers les conditions normales de test (cible blanche, distracteurs normaux), puis en descendant d'un niveau le temps de présentation. Si les critères n'étaient pas atteints, on allait vers des conditions plus faciles, en passant à une cible plus visible ou en atténuant les distracteurs dans le cas de l'attention sélective. Les conditions plus faciles étaient conservées jusqu'à l'atteinte de deux niveaux de temps de présentation plus bas, puis

on retournait au bloc échoué en conditions normales. L'entraînement de cette excentricité se terminait lorsque le bloc le plus rapide (40 ms) était réussi en conditions normales de test ou lorsque le sujet avait atteint ses limites et qu'il y avait arrêt de la progression, c'est-à-dire lorsque le sujet n'avait pas réussi à passer un bloc plus difficile pour trois sessions consécutives. On passait ensuite à l'excentricité suivante.

FIGURE 28: Schématisation du protocole d'entraînement





## MÉTHODE D'ANALYSE DES RÉSULTATS

Des analyses descriptives des variables dépendantes dans le temps sont planifiées afin de décrire les tendances dans l'évolution des mesures. Ces descriptions se feront à trois niveaux: (1) à chaque session de l'entraînement, l'ampleur de la progression dans la difficulté des blocs servira de mesures pré et post-session; (2) avant et après l'entraînement, des mesures pré et post-entraînement des tests de champ visuel et de l'UFOV-Brouwer seront effectuées (3) suite à la cessation de l'entraînement, des mesures de suivi des tests de champ visuel et de l'UFOV-Brouwer seront effectuées afin de vérifier la stabilité des changements.

Les résultats aux évaluations de champ visuel utile de pré-entraînement, de post-entraînement et de suivi seront comparés pour chaque position et pour chaque tâche, afin de pouvoir situer tout changement dans l'espace visuel.

De plus, il était planifié de comparer les mesures obtenues en pré, et post-session, ainsi que les mesures obtenues lors des tests de champ visuel et de l'UFOV-Brouwer pré-entraînement, post-entraînement et de suivi avec les standards à l'aide d'une analyse de variance non paramétrique, à un seuil de signification de 0,05. Cependant, cette dernière analyse n'a pu être effectuée, étant donné qu'un seul sujet a suivi l'entraînement.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### TESTS DE SÉLECTION

Le premier sujet (sujet # 9) est un homme de 56 ans, ayant subi un AVC gauche en février 1998 ; il compte plus de 33 années d'expérience en conduite automobile et parcourait en moyenne 23 000 km par année. Des tests préliminaires effectués au cours de l'étude présentée à la section précédente ont permis de justifier la sélection de ce sujet en tant que premier sujet de la présente étude. Les résultats du sujet 9 à ces tests sont présentés à l'annexe VI. Les résultats de ses tests de champ visuel et de son champ visuel utile effectués lors de l'étude précédente, et qui ont également permis de justifier le choix de ce sujet, ont été présentés et analysés aux pages 35 à 38 de la section précédente.

Le sujet 9 ne démontre aucune hémiparésie et ne souffre d'aucun problème cognitif pouvant nuire à l'entraînement. De plus, il demeure à proximité de l'Hôpital Juif de Réadaptation de Laval. Finalement, il démontre un champ visuel atteint qui se modifie selon la nature du stimulus (champ visuel statique versus dynamique) et selon la complexité de la tâche (UFOV).

## TESTS PRÉ-ENTRAÎNEMENT

### Champ visuel

Lors de l'examen du champ visuel au test Humphrey (*Humphrey Field Analyser (HFA) [Esterman monocular Test of the HFA]*), le sujet démontre une fixation stable, comme en font foi les mesures de contrôle présentées au tableau X ci-dessous. Rappelons qu'une perte de fixation est enregistrée lorsque le sujet répond à un stimulus qui devrait normalement être situé, lorsque la fixation est bien au centre, dans sa tache aveugle, qu'un faux positif correspond à une réponse en l'absence de stimuli et qu'un faux négatif correspond à une absence de réponse à un stimulus de forte intensité, pourtant situé à une position précédemment vue.

**TABLEAU X:** Mesures de contrôle du test Humphrey lors des tests pré-entraînement

Mesure de contrôle	Œil gauche			Œil droit		
	Test			Test		
	1	2	3	1	2	3
<b>Pertes de fixation</b>	1/12	1/12	1/12	0/13	0/13	0/13
<b>Faux positif</b>	0/12	0/12	0/10	0/14	0/13	0/13
<b>Faux négatif</b>	0/11	0/11	0/10	1/13	1/13	1/12

Lors des trois tests effectués pour l'œil droit, il réagit correctement à 43, 50 et 52 des 100 cibles présentées. Pour l'œil gauche, il a pu voir 63, 64 et 65 des 100 cibles présentées lors des trois tests effectués. La cotation Esterman se voulant une mesure fonctionnelle, cela signifie que le sujet aurait conservé, malgré la présence de son déficit, 64% de la fonctionnalité du champ visuel de son œil gauche et 48% de la fonctionnalité du champ visuel de son œil droit.

Les scores obtenus sont plus élevés pour l'œil gauche, ce qui est une conséquence du caractère fonctionnel de la méthode Esterman. En effet, puisque plus d'importance est accordée au champ temporal qu'au champ nasal, un déficit du champ visuel droit fera diminuer le score Esterman davantage pour l'œil droit, puisque le déficit est alors situé dans le champ temporal. Le même déficit est situé dans le champ nasal de l'œil gauche, est a par conséquent, une moins grande portée sur le score Esterman.

Au test Goldman, avec la définition de la cible de 3.III.e, son champ visuel horizontal continu pour les deux yeux, est environ de 70° pour chacune de trois répétitions du test. Les résultats des tests de champ visuel indiquent une différence importante entre les résultats à des cibles statiques (test Humphrey) et ceux à des cibles dynamiques (Goldman). Une partie importante du champ visuel du sujet, soit environ la moitié du quadrant inférieur droit, est capable de détecter une cible en mouvement mais non une cible immobile. Cela ne fournit aucune indication pour l'entraînement, puisque l'entraînement doit se dérouler avec une cible statique.

La figure 29 (pages 122-127) illustre les résultats obtenus par le sujet aux tests de champ visuel pré-entraînement. Chaque test a été répété trois fois, pour chaque

champ monoculaire. Pour les tests de Goldman, les tracés représentent les parties visibles des champs visuels. Aux tests de Humphrey, les points clairs représentent les positions vues, tandis que les points foncés représentent les positions non vues.

La répétition de chaque test avait pour but de vérifier la stabilité des résultats obtenus. Les scores Esterman étant semblables d'une fois à l'autre, il est possible de conclure que les résultats sont stables, à une exception près. Il s'agit du champ monoculaire droit du Humphrey, où la première évaluation donnait un score de 43, comparativement à 50 et 52 pour les deuxième et troisième évaluations. Comme il s'agit de la première évaluation tout test confondu à avoir été effectuée cette journée-là, il est possible que le sujet aurait eu besoin d'une plus grande période d'acclimatation au test.

Les résultats de ces tests viennent confirmer ce qui avait été noté à propos de ce sujet lors de l'étude présentée dans la première partie du présent texte, c'est-à-dire qu'il présente une hémianopsie homonyme latérale droite au test de champ visuel Humphrey, mais une perte à mi-chemin entre l'hémianopsie et la quadranopsie au test de champ visuel Goldman.

FIGURE 29: Résultats pré-entraînement aux tests de champ visuel

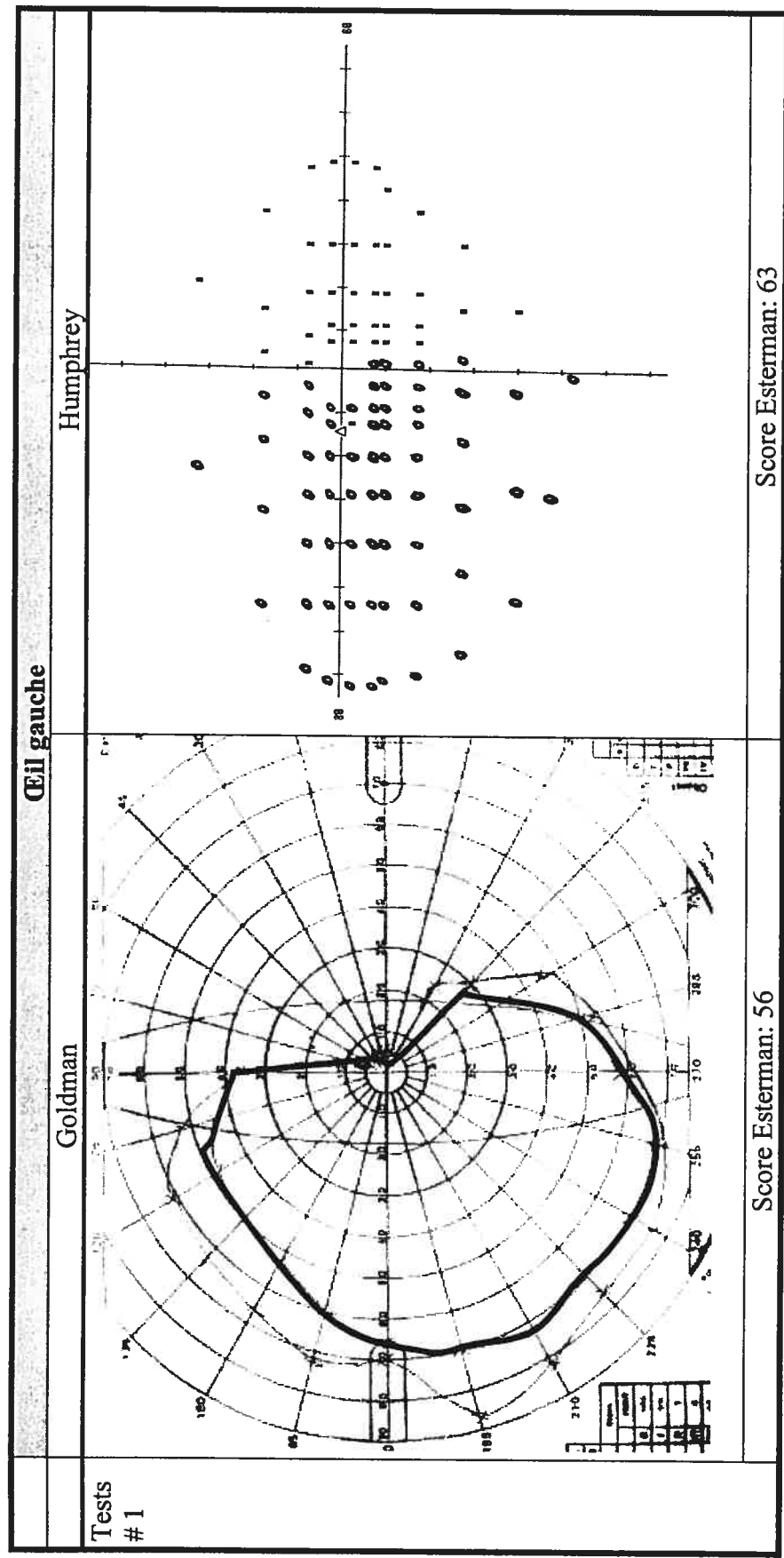


FIGURE 29: Résultats pré-entraînement aux tests de champ visuel (suite)

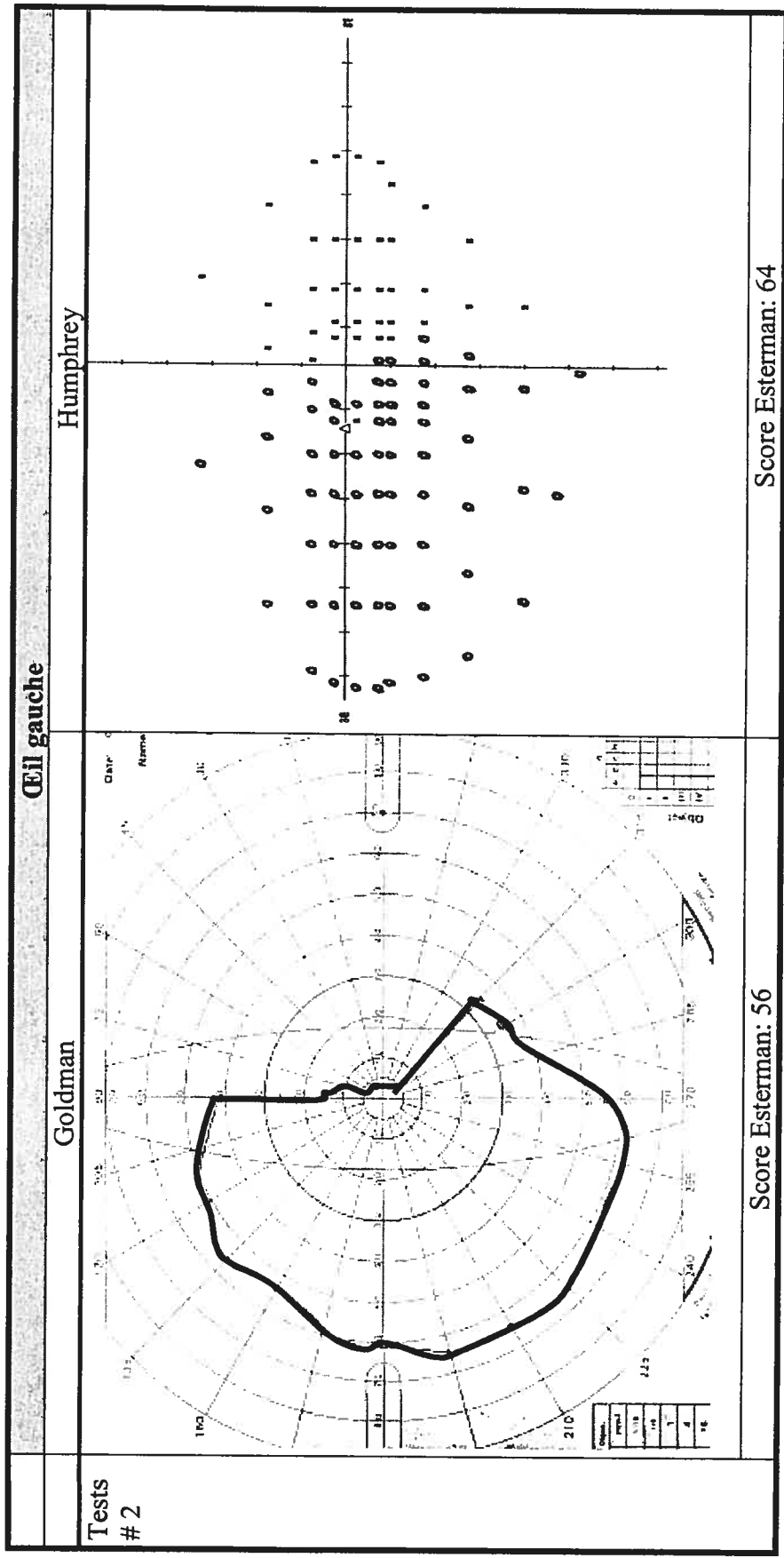


FIGURE 29: Résultats pré-entraînement aux tests de champ visuel (suite)

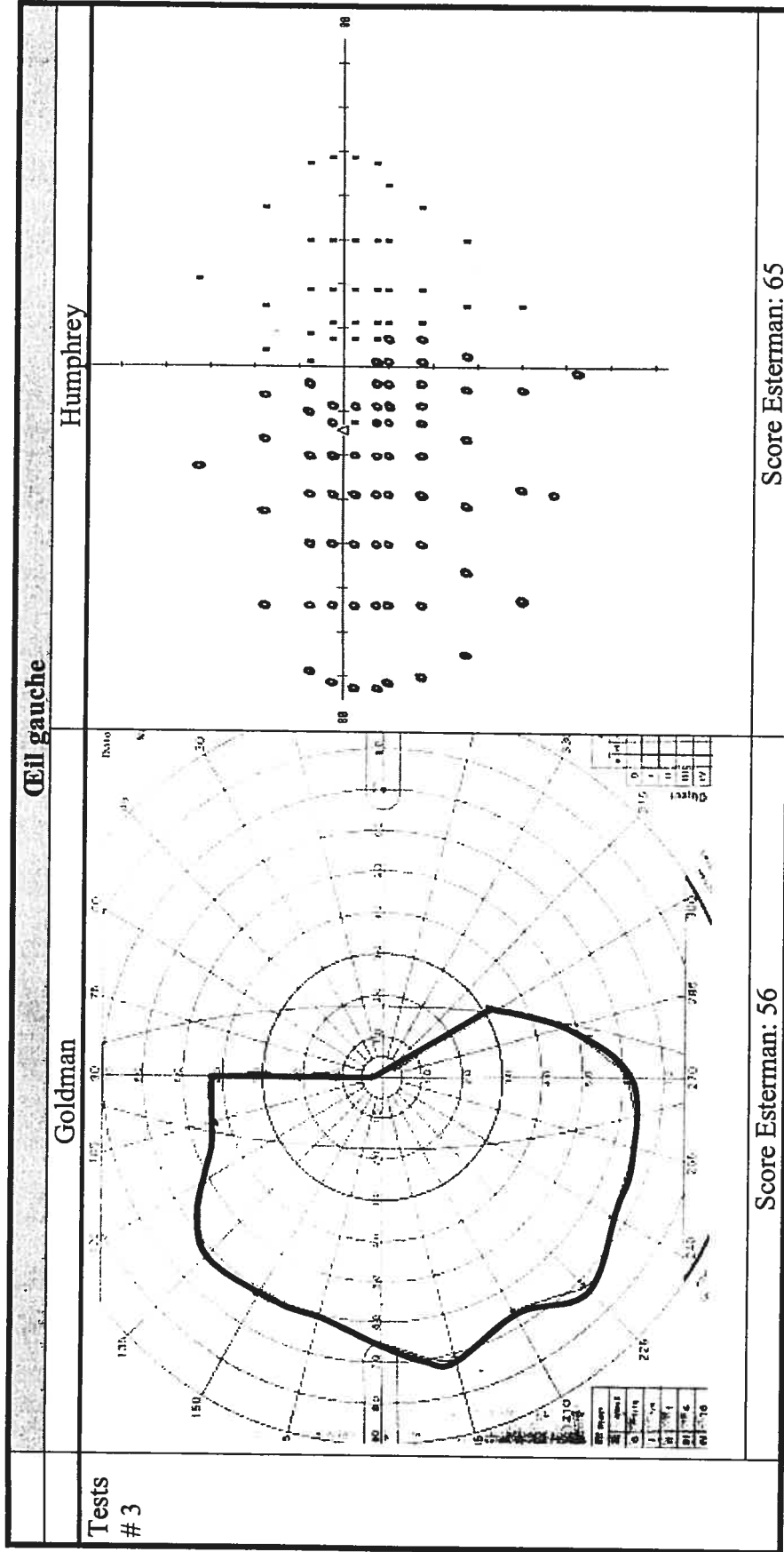




FIGURE 29: Résultats pré-entraînement aux tests de champ visuel (suite)

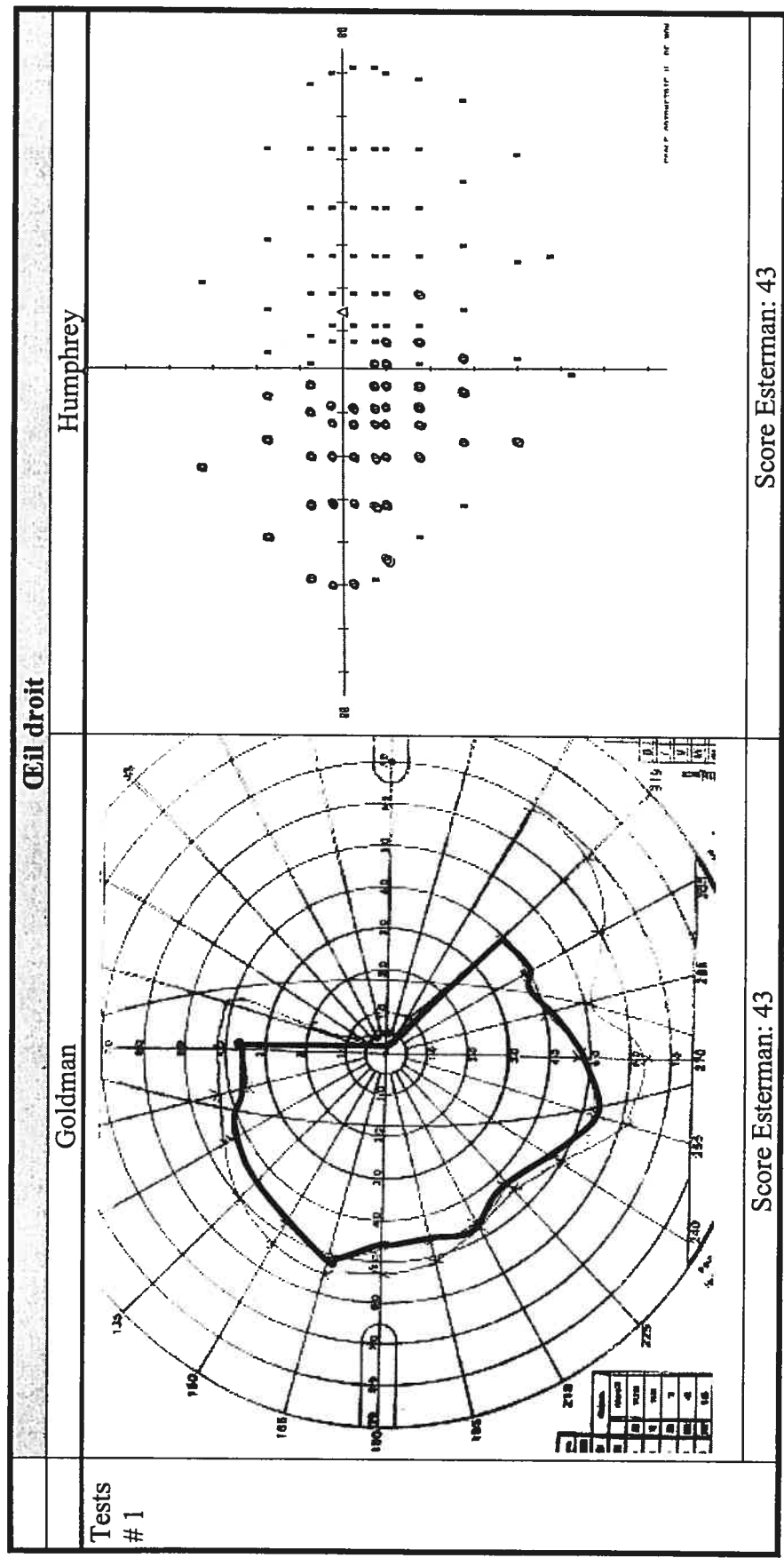


FIGURE 29: Résultats pré-entraînement aux tests de champ visuel (suite)

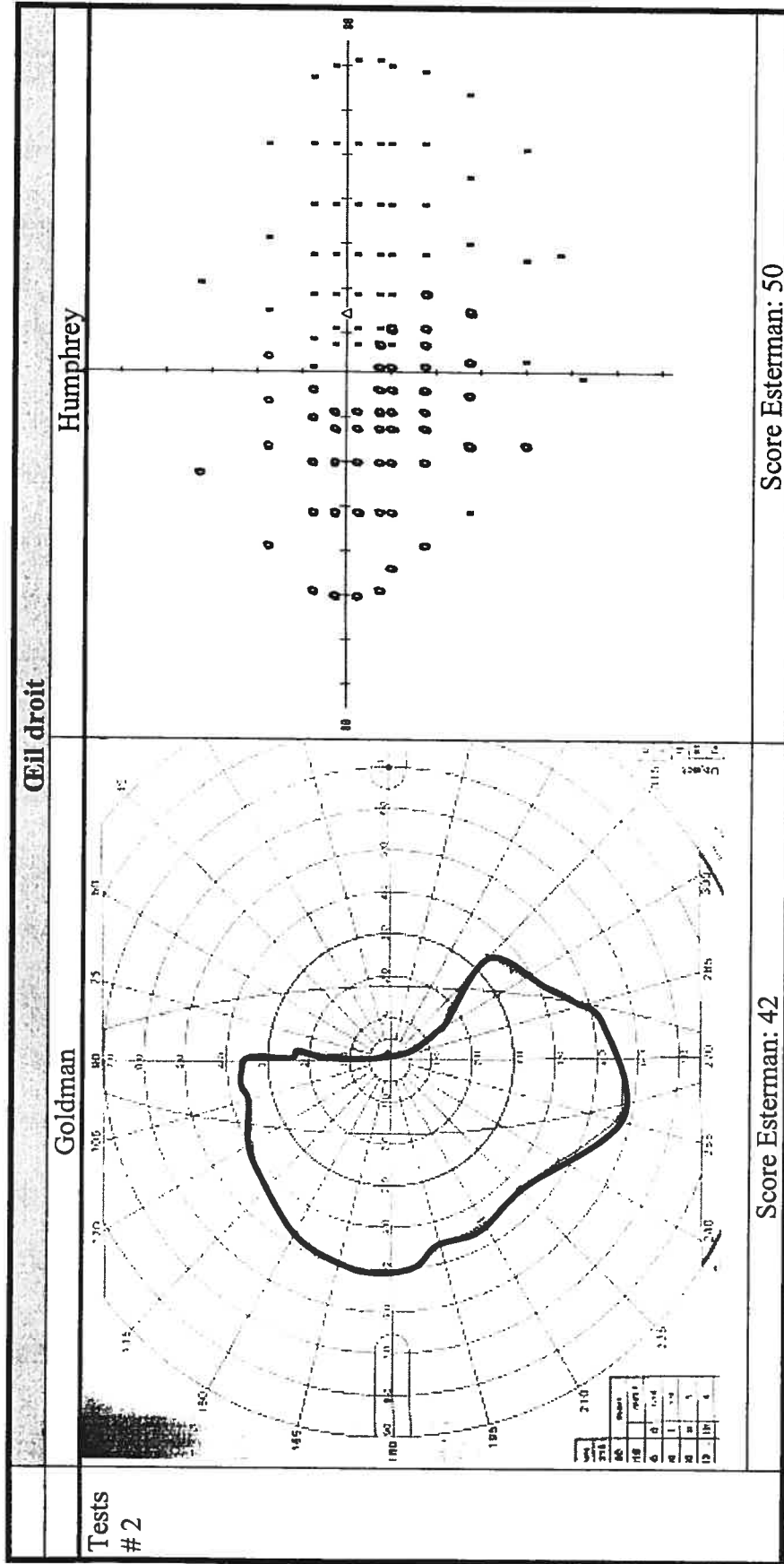
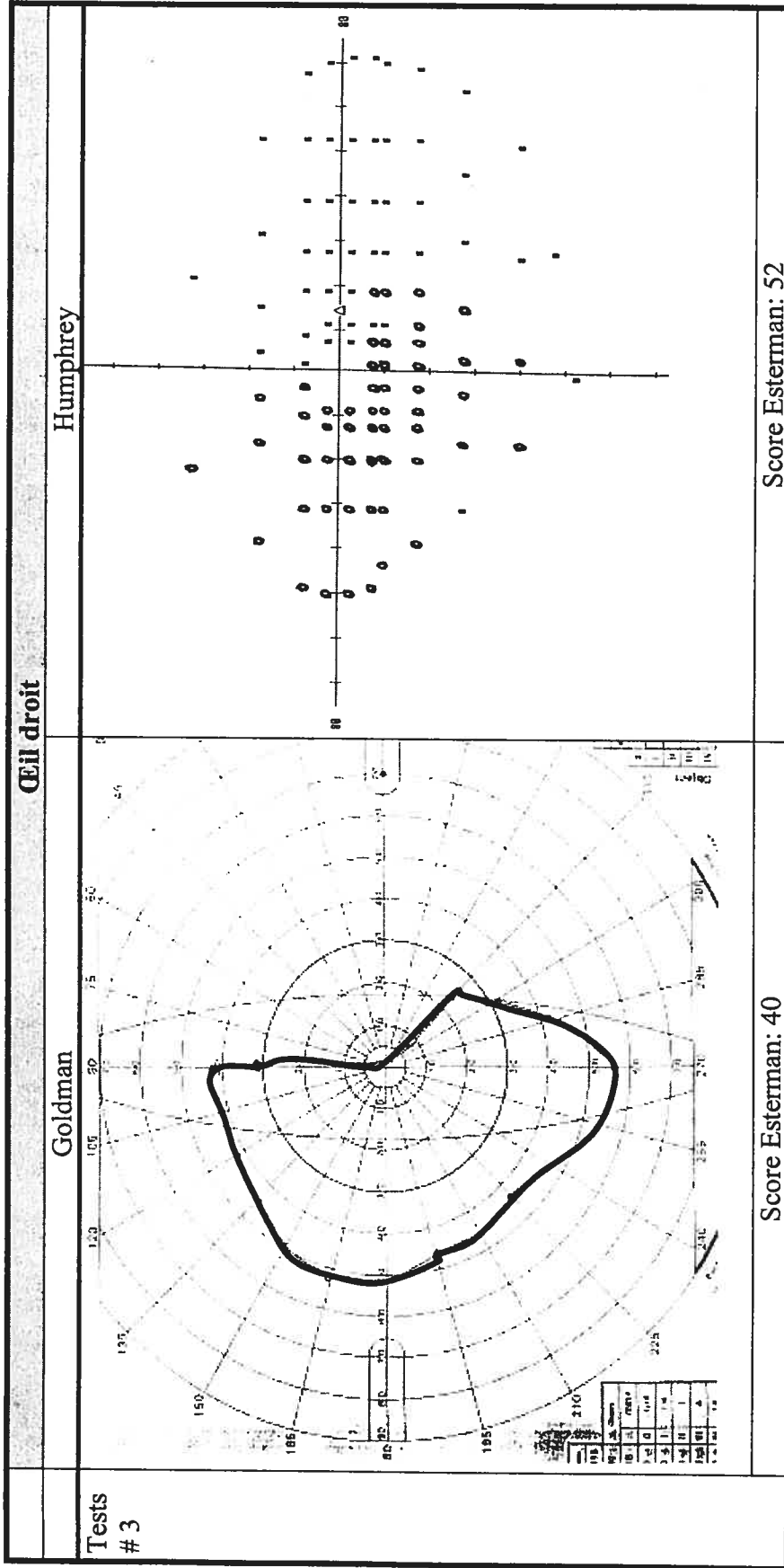


FIGURE 29: Résultats pré-entraînement aux tests de champ visuel (suite)

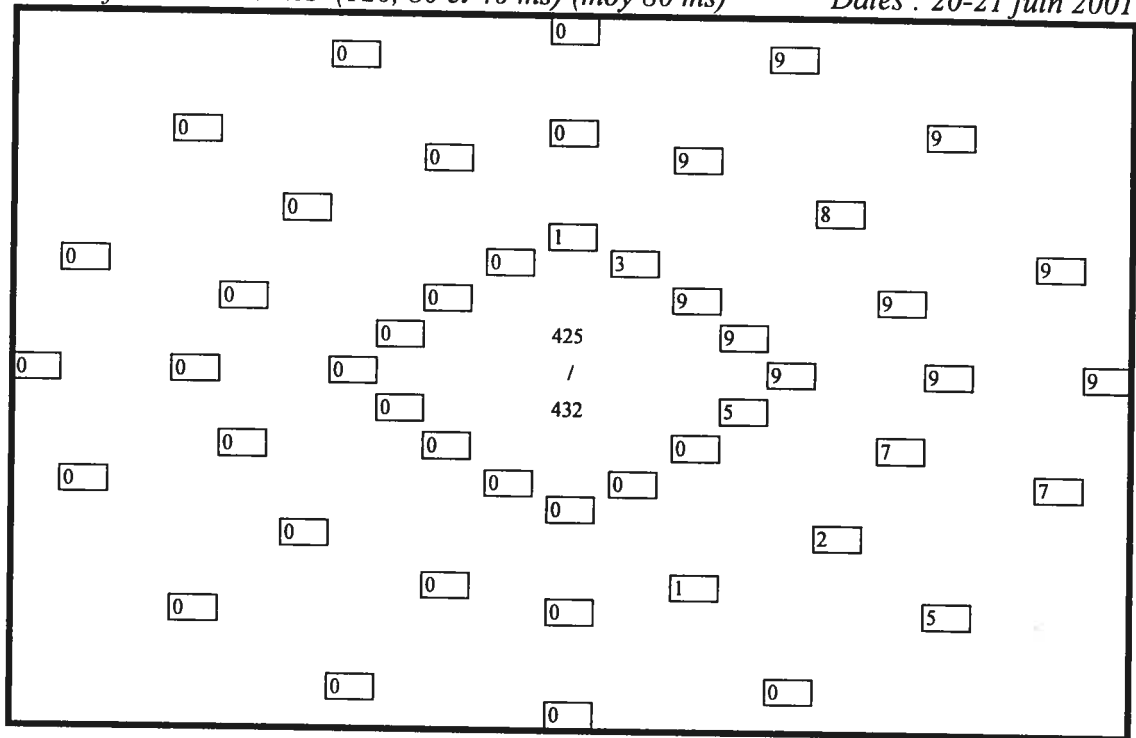


### **Champ visuel utile (UFOV, "Useful Field of View")**

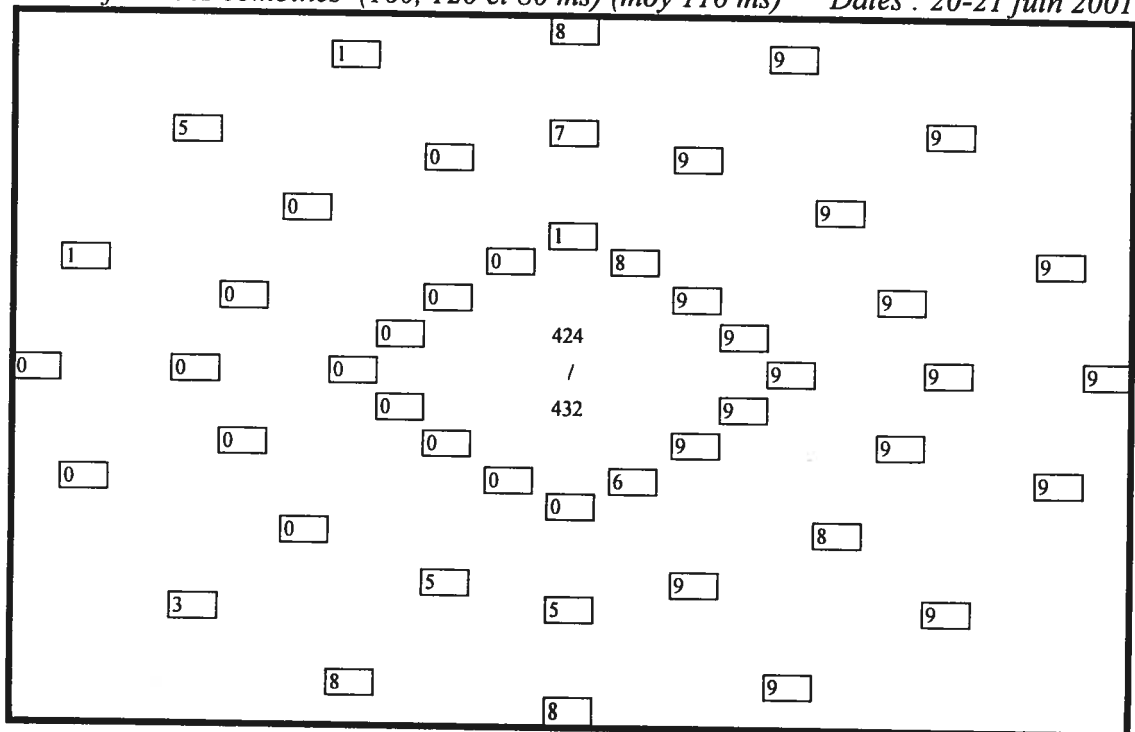
Au niveau de l'UFOV-Brouwer (cibles statiques), les résultats du sujet dans cette même partie du champ atteint (le quadrant inférieur droit) varient en fonction de la complexité. Les résultats suggèrent que ce quadrant puisse bénéficier d'un entraînement spécifique. Étant donné ce phénomène, l'entraînement de ce sujet visera principalement le quadrant inférieur droit. Pour ce qui est du quadrant supérieur droit, il est impossible d'affirmer avec certitude qu'il n'y aura pas de changement, bien qu'il n'y en ait jamais eu jusqu'à maintenant. C'est pour cette raison qu'une partie de l'entraînement portera sur ce quadrant. Ses résultats du côté sain, malgré un léger effet tunnel, ne justifient pas un entraînement, car cela est fréquent chez les sujets normaux du même âge. La figure 30 (page 129) représente les résultats du sujet au test pré-entraînement du champ visuel utile. Chaque chiffre représente le nombre de stimuli non vus sur une possibilité de neuf, en fonction de la position où le stimulus était présenté. Ainsi, le premier cercle de résultats représente les stimuli présentés à une excentricité de 10°. Le second cercle représente ceux présentés à une excentricité de 20° et le troisième cercle, 30°.

**FIGURE 30 :** Synthèse de l'UFOV-Brouwer pré-entraînement (nombre d'erreurs sur neuf, par position)

*A: Double tâche dans un environnement simple  
neuf blocs combinés (120, 80 et 40 ms) (moy 80 ms) Dates : 20-21 juin 2001*



*B: Double tâche dans un environnement complexe  
neuf 9 blocs combinés (160, 120 et 80 ms) (moy 116 ms) Dates : 20-21 juin 2001*



Dans le champ atteint, l'ajout de nouvelles positions a permis de constater que le test conventionnel sous-estimait la perte. En effet, lors du test de sélection (test conventionnel), une quadranopsie était observée à la double tâche dans un environnement simple, alors que la perte est en fait plus grande. La perte couvre non seulement le quadrant supérieur droit (excluant la ligne verticale), mais s'étend de façon non absolue au quadrant inférieur droit. La partie comprise entre la diagonale inférieure droite et l'horizontale est atteinte de façon importante. Par contre, dans le secteur compris entre cette même diagonale et la ligne verticale, seule l'excentricité  $30^\circ$  n'est pas détectée plus d'une fois sur deux. Les autres points de ce secteur sont normaux ou quasi-normaux.

Du côté sain, les résultats démontrent une réussite parfaite à la double tâche dans un environnement simple. À la double tâche dans un environnement complexe, les nouvelles positions permettent de détecter un effet tunnel du côté sain. On observe une perte plus grande qu'une hémianopsie. Tous les points situés à droite de la verticale sont pratiquement non détectés. La ligne verticale, à l'exception de l'excentricité  $10^\circ$  est affectée de façon importante; la perte s'étend même jusqu'au rayon situé à  $22.5^\circ$  de l'autre côté de la verticale.

On observe également sept erreurs en tâche centrale, ce qui est anormalement élevé. Plusieurs hypothèses peuvent être émises afin d'expliquer cela. Le grand nombre de stimuli pourrait avoir engendré chez le sujet de la fatigue et/ou des moments de distraction. Une mauvaise fixation du sujet pourrait également causer des erreurs en

tâche centrale. L'aphasie du sujet pourrait également expliquer ce taux d'erreurs élevé.

L'effet de la vitesse de présentation peut être analysé en comparant les résultats du sujet en fonction du temps de présentation (tableau XI ci-dessous). Ainsi, à la double tâche dans un environnement simple, il réussit à localiser 106 des 144 stimuli lorsque ceux-ci sont présentés durant 120 ms. À 80 ms, il en localise 99 sur 144 et à 40 ms, 99 sur 144. À la double tâche dans un environnement complexe, il obtient 23/48 à 160 ms (48%), 131/288 à 120 ms (45 %) et 41/ 96 à 80 ms (43%). Il semble donc que son champ visuel utile soit peu influencé par la vitesse de présentation, du moins pour les vitesses testées.

**TABLEAU XI:** Nombre de stimuli périphériques détectés par le sujet à la double tâche dans un environnement simple et la double tâche dans un environnement complexe, en fonction du temps de présentation.

Temps de Présentation	double tâche dans un environnement simple			double tâche dans un environnement complexe		
	détectés	Total	%	détectés	Total	%
160 ms	-	-	-	23	48	47,9
120 ms	106	144	73,6	131	288	45,5
80 ms	99	144	68,9	41	96	42,7
40 ms	99	144	68,9	-	-	-

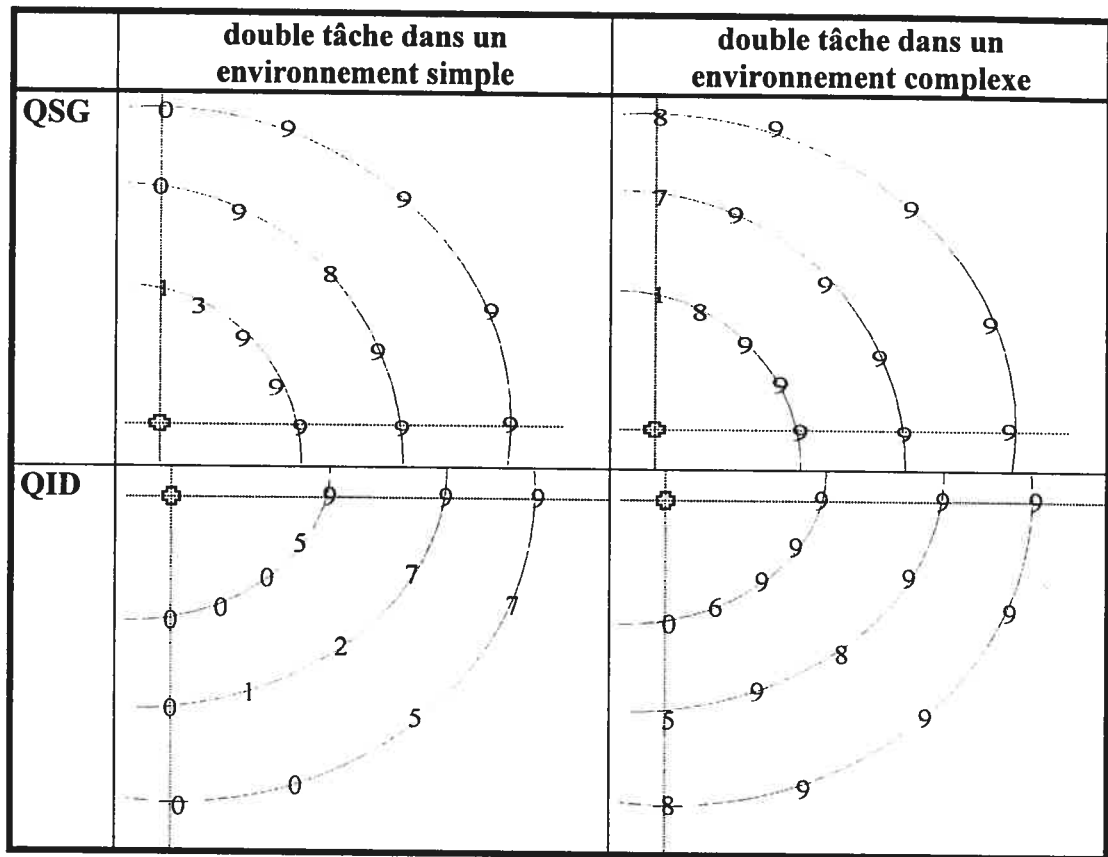
## ENTRAÎNEMENT

### **Établissement de l'entraînement en fonction des résultats aux tests pré-entraînement**

Le quadrant inférieur droit de ce sujet présente un potentiel à être entraîné car on y observe d'importantes variations entre la double tâche dans un environnement simple et celle dans un environnement complexe. Ces résultats suggèrent que ce quadrant soit fonctionnel et qu'il peut possiblement le devenir plus. Cependant, l'équipement utilisé contraint l'entraînement à se faire par hémichamp. Parmi les choix d'hémichamps que propose l'appareil, l'hémichamp inférieur et l'hémichamp droit permettent tous deux d'entraîner le quadrant visé. Cependant, l'hémichamp 'droit permet d'entraîner simultanément le quadrant supérieur droit. Il est toutefois difficile d'anticiper les résultats d'un entraînement dans ce quadrant car il n'y a eu aucune variation d'observée jusqu'à maintenant à l'exception de l'excentricité 10° de la diagonale supérieure droite (figure 31, page 133).



**FIGURE 31:** Variations observées entre la double tâche dans un environnement simple et la double tâche dans un environnement complexe au niveau des quadrants supérieur droit (QSG) et du quadrant inférieur droit (QID). Les chiffres représentent le nombre de stimuli non vus à chaque position, sur une possibilité de neuf.



Le protocole de Ball et *al.*, tel que décrit dans sa version originale à l'annexe VII, n'a pas été utilisé car il n'est pas adapté à la population hémianopsique. Néanmoins, certains principes de base du programme d'entraînement de Ball ont été repris, comme celui de faire progresser l'entraînement à partir de la tâche la plus simple vers la plus complexe. C'est ainsi que les conditions de départ de l'entraînement ont été déterminées. L'entraînement débuta donc par la tâche en environnement simple, sans la présence de distracteurs. Étant donné le phénomène de vision en tunnel observé lors de la première partie de ce mémoire, l'entraînement débuta par l'excentricité 10°, soit la plus rapprochée du centre et donc, la plus facile.

À la double tâche dans un environnement simple des tests pré-entraînement, 69 à 74% des stimuli sont détectés, quel que soit le temps de présentation (de 120 à 40 ms, tableau XI, page 131). La même chose est également observée à la double tâche dans un environnement complexe. Cependant, afin de respecter le principe de progression de l'entraînement de la tâche la plus simple vers la plus complexe, l'entraînement débuta donc à 200 ms.

## **Problèmes rencontrés et modifications apportées**

Dès les premières séances du programme d'entraînement, certains problèmes furent rencontrés. Entre autres, le niveau de difficulté des blocs variait constamment et parfois trop abruptement. Également, les différents blocs n'offraient pas suffisamment de variation entre eux pour garder l'intérêt du sujet à son maximum. Néanmoins, ces problèmes n'étaient pas suffisants pour impliquer des changements immédiats chez le sujet. Le protocole initial a été poursuivi jusqu'à la fin de la session 9. À ce moment, le sujet a admis ne pas fixer le centre du carré comme il lui était demandé. Il fixait plutôt l'extrémité droite du carré, ce qui l'avantageait pour certaines positions. Par conséquent, le programme d'entraînement a du être repris du début. Ces neuf premières sessions ont quand même permis d'évaluer notre protocole et ont permis d'apporter certaines modifications.

Il a alors été décidé de profiter de la nécessité d'interrompre le protocole afin d'appliquer les modifications souhaitées et régler les problèmes rencontrés jusqu'à maintenant. Ce début d'entraînement ne sera pas considéré dans l'analyse, malgré qu'il ait probablement influencé la suite. La mauvaise fixation du sujet fait en sorte que les positions entraînées deviennent imprécises. Cela risque de limiter les conclusions de cette étude, en ce sens qu'on ne pourra déterminer le nombre de sessions ayant eu une réelle influence.

Le protocole initial faisait ressentir l'échec au sujet par de trop nombreux retours en arrière, ce qui amenait chez ce dernier de la frustration et du découragement. Le

nouveau protocole prévoit une plus grande prudence dans la progression, afin de diminuer au minimum ces retours, permettant ainsi de renforcer à son maximum la réussite d'un bloc avant de passer au suivant. Entre autres, le critère de passage a été majoré à 87,5% (14/16) au lieu de 75% (12/16). Afin d'éviter une trop grande répétition pour le sujet, le nouveau protocole vise à varier la stimulation, tout en ciblant le même bloc. Des blocs-cibles ont été déterminés et l'entraînement a été divisé en séquences de huit à dix blocs, comportant chacune deux ou trois blocs-cibles, quatre blocs variables et deux ou trois blocs-cibles. Les blocs variables permettent de briser la monotonie de l'entraînement et ainsi, le sujet peut garder un niveau de motivation acceptable. Les blocs-cibles, quant à eux, déterminent la progression du sujet, et leur réussite permet de passer au bloc-cible suivant. Ces blocs-cibles ont été choisis selon deux principes: il faut maximiser les réponses positives du sujet afin d'éviter un découragement et il est plus prioritaire d'augmenter le champ que d'augmenter la vitesse de présentation. Le processus de révision du protocole est présenté de façon plus détaillée à l'Annexe VIII.

### **Protocole d'entraînement final**

Au cours de l'entraînement, les positions situées dans le champ sain sont presque toujours réussies à 100%. Les positions situées sur la ligne verticale, ainsi que celles sur la diagonale inférieure sont réussies continuellement à plus de 90%. Les positions situées sur la ligne horizontale droite et sur la diagonale supérieure sont plus variables.

À une excentricité de  $10^\circ$ , le point situé sur la diagonale supérieure ne subit pas de réelle progression, variant de 0% à 60% selon les sessions, mais sans aucune tendance. Cependant, la position située sur la ligne horizontale démontre une certaine progression du sujet, passant graduellement de 5% à 40% de réussite entre les sessions 10 et 16, pour se stabiliser par la suite (figure 32, page 138).

À une excentricité de  $20^\circ$ , le point situé sur la diagonale supérieure ne subit aucune progression, variant seulement de 0% à 10% de réussite selon les sessions, sans aucune tendance. La position située sur la ligne horizontale ne démontre pas non plus de réelle progression du sujet, zigzaguant entre 25% à 60% de réussite, sans tendance particulière observable (figure 33, page 138).

FIGURE 32: Résultats du sujet de son côté atteint aux blocs-cibles à l'excentricité 10°

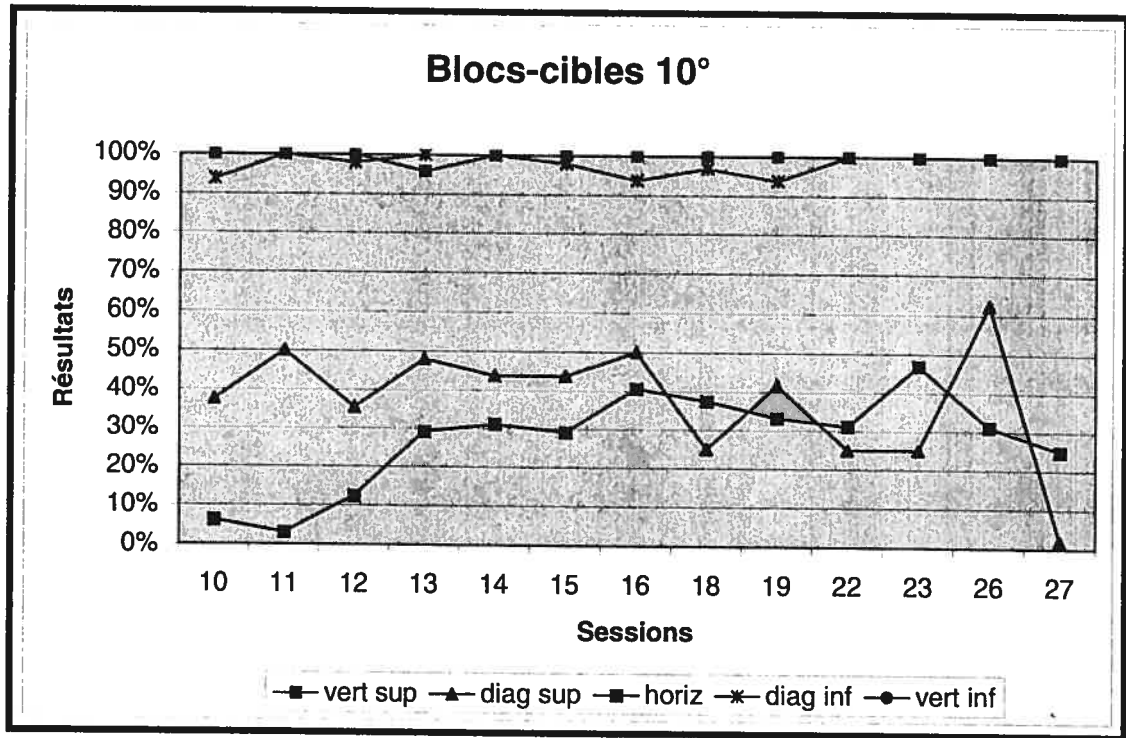
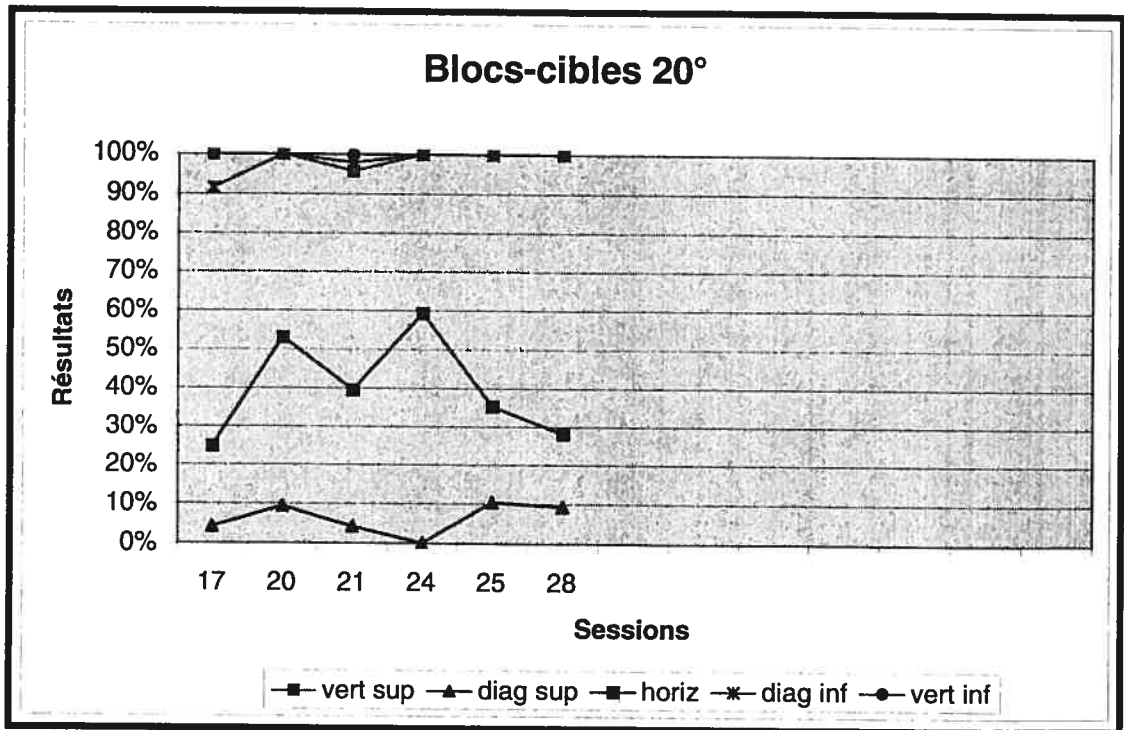


FIGURE 33: Résultats du sujet de son côté atteint aux blocs-cibles à l'excentricité 20°



## TESTS POST-ENTRAÎNEMENT

### Champ visuel

Lors de l'examen du champ visuel au test Humphrey (*Humphrey Field Analyser (HFA) [Esterman monocular Test of the HFA]*), le sujet démontre une fixation stable, comme en font foi les mesures de contrôle présentées au tableau XII ci-dessous.

**TABLEAU XII:** Mesures de contrôle du test Humphrey lors des tests post-entraînement

Mesure de contrôle	Œil gauche			Œil droit		
	Test			Test		
	1	2	3	1	2	3
<b>Pertes de fixation</b>	3/12	0/12	0/12	0/13	0/12	0/13
<b>Faux positif</b>	0/12	0/12	0/11	0/13	0/13	0/14
<b>Faux négatif</b>	0/11	0/10	0/11	1/13	1/13	1/13

Les résultats des tests de champ visuel sont présentés aux figures 36 (pages 148-149) et 37 (pages 150-151), à la section "effet de l'entraînement". Les cotations Esterman de ces mêmes tests sont compilées au tableau XIV (page 152), dans la même section. Comme lors des tests pré-entraînement, ils indiquent une différence importante entre les résultats à des cibles statiques (test Humphrey) et ceux à des cibles dynamiques (Goldman). Une partie importante du champ visuel du sujet, soit environ la moitié du quadrant inférieur droit, est capable de détecter une cible en mouvement mais non une cible immobile.

La répétition de chaque test avait pour but de vérifier la stabilité des résultats obtenus. Les scores Esterman étant semblables d'une fois à l'autre, il est possible de conclure que les résultats sont stables, à une exception près. Il s'agit du champ monoculaire droit du Humphrey, où la première évaluation donnait un score de 54, comparativement à 50 et 48 pour les deuxième et troisième évaluations. Ces données contredisent la théorie avancée à la section des tests pré-entraînement, où la première évaluation étant plus faible que les deux autres, il avait été avancé que le sujet aurait eu besoin d'une plus grande période d'acclimatation au test. Il semble donc que la variabilité des résultats soit due à une variabilité du sujet. Comme il s'agit de la dernière évaluation, il est également possible que le sujet ressentait de la fatigue,



## Champ visuel utile

Au niveau de l'UFOV, les résultats sont présentés à la figure 34 (page 142). Rappelons que chaque chiffre représente le nombre de stimuli non vus, sur une possibilité de neuf, selon la position ou le stimulus était présenté. Ainsi, le premier cercle de résultats représente les stimuli présentés à une excentricité de 10°. Le second cercle représente ceux à une excentricité de 20° et le troisième cercle, 30°.

Les résultats du sujet varient en fonction de la complexité, de la même façon que lors des tests pré-entraînement. En effet, lors de la double tâche dans un environnement simple, une perte couvrant la totalité du quadrant supérieur droit (excluant la ligne verticale) et une partie du quadrant inférieur droit est observée. La partie comprise entre la diagonale inférieure droite et l'horizontale est atteinte de façon importante, mais pas la partie comprise entre cette même diagonale et la ligne verticale. Du côté sain, les résultats démontrent une réussite parfaite à la double tâche dans un environnement simple. À la double tâche dans un environnement complexe, on peut observer un léger effet tunnel du côté sain et une perte correspondant à une hémianopsie, incluant les excentricités 20° et 30°.

On observe également respectivement dix et cinq erreurs en tâche centrale pour la double tâche dans un environnement simple et pour la double tâche dans un environnement complexe. Cela est anormalement élevé. Les mêmes hypothèses exposées lors des tests pré-entraînement peuvent être émises comme explication: le grand nombre de stimuli engendrant de la fatigue et/ou des moments de distraction, une mauvaise fixation du sujet ou encore, l'aphasie du sujet. Cependant, le nombre d'erreurs étant le double dans la plus simple des deux tâches, le phénomène ne peut être expliqué par une demande attentionnelle accrue.



## TESTS DE SUIVI

### Champ visuel

Lors de l'examen du champ visuel au test Humphrey (*Humphrey Field Analyser (HFA) [Esterman monocular Test of the HFA]*), le sujet démontre une fixation stable, comme en font foi les mesures de contrôle présentées au tableau XIII ci-dessous.

**TABLEAU XIII:** Mesures de contrôle du test Humphrey lors des tests de suivi

Mesure de contrôle	Œil gauche			Œil droit		
	Test			Test		
	1	2	3	1	2	3
<b>Pertes de fixation</b>	0/12	0/13	0/12	0/12	0/12	0/13
<b>Faux positif</b>	0/12	0/13	0/12	0/13	0/11	0/13
<b>Faux négatif</b>	0/11	0/12	0/11	1/12	1/10	0/11

Les résultats des tests de champ visuel sont présentés aux figures 31 (pages 148-149) et 32 (pages 150-151), à la section "effet de l'entraînement". Les cotations Esterman de ces mêmes tests sont compilées au tableau XIV (page 152), dans la même section. Encore une fois, les résultats démontrent une différence importante selon que les cibles soient statiques (test Humphrey) ou dynamiques (Goldman). Une partie importante du champ visuel du sujet, soit environ la moitié du quadrant inférieur droit, est capable de détecter une cible en mouvement mais non une cible immobile.

La répétition de chaque test avait pour but de vérifier la stabilité des résultats obtenus. Les scores Esterman étant semblables d'une fois à l'autre, il est possible de conclure que les résultats sont stables, à une exception près. Il s'agit du champ monoculaire droit du Humphrey, où la troisième évaluation donnait un score de 48, comparativement à 56 et 54 pour les deux premières évaluations. Comme il s'agit de la dernière évaluation, il est possible que le sujet ressentait de la fatigue. Pour éliminer ce biais, il faudrait prolonger les délais entre les évaluations, afin de s'assurer que le sujet soit suffisamment reposé.

## Champ visuel utile

Au niveau de l'UFOV, les résultats sont présentés à la figure 35 (page 146). Rappelons que chaque chiffre représente le nombre de stimuli non vus, sur une possibilité de neuf, en fonction de la position où le stimulus était présenté. Ainsi, le premier cercle de résultats représente les stimuli présentés à une excentricité de 10°. Le second cercle représente ceux présentés à une excentricité de 20° et le troisième cercle, 30°.

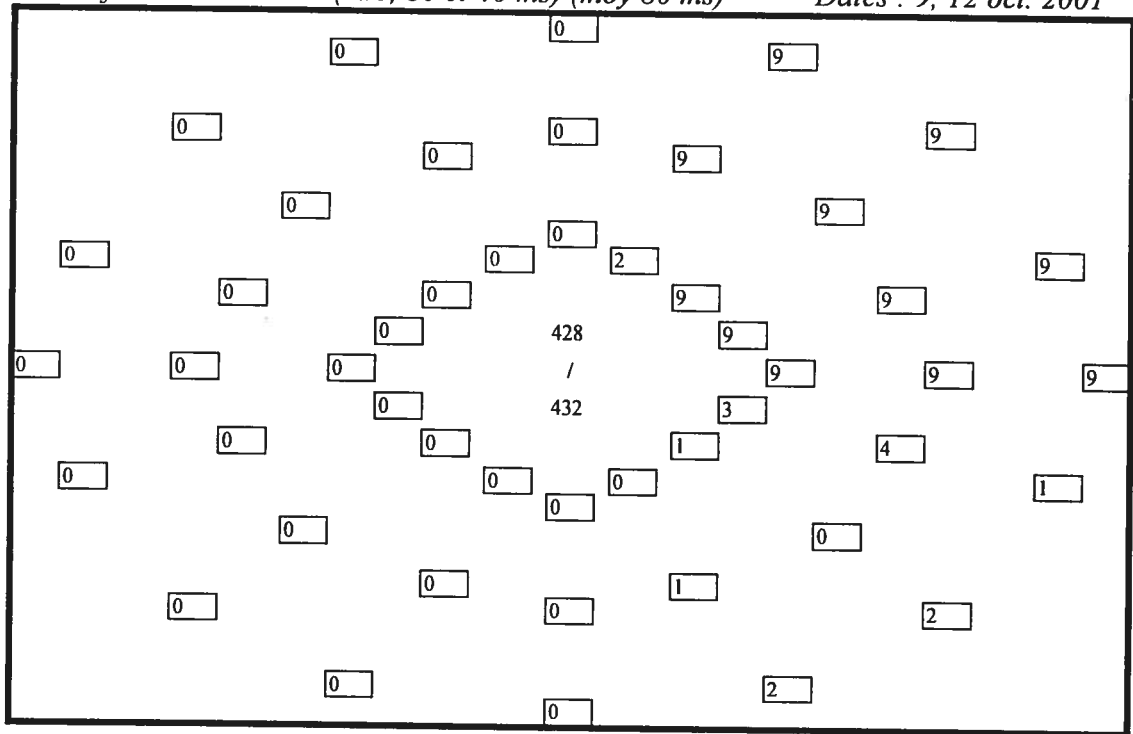
Les résultats suggèrent que la performance dans le quadrant inférieur droit varie en fonction de la complexité de l'environnement visuel: une forte proportion des stimuli est détectée lorsque la tâche est effectuée dans un environnement simple, alors que cette partie du champ semble aveugle lorsque la tâche est effectuée dans un environnement complexe. Pour ce qui est du quadrant supérieur droit, la quasi-totalité des stimuli demeure non détectée. Du côté sain, les résultats demeurent une réussite parfaite à la double tâche dans un environnement simple. Pour ce qui est de la double tâche dans un environnement complexe, on peut observer un léger effet tunnel du côté sain. Le sujet est incapable de détecter les points situés à droite de la ligne verticale. Cette dernière, à l'exception de l'excentricité 10°, est affectée de façon importante. On observe également quatre erreurs en tâche centrale pour la double tâche dans un environnement simple et deux erreurs pour la double tâche dans un environnement complexe.

**FIGURE 35:** Synthèse de l'UFOV-Brouwer suivi (nombre d'erreurs sur neuf, par position)

*A : double tâche dans un environnement simple*

*neuf blocs combinés (120, 80 et 40 ms) (moy 80 ms)*

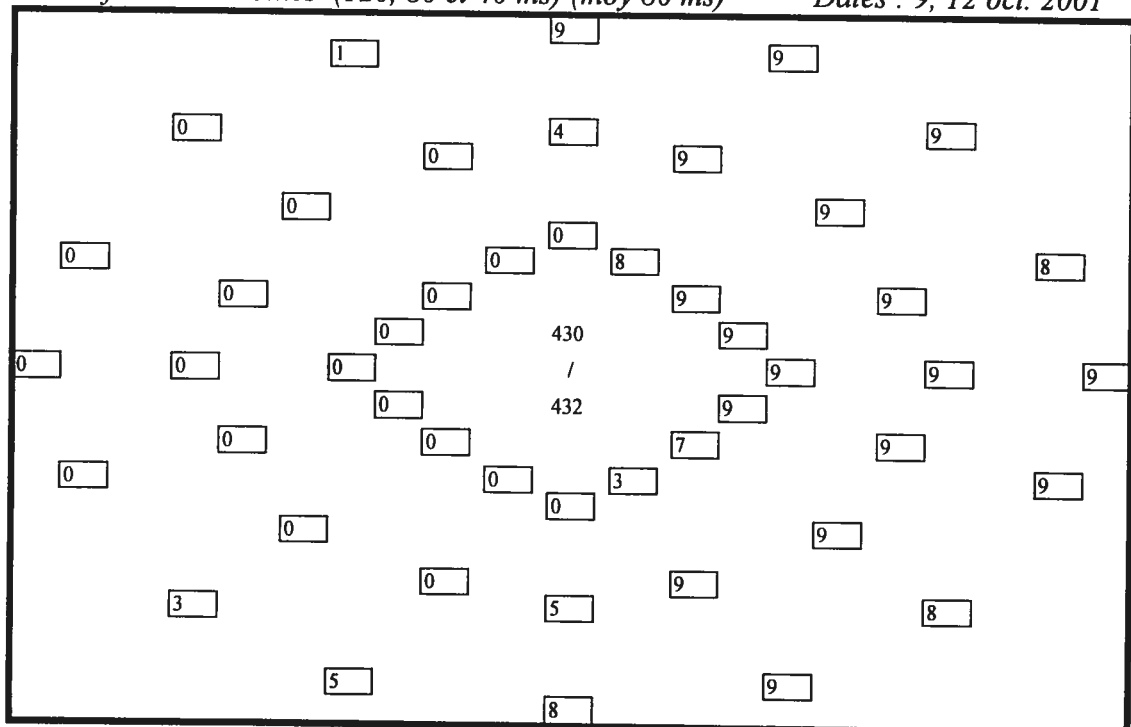
*Dates : 9, 12 oct. 2001*



*B: double tâche dans un environnement complexe*

*neuf blocs combinés (120, 80 et 40 ms) (moy 80 ms)*

*Dates : 9, 12 oct. 2001*



## EFFET DE L'ENTRAÎNEMENT

### Champ visuel

La figure 36 (pages 148-149) présente les résultats obtenus par le sujet au test de Goldman, pour chaque œil, lors des trois évaluations pré-entraînement, post-entraînement, ainsi que de suivi. La figure 37 (pages 150-151) présente les résultats obtenus par le sujet au test de Humphrey, pour chaque œil, lors des trois évaluations pré et post-entraînement, ainsi que de suivi. Le tableau XIV (page 152) regroupe les scores Esterman obtenus par le sujet à ces deux tests de champ visuel.

Seulement deux différences notables peuvent être observées. Elles se situent toutes deux au niveau de l'œil gauche au test Goldman. Premièrement, la zone vue par le sujet, qui longeait la ligne verticale supérieure lors des tests pré-entraînement, dépasse cette dernière de quelques degrés lors des tests post-entraînement. Il est cependant possible que cette différence puisse être expliquée par une moins bonne fixation du sujet ou encore par la marge d'erreur normale du test. Il pourrait donc ne pas s'agir réellement d'une augmentation du champ visuel liée à l'entraînement. Quoiqu'il en soit, cette légère augmentation n'est pas présente lors des évaluations de suivi. Cela signifie que, soit l'augmentation n'était pas réelle, soit elle ne s'est pas maintenue.

FIGURE 36: Résultats des tests de champ visuel (Goldman) – comparaison pré-post-suivi

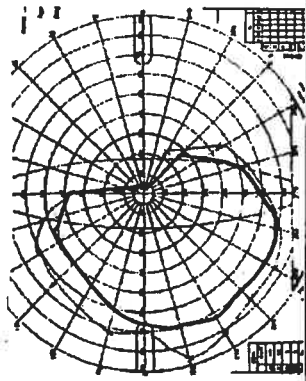
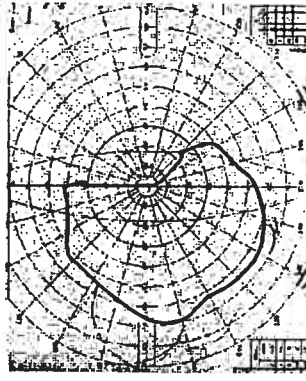
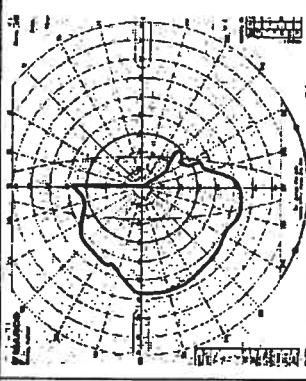
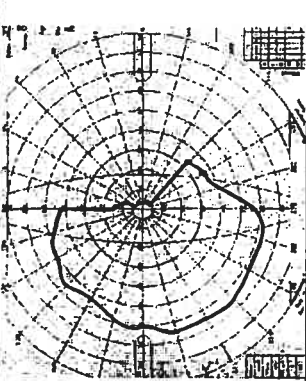
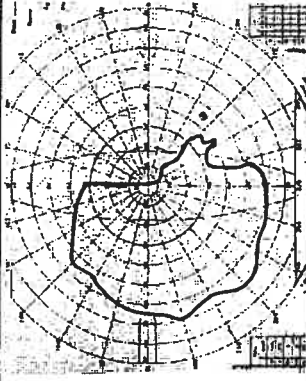
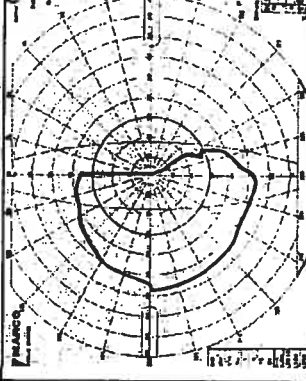
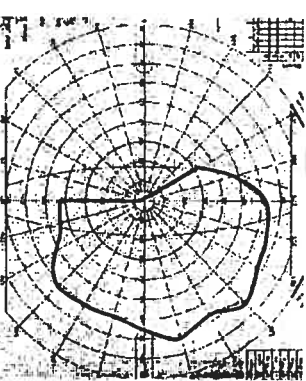
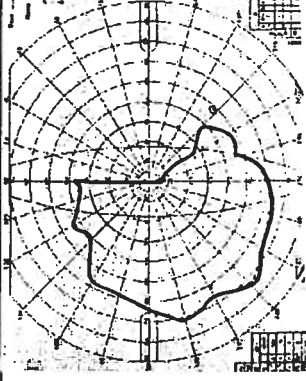
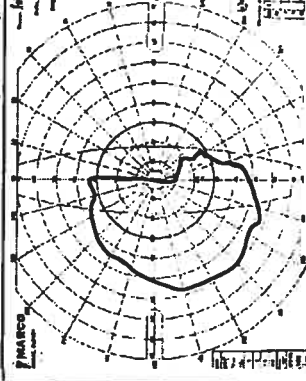
Goldman – œil gauche			
	Évaluation pré-entraînement	Évaluation post-entraînement	Évaluation de suivi
1	 <p>Score Esterman: 56</p>	 <p>Score Esterman: 55</p>	 <p>Score Esterman: 56</p>
2	 <p>Score Esterman: 56</p>	 <p>Score Esterman: 56</p>	 <p>Score Esterman: 55</p>
3	 <p>Score Esterman: 56</p>	 <p>Score Esterman: 56</p>	 <p>Score Esterman: 56</p>



FIGURE 36: Résultats des tests de champ visuel (Goldman) – comparaison pré-post-suivi (suite)

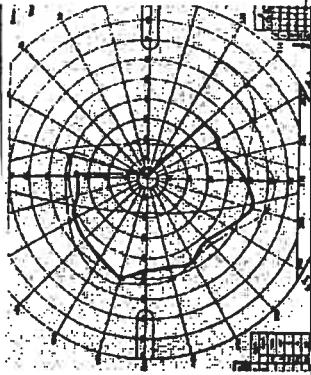
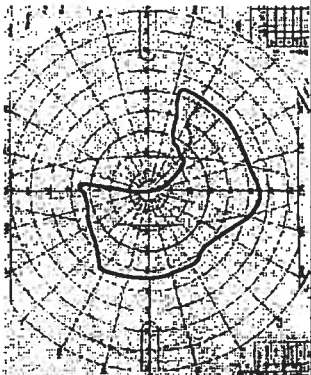
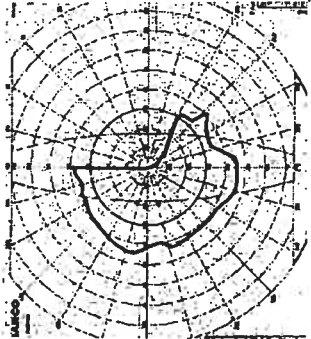
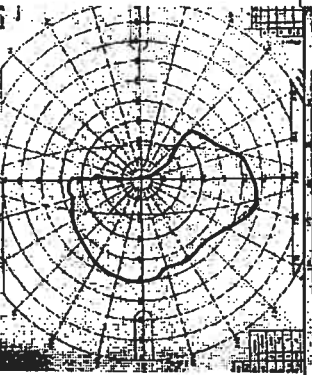
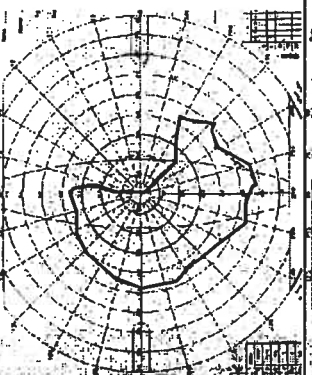
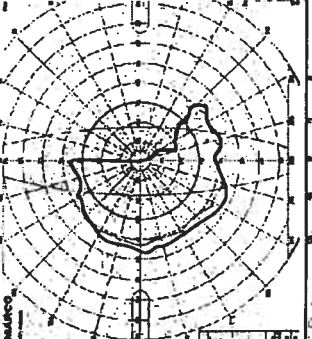
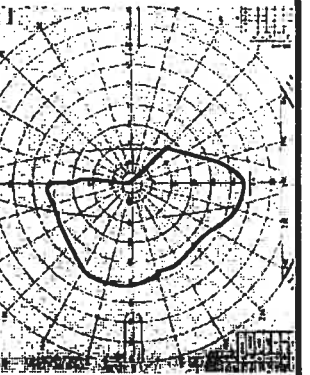
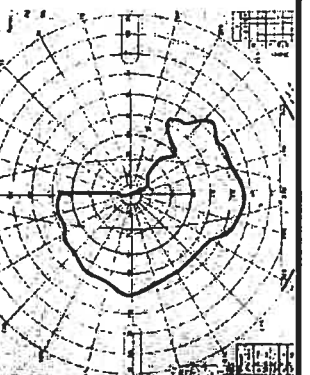
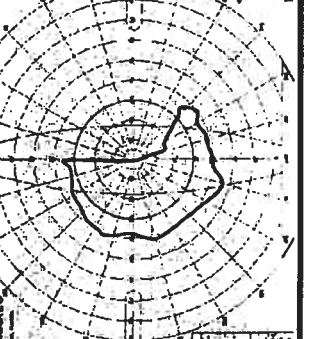
<b>Goldman – œil droit</b>			
	Évaluation pré-entraînement	Évaluation post-entraînement	Évaluation de suivi
1	 <p style="text-align: center;">Score Esterman: 43</p>	 <p style="text-align: center;">Score Esterman: 43</p>	 <p style="text-align: center;">Score Esterman: 42</p>
2	 <p style="text-align: center;">Score Esterman: 42</p>	 <p style="text-align: center;">Score Esterman: 43</p>	 <p style="text-align: center;">Score Esterman: 44</p>
3	 <p style="text-align: center;">Score Esterman: 40</p>	 <p style="text-align: center;">Score Esterman: 44</p>	 <p style="text-align: center;">Score Esterman: 43</p>

FIGURE 37: Résultats des tests de champ visuel (Humphrey) – comparaison pré-post-suivi

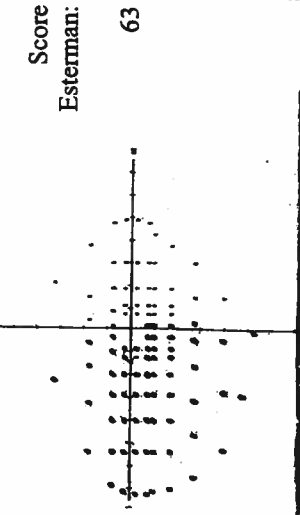
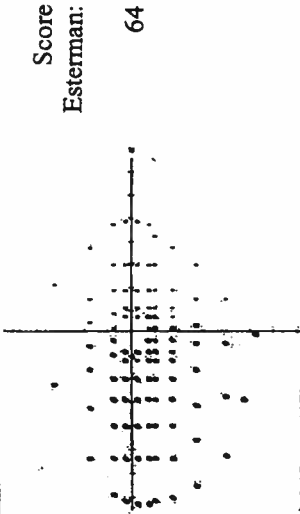
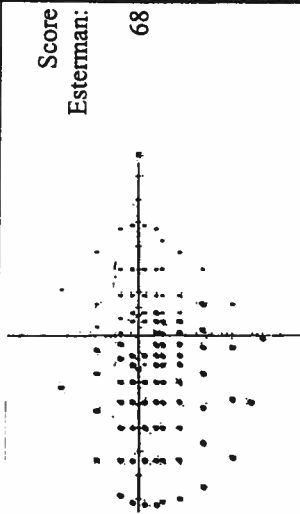
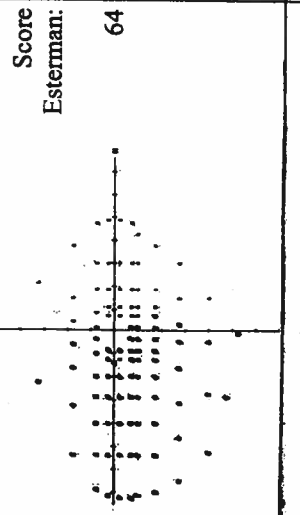
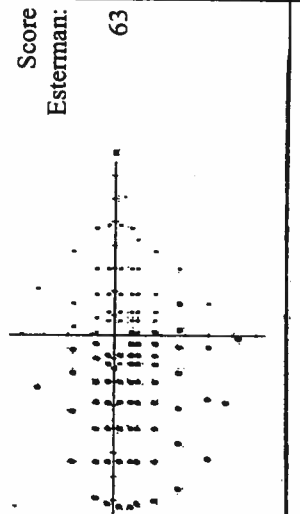
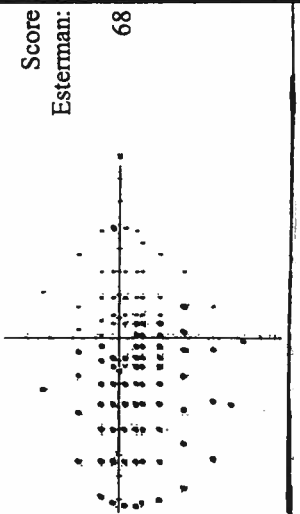
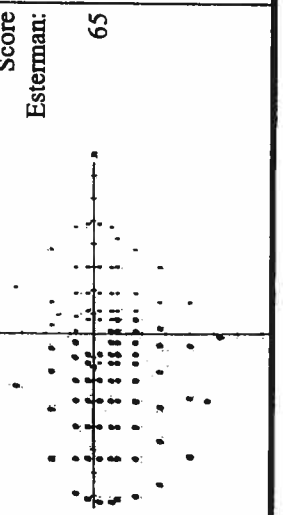
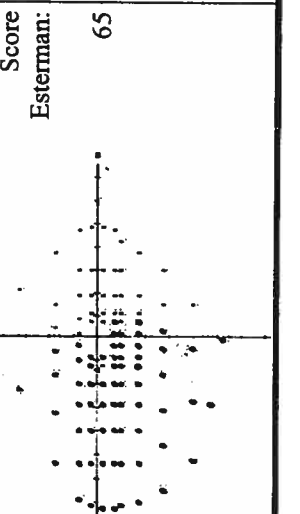
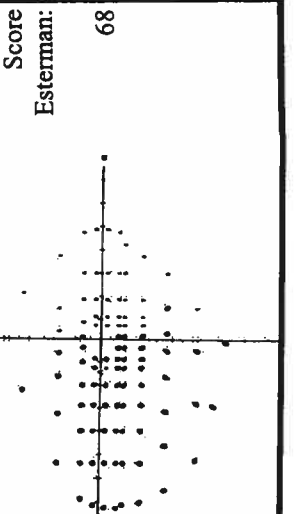
Humphrey – œil gauche			
	Évaluation pré-entraînement	Évaluation post-entraînement	Évaluation de suivi
1	 <p>Score Esterman: 63</p>	 <p>Score Esterman: 64</p>	 <p>Score Esterman: 68</p>
2	 <p>Score Esterman: 64</p>	 <p>Score Esterman: 63</p>	 <p>Score Esterman: 68</p>
3	 <p>Score Esterman: 65</p>	 <p>Score Esterman: 65</p>	 <p>Score Esterman: 68</p>

FIGURE 37: Résultats des tests de champ visuel (Humphrey) – comparaison pré-post-suivi (suite)

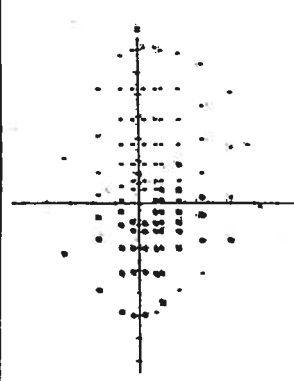
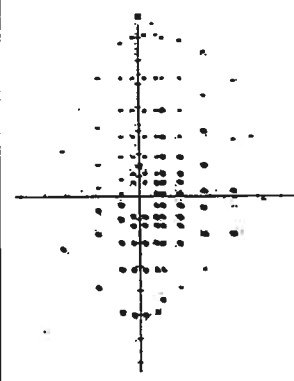
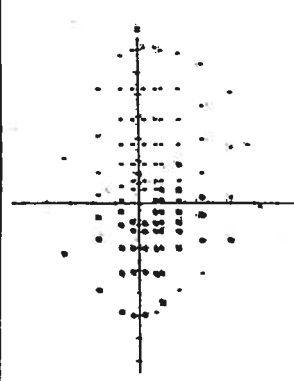
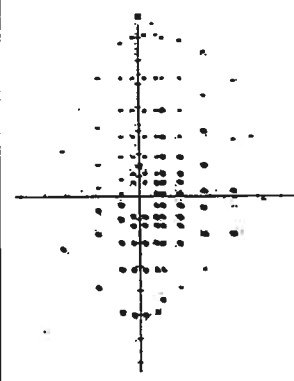
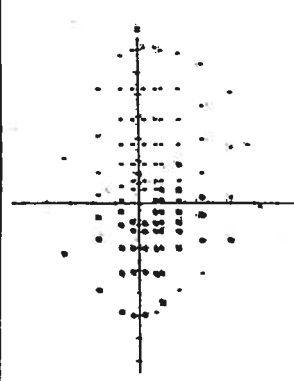
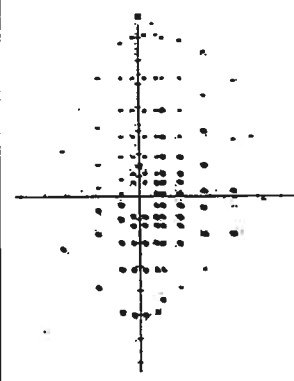
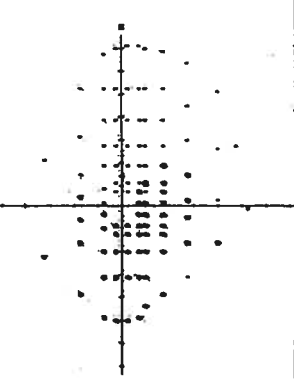
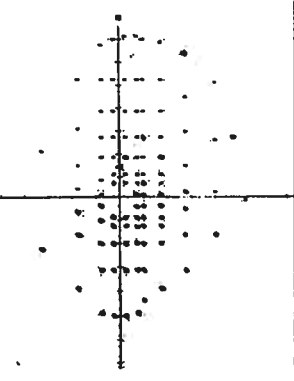
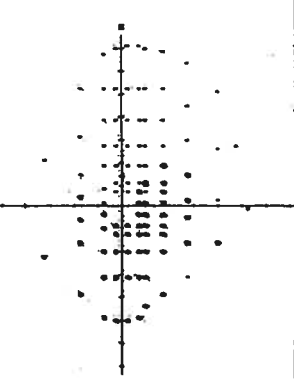
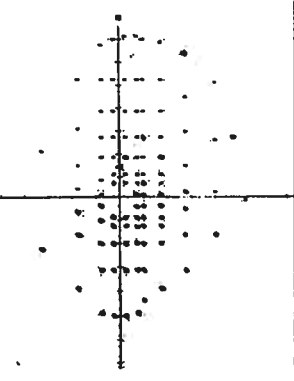
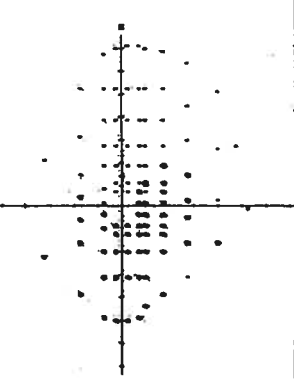
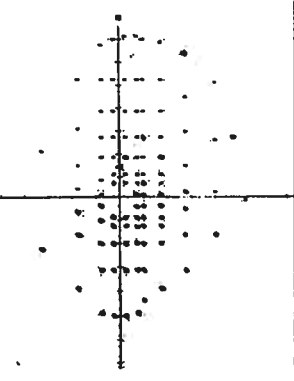
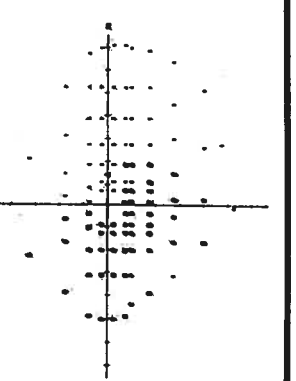
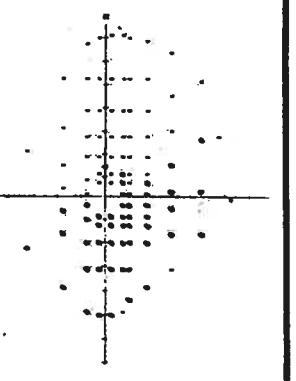
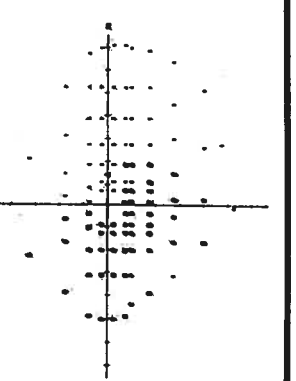
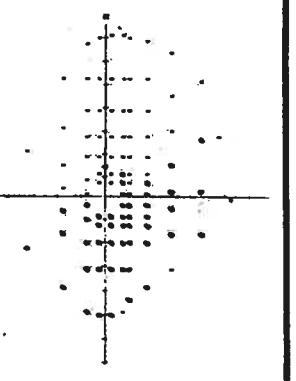
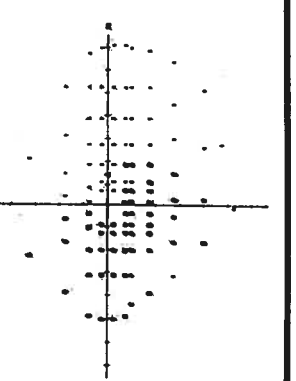
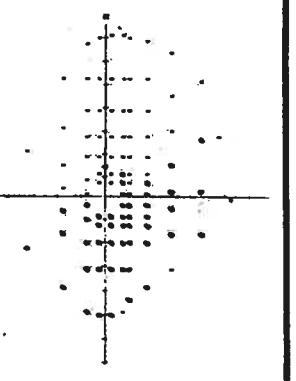
<b>Humphrey – œil droit</b>							
	Évaluation de suivi						
1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Évaluation pré-entraînement</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Évaluation post-entraînement</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  <p>Score Esterman: 43</p> </td> <td style="text-align: center;">  <p>Score Esterman: 54</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">Score Esterman: 56</td> </tr> </tbody> </table>	Évaluation pré-entraînement	Évaluation post-entraînement	 <p>Score Esterman: 43</p>	 <p>Score Esterman: 54</p>	Score Esterman: 56	
Évaluation pré-entraînement	Évaluation post-entraînement						
 <p>Score Esterman: 43</p>	 <p>Score Esterman: 54</p>						
Score Esterman: 56							
2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Évaluation pré-entraînement</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Évaluation post-entraînement</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  <p>Score Esterman: 50</p> </td> <td style="text-align: center;">  <p>Score Esterman: 50</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">Score Esterman: 54</td> </tr> </tbody> </table>	Évaluation pré-entraînement	Évaluation post-entraînement	 <p>Score Esterman: 50</p>	 <p>Score Esterman: 50</p>	Score Esterman: 54	
Évaluation pré-entraînement	Évaluation post-entraînement						
 <p>Score Esterman: 50</p>	 <p>Score Esterman: 50</p>						
Score Esterman: 54							
3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Évaluation pré-entraînement</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Évaluation post-entraînement</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  <p>Score Esterman: 52</p> </td> <td style="text-align: center;">  <p>Score Esterman: 48</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">Score Esterman: 48</td> </tr> </tbody> </table>	Évaluation pré-entraînement	Évaluation post-entraînement	 <p>Score Esterman: 52</p>	 <p>Score Esterman: 48</p>	Score Esterman: 48	
Évaluation pré-entraînement	Évaluation post-entraînement						
 <p>Score Esterman: 52</p>	 <p>Score Esterman: 48</p>						
Score Esterman: 48							

TABLEAU XIV: Comparaison pré-post-suivi des tests de champ visuel à l'aide de la méthode Esterman

		Œil gauche					
		Goldman			Humphrey		
test		Pré-entraînement	Post-entraînement	Suivi	Pré-entraînement	Post-entraînement	Suivi
1		56	55	56	63	64	68
2		56	56	55	64	63	68
3		56	56	56	65	65	68
<b>MOY</b>		<b>56,0</b>	<b>55,7</b>	<b>55,7</b>	<b>64,0</b>	<b>64,0</b>	<b>68,0</b>
		Œil droit					
		Goldman			Humphrey		
test		Pré-entraînement	Post-entraînement	Suivi	Pré-entraînement	Post-entraînement	Suivi
1		43	43	42	43	54	56
2		42	43	44	50	50	54
3		40	44	43	52	48	48
<b>MOY</b>		<b>41,7</b>	<b>43,3</b>	<b>43,0</b>	<b>48,3</b>	<b>50,7</b>	<b>52,7</b>

## Champ visuel utile

La figure 38 (page 154) représente, pour chaque position, l'augmentation (signe +) ou la diminution (signe -) du nombre d'erreurs entre le test pré et le test post. Pour la tâche se déroulant dans un environnement visuel simple, l'hémi-champ sain (gauche) demeure inchangé, à l'exception d'un point de l'excentricité  $10^\circ$  où une erreur supplémentaire a été commise. Le quadrant supérieur droit, ainsi que la partie supérieure de la ligne verticale, ne démontrent que des changements de l'ordre de une erreur (+ ou -). Tous ces changements ne sont pas significatifs et sont plus probablement dus à une variation intra-sujet normale, qu'à une variation réelle du champ visuel utile. C'est dans la partie supérieure du quadrant inférieur que se situent les changements les plus significatifs, notamment au niveau des excentricités  $10^\circ$  et  $20^\circ$ . Ces changements seront analysés plus en profondeur à la section suivante.

Pour la tâche se déroulant dans un environnement visuel complexe, les excentricités  $10^\circ$  et  $20^\circ$  de l'hémichamp sain (gauche) demeurent inchangées, à l'exception de l'excentricité  $20^\circ$  du rayon situé à la gauche de la ligne verticale inférieure (-5). On observe également un changement au niveau de l'effet tunnel (excentricité  $30^\circ$ ): le sujet commet cinq erreurs de moins à la diagonale du quadrant supérieur gauche et trois de moins sur la ligne près de la verticale dans le quadrant inférieur gauche. Cependant, il en commet deux de plus à la diagonale du quadrant inférieur gauche et une de plus à la ligne horizontale gauche.

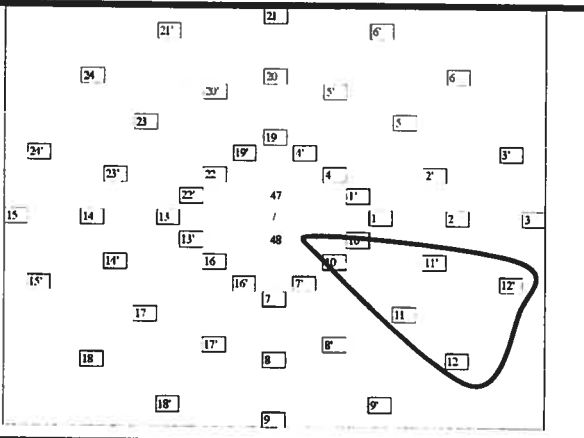


Au niveau de la ligne verticale, un léger changement (-2) est observé à l'excentricité 30° dans la partie supérieure. Le quadrant supérieur droit demeure pratiquement inchangé. Le quadrant inférieur droit démontre une bonne amélioration au niveau de l'excentricité 10°.

En résumé, des changements ont été observés dans trois secteurs. Il s'agit d'abord de la partie supérieure du quadrant inférieur, excentricités 10° et 20° (positions 10, 11, 12, 10', 11' et 12', voir tableau XV, page 156). Lors de la double tâche dans un environnement vide, cette région semble s'être améliorée. Notamment, le sujet répond correctement à 6 stimuli supplémentaires pour la position 12', et à trois stimuli supplémentaires pour les positions 12 et 11', sur une possibilité de neuf par position. La deuxième amélioration concerne l'excentricité 10° du quadrant inférieur droit, correspondant aux positions 7' et 10 (voir tableau XVI, page 156). Lors de la double tâche dans un environnement complexe, le sujet y perçoit respectivement trois et quatre stimuli supplémentaires, sur un total de neuf par position. Finalement, l'excentricité 30° de l'hémichamp gauche et de la ligne verticale, toujours lors de la double tâche dans un environnement complexe, présente une troisième région d'amélioration où le sujet commet entre deux et cinq erreurs de moins, selon la position.

**TABLEAU XV:** Localisation des positions 10, 11, 12, 10', 11' et 12' du champ visuel utile: la zone encerclée correspond aux positions mentionnées

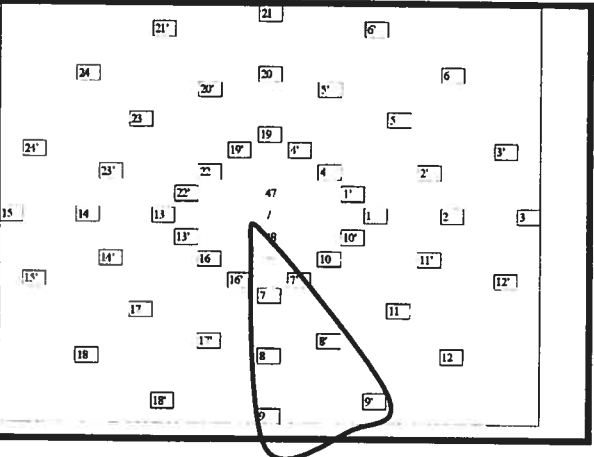
Position	Excentricité	Rayon
10	10°	315°
11	20°	315°
12	30°	315°
10'	10°	337,5°
11'	20°	337,5°
12'	30°	337,5°



The diagram shows a visual field with 24 numbered positions arranged in a grid. A shaded region encloses positions 10, 11, 12, 10', 11', and 12'.

**TABLEAU XVI:** Localisation des positions 7, 8, 9, 7', 8' et 9' du champ visuel utile: la zone encerclée correspond aux positions mentionnées

Position	Excentricité	Rayon
7	10°	270°
8	20°	270°
9	30°	270°
7'	10°	292,5°
8'	20°	292,5°
9'	30°	292,5°



The diagram shows a visual field with 24 numbered positions arranged in a grid. A shaded region encloses positions 7, 8, 9, 7', 8', and 9'.



La figure 39 (page 158) représente, pour chaque position, l'augmentation (signe +) ou la diminution (signe -) du nombre d'erreurs entre le test post et le test de suivi. Le but des évaluations de suivi est de vérifier la stabilité des changements observés lors des évaluations post-entraînement. Un premier de ces changements avait été observé lors de la double tâche dans un environnement simple, dans la partie supérieure du quadrant inférieur, excentricités 10° et 20° (positions 10, 11, 12, 10', 11' et 12', voir tableau XV, page 156). À ce niveau, le changement s'est non seulement maintenu, mais l'amélioration semble s'être poursuivie. En effet, le sujet commet trois erreurs de moins à la position 10'. On observe également une erreur supplémentaire à la position 10 et une erreur de moins à la position 11, mais les variations d'une erreur (+ ou -) peuvent, comme mentionné précédemment, être plus liées à une variation intra-sujet normale qu'à une variation réelle du champ visuel utile. Le tableau 14 présente les résultats détaillés pour ces positions aux évaluations pré-entraînement, post-entraînement et de suivi.

Par ailleurs, il peut paraître étrange que les positions 11' et 12' présentent de plus grandes améliorations que les positions 11 et 12, malgré le fait que les positions 11 et 12 correspondent à des points du champ visuel utile qui furent directement entraînés. Ce phénomène ne peut être expliqué par un effet de l'excentricité, car celle-ci est la même pour chaque paire de points (11 et 11', 12 et 12'). L'explication serait que les points 11' et 12', ayant été moins bien réussis lors du pré-entraînement (22% chacun), avaient un plus grand potentiel d'amélioration, comparativement aux positions 11 et 12 qui était déjà réussies à 78% et 44% respectivement lors des pré-tests.



Une autre observation intéressante se situe au niveau de la position 10'. Le sujet n'avait détecté aucun des neuf stimuli présentés lors du pré-test. Au post-test, le sujet ne détecte aucun stimuli (sur neuf) encore une fois. Cependant, il en détecte trois sur neuf à cette position lors du test de suivi. Cette observation pourrait possiblement indiquer une plus grande variation intra-sujet qu'initialement estimée. Mais il est impossible d'écarter l'hypothèse que cela reflète un changement réel du champ visuel utile du sujet.

Une deuxième variation avait été observée entre les évaluations pré-entraînement et post-entraînement lors de la double tâche dans un environnement complexe, à l'excentricité 10° du quadrant inférieur droit (positions 7' et 10, voir tableau XVII, page 160). À la position 7', l'amélioration semble s'être maintenue puisque le résultat du test de suivi est le même que lors de l'évaluation post-entraînement. À la position 10 cependant, l'amélioration semble avoir diminué. En effet, le sujet, qui n'avait pu détecter aucun des neuf stimuli présentés à cette position lors du pré-test, a pu en détecter quatre sur neuf lors du post-test et seulement deux sur neuf lors du suivi. Cela pourrait être lié à une variation intra-sujet normale, mais une variation réelle du champ visuel utile semble plus probable, étant l'importante variation entre le pré-test et le post-test (de 0% à 44% de stimuli détectés).

La troisième variation observée entre les évaluations pré-entraînement et post-entraînement lors de la double tâche dans un environnement complexe se trouve à l'excentricité 30° de l'hémichamp gauche et de la ligne verticale. Cette observation semble se maintenir lors de l'évaluation de suivi.

TABLEAU XVII: Résultats obtenus aux positions 10, 11, 12, 10', 11' et 12'

UFOV entraînement (Tâche périphérique simple)			double tâche dans un environnement simple (test)						double tâche dans un environnement complexe (test)									
Date	Tpres (ms)	Pos	vus	nb	%	Date	Tpres (ms)	Pos	vus	nb	%	Date	Tpres (ms)	Pos	vus	nb	%	
départ	17/07	200	10	15	16	94%	20/06	120,	10	9	9	100%	21/06	120 et 80 (moy=116)	10	0	9	0%
			11	44	48	92%			11	7	9	78%			11	1	9	11%
									12	4	9	44%			12	0	9	0%
									10'	5	9	56%			10'	0	9	0%
						11'	2	9	22%	11'	0	9	0%					
						12'	2	9	22%	12'	0	9	0%					
fin	22/08	200	10	48	48	100%	22/08	120,	10	9	9	100%	23/08	80 et 40 (moy=98)	10	4	9	44%
			11	32	32	100%			11	8	9	89%			11	0	9	0%
									12	7	9	78%			12	0	9	0%
									10'	3	9	33%			10'	0	9	0%
						11'	5	9	56%	11'	0	9	0%					
						12'	8	9	89%	12'	0	9	0%					
						09/10	120,	10	8	9	89%	09/10	80 et 40 (moy=80)	10	2	9	22%	
									11	9	9			100%	11	0	9	0%
									12	7	9			78%	12	1	9	11%
									10'	7	9			78%	10'	3	9	33%
						11'	6	9	67%	11'	0	9	0%					
						12'	9	9	100%	12'	0	9	0%					

Tpres : temps de présentation des stimuli

Pos: position du stimulus

Vus: nombre de stimuli vus

Nb: nombre total de stimuli présentés à cette position

On observe également une augmentation inexplicée au niveau de l'excentricité 20° de la ligne verticale supérieure. En effet, le sujet n'avait détecté que deux des neuf stimuli présentés lors du pré-test. Au post-test, le sujet détecte encore une fois deux des neuf stimuli. Cependant, lors du test de suivi, il en détecte cinq sur neuf à cette position. Comme pour la position 10, cette observation pourrait indiquer une plus grande variation intra-sujet qu'initialement estimée, bien qu'il soit impossible d'écarter l'hypothèse que cela reflète un changement réel du champ visuel utile du sujet.

Le tableau XVIII (page 162) présente les résultats détaillés des positions 7, 8, 9, 7', 8' et 9' aux évaluations pré-entraînement, post-entraînement et de suivi.

TABLEAU XVII: Résultats obtenus aux positions 7, 8, 9, 7', 8' et 9'

UFOV entraînement (Tâche périphérique simple)			double tâche dans un environnement simple (test)						double tâche dans un environnement complexe (test)												
Date	Tpres (ms)	Pos	vus	nb	%	Date	Tpres (ms)	Pos	vus	nb	%	Date	Tpres (ms)	Pos	vus	nb	%				
départ	17/07	200	7	8	8	100%	Pré-test	120, 80 et 40	7	9	9	100%	20/06 21/06	160, 120 et 80	7	9	9	100%			
			8	24	24	100%			8	9	9	100%			8	4	9	44%			
									9	9	9	100%			9	1	9	11%			
									7'	9	9	100%			(moy =116)	7'	6	9	67%		
						8'	8	9	89%					8'	0	9	0%				
						9'	9	9	100%					9'	0	9	0%				
fin	22/08	200	7	24	24	100%	Post-test	120, 80 et 40	7	9	9	100%	22/08 23/08	120, 80 et 40	7	9	9	100%			
			8	16	16	100%			8	9	9	100%			8	4	9	44%			
									9	9	9	100%			9	0	9	0%			
									7'	9	9	100%			(moy =98)	7'	6	9	67%		
						8'	9	9	100%					8'	0	9	0%				
						9'	9	9	100%					9'	0	9	0%				
						Suivi	120, 80 et 40	7	9	9	100%	09/10	120, 80 et 40	7	8	9	89%				
														8	9	9	100%	8	3	9	33%
														9	9	9	100%	9	0	9	0%
														7'	9	9	100%	(moy =80)	7'	7	9
						8'	8	9	89%					8'	1	9	11%				
						9'	9	9	100%					9'	1	9	11%				

Tpres : temps de présentation des stimuli

Pos: position du stimulus

Vus: nombre de stimuli vus

Nb: nombre total de stimuli présentés à cette position

## CONCLUSION

L'observation de l'évolution de la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile lors de l'entraînement de l'UFOV chez ce sujet hémianopsique apporte peu d'information sur la relation qui existe entre ces deux concepts. Bien que certains changements aient été observés, ils sont minimes et présentent peu de stabilité. De plus, les changements observés dans le champ visuel du sujet et ceux observés dans son champ visuel utile ne se situent pas dans les mêmes régions, ce qui rend difficile l'établissement d'un lien clair entre les changements rapportés par une mesure et ceux rapportés par l'autre.

D'autres part, l'entraînement du champ visuel utile chez un sujet hémianopsique, tel qu'effectué au cours de cette étude, n'a pas permis d'obtenir des résultats suffisamment encourageants pour justifier d'entreprendre un entraînement similaire avec un deuxième sujet. Les changements observés au niveau du champ visuel et du champ visuel utile du sujet sont minimes comparativement à l'investissement qui lui est demandé. L'idée d'appliquer un entraînement du champ visuel utile à des sujets hémianopsiques ne doit pas être abandonnée, étant donné que plusieurs facteurs limitent les conclusions de la présente étude, notamment le fait qu'elle ne comporte qu'un seul sujet. Cependant, il serait nécessaire de corriger les limitations techniques qui seront décrites au cours de cette conclusion, afin de maximiser les probabilités d'obtenir des résultats positifs. Il ne serait pas éthique de demander à un nouveau sujet de fournir un tel investissement de temps, sans s'être auparavant assuré de lui

offrir un entraînement dont l'efficacité n'est pas amenuisée par des limitations techniques pouvant être corrigées.

Le fait que l'étude ait été effectuée avec un seul sujet empêche de généraliser à une population entière. De plus, l'entraînement a été limité par le choix de l'appareil. Le "*Visual Attention Analyzer*" a été conçu afin de mesurer et d'entraîner le champ visuel utile de personnes sans perte de champ visuel. Bien que le protocole d'entraînement ait été adapté pour la population hémianopsique, cette adaptation n'a peut-être pas été suffisante. En effet, certains aspects du protocole n'ont pu être modifiés en raison du peu d'options offertes par l'appareil. Par exemple, il aurait été intéressant de pouvoir choisir des excentricités intermédiaires à celles offertes par l'appareil. Celui-ci permet seulement l'entraînement des excentricités 10°, 20° et 30°. Idéalement, un protocole bien adapté à la population hémianopsique aurait prévu des stimulations à tous les 2°, afin de pénétrer plus graduellement dans le champ atteint du sujet. Le même raisonnement s'applique également aux rayons qui furent entraînés: l'appareil offre seulement huit rayons (à tous les 45°), alors que des rayons à tous les 10° auraient permis, encore une fois, d'entraîner de façon plus graduelle la partie atteinte du champ visuel utile du sujet.

L'appareil utilisé est également limité au niveau du choix du stimulus, seulement deux stimuli étant offerts, soit une voiture et un camion. L'utilisation d'un plus grand nombre de stimuli différents aurait permis un entraînement plus varié, ce qui aurait



pu augmenter l'intérêt du sujet et conséquemment, diminuer le nombre et la fréquence des baisses d'attention, normales avec un entraînement hautement répétitif.

Une autre limitation de l'appareil se trouve au niveau du caractère statique des stimulations. En effet, il est impossible d'utiliser des stimulations dynamiques. De telles stimulations permettraient d'offrir un entraînement d'une part plus varié et d'autre part, se rapprochant davantage de la vie réelle. Également, le déplacement de cibles dynamiques permettrait indirectement une stimulation plus graduelle du champ atteint.

Certaines études avancent l'hypothèse qu'une stimulation bilatérale puisse augmenter le succès d'un entraînement chez une personne hémianopsique<sup>66</sup>. Cette hypothèse mériterait d'être testée, mais malheureusement, l'appareil utilisé ne permet pas une telle stimulation.

Les points amenés précédemment démontrent la nécessité de construire un nouveau protocole d'entraînement, incorporant une stimulation bilatérale et plus graduelle du champ atteint, ainsi qu'une plus grande variabilité des stimuli. Cependant, de telles modifications au protocole nécessiteraient d'importants changements de la structure informatique de l'appareil. Cela est toutefois impossible, car le code informatique n'est pas accessible.

La solution serait alors d'acquérir un nouveau programme informatique, permettant l'entraînement du champ visuel utile et comprenant les caractéristiques désirées. Une nouvelle version du programme UFOV sur CD-ROM fût testée, mais malheureusement, les changements apportés à cette version ne vont pas dans le sens des modifications souhaitées.

Une autre solution envisagée a été de construire un nouveau programme informatique d'entraînement du champ visuel utile. L'élaboration d'un tel programme permettrait d'y intégrer tous les éléments désirés et d'établir un protocole d'entraînement conçu spécialement pour la population hémianopsique. Cependant, un tel projet demanderait des ressources financières et matérielles qui dépassent le cadre du projet actuel.

Pour ces raisons, une nouvelle approche a été envisagée. Un entraînement sur un simulateur de conduite automobile permettrait un entraînement plus varié, se rapprochant davantage de la vie réelle et beaucoup plus intéressant pour le sujet. Également, un simulateur de conduite automobile offre un environnement dynamique, ce qui, comme mentionné précédemment, permettrait indirectement une stimulation plus graduelle du champ atteint. Mais le principal avantage de ce type d'entraînement est qu'il permet d'allier trois différents types d'entraînement. En premier lieu, la route que doit suivre le sujet se trouve au centre de son champ visuel et le sujet doit y effectuer de courtes fixations, tout en restant attentif à ce qui se passe autour: ce genre de situation se compare à un entraînement du champ visuel

utile. En second lieu, des stimulations peuvent apparaître en périphérie (piétons, pancartes routières...), ce qui indirectement entraîne le champ visuel du sujet. Et finalement, le sujet doit constamment parcourir du regard son environnement (rétroviseurs, angle morts...), ce qui constitue un entraînement de l'exploration visuelle.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

La relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez les personnes sans perte de champ visuel semble être reliée à l'âge. En effet, tant au niveau du champ visuel que du champ visuel utile, plus le sujet est âgé, plus la perte augmente. Cela est conforme à ce qui a déjà été démontré dans la littérature, tant au niveau du champ visuel<sup>6</sup> que du champ visuel utile<sup>23</sup>.

La relation entre le champ visuel et le champ visuel utile chez les personnes ayant une perte de champ visuel est notamment observée lors de la tâche la plus simple (détection et localisation d'un stimulus dans un environnement uniforme) du test de champ visuel utile. En effet, au cours de cette tâche, la perte de l'UFOV est très semblable à la perte du champ visuel chez la majorité des sujets hémianopsiques. Des pertes supplémentaires apparaissent lorsque la tâche devient plus complexe, de façon plus fréquente dans l'excentricité la plus éloignée, ce qui correspond à l'effet tunnel. Il existe un lien entre ces pertes supplémentaires et l'âge du sujet, comme il existe un lien entre l'âge et le champ visuel.

Cependant, chez un des sujets testés, les résultats aux tests de champ visuel diffèrent selon que le test soit statique (Humphrey) ou dynamique (Goldman) et ceux au test de l'UFOV diffèrent selon la complexité de l'environnement visuel. Cela laisse donc

entrevoir la possibilité que ce quadrant puisse bénéficier d'un entraînement spécifique, ce qui a été vérifié lors de la deuxième partie de ce mémoire.

L'observation de l'évolution de la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile lors de l'entraînement de l'UFOV chez ce sujet hémianopsique apporte peu d'information sur la relation qui existe entre ces deux concepts. Les changements observés sont minimes, présentent peu de stabilité et diffèrent de région entre le champ visuel et le champ visuel utile, rendant difficile l'établissement d'un lien entre les deux concepts.

D'autre part, bien que l'entraînement du champ visuel utile chez un sujet hémianopsique, tel qu'effectué au cours de cette étude, n'a pas permis d'obtenir des résultats, l'idée d'appliquer un entraînement du champ visuel utile à des sujets hémianopsiques ne doit pas être abandonnée, étant donné que plusieurs facteurs limitent les conclusions de la présente étude. Un nouveau protocole d'entraînement, incorporant une stimulation bilatérale et plus graduelle du champ atteint, ainsi qu'une plus grande variabilité des stimuli pourrait apporter de meilleurs résultats.

Une toute nouvelle approche doit également être envisagée: un entraînement sur un simulateur de conduite automobile permettrait un entraînement plus varié, se rapprochant davantage de la vie réelle et offrant un environnement dynamique. De plus, ce type d'entraînement permettrait d'allier trois différents types d'entraînement: champ visuel utile (stimulations lors de fixations), champ visuel (stimulations en périphérie) et exploration visuelle.

Les observations fournies par cette étude sur la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile rejoignent celles déduites au plan conceptuel. Le champ visuel et l'UFOV sont très proches l'un de l'autre, leurs différences résidant dans les notions d'utilité et de complexité de la tâche. Dans une tâche de champ visuel, l'utilité et la complexité sont maintenues au minimum, ce qui minimise les ressources attentionnelles requises et permet ainsi d'isoler la composante visuelle. À l'opposé, une tâche de champ visuel utile utilise différents niveaux de complexité, nécessitant différents niveaux de ressources attentionnelles, afin d'observer les répercussions d'une demande attentionnelle accrue sur les processus supérieurs permettant l'allocation de ces dites ressources au traitement de l'information appropriée. C'est pour cette raison que la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile est principalement observée lors de la tâche la plus simple (détection et localisation d'un stimulus dans un environnement uniforme) du test de champ visuel utile. Les tests de champ visuel peuvent être vus comme des tâches où la complexité est maintenue à son niveau le plus faible, minimisant ainsi les ressources attentionnelles demandées afin d'isoler la composante strictement visuelle. Cependant, la charge attentionnelle ne peut être réduite complètement et les tests de champ visuel comporte sans doute une composante attentionnelle, si minime soit elle.

En ajoutant les notions d'utilité et de complexité à une composante strictement visuelle, la tâche de champ visuel utile s'approche davantage de la conduite automobile que la tâche de champ visuel, considérant que la conduite automobile constitue une tâche complexe où le niveau d'attention visuelle requis est généralement élevé. Donc, à la lumière de la relation entre les deux concepts décrite dans ce mémoire, il n'est pas étonnant que le champ visuel utile présente des liens plus étroits avec la conduite automobile que le champ visuel<sup>27</sup>.

## RÉFÉRENCES

- <sup>1</sup> Carr D.B. (1997) Motor vehicle crashes and drivers with DAT. *Alzheimer Disease and Associated Disorders* 11(suppl. 1):38-41
- <sup>2</sup> Hodgson C. (1998) Prevalence and disabilities of community-living seniors who report the effects of stroke. *Canadian Medical Association Journal* 159(suppl. 6):S9-S14
- <sup>3</sup> Clarke P., Marshall V., Black S.E., Colantonio A. (2002) Well-being after stroke in Canadian seniors: findings from the Canadian Study of Health and Aging. *Stroke* 33:1016-1021.
- <sup>4</sup> Rudd A., Wolfe C. (2002) Aetiology and pathology of stroke. *Hospital Pharmacist* 9:32-36.
- <sup>5</sup> Heart and Stroke Foundation of Canada (1999) The changing face of heart disease and stroke in Canada. Heart and Stroke Foundation of Canada, Ottawa (Canada). 107 pages.
- <sup>6</sup> Risse, J.F. (1999) Exploration de la fonction visuelle : applications au domaine sensoriel de l'œil normal et en pathologie. Société Française d'Ophtalmologie. Éditions Masson, Paris (Fra) 765 pages.
- <sup>7</sup> Kerkhoff G. (1999) Restorative and compensatory therapy approaches in cerebral blindness – a review *Restorative Neurology and Neuroscience* 15:255-271.



- <sup>8</sup> Gilhotra J.G., Mitchell P., Healey P.R., Cumming R.G., Currie J. (2002) Homonymous visual field defects and stroke in an older population. *Stroke* 33:2417-2420.
- <sup>9</sup> Zihl J. (2000) *Rehabilitation of visual disorders after brain injury*. Collection Neuropsychological rehabilitation : a modular handbook. Psychology press ltd, Taylor & Francis group, East Sussex (G-B). 187 pages.
- <sup>10</sup> Tant M.L.M. (2002) Visual performance in homonymous hemianopia: assessment, training and driving. Département de Psychologie, Université de Groningen (Pays-Bas) 188 pages.
- <sup>11</sup> Pambakian A.L. Kennard C. (1997) Can visual function be restored in patients with homonymous hemianopia ? *British Journal of Ophthalmology* 81:324-338.
- <sup>12</sup> Société de l'Assurance Automobile du Québec (SAAQ) (1999) *Guide de l'évaluation médicale et optométrique des conducteurs au Québec: édition révisée 1999*. SAAQ, Service de l'évaluation médicale. 48 pages.
- <sup>13</sup> Schmidt I.W., Brouwer W.H. et Vanier M. (1994) Closed head injury and driving: an international comparison. Comparison of the procedures for the assessment of fitness to drive in the Netherlands and in Quebec. *Unpublished report*. Department of Neuropsychology, University of Groningen.
- <sup>14</sup> Burg A. (1968) Vision and driving: a summary of research findings. *Highway Research Records* 216:1-12.

- <sup>15</sup> Decina L.E. et Staplin L. (1993) Retrospective evaluation of alternative vision screening criteria for older and younger drivers. *Accident Analysis and Prevention*. 25:267-275.
- <sup>16</sup> Gagnon R., Joly P., Desjardins D., Maag U., Ekoe J.M., Messier S., Gharidian P., Hamet P. et Laberge-Nadeau, C. (1992). Les troubles de la vision et de la conduite d'un véhicule routier: premiers résultats concernant l'impact sur la sécurité routière. *Publication #828, Centre de Recherche sur les transports*. 199pp.
- <sup>17</sup> Gresset J.A. et Meyer F.M. (1994) Risk of accidents among elderly car drivers with visual acuity equal to 6/12 or 6/15 and lack of binocular vision. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 14:33-37.
- <sup>18</sup> Maag U., Joly P., Gagnon R., Desjardins D., Messier S. et Laberge-Nadeau C. (1996). Older drivers with vision problems. *Proceedings of the 40<sup>th</sup> Annual Scientific Meeting of the Association for the Advancement of Automotive Medicine*. 18pp.
- <sup>19</sup> North, R.V. (1986) The relationship between the extent of visual field and driving performance: a review. *Ophthalmic & Physiological Optics* 5(2):205-210.
- <sup>20</sup> Vos et Riemersma, J.B. (1976) On the behaviour in traffic of homonymous hemianopia. *Ophthalmology* 173:427-428.
- <sup>21</sup> Warmink. (1992) Hemianopia is no absolute contra-indication dor driving. *Ergo 92 satellite symposium of the IX Congress of the Societas ophthalmologica Europea*. Bruxelles (23-28 mai 1992).

- <sup>22</sup> Johnson C.A. et Keltner J.L. (1983). Incidence of visual field loss in 20,000 eyes and its relationship to driving performance. *Archives of Ophthalmology* 101:371-375.
- <sup>23</sup> Ball K.K., Beard B.L., Roenker D.L., Miller R.L., et Griggs D.S. (1988) Age and visual search: expanding the useful field of view. *Journal of the Optical Society of America* 5:2210-2219.
- <sup>24</sup> Ball, K.K., Owsley, C., Sloane, M.E., Roenker, D.L., et Bruni, J.R. (1993) Visual attention problems as a predictor of vehicles crashes in older drivers. *Investigative Ophthalmology and Visual Science* 34(11):3110-3123.
- <sup>25</sup> Ball, K.K. et Owsley, C. (1993) The Useful Field of View test: a new technique for evaluating age-related declines in visual function. *Journal of the American Optometric Association* 64(1):71-79.
- <sup>26</sup> Ball, K.K. (1997). Attentional problems and older drivers. *Alzheimer disease and associated disorders* 11(1):42-47
- <sup>27</sup> Ball. K.K., et Owsley, C. (1991) Identifying correlates of accident involvement in the older driver. *Human Factors* 33(5):583-595.
- <sup>28</sup> Ball, K.K. et Rebok G. (1994) Evaluating the driving ability of older adults. *The Journal of Applied Gerontology* 13:20-38
- <sup>29</sup> Owsley, C., Ball K., McGwin G.Jr., Sloane M.E., Roentker D.L., White M. et Overley T. (1998) Visual processing impairment and risk of motor vehicle crashe among older adults. *Journal of the American Medical Association* 279(14):1083-1088.

- <sup>30</sup> Owsley C., Ball K., Sloane M.E., Roenker D.L., Bruni J.R. (1991) Visual/cognitive correlates of vehicle accidents in older drivers. *Psychology and Aging* 6:403-415.
- <sup>31</sup> Williams, L.J. (1988). Tunnel vision or general interference ? Cognitive load and attentional bias are both important. *American Journal of Psychology* 101(2):171-191.
- <sup>32</sup> Marottoli R.A., Richardson E.D., Stowe M.H., Miller E.G., Brass L.M., Cooney L.M.jr. et Tinetti, M.E. (1998) Development of a test battery to identify older drivers at risk for self-reported adverse driving events. *Journal of the American Geriatric Society*. 46(5):562-568
- <sup>33</sup> Holland C.A. et Rabbit P.M. (1994) The problems of being an older driver: Comparing the perceptions of an expert group and older drivers. *Applied Ergonomics* 25(1):17-27.
- <sup>34</sup> Brouwer W.H. et Ponds R.W.H.M. (1994) Driving competence in older persons. *Disability and Rehabilitation* 16:149-162.
- <sup>35</sup> Joly P. et Brouwer W.H. (1998) Troubles Visuels ou Attentionnels des Conducteurs Âgés, Habitudes de Conduite et Risque d'Accident. *Centre de Recherche sur les transports, Université de Montréal. Rapport nr. CRT-98-03* 35 pp.
- <sup>36</sup> Vanier M., Lazure P., Trempe C., Gresset J., Roy M., Gélinas I., Brouwer W., Ptito M., Boghen D. (2002) Impact des déficits du champ visuel et des troubles de l'attention sur la performance des conducteurs et les processus

d'adaptation comportementale: rapport final, période 2000-2002. CRIR, site Institut de Réadaptation de Montréal, Montréal(Qc), 177 pages.

- <sup>37</sup> Pelli D.G., Robson J.G., Wilkins A.J. (1988) The design of a new letter chart for measuring contrast sensitivity. *Clin. Vision* **2**, 187-199.
- <sup>38</sup> Gauthier L, Dehaut, Joannette Y. (1989). The Bells Test: A quantitative and qualitative test for visual neglect. *International Journal of Clinical Neuropsychology*, 11:49-54.
- <sup>39</sup> Schenkenberg T, Bradford DC. (1980). Line bisection and unilateral visual neglect in patients with neurologic impairment. *Neurology*, **30** :509-17.
- <sup>40</sup> Weintraub S & Mesulam M. (1988). Visual hemispatial inattention: stimulus parameters and exploratory strategies. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, **51**, 1481-88.
- <sup>41</sup> Gainotti G, D'Erme P, Monteleone D, & Silveri MC.(1986). Mechanisms of unilateral spatial neglect in relation to laterality of cerebral lesions. *Brain*, **109**, 599-612.
- <sup>42</sup> Bailey M.J., Riddoch M.J., Crome P. (2000) Evaluation of a test battery for hemineglect in elderly stroke patients for use by therapists in clinical practice *Neurorehabilitation* **14**:139-150.
- <sup>43</sup> Bailey M.J., Riddoch M.J. (2000) Hemineglect. Part I, the nature of hemineglect and its clinical assessment in stroke patients: an overview *Physical Therapy Reviews* **4**:67-75.
- <sup>44</sup> Christensen AL. (1990). *Luria's Neuropsychological Investigation* . Copenhagen: Munksgaard.

- <sup>45</sup> Lundberg C, Johansson K, Ball K, Bjerre B, Braekhus A, Brouwer WH *et al.* (1997). Dementia and driving – an attempt at consensus. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*. 11(1):28-37.
- <sup>46</sup> Haley, M.J. (1987) The field analyzer primer Allergan Humphrey, Caifornie (É-U) 167p.
- <sup>47</sup> A.M.A. Committee on Medical Rating of Physical Impairment. Guide to the evaluation of permanent impairment; the visual system. J.A.M.A. 168: 475 - 485, 1958 (Sept. 27).
- <sup>48</sup> Esterman, B. (1968) Grid for scoring visual fields. II- Perimeter *Archives of Ophtalmology* 79:400-406.
- <sup>49</sup> Withaar F.K. (2000) Divided attention and driving: the effects of aging and brain injury. Université de Groningen, Groeningen (Pays-Bas). 228pp.
- <sup>50</sup> Visual Resources Inc. (1993) UFOV: Visual Attention Analyzer, Model 3000. 23pp.
- <sup>51</sup> Pelli D.G., Robson J.G., Wilkins A.J. (1988) The design of a new letter chart for measuring contrast sensitivity. *Clin. Vision* 2, 187-199.
- <sup>52</sup> Brouwer W.H. et Withaar F.K. (1997) Fitness to drive after traumatic brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation*, 7:177-193.
- <sup>53</sup> Tant, M.L.M., Brouwer, W.H., Kooijman, A.C., Cornelissen, F.W. (2002) Quadrantopia can shift to hemianopia with shift of task-demands. In A.G.G. et Al. editeurs. *Vision in vehicles VIII*. Amsterdam: Elsevier Sciences.

- <sup>54</sup> Van Der Wildt G.J. et Bergsma D.P. (1997) Visual field enlargement by neuropsychological training of a hemianopsia patient. *Documenta Ophthalmologica* 93(4):277-292.
- <sup>55</sup> Julkunen L., Tenovuo O., Jääkeläinen S., Hämäläinen H. (2003) Rehabilitation of chronic post-stroke visual field defect with computer-assisted training: a clinical and neurophysiological study *Restorative Neurology and Neuroscience* 21:19-28.
- <sup>56</sup> Kasten E., Wuest S., Behrens-Bamann W., Sabel B.A. (1998) Computer-based training for the treatment of partial blindness *Nature Medecine* 4:1083-1087.
- <sup>57</sup> Kasten E., Müller-Oehring E., Sabel S.A. (2001) Stability of visual field enlargements following computer-based restitution training *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 23:297-305.
- <sup>58</sup> Zihl J, Von Cramon D. Restitution of visual function in patients with cerebral blindness. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1979;**42**:312-322
- <sup>59</sup> Zihl J. Recovery of visual functions in patients with cerebral blindness. Effect of specific practice with saccadic localisation. *Exp Brain Res* 1981;**44**:159-169
- <sup>60</sup> Zihl J, Von Cramon D. Visual field recovery from scotoma in patients with postgeniculate damage. A review of 55 cases. *Brain* 1985;**108**:335-365
- <sup>61</sup> Bach-Y-Rita P. Controlling variables eliminates hemianopia rehabilitation results. *Behav Brain Sci* 1983;**6**:448.
- <sup>62</sup> Balliet R, Blood KMT, Bach-Y-Rita P. Visual field rehabilitation in the cortically blind? *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1985;**48**:1113-1124

- <sup>63</sup> Mazer B., Sofer S., Korner-Bitensky N. et Gelinas I., Hanley J. Wood-Dauphinee S. (2003) Effectiveness of a visual attention retraining program on the driving performance of clients with stroke. *Archives of Physical Medical Rehabilitation* 84:541-550.
- <sup>64</sup> Robert, M. (1998) Plans de recherche unique dans *Fondements et étapes de la recherche scientifique* Edisem p191-229.
- <sup>65</sup> Hershberger S.L., Wallace D.D., Green S.B. et Marquis J.G. (1999) Meta-analysis of single-case design. dans *Statistical Strategies for Small Sample Research* Hoyle R. éditeur, Sage publications p109-134.
- <sup>66</sup> Tomaiuolo, F., Ptito, M., Marzi, C.A., Paus T. et Ptito A. (1997) Blindsight in hemispherectomized patients as revealed by spatial summation across the vertical meridian *Brain* 120:795-803.
- <sup>67</sup> Camparini M., Cassinari P., Ferrigno L., Macaluso C.. (2001) ETDRS-fast: implementing psychophysical adaptive methods to standardized visual acuity measurement with ETDRS charts. *Investigative Ophthalmology and Vision Science*. 42:1226-31.
- <sup>68</sup> Elliott D.B., Sanderson K., Conkey A. (1990) The reliability of the Pelli-Robson contrast sensitivity chart. *Ophthalmic & Physiological Optics* 10 :21-24.
- <sup>69</sup> Plummer P., Morris M.E., Dunai J. (2003) Assessment of unilateral neglect. *Physical Therapy* 83:732-740.
- <sup>70</sup> Kinsella G., Packer S., Ng K. (1995) Continuing issues in the assessment of neglect. *Neuropsychological Rehabilitation*. 5:239-258.



- <sup>71</sup> Marsh N.V., Kersel D.A. (1993) Screening tests for visual neglect following stroke. *Neuropsychological Rehabilitation*. 1993;3:245–257.
- <sup>72</sup> Ferber S., Karnath H.S. (2001) How to Assess Spatial Neglect - Line Bisection or Cancellation Tasks? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 23 :599-607
- <sup>73</sup> Efron R., Yund E.W., Nichols D.R. (1987). Scanning the visual fields without eye movements-a sex difference. *Neuropsychologia* 25:637-644.

## **ANNEXE I : DESCRIPTION DES TESTS UTILISÉS POUR LA SÉLECTION DES SUJETS**

### **TESTS OPTOMÉTRIQUES**

#### **ACUITÉ VISUELLE**

La mesure de l'acuité visuelle (après réfraction) a été mesurée avec l'échelle ETDRS. Cette échelle comprend 14 rangées de cinq lettres, de taille de plus en plus petite. L'acuité est déterminée en fonction du nombre de lettres pouvant être lues. Le résultat est présenté sous la forme d'une fraction Snellen, soit la forme  $6/x$ . Cela signifie que la plus petite taille de lettre pouvant être lue par le sujet à 6m correspond à la plus petite taille de lettre pouvant être lue par une personne normale à  $x$  m. Par exemple, une personne ayant obtenu un résultat de 6/12 peut lire la même taille de lettres à 6m qu'une personne normale peut lire à 12m. La fidélité test-retest de cette échelle a été démontrée, une étude récente obtenant un coefficient intra-classe de 0.94 en conditions standard de test<sup>67</sup>.

#### **SENSIBILITÉ AU CONTRASTE**

La sensibilité au contraste a été évaluée avec l'échelle de Pelli-Robson<sup>37</sup>, dans le but de vérifier si les sujets respectaient les critères d'inclusion. Ce test consiste à lire sur

une grande charte une série de 48 lettres, disposées en 8 rangées de 6 lettres. Le contraste des lettres diminue à chaque groupe de trois lettres. Le premier triplet apparaît avec un contraste d'environ 96%. Le contraste diminue ensuite graduellement de triplet en triplet, jusqu'au dernier groupe de trois lettres, qui représente un contraste de 1%. Chaque triplet de lettres varie du précédent par environ 0.15 unités logarithmiques. Le résultat correspond au nombre de lettres lues. La fidélité test-retest de l'échelle Pelli-Robson est très élevée (+/- 1 lettre lue)<sup>68</sup>.

## **TESTS D'EXPLORATION VISUELLE OU NÉCESSITANT UNE EXPLORATION VISUELLE**

Également, trois tests d'exploration visuelle ou nécessitant une exploration visuelle ont été analysés. Un premier, le test des cloches de Gauthier et *al.*<sup>37</sup>, permet de détecter la négligence d'une partie de l'environnement visuel. Le sujet doit encercler tous les exemplaires d'un type de stimulus (des cloches) parmi d'autres stimuli familiers: scie, arbre, auto, etc... (figure 40, page xxv). La stratégie d'exploration utilisée ainsi que le nombre et la localisation des stimuli omis sont les mesures prises. Le deuxième test est appelé le test de bissection de lignes de Schenkenberg<sup>38</sup>. Il y est demandé au sujet de dessiner un trait vertical au milieu de lignes horizontales disposées dans les parties gauche, centrale et droite d'une feuille placée devant lui. Les mesures prises sont tout d'abord l'écart, vers la droite ou la gauche de la feuille, entre le trait du sujet et le centre des lignes, ainsi que le nombre de lignes omises de

chaque côté. Le troisième, le Mesulam *Structured Shape Cancellation Test*<sup>39</sup>, ressemble quelque peu au test des cloches mais avec des stimuli abstraits au lieu de familiers.

Un autre test est une version modifiée du test des figures superposées (*Overlapping Figure Test*)<sup>40</sup>. Les stimuli à reconnaître sont présentés à gauche et à droite d'une figure centrale, mais de façon à s'entremêler avec cette dernière (figure 41, page xxvi). L'ordre dans lequel les stimuli sont reconnus ainsi que les omissions sont les mesures prises.

Au niveau des propriétés métrologiques de ces tests, peu d'études se sont penchées sur ce sujet<sup>69</sup>. Le test de bissection de lignes aurait une bonne validité de construit<sup>70</sup>, mais une fidélité test-retest modérée<sup>71</sup> ( $R^2 = 0.41$  ;  $p < 0.001$  ;  $n = 40$ ). De plus, il serait de façon générale moins sensible que les tests de type « cancellation task » pour la détection de l'héminégligence<sup>72</sup>.

FIGURE 40: Tests d'exploration visuelle ou nécessitant une exploration visuelle utilisés pour la sélection des sujets

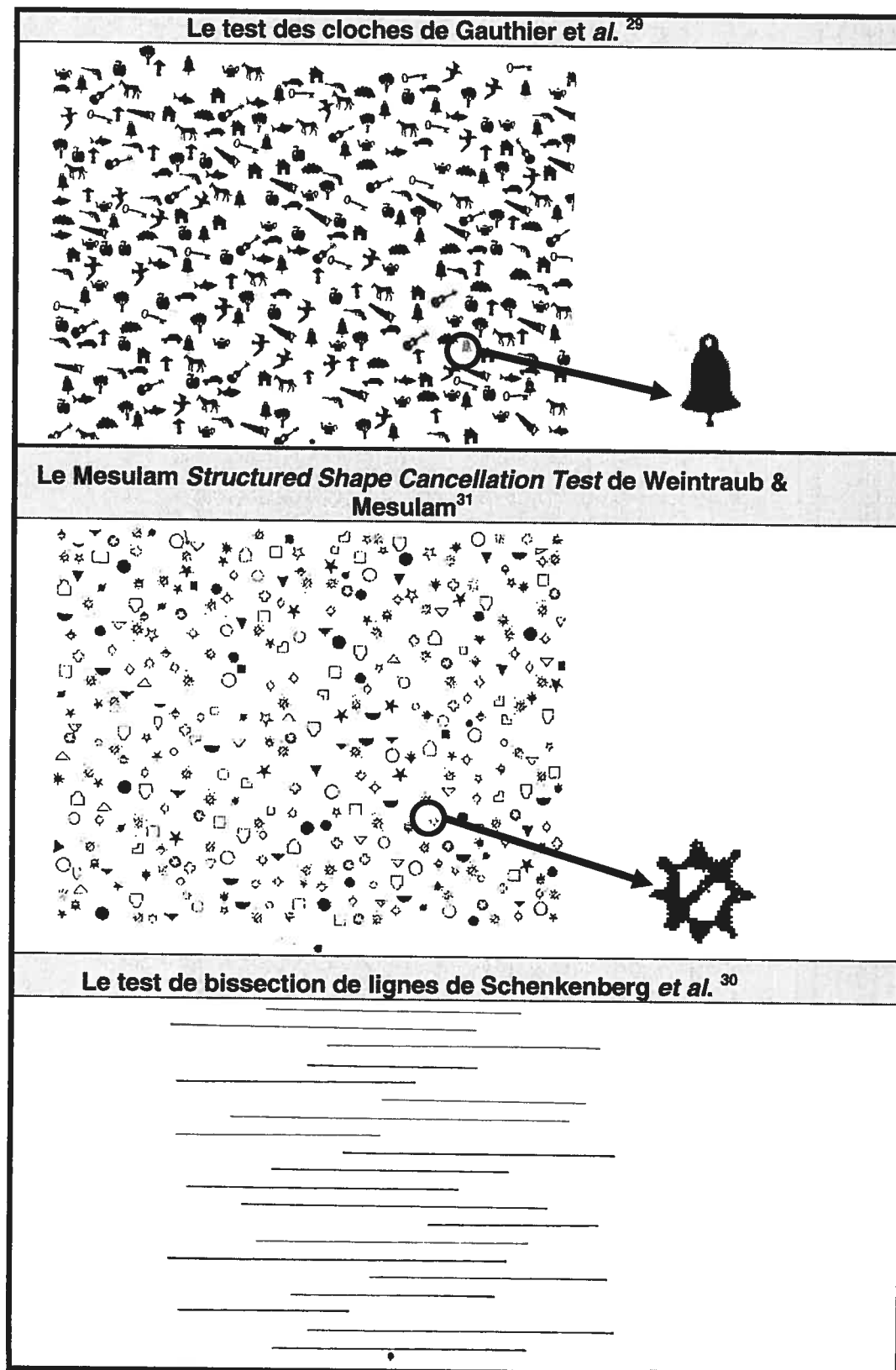
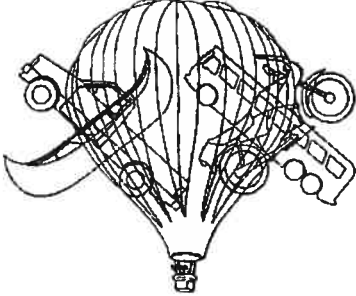
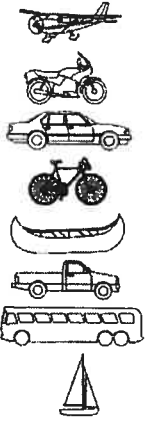


FIGURE 41: Version modifiée du test des figures superposées (*Overlapping Figure Test*)<sup>32</sup>

Figure-test	Stimuli à rechercher
 <p>A complex line drawing of a hot air balloon. The balloon's envelope is a simple sphere with vertical lines. The basket and ropes are formed by overlapping outlines of various objects: a car, a motorcycle, a bicycle, a boat, and a truck. A small dot is located below the basket.</p>	 <p>A vertical list of seven simple line drawings: an airplane, a motorcycle, a car, a bicycle, a boat, a truck, and a sailboat.</p>

## AUTRES TESTS DE SÉLECTION

### LURIA'S NEUROPSYCHOLOGICAL INVESTIGATION<sup>44</sup>

La version utilisée ici a été traduite et adaptée par Marie Vanier (1998). Deux sections ont été retenues, soit celles de la perception visuelle et celle de l'orientation dans l'espace. La première section comporte des tâches d'identification d'objets familiers (trois) et d'objets moins familiers (trois). Le sujet doit également identifier cinq images indistinctes d'objet et deux photos de silhouette. Il doit ensuite retrouver des figures sur un échiquier (test des figures intriquées) et compléter trois figures incomplètes (test de Raven). Dans la deuxième section, le sujet doit d'abord effectuer certains gestes, soit en imitant l'évaluateur, soit en suivant une commande verbale. L'évaluation se poursuit par des tests de reproduction de lignes ou de dessin. Elle est complétée par un test de reconnaissance de l'heure sur des cadrans sans chiffres et un autre où le sujet doit placer les aiguilles conformément à l'heure demandée.

### MINI-MENTAL STATE EXAMINATION (MMSE)<sup>45</sup>

Le MMSE est l'un des tests les plus utilisés pour l'évaluation du statut mental. Il est composé de 30 items, valant chacun un point, pour un score maximal de 30. Cinq domaines du statut mental sont testés brièvement, soit l'orientation, l'attention, la mémoire à court et à moyen terme, le langage, ainsi que la capacité de suivre des consignes verbales simples.

## ANNEXE II : CARACTÉRISTIQUES SOCIO-DÉMOGRAPHIQUES ET D'OPTOMÉTRIE CLINIQUE

Tableau XIX: Caractéristiques socio-démographiques et d'optométrie clinique des deux groupes de sujets

	Sujets sains (n = 33)		Sujets avec déficit (n = 18)		Différence
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	
	Âge (années)	56,0	12,8	54,0	
Sexe <sup>a</sup>	1,61	0,50	1,56	0,51	n.s. (p = 0,73)
Expérience de conduite (années)	32,6	13,6	29,3	13,1	n.s. (p = 0,40)
Expérience de conduite (milliers de km)	655	709	597	405	n.s. (p = 0,75)
Acuité visuelle <sup>b</sup> – meilleur œil	1,05	0,16	1,01	0,12	n.s. (p = 0,75)
Acuité visuelle <sup>b</sup> – autre œil	0,98	0,18	0,94	0,17	n.s. (p = 0,42)
Sensibilité au contraste <sup>c</sup> – meilleur œil	34,6	2,7	34,5	2,3	n.s. (p = 0,86)
Sensibilité au contraste <sup>c</sup> – autre œil	33,3	3,3	33,4	2,5	n.s. (p = 0,95)

n.s. non significative

<sup>a</sup> 1 = femme; 2 = homme

<sup>b</sup> Les fractions Snellen ont été traduites en décimales afin de faciliter le calcul

<sup>c</sup> nombre de lettres correctement identifiées



### **ANNEXE III: SUPERPOSITION DU CHAMP VISUEL ET DU CHAMP VISUEL UTILE CHEZ LES SUJETS NORMAUX**

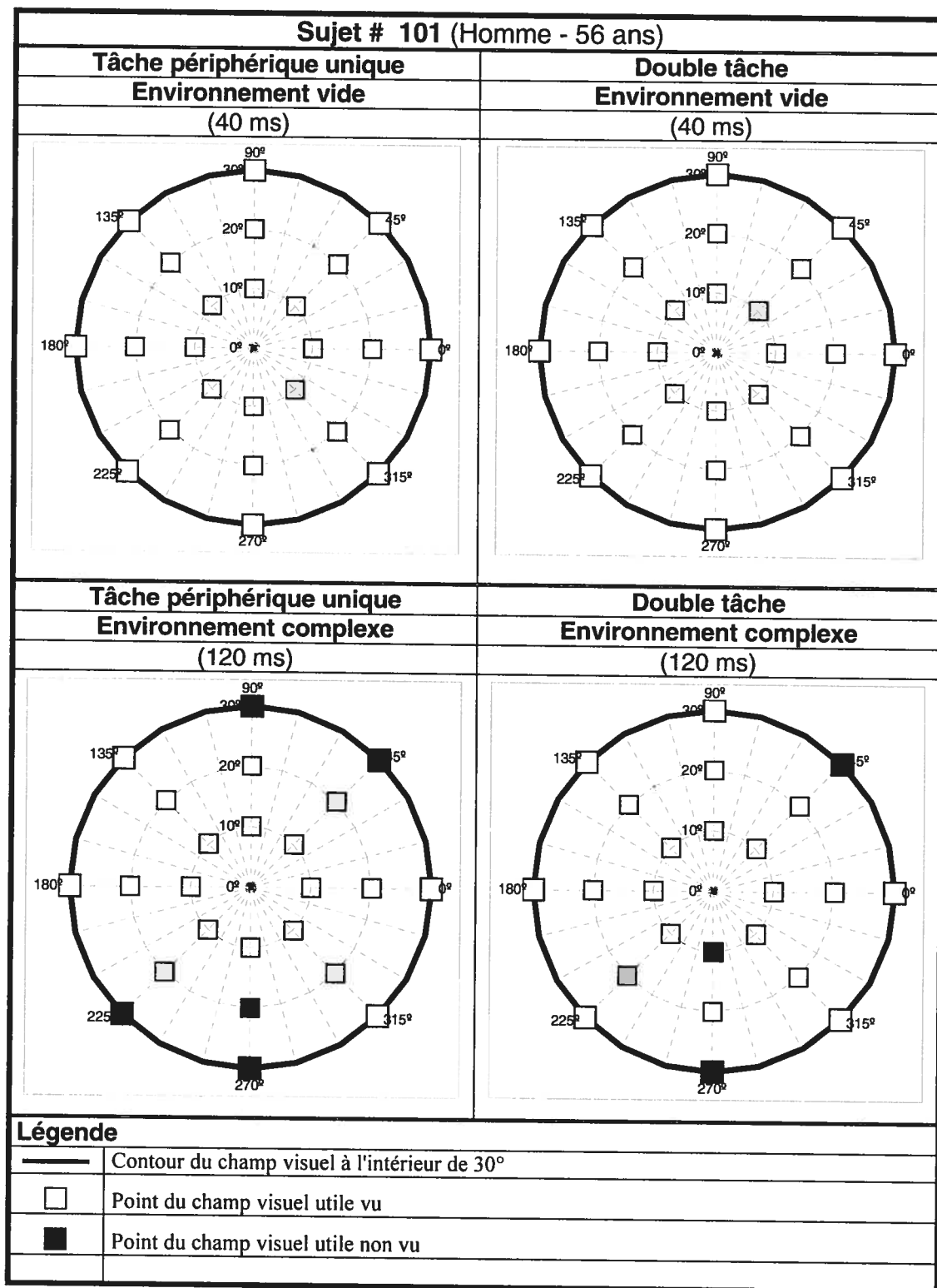
Afin de faciliter l'établissement de la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile, le champ visuel à l'intérieur d'un rayon de 30° et le champ visuel utile de chacun des sujets sains ont été superposés. La figure 42 (pages xxxi-lxiii) présente les résultats de ces superpositions.

Les résultats de champ visuel utilisés lors des figures qui suivent ont été limités à un rayon de 30° autour du point de fixation, soit la région testée par le champ visuel utile. Un champ visuel binoculaire a été construit à partir des données des deux champs visuels monoculaires du test de Goldman. Pour chacun des 24 rayons inclus dans le test, le meilleur résultat, soit de l'œil gauche ou de l'œil droit, jusqu'à un maximum de 30° a été conservé. Par conséquent, les champs visuels illustrés dans les pages qui suivent se limitent à un rayon de 30°, même si les résultats obtenus peuvent dépasser cette excentricité. Ainsi, lorsque le contour d'un champ visuel se situe à 30° d'excentricité sur le graphique, cela signifie que le champ visuel, sur ce rayon, atteint 30° ou plus.

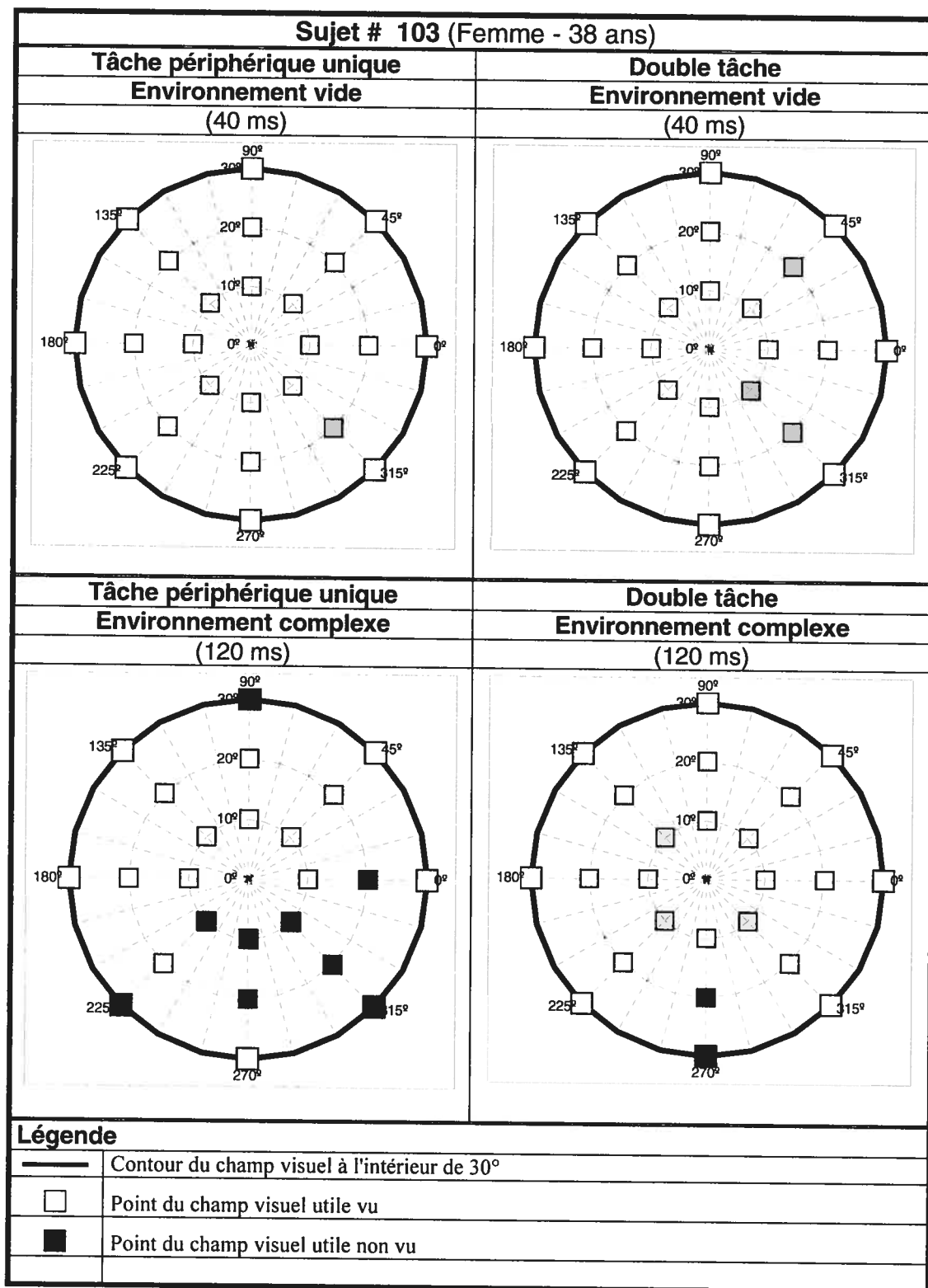
Également, pour les blocs du test d'UFOV où plusieurs vitesses ont été testées, une seule vitesse est représentée ici. Pour une même tâche, les résultats varient peu en fonction du temps de présentation; il serait donc redondant de présenter chacune des vitesses utilisées. Puisque cette section a pour but, entre autres de faciliter la

comparaison entre les sujets, le choix des vitesses de présentation s'est fait selon la condition de test commune au plus grand nombre de sujets. Lorsque plus d'un temps de présentation était commun à tous les sujets, la vitesse la plus rapide (i.e., le temps de présentation le plus bas) a été choisie. Le choix de la vitesse la plus rapide se justifie alors par le fait qu'il s'agit de la condition se rapprochant le plus de la conduite automobile, où les stimulations visuelles sont souvent très rapides. Ainsi, pour les sujets sains (sans déficit de champ visuel), la tâche périphérique unique, ainsi que la double tâche en environnement vide sont présentées à 40 ms. Pour la tâche périphérique unique, ainsi que la double tâche en environnement visuel complexe, les résultats à des temps de présentation de 120 ms sont présentés.

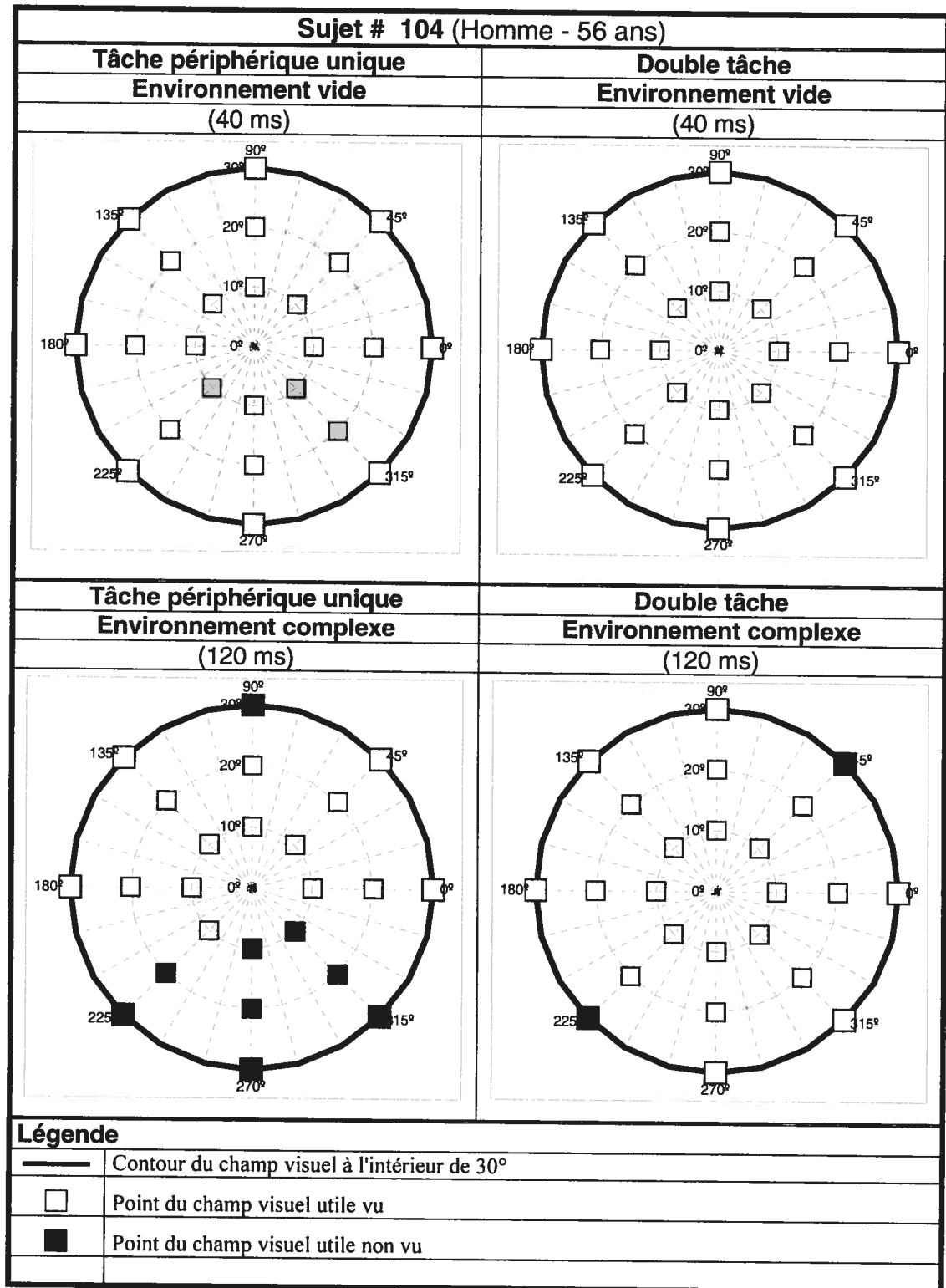
FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux



**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)



**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)



**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

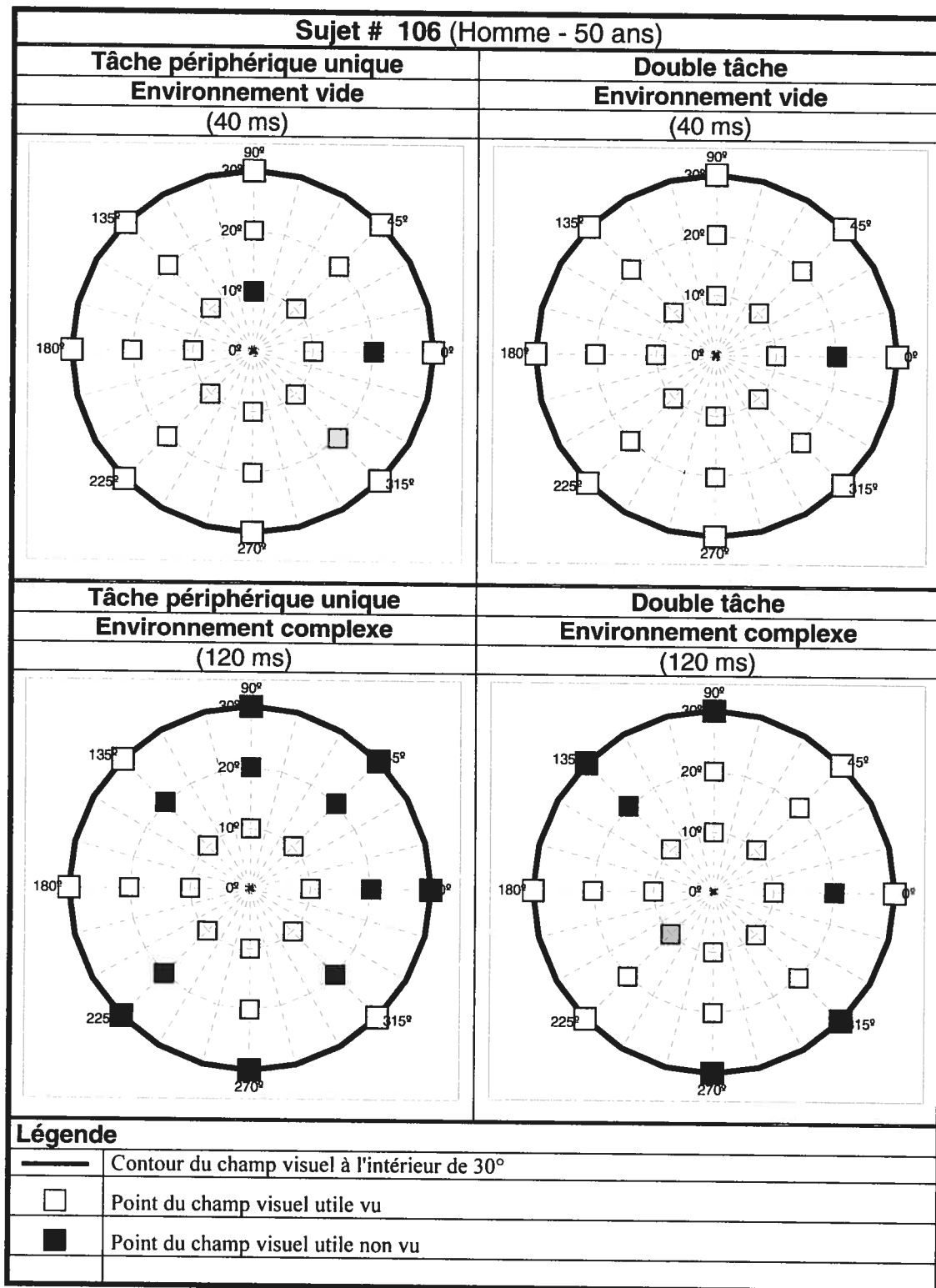


FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

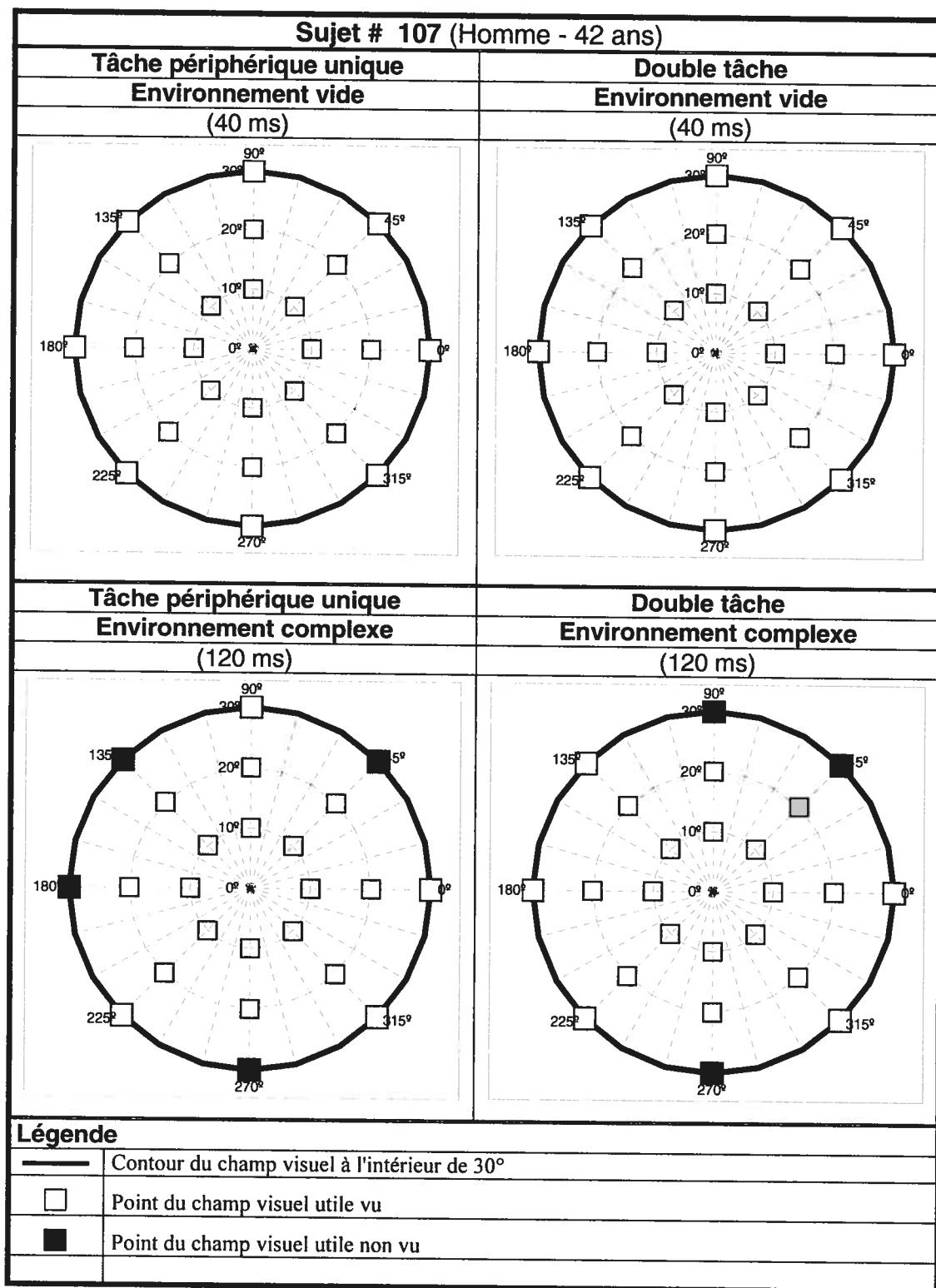


FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

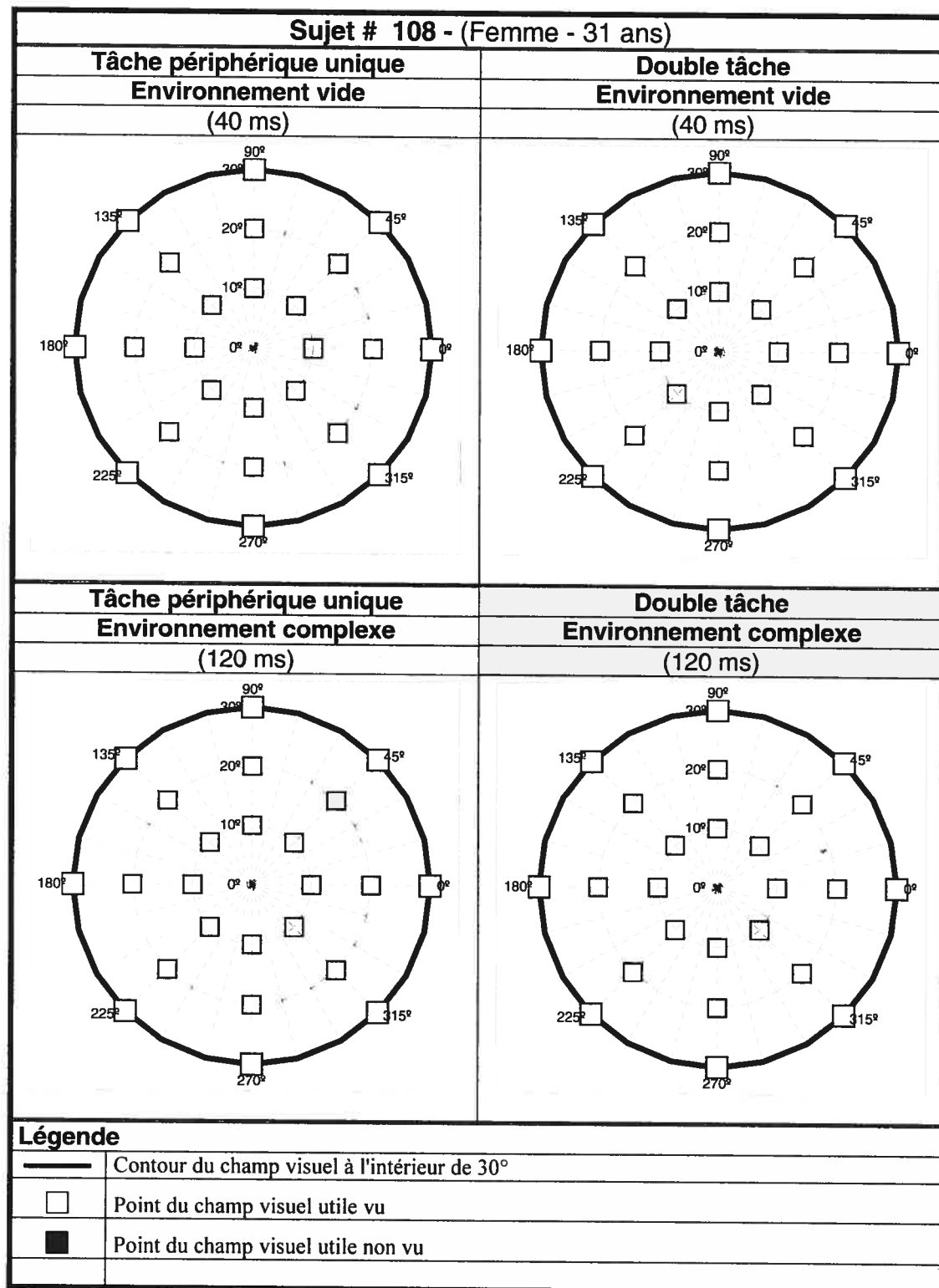
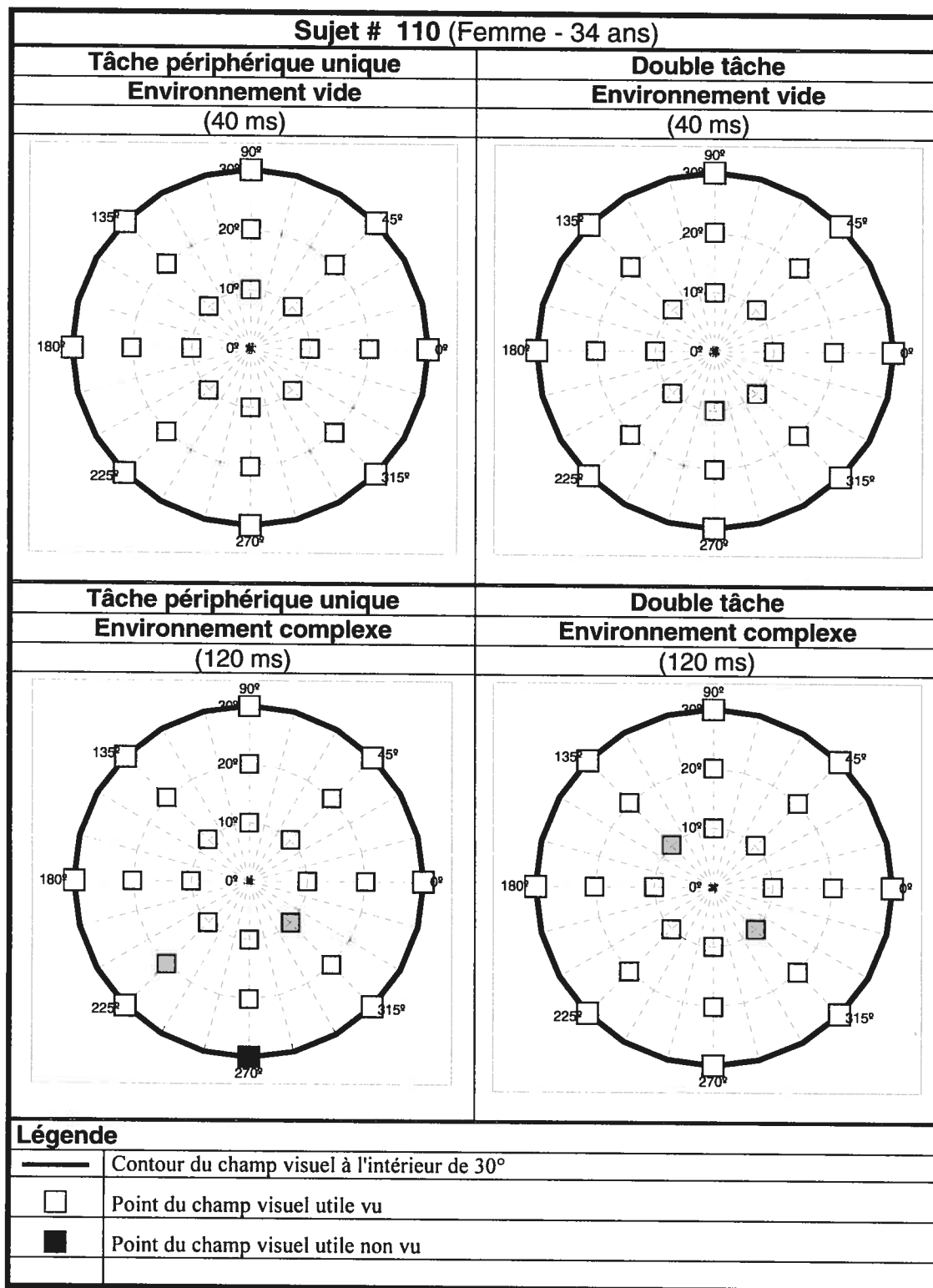




FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)



**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

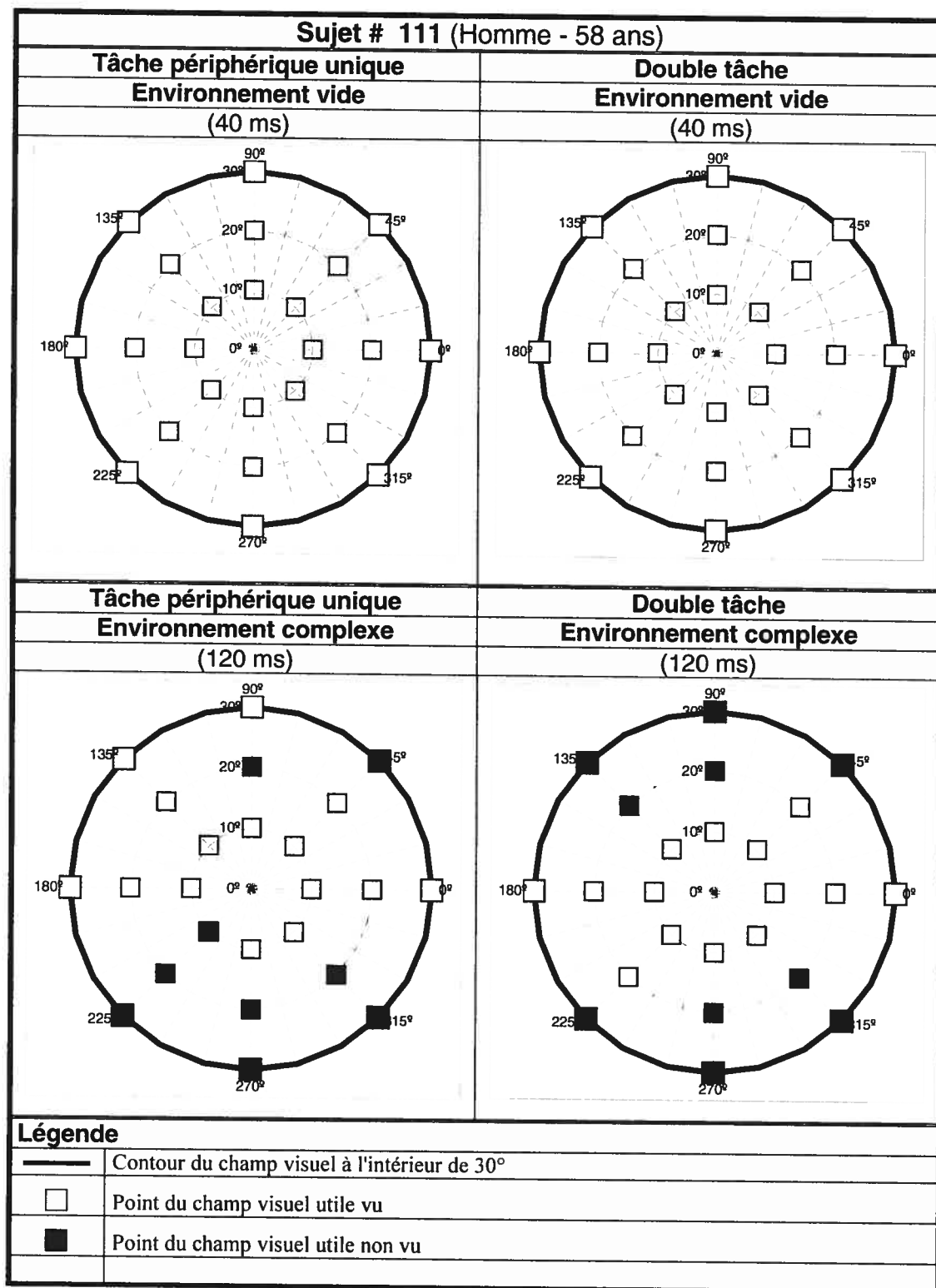


FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

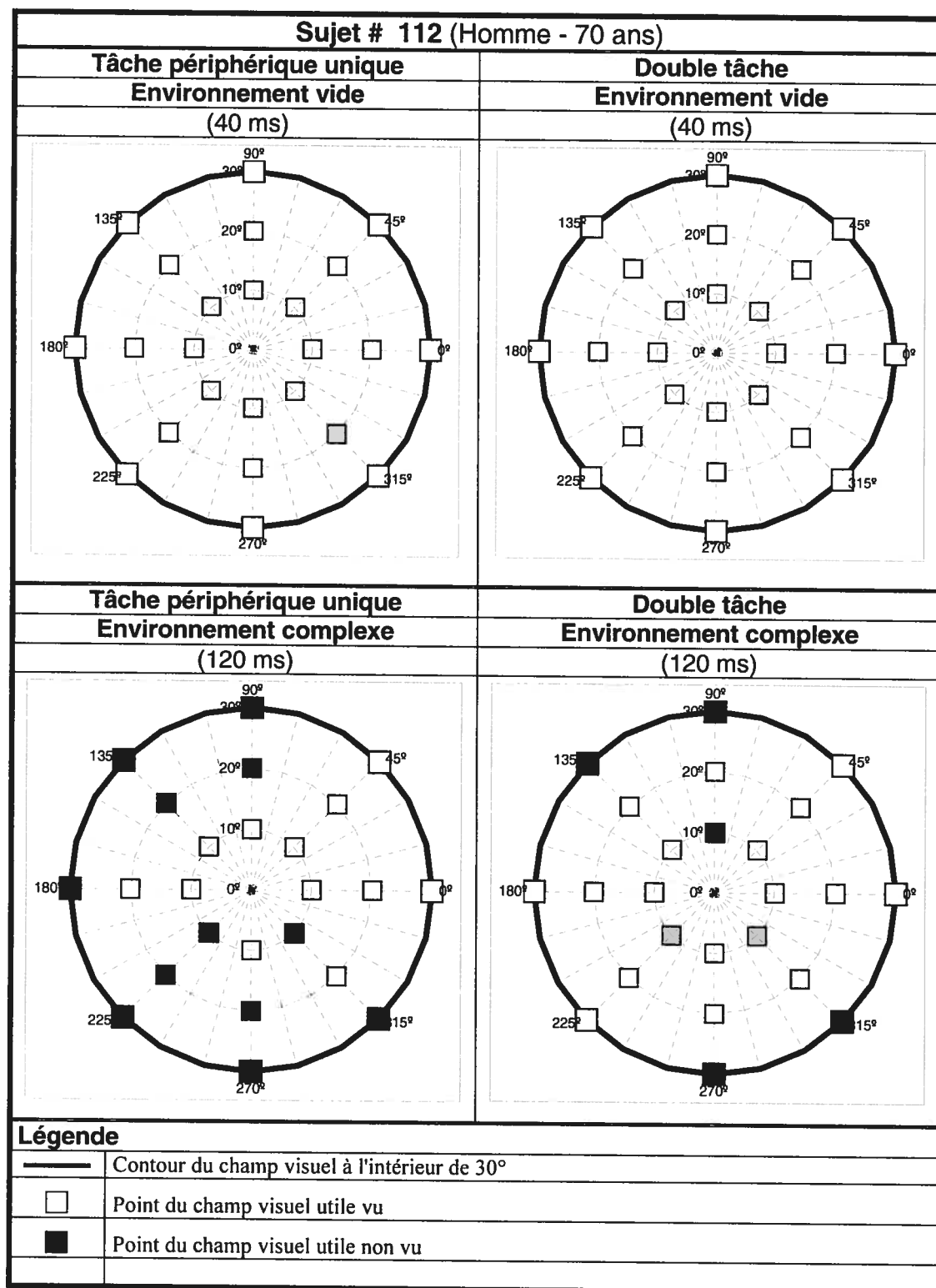
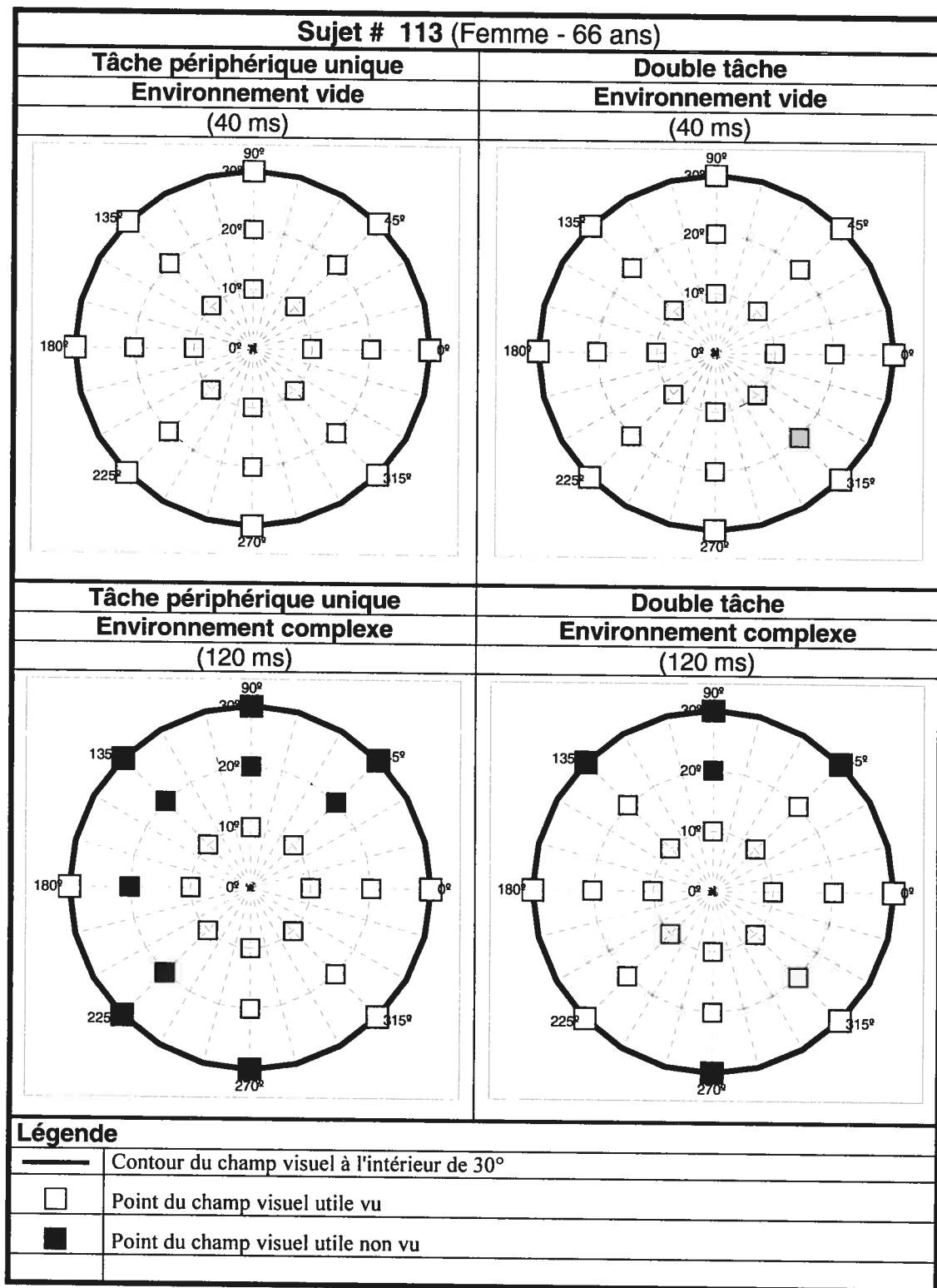


FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)



**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

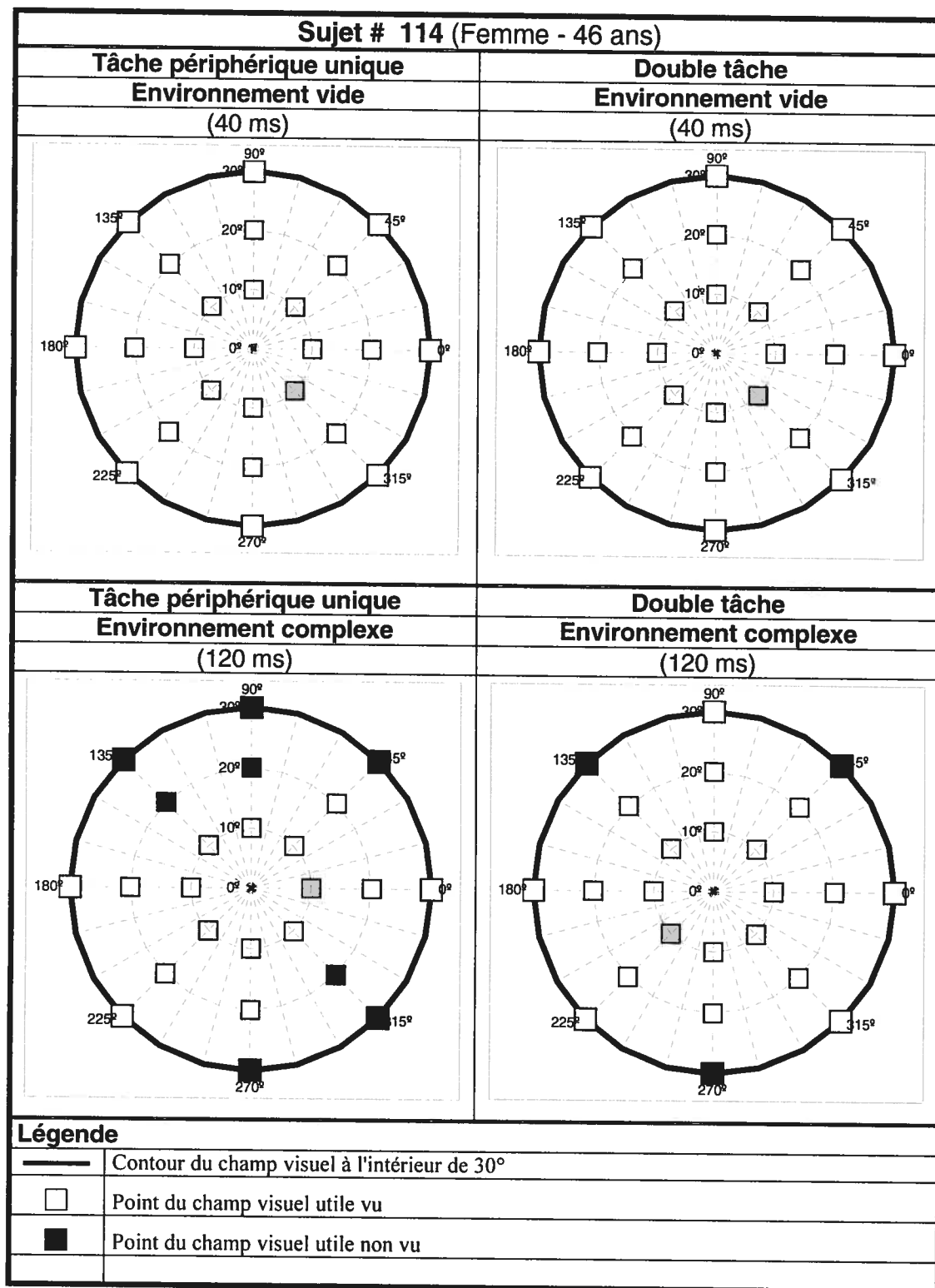
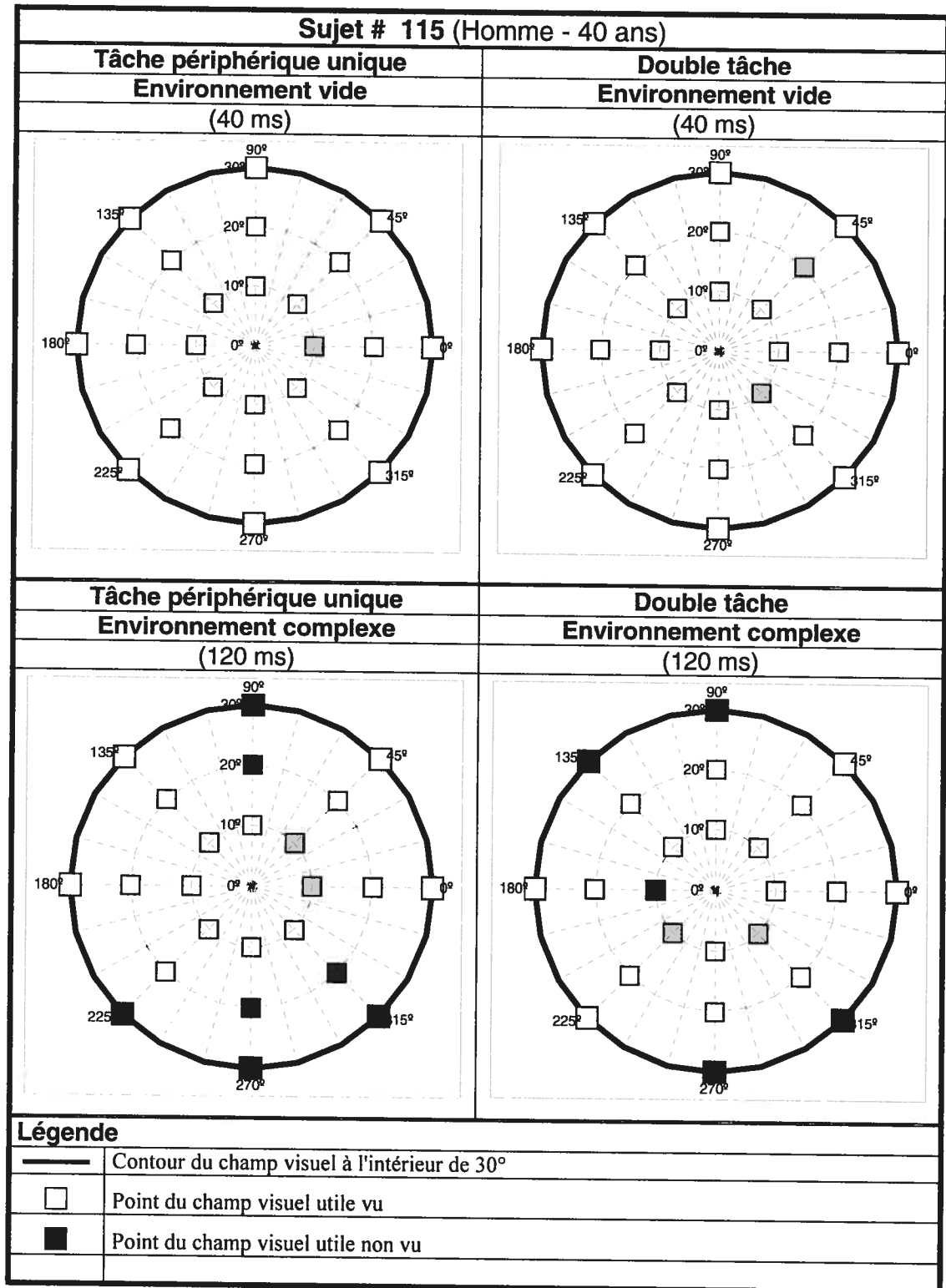


FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)



**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

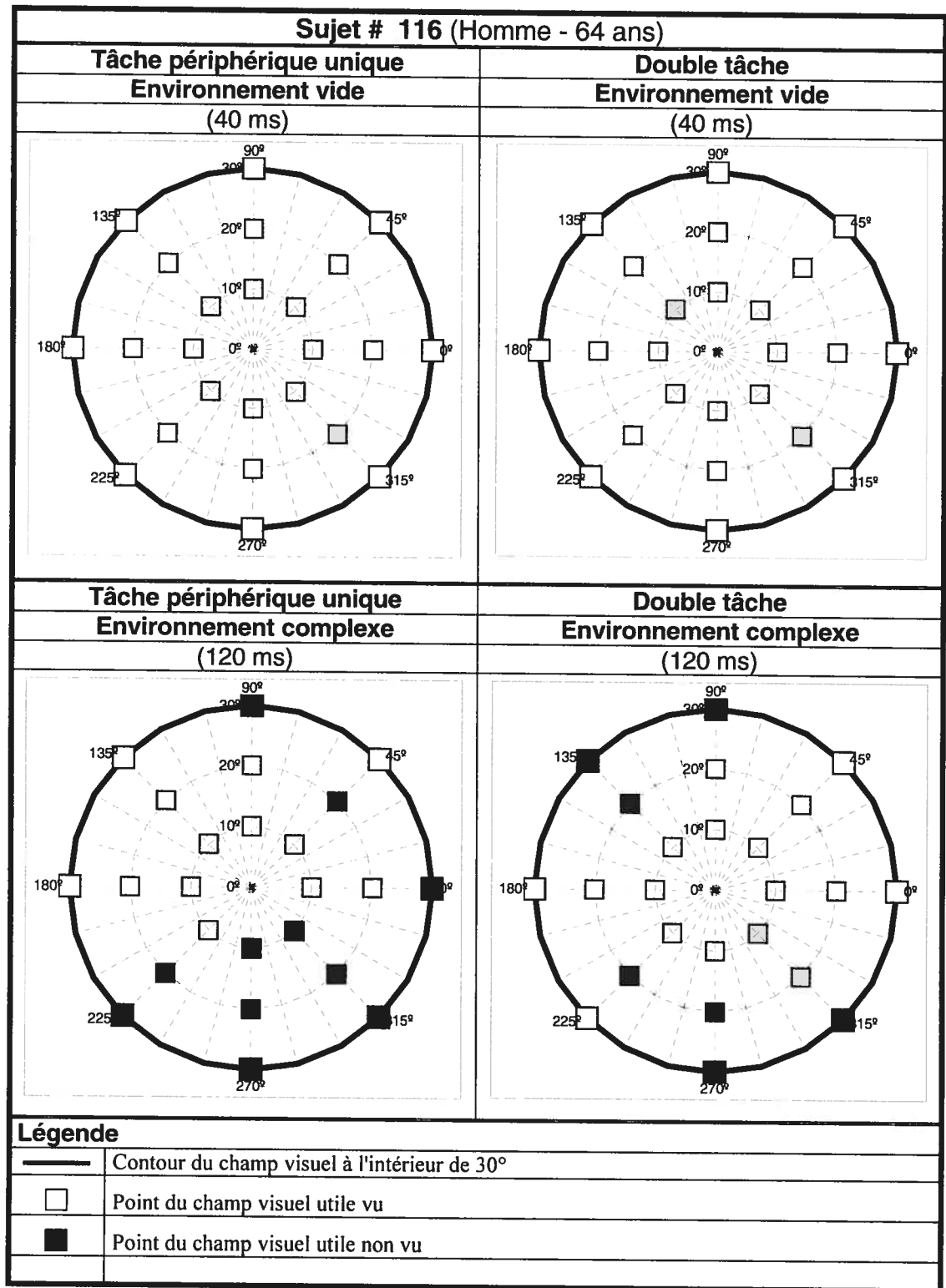
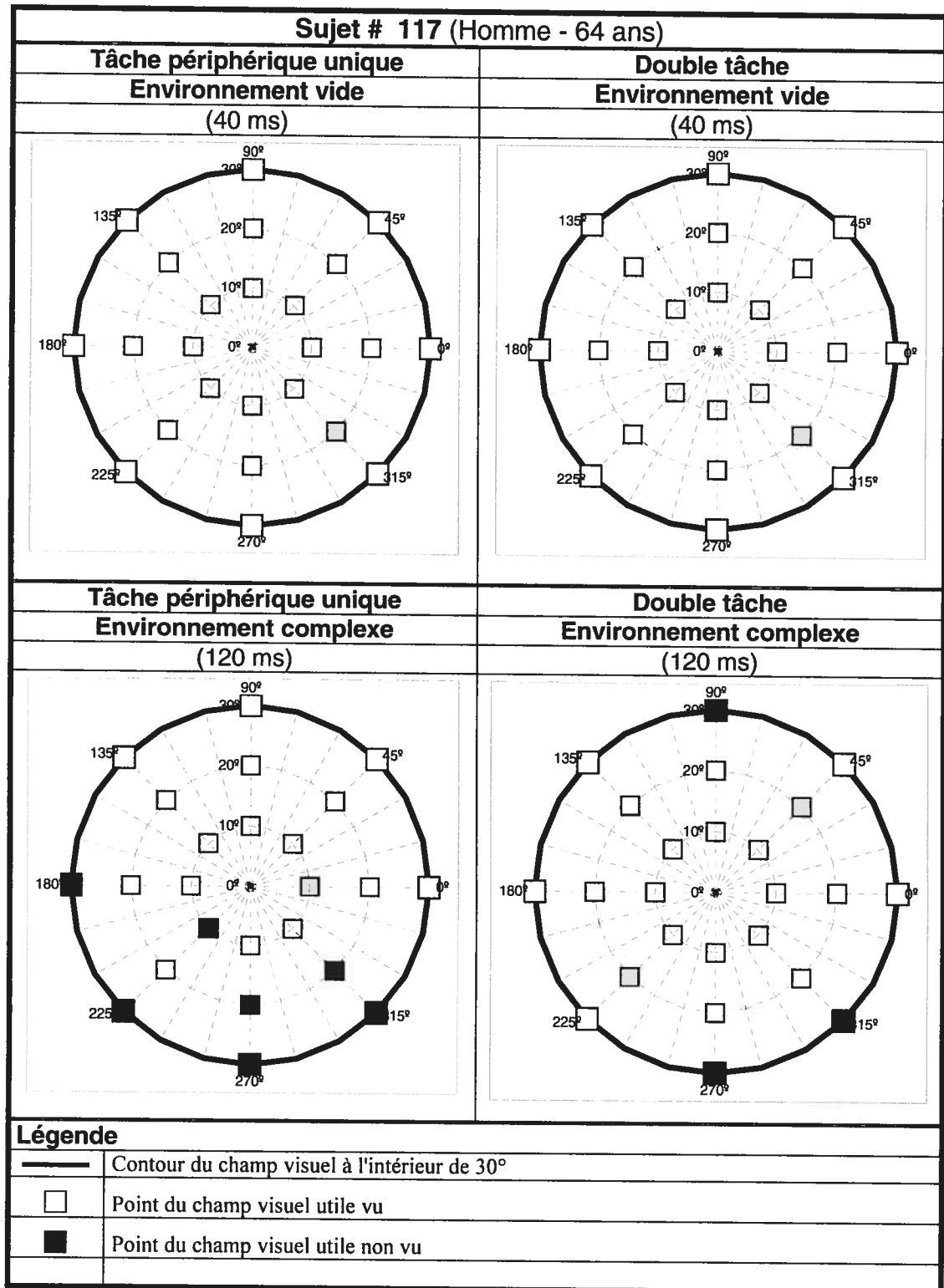
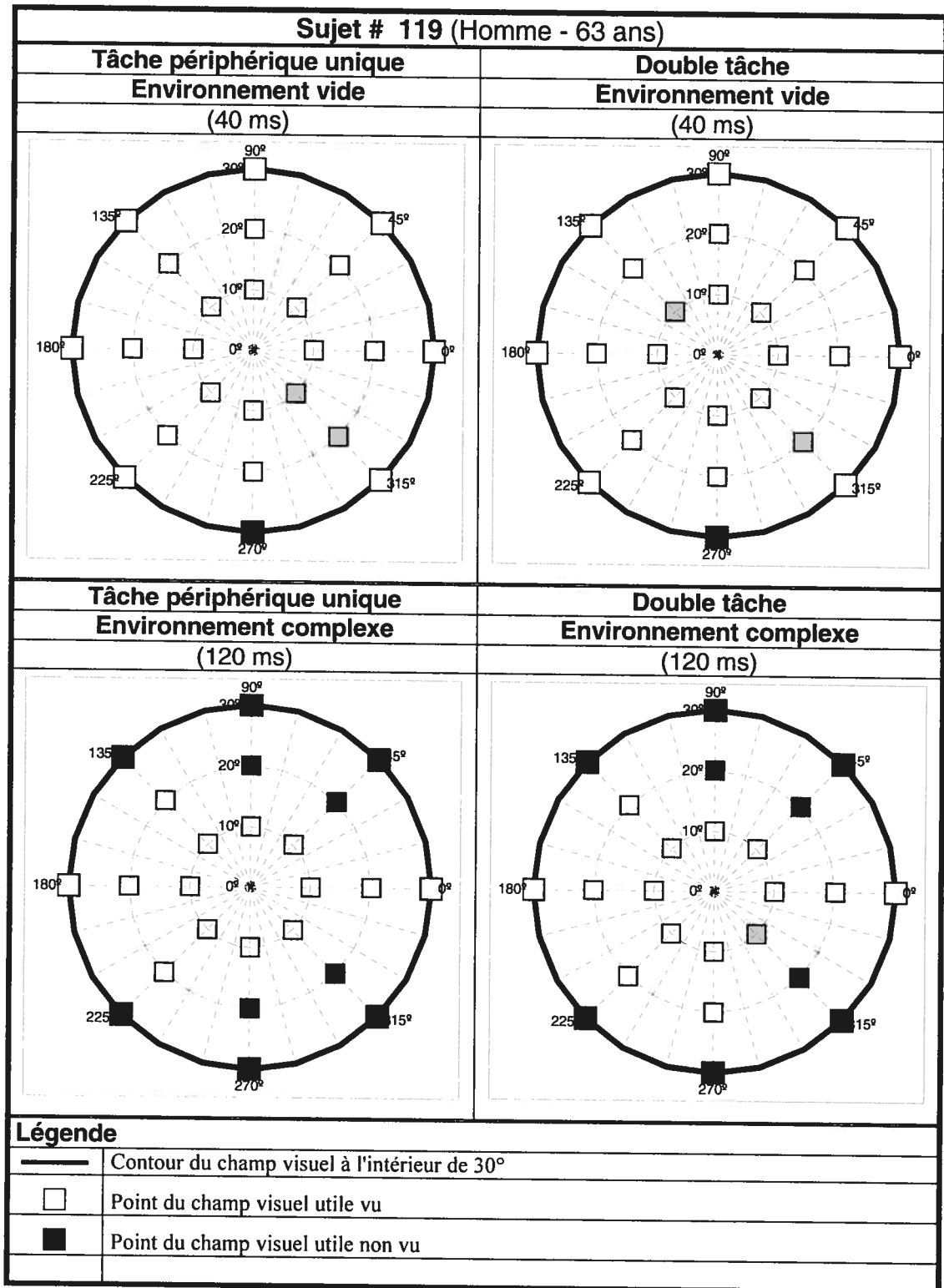


FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)





**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)



**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

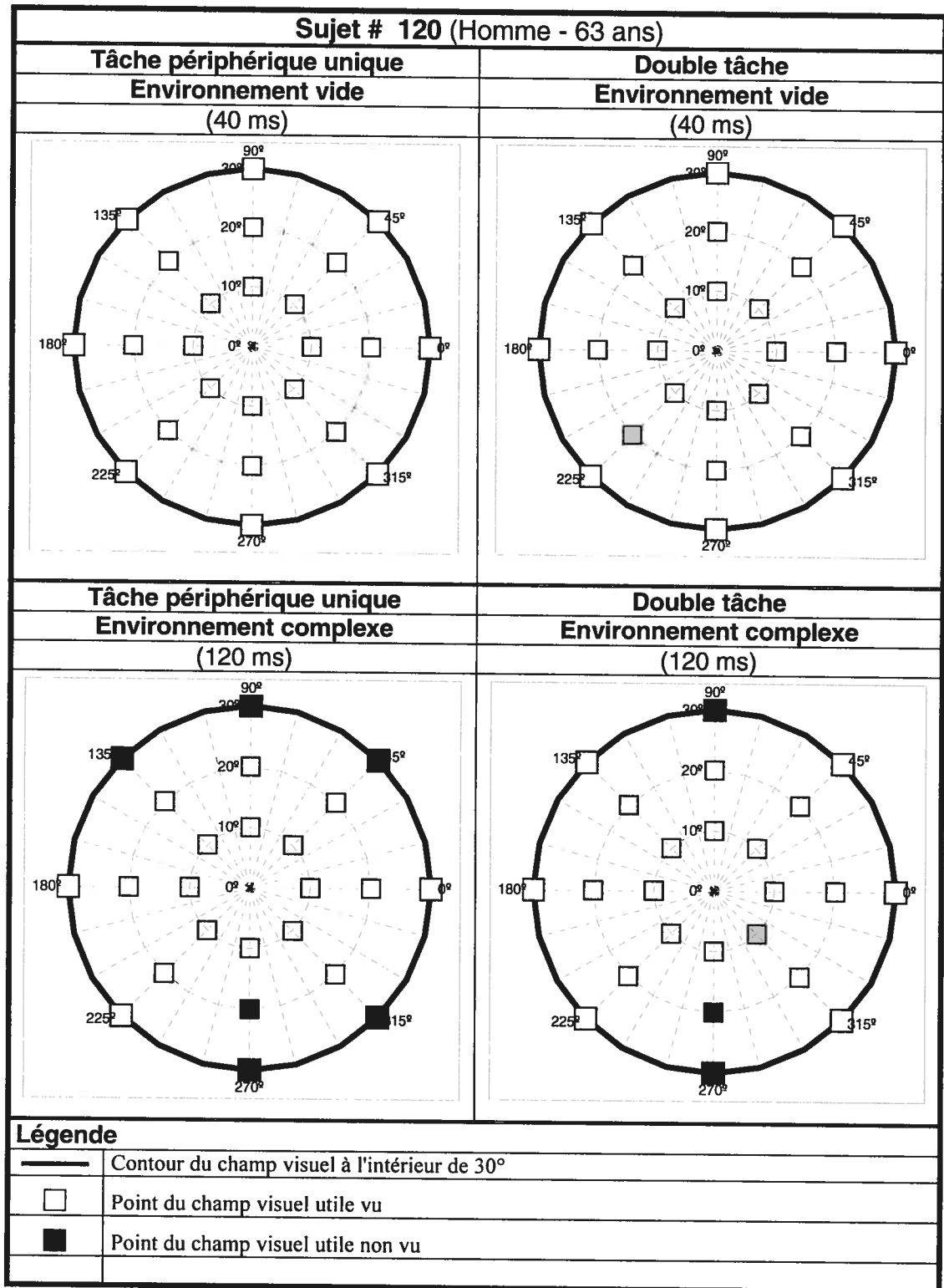


FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

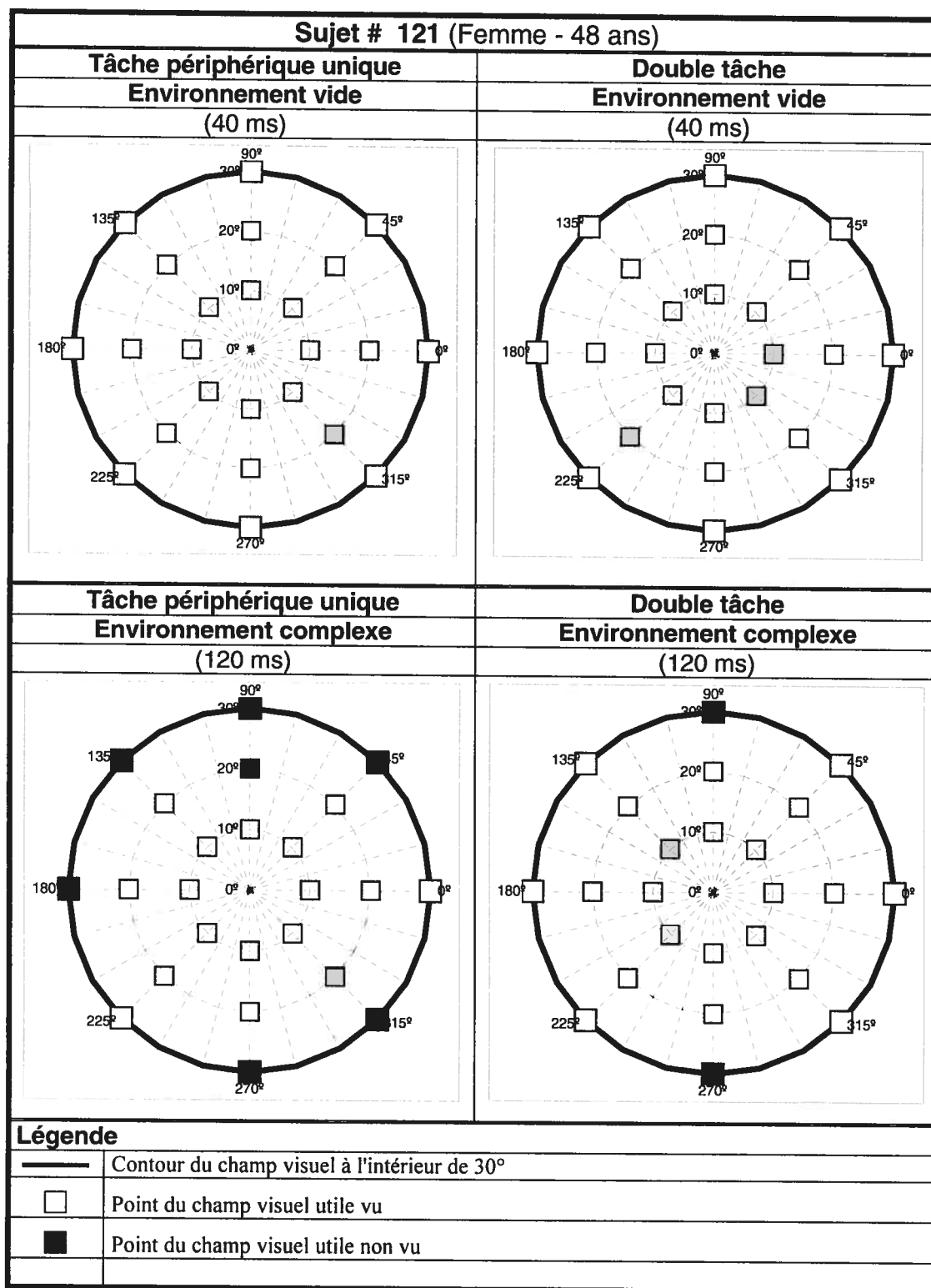


FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

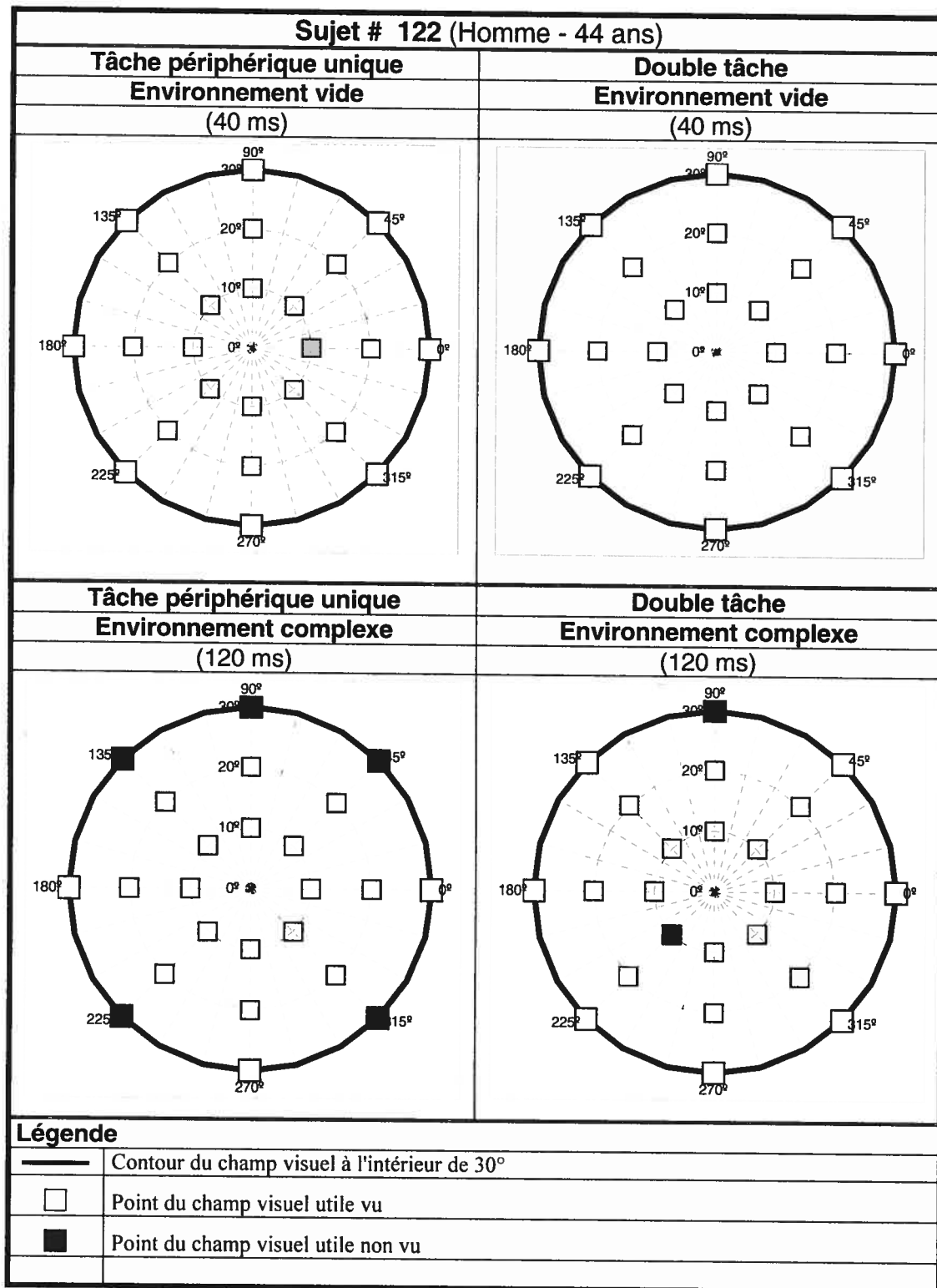
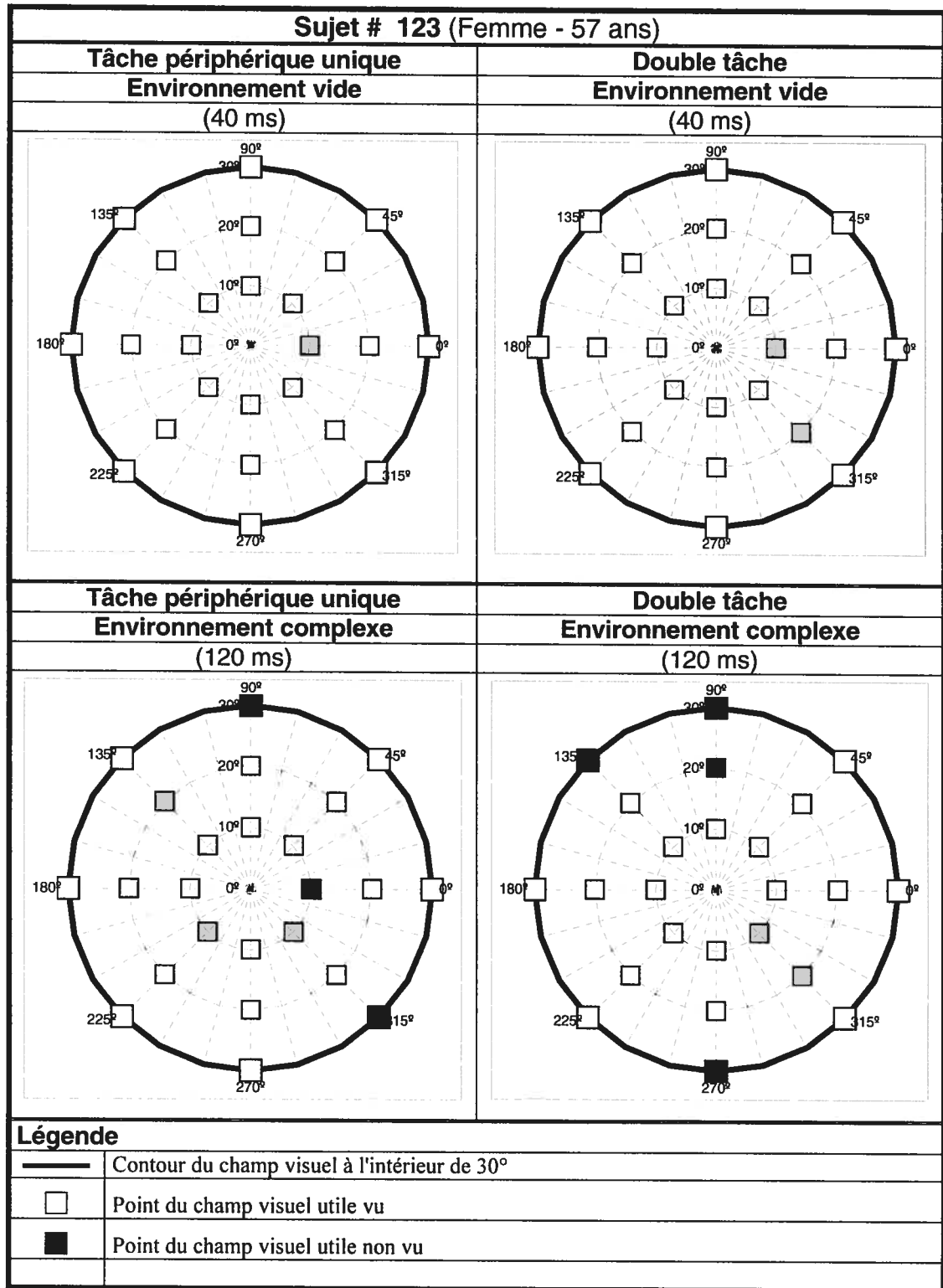
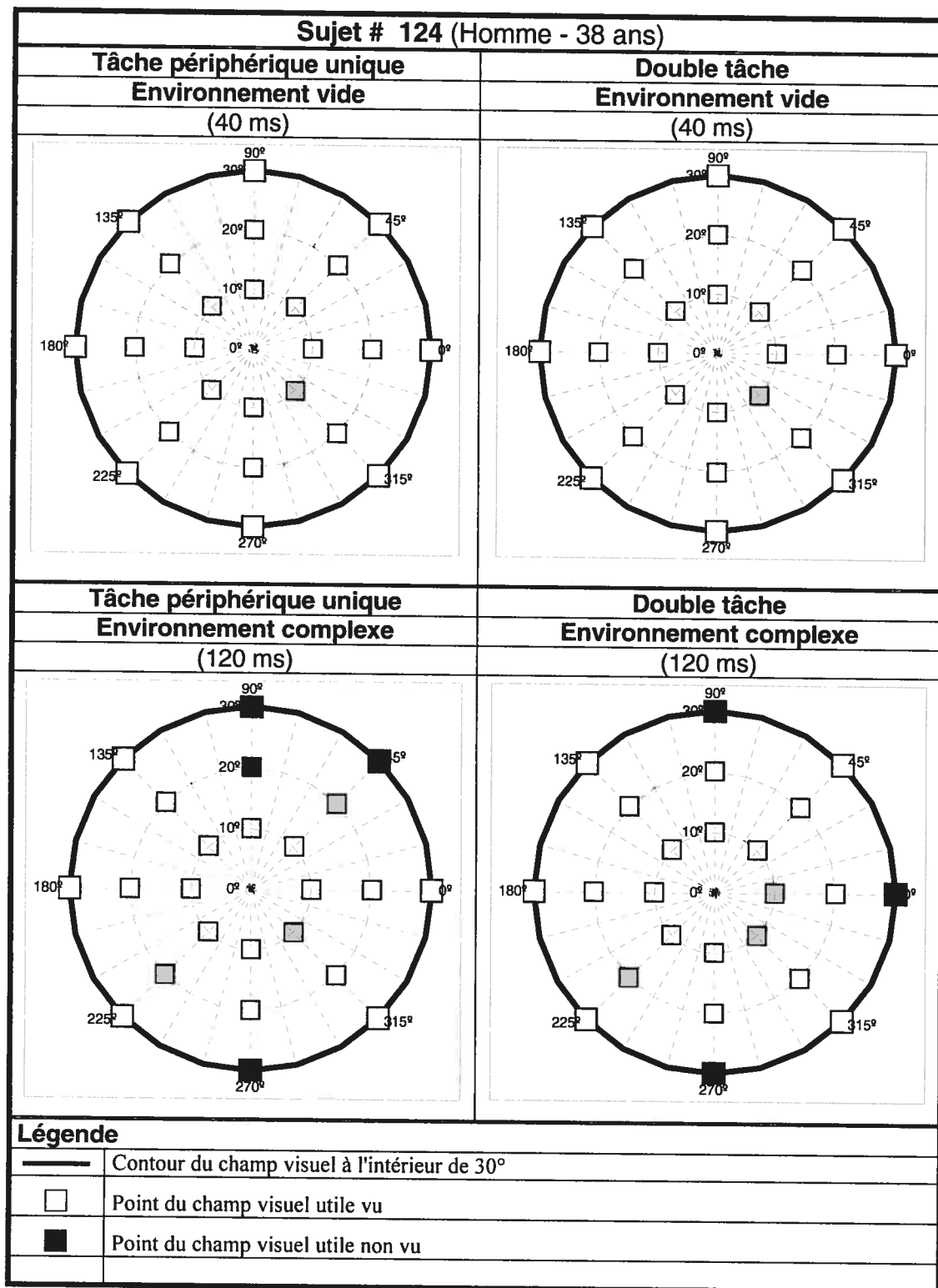


FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)



**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)



**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

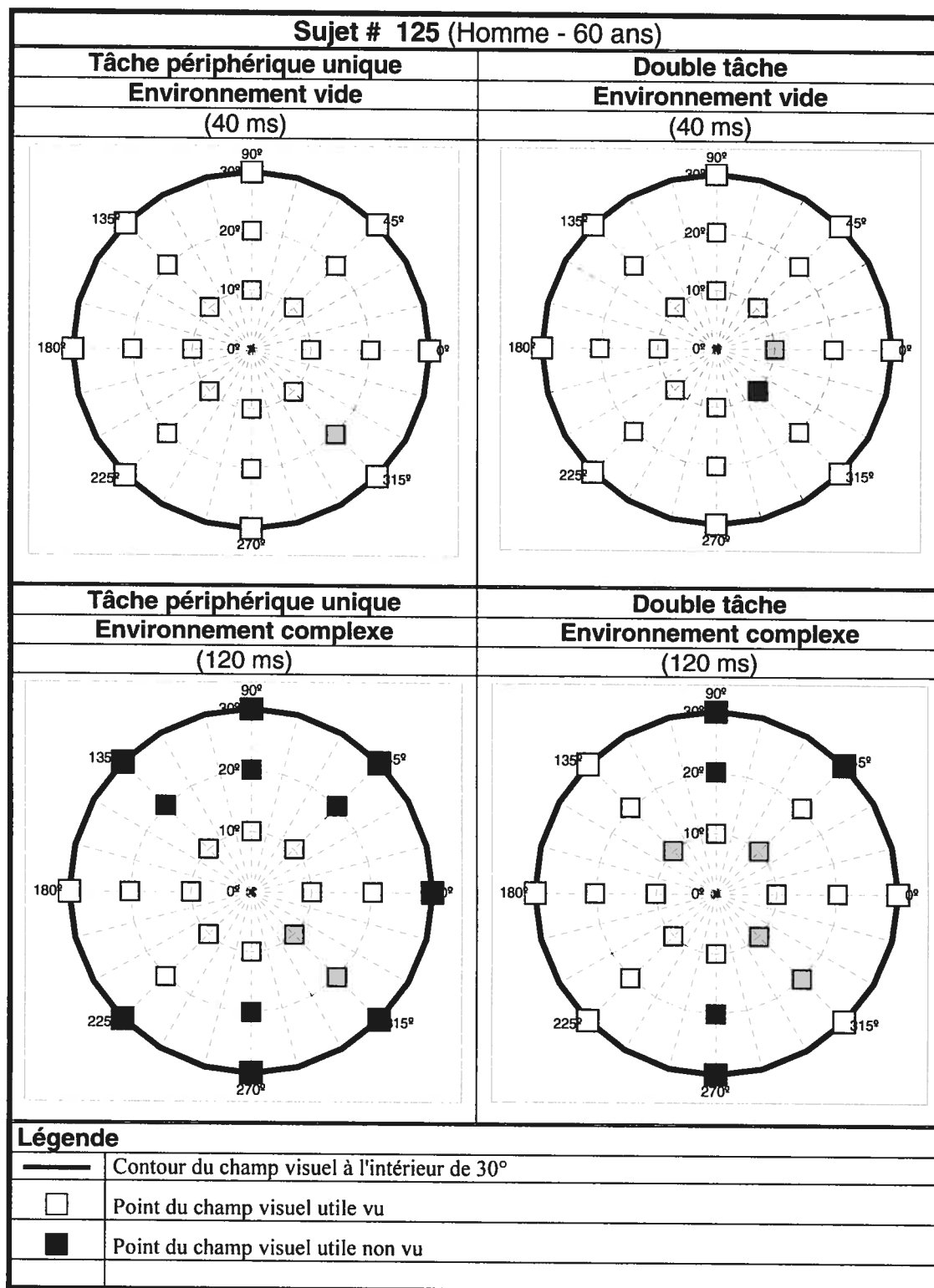


FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

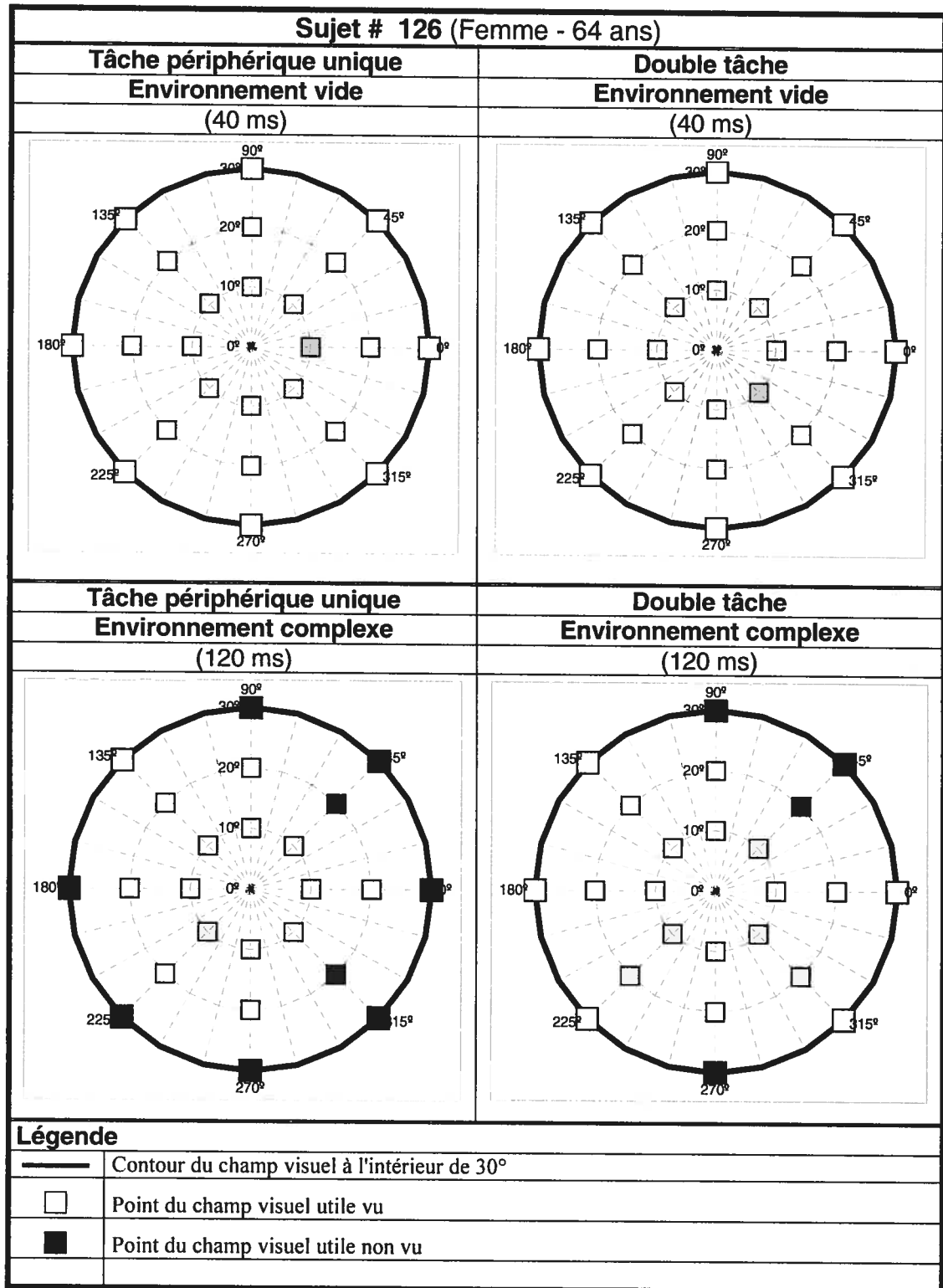




FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

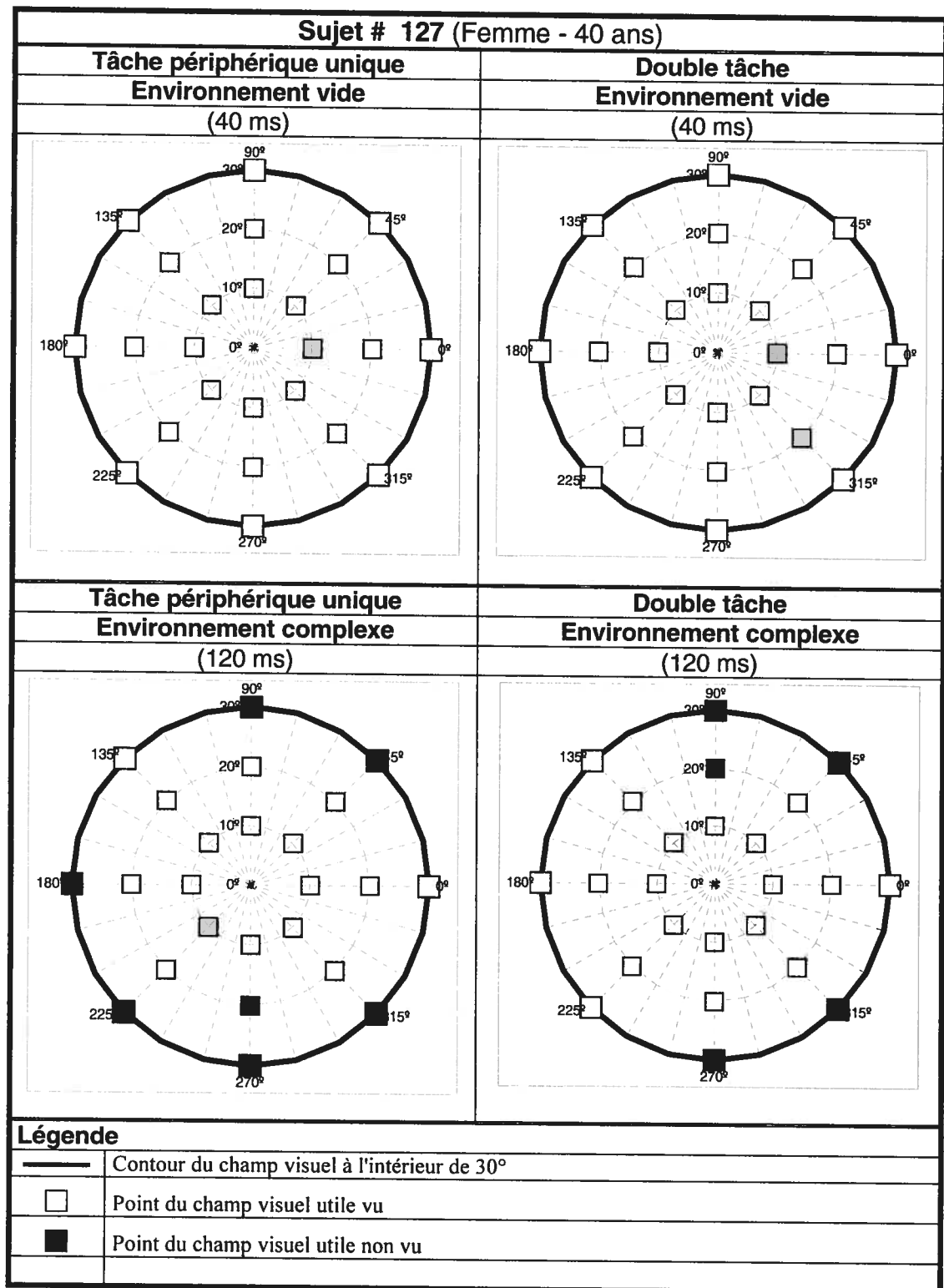
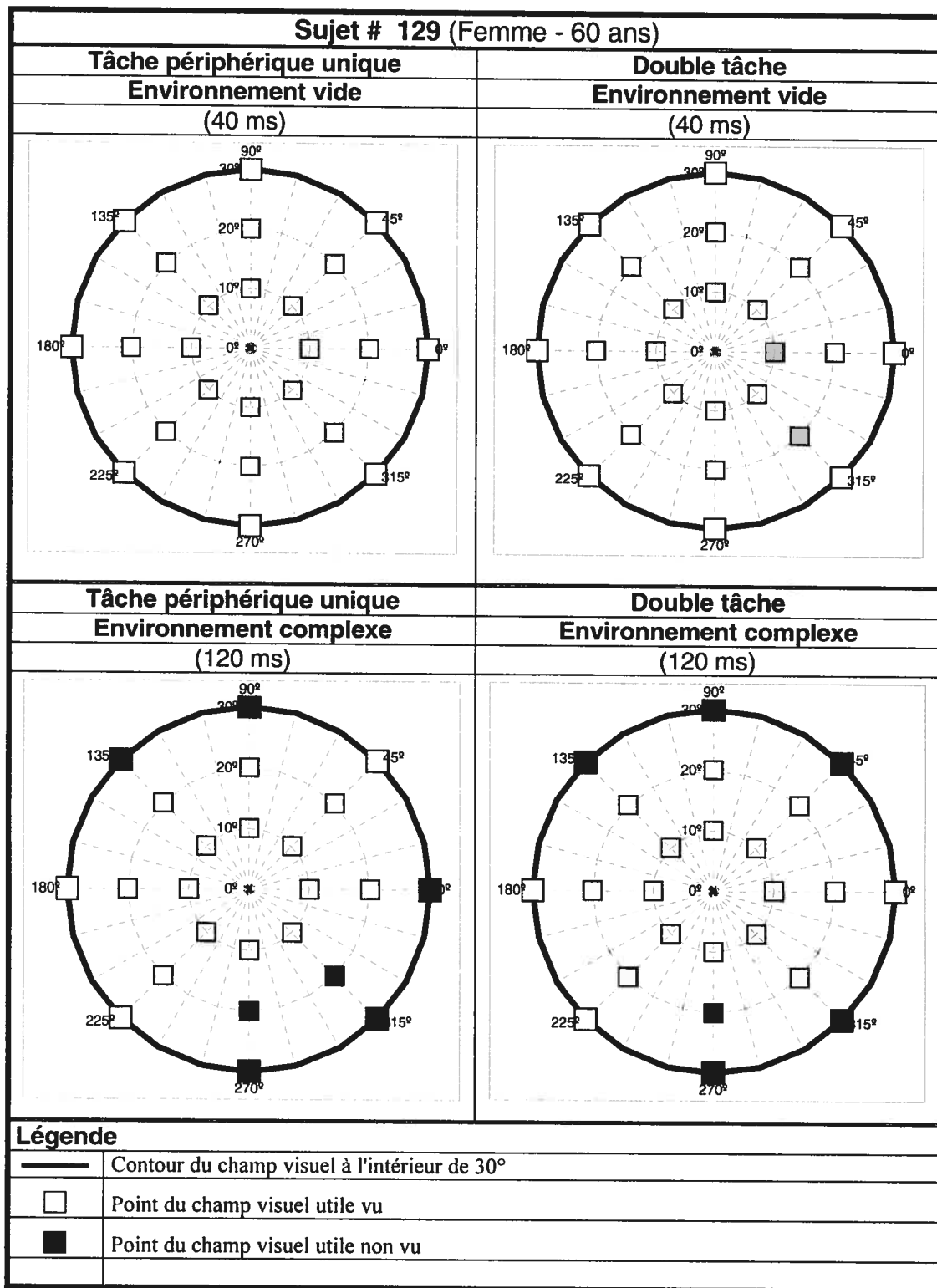


FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)



**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

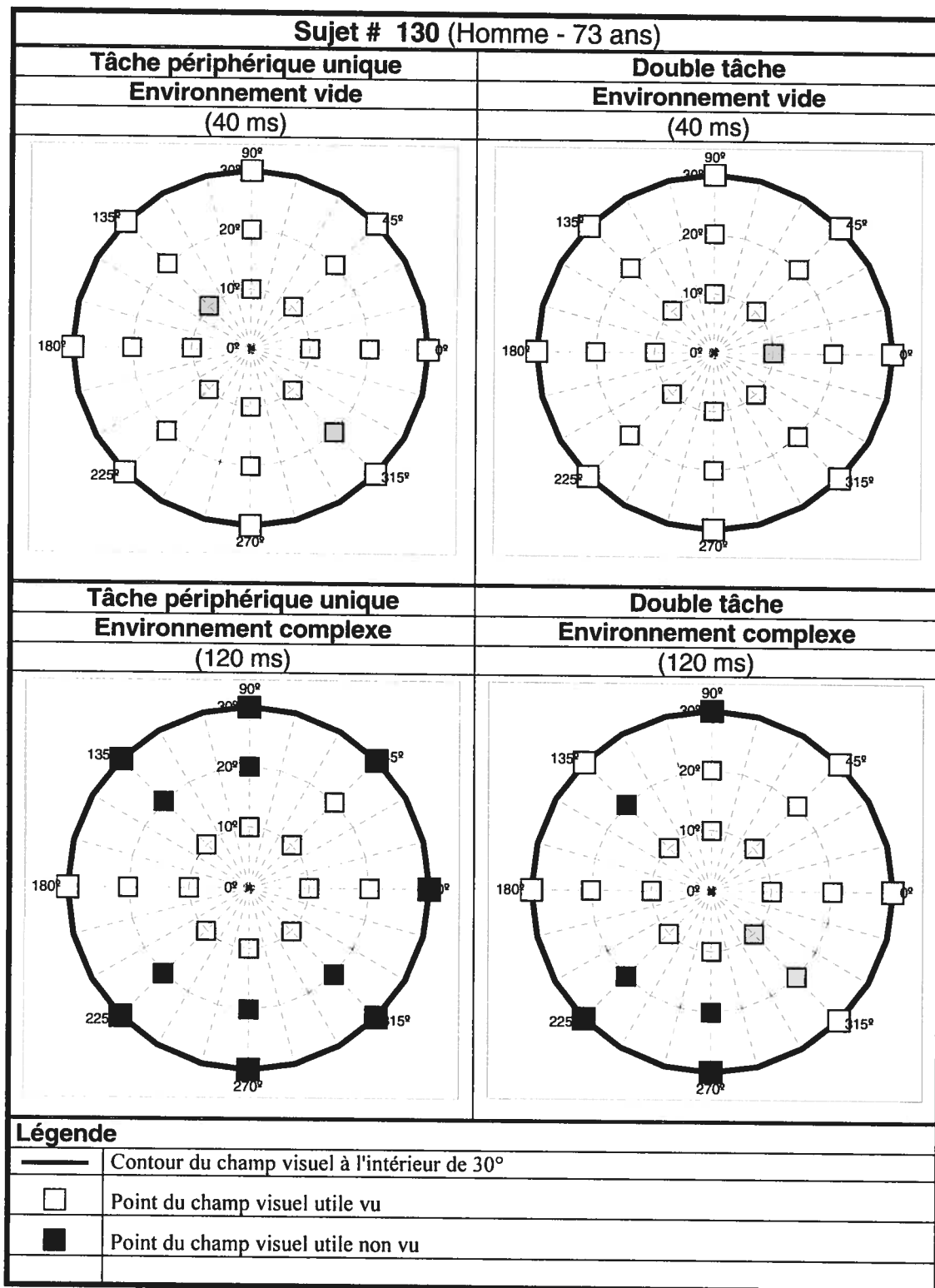
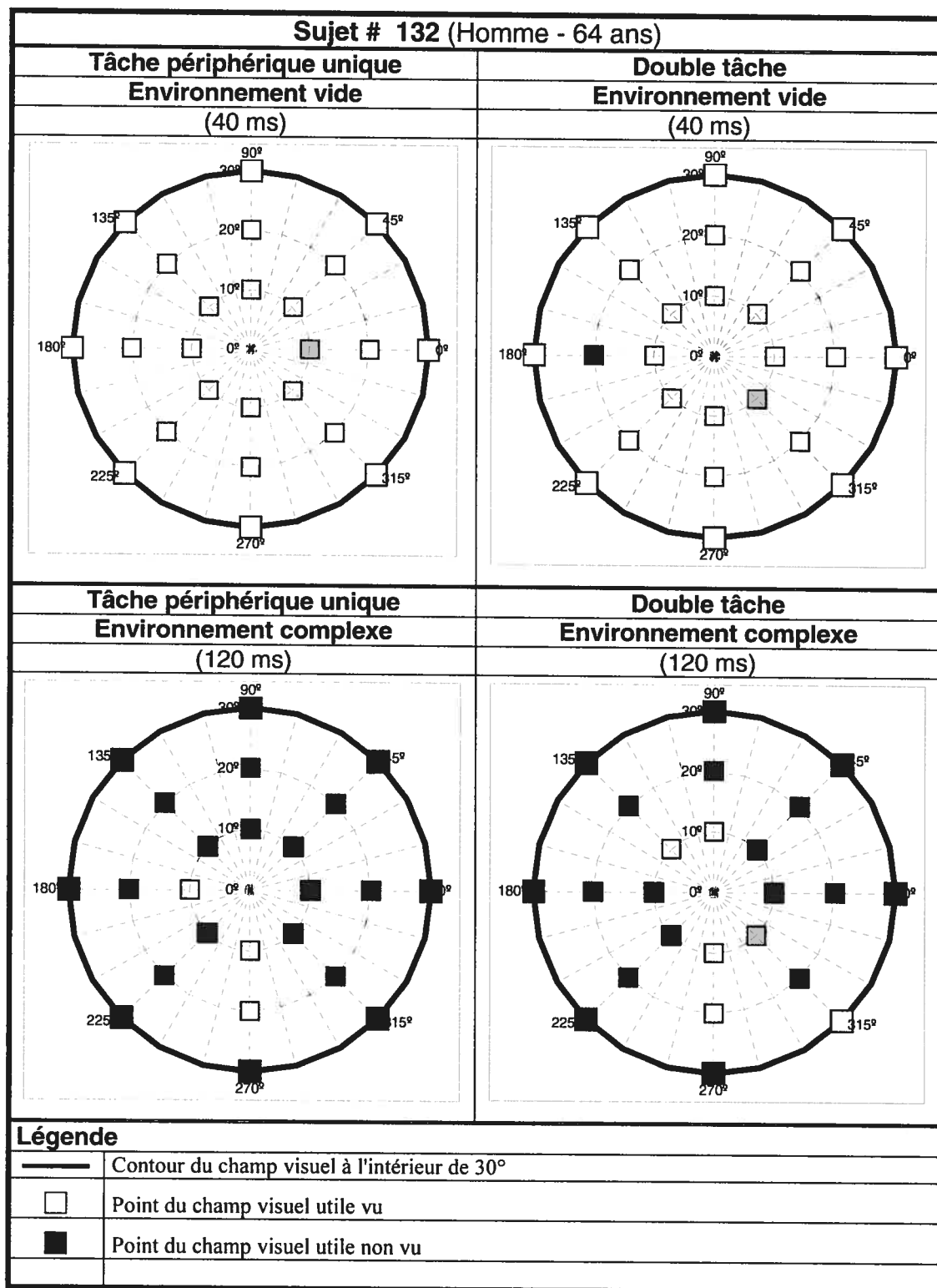


FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)



**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

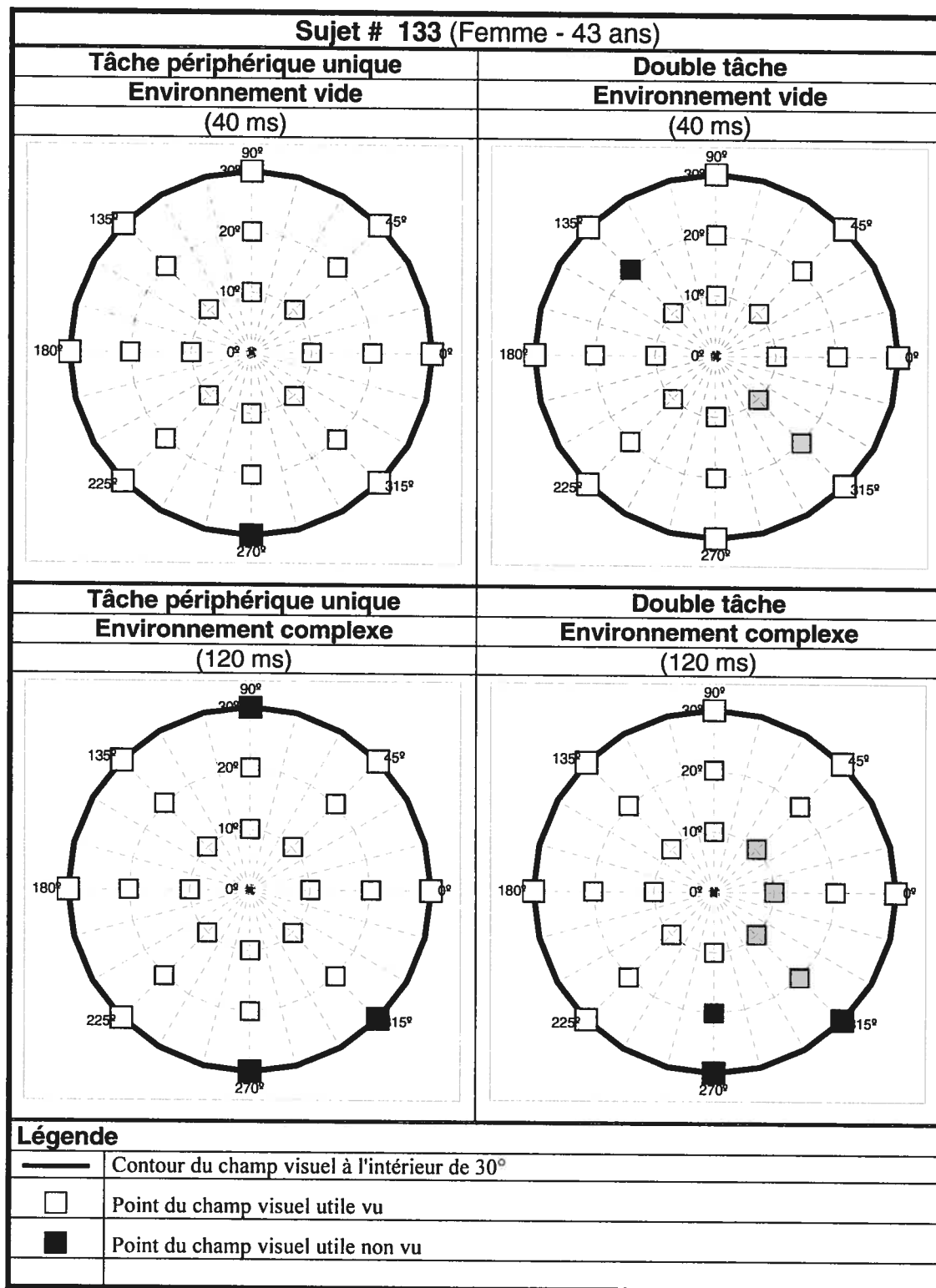
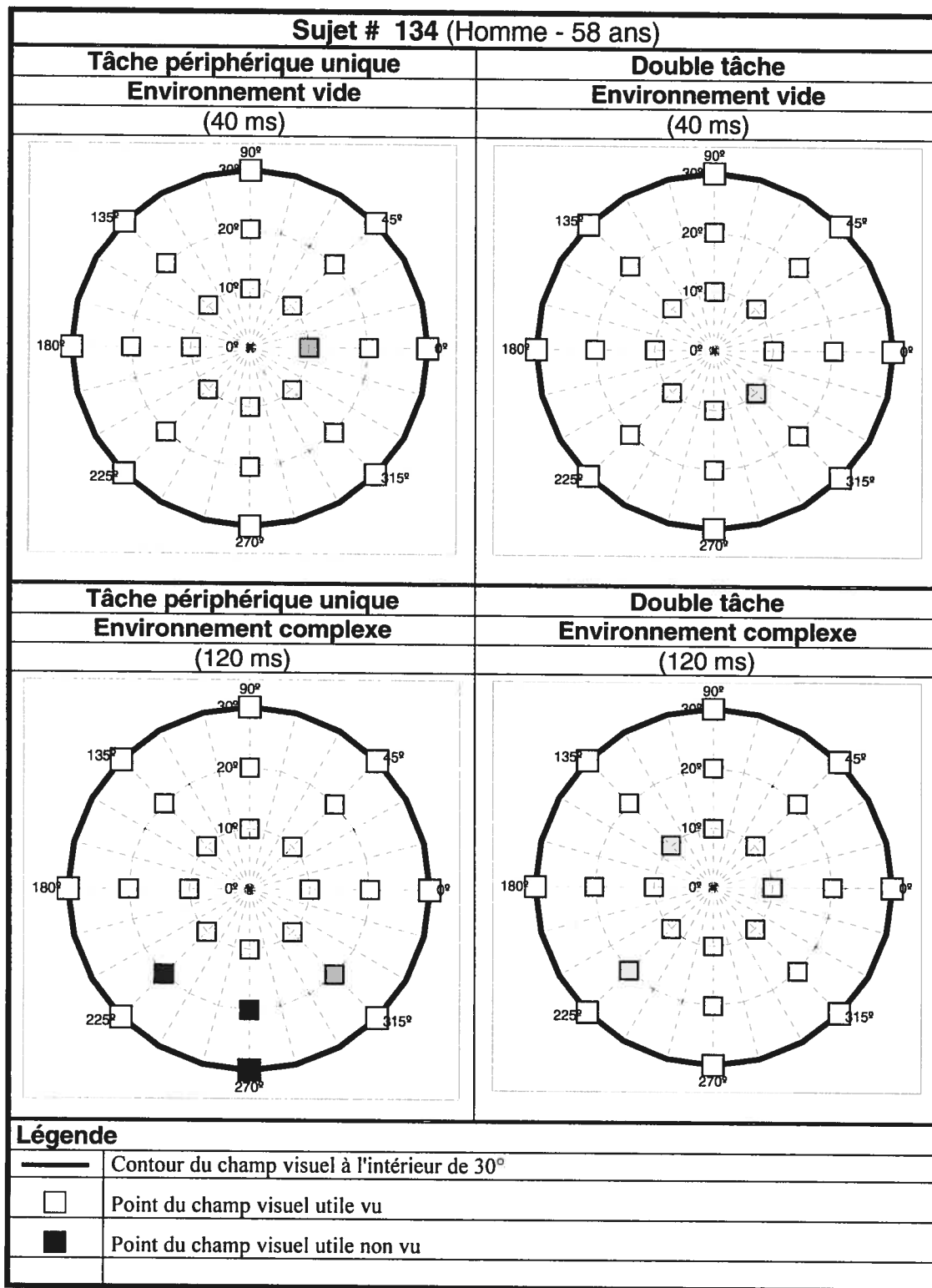
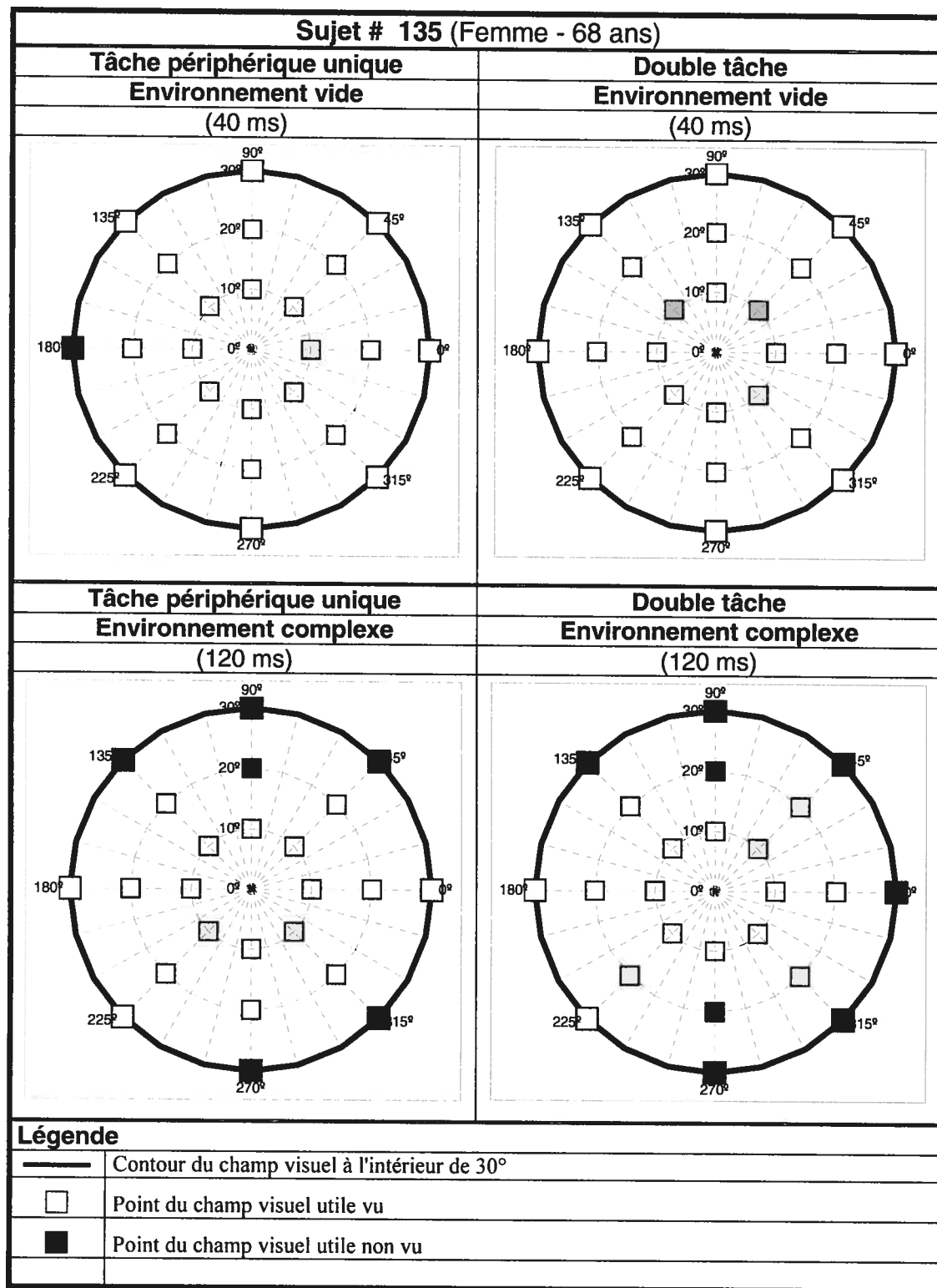


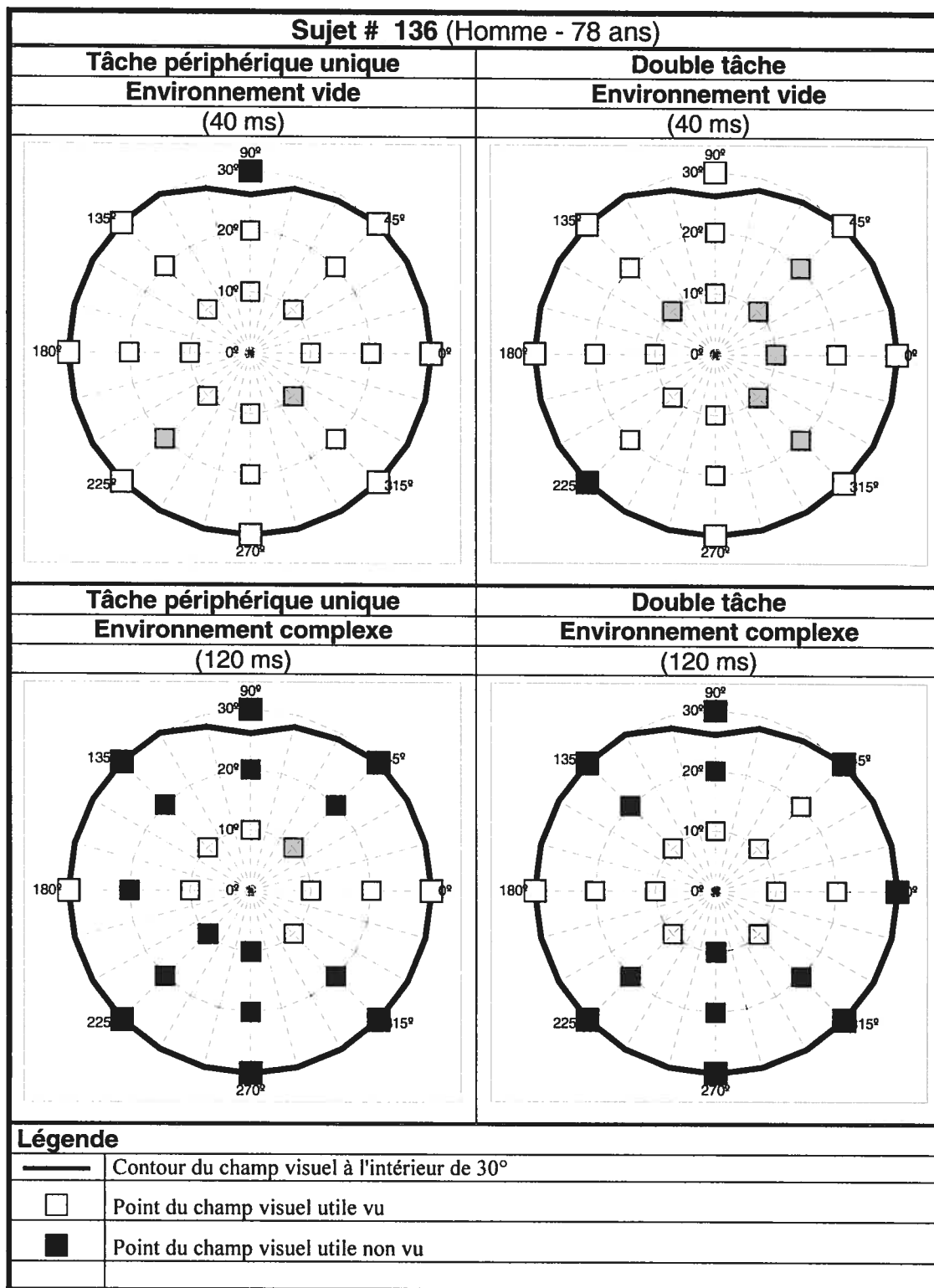
FIGURE 42: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)



**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

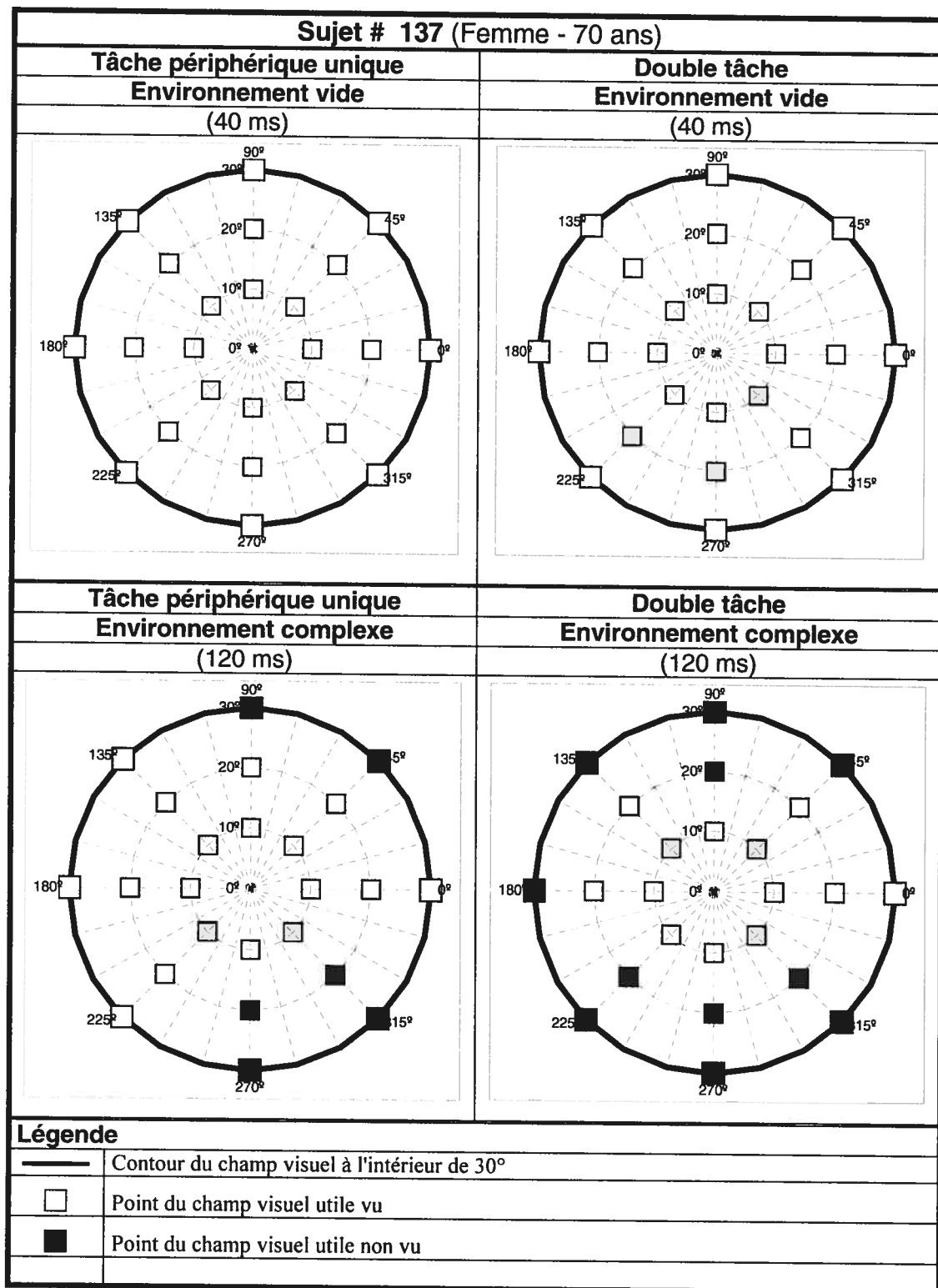


**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)

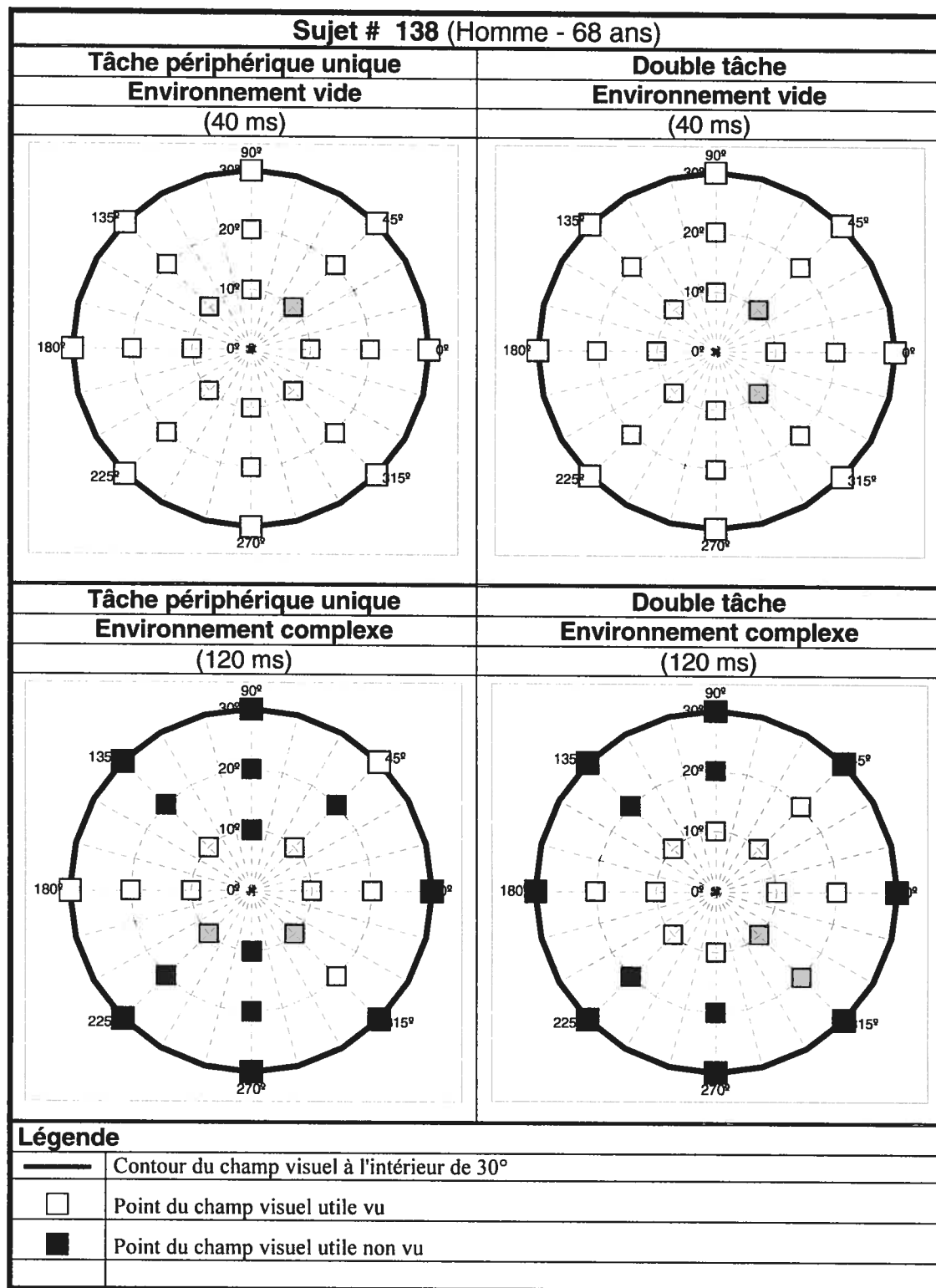




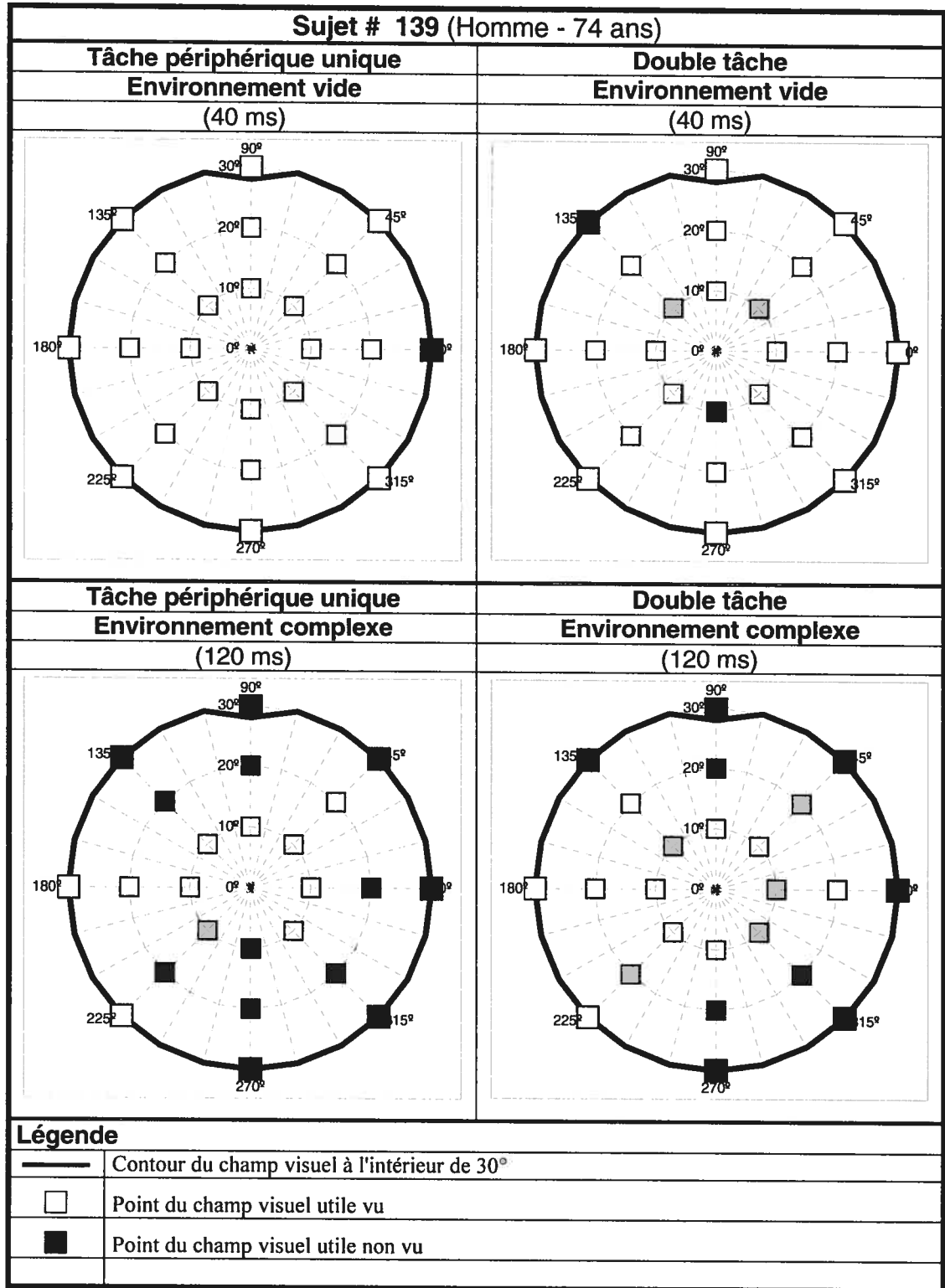
**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)



**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)



**FIGURE 42:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets normaux (suite)



## **ANNEXE IV: SUPERPOSITION DU CHAMP VISUEL ET DU CHAMP VISUEL UTILE CHEZ LES SUJETS AVEC DÉFICIT DE CHAMP VISUEL**

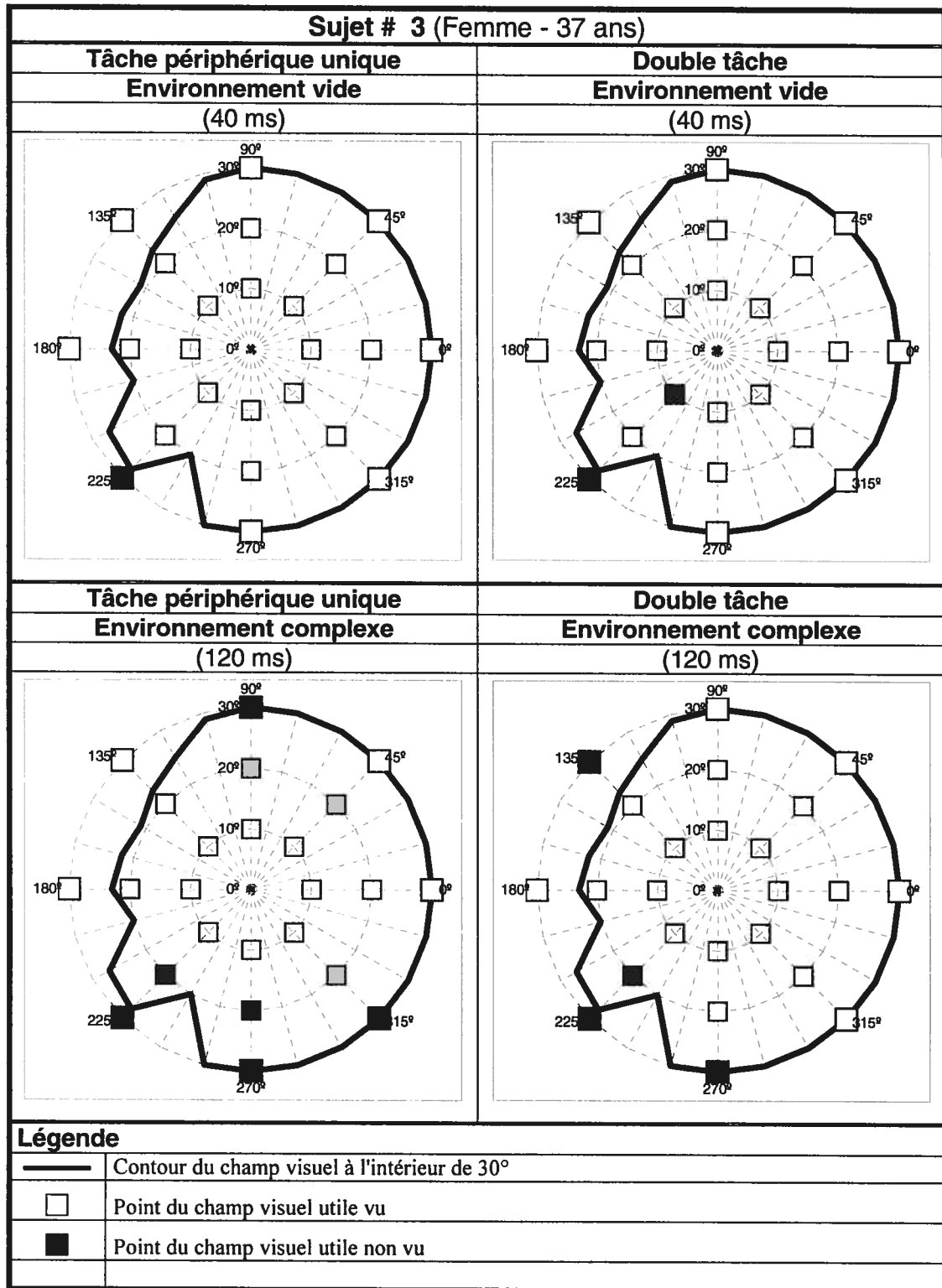
Afin de faciliter l'établissement de la relation entre le champ visuel et le champ visuel utile, le champ visuel à l'intérieur d'un rayon de 30° et le champ visuel utile de chacun des sujets avec déficit de champ visuel ont été superposés. La figure 43 (pages lxvi-lxxxiii) présente les résultats de ces superpositions.

Les résultats de champ visuel utilisés lors des figures qui suivent ont été limités à un rayon de 30° autour du point de fixation, soit la région testée par le champ visuel utile. Un champ visuel binoculaire a été construit à partir des données des deux champs visuels monoculaires du test de Goldman. Pour chacun des 24 rayons inclus dans le test, le meilleur résultat, soit de l'œil gauche ou de l'œil droit, jusqu'à un maximum de 30° a été conservé. Par conséquent, les champs visuels illustrés dans les pages qui suivent se limitent à un rayon de 30°, même si les résultats obtenus peuvent dépasser cette excentricité. Ainsi, lorsque le contour d'un champ visuel se situe à 30° d'excentricité sur le graphique, cela signifie que le champ visuel, sur ce rayon, atteint 30° ou plus.

Également, pour les blocs du test d'UFOV où plusieurs vitesses ont été testées, une seule vitesse est représentée ici. Pour une même tâche, les résultats varient peu en fonction du temps de présentation; il serait donc redondant de présenter chacune des vitesses utilisées. Puisque cette section a pour but, entre autres de faciliter la

comparaison entre les sujets, le choix des vitesses de présentation s'est fait selon la condition de test commune au plus grand nombre de sujets. Lorsque plus d'un temps de présentation était commun à tous les sujets, la vitesse la plus rapide (i.e., le temps de présentation le plus bas) a été choisie. Le choix de la vitesse la plus rapide se justifie alors par le fait qu'il s'agit de la condition se rapprochant le plus de la conduite automobile, où les stimulations visuelles sont souvent très rapides. Ainsi, pour les sujets avec déficit de champ visuel, la tâche périphérique unique, ainsi que la double tâche en environnement vide sont présentées à 40 ms. Pour la tâche périphérique unique, ainsi que la double tâche en environnement visuel complexe, les résultats à des temps de présentation de 120 ms sont présentés. Cependant, parce que la sélection des temps de présentation testés variait en fonction de la performance du sujet afin d'adapter la difficulté du test, deux sujets, les sujets 24 et 26, n'ont pas été testés aux vitesses mentionnées. Dans ces deux cas, la condition se rapprochant le plus de celles utilisées pour les autres sujets est présentée.

**FIGURE 43:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel



**FIGURE 43:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)

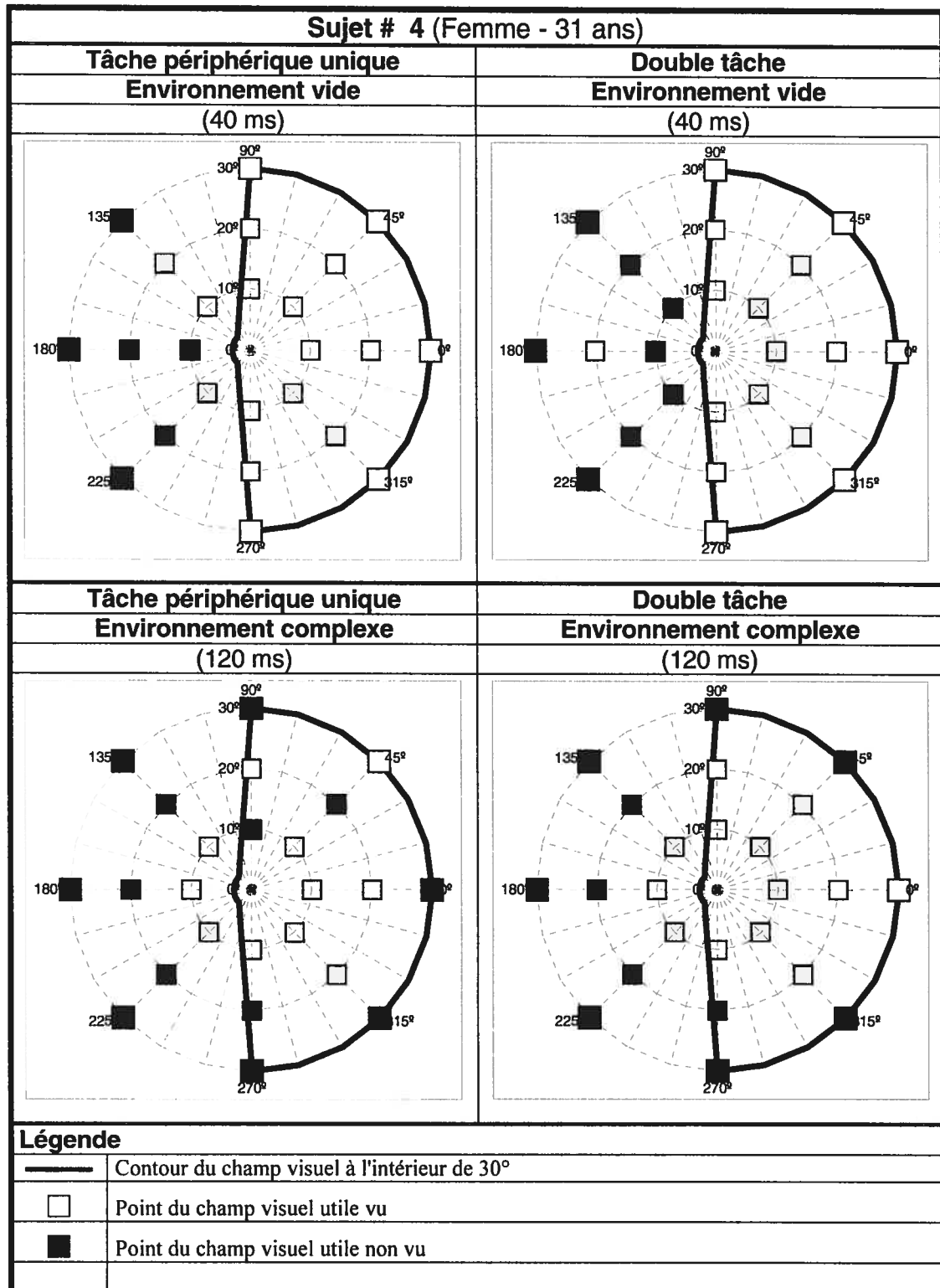
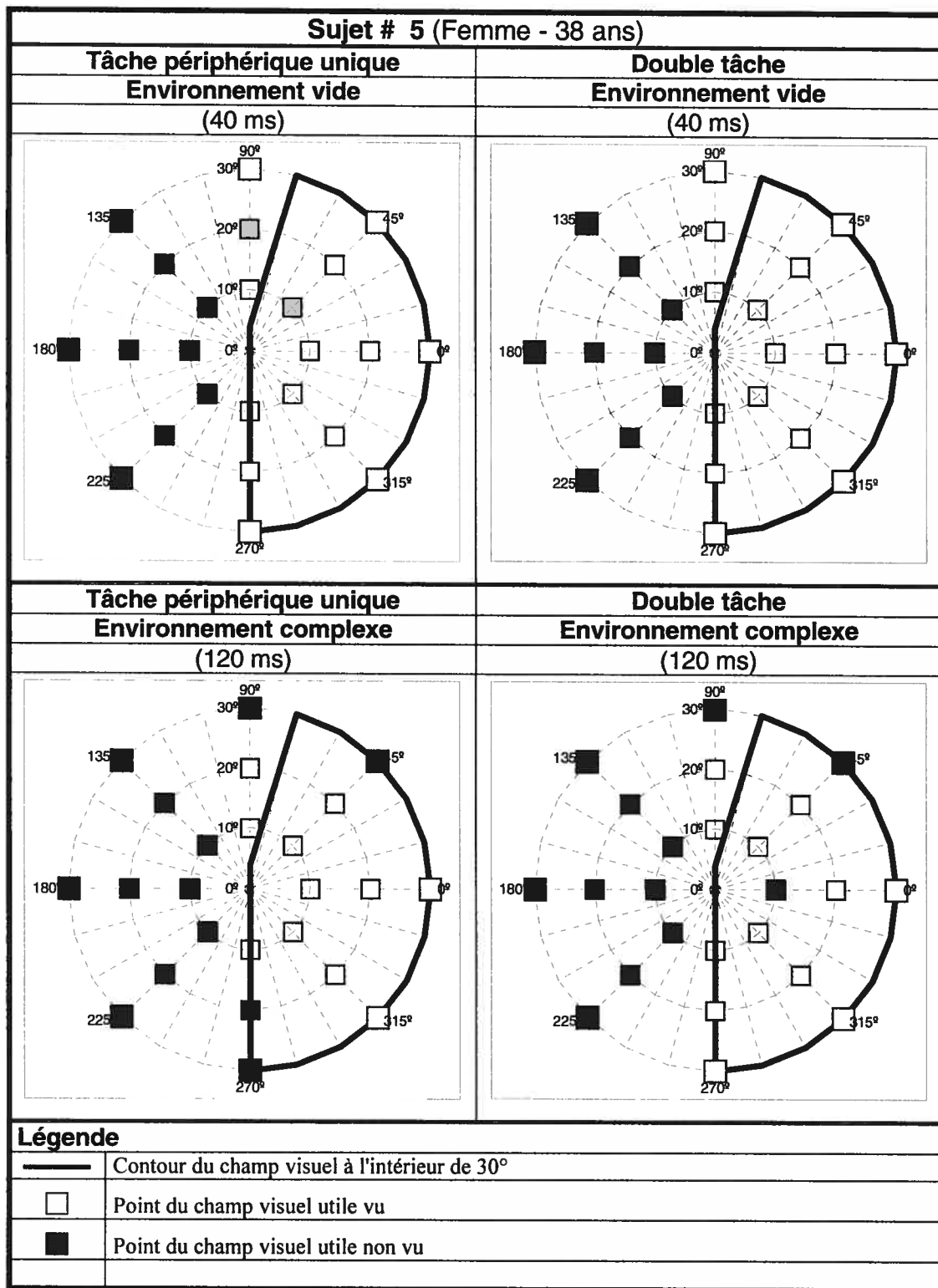
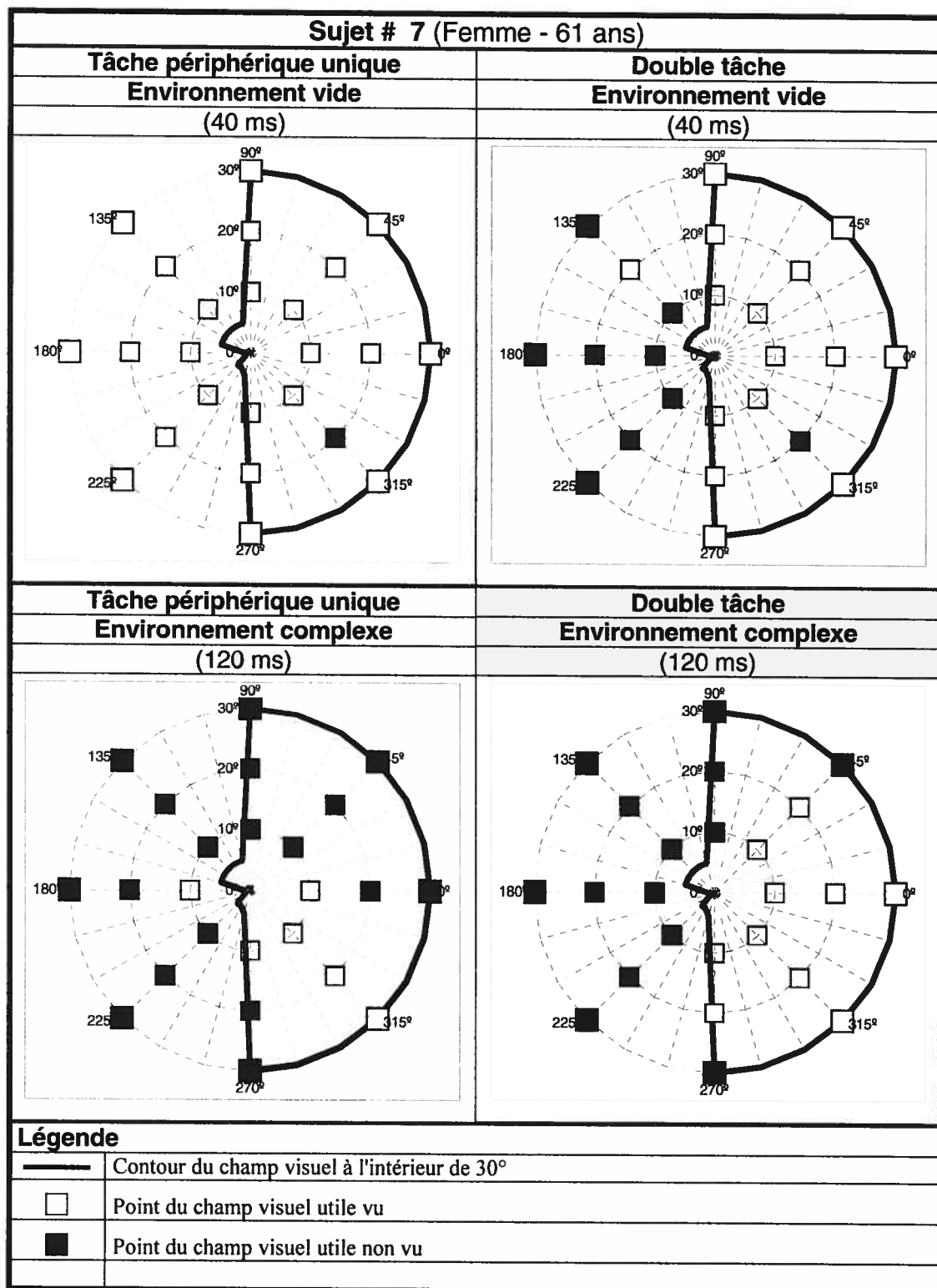


FIGURE 43: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)





**FIGURE 43:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)



**FIGURE 43:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)

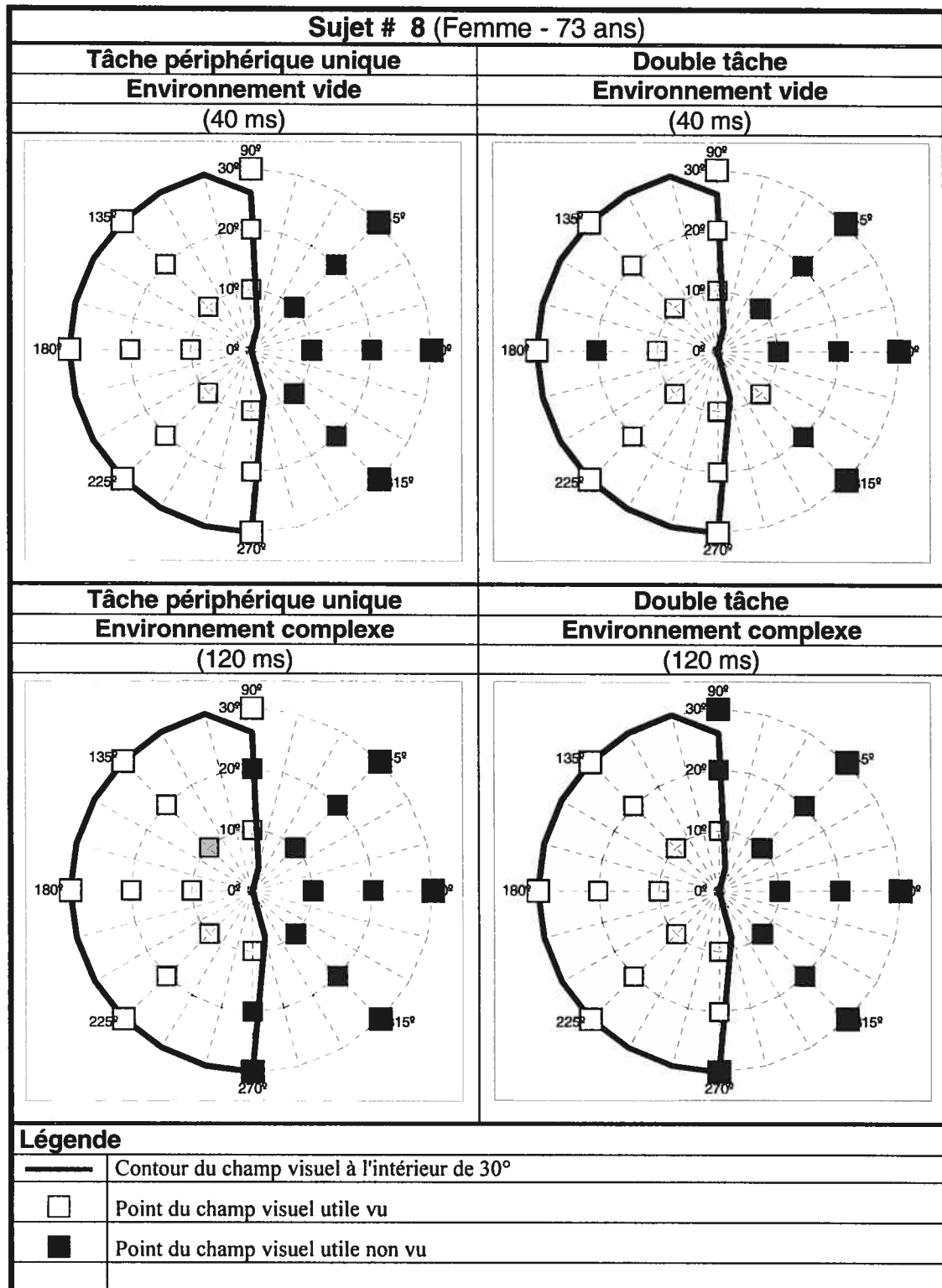
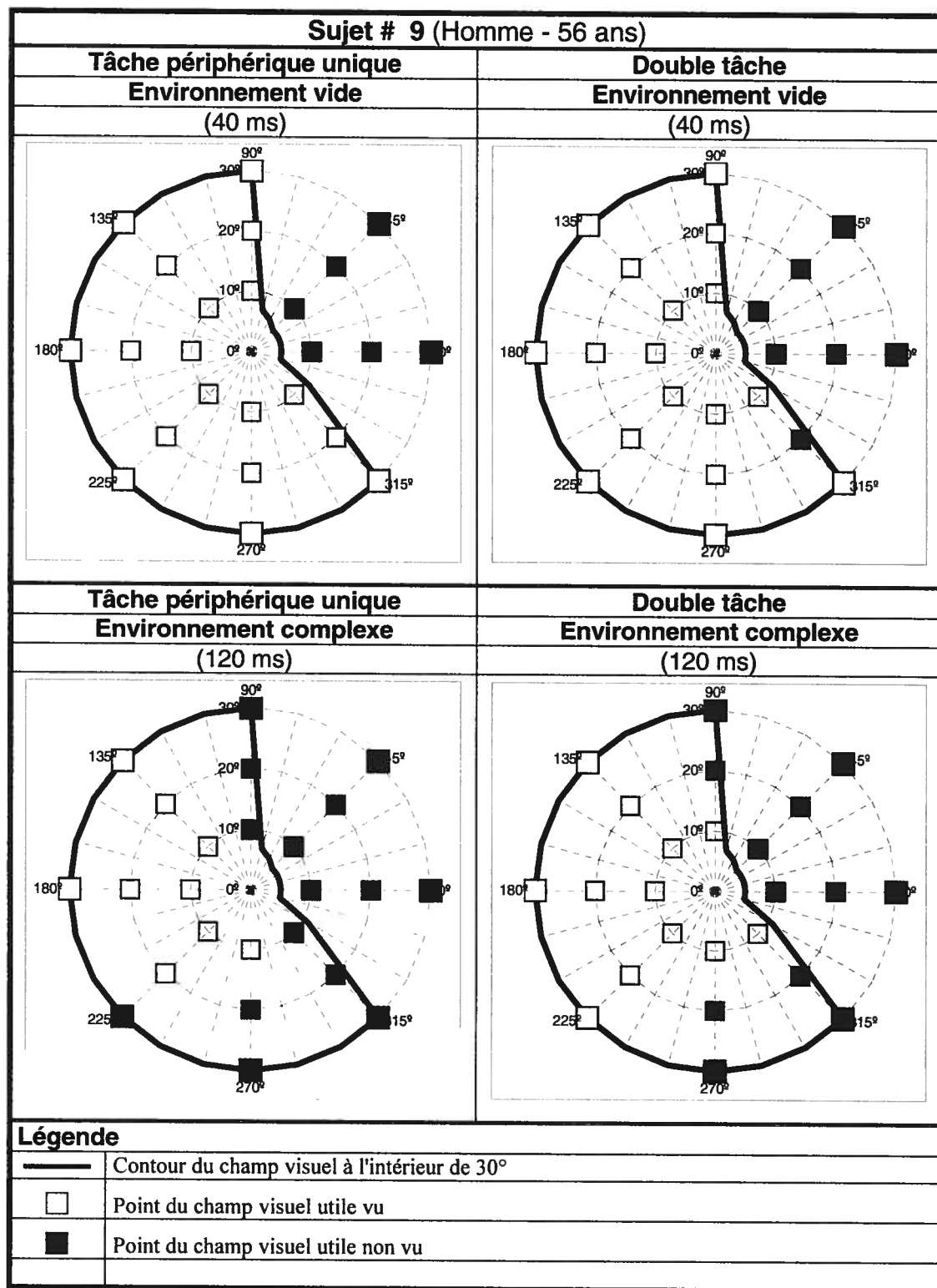


FIGURE 43: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)



**FIGURE 43:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)

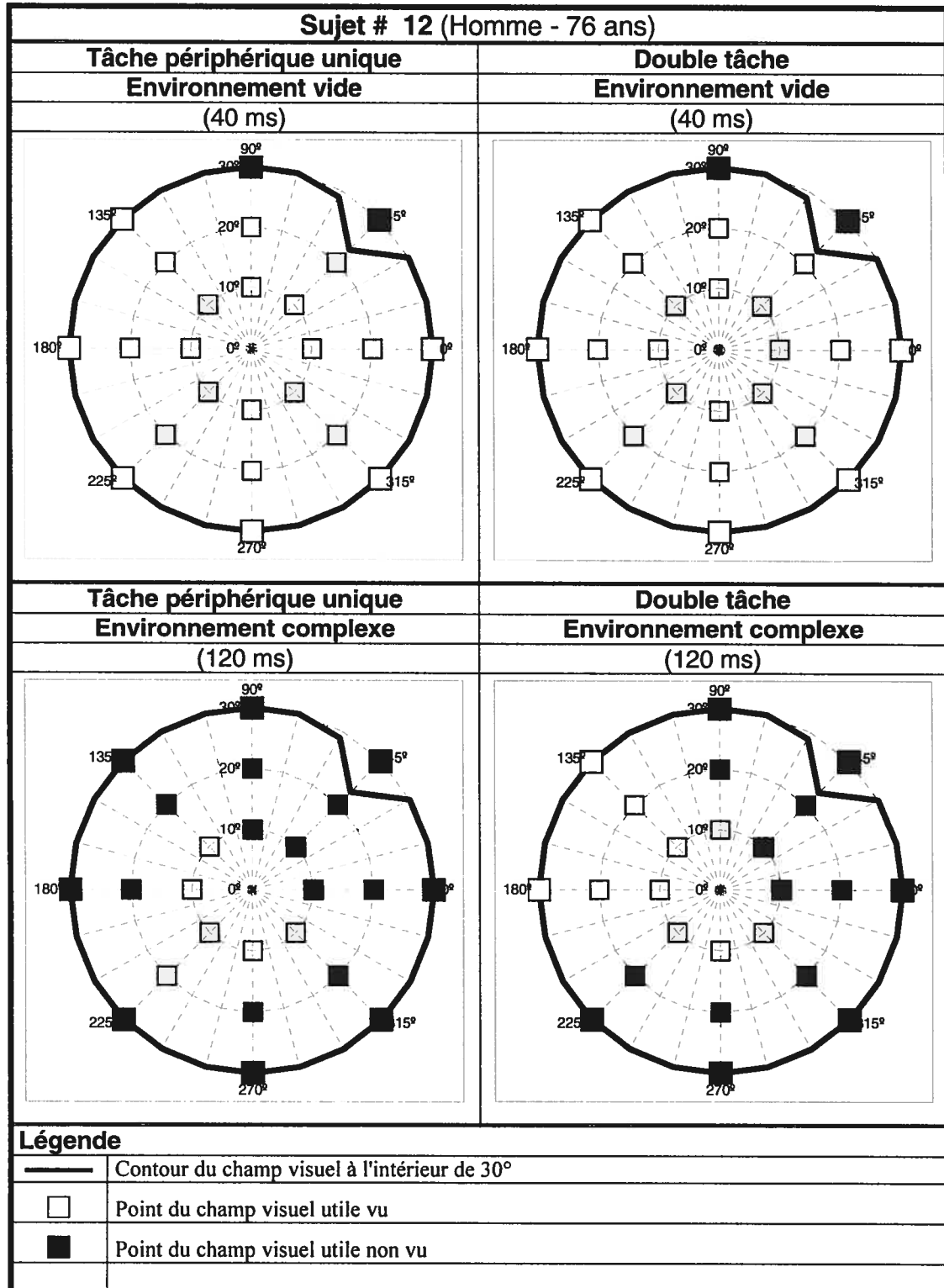
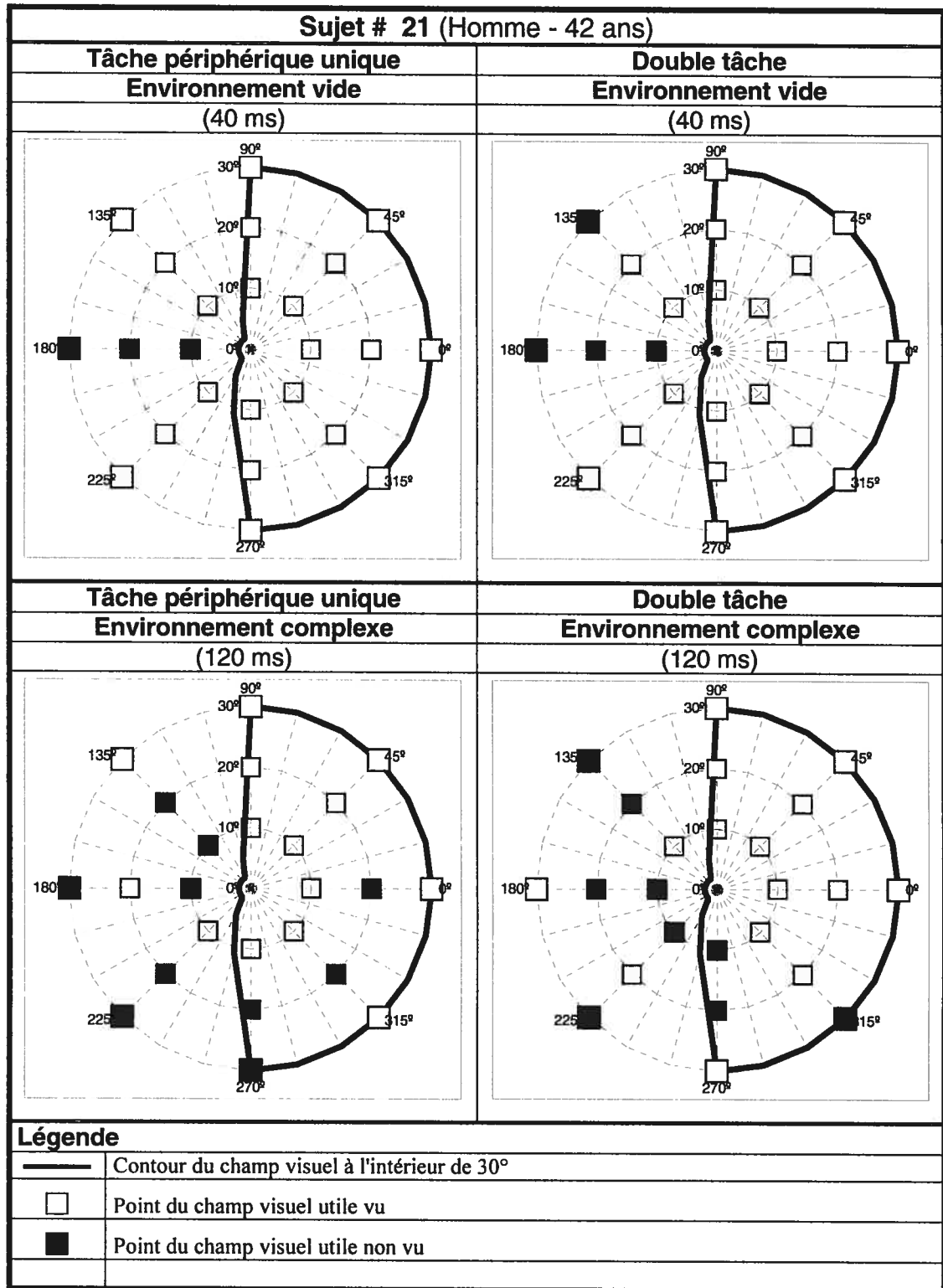
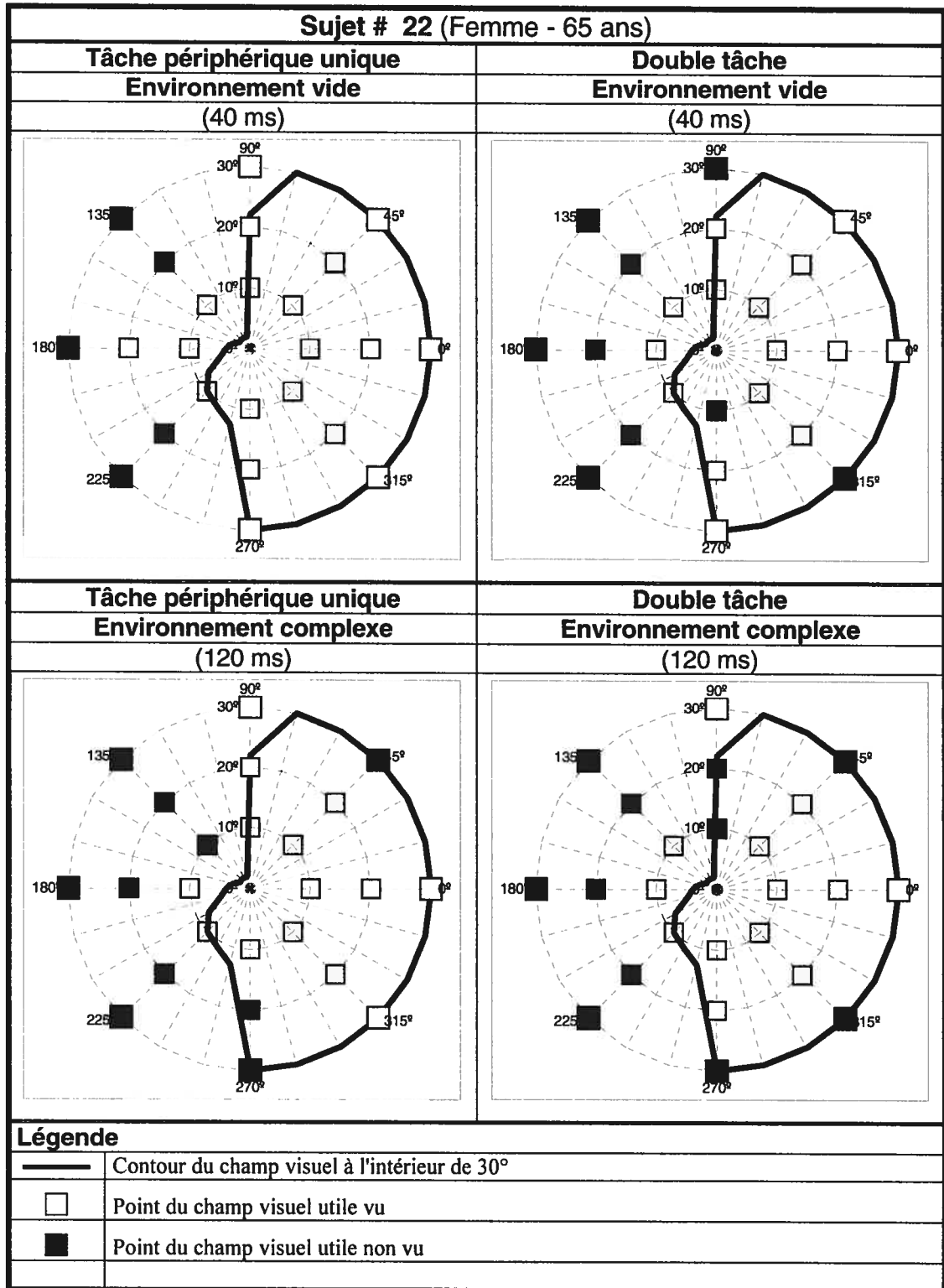


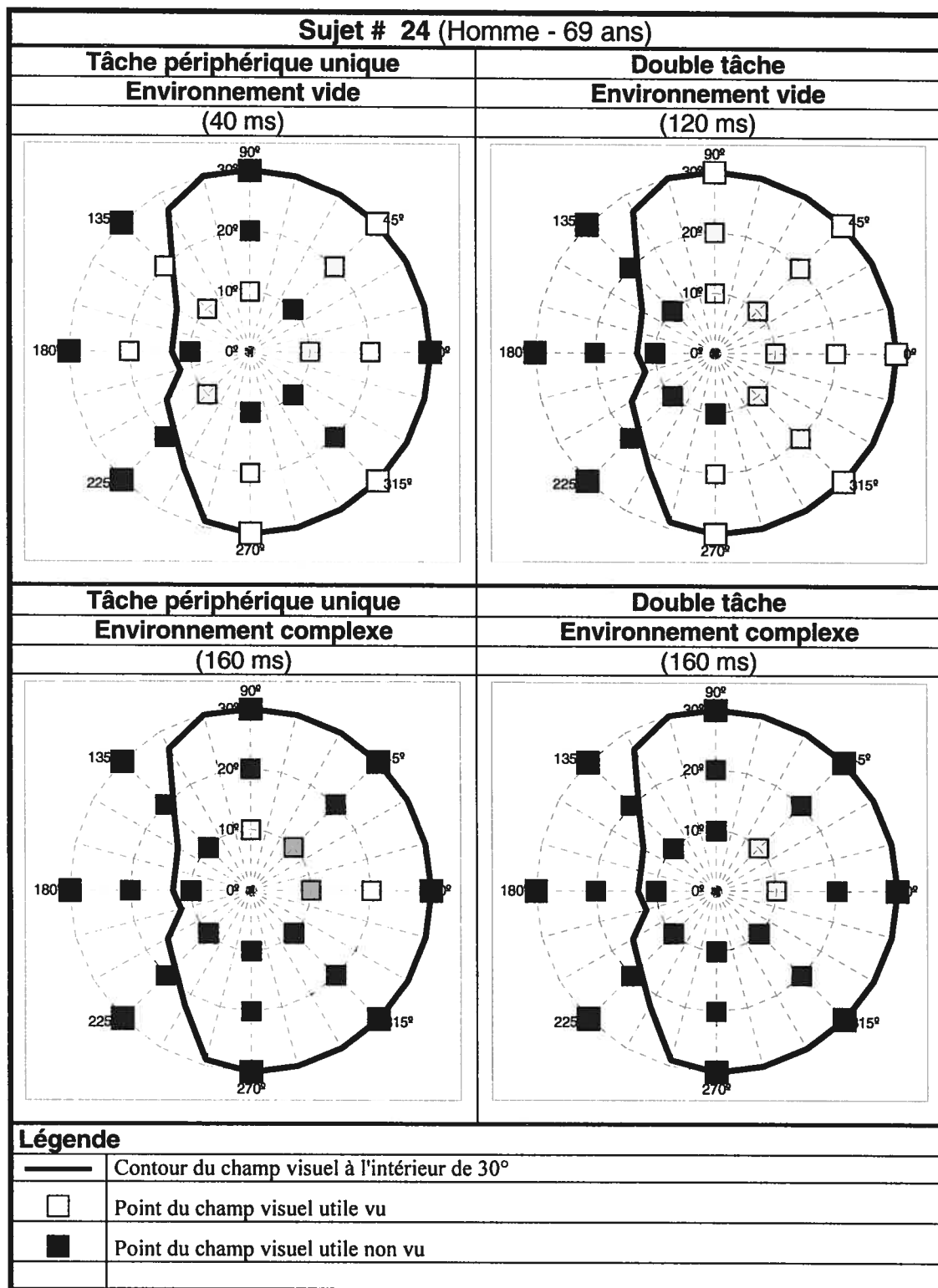
FIGURE 43: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)



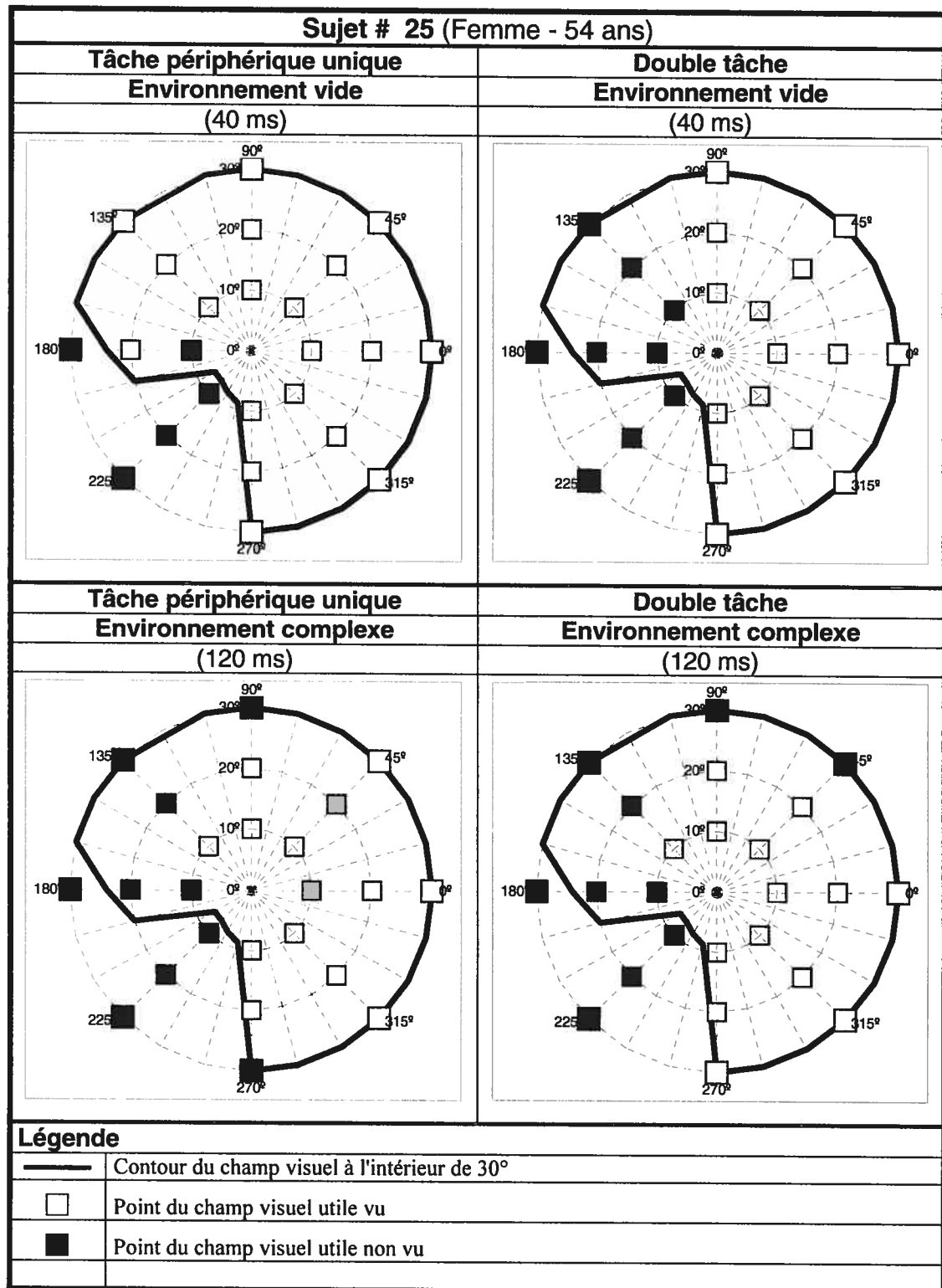
**FIGURE 43:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)



**FIGURE 43:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)

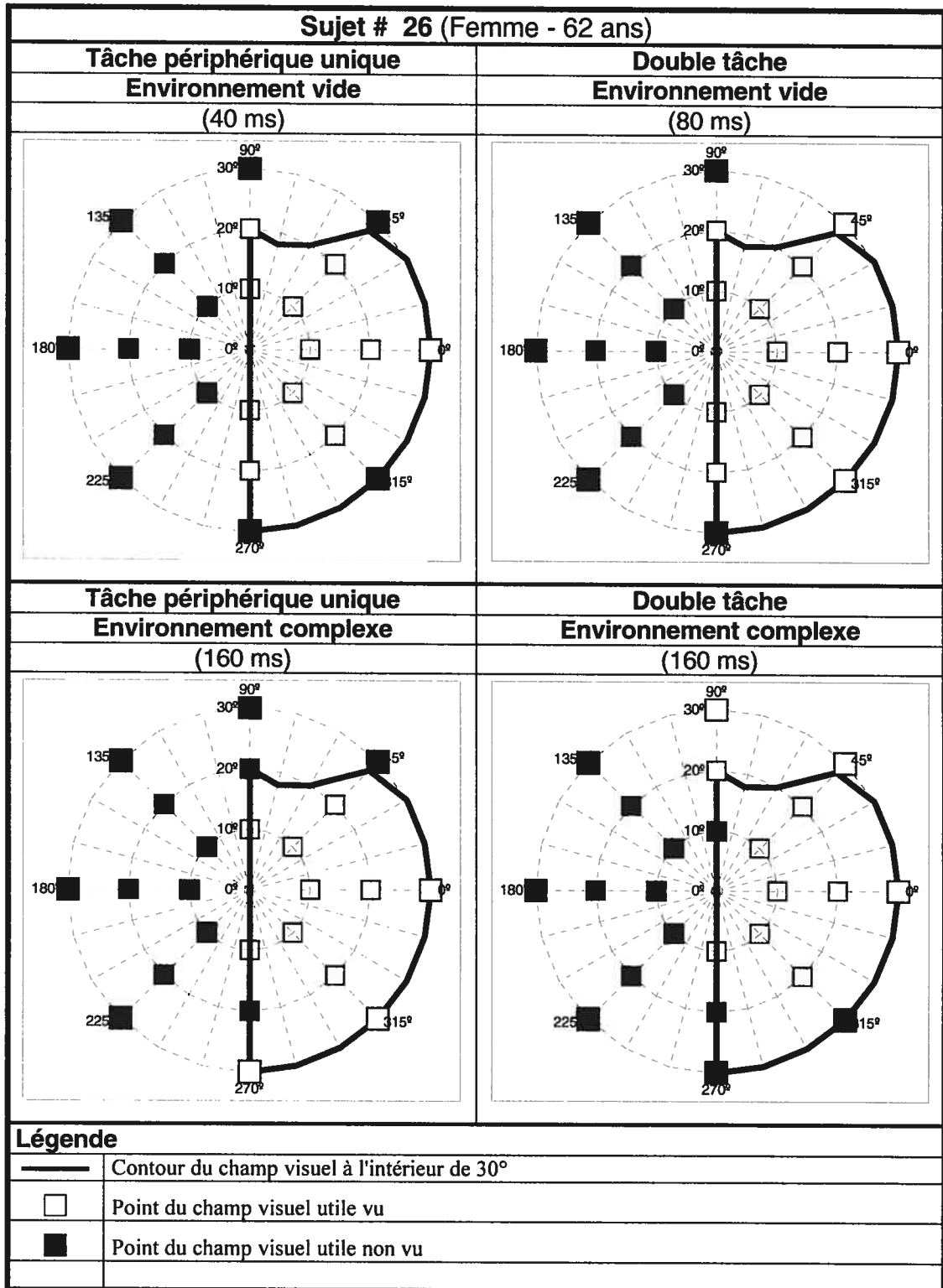


**FIGURE 43:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)





**FIGURE 43:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)



**FIGURE 43:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)

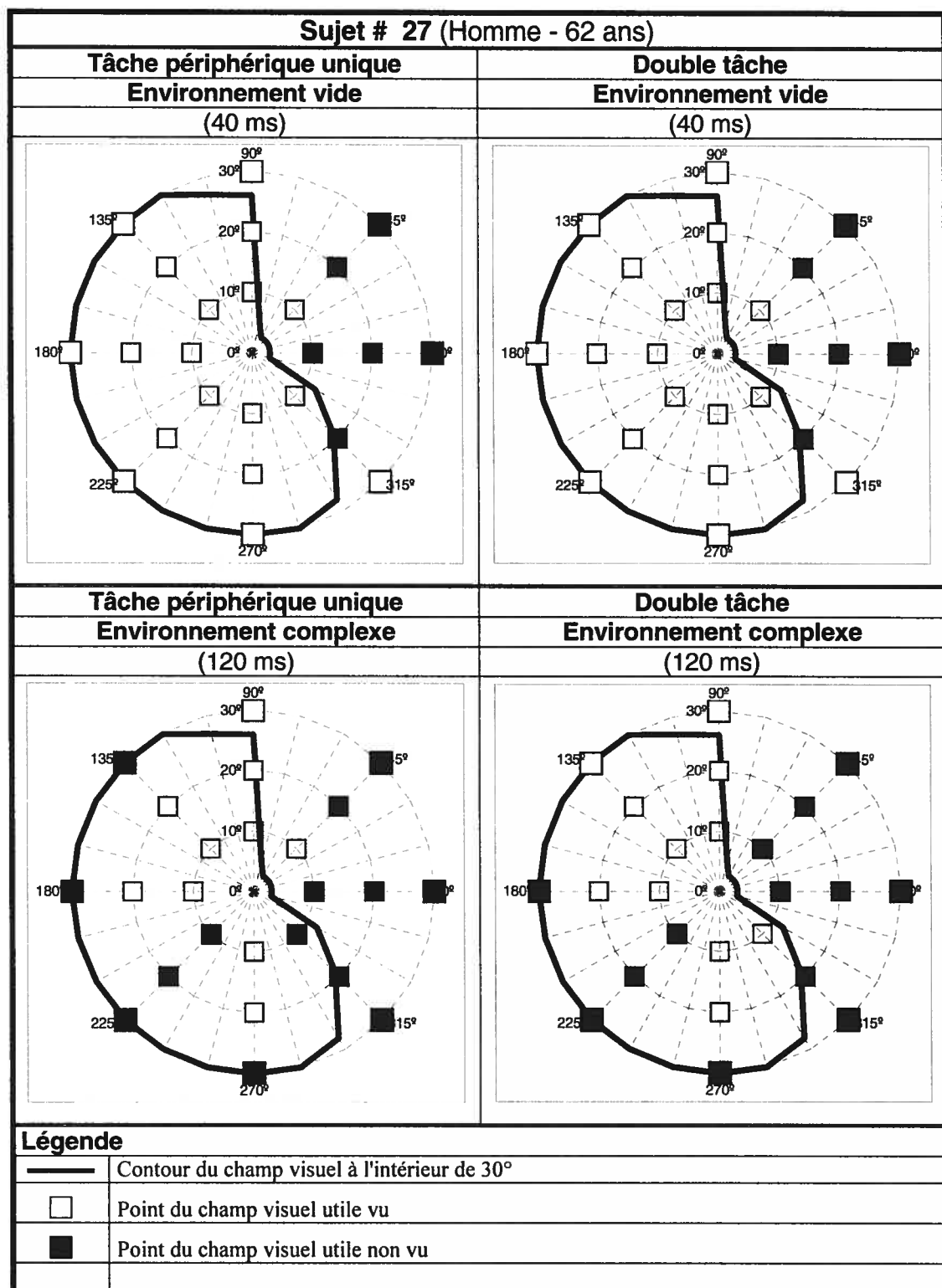


FIGURE 43: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)

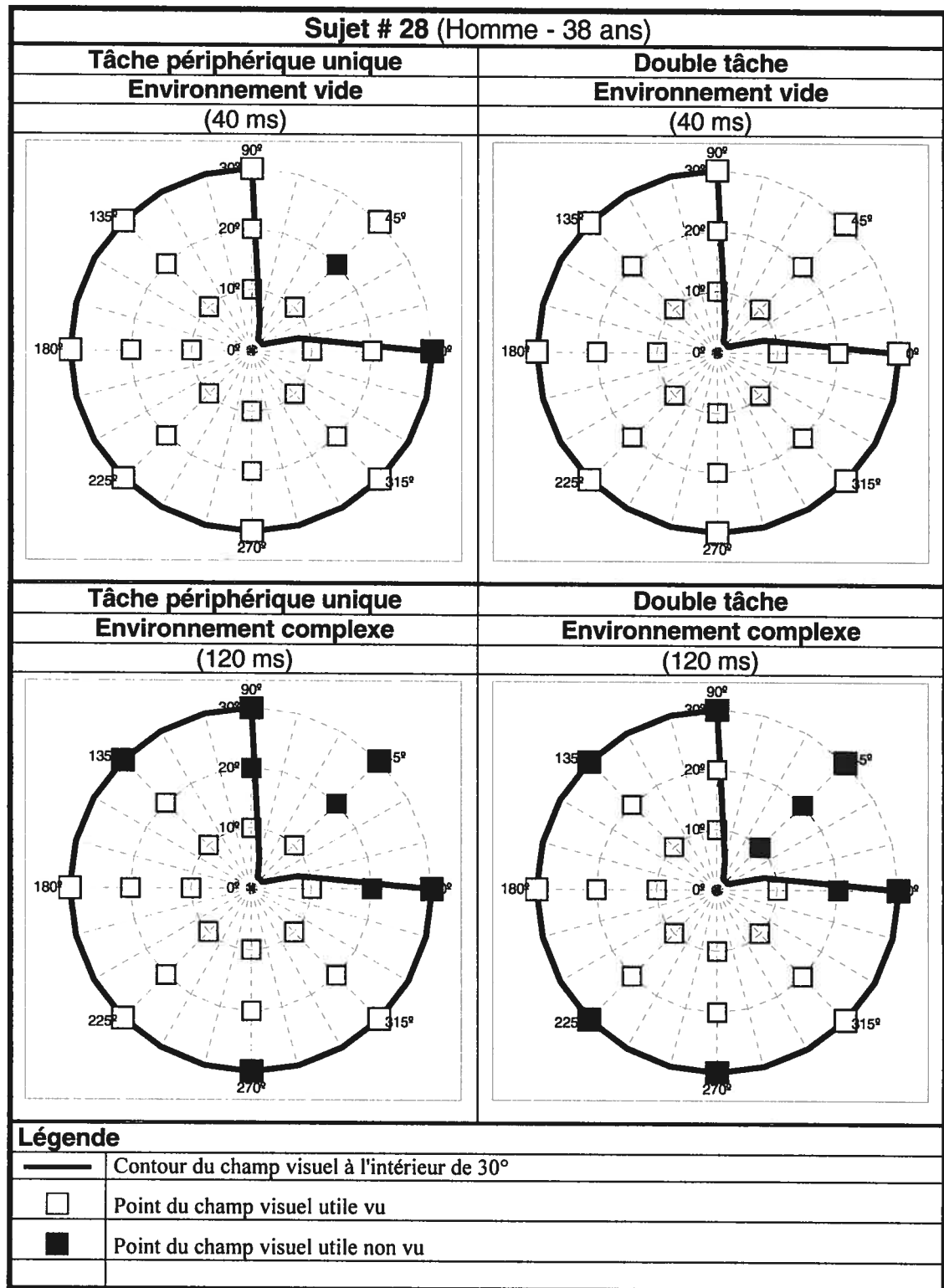
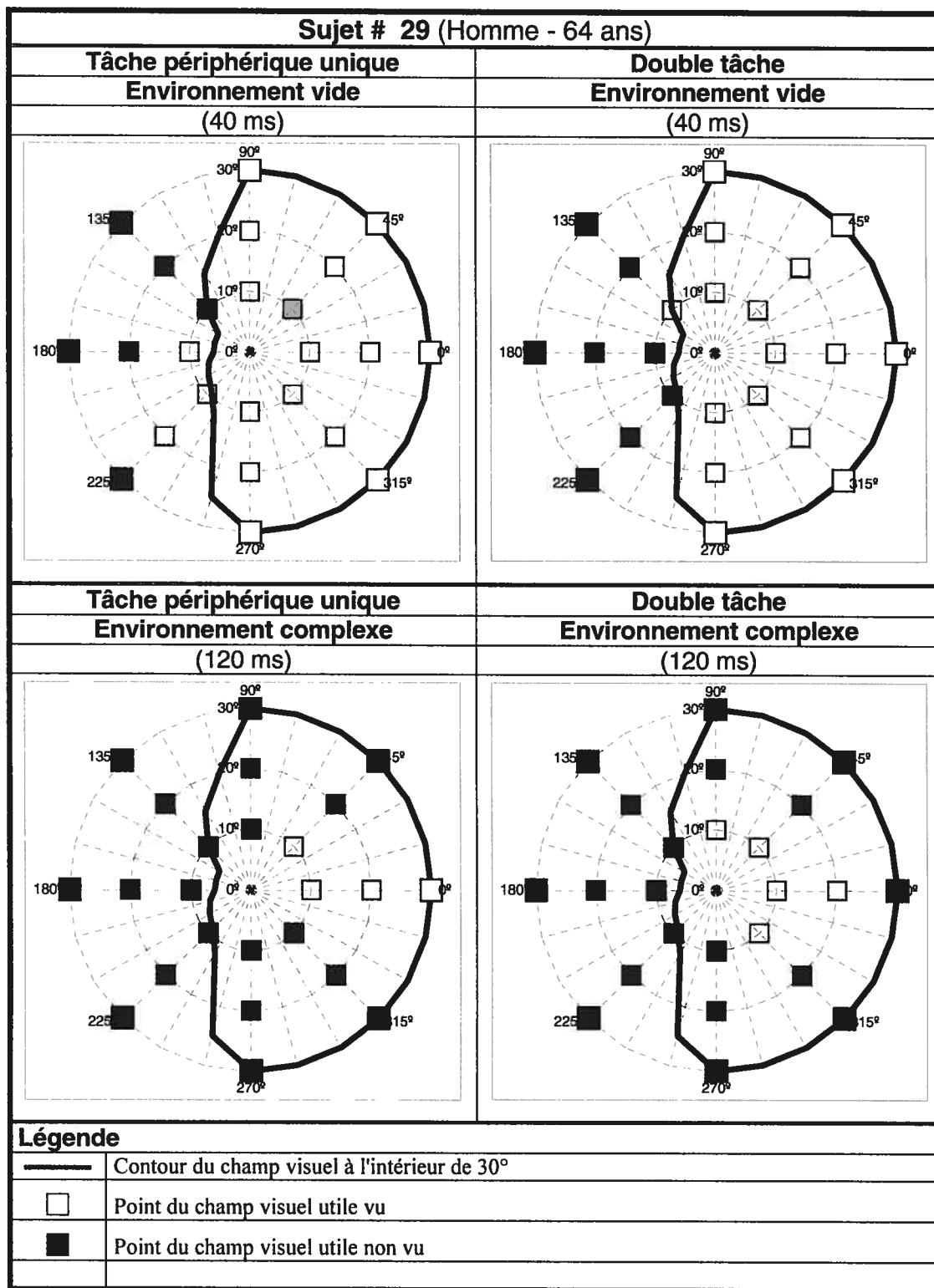
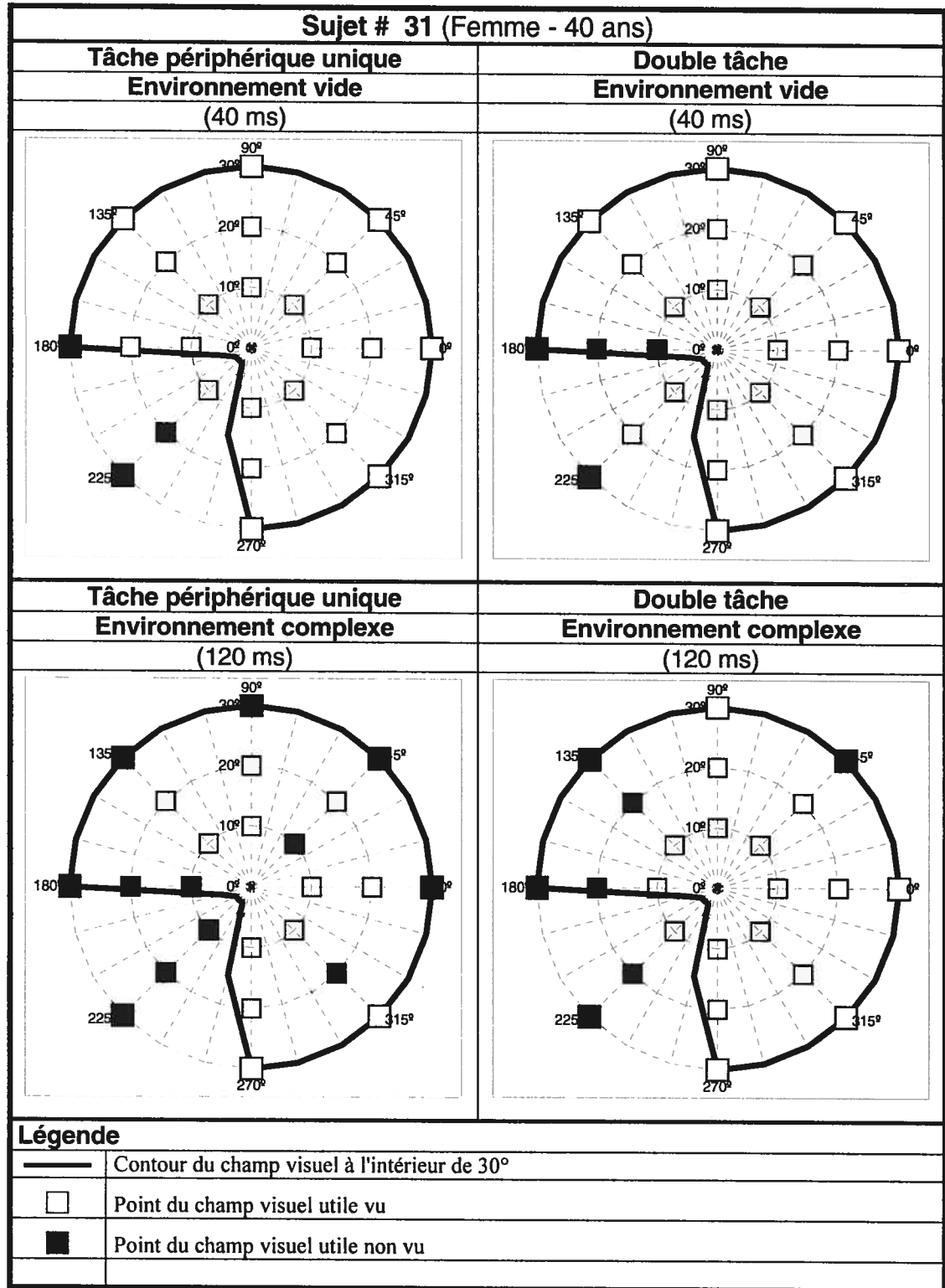


FIGURE 43: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)



**FIGURE 43:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)



**FIGURE 43:** Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)

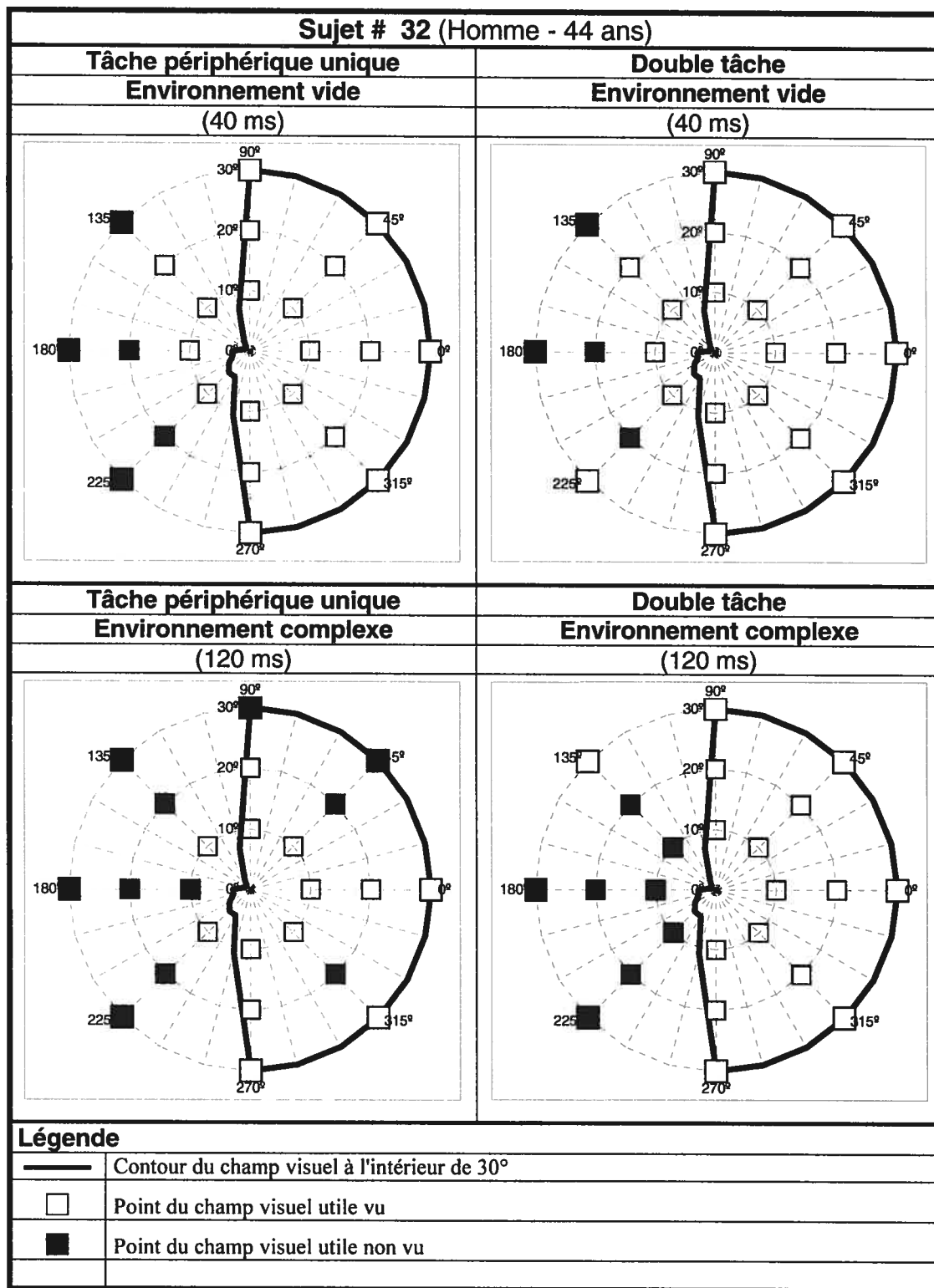
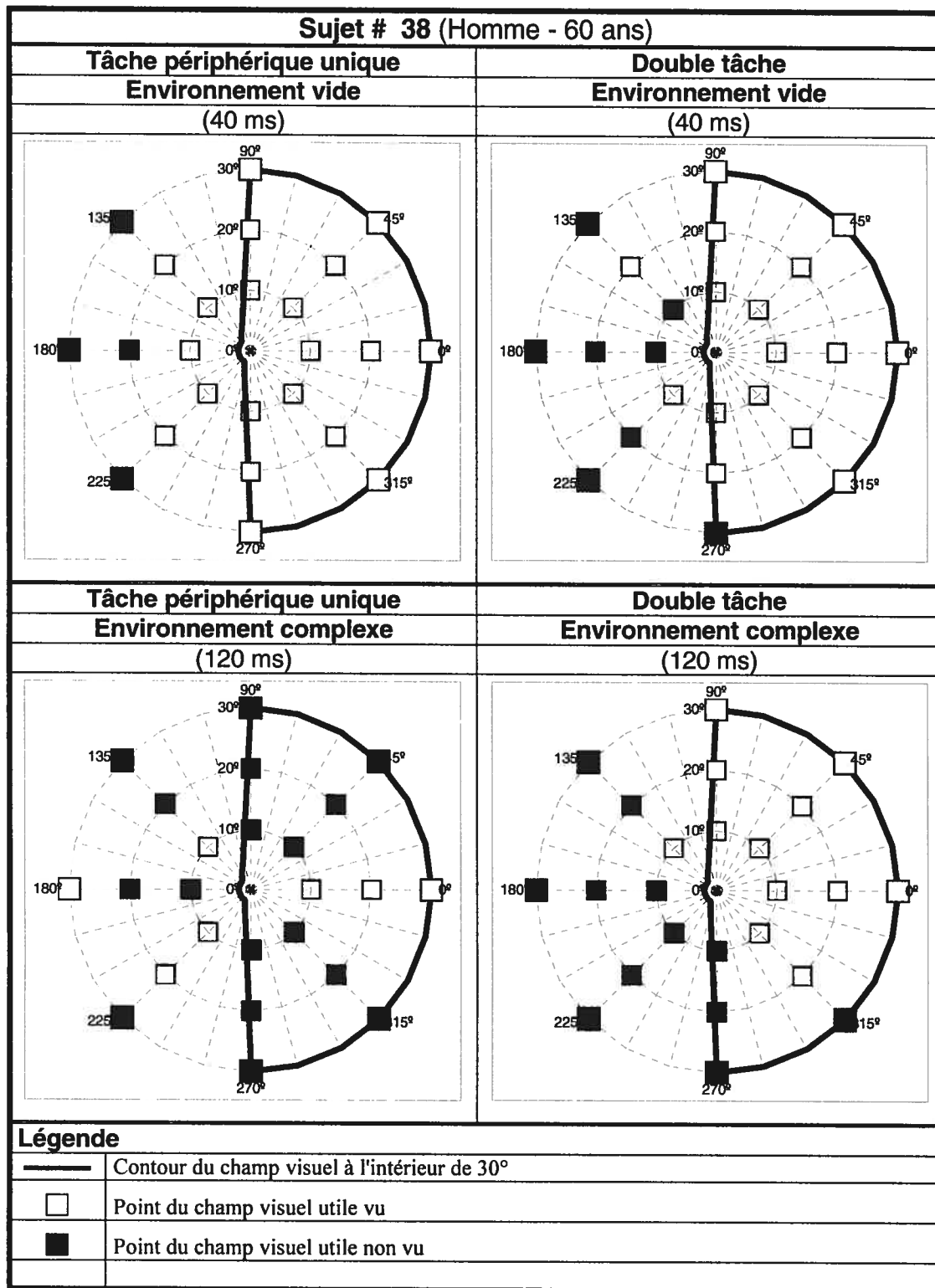


FIGURE 43: Superposition du champ visuel et du champ visuel utile chez les sujets avec déficit de champ visuel (suite)



## **ANNEXE V: LIEN ENTRE LE SEXE ET LE CHAMP VISUEL UTILE**

Des analyses ont été effectuées afin de vérifier la présence de différences entre les sujets masculins et féminins. Étant donné le faible nombre de sujets, l'analyse de variance de Kruskal-Wallis pour données non paramétriques a été utilisée. Le tableau XX (page lxxxvi) résume certains de ces tests. La seule différence significative détectée fût au niveau de la perte supplémentaire observée lors du passage de la tâche la plus simple à la tâche la plus complexe de la tâche de champ visuel utile des sujets avec déficit. Cette différence ne peut être expliquée par des déficits plus importants du champ visuel, les différences à ce niveau étant non significatives. Cependant, il est possible qu'elle soit liée à l'âge: bien que non significative, la différence entre les groupes est tout de même présente.

Par contre, il est également possible que le sexe ait une influence réelle sur les résultats. Une telle différence a déjà été observée par Efron et *al.*<sup>73</sup> lors d'une tâche de recherche visuelle sans mouvement oculaire s'apparentant à l'UFOV. Bien qu'une conclusion définitive ne puisse être portée étant donné le faible nombre de sujets, cette hypothèse mériterait d'être vérifiée lors d'une prochaine étude.

La figure 44 (page lxxxv) illustre la distribution des sujets masculins et féminins au niveau de la perte supplémentaire engendrée par l'augmentation de la complexité.



FIGURE 44 : Distribution des sujets masculins et féminins au niveau de la perte supplémentaire engendrée par l'augmentation de la complexité de la tâche de l'UFOV.

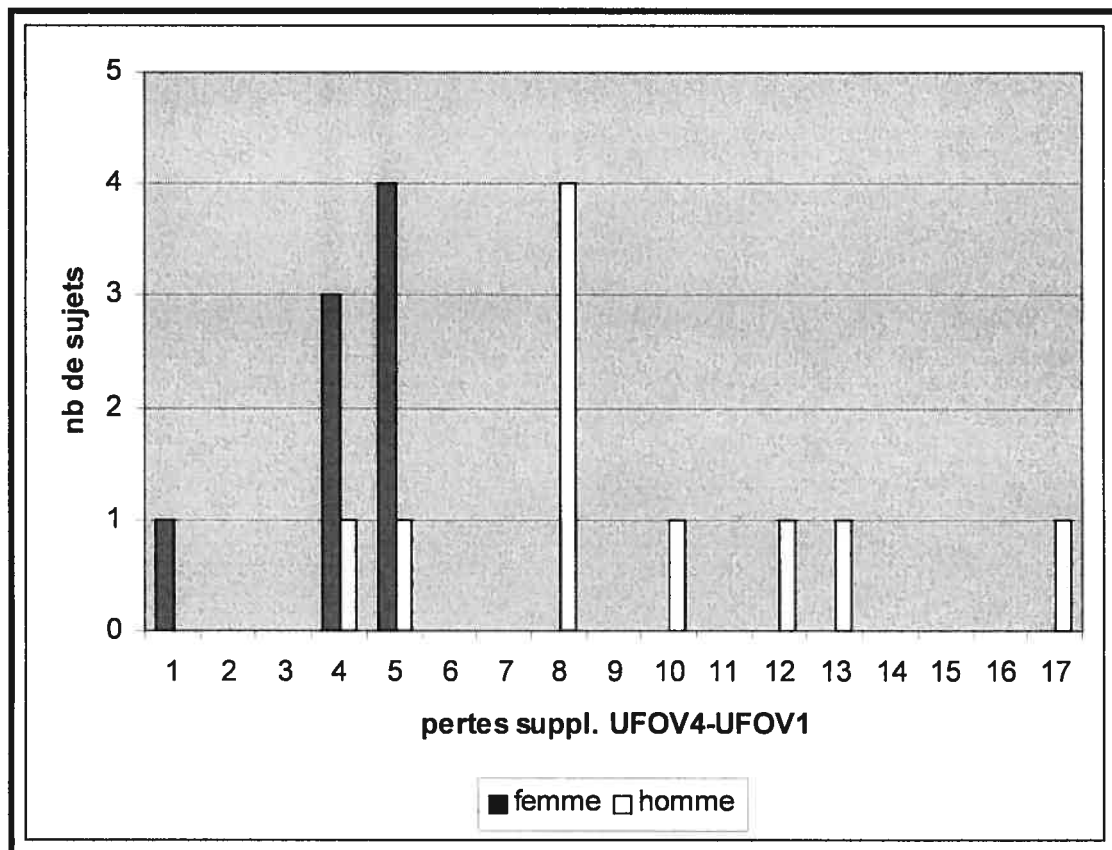


Tableau XX : Relation entre le sexe et le nombre d'erreurs supplémentaires commises

Sujets sains					
Variable	Hommes (n=20)		Femmes (n=13)		Différence
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	
Âge	59,2	11,5	51,1	13,7	non significatif (p = 0,14)
Champ visuel - Humphrey - meilleur oeil	98,8	1,6	99,0%	1,8%	non significatif (p = 0,75)
Champ visuel - Goldman (AMA) - meilleur oeil	85,4	9,5	85,7%	6,5%	non significatif (p = 0,75)
Champ visuel - Goldman (Esterman) - meilleur oeil	85,0	7,7	86,1%	7,7%	non significatif (p = 0,63)
Pertes supplémentaires UFOV4 - UFOV1	6,2	4,4	4,1	3,1	non significatif (p = 0,20)

Sujets avec déficit de champ visuel					
Variable	Hommes (n=10)		Femmes (n=8)		Différence
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	
Âge	57,2	12,3	50,0	15,5	non significatif (p = 0,29)
Champ visuel - Humphrey - meilleur oeil	61,8	9,2	60,7	10,8	non significatif (p = 0,48)
Champ visuel - Goldman (AMA) - meilleur oeil	56,4	12,3	48,6	13,9	non significatif (p = 0,31)
Champ visuel - Goldman (Esterman) - meilleur oeil	61,3	8,0	56,8	9,9	non significatif (p = 0,43)
Pertes supplémentaires UFOV4 - UFOV1	8,3	3,9	3,1	1,4	significative (p = 0,0032)

## **ANNEXE VI : RÉSULTATS DU SUJET 9 AUX TESTS UTILISÉS POUR LA SÉLECTION DES SUJETS**

### **TESTS D'EXPLORATION VISUELLE OU NÉCESSITANT UNE EXPLORATION VISUELLE**

Au test des cloches de Gauthier et al.<sup>37</sup>, le sujet utilise une stratégie d'exploration en colonne (figure 45, page lxxxiii). Cette stratégie est l'une parmi les deux utilisées par les sujets normaux<sup>37</sup>. Les sujets normaux montrent en plus la stratégie d'exploration en ligne. Le sujet omet une cloche dans chaque champ. Il se comporte donc comme un sujet normal.

Dans le test de bissection de lignes de Schenkenberg<sup>38</sup>, le sujet tend à tracer ses traits près du centre, sauf pour une ligne où il place son trait 55% trop à gauche. Malgré cet écart, en moyenne, son trait se retrouve à seulement 4% de la position attendue. Il se comporte donc comme un sujet normal (figure 46, page lxxxiii).

Au Mesulam *Structured Shape Cancellation Task*<sup>39</sup>, il commet trois omissions, deux du côté sain et une seule du côté atteint. Ce résultat est considéré comme normal.

FIGURE 45 : Stratégie d'exploration utilisée et localisation des stimuli omis par le sujet au test des cloches<sup>29</sup>

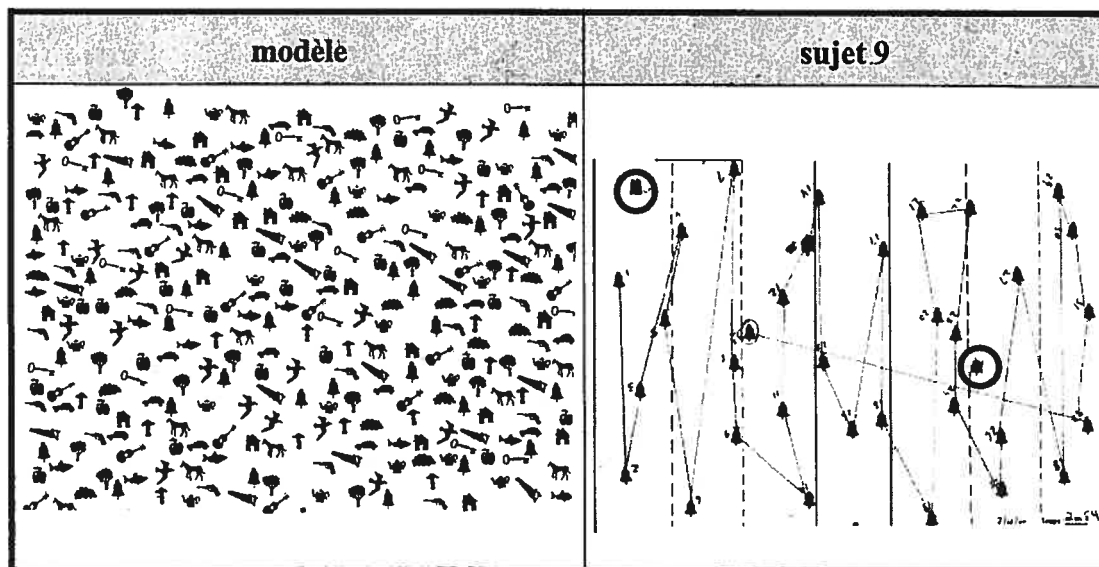







FIGURE 46: Résultats du sujet au test de bissection de lignes<sup>30</sup>

Sujet 9			
lignes	Moyenne de déviation	lignes omises	
toutes (18)	- 4,0 %	0	
de gauche	-3,0 %	0	
du centre	-1,0%	0	
de droite	-8,0 %	0	
			

## **GNOSIES, PRAXIES, LANGAGE**

Le sujet se comporte comme un sujet normal pour ce qui est des parties suivantes: perception d'images nettes d'objets familiers et moins familiers, figures intriquées, reproduction de l'orientation de lignes et de leurs relations réciproques, reproduction de figures, orientation dans l'espace, perception de figures en miroir, reconnaissance de l'heure sur cadrans sans chiffres, disposition des aiguilles d'un cadran. L'analyse des relations spatiales est normale, bien que le sujet ait échoué deux photos de silhouettes pour lesquelles le sujet peut décrire les différentes parties de l'image, mais ne réussit pas à faire la synthèse de l'image totale. De même, l'orientation dans l'espace est normale, sauf lors de certaines consignes verbales complexes se référant à la droite et à la gauche, ce qui est probablement dû à un problème de langage. D'ailleurs, un manque du mot est observé à certaines épreuves, telles que la perception d'images.

Lors de la version modifiée du test des figures superposées, le sujet démontre une tendance à commencer dans son côté sain, donc à gauche. Il va également de son côté atteint, mais sur les quatre planches utilisées (huit stimuli), il commet deux omissions. Ce résultat n'est pas tout à fait normal et vient confirmer les difficultés d'intégration spatiale observées lors de l'analyse des relations spatiales.

Dans l'ensemble, ces tests démontrent une indication d'intégration incomplète lorsque les tâches sont très complexes. Dans l'ensemble, les résultats se rapprochent suffisamment de ceux des sujets normaux du même âge pour ne pas nuire à un éventuel entraînement. Cependant, les indications d'intégration incomplète lors de tâches complexes incitent à ne pas débiter l'entraînement avec un environnement visuel trop chargé.

## **ANNEXE VII : RÉSUMÉ DU PROTOCOLE ORIGINAL DE BALL**

### **DESCRIPTION GÉNÉRALE**

Le programme d'entraînement est d'un maximum de 20 sessions. L'appareil est le "*Visual attention analyzer, model 3000*" (*Visual Resources, Inc., Bowling Green, KY*), que l'on désigne plus simplement par UFOV. Il s'agit d'un large écran tactile relié à un ordinateur qui utilise un logiciel spécialisé afin d'évaluer et d'entraîner l'attention visuelle. Des instructions standardisées doivent être présentées au sujet: pour chaque tâche, l'évaluateur explique en utilisant deux exemples à l'écran et le sujet complète quatre autres essais de pratique. La démonstration et la pratique sont répétées, si nécessaire, jusqu'à ce que le sujet comprenne bien la tâche. Chacune des trois tâches de l'appareil permet de mesurer spécifiquement une atteinte de l'UFOV.

### **DESCRIPTION DES TÂCHES**

*Vitesse de traitement de l'information visuelle:* Cette tâche requiert que le sujet identifie un objet, un camion ou une auto, apparaissant à l'intérieur d'une boîte blanche au centre de l'écran et donc, au centre de son champ visuel.

*Capacité à diviser son attention:* Le sujet doit identifier la cible centrale et simultanément localiser une cible périphérique apparaissant de façon aléatoire à l'une ou l'autre des 24 positions possibles, aux intersections de trois excentricités (10°, 20°, 30°) et de huit axes (les quatre directions cardinales et 4 obliques). Cette mesure est répétée à des temps de présentation de plus en plus courts, allant de 240 à 40 ms.

*Capacité à discriminer un stimulus-cible d'un environnement complexe:* Cette tâche est similaire à la précédente, mais avec l'addition d'un environnement complexe en périphérie, formé de 47 petits triangles.

## **CONDITIONS D'ENTRAÎNEMENT**

L'entraînement doit se dérouler dans des conditions où la lumière ambiante est réduite afin d'éviter de créer des reflets dans l'écran. Le bruit ambiant doit également être réduit au minimum afin d'éviter toute distraction sonore au sujet. Le siège et la mentonnière doivent être ajustés afin de fournir un maximum de confort au sujet. De plus, la mentonnière doit être ajustée de façon à ce que le regard du sujet soit perpendiculaire au centre de l'écran. L'évaluateur doit toujours s'assurer que le sujet demeure concentré et motivé, qu'il comprend et respecte toutes les instructions qui lui sont données.



## PROGRAMME D'ENTRAÎNEMENT

Le programme informatique utilise les trois tâches décrites précédemment, soit le traitement de l'information visuelle, la capacité à diviser son attention et la capacité à discriminer un stimulus-cible d'un environnement complexe. Les paramètres de présentation du stimulus (durée, couleur, excentricité, côté de l'écran, environnement) peuvent être contrôlés par l'évaluateur.

La durée, ou temps de présentation, peut varier de 40 à 400 ms.

La couleur du stimulus peut varier du blanc (plus facile) au rouge, bleu ou vert (plus difficile), en passant par le jaune (intermédiaire).

Le choix de l'excentricité se fait entre 10°, 20° et 30°, avec les cibles plus éloignées du centre étant plus difficiles à localiser. On peut également choisir de n'entraîner qu'une partie du champ visuel utile, soit la partie gauche, droite, inférieure ou supérieure.

Finalement, l'évaluateur peut, lorsqu'il entraîne la capacité à discriminer un stimulus-cible d'un environnement complexe, choisir entre un environnement normal ou atténué. Avec un environnement atténué, les triangles de l'environnement périphérique apparaissent plus pâles, ce qui rend le stimulus-cible plus facile à distinguer.

Pour les sujets qui le nécessitent, l'entraînement pour le traitement de l'information visuelle est suivi jusqu'à ce qu'un seuil de moins que 20 ms soit atteint. Pour les sujets qui le nécessitent, un entraînement pour l'attention divisée et/ou pour l'attention sélective doit être suivi. L'entraînement doit se faire dans cet ordre: traitement de l'information visuelle, attention divisée, attention sélective. Une session est normalement composée de huit à dix blocs. Chaque bloc comporte 16 stimuli.

Il faut procéder une excentricité à la fois, de l'intérieur ( $10^\circ$ ) vers l'extérieur du champ visuel ( $30^\circ$ ). L'entraînement doit débuter dans les conditions les plus faciles: temps de présentation lent (400 ms), cible de couleur rouge et distracteurs atténués dans le cas de l'attention sélective. Pour passer au bloc suivant, un taux de réussite de 75% en périphérie et au maximum une erreur en tâche centrale sont exigés. Une fois les critères de réussite atteints pour un bloc, on passera à un bloc plus difficile, en se dirigeant progressivement vers les conditions normales de test (cible blanche, distracteurs normaux), puis en descendant d'un niveau le temps de présentation.

Si les critères ne sont pas atteints, l'entraînement doit être dirigé vers un bloc plus facile, en passant à une cible plus visible ou en atténuant les distracteurs dans le cas de l'attention sélective. Ces conditions facilitantes seront conservées jusqu'à l'atteinte de deux niveaux de temps de présentation plus bas, puis on retournera au bloc échoué en conditions normales. L'entraînement se termine lorsque le bloc le plus rapide (40 ms) est réussi en conditions normales de test, ou lorsque le sujet a atteint ses limites et qu'il y a arrêt de la progression, selon un critère précis. L'entraînement se poursuit ensuite à l'excentricité suivante.

## **ANNEXE VIII : PROCESSUS DE RÉVISION DU PROTOCOLE**

### **D'ENTRAÎNEMENT**

Le protocole initial faisait subir au sujet des contre-coups inutiles au niveau de la progression de la difficulté. À chaque échec d'un bloc, le sujet reculait de deux blocs, ce qui avait pour effet de faire ressentir l'échec au sujet. Cela peut entraîner une frustration ou un découragement chez le sujet. Pour éviter cela, il est préférable d'avancer lentement mais sûrement. Pour ce faire, le protocole a été modifié afin d'une part, renforcer les critères pour passer au bloc suivant et d'autre part, diminuer au minimum les retours en arrière. Le nouveau protocole prévoira plus de prudence dans la progression, permettant ainsi de prendre le temps de renforcer à son maximum la réussite d'un bloc avant de passer au suivant.

La décision qui avait été prise par l'expérimentateur d'exiger de réussir un bloc deux fois consécutives avant de passer au suivant sera maintenue. Il a cependant été décidé d'augmenter le critère de passage à 87,5% (14/16) au lieu de 75% (12/16). Le but est de s'assurer que le sujet a réussi de façon assez stable le bloc en question avant de passer au suivant.

Afin d'éviter une trop grande répétition pour le sujet, nous avons adopté une méthode qui permet de varier la stimulation tout en ciblant le même bloc. Chaque bloc-cible

(voir autre page) sera entraîné en séquences de 8 à 10 blocs, comportant chacune deux ou trois blocs-cibles, quatre blocs variables et deux ou trois blocs-cibles.

Le but des blocs variables est de briser la monotonie de l'entraînement et ainsi permettre au sujet de garder un niveau de motivation acceptable. Cependant, cette méthode comporte un risque. Normalement, un entraînement progresse en allant de plus facile à plus difficile. Dans notre cas, les blocs entre les blocs-cibles sont plus difficiles et donc, moins aidants. Il nous est impossible d'utiliser des blocs moins difficiles que les blocs-cibles, car nous sommes partis avec le principe que les blocs-cibles se déroulaient dans les conditions les plus faciles. Le risque est donc que ces blocs soient trop difficiles pour pouvoir aider l'entraînement. Il est important de diminuer ce risque au minimum, en gardant au minimum l'écart de difficulté entre le bloc-cible et les autres blocs de la séquence.

Le type de tâche (simple ou double) et l'environnement (vide, distracteurs atténués, distracteurs normaux) représentent des trop grandes variations de difficulté pour être utilisés de cette façon.

Le temps de présentation et l'excentricité sont déjà utilisés pour établir la progression entre les blocs-cibles (voir autre page). De plus, changer l'excentricité risque de trop s'éloigner du bloc ciblé et ne contribuerait ainsi aucunement à sa réussite.

La partie du champ à entraîner (haut, bas, gauche, droite ou complet) offre une bonne variation sans trop augmenter la difficulté. Cependant, ce protocole vise à entraîner la

partie atteinte du champ visuel du sujet. Étant donné ceci, l'évaluation de l'effet de l'intervention devra porter sur l'amélioration du champ atteint et non sur l'amélioration du champ complet. Par conséquent, il ne servirait probablement à rien, face à cet objectif, de trop changer la partie du champ visé. Nous devons maximiser la quantité de stimulation du côté atteint. La condition champ total peut être utilisée une fois par séquence, car elle nous donne tout de même 10 stimulus sur 16 du côté atteint. Il y a donc une perte de stimulation du côté atteint, mais nous pouvons l'accepter afin d'offrir plus de variété au sujet. Pour la difficulté, nous savons qu'elle augmente puisque le sujet doit répartir ses ressources attentionnelles différemment afin de couvrir tout le champ, et non plus seulement un héli-champ. Mais nous considérons cette augmentation de la difficulté comme raisonnable pour le sujet.

Donc, pour faire varier les blocs, nous ne disposons réellement que de deux conditions modifiables : le type de stimuli (voiture ou camion) et la couleur du stimulus (blanc, bleu, jaune, vert ou rouge). L'expérience avec le sujet 9 semble montrer jusqu'à maintenant qu'il n'y a pas de différence majeure dans les résultats lorsque l'on utilise le camion ou l'auto. Le type de stimuli peut donc être utilisé comme source de variation. Quant à la couleur, il semble que pour ce sujet, du côté atteint, le blanc soit la couleur la plus facile à détecter, suivie du jaune, du rouge et du vert, et finalement du bleu. La couleur peut également être utilisée pour varier, surtout le jaune pour lequel les résultats, et donc le niveau de difficulté, se rapprochent le plus du blanc.

Pour ces raisons, nous avons divisé la séquence comme suit. La séquence débute toujours par deux blocs-cibles se concentrant dans le champ atteint. Un troisième bloc-cible est fait seulement dans le cas où le sujet réussirait le bloc deux après avoir raté le bloc 1. On donne ainsi au sujet une possibilité supplémentaire de réussir deux blocs-cibles consécutifs et de passer au bloc-cible suivant, sans devoir traverser inutilement toute la séquence. La séquence se poursuit ensuite avec quatre blocs variables, comportant de légers changements par rapport aux blocs-cibles, afin d'offrir au sujet une certaine variation tout en poursuivant l'entraînement. Le premier de ces blocs variables se fait dans les mêmes conditions que le bloc-cible de la séquence, mais vise cette fois la totalité du champ (gauche et droit) à l'excentricité entraînée. Le deuxième bloc variable teste le champ atteint, mais le stimulus est une voiture de couleur (au choix de l'évaluateur) au lieu d'une voiture blanche comme dans les blocs-cibles. Les deux autres blocs variables se font également dans le champ atteint, mais avec le camion de couleur et le camion blanc respectivement. La séquence se termine ensuite avec deux blocs-cibles. Pour la même raison qu'au début de la séquence, un troisième bloc-cible peut être ajouté seulement si le deuxième est réussi après échec du premier bloc-cible. Le tableau XXI (page xcix) résume le déroulement d'une séquence.

TABLEAU XXI: Résumé du déroulement d'une séquence d'entraînement

#	Type de bloc		Champ entraîné	Stimulus utilisé	Conditions
1	Bloc-cible		Champ atteint	Voiture blanche	Varient selon la progression de l'entraînement
2	Bloc-cible		Champ atteint	Voiture blanche	
3	Bloc-cible	(si nécessaire)	Champ atteint	Voiture blanche	
4	Bloc variable		Totalité du champ	Voiture blanche	Identiques aux blocs-cibles
5	Bloc variable		Champ atteint	Voiture de couleur	
6	Bloc variable		Champ atteint	Camion de couleur	
7	Bloc variable		Champ atteint	Camion blanc	
8	Bloc-cible		Champ atteint	Voiture blanche	Varient selon la progression de l'entraînement
9	Bloc-cible		Champ atteint	Voiture blanche	
10	Bloc-cible	(si nécessaire)	Champ atteint	Voiture blanche	

Afin de passer au bloc-cible suivant, le critère de réussite doit être atteint dans deux blocs-cibles consécutifs de la séquence. En cas d'échec, le sujet refait la même séquence. En cas d'échecs répétés d'un même bloc, une décision sera prise en équipe après un nombre jugé exagéré d'échecs.

Afin de déterminer les blocs-cibles de ce protocole, certains principes furent établis :

**Premier principe : maximiser la réponse.** Il est important de donner le plus de chance possible au sujet de répondre. C'est pour cela qu'il nous faut garder les conditions les plus faciles possibles. Ainsi, la complexité de la tâche doit être réduite au minimum, en utilisant seulement la tâche périphérique simple et toujours dans un environnement vide, sans distracteurs. De plus, puisque le sujet répond mieux aux stimuli de couleur blanche, c'est cette couleur qui sera utilisée pour les blocs-cibles.

**Deuxième principe : augmenter le champ est plus important que d'augmenter la vitesse.** Il est plus utile pour le sujet d'augmenter l'étendue de son champ, que d'augmenter la vitesse à laquelle il peut percevoir un stimulus à l'intérieur de ce champ. Ainsi, nous limiterons le temps de présentation à un plancher de 120 ms, afin de permettre d'entraîner l'excentricité 20° et possiblement l'excentricité 30°.

La liste des blocs-cibles devant être utilisée est présentée au tableau XXII, page ci.



**TABLEAU XXII:** Liste des blocs-cible utilisés lors du protocole d'entraînement final

No	Excentricité	Temps	stimulus	couleur	champ	tâche	Environnement
1	10°	200 ms	voiture	Blanc	atteint	Péri simple	vide
2	10°	160 ms	voiture	Blanc	atteint	Péri simple	vide
3	10°	120 ms	voiture	Blanc	atteint	Péri simple	vide
4	20°	200 ms	voiture	Blanc	atteint	Péri simple	vide
5	20°	160 ms	voiture	Blanc	atteint	Péri simple	vide
6	20°	120 ms	voiture	Blanc	atteint	Péri simple	vide
7	30°	200 ms	voiture	Blanc	atteint	Péri simple	vide
8	30°	160 ms	voiture	Blanc	atteint	Péri simple	vide
9	30°	120 ms	voiture	Blanc	atteint	Péri simple	vide

## ANNEXE IX : FORMULAIRES DE CONSENTEMENT

### FORMULAIRE DE CONSENTEMENT UTILISÉ POUR LES SUJETS SAINS DE LA PREMIÈRE ÉTUDE



Institut de réadaptation de Montréal

Centre de réadaptation affilié à l'Université de Montréal

Formule de consentement pour ma participation à un projet de recherche n'impliquant ni prise de médicaments ou autres substances ni analyse de laboratoire

Identification du sujet : Nom : \_\_\_\_\_

Date de naissance : \_\_\_\_\_

No. de dossier de recherche : \_\_\_\_\_

Je, soussigné(e) \_\_\_\_\_, consens par la présente à participer au projet de recherche suivant dans les conditions décrites ci-dessous :

**TITRE DU PROJET :** L'impact des déficits du champ visuel et des troubles de l'attention sur la performance des conducteurs et les processus d'adaptation comportementale

**RESPONSABLES:** M Vanier, M Ptiro, I Gélinas, J Gresset, D Roggen, P Joly, W Brouwer.

**OBJECTIF DU PROJET :** Etudier l'effet d'une diminution de la vision et de certaines habiletés nécessaires à conduire une automobile de façon sécuritaire

#### NATURE DE MA PARTICIPATION

Ma participation impliquera les étapes suivantes :

Tout d'abord, après avoir manifesté mon intérêt pour participer à cette étude, une assistante de recherche s'informera de mes possibilités de participation au projet. Suite à cet échange, deux évaluations seront effectuées par un (e) assistant (e) de recherche et auront lieu au Centre de recherche de l'Institut de réadaptation de Montréal ainsi qu'à l'École d'Optométrie de l'Université de Montréal. En fonction de vos disponibilités, plusieurs rencontres peuvent être effectuées. La première rencontre durera de 45 à 60 minutes et un aspect de ma capacité visuelle sera évalué. La deuxième rencontre d'une durée d'environ 30 minutes portera sur l'évaluation d'un autre aspect de ma capacité visuelle. La troisième rencontre portera sur des tests en lien avec la conduite automobile et durera environ une heure. À ma convenance, je peux choisir d'échelonner, sur une période de 3h30, les trois évaluations dans une même journée, incluant une heure pour le dîner. Une quatrième rencontre, d'une durée totale de 2h30, se tiendra à l'École d'Optométrie de l'Université de Montréal. Une clinicienne en optométrie évaluera ma vision puis, une assistante de recherche évaluera un autre aspect de ma capacité visuelle.

#### AVANTAGES PERSONNELS POUVANT DÉCOULER DE MA PARTICIPATION

À ma demande, je serai informé(e) des résultats à tous les tests auxquels je participerai ainsi que de leur interprétation. Un montant compensatoire de 50 \$ me sera donné pour la durée de ma participation (6h).

#### INCONVÉNIENTS PERSONNELS POUVANT DÉCOULER DE MA PARTICIPATION

J'aurai à me rendre à l'École d'Optométrie et à l'Institut de réadaptation de Montréal. Les frais reliés au déplacement, (par exemple, le stationnement ou le transport en commun) me seront remboursés. De même, si mes déplacements impliquent des repas à l'École d'Optométrie ou à l'Institut de réadaptation de Montréal, les frais de repas me seront remboursés. Aucun autre inconconvénient personnel ne découlera de ma participation.

**RISQUE**

Il est entendu que ma participation à ce projet ne m'expose, sur le plan médical, à aucun risque que ce soit. Il est également entendu que ma participation n'aura aucun effet sur tout traitement médical auquel je serais éventuellement soumis(e).

**INFORMATIONS CONCERNANT LE PROJET**

On devra répondre, à ma satisfaction, à toute question que je poserai à propos du projet de recherche auquel j'accepte de participer. De plus, les tests que je suivrai à l'École d'optométrie seront utilisés uniquement à des fins de recherche. Les examens visuels administrés par une clinicienne en optométrie ne pourront servir à la prescription de lentilles cornéennes ou de verres. Aucune ordonnance ne me sera accordée suite à ces examens.

**ACCÈS À DES INFORMATIONS SUR MA SANTÉ**

J'accepte que, lors du premier échange téléphonique, les personnes responsables de ce projet s'informent de mon état de santé.

**AUTORISATION D'UTILISER LES RÉSULTATS**

J'accepte que l'information recueillie puisse être utilisée pour fins de communication scientifique et professionnelle et d'enseignement. Il est entendu que l'anonymat sera respecté à mon égard.

**RETRAIT DE MA PARTICIPATION**

Il est entendu que ma participation au projet de recherche décrit ci-dessus est tout à fait libre; il est également entendu que je pourrai, à tout moment, mettre un terme à ma participation sans que cela n'affecte les services de santé auxquels j'ai droit.

**CONFIDENTIALITÉ**

Il est entendu que les observations effectuées en ce qui me concerne, dans le cadre du projet de recherche décrit ci-dessus, demeureront strictement confidentielles. Aucune information concernant ma participation ne sera divulguée.

**Je déclare avoir lu et/ou compris les termes de la présente formule.**

\_\_\_\_\_  
Signature de l'intéressé(e)

Fait à \_\_\_\_\_, le \_\_\_\_\_ 20\_\_.

Je, soussigné(e), \_\_\_\_\_, certifie (a) avoir expliqué au signataire intéressé les termes de la présente formule, (b) avoir répondu aux questions qu'il (elle) m'a posées à cet égard et (c) lui avoir clairement indiqué qu'il (elle) reste, à tout moment, libre de mettre un terme à sa participation au projet de recherche décrit ci-dessus.

\_\_\_\_\_  
Signature du responsable du projet  
ou de son représentant

Fait à \_\_\_\_\_, le \_\_\_\_\_ 20\_\_.

La responsable du projet peut être rejointe :

Marie Vanier  
Centre de recherche de l'Institut de réadaptation de Montréal  
8300 avenue Darlington, Montréal (Québec) H3S 2J4  
Tél (514) 340-2085 poste 2260, Fax (514) 340-2154

# FORMULAIRE DE CONSENTEMENT UTILISÉ POUR LES SUJETS AVEC DÉFICIT DE CHAMP VISUEL DE LA PREMIÈRE ÉTUDE



Institut de réadaptation de Montréal

Centre de réadaptation affilié à l'Université de Montréal

Formule de consentement pour ma participation à un projet de recherche n'impliquant ni prise de médicaments ou autres substances ni analyse de laboratoire

Identification du sujet : Nom: \_\_\_\_\_

Date de naissance :

No. de dossier de recherche:

Je, soussigné(e), \_\_\_\_\_, consens par la présente à participer au projet de recherche suivant dans les conditions décrites ci-dessous :

**TITRE DU PROJET :** L'impact des déficits du champ visuel et des troubles de l'attention sur la performance des conducteurs et les processus d'adaptation comportementale

**RESPONSABLES:** M Yanier, M Pito, I Gélinas, J Gresset, D Bochen, P Joly, W Brouwer.

**OBJECTIF DU PROJET :** Étudier l'effet d'une diminution de la vision et de certaines habiletés nécessaires à conduire une automobile de façon sécuritaire.

#### NATURE DE MA PARTICIPATION:

Ma participation impliquera les étapes suivantes :

Tout d'abord, après avoir manifesté mon intérêt pour participer à cette étude (par téléphone ou en envoyant la feuille-réponse par courrier à l'aide de l'enveloppe pré-affranchie), le chercheur s'informerait de mes possibilités de participation au projet. Suite à cet échange téléphonique, trois rencontres d'évaluation seront planifiées. La première rencontre aura lieu à mon domicile ou au Centre de recherche de l'Institut de réadaptation de Montréal à ma convenance et durera de 45 à 60 minutes. Une assistante de recherche en ergothérapie, évaluera certaines capacités gestuelles et de reconnaissance visuelle. La deuxième rencontre se tiendra à l'École d'Optométrie de l'Université de Montréal. Une clinicienne en optométrie évaluera ma vision (durée : une heure) et une assistante de recherche en ergothérapie évaluera un autre aspect de ma capacité visuelle (durée : environ 45 minutes). La troisième rencontre aura lieu au Centre de recherche de l'Institut de réadaptation de Montréal. Une assistante de recherche en ergothérapie ou en physiothérapie fera des tests en lien avec la conduite automobile (premier test d'une durée d'environ une heure, suivi d'une pause et d'un deuxième test d'une durée d'environ une heure).

#### AVANTAGES PERSONNELS POUVANT DÉCOULER DE MA PARTICIPATION

À ma demande, je serai informé(e) des résultats à tous les tests auxquels je participerai ainsi que de leur interprétation.

#### INCONVÉNIENTS PERSONNELS POUVANT DÉCOULER DE MA PARTICIPATION

J'aurai à me rendre à l'École d'Optométrie et à l'Institut de réadaptation de Montréal. Je bénéficierai de l'aide des chercheurs pour organiser mes déplacements si ma condition le nécessite (par exemple, transport adapté). Dans tous les cas, les chercheurs paieront mes frais de déplacements. De même, si mes déplacements impliquent des repas à l'École d'Optométrie ou à l'Institut de réadaptation de Montréal, les frais de repas me seront remboursés. Aucun autre inconvénient personnel ne découlera de ma participation.

**RISQUE**

Il est entendu que ma participation à ce projet ne m'expose, sur le plan médical, à aucun risque que ce soit. Il est également entendu que ma participation n'aura aucun effet sur tout traitement médical auquel je serais éventuellement soumis(e).

**INFORMATIONS CONCERNANT LE PROJET**

On devra répondre, à ma satisfaction, à toute question que je poserai à propos du projet de recherche auquel j'accepte de participer. L'étude n'aura aucun effet immédiat sur l'obtention d'un permis de conduire et ne pourra en aucun cas être utilisée pour révoquer le permis de conduire de celui qui en est titulaire. De plus, les tests que je suivrai à l'École d'optométrie seront utilisés uniquement à des fins de recherche. Les examens visuels administrés par une clinicienne en optométrie ne pourront servir à la prescription de lentilles cornéennes ou de verres. Aucune ordonnance ne me sera accordée suite à ces examens.

**ACCÈS À DES INFORMATIONS SUR MA SANTÉ**

J'accepte que, lors du premier échange téléphonique, les personnes responsables de ce projet s'informent de mon état de santé.

**AUTORISATION D=UTILISER LES RÉSULTATS**

J'accepte que l'information recueillie puisse être utilisée pour fins de communication scientifique et professionnelle et d'enseignement. Il est entendu que l'anonymat sera respecté à mon égard.

**RETRAIT DE MA PARTICIPATION**

Il est entendu que ma participation au projet de recherche décrit ci-dessus est tout à fait libre ; Il est également entendu que je pourrai, à tout moment, mettre un terme à ma participation sans que cela n'affecte les services de santé auxquels j'ai droit.

**CONFIDENTIALITÉ**

Il est entendu que les observations effectuées en ce qui me concerne, dans le cadre du projet de recherche décrit ci-dessus, demeureront strictement confidentielles. Aucune information concernant ma participation ne sera divulguée.

**Je déclare avoir lu et/ou compris les termes de la présente formule.**

\_\_\_\_\_  
Signature de l'intéressé(e)

Fait à \_\_\_\_\_, le \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_.

Je, soussigné(e), \_\_\_\_\_, certifie (a) avoir expliqué au signataire intéressé les termes de la présente formule, (b) avoir répondu aux questions qu'il (elle) m'a posées à cet égard et (c) lui avoir clairement indiqué qu'il (elle) reste, à tout moment, libre de mettre un terme à sa participation au projet de recherche décrit ci-dessus. Je déclare avoir lu et/ou compris les termes de ce présent formulaire

\_\_\_\_\_  
Signature du responsable du projet  
ou de son représentant

Fait à \_\_\_\_\_, le \_\_\_\_\_ 20\_\_

La responsable du projet peut être rejointe :

Marie Vanier  
Centre de recherche de l'Institut de réadaptation de Montréal  
6300 avenue Darlington  
Montréal (Québec) H3S 2J4  
Tél. (514) 340-2085 poste 2025  
Fax (514) 340-2154

# FORMULAIRE DE CONSENTEMENT UTILISÉ POUR LE SUJET DE LA DEUXIÈME ÉTUDE



## Formule de consentement pour ma participation à un projet de recherche impliquant ni prise de médicaments ou autres substances ni analyse de laboratoire

Identification du sujet : Nom : \_\_\_\_\_  
Date de naissance : \_\_\_\_\_  
No. de dossier de recherche : \_\_\_\_\_

**TITRE DU PROJET :** Entraînement du champ visuel utile chez des personnes hémianopsiques.

**RESPONSABLES:** M. Vanier, F. Guarna, J. Gresset, B. Mazer, I. Gélinas, J. Duquette, H. Bergeron, J. Lavallée.

**OBJECTIF DU PROJET :** Cette étude vise à examiner les possibilités d'amélioration de la vision après entraînement chez la personne qui a perdu une partie de son champ visuel.

### DESCRIPTION DU PROJET DE RECHERCHE

Ce projet vise l'amélioration des capacités visuelles, par l'application d'un protocole d'entraînement spécifique. Il s'agit d'un projet pilote clinique.

### NATURE ET DURÉE DE MA PARTICIPATION

Ma participation impliquera quatre étapes:

**Première étape:** Tout d'abord, après avoir manifesté mon intérêt pour participer à cette étude, deux rencontres d'évaluation seront planifiées. La première rencontre aura lieu au Centre de recherche de l'Institut de réadaptation de Montréal et durera environ 4 heures. Un assistant de recherche évaluera mes capacités visuelles. La deuxième rencontre se tiendra à l'École d'optométrie de l'Université de Montréal. Une clinicienne en optométrie évaluera ma vision (durée : deux heures).

**Deuxième étape:** Cette étape consistera de 20 sessions d'entraînement d'une heure à une heure et demie chacune, à raison de 3 ou 4 sessions par semaine, au Centre de recherche de l'Hôpital juif de réadaptation, à Laval. Un assistant de recherche ou une ergothérapeute expérimentée réalisera cet entraînement avec moi.

**Troisième étape:** Deux autres rencontres d'évaluation semblables à celles de la première étape seront planifiées, afin de mesurer les améliorations possibles. La première rencontre aura lieu au Centre de recherche de l'Institut de réadaptation de Montréal et durera environ 4 heures. Un assistant de recherche évaluera mes capacités visuelles. La deuxième rencontre se tiendra à l'École d'optométrie de l'Université de Montréal. Une clinicienne en optométrie évaluera ma vision (durée : deux heures).

**Quatrième étape:** Afin de vérifier si ces améliorations se maintiennent dans le temps, trois autres séries de deux rencontres d'évaluation, à deux semaines d'intervalle cette fois-ci, seront planifiées. Comme pour les étapes 1 et 3, les rencontres auront lieu au Centre de recherche de l'Institut de réadaptation de Montréal (environ 4 heures, chacune, évaluation de mes capacités visuelles) et à l'École d'optométrie de l'Université de Montréal (environ deux heures, évaluation de ma vision).

#### AVANTAGES PERSONNELS POUVANT DÉCOULER DE MA PARTICIPATION

Ce projet vise à améliorer mes capacités visuelles. Cependant, je comprends qu'il s'agit d'un projet pilote et que les chercheurs ne peuvent pas me garantir une amélioration. À ma demande, je serai informé(e) des résultats à tous les tests auxquels je participerai ainsi que de leur interprétation.

Je bénéficierai d'un montant forfaitaire de 100\$ pour ma participation à cette recherche, montant qui me sera remis à la fin de la quatrième étape. En cas d'abandon, le montant compensatoire sera divisé en proportion du nombre de sessions effectuées.

#### INCONVÉNIENTS PERSONNELS ET RISQUES POUVANT DÉCOULER DE MA PARTICIPATION

#### INCONVÉNIENTS PERSONNELS ET RISQUES POUVANT DÉCOULER DE MA PARTICIPATION

J'aurai à me rendre à l'École d'optométrie, à l'Institut de réadaptation de Montréal et à l'Hôpital juif de réadaptation. Cependant, je bénéficierai de l'aide des chercheurs pour organiser mes déplacements si ma condition le nécessite (par exemple, transport adapté). Néanmoins, les frais de ces déplacements ne me seront pas remboursés, sauf pour les sessions d'évaluation ayant lieu à l'extérieur de l'Hôpital juif de réadaptation (c'est-à-dire à l'Institut de réadaptation de Montréal et à l'École d'optométrie). De même, si la durée d'une session d'évaluation ou d'entraînement à l'extérieur de l'Hôpital juif de réadaptation implique la prise d'un repas sur place, les frais de repas me seront remboursés. Aucun autre inconvénient personnel ne découlera de ma participation. Il est entendu que ma participation à ce projet ne m'expose, sur le plan médical, à aucun risque que ce soit. Il est également entendu que ma participation n'aura aucun effet sur tout traitement médical auquel je serais éventuellement soumis(e).

#### INFORMATIONS CONCERNANT LE PROJET

On devra répondre, à ma pleine et entière satisfaction, à toute question que je poserai à propos du projet de recherche auquel j'accepte de participer. L'étude n'aura aucun effet immédiat sur l'obtention d'un permis de conduire et ne pourra en aucun cas être utilisée pour révoquer le permis de conduire de celui qui en est titulaire. De plus, les tests que je suivrai à l'École d'optométrie seront utilisés uniquement à des fins de recherche. Les examens visuels administrés par une clinicienne en optométrie ne pourront servir à la prescription de lentilles cornéennes ou de verres. Aucune ordonnance ne me sera accordée suite à ces examens.

#### ACCÈS À DES INFORMATIONS SUR MA SANTÉ

J'accepte que, lors du premier échange téléphonique, les personnes responsables de ce projet s'informent de mon état de santé.



RETRAIT DE MA PARTICIPATION

Il est entendu que ma participation au projet de recherche décrit ci-dessus est tout à fait libre ; il est également entendu que je pourrai, à tout moment, mettre un terme à ma participation sans que cela n'affecte les services de santé auxquels j'ai droit.

CONFIDENTIALITÉ

Il est entendu que les observations effectuées en ce qui me concerne, dans le cadre du projet de recherche décrit ci-dessus, demeureront strictement confidentielles. Aucune information concernant ma participation ne sera divulguée.

AUTORISATION D'UTILISER LES RÉSULTATS

J'accepte que l'information recueillie puisse être utilisée pour fins de communication scientifique et professionnelle et d'enseignement. Il est entendu que l'anonymat sera respecté à mon égard.

CONSENTEMENT DU SUJET

Je déclare que la nature de l'étude, les procédés utilisés, les risques et les bénéfices que comporte ma participation à cette étude ainsi que le caractère confidentiel des informations qui seront recueillies au cours de l'étude m'ont été expliqués.

Je déclare avoir eu l'occasion de poser toutes les questions concernant les différents aspects de l'étude et de recevoir des réponses à ma satisfaction

Je déclare avoir compris les termes du présent formulaire.

Je, soussigné(e), \_\_\_\_\_ accepte volontairement de participer à cette étude. Je peux me retirer en tout temps sans que cela nuise à mes relations avec les différents intervenants de la santé et ce, sans préjudice d'aucune sorte.

Une copie signée de ce formulaire d'information et de consentement doit m'être remise

\_\_\_\_\_  
Signature de l'intéressé(e)

Fait à \_\_\_\_\_, le \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_.

ENGAGEMENT DU CHERCHEUR OU DE SON REPRÉSENTANT

Je, soussigné(e), \_\_\_\_\_ certifie (a) avoir expliqué au signataire intéressé les termes de la présente formule, (b) avoir répondu aux questions qu'il (elle) m'a posées à cet égard et (c) lui avoir clairement indiqué qu'il (elle) reste, à tout moment, libre de mettre un terme à sa participation au projet de recherche décrit ci-dessus.

\_\_\_\_\_  
Signature du responsable du projet  
ou de son représentant

Fait à \_\_\_\_\_, le \_\_\_\_\_ 20\_\_.

La responsable du projet peut être rejointe :

Marie Vanier.

Centre de recherche de l'Institut de réadaptation de Montréal

6300 avenue Darlington  
Montréal (Québec) H3S 2J4  
Tél. (514) 340-2085 poste 2025  
Fax (514) 340-

**ANNEXE X : CERTIFICAT D'ÉTHIQUE****INSTITUT DE RÉADAPTATION DE MONTRÉAL**

affilié à l'Université de Montréal

**CERTIFICAT D'ÉTHIQUE**

Par la présente le comité d'éthique de la recherche de l'Institut de réadaptation de Montréal atteste qu'il a évalué le projet de recherche intitulé: *"Entraînement du champ visuel utile chez l'hémianopsique"*, présenté par Marie Vanier.

Le comité d'éthique, composé de :

Dre Ayda Bachir,  
 Mme Marie-Ève Bouthillier, conseillère en éthique;  
 Madame Nancy Dubé, clinicienne;  
 Monsieur Anatol G.Feldman, chercheur;  
 Mme Lisette Gagnon, présidente par intérim du Comité;  
 Dr Bernard Leduc, physiatre;  
 Mme Mélanie Lefebvre, avocate, conseillère versée en droit;  
 Mme Anik Nolet, avocate, conseillère versée en droit;  
 Madame Monique Provost, A.P.Q.  
 Mme Bonnie Swaine, chercheuse.

a jugé cette recherche acceptable sur le plan de l'éthique.

  
 Lisette Gagnon/  
 Présidente par intérim  
 Comité d'éthique de la recherche

01-07-03

Date

LG/mm

