



HAL
open science

Apport d'une occlusion temporaire de l'œil amblyope préalable à un entraînement binoculaire pour le traitement de l'amblyopie fixée

Lauren Sauvan

► **To cite this version:**

Lauren Sauvan. Apport d'une occlusion temporaire de l'œil amblyope préalable à un entraînement binoculaire pour le traitement de l'amblyopie fixée. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-02028164

HAL Id: dumas-02028164

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02028164>

Submitted on 20 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Apport d'une occlusion temporaire de l'oeil amblyope préalable à un entraînement binoculaire pour le traitement de l'amblyopie fixée.

T H È S E A R T I C L E

Présentée et publiquement soutenue devant

LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE MARSEILLE

Le 10 Octobre 2018

Par Madame Lauren SAUVAN

Née le 13 décembre 1987 à Boulogne-Billancourt (92)

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

D.E.S. d'OPHTALMOLOGIE

Membres du Jury de la Thèse :

Madame le Professeur DENIS Danièle

Président

Monsieur le Professeur MATONTI Frédéric

Directeur

Monsieur le Professeur RIDINGS Bernard

Assesseur

Monsieur le Docteur CHAVANE Frédéric

Assesseur

AIX-MARSEILLE UNIVERSITE

Président : Yvon BERLAND

FACULTE DE MEDECINE

Doyen : Georges LEONETTI

Vice-Doyen aux Affaires Générales : Patrick DESSI
Vice-Doyen aux Professions Paramédicales : Philippe BERBIS

Asseseurs :

- * aux Etudes : Jean-Michel VITON
- * à la Recherche : Jean-Louis MEGE
- * aux Prospectives Hospitalo-Universitaires : Frédéric COLLART
- * aux Enseignements Hospitaliers : Patrick VILLANI
- * à l'Unité Mixte de Formation Continue en Santé : Fabrice BARLESI
- * pour le Secteur Nord : Stéphane BERDAH
- * aux centres hospitaliers non universitaires : Jean-Noël ARGENSON

Chargés de mission :

- * 1^{er} cycle : Jean-Marc DURAND et Marc BARTHET
- * 2^{ème} cycle : Marie-Aleth RICHARD
- * 3^{ème} cycle DES/DESC : Pierre-Edouard FOURNIER
- * Licences-Masters-Doctorat : Pascal ADALIAN
- * DU-DIU : Véronique VITTON
- * Stages Hospitaliers : Franck THUNY
- * Sciences Humaines et Sociales : Pierre LE COZ
- * Préparation à l'ECN : Aurélie DAUMAS
- * Démographie Médicale et Filiarisation : Roland SAMBUC
- * Relations Internationales : Philippe PAROLA
- * Etudiants : Arthur ESQUER

Chef des services généraux : * Déborah ROCCHICCIOLI

Chefs de service :

- * Communication : Laetitia DELOUIS
- * Examens : Caroline MOUTTET
- * Logistique : Joëlle FRAVEGA
- * Maintenance : Philippe KOCK
- * Scolarité : Christine GAUTHIER

DOYENS HONORAIRES

M. Yvon BERLAND
M. André ALI CHERIF
M. Jean-François PELLISSIER

PROFESSEURS HONORAIRES

MM	AGOSTINI Serge	MM	FIGARELLA Jacques
	ALDIGHIERI René		FONTES Michel
	ALESSANDRINI Pierre		FRANCOIS Georges
	ALLIEZ Bernard		FUENTES Pierre
	AQUARON Robert		GABRIEL Bernard
	ARGEME Maxime		GALINIER Louis
	ASSADOURIAN Robert		GALLAIS Hervé
	AUFFRAY Jean-Pierre		GAMERRE Marc
	AUTILLO-TOUATI Amapola		GARCIN Michel
	AZORIN Jean-Michel		GARNIER Jean-Marc
	BAILLE Yves		GAUTHIER André
	BARDOT Jacques		GERARD Raymond
	BARDOT André		GEROLAMI-SANTANDREA André
	BERARD Pierre		GIUDICELLI Roger
	BERGOIN Maurice		GIUDICELLI Sébastien
	BERNARD Dominique		GOUDARD Alain
	BERNARD Jean-Louis		GOUIN François
	BERNARD Pierre-Marie		GRISOLI François
	BERTRAND Edmond		GROULIER Pierre
	BISSET Jean-Pierre		HADIDA/SAYAG Jacqueline
	BLANC Bernard		HASSOUN Jacques
	BLANC Jean-Louis		HEIM Marc
	BOLLINI Gérard		HOUEL Jean
	BONGRAND Pierre		HUGUET Jean-François
	BONNEAU Henri		JAQUET Philippe
	BONNOIT Jean		JAMMES Yves
	BORY Michel		JOUVE Paulette
	BOTTA Alain		JUHAN Claude
	BOURGEADE Augustin		JUIN Pierre
	BOUVENOT Gilles		KAPHAN Gérard
	BOUYALA Jean-Marie		KASBARIAN Michel
	BREMOND Georges		KLEISBAUER Jean-Pierre
	BRICOT René		LACHARD Jean
	BRUNET Christian		LAFFARGUE Pierre
	BUREAU Henri		LAUGIER René
	CAMBOULIVES Jean		LEVY Samuel
	CANNONI Maurice		LOUCHET Edmond
	CARTOUZOU Guy		LOUIS René
			LUCIANI Jean-Marie
	CHAMLIAN Albert		MAGALON Guy
	CHARREL Michel		MAGNAN Jacques
	CHAUVEL Patrick		MALLAN- MANCINI Josette
	CHOUX Maurice		MALMEJAC Claude
	CIANFARANI François		MATTEI Jean François
	CLEMENT Robert		MERCIER Claude
	COMBALBERT André		METGE Paul
	CONTE-DEVOLX Bernard		MICHOTEY Georges
	CORRIOL Jacques		MILLET Yves
	COULANGE Christian		MIRANDA François
	DALMAS Henri		MONFORT Gérard
	DE MICO Philippe		MONGES André
	DELARQUE Alain		MONGIN Maurice
	DEVIN Robert		MONTIES Jean-Raoul
	DEVRED Philippe		NAZARIAN Serge
	DJIANE Pierre		NICOLI René
	DONNET Vincent		NOIRCLERC Michel
	DUCASSOU Jacques		OLMER Michel
	DUFOUR Michel		OREHEK Jean
	DUMON Henri		PAPY Jean-Jacques
	FARNARIER Georges		PAULIN Raymond
	FAVRE Roger		PELOUX Yves
	FIECHI Marius		PENAUD Antony

MM PENE Pierre
PIANA Lucien
PICAUD Robert
PIGNOL Fernand
POGGI Louis
POITOUT Dominique
PONCET Michel
POUGET Jean
PRIVAT Yvan
QUILICHINI Francis
RANQUE Jacques
RANQUE Philippe
RICHAUD Christian
ROCHAT Hervé
ROHNER Jean-Jacques
ROUX Hubert
ROUX Michel
RUFO Marcel
SAHEL José
SALAMON Georges
SALDUCCI Jacques
SAN MARCO Jean-Louis
SANKALE Marc
SARACCO Jacques
SARLES Jean-Claude
SASTRE Bernard
SCHIANO Alain
SCOTTO Jean-Claude
SEBAHOUN Gérard
SERMENT Gérard
SERRATRICE Georges
SOULAYROL René
STAHL André
TAMALET Jacques
TARANGER-CHARPIN Colette
THOMASSIN Jean-Marc
UNAL Daniel
VAGUE Philippe
VAGUE/JUHAN Irène
VANUXEM Paul
VERVLOET Daniel
VIALETTES Bernard
WEILLER Pierre-Jean

PROFESSEURS HONORIS CAUSA

1967

MM. les Professeurs
DADI (Italie)
CID DOS SANTOS (Portugal)

1974

MM. les Professeurs
MAC ILWAIN (Grande-Bretagne)
T.A. LAMBO (Suisse)

1975

MM. les Professeurs
O. SWENSON (U.S.A.)
Lord J.WALTON of DETCHANT (Grande-Bretagne)

1976

MM. les Professeurs
P. FRANCHIMONT (Belgique)
Z.J. BOWERS (U.S.A.)

1977

MM. les Professeurs
C. GAJDUSEK-Prix Nobel (U.S.A.)
C.GIBBS (U.S.A.)
J. DACIE (Grande-Bretagne)

1978

M. le Président
F. HOUPHOUET-BOIGNY (Côte d'Ivoire)

1980

MM. les Professeurs
A. MARGULIS (U.S.A.)
R.D. ADAMS (U.S.A.)

1981

MM. les Professeurs
H. RAPPAPORT (U.S.A.)
M. SCHOU (Danemark)
M. AMENT (U.S.A.)
Sir A. HUXLEY (Grande-Bretagne)
S. REFSUM (Norvège)

1982

M. le Professeur
W.H. HENDREN (U.S.A.)

1985

MM. les Professeurs
S. MASSRY (U.S.A.)
KLINSMANN (R.D.A.)

1986

MM. les Professeurs
E. MIHICH (U.S.A.)
T. MUNSAT (U.S.A.)
LIANA BOLIS (Suisse)
L.P. ROWLAND (U.S.A.)

1987

M. le Professeur
P.J. DYCK (U.S.A.)

1988

MM. les Professeurs
R. BERGUER (U.S.A.)
W.K. ENGEL (U.S.A.)
V. ASKANAS (U.S.A.)
J. WEHSTER KIRKLIN (U.S.A.)
A. DAVIGNON (Canada)
A. BETTARELLO (Brésil)

1989

M. le Professeur
P. MUSTACCHI (U.S.A.)

1990	
MM. les Professeurs	J.G. MC LEOD (Australie) J. PORTER (U.S.A.)
1991	
MM. les Professeurs	J. Edward MC DADE (U.S.A.) W. BURGDORFER (U.S.A.)
1992	
MM. les Professeurs	H.G. SCHWARZACHER (Autriche) D. CARSON (U.S.A.) T. YAMAMURO (Japon)
1994	
MM. les Professeurs	G. KARPATI (Canada) W.J. KOLFF (U.S.A.)
1995	
MM. les Professeurs	D. WALKER (U.S.A.) M. MULLER (Suisse) V. BONOMINI (Italie)
1997	
MM. les Professeurs	C. DINARELLO (U.S.A.) D. STULBERG (U.S.A.) A. MEIKLE DAVISON (Grande-Bretagne) P.I. BRANEMARK (Suède)
1998	
MM. les Professeurs	O. JARDETSKY (U.S.A.)
1999	
MM. les Professeurs	J. BOTELLA LLUSIA (Espagne) D. COLLEN (Belgique) S. DIMAURO (U. S. A.)
2000	
MM. les Professeurs	D. SPIEGEL (U. S. A.) C. R. CONTI (U.S.A.)
2001	
MM. les Professeurs	P-B. BENNET (U. S. A.) G. HUGUES (Grande Bretagne) J-J. O'CONNOR (Grande Bretagne)
2002	
MM. les Professeurs	M. ABEDI (Canada) K. DAI (Chine)
2003	
M. le Professeur Sir	T. MARRIE (Canada) G.K. RADDI (Grande Bretagne)
2004	
M. le Professeur	M. DAKE (U.S.A.)
2005	
M. le Professeur	L. CAVALLI-SFORZA (U.S.A.)
2006	
M. le Professeur	A. R. CASTANEDA (U.S.A.)
2007	
M. le Professeur	S. KAUFMANN (Allemagne)

EMERITAT

2008

M. le Professeur	LEVY Samuel	31/08/2011
Mme le Professeur	JUHAN-VAGUE Irène	31/08/2011
M. le Professeur	PONCET Michel	31/08/2011
M. le Professeur	KASBARIAN Michel	31/08/2011
M. le Professeur	ROBERTOUX Pierre	31/08/2011

2009

M. le Professeur	DJIANE Pierre	31/08/2011
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2012

2010

M. le Professeur	MAGNAN Jacques	31/12/2014
------------------	----------------	------------

2011

M. le Professeur	DI MARINO Vincent	31/08/2015
M. le Professeur	MARTIN Pierre	31/08/2015
M. le Professeur	METRAS Dominique	31/08/2015

2012

M. le Professeur	AUBANIAC Jean-Manuel	31/08/2015
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2015
M. le Professeur	CAMBOULIVES Jean	31/08/2015
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2015
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2015
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2015
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2015

2013

M. le Professeur	BRANCHEREAU Alain	31/08/2016
M. le Professeur	CARAYON Pierre	31/08/2016
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2016
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2016
M. le Professeur	HENRY Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	LE GUICHAOUA Marie-Roberte	31/08/2016
M. le Professeur	RUFO Marcel	31/08/2016
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2016

2014

M. le Professeur	FUENTES Pierre	31/08/2017
M. le Professeur	GAMERRE Marc	31/08/2017
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2017
M. le Professeur	PERAGUT Jean-Claude	31/08/2017
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2017

2015

M. le Professeur	COULANGE Christian	31/08/2018
M. le Professeur	COURAND François	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2016
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2016
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2016

2016

M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2017
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2019
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2017
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2017
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2019
M. le Professeur	JAMMES Yves	31/08/2019
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2017
M. le Professeur	POITOUT Dominique	31/08/2019
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2017
M. le Professeur	VIALETTES Bernard	31/08/2019

2017

M. le Professeur	ALESSANDRINI Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2018
M. le Professeur	CHAUVEL Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2018
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2018
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2018
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2018

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert	CHOSSEGROS Cyrille	GRIMAUD Jean-Charles
ALBANESE Jacques	<i>CLAVERIE Jean-Michel Surnombre</i>	GROB Jean-Jacques
ALIMI Yves	COLLART Frédéric	GUEDJ Eric
AMABILE Philippe	COSTELLO Régis	GUIEU Régis
AMBROSI Pierre	COURBIERE Blandine	GUIS Sandrine
ANDRE Nicolas	COWEN Didier	GUYE Maxime
ARGENSON Jean-Noël	CRAVELLO Ludovic	GUYOT Laurent
ASTOUL Philippe	CUISSET Thomas	GUYS Jean-Michel
ATTARIAN Shahram	CURVALE Georges	HABIB Gilbert
AUDOUIN Bertrand	DA FONSECA David	HARDWIGSEN Jean
AUQUIER Pascal	DAHAN-ALCARAZ Laetitia	HARLE Jean-Robert
AVIERINOS Jean-François	DANIEL Laurent	HOFFART Louis
AZULAY Jean-Philippe	DARMON Patrice	HOUVENAEGHEL Gilles
BAILLY Daniel	D'ERCOLE Claude	JACQUIER Alexis
BARLESI Fabrice	D'JOURNO Xavier	JOURDE-CHICHE Noémie
BARLIER-SETTI Anne	DEHARO Jean-Claude	JOUVE Jean-Luc
BARTHET Marc	DELPERO Jean-Robert	KAPLANSKI Gilles
BARTOLI Jean-Michel	DENIS Danièle	KARSENTY Gilles
BARTOLI Michel	<i>DESSEIN Alain Surnombre</i>	KERBAUL François
<i>BARTOLIN Robert Surnombre</i>	DESSI Patrick	KRAHN Martin
BARTOLOMEI Fabrice	DISDIER Patrick	LAFFORGUE Pierre
BASTIDE Cyrille	DODDOLI Christophe	LAGIER Jean-Christophe
BENSOUSSAN Laurent	DRANCOURT Michel	LAMBAUDIE Eric
BERBIS Philippe	DUBUS Jean-Christophe	LANCON Christophe
BERDAH Stéphane	DUFFAUD Florence	LA SCOLA Bernard
<i>BERLAND Yvon Surnombre</i>	DUFOUR Henry	LAUNAY Franck
BERNARD Jean-Paul	DURAND Jean-Marc	LAVIEILLE Jean-Pierre
BEROUD Christophe	DUSSOL Bertrand	LE CORROLLER Thomas
BERTUCCI François	<i>ENJALBERT Alain Surnombre</i>	<i>LE TREUT Yves-Patrice Surnombre</i>
BLAISE Didier	EUSEBIO Alexandre	LECHEVALLIER Eric
BLIN Olivier	FAKHRY Nicolas	LEGRE Régis
BLONDEL Benjamin	<i>FAUGERE Gérard Surnombre</i>	LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale
BONIN/GUILLAUME Sylvie	FELICIAN Olivier	LEONE Marc
BONELLO Laurent	FENOLLAR Florence	LEONETTI Georges
BONNET Jean-Louis	FIGARELLA/BRANGER Dominique	LEPIDI Hubert
BOTTA/FRIDLUND Danielle	FLECHER Xavier	LEVY Nicolas
BOUBLI Léon	FOURNIER Pierre-Edouard	MACE Loïc
BOYER Laurent	<i>FRANCES Yves Surnombre</i>	MAGNAN Pierre-Edouard
BREGEON Fabienne	FUENTES Stéphane	<i>MARANINCHI Dominique Surnombre</i>
BRETELLE Florence	GABERT Jean	<i>MARTIN Claude Surnombre</i>
BROUQUI Philippe	GAINNIER Marc	MATONTI Frédéric
BRUDER Nicolas	GARCIA Stéphane	MEGE Jean-Louis
BRUE Thierry	GARIBOLDI Vlad	MERROT Thierry
BRUNET Philippe	GAUDART Jean	METZLER/GUILLEMAIN Catherine
BURTEY Stéphane	GAUDY-MARQUESTE Caroline	MEYER/DUTOUR Anne
CARCOPINO-TUSOLI Xavier	GENTILE Stéphanie	MICCALEF/ROLL Joëlle
CASANOVA Dominique	GERBEAUX Patrick	MICHEL Fabrice
CASTINETTI Frédéric	GEROLAMI/SANTANDREA René	MICHEL Gérard
CECCALDI Mathieu	GILBERT/ALESSI Marie-Christine	MICHELET Pierre
CHABOT Jean-Michel	GIORGI Roch	MILH Mathieu
CHAGNAUD Christophe	GIOVANNI Antoine	MOAL Valérie
CHAMBOST Hervé	GIRARD Nadine	MONCLA Anne
CHAMPSAUR Pierre	GIRAUD/CHABROL Brigitte	MORANGE Pierre-Emmanuel
CHANEZ Pascal	GONCALVES Anthony	MOULIN Guy
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle	GORINCOUR Guillaume	MOUTARDIER Vincent
CHARREL Rémi	GRANEL/REY Brigitte	<i>MUNDLER Olivier Surnombre</i>
<i>CHARPIN Denis Surnombre</i>	GRANVAL Philippe	NAUDIN Jean
CHAUMOITRE Kathia	GREILLIER Laurent	NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier
CHIARONI Jacques	<i>GRILLO Jean-Marie Surnombre</i>	NICOLLAS Richard
CHINOT Olivier		OLIVE Daniel

OUAFIK L'Houcine
PAGANELLI Franck
PANUEL Michel
PAPAZIAN Laurent
PAROLA Philippe
PARRATTE Sébastien
PELISSIER-ALICOT Anne-Laure
PELLETIER Jean
PETIT Philippe
PHAM Thao
PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique
PIQUET Philippe
PIRRO Nicolas
POINSO François
RACCAH Denis
RAOULT Didier
REGIS Jean
REYNAUD/GAUBERT Martine
REYNAUD Rachel
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth
RIDINGS Bernard Surnombre

ROCHE Pierre-Hugues
ROCH Antoine
ROCHWERGER Richard
ROLL Patrice
ROSSI Dominique
ROSSI Pascal
ROUDIER Jean
SALAS Sébastien
SAMBUC Roland Surnombre
SARLES Jacques
SARLES/PHILIP Nicole
SCAVARDA Didier
SCHLEINITZ Nicolas
SEBAG Frédéric
SEITZ Jean-François
SIELEZNEFF Igor
SIMON Nicolas
STEIN Andréas
TAIEB David
THIRION Xavier
THOMAS Pascal

THUNY Franck
TREBUCHON-DA FONSECA Agnès
TRIGLIA Jean-Michel
TROPIANO Patrick
TSIMARATOS Michel
TURRINI Olivier
VALERO René
VAROQUAUX Arthur Damien
VELLY Lionel
VEY Norbert
VIDAL Vincent
VIENS Patrice
VILLANI Patrick
VITON Jean-Michel
VITTON Véronique
VIEHWEGER Heide Elke
VIVIER Eric
XERRI Luc

PROFESSEUR DES UNIVERSITES

ADALIAN Pascal
AGHABABIAN Valérie
BELIN Pascal
CHABANNON Christian
CHABRIERE Eric
FERON François
LE COZ Pierre
LEVASSEUR Anthony
RANJEVA Jean-Philippe
SOBOL Hagay

PROFESSEUR CERTIFIE

BRANDENBURGER Chantal

PRAG

TANTI-HARDOUIN Nicolas

PROFESSEUR ASSOCIE DE MEDECINE GENERALE A MI-TEMPS

ADNOT Sébastien
FILIPPI Simon

PROFESSEUR ASSOCIE A TEMPS PARTIEL

BURKHART Gary

MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

ACHARD Vincent (<i>disponibilité</i>)	FABRE Alexandre	NINOVE Laetitia
ANGELAKIS Emmanouil	FOLETTI Jean- Marc	NOUGAIREDE Antoine
ATLAN Catherine (<i>disponibilité</i>)	FOUILLOUX Virginie	OLLIVIER Matthieu
BARTHELEMY Pierre	FROMNOT Julien	OUDIN Claire
BARTOLI Christophe	GABORIT Bénédicte	OVAERT Caroline
BEGE Thierry	GASTALDI Marguerite	PAULMYER/LACROIX Odile
BELIARD Sophie	GELSI/BOYER Véronique	PERRIN Jeanne
BERBIS Julie	GIUSIANO Bernard	RANQUE Stéphane
BERGE-LEFRANC Jean-Louis	GIUSIANO COURCAMBECK Sophie	REY Marc
BEYER-BERJOT Laura	GONZALEZ Jean-Michel	ROBERT Philippe
BIRNBAUM David	GOURIET Frédérique	SABATIER Renaud
BONINI Francesca	GRAILLON Thomas	SARI-MINODIER Irène
BOUCRAUT Joseph	GRISOLI Dominique	SARLON-BARTOLI Gabrielle
BOULAMERY Audrey	GUENOUN MEYSSIGNAC Daphné	SAVEANU Alexandru
BOULLU/CIOCCA Sandrine	GUIDON Catherine	SECQ Véronique
BUFFAT Christophe	HAUTIER/KRAHN Aurélie	TOGA Caroline
CAMILLERI Serge	HRAIECH Sami	TOGA Isabelle
CARRON Romain	KASPI-PEZZOLI Elise	TROUSSE Delphine
CASSAGNE Carole	L'OLLIVIER Coralie	TUCHTAN-TORRENTS Lucile
CHAUDET Hervé	LABIT-BOUVIER Corinne	VALLI Marc
COZE Carole	LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina	VELY Frédéric
DADOUN Frédéric (<i>disponibilité</i>)	LAGIER Aude (<i>disponibilité</i>)	VION-DURY Jean
DALES Jean-Philippe	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	ZATTARA/CANNONI Hélène
DAUMAS Aurélie	LEVY/MOZZICONACCI Annie	
DEGEORGES/VITTE Joëlle	LOOSVELD Marie	
DEL VOLGO/GORI Marie-José	MANCINI Julien	
DELLIAUX Stéphane	MARY Charles	
DESPLAT/JEGO Sophie	MASCAUX Céline	
DEVEZE Arnaud (<i>Disponibilité</i>)	MAUES DE PAULA André	
DUBOURG Grégory	MILLION Matthieu	
DUFOUR Jean-Charles	MOTTOLA GHIGO Giovanna	
EBBO Mikaël	NGUYEN PHONG Karine	

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

(mono-appartenants)

ABU ZAINEH Mohammad	DEGIOANNI/SALLE Anna	POGGI Marjorie
BARBACARU/PERLES T. A.	DESNUES Benoît	RUEL Jérôme
BERLAND/BENHAIM Caroline		STEINBERG Jean-Guillaume
BOUCAULT/GARROUSTE Françoise	MARANINCHI Marie	THOLLON Lionel
BOYER Sylvie	MERHEJ/CHAUVEAU Vicky	THIRION Sylvie
COLSON Sébastien	MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte	VERNA Emeline

MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

GENTILE Gaëtan

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE à MI-TEMPS

BARGIER Jacques
BONNET Pierre-André
CALVET-MONTREDON Céline
GUIDA Pierre
JANCZEWSKI Aurélie

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à MI-TEMPS

REVIS Joana

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à TEMPS-PLEIN

TOMASINI Pascale

PROFESSEURS DES UNIVERSITES et MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS
PROFESSEURS ASSOCIES, MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES mono-appartenants

ANATOMIE 4201

CHAMPSAUR Pierre (PU-PH)
LE CORROLLER Thomas (PU-PH)
PIRRO Nicolas (PU-PH)

GUENOUN-MEYSSIGNAC Daphné (MCU-PH)
LAGIER Aude (MCU-PH) disponibilité

THOLLON Lionel (MCF) (60ème section)

ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES 4203

CHARAFE/JAUFFRET Emmanuelle (PU-PH)
DANIEL Laurent (PU-PH)
FIGARELLA/BRANGER Dominique (PU-PH)
GARCIA Stéphane (PU-PH)
XERRI Luc (PU-PH)

DALES Jean-Philippe (MCU-PH)
GIUSIANO COURCAMBECK Sophie (MCU PH)
LABIT/BOUVIER Corinne (MCU-PH)
MAUES DE PAULA André (MCU-PH)
SECQ Véronique (MCU-PH)

**ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE ;
MEDECINE URGENCE 4801**

ALBANESE Jacques (PU-PH)
BRUDER Nicolas (PU-PH)
KERBAUL François (PU-PH)
LEONE Marc (PU-PH)
MARTIN Claude (PU-PH) Surnombre
MICHEL Fabrice (PU-PH)
MICHELET Pierre (PU-PH)
VELLY Lionel (PU-PH)

GUIDON Catherine (MCU-PH)

ANGLAIS 11

BRANDENBURGER Chantal (PRCE)

BURKHART Gary (PAST)

**BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT
ET DE LA REPRODUCTION ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5405**

METZLER/GUILLEMAIN Catherine (PU-PH)

PERRIN Jeanne (MCU-PH)

BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE 4301

GUEDJ Eric (PU-PH)
GUYE Maxime (PU-PH)
MUNDLER Olivier (PU-PH) Surnombre
TAIEB David (PU-PH)

BELIN Pascal (PR) (69ème section)
RANJEVA Jean-Philippe (PR) (69ème section)

CAMMILLERI Serge (MCU-PH)
VION-DURY Jean (MCU-PH)

BARBACARU/PERLES Téodora Adriana (MCF) (69ème section)

**BIOSTATISTIQUES, INFORMATIQUE MEDICALE
ET TECHNOLOGIES DE COMMUNICATION 4604**

CLAVERIE Jean-Michel (PU-PH) Surnombre
GAUDART Jean (PU-PH)
GIORGI Roch (PU-PH)

CHAUDET Hervé (MCU-PH)
DUFOUR Jean-Charles (MCU-PH)

ANTHROPOLOGIE 20

ADALIAN Pascal (PR)

DEGIOANNI/SALLE Anna (MCF)
VERNA Emeline (MCF)

BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE 4501

CHARREL Rémi (PU PH)
DRANCOURT Michel (PU-PH)
FENOLLAR Florence (PU-PH)
FOURNIER Pierre-Edouard (PU-PH)
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier (PU-PH)
LA SCOLA Bernard (PU-PH)
RAOULT Didier (PU-PH)

ANGELAKIS Emmanouil (MCU-PH)
DUBOURG Grégory (MCU-PH)
GOURIET Frédérique (MCU-PH)
NOUGAIREDE Antoine (MCU-PH)
NINOVE Laetitia (MCU-PH)

CHABRIERE Eric (PR) (64ème section)
LEVASSEUR Anthony (PR) (64ème section)
DESNUES Benoit (MCF) (65ème section)
MERHEJ/CHAUVEAU Vicky (MCF) (87ème section)

BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE 4401

BARLIER/SETTI Anne (PU-PH)
ENJALBERT Alain (PU-PH) Surnombre
GABERT Jean (PU-PH)
GUIEU Régis (PU-PH)
OUAFIK L'Houcine (PU-PH)

BUFFAT Christophe (MCU-PH)
FROMNOT Julien (MCU-PH)
MOTTOLA GHIGO Giovanna (MCU-PH)
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

BIOLOGIE CELLULAIRE 4403

ROLL Patrice (PU-PH)

GASTALDI Marguerite (MCU-PH)
KASPI-PEZZOLI Elise (MCU-PH)
LEVY-MOZZICONNACCI Annie (MCU-PH)

CARDIOLOGIE 5102

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)
BONELLO Laurent (PU PH)
BONNET Jean-Louis (PU-PH)
CUISSSET Thomas (PU-PH)
DEHARO Jean-Claude (PU-PH)
FRANCESCHI Frédéric (PU-PH)
HABIB Gilbert (PU-PH)
PAGANELLI Franck (PU-PH)
THUNY Franck (PU-PH)

CHIRURGIE DIGESTIVE 5202

BERDAH Stéphane (PU-PH)
HARDWIGSEN Jean (PU-PH)
LE TREUT Yves-Patrice (PU-PH) Surnombre
SIELEZNEFF Igor (PU-PH)

BEYER-BERJOT Laura (MCU-PH)

CHIRURGIE GENERALE 5302

GIUSIANO Bernard (MCU-PH)
MANCINI Julien (MCU-PH)

ABU ZAINEH Mohammad (MCF) (5ème section)
BOYER Sylvie (MCF) (5ème section)

CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE 5002

ARGENSON Jean-Noël (PU-PH)
BLONDEL Benjamin (PU-PH)
CURVALE Georges (PU-PH)
FLECHER Xavier (PU-PH)
PARRATTE Sébastien (PU-PH)
ROCHWERGER Richard (PU-PH)
TROPIANO Patrick (PU-PH)

OLLIVIER Matthieu (MCU-PH)

CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702

BERTUCCI François (PU-PH)
CHINOT Olivier (PU-PH)
COWEN Didier (PU-PH)
DUFFAUD Florence (PU-PH)
GONCALVES Anthony (PU-PH)
HOUVENAEGHEL Gilles (PU-PH)
LAMBAUDIE Eric (PU-PH)
MARANINCHI Dominique (PU-PH) *Surnombre*
SALAS Sébastien (PU-PH)
VIENS Patrice (PU-PH)

SABATIER Renaud (MCU-PH)

CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE 5103

COLLART Frédéric (PU-PH)
D'JOURNO Xavier (PU-PH)
DODDOLI Christophe (PU-PH)
GARIBOLDI Vlad (PU-PH)
MACE Loïc (PU-PH)
THOMAS Pascal (PU-PH)

FOUILLOUX Virginie (MCU-PH)
GRISOLI Dominique (MCU-PH)
TROUSSE Delphine (MCU-PH)

CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE 5104

ALIMI Yves (PU-PH)
AMABILE Philippe (PU-PH)
BARTOLI Michel (PU-PH)
MAGNAN Pierre-Edouard (PU-PH)
PIQUET Philippe (PU-PH)

SARLON-BARTOLI Gabrielle (MCU-PH)

HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202

GRILLO Jean-Marie (PU-PH) *Surnombre*
LEPIDI Hubert (PU-PH)

ACHARD Vincent (MCU-PH) *disponibilité*
PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE 5003

BERBIS Philippe (PU-PH)
GAUDY/MARQUESTE Caroline (PU-PH)
GROB Jean-Jacques (PU-PH)
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)

DUSI

COLSON Sébastien (MCF)

**ENDOCRINOLOGIE ,DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES ;
GYNECOLOGIE MEDICALE 5404**

BRUE Thierry (PU-PH)
CASTINETTI Frédéric (PU-PH)

EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION 4601

AUQUIER Pascal (PU-PH)
BOYER Laurent (PU-PH)
CHABOT Jean-Michel (PU-PH)
GENTILE Stéphanie (PU-PH)
SAMBUC Roland (PU-PH) *Surnombre*
THIRION Xavier (PU-PH)

DELPERO Jean-Robert (PU-PH)
MOUTARDIER Vincent (PU-PH)
SEBAG Frédéric (PU-PH)
TURRINI Olivier (PU-PH)

BEGE Thierry (MCU-PH)
BIRNBAUM David (MCU-PH)

CHIRURGIE INFANTILE 5402

GUYSS Jean-Michel (PU-PH)
JOUVE Jean-Luc (PU-PH)
LAUNAY Franck (PU-PH)
MERRROT Thierry (PU-PH)
VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH)

CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE 5503

CHOSSEGROS Cyrille (PU-PH)
GUYOT Laurent (PU-PH)

FOLETTI Jean-Marc (MCU-PH)

CHIRURGIE PLASTIQUE,

RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛOLOGIE 5004

CASANOVA Dominique (PU-PH)
LEGRE Régis (PU-PH)

HAUTIER/KRAHN Aurélie (MCU-PH)

GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201

BARTHET Marc (PU-PH)
BERNARD Jean-Paul (PU-PH)
BOTTA-FRIDLUND Danielle (PU-PH)
DAHAN-ALCARAZ Laetitia (PU-PH)
GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH)
GRANDVAL Philippe (PU-PH)
GRIMAUD Jean-Charles (PU-PH)
SEITZ Jean-François (PU-PH)
VITTON Véronique (PU-PH)

GONZALEZ Jean-Michel (MCU-PH)

GENETIQUE 4704

BEROUD Christophe (PU-PH)
KRAHN Martin (PU-PH)
LEVY Nicolas (PU-PH)
MONCLA Anne (PU-PH)
SARLES/PHILIP Nicole (PU-PH)

NGYUEN Karine (MCU-PH)
TOGA Caroline (MCU-PH)
ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)

GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403

AGOSTINI Aubert (PU-PH)
BOUBLI Léon (PU-PH)
BRETTELLE Florence (PU-PH)
CARCOPINO-TUSOLI Xavier (PU-PH)
COURBIERE Blandine (PU-PH)
CRAVELLO Ludovic (PU-PH)
D'ERCOLE Claude (PU-PH)

BERBIS Julie (MCU-PH)
LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude (MCU-PH)

MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte (MCF)(06ème section)
TANTI-HARDOUIN Nicolas (PRAG)

IMMUNOLOGIE 4703

KAPLANSKI Gilles (PU-PH)
MEGE Jean-Louis (PU-PH)
OLIVE Daniel (PU-PH)
VIVIER Eric (PU-PH)

FERON François (PR) (69ème section)

BOUCRAUT Joseph (MCU-PH)
DEGEORGES/VITTE Joëlle (MCU-PH)
DESPLAT/JEGO Sophie (MCU-PH)
ROBERT Philippe (MCU-PH)
VELY Frédéric (MCU-PH)

BOUCAULT/GARROUSTE Françoise (MCF) 65ème section)

MALADIES INFECTIEUSES ; MALADIES TROPICALES 4503

BROUQUI Philippe (PU-PH)
LAGIER Jean-Christophe (PU-PH)
PAROLA Philippe (PU-PH)
STEIN Andréas (PU-PH)

MILLION Matthieu (MCU-PH)

MEDECINE INTERNE ; GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT ; MEDECINE GENERALE ; ADDICTOLOGIE 5301

BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH)
DISDIER Patrick (PU-PH)
DURAND Jean-Marc (PU-PH)
FRANCES Yves (PU-PH) Surnombre
GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)
HARLE Jean-Robert (PU-PH)
ROSSI Pascal (PU-PH)
SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)

EBBO Mikael (MCU-PH)

GENTILE Gaëtan (MCF Méd. Gén. Temps plein)

ADNOT Sébastien (PR associé Méd. Gén. à mi-temps)
FILIPPI Simon (PR associé Méd. Gén. à mi-temps)

BARGIER Jacques (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)
BONNET Pierre-André (MCF associé Méd. Gén à mi-temps)
CALVET-MONTREDON Céline (MCF associé Méd. Gén. à temps plein)
GUIDA Pierre (MCF associé Méd. Gén. à mi-temps)
JANCZEWSKI Aurélie (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

NUTRITION 4404

DARMON Patrice (PU-PH)
RACCAH Denis (PU-PH)
VALERO René (PU-PH)

ATLAN Catherine (MCU-PH) disponibilité
BELIARD Sophie (MCU-PH)

MARANINCHI Marie (MCF) (66ème section)

ONCOLOGIE 65 (BIOLOGIE CELLULAIRE)

CHABANNON Christian (PR) (66ème section)
SOBOL Hagay (PR) (65ème section)

OPHTALMOLOGIE 5502

DENIS Danièle (PU-PH)
HOFFART Louis (PU-PH)
MATONTI Frédéric (PU-PH)
RIDINGS Bernard (PU-PH) Surnombre

HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION 4701

BLAISE Didier (PU-PH)
COSTELLO Régis (PU-PH)
CHIARONI Jacques (PU-PH)
GILBERT/ALESSI Marie-Christine (PU-PH)
MORANGE Pierre-Emmanuel (PU-PH)
VEY Norbert (PU-PH)

GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH)
LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH)
LOOSVELD Marie (MCU-PH)

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE 4603

LEONETTI Georges (PU-PH)
PELISSIER/ALICOT Anne-Laure (PU-PH)
PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique (PU-PH)

BARTOLI Christophe (MCU-PH)
TUCHTAN-TORRENTS Lucile (MCU-PH)

BERLAND/BENHAIM Caroline (MCF) (1ère section)

MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905

BENSOUSSAN Laurent (PU-PH)
VITON Jean-Michel (PU-PH)

MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602

LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (PU-PH)

BERGE-LEFRANC Jean-Louis (MCU-PH)
SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

NEPHROLOGIE 5203

BERLAND Yvon (PU-PH) Surnombre
BRUNET Philippe (PU-PH)
BURTEY Stéphanne (PU-PH)
DUSSOL Bertrand (PU-PH)
JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)
MOAL Valérie (PU-PH)

NEUROCHIRURGIE 4902

DUFOUR Henry (PU-PH)
FUENTES Stéphane (PU-PH)
REGIS Jean (PU-PH)
ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH)
SCAVARDA Didier (PU-PH)

CARRON Romain (MCU PH)
GRAILLON Thomas (MCU PH)

NEUROLOGIE 4901

ATTARIAN Sharham (PU PH)
AUDOIN Bertrand (PU-PH)
AZULAY Jean-Philippe (PU-PH)
CECCALDI Mathieu (PU-PH)
EUSEBIO Alexandre (PU-PH)
FELICIAN Olivier (PU-PH)
PELLETIER Jean (PU-PH)

PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904

DA FONSECA David (PU-PH)
POINSO François (PU-PH)

OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE 5501

DESSI Patrick (PU-PH)
FAKHRY Nicolas (PU-PH)
GIOVANNI Antoine (PU-PH)
LAVIELLE Jean-Pierre (PU-PH)
NICOLLAS Richard (PU-PH)
TRIGLIA Jean-Michel (PU-PH)

DEVEZE Arnaud (MCU-PH) Disponibilité

REVIS Joana (MAST) (Orthophonie) (7ème Section)

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE 4502

DESSEIN Alain (PU-PH) Surnombre

CASSAGNE Carole (MCU-PH)
L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH)
MARY Charles (MCU-PH)
RANQUE Stéphane (MCU-PH)
TOGA Isabelle (MCU-PH)

PEDIATRIE 5401

ANDRE Nicolas (PU-PH)
CHAMBOST Hervé (PU-PH)
DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)
GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)
MICHEL Gérard (PU-PH)
MILH Mathieu (PU-PH)
REYNAUD Rachel (PU-PH)
SARLES Jacques (PU-PH)
TSIMARATOS Michel (PU-PH)

COZE Carole (MCU-PH)
FABRE Alexandre (MCU-PH)
OUDIN Claire (MCU-PH)
OVAERT Caroline (MCU-PH)

PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903

BAILLY Daniel (PU-PH)
LANCON Christophe (PU-PH)
NAUDIN Jean (PU-PH)

CHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PSYCHOLOGIE SOCIALE 16

AGHABABIAN Valérie (PR)

RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302

BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)
CHAGNAUD Christophe (PU-PH)
CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)
GIRARD Nadine (PU-PH)
GORINCOUR Guillaume (PU-PH)
JACQUIER Alexis (PU-PH)
MOULIN Guy (PU-PH)
PANUEL Michel (PU-PH)
PETIT Philippe (PU-PH)
VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)
VIDAL Vincent (PU-PH)

REANIMATION MEDICALE ; MEDECINE URGENCE 4802

GAINNIER Marc (PU-PH)
GERBEAUX Patrick (PU-PH)
PAPAZIAN Laurent (PU-PH)
ROCH Antoine (PU-PH)

HRAIECH Sami (MCU-PH)

RHUMATOLOGIE 5001

GUIS Sandrine (PU-PH)
LAFFORGUE Pierre (PU-PH)
PHAM Thao (PU-PH)
ROUDIER Jean (PU-PH)

**PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE -
PHARMACOLOGIE CLINIQUE; ADDICTOLOGIE 4803**

BLIN Olivier (PU-PH)
FAUGERE Gérard (PU-PH) Surnombre
MICALLEF/ROLL Joëlle (PU-PH)
SIMON Nicolas (PU-PH)

BOULAMERY Audrey (MCU-PH)
VALLI Marc (MCU-PH)

PHILOSOPHIE 17

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)

PHYSIOLOGIE 4402

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)
BREGÉON Fabienne (PU-PH)
MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)
TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)

BARTHELEMY Pierre (MCU-PH)
BONINI Francesca (MCU-PH)
BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)
DADOIN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)
DEL VOLGO/GORI Marie-José (MCU-PH)
DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)
GABORIT Bénédicte (MCU-PH)
REY Marc (MCU-PH)

LIMERAT/BOUDOURESQUE Françoise (MCF) (40ème section) Retraite 1/5/2018
RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)
STEINBERG Jean-Guillaume (MCF) (66ème section)
THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101

ASTOUL Philippe (PU-PH)
BARLESI Fabrice (PU-PH)
CHANEZ Pascal (PU-PH)
CHARPIN Denis (PU-PH) Surnombre
GREILLIER Laurent (PU-PH)
REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

MASCAUX Céline (MCU-PH)

TOMASINI Pascale (Maitre de conférences associé des universités)

THERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4804

AMBROSI Pierre (PU-PH)
BARTOLIN Robert (PU-PH) Surnombre
VILLANI Patrick (PU-PH)

DAUMAS Aurélie (MCU-PH)

UROLOGIE 5204

BASTIDE Cyrille (PU-PH)
KARSENTY Gilles (PU-PH)
LECHEVALLIER Eric (PU-PH)
ROSSI Dominique (PU-PH)

Madame le Professeur Danièle Denis,

Vous me faites l'honneur de présider ma thèse. Nous avons eu la chance de bénéficier de votre enseignement pendant notre internat et je vous remercie de votre bienveillance envers les internes, vos « enfants » comme vous dites. Votre dynamisme dans le service et auprès de vos patients est un exemple pour moi.

Merci de me faire confiance et de me permettre d'être assistante dans votre équipe.

Monsieur le Professeur Frédéric Matonti,

Grâce à toi j'ai pu rencontrer Alex et Fredo et découvrir le monde parallèle de l'INT...

Tu étais là dès nos premiers pas, lors du stage de chirurgie au CERC sur les cochons ... et ce soir tu fais partie de mon jury de thèse, la boucle est bouclée !

Merci d'avoir accepté de diriger ce travail qui, nous le savons tous, est un peu loin de ton domaine de prédilection.

Et surtout merci de nous avoir transmis ta passion pour l'ophtalmologie.

Monsieur le Professeur Bernard Ridings,

Vous avez répondu tout de suite présent lorsque je vous ai demandé de faire partie de mon jury.

Mon 1^{er} stage au CHU, c'était dans votre service, je me souviens des premiers blocs de rétine auxquels j'assistais avec vous. J'étais un peu perdue ... mais vous avez toujours su rester patient.

Merci pour votre gentillesse et votre accessibilité.

Monsieur le Docteur Frédéric Chavane,

Merci Fredo de m'avoir si bien accueillie avec toute ton équipe.

Merci pour ta disponibilité (surtout quand j'étais perdue avec Matlab... plus didactique ça n'existe pas !). Ces 3 mois dans votre open space ont été une parenthèse dans ma vie d'interne dont je garderai un très bon souvenir.

Merci d'être présent dans le jury ce soir.

A ma famille

A toi, Ugo, mon amour... 10 ans que tu me supportes et je ne sais pas (toujours) comment tu fais... Merci d'être toi, mon machistador que j'aime tant. Merci d'être si détendu et d'essayer de faire en sorte que je le sois... Il est temps de rentrer mon amour notre nouvelle vie commence maintenant !

Maman, on pourrait écrire un roman sur l'histoire de ta vie. Elle est à ton image : belle, spontanée, douce et intense à la fois. Tu es la reine de l'autodérision et grâce à ton rire tu nous charmes tous. Merci pour ta douceur envers tes enfants. Je t'aime fort.

A mes beaux-parents, Chantal un tourbillon de bonne humeur et Alain sans doute la personne que j'aime le plus taquiner... Vous êtes tous les deux d'une générosité et d'une gentillesse rares, merci de me supporter et de m'accueillir si bien dans votre famille.

Papa, tes enfants grandissent... je pense que tu prends un petit coup de vieux en ce moment, le numéro 6 vient de quitter la maison et le numéro 2 passe sa thèse... il ne reste plus que le numéro 7 mais elle... elle compte pour 12!
Tu le sais j'ai tellement d'admiration pour toi que je suis incapable de garder un minimum d'objectivité !!! Je t'aime fort.

Ma Véro, tu es une femme comme on en croise peu. C'est toi le repère de cette drôle de famille. Certains pourraient croire qu'« un rôti dans le four avec des patates tout le tour » suffit, mais c'est bien plus que ça. Je te le dis simplement merci de nous aimer si fort.

Anastasia, my big sister !!! tu n'es pas là ce soir NYC ça fait loin... Tu nous manques mais je sais que tu es heureuse là-bas. Merci d'être une grande sœur hors du commun qui assume son côté « arty » alors que personne n'y comprend rien (sauf maman peut être...). Tu te donnes les moyens de réussir et tu nous surprends en permanence. Je t'aime fort et reviens vite!

Gabriel mon petit frère qui passe son temps à faire croire que je suis sa petite sœur. Nous avons dû partagé notre chambre pendant tant d'années ce qui laisse de très bons et de moins bons souvenirs ... ! Merci pour tes blagues, ton sens de la répartie, ta sensibilité et juste pour être toi. Prends soin de toi mon petit, je t'aime tant.

Octavie, la cavalière, une petite femme qui vit d'animaux et d'eau fraîche. Vous pouvez la croiser si vous avez de la chance, entre deux concours hippiques, au déjeuner familial mais seulement entre 13h30 et 15h !! C'est une tornade quand elle passe car elle n'est jamais seule, toujours au moins un ou deux chiens dans ses pattes, une nouvelle voiture toujours plus improbable que la précédente, des Vans aux pieds un peu trouées de partout... « je te rappelle, t'inquiète !! »

Hortense, notre globe trotteuse, celle qui part faire la promo des Rousses aux 4 coins de la planète. Ma chérie ta joie de vivre et ton humour décapant vont tellement nous manquer ce soir. Prends soin de toi en Afrique du Sud mais ne t'inquiète pas on vient bientôt ! Hein ! Ugo ?????!!

Achille, c'est que le petit gars devient un petit homme ! Tu viens de quitter la maison et je n'en reviens toujours pas. Tu es sans doute la meilleure personne de cette famille. Ne change pas mon chat. Profite de ces belles années qui arrivent, fais des rencontres, saisis chaque occasion qui se présente à toi pour faire et découvrir de nouvelles choses, et bon n'oublie pas de bosser un peu quand même et de rentrer de chez les ch'tis de temps en temps (et sans l'accent)!

Léonie, ou plutôt notre « Princess Léonie » la petite dernière, on disait que j'étais la chouchou mais tu as bien pris la relève !! La vie a fait de toi une battante. Ne grandis pas trop vite. Je t'aime mon petit cœur.

A Victoire, notre sœur de cœur. Tellement belle, tellement drôle que c'est bon de t'avoir dans nos vies.

A Grand-Pa et Grand Ma, merci d'être venus d'Annecy, d'ailleurs il faudrait descendre plus souvent !!! Merci pour les glaces au bar, les Noël, la fondue du grand père et le ski de rêve... Merci de vous être si bien occupés de nous quand nous étions si petits. Merci d'être vous. La petite fille de Don Corleone.

A Bon Pap et Mameuh. Et oui ma petite Mameuh il est l'heure de la thèse je crois que c'est probablement toi la plus heureuse ce soir depuis le temps que tu me demandes de t'inviter ! Après mûre réflexion j'ai accepté... Bon Pap merci de supporter Mameuh ;) Merci d'être des grands parents si dynamiques et si bienveillants avec vos petits enfants ! Merci pour le Club Med !

Vali tu bosses trop, vient te détendre quelques jours dans le Sud un peu ... et ma Clochette, notre cousine chérie ... je vous vois peu mais vous aime tant.

A Sido, la tata trop cool qui m'a donné le bonheur d'être marraine de mon petit Roméo (plus si petit d'ailleurs...) merci d'être là ce soir je vous aime forts ! La bise à JE !

Aux cousins Felix et Oscar qui forment le trio infernal avec Hortense !!!

To the (franco-)american family :
Grand-ma Sigrid, Jamie, Ellen, Carrie, Patch, Tristan, Carrie, Cecilia, Philippe, Lucy,
Richard and all the little cousins... love you xoxo

A mes chefs

A Coco, tu es un médecin et un petit bout de femme que j'admire tant. La classe à toute épreuve, toujours montée sur talons peu importe les conditions ! Merci de t'être toujours si bien occupée de Léonie.

A Emilie Zanin, un sacré médecin ! avec toi tout paraît facile ! un binôme indissociable avec Coco ! je veux devenir comme vous !

A la belle Aurore, tu es toujours douce et disponible, tu ne baisses jamais les bras et tu donnes toujours à 200% avec les patients. Tu es un exemple pour moi. Merci pour ton aide qui m'est si précieuse. Hâte de continuer à travailler avec toi.

A Eve Hadjadj, un médecin rock and roll !! que c'était bon mon stage chez toi !!!

Au Dr Isabelle Rendu, merci pour votre disponibilité, votre expérience et votre implication dans le service.

Au Dr Geneviève Darrason, avec vous c'est 3 bises mais malgré les années je me trompe encore souvent... Vous êtes un exemple d'implication auprès des malades.

Au Docteur Frédéric Galland, merci pour ta sympathie et ta patience sur les blocs de rétine!

Au Dr Hélène Proust, merci pour vos connaissances et vos qualités chirurgicales qui m'ont toujours impressionnées.

Amélie et Virginie 1^{er} stage au CHU c'était à vos côtés et que c'était bon de vous avoir en chefs. Les 2 CCA les plus allumées que je connaisse ! Amélie ma première phako c'était avec toi, Virginie mon premier (noyau...) c'était avec toi... A nos souvenirs de boulot s'ajoute les souvenirs d'apéro. « Je vous kiffe les meufs ! »

A JC alias la Courj' !!! pour ton humour corrosif et les déjeuners au Castel avec Foletti! tu as été un CCA au top !

A Emilie, que c'était bon de bosser avec toi. Toujours le sourire, toujours détendue. Ne change rien !

A Magali, merci pour ta disponibilité et ta gentillesse. Merci pour toutes les capsules nespresso qu'on a dû de taxer !!!

A Silvia, un plaisir de bosser avec toi. J'admire la persévérance que tu as eu pour en arriver jusque là. Tu es douce et impliquée avec tes patients et toujours bienveillante avec moi je te remercie pour tout ça.

A Alban, notre nageur en eau libre! Avec toi c'est soit noir soit blanc l'entre deux n'existe pas et tu nous fais bien marré avec ça ! Merci de me faire confiance et pour ces petits cas de glaucome que tu me garde bien au chaud. Travailler avec toi est un bonheur.

A Benji, hey hey !!! le petit doudou passe sa thèse !!! Merci pour ta gentillesse et ton écoute, tu es toujours de bons conseils. Tes patients t'adorent et ils ont bien raison ! Avec Pierre on prend ta relève va falloir assurer !!!

A Helena, le petit poussin passe sa thèse... que le temps passe vite !!! mon premier choix au CHU c'était avec toi et t'étais comme une mère pour moi merci pour cette bienveillance que tu as toujours eu envers moi.

A Gaëlle, merci pour ton aide lorsque j'étais ta jeune cointerne, tu as toujours été disponible (et même quand il s'agissait de me montrer comment allumer le laser...)

Au stage de CMF :

Au Pr Guyot, merci pour votre accueil dans votre spécialité. Merci pour votre patience et vos compétences chirurgicales pour lesquelles j'ai toujours eu beaucoup d'admiration.

Au fabuleux Dr Foletti, mais qu'est ce qu'on a ri avec toi !!! un choix de stage exceptionnel merci pour tes blagues incessantes au bloc. Nous supporter 6 mois a sans doute été une épreuve mais tu ne nous l'a jamais fais sentir. Bise à toi et ta petite famille !

Au stage en ORL à l'hôpital d'Aix:

Au Dr de Cuttoli qui nous a accueilli avec Jérémie en temps que premier choix. Merci pour votre patience !

Au Dr Antonini, tellement disponible pour tes internes.

Au Dr Cihanek, efficacité, réactivité, spontanéité te résument parfaitement. Merci !

Au stage à l'Institut du Glaucome à St Jo Paris :

Au Dr Lachkar, merci pour votre accessibilité. Votre vie court à 2000 à l'heure mais vous êtes toujours disponible. Merci pour votre patience au bloc lors de mes premières chirurgies filtrantes. J'ai passé six mois exceptionnels dans votre service.

A toute l'équipe pour m'avoir si bien accueilli :

Au Dr Graber, bougon que tu es !! tu as été un chef de clinique génial ! tes compétences chirurgicales sont impressionnantes. Merci pour tout pendant ce stage !

Dr Bluwol (un petit bout de femme exceptionnel), Dr Kretz (FIP à fond pendant le bloc), Dr Berkani (vos sclérectomies paraissent si faciles), Dr Jeanteur (je ne masserais plus jamais de SP c'est promis !), Dr Abitbol, Dr Bensmail, Dr Benhatchi.

A mes cointernes

A ce dernier semestre : Merci les garçons pour ce semestre exceptionnel à vos côtés vous allez presque me faire regretter de finir mon internat... (j'ai dis presque !)

A Pierre, il aura fallut attendre ce dernier semestre pour enfin être cointernes. J- 3 semaines avant l'assistanat ! mais à tes côtés je sais que tout ne peut que bien se passer. Merci pour ton humour cinglant mais qu'on aime tant ! J'ai hâte de continuer à bosser avec toi !

A Floflo, notre référent paupière (et BAT..!) Le petit gars parfait ! toujours le sourire, toujours la petite blague, toujours dispo... également le seul à avoir 2 paires de sabots : une pour le bloc et une pour le reste ! rien que pour ça le type est réglo quoi !

A Thomas, notre italo-bobo préféré ! il en faut peu pour être heureux un peu de vélo, un peu de muesli et tout roule quoi ! tu es la coolitude incarnée et c'est trop bon de bosser avec toi!!

A Prithvi, le type le plus efficace de la terre ! tu es un passionné comme on en croise peu et surtout un cointerne au top ! Je tiens tout de même à vous prévenir ce garçon développe secrètement une passion pour les drones !!

A Allan, le petit malin de la bande (ex-aequo avec Pierro !) mais j'ai compris tout est dans la blouse ! et Oui ! je t'invite vraiment à ma thèse !! tu es notre petite phase socle préférée, ne change rien !

A ma promo d'ophtalmo :

A Benichouchou, on aura fait la moitié de notre internat ensemble d'abord les aventures en ORL, notre 1^{er} choix et sans doute l'un des meilleurs ! merci pour tes jeux de mots inconditionnels. Merci pour le tuning de ma 206 !!

A Marie P !!! Sapée comme jamais !!!! tu es un vrai rayon de soleil avec qui on se sent bien, toujours prête pour un cours de yoga ou de pilates, et surtout toujours prête pour l'apéro! Tu es une amie avant d'être une co-interne ! je t'embrasse ma belle !!

A Val, toujours détendue et toujours le sourire. J'espère que tu es heureuse sur Montpellier.

A Clem, ma poulette !! on n'a jamais été co-internes et quel dommage... Avec toi on se marre toujours et d'ailleurs je trouve qu'on ne se voit pas assez !!! Tu es heureuse dans ta nouvelle vie et c'est bon de te voir comme ça !

Aux plus jeunes :

A Juliette, ma poulette quelle belle rencontre ! tu es mon petit coup de cœur de l'ophtalmo. Une tête bien remplie, certes, mais pas que !! Tu es d'une simplicité rare avec toi c'est facile. Une même passion pour le glaucome, mais toi et moi ce n'est pas que le travail c'est les footing, les baignades (bon dorénavant ce sera avec bouée... !!!), c'est l'incruste avec Damien pour aller voir la lune rouge (d'ailleurs félicitations les futurs mariés !!) Merci d'être une fille si géniale.

A Marie B, ma belle tu as bien fait de venir sur Marseille et surtout de venir vivre la belle vie à la pointe rouge !!! c'est un bonheur de t'avoir rencontrée. Toi aussi tu fais partie du club footing !! Tu es quelqu'un sur qui on peut compter et ça n'a pas de prix.

A Natacha, la petite bobo parisienne, dans 20 ans je te l'ai déjà dis, tu débute ta nouvelle vie : un petit concept store où se vendront jouets de bois, livres de récup et cupcakes bio... Ou alors t'exploite ton talent d'imitatrice hors-pair ! Cette fille peut vous faire un remake de topchef comme personne ! Toutes les deux on a aussi partagé notre année recherche et le travail présenté aujourd'hui c'est beaucoup grâce à toi. Merci pour ton soutien !!

A Lauriane, notre petite baroudeuse d'abord la Suisse puis Bordeaux, j'espère te recroiser lors d'un passage sur Marseille

Au Moineau, notre converti ecolo (ma page facebook ressemble à celle d'Europe écologie les verts à cause de toi !!) Je me suis bien marrée avec toi. Tu seras heureux sur Gap je n'en doute pas.

Mathieu (alias lezardo !!), merci pour ton efficacité et ton aide pour gérer les plannings des internes.

Marie Callet (la photographe), Maeva (la niçoise), Anne (ou comment faire ton lait d'amande maison), Victoire (pour ton sourire), Francesco, Micka, Marion. Et aux plus jeunes : Charles, Thibault, Loic...

Aux infirmières et aides soignantes du service : Coco, Cathy, Steph, Béa, Christine, Carole, Cécile... merci pour votre bienveillance au quotidien.

Aux infirmières du bloc : Valérie, Marine, Céline ... toujours le sourire !

Aux orthoptistes et optométristes : Emmanuelle, Agnès, Marie Jo, Emilie, Aurélie, Alex, Sophie, Anne... merci de nous aider chaque jour pour les consultations.

Au stage de CMF :

A Anne Claire, tellement folle et tellement drôle ! tu es un merveilleux petit carnage !

A Julia, le chat, plus sexy tu meurs !

Au stage de St Jo :

A Juliette, mais quel bonheur de bosser avec toi, toujours de bonne humeur, jamais stressée, tu seras un excellent médecin !! Merci pour ces petites bières et ces petites frites à l'Impérial. Bise ma poulette et viens me voir à Marseille !

A Micka, un cointerne adorable. Prends soin de toi.

Au personnel de St Jo :

A Corinne, Béa, Aurélie, Lydia, Stéphanie

A Magali, Mélanie, Maeva les meilleures orthoptistes du monde !!!

A Stéphanie, sans toi le bloc ne tournerait pas ! Toujours bienveillante, tu es un amour ! merci !!

Aux Amis

Heyhey c'est ton tour ma Nanie j'ai presque hésité à te mettre sur la page de garde !!! Tu es mon amie de toujours celle avec qui j'ai fais les 400 coups (pas si sage la belette !) surtout les chiches/pas chiches, défis autant inoubliables qu'improbables !! Plus sérieusement je pense que c'est beaucoup grâce à toi si j'en suis là aujourd'hui, tu as toujours été là, pour les bons mais aussi pour les moins bons moments à me récupérer quand j'étais au fond du seau bon parfois au téléphone parce que toi t'as tout compris t'es partie à l'aventure vivre la grande vie !!! Merci d'être rentrée de ton énième tour du monde pour être là ce soir ça n'aurait pas été pareil sans toi. Je suis si fière d'être ton amie, ta simplicité, ta folie et surtout ton humeur exceptionnellement exceptionnelle rendent les gens autour de toi heureux. Je t'aime si fort. J'ai hâte de rencontrer notre nouvel ami « Rock and Rolly » !!

A Gisou et Michmich mes 3^e parents. Merci de m'avoir accueilli dans votre famille comme si j'étais votre propre fille. Bisou à Camille et sa petite famille !

A toi Eugénie que j'appelle toujours Eugène. La meilleure idée que tu aies eue c'est de débarquer dans le Sud !!! On s'est rencontrées à Aix et depuis on ne s'est plus quittées. Merci d'être si géniale. Avec toi je peux tellement me marrer mais aussi bien me confier. Un sacré niveau sur le dance floor et ça tu le sais ça compte beaucoup pour moi !!! A toi Eric merci d'être aussi génial que ta copine et de la rendre tellement heureuse !! Bienvenue à votre belle Léonie qui porte un si beau prénom...

Aux copines de médecine de toujours : Floflo, Elo, Mathilde, Céline !!! que de belles années parmi vous les filles on en aura vécu des choses ensemble : des voyages, des soirées, des mariages, des naissances et aussi du boulot quand même ...

A Floflo, ma chérie on note chez toi un sacré niveau dans la follitude !! même si maintenant tu es mère et que les gens pensent que tu es sage mais c'est pas vrai ça on le sait bien !!!! plus sérieusement je t'en dois bien une mis à part toutes nos années de déconnades en médecine on a quand même bossé d'arrache pied ensemble merci pour tout et surtout pour ton écoute ...

Elo ma poulette, tu es toujours partante pour tout : le bateau, le footing, le ski et surtout une partenaire de soirée hors pair (petit clin d'œil à Joan) !! également organisatrice de jour de l'an à mi-temps !! Tu es une personne qui compte beaucoup pour moi.

A Mathilde, notre aventurière qui vogue de ci et de là, notre petite bab' adorée, toujours présente dans les moments importants. On s'est raté cette fois-ci mais ça fait encore une meilleure excuse pour venir te voir en Guadeloupe ! reste cool bébé !

A Céline, ma belle, toi et moi on en a vécu des choses ensemble ! tu peux passer pour la plus sérieuse d'entre nous mais détrompez-vous sous cet air se cache beaucoup de folie qu'il est tellement bon de connaître ! Félicitations pour ta belle famille avec votre magnifique petit Arthur qui grandit trop vite!

Aux copains/maris (et oui !) des copines :

Seb merci de rendre Florence si épanouie et félicitations pour votre magnifique petite famille vous êtes un exemple pour moi.

La bise à Hugo qui m'aura quand même offert la meilleure paire de moufles de toute ma vie !

A Olivier tu nous as un peu piqué notre copine quand même mais bon je te pardonne !

Thibault : ce type est très bon ! il a quand même réussi pendant des années à faire croire à sa femme qu'il était son meilleur ami, le temps qu'elle se rende compte que c'était en fait l'homme de sa vie ...

A Mama, ma chérie tu n'es pas là ce soir et tu vas tant me manquer. Que Gaston (la bise copain !!!) prenne soin de toi. Tu es un p'tit bout de femme qui en impose tant par son charisme. Profite de cette aventure mais reviens vite quand même c'est pas pareil sans toi!!!!

Sophie, avec toi on peut parler de tout et surtout de problèmes existentiels comme de nos soucis de cheveux à 7h45 du mat' sur le parking de Nord !! Le bisou au mari Julien et à votre petit Paul vous êtes beaux les copains !!!

Caro, tout d'abord merci d'animer mes gardes ! et pas que d'ailleurs !! tu me régales toujours avec tes blagues, ta répartie et ton auto-dérision que tu as comme personne.

Magua !!! un soleil quand elle sourit, une sacré pipelette, mais surtout à présent une maman... Bravo à toi et Babou vous êtes si beaux ensemble et bienvenue à Antoine !!!

A notre Phiphi national, monté sur ressort, toujours le smile ! à retenir : te croiser en soirée c'est danger !!! bise mon chou !!!

A Doudou, mon pote depuis le début ! ma Mawie-Denize, pour qui le zouc n'a plus de secret !!! Merci Laurie de rendre mon copain si heureux !

A Romain, les années de médecine passent et t'es toujours là, fidèle au poste! Tu es une personne exceptionnelle (même si t'es devenu un vrai petit bobo depuis que t'habites dans le 7^e!). Tu comptes beaucoup pour moi. Merci de toujours répondre présent pour les moments importants. Merci d'être toi ! Merci à ta chérie, Céline, notre psychanalyste préférée, une personne qui parle autant voir plus que toi !!!!

Je pense forcément à toi, Max, je sais que tu veilles sur nous de là-haut. Et nous aussi on veille sur le frerot.

A Batistin, le montagnard! On se voit peu mais c'est toujours le même bonheur de se retrouver. La bise copain !

A Pedro, ma Simone ton Laurent passe sa thèse !!! (à qui le tour ?!) tu es génial ne change rien ! le bisou à Coline qui est beaucoup trop parfaite ;)

A Nina, ou Sokobeach, que c'était bons les cours avec toi !

A Jojo l'ortho, la douce aux bras de fer !

A Caro et Philou, expat' à Lyon ! revenez non ?

A Jules, ou Piclette, notre anesth attiré ! trop bon de bosser avec toi ! et à Alice ou Mayoli, devenue femme Piclette ! bravo à vous 2 !

A Ilies, une personne exceptionnelle, un ami comme on en a peu dans une vie. On partage un truc très fort tous les deux on a eu le coup de foudre pour la même personne !!! Merci de nous avoir fait rencontrer Marie ! qui est juste géniale ! une des rares filles qui se marre très fort comme moi et qui l'assume ! Merci à vous deux d'avoir pris soins de moi pendant l'absence du Marchese!

A Eve et Thibault, Ohh les copains je vous kiffe !!! merci de toujours nous inviter chez vous et de nous accueillir si bien (je pense qu'on vous dois au moins 355 déjeuners et probablement autant de dîners...) Félicitations pour votre belle famille qui s'agrandit. La parraine vous embrasse !

A Cam' et Reg', le couple Rock and Roll !! Que vous êtes beaux avec vos deux princesses Lou et Zoé !!

A Eva et Thomas, La classe à toute épreuve, les blonds quoi !! A vos deux petits gars, surtout Basilou qui a déjà tout compris avec les filles !!

A Juju et Thibault, les bordelais !! J'aimerais tant que vous restiez nos voisins c'est trop bon de vous avoir ici. Juju si la bonne humeur devait être une personne ce serait toi et Thibault alias « Darkette » ce surnom te vas si bien merci pour ta générosité (et les croques monsieur de ouf !!) Ce séjour ici vous aura peut être marqué à vie ou du moins au niveau cutané ... vous serez toujours les bienvenus chez nous.

A Diane, ne regarde pas mon nombre de sujets inclus ! A Antoine qui te vas si bien !

A Alex, humour tranchant, cheveux ... ondulants ! , surfer... débutant ! mouhahaha ! C'est bon d'être ta pote ! Merci d'avoir rencontré Elise notre yogi préférée! Bienvenue dans le sud!

A Virgile, ce type est fou et c'est trop bon !! Lolo Marchese passe sa thèse mec !!

A tous celles et ceux que j'ai pu oublier je m'en excuse par avance....

TABLE DES MATIERES

RESUME DE L'ARTICLE EN FRANÇAIS	2
ARTICLE ORIGINAL EN FRANÇAIS	3
Introduction	3
Materiels et methodes	6
Inclusion des sujets	6
Protocole	7
Conceptualisation des Films dichoptiques	8
Evaluation des fonctions visuelles	9
Résultats	10
Discussion	13
TABLEAU ET FIGURES	18
SOUMISSION IOVS	24
RESUME DE L'ARTICLE EN ANGLAIS.....	25
ARTICLE EN ANGLAIS.....	26
Introduction	26
Material and Methods	28
Participants	28
Procedures.....	29
Dichoptic movies design.....	30
Visual functions assesment	31
Results	32
Discussion	34
TABLE AND FIGURES	40
Références bibliographiques	46

RESUME DE L'ARTICLE EN FRANÇAIS

Objectifs

Le visionnage de films dichoptiques améliore significativement l'acuité visuelle des enfants amblyopes. De plus, l'occlusion monoculaire de courte durée de l'œil amblyope peut de façon transitoire améliorer sa contribution au percept binoculaire après le retrait du patch. Dans cette étude, nous nous sommes dans un premier temps demandés si le visionnage passif de films dichoptiques pouvait améliorer la fonction visuelle de sujets amblyopes au-delà de la période critique. Puis dans un deuxième temps, nous avons testé si l'effet retrouvé avec le visionnage de films dichoptiques pouvait être potentialisé par une occlusion de courte durée de l'œil amblyope.

Matériels et Méthodes

17 sujets, âgés de 9 à 67 ans, présentant une amblyopie fonctionnelle et fixée, ont été inclus dans l'étude. 10 sujets ont réalisé 6 séances de 1.5 heure sur deux semaines de visionnage passif de films dichoptiques (groupe non patché) et 7 sujets, ont du porter un patch occlusif pendant 2 heures avant chaque séance de visionnage de films dichoptiques (groupe patché). Ont été mesurés : la meilleure acuité visuelle corrigée, la sensibilité monoculaire au contraste, la balance interoculaire de sensibilité au contraste et la vision stéréoscopique. Ces mesures ont été prises à l'inclusion, à la fin des 6 séances puis à un mois de la fin de l'entraînement.

Résultats

Pour le groupe non patché, l'acuité visuelle moyenne a significativement ($p < 0,05$) augmenté de 0.54 ± 0.37 logMAR à 0.46 ± 0.38 logMAR, équivalent à environ une ligne sur l'échelle d'acuité visuelle. Pour le groupe patché, l'acuité visuelle moyenne a significativement augmenté de 0.62 ± 0.40 to 0.43 ± 0.28 ($p < 0,05$), équivalent à environ deux lignes sur l'échelle d'acuité visuelle. Nous n'avons pas retrouvé d'amélioration significative pour les autres fonctions visuelles testées.

Conclusion

Notre méthode d'entraînement améliore les fonctions visuelles de sujets amblyopes au-delà de la période critique. L'adjonction d'une occlusion de courte durée de l'œil amblyope montre des résultats prometteurs.

ARTICLE ORIGINAL EN FRANÇAIS

Introduction

L'amblyopie correspond à un trouble neuro-développemental qui survient suite à une expérience visuelle anormale pendant l'enfance, au cours d'une période appelée "période sensible" ou "période critique"(1-5). Elle se manifeste le plus souvent par une acuité visuelle basse dans un œil, l'œil amblyope, et elle représente la cause la plus fréquente d'acuité visuelle basse unilatérale dans l'enfance. Sa prévalence se situe aux alentours de 1-3% de la population générale (6-12). Le traitement actuellement reconnu pour l'amblyopie consiste au port de la correction optique totale (13) et à l'occlusion monoculaire de l'œil sain controlatéral afin de forcer l'utilisation de l'œil amblyope (14). Ce traitement n'est proposé qu'avant la fin de la période critique car il est généralement admis que les enfants plus âgés ainsi que les adultes présentent un défaut de plasticité cérébrale au niveau du cortex visuel. De ce fait, aucun traitement n'est proposé pour ces patients plus âgés et leur amblyopie est considérée comme fixée (1-5,15,16).

Cependant, ces dernières années, il a été démontré que l'amblyopie est principalement la conséquence de dysfonctions binoculaires au niveau cortical: avec un excès de suppression interoculaire et un défaut de sommation interoculaire, ces deux phénomènes pénalisants l'œil amblyope (17-19). Ainsi, des stratégies d'entraînement binoculaires se sont développées se focalisant sur le traitement de ces dysfonctions binoculaires (20-31). Elles se basent sur la présentation d'images dichoptiques que le sujet a besoin de voir en binoculaire afin d'apprécier la totalité d'une image. Ces images dichoptiques sont utilisées dans le cadre de jeux vidéo (32) ou de films (30,33). Dans ce contexte, pour obtenir une fusion binoculaire, il est nécessaire que le contraste de

l'image vue par l'œil non-amblyope soit artificiellement réduit afin de compenser le défaut de balance interoculaire résultant de la suppression interoculaire. Initialement ces stratégies impliquaient une participation active du sujet lors de jeux vidéo dichoptiques et leur réussite dépendait de l'utilisation de l'information présentée aux deux yeux en simultané (25,29,32,34-37).

Plus récemment, le visionnage passif tel qu'avec les films dichoptiques, utilisant le même principe de rééquilibrage afin d'annuler les effets de la suppression interoculaire, a également permis d'obtenir des bénéfices en termes d'acuité visuelle (30,33).

L'entraînement binoculaire impose une vision binoculaire et en cela améliore l'acuité visuelle de l'œil amblyope. L'hypothèse étant qu'il permettrait d'utiliser la plasticité cérébrale résiduelle persistante après la fin de la période critique du développement visuel. Ces méthodes sont intéressantes par rapport à l'occlusion classique car elles sont souvent mieux acceptées par les patients et présentent de meilleurs résultats binoculaires. Cependant, tous les patients ne souhaitent pas jouer à des jeux vidéo et certains jeunes enfants n'ont pas encore acquis le développement cognitif nécessaire leur permettant de jouer à des jeux vidéo. Ici, nous avons cherché une façon plus généralisable d'application de ces mêmes principes d'équilibration du contraste, utilisés avec les jeux vidéo, mais avec un visionnage passif du contenu vidéo, grâce aux films dichoptiques.

Ces procédures d'entraînement sont très prometteuses, mais d'autres méthodes de traitement sont également à explorer. Notamment, il a été démontré récemment qu'une occlusion temporaire peut de façon transitoire moduler la dominance oculaire chez des adultes non amblyopes. Le sujet porte une occlusion pendant environ 2 heures, et lors du retrait du patch, la contribution de l'œil patché à la vision binoculaire est renforcée pour une période de 30 à 60 minutes (38-40). De façon intéressante, cette procédure a

aussi été appliquée aux sujets amblyopes où il a été observé que le patching temporaire de l'œil amblyope, plutôt que de l'œil sain, pouvait transitoirement augmenter sa contribution au percept binoculaire lors du retrait du patch (41). Ainsi, le déséquilibre binoculaire qui caractérise l'amblyopie peut être rapidement réduit pour une certaine durée en cachant l'œil amblyope. L'hypothèse est que la diminution de la stimulation sensorielle, induit un changement de gain de contraste afin de booster la sensibilité de l'œil patché. Du fait que ce changement se produise rapidement, le mécanisme sous-jacent suspecté implique un changement dans la balance excitation/inhibition neuronale (38-43). Alors que, l'entraînement binoculaire opère sur une période plus longue et via des mécanismes de plasticité différents, par exemple via l'établissement de nouvelles connexions synaptiques (44,45). Dans cette étude, nous nous sommes demandés si l'entraînement binoculaire basé sur le visionnage passif de films dichoptiques pouvait, par l'intermédiaire de modifications de la plasticité cérébrale, augmenter la fonction visuelle de sujets présentant une amblyopie « fixée ». Puis dans un second temps, nous nous sommes demandés si les effets d'un tel traitement dichoptique pouvaient être potentialisés en faisant l'entraînement pendant la fenêtre de temps au cours de laquelle il y avait une équilibration transitoire de la balance excitation/inhibition obtenue grâce à l'occlusion monoculaire. Pour répondre à cette question nous avons combiné ces deux approches et demandé aux sujets de porter un cache oculaire pendant 2 heures avant chaque séance d'entraînement par visionnage passif de films dichoptiques.

Matériels et méthodes

Inclusion des sujets

17 sujets amblyopes étaient inclus dans notre étude, âgés de 9 à 67 ans, moyenne d'âge 34,47 ans. Les critères d'inclusions dans l'étude étaient les suivants : les sujets devaient présenter une amblyopie fonctionnelle, secondaire à un strabisme ou une anisométrie ou les deux. Leur acuité visuelle devait être stable depuis au moins un an et les enfants de moins de 12 ans devaient avoir réalisé au moins 6 mois d'occlusion conventionnelle sans effet avant d'être inclus dans l'étude. La meilleure acuité visuelle corrigée (MAVC) de l'œil amblyope devait être supérieure ou égale à 0,2 logMAR ou la différence d'acuité visuelle entre les deux yeux devait être au moins égale à 0,2 logMAR. Pour le strabisme, la mesure de l'angle aux prismes devait être inférieure ou égale à 15 dioptries. Nous avons exclu les sujets présentant une amblyopie organique, un strabisme congénital ou toute autre pathologie visuelle ou neurologique ou retard de développement psychomoteur.

Lors du premier examen, les sujets devaient remplir un questionnaire à propos de leurs antécédents généraux et ophtalmologiques, et plus spécifiquement sur les traitements qu'ils avaient pu avoir pour l'amblyopie par le passé et l'observance de ces traitements : correction optique, occlusion conventionnelle et chirurgie de strabisme. Les détails cliniques des sujets amblyopes sont notés dans le tableau 1.

Les sujets devaient porter leur correction optique totale pour les tests pré et post entraînement ainsi que pour chaque séance d'entraînement binoculaire. 5 sujets anisométriques (S1, S7, S8, S9, S17) ne portaient aucune correction optique avant leur inclusion. Pour ces sujets, nous leur avons fait porter une correction optique adaptée seulement pendant les tests et les séances d'entraînement binoculaire ce qui équivalait

au total à environ 12 heures de port (voir tableau 1) et était probablement insuffisant pour expliquer à lui seul une amélioration des fonctions visuelles.

Les sujets étaient répartis en deux groupes. Le groupe non-patché (10 sujets, voir détails dans le tableau 1), qui a seulement réalisé l'entraînement par visionnage de films dichoptiques ; et le groupe patché (7 sujets, voir détails dans le tableau 1) dans lequel les sujets ont dû porter un patch sur l'œil amblyope pendant 2 heures avant chaque séance d'entraînement par visionnage de films dichoptiques. La distribution des sujets dans chaque groupe était principalement déterminée par les possibilités de port d'un patch pendant 2 heures avant l'entraînement (contraintes de déplacement et/ou d'horaires).

Cette étude s'est déroulée dans le service d'ophtalmologie de la Timone, à Marseille. Le recueil d'un consentement éclairé pour chaque patient ou parent/tuteur légal était recueilli lors de l'inclusion.

Protocole

Le groupe de sujets non-patchés a suivi une procédure de six séances de 1,5 heures d'entraînement binoculaire par visionnage de films dichoptiques afin d'entraîner leur vision binoculaire tel que Li and al (30) (un seul sujet n'a pas fait que 5 séances, voir la durée exacte de visionnage par sujet dans le tableau 1).

Le groupe patché a suivi la même procédure excepté que les sujets ont dû porter au préalable un patch occlusif sur leur œil amblyope pendant 2 heures avant chaque séance d'entraînement et le retirer juste avant le visionnage des films dichoptiques.

Une batterie de tests de la fonction visuelle détaillés ci-dessous ont été réalisés afin d'évaluer les effets de l'entraînement binoculaire et du patching. Ils impliquaient :

l'acuité visuelle monoculaire, la sensibilité monoculaire au contraste, la balance interoculaire de sensibilité au contraste et la vision stéréoscopique.

Les mesures à l'inclusion étaient évaluées lors d'une première séance et les mesures finales étaient réalisées à la fin de la dernière séance d'entraînement. Puis un suivi à un mois après la dernière séance d'entraînement était réalisé mais seulement 10 sujets ont pu revenir pour ces tests (voir détails tableau 1).

Conceptualisation des Films dichoptiques

Les patients entraînaient leur vision binoculaire en regardant passivement des films dichoptiques. Pour être dichoptiques, les images du film étaient modifiées de façon à ce qu'un masque digital composé de taches en forme de bulles irrégulières était appliqué sur les images vues par l'œil amblyope, et son masque inversé était appliqué sur celles vues par l'œil sain (Figure1a et exemple dans « Supplementary movie 1 »). Ainsi, certaines parties de l'image n'étaient vues que par un œil et les parties complémentaires de cette image étaient vues par l'autre œil (30). Donc, pour voir une image complète, il était nécessaire de combiner l'information des deux yeux. La localisation des masques variait toutes les 10 secondes. Le contraste de l'image vue par l'œil amblyope était toujours fixé au maximum, et le contraste de l'image vue par l'œil sain était basé sur les résultats du test de balance binoculaire de sensibilité au contraste réalisé à l'inclusion (Figure1b et exemple Supplementary movie 2). Sous ces conditions d'inégalité de contraste interoculaire, la suppression interoculaire est diminuée à tel point que l'information peut être combinée entre les deux yeux et les vidéos perçues entièrement et de façon stable. Le contraste de l'image vue l'œil sain était incrémenté de 10% à chaque session et pouvait atteindre sa valeur maximale de 1, pour certains sujets, avant la fin de l'entraînement. Les participants devaient confirmer qu'ils pouvaient toujours

voir les images de chaque œil au cours des séances de visionnage. Ceci reprend les principes du rééquilibrage dichoptique qui ont été validés avec les jeux vidéo dans de nombreuses études précédentes (20–27,29–31). Les films étaient présentés sur un écran 3D passif linéarisé (LG Electronics USA ; Englewood,NJ) avec des lunettes polarisées.

Evaluation des fonctions visuelles

Acuité visuelle. L'acuité visuelle était mesurée en utilisant une échelle d'acuité visuelle logarithmique (logarithmic visual acuity chart "2000") et ceci dans des conditions standardisées.

Fonction de sensibilité au contraste. La courbe de sensibilité au contraste monoculaire en fonction de la fréquence spatiale était mesurée en utilisant la Quick Contrast Sensitivity Function (qCSF) (46). La qCSF utilise une méthode adaptative Bayésienne qui détermine quelle est la paire optimale, entre fréquence spatiale et contraste, à tester à chaque essai afin de maximiser l'information de la courbe de sensibilité monoculaire au contraste. Le participant devait définir pour 100 essais, au cours d'une tâche d'identification, l'orientation (horizontale ou verticale) d'un motif de bruit filtré spatialement (Figure2a). Cette méthode a déjà été validée chez des sujets amblyopes (47,48). Ce test était réalisé sur le même équipement que pour le visionnage des films excepté que les sujets devaient porter un cache sur l'œil afin d'obtenir une vision monoculaire. Tous les détails de cette procédure sont décrits dans Reynaud et al.(49).

La balance interoculaire. La balance interoculaire était mesurée avec une échelle de lettres développée par Kwon et al. (50) et cette procédure a été validée sur des sujets amblyopes (50,51). Cinq lettres spatialement filtrées avec un pic de fréquence spatiale de 2 c/d étaient présentées à des contrastes variables à l'œil gauche et 5 lettres de

contraste complémentaire à l'œil droit et ceci en des positions spatiales identiques. Ainsi, lorsqu'elles étaient vues en binoculaire, les lettres étaient superposées. Le sujet devait reporter les 5 lettres les plus visibles et ceci pour 10 essais successifs (Figure 2b). Le contraste relatif des lettres vues par chaque œil était ajusté par une méthode adaptative (50,52) afin de déterminer le point de balance interoculaire de sensibilité au contraste. Ce point de balance interoculaire de sensibilité au contraste est exprimé comme un ratio en dB entre l'œil amblyope et l'œil non-amblyope, de cette façon une valeur négative signifie que l'œil non-amblyope est plus fort, une valeur proche de 0 signifie que les deux yeux sont bien équilibrés et une valeur positive indiquerait que l'œil amblyope serait plus fort. Ce test était également réalisé sur le même équipement que pour le visionnage des films.

Vision stéréoscopique. Les seuils de disparité étaient mesurés en utilisant le test TNO (Netherlands Organisation for Applied Scientific Research, distributed by Lameris Ootech BV). C'est un test duochrome sans indice monoculaire, basé sur les principes des tests de Julesz (53), il permet une mesure de la vision stéréoscopique entre 480 et 15 secondes d'arc.

Résultats

Nous avons donc entraîné 17 sujets, répartis de façon randomisée dans le groupe patché et non patché (voir méthodes), en suivant notre protocole afin d'évaluer l'amélioration des fonctions visuelles. Pour la plupart des sujets, l'acuité visuelle de l'œil amblyope était améliorée à la fin de l'entraînement (valeur plus basse en logMAR) en comparaison au début de l'entraînement (voir figure 3a).

Pour le groupe non patché (symboles noirs ouverts), la valeur moyenne à l'inclusion était de 0,54 +/- 0,37 logMAR puis à la fin de l'entraînement de 0,46 +/- 0,38 logMAR. Ce

qui correspond à une amélioration significative de 0,08 logMAR, (one-sided wilcoxon, signed rank test, $\alpha = 0,05$) ce qui est équivalent à environ une ligne de l'échelle d'acuité visuelle.

Pour le groupe patché (symboles gris pleins), l'acuité visuelle moyenne de l'œil amblyope était de 0,62 +/- 0,40 logMAR à l'inclusion et de 0,43 +/- 0,28 logMAR à la fin de l'entraînement, ceci correspondant à une amélioration moyenne de 0,19 logMAR, équivalent à environ 2 lignes de l'échelle de l'acuité visuelle. Cette amélioration était également significative et restait significative après 1 mois de suivi (one-sided wilcoxon, signed rank test, $\alpha = 0,05$) alors que ceci n'était pas (bien que presque) retrouvé pour le groupe non patché. Afin d'apprécier au mieux ces améliorations, la différence d'acuité visuelle par rapport à l'inclusion est reportée figure 3b. L'amélioration de l'acuité visuelle de l'œil amblyope des participants dans le groupe patché était légèrement meilleure que celle du groupe non-patché cependant cette différence n'était pas significative (two-sided wilcoxon, rank sum test, $\alpha = 0,05$) et également de façon plus durable.

Dans les deux groupes, l'entraînement n'a pas affecté l'acuité visuelle de l'œil sain avec une amélioration moyenne de 0,04 et 0,05 logMAR respectivement pour les groupes patché et non patché (two-sided wilcoxon, sign rank test, $\alpha = 0,05$), ceci prouvant que l'amélioration n'était pas induite par un effet d'apprentissage de mesure de l'acuité visuelle en elle-même.

Par ailleurs, nous avons mesuré une autre fonction monoculaire : la sensibilité monoculaire au contraste de l'œil amblyope en fonction de la fréquence spatiale avant et après entraînement (figure 4). Pour le groupe non patché (figure 4a), la courbe représentant la sensibilité monoculaire au contraste à l'inclusion montre un pic à approximativement 1,5 c/d avec une amplitude de 45 (ligne continue). Ce résultat

correspond à ceux des études précédentes (47,48). A la fin de l'entraînement, l'amplitude atteint 78. Pour le groupe patché (figure 4b), la courbe représentant la sensibilité monoculaire au contraste à l'inclusion montre un pic à approximativement 1,5 c/d avec une amplitude de 84 (ligne continue). Après l'entraînement, l'amplitude atteint 134 avec un décalage du pic pour de plus hautes fréquences spatiales : à 3 c/d. Afin de tester la significativité de ces améliorations, nous avons étudié le gain de la courbe de sensibilité monoculaire au contraste tel qu'estimé par la méthode qCSF (46) pour chaque participant à l'inclusion, à la fin de l'entraînement, et après 1 mois de suivi, ceci est rapporté figure 4c. Cette amélioration n'est significative pour aucun des 2 groupes, patché et non patché, (one-sided wilcoxon, signed rank test, $\alpha = 0,05$). La différence entre les deux groupes n'est également pas significative (two-sided wilcoxon, rank sum test, $\alpha = 0,05$).

Finalement, nous avons testé l'effet de l'entraînement sur deux fonctions binoculaires : la balance interoculaire de sensibilité au contraste et la vision stéréoscopique (figure 5). La balance interoculaire de sensibilité au contraste est exprimée comme un ratio en dB entre l'œil amblyope et l'œil non amblyope, ceci est reporté pour chaque participant dans la figure 5a. Les moyennes de cette balance pour le groupe non patché à l'inclusion et à la fin de l'entraînement sont respectivement de $-22,67 \pm 13,76$ et $-21,61 \pm 12,68$ dB. Le fait que la valeur se rapprochait de 0 indiquait une discrète amélioration dans la balance mais ceci n'était pas significatif (one-sided wilcoxon, signed rank test, $\alpha = 0,05$). Pour le groupe patché, une amélioration légèrement supérieure de $-21,16 \pm 15,44$ à $-19,57 \pm 19,12$ dB était observée, cependant cette différence n'était également pas significative (one-sided wilcoxon, signed rank test, $p = 0,0625$).

Pour la vision stéréoscopique, concernant les sujets qui avaient une vision stéréoscopique mesurable à l'inclusion, dans le groupe non patché, leurs seuils moyens

s'étaient améliorés de 165 +/- 90 arcmin à l'inclusion à 64 +/- 43 arcmin à la fin de l'entraînement (figure 5b). Cependant, cette amélioration n'était pas significative car seulement 4 sujets avaient une vision stéréoscopique mesurable à l'inclusion. Par ailleurs, 1 sujet (S16) qui n'était pas capable de réaliser le test TNO à l'inclusion a présenté à la fin de l'entraînement une vision stéréoscopique mesurable à 480 arcmin. Dans le groupe patché, seulement 2 sujets avaient une vision stéréoscopique mesurable à l'inclusion. Le seuil moyen de vision stéréoscopique s'était amélioré de 60 +/- 0 arcmin à 38 +/- 32 arcmin mais une fois encore cette amélioration n'était pas significative du fait de la petite taille de l'échantillon. De la même façon, 1 sujet (S14) qui n'était pas capable de faire le test TNO à l'inclusion a montré une vision stéréoscopique mesurable après l'entraînement (120arcmin).

Discussion

L'objectif principal de notre étude était d'évaluer pour la première fois l'effet de l'entraînement binoculaire avec le visionnage passif de films dichoptiques sur des sujets présentant une amblyopie fixée. Nos résultats ont montré que le visionnage de films dichoptiques améliorait de façon significative l'acuité visuelle d'environ 1 ligne après approximativement 9 heures d'entraînement sur une période de 2 semaines, l'amélioration maximale d'acuité visuelle mesurée était de 3 lignes. Cette amélioration correspond aux résultats de Li et al. (30) et de Mezaad-Koursh et al. (33) sur des enfants, même si l'amélioration d'acuité visuelle était plus basse dans notre groupe (0,08 logMAR vs 0,20 logMAR pour Li et al. et 0,26 logMAR pour Mezaad-Koursh et al.). Cette différence peut être expliquée par le fait que tous les sujets dans ces deux études étaient des enfants alors que dans notre étude la population était quasi-exclusivement composée d'adultes, et donc présentant une moindre plasticité cérébrale (54).

Nous avons également observé une amélioration de l'amplitude de la fonction de sensibilité au contraste monoculaire (groupe non patchés : +33) mais celle-ci n'était pas significative.

La balance de sensibilité au contraste interoculaire restait assez stable après l'entraînement. Li et al. (30) ont observé des résultats similaires, contrairement à Hess et al. (20), Li et al. (22) et Kelly et al. (31) qui ont observés une rééquilibration de cette balance proportionnelle aux gains d'acuité visuelle. Les raisons de ces différences restent floues car chacune des études précédentes a utilisé un test d'évaluation de la balance binoculaire de sensibilité au contraste différent. La méthode utilisée dans l'étude de Kelly et al. (31) était similaire à celle utilisée dans cette étude mais leur échantillon de population n'était constitué que d'enfants alors que notre échantillon était composé majoritairement d'adultes.

La plupart des sujets qui avaient une vision stéréoscopique mesurable à l'inclusion avec le test TNO ont montré une amélioration de celle-ci, cependant cette amélioration n'était pas significative probablement du fait de la petite taille de notre échantillon. En effet, parmi les 10 sujets du groupe non patché : seulement 4 d'entre eux avaient une vision stéréoscopique mesurable à l'inclusion, tous se sont améliorés après l'entraînement et 1 patient sans vision stéréoscopique mesurable avec le test TNO à l'inclusion en présentait une mesurable à la fin de l'évaluation. Différentes explications sont possibles : nous pouvons suspecté que l'entraînement binoculaire peut améliorer une vision stéréoscopique résiduelle mais ne peut réellement en créer une qui n'a jamais existé auparavant (30,55) ; ou une autre explication, est que le test TNO n'est pas suffisamment sensible pour mesurer les faibles visions stéréoscopiques potentiellement présentes chez les sujets amblyopes, et donc un autre test adapté à leur handicap visuel devrait être considéré (56-58).

Notre étude montre pour la première fois que le visionnage passif de films dichoptiques peut améliorer la fonction visuelle de sujets adultes présentant une amblyopie fixée. L'un des intérêts du visionnage de film dichoptique est son potentiel d'amélioration de l'observance en comparaison au traitement par occlusion et aux autres formes d'entraînements dichoptiques (25, 29, 37, 59, 60). Tout d'abord parce que le visionnage de films dichoptiques est passif et ne nécessite pas une participation active du sujet contrairement au « perceptual learning » ou aux jeux vidéo dichoptiques. Ceci est un avantage crucial spécialement pour les sujets plus âgés qui ne veulent pas jouer aux jeux vidéo ou aux enfants plus jeunes qui n'ont pas toujours les capacités cognitives nécessaires. Par ailleurs, le visionnage de films dichoptiques est très flexible car il peut être utilisé à la maison et peut-être adapté à n'importe quel contenu de film. Il pourrait également être adapté aux dispositifs de réalité virtuelle ou de réalité augmentée (61-65).

L'objectif secondaire de notre étude était d'évaluer si les mécanismes impliqués respectivement dans l'occlusion temporaire monoculaire de courte durée et le visionnage de films dichoptiques pouvaient être complémentaires et synergiques et, si combinés ensemble ils pouvaient favoriser l'amélioration des fonctions visuelles des sujets amblyopes. L'occlusion de courte durée pourrait activer les mécanismes de plasticité cérébrale binoculaire, grâce à des changements dans la balance excitation/inhibition (38-41, 66, 67) et ceci pourrait potentialiser l'amélioration de l'entraînement binoculaire. Nous avons observé que l'occlusion monoculaire préalable pouvait améliorer les effets de notre entraînement sur l'acuité visuelle : nos résultats ont montré une amélioration plus importante de l'acuité visuelle dans le groupe patché (0,19 logMAR, quasiment 2 lignes, gain maximal dans ce sous-groupe : 4 lignes), en comparaison au groupe non patché (0,08 logMAR, quasiment 1 ligne, gain maximal dans

ce sous-groupe : 3 lignes), cependant cette différence n'était pas significative, en rapport avec la taille de notre échantillon.

Cette tendance devrait être étudiée sur un échantillon de plus grande taille car il y a de bonnes raisons de penser que ces deux approches peuvent, du fait de leurs dynamiques différentes, être mutuellement bénéfiques. Le patching monoculaire pourrait agir sur l'adaptation à court terme, en altérant la balance excitation/inhibition et permettrait ainsi un changement rapide dans le gain de sensibilité au contraste. D'autre part, l'entraînement par films dichoptiques qui suit une évolution plus lente, impliquerait probablement des mécanismes binoculaires similaires au « perceptual learning » monoculaire (65,68) avec l'établissement sur le long terme de nouvelles connexions synaptiques (44,45,69-71). Ainsi, nous pouvons penser que les modulations de la balance excitation/inhibition peuvent accélérer ou amplifier les effets de plasticité induits par l'entraînement dichoptique, en plaçant avant chaque session d'entraînement le cortex visuel dans un état plus propice aux changements.

Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes pour les autres fonctions visuelles : sensibilité monoculaire au contraste, balance de sensibilité binoculaire au contraste et vision stéréoscopique. Cependant, les résultats de chaque groupe devraient être considérés de façon indépendante car les deux groupes n'étaient pas homogènes. En effet, la randomisation n'était pas possible car l'occlusion préliminaire n'était pas réalisable pour les sujets qui se rendaient à l'hôpital en voiture ou très tôt le matin.

Par ailleurs dans ces deux groupes, les sujets pouvaient être considérés comme leurs propres témoins car l'entraînement n'affectait pas l'acuité visuelle de l'œil non amblyope, et ceci exclu l'hypothèse que l'amélioration d'acuité était induite par un effet d'apprentissage de mesure de l'acuité visuelle en elle-même. De plus, tous les

participants étaient habitués à regarder des écrans (TV ou ordinateur) au moins 1 heure par jour (moyenne 3,8h/jour, voir tableau 1). Ainsi, ajouter 1,5h de visionnage TV tous les 2-3 jours ne changeait pas de façon drastique leur exposition à des écrans digitaux et il est donc très peu probable que l'amélioration que nous avons observée puisse être seulement due à l'augmentation d'exposition aux écrans.

Mise à part ces inconvénients, l'occlusion monoculaire préliminaire n'a pas réellement diminué la compliance à l'entraînement car c'était l'œil amblyope qui était patché et ceci était nettement moins handicapant qu'une occlusion de l'œil sain controlatéral. D'autant plus que le patch était porté pour une durée beaucoup plus courte que l'occlusion classique.

Notre méthode d'entraînement montre des résultats prometteurs et pourrait être utilisée en tant que traitement de l'amblyopie fixée. Ces résultats ont été obtenus en seulement 6 séances sur une période de 2 semaines d'entraînement. D'autres étapes sont à franchir : augmenter la durée l'entraînement, développer une meilleure mesure de la vision stéréoscopique pour ces sujets amblyopes, une mesure qui permettrait une variabilité intra individuelle pour obtenir une meilleure évaluation statistique, établir un test plus sensible de l'évaluation de la balance binoculaire de sensibilité au contraste et enfin allonger les périodes d'occlusion monoculaire afin d'évaluer si les bénéfices sur l'entraînement binoculaire peuvent être augmentés.

TABLEAU ET FIGURES

Tableau 1: caractéristiques des sujets amblyopes

Sujets	Sexe	Age	Groupes: Non- patchés (=NP) Patchés (=P)	Type d'amblyopie	Antécédent d'occlusion	Heures/jour devant un écran (TV ou ordinateur)	MAVC Oeil amblyope	TNO (arcsec)	Nombre de séances d'entraînement	Nombre total d'heures de visionnage de films dichoptiques	Durée du suivi (en jours)
1	M	19	P	mixed	no	3	0.92	NA	6	8.45	NA
2	F	11	NP	anisometropia	no	2	0.22	60	6	9.12	48
3	F	13	P	anisometropia	yes	2	0.42	60	6	9.12	32
4	M	42	P	strabismus	yes	5	1.12	NA	6	8.78	40
5	M	47	NP	anisometropia	yes	2.5	0.22	120	6	8.38	35
6	M	21	NP	anisometropia	no	6	0.72	NA	6	9.86	34
7	M	45	NP	anisometropia	yes	2	0.92	NA	6	7.55	38
8	F	32	P	anisometropia	no	2	1.01	NA	6	8.7	NA
9	F	67	P	strabismus	no	4	0.52	NA	6	8.96	42
10	M	35	P	anisometropia	no	15	0.12	60	6	8.8	51
11	M	10	NP	mixed	yes	1	0.32	240	6	9.06	NA
12	F	47	NP	anisometropia	yes	4	0.22	240	6	8.81	33
13	F	9	NP	anisometropia	yes	NA	0.22	NA	6	8.8	NA
14	M	38	P	anisometropia	no	2.5	0.22	NA	6	10.11	42
15	M	62	NP	mixed	no	3	1.12	NA	6	10.46	NA
16	F	46	NP	anisometropia	no	2.5	0.42	NA	6	8.45	NA
17	M	42	NP	mixed	no	5	1.01	NA	4	7.71	NA

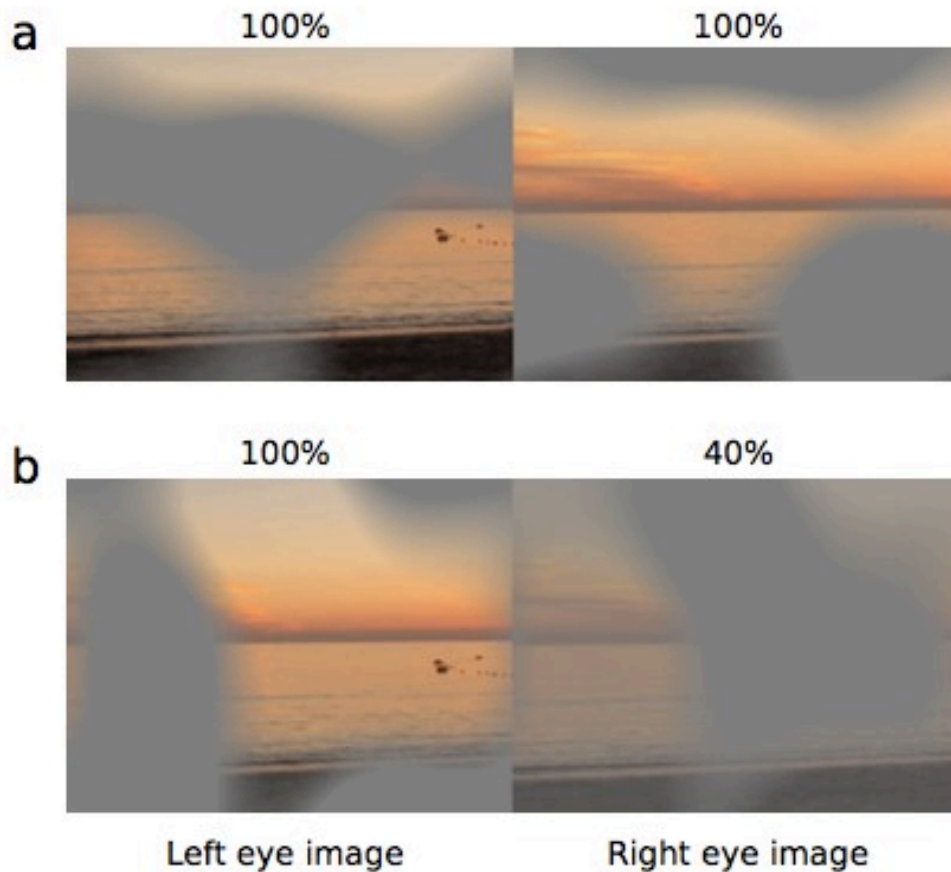


Figure 1 : Illustration des films dichoptiques. Les images vues par chacun des deux yeux sont présentées l'une à côté de l'autre. Des masques complémentaires composés de bulles irrégulières sont superposés aux images vues par les deux yeux. La forme et la localisation de ces masques changeaient toutes les 10 secondes. a) 100% du contraste de l'image est présenté aux deux yeux b) 100% du contraste de l'image est présenté à l'œil gauche et le contraste de l'image de l'œil droit est abaissé à 40%.
Des exemples de films dichoptiques sont accessibles en matériel supplémentaire. Source video: Lauren Sauvan, wikimedia commons/CC-0.

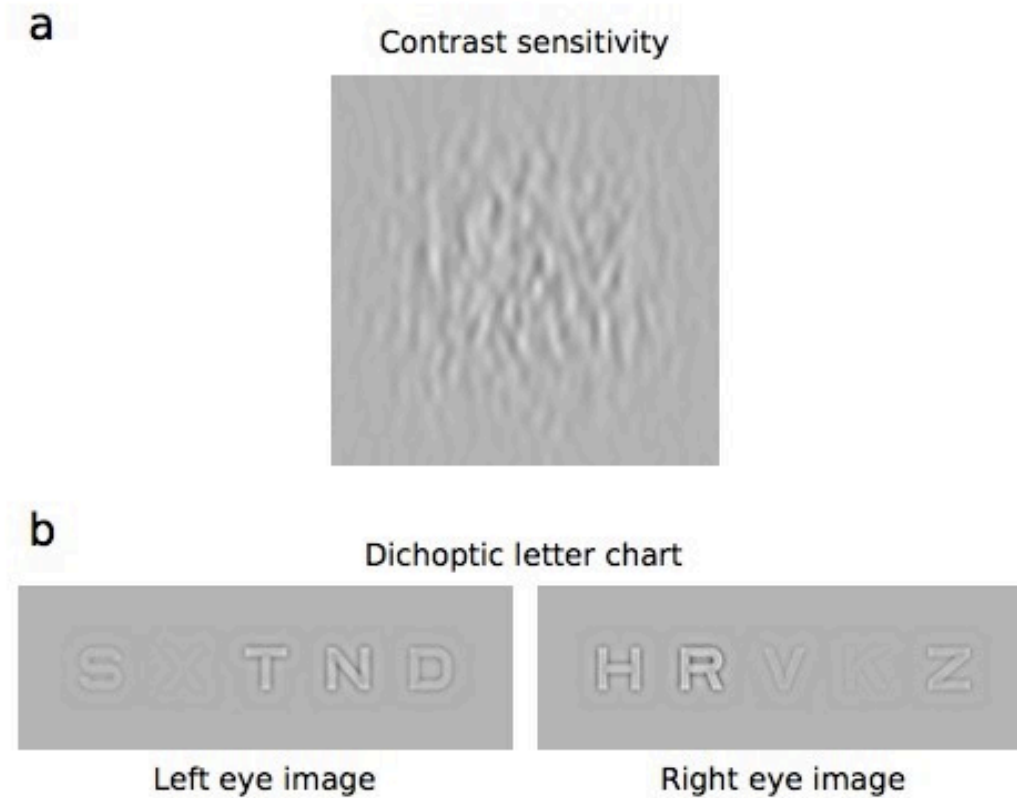


Figure 2 : Présentations des stimuli utilisés au cours des tests des fonctions visuelles. a) illustration du stimulus pour l'évaluation de la qCSF. Le sujet devait jugé à chaque essai l'orientation (horizontale ou verticale) d'un pattern de bruit qui variait en fréquence spatiale et en contraste. b) illustration de l'échelle de lettre dichoptique. Cinq lettres de 2c/d étaient présentées à différents contrastes à l'œil gauche et cinq autres lettres de contrastes complémentaires étaient présentées à l'œil droit aux mêmes localisations. Donc lorsque ces lettres étaient vues par les deux yeux en même temps elles apparaissaient superposées sur l'écran.
Adapté de Kwon et al., 2015; Birch et al., 2016.

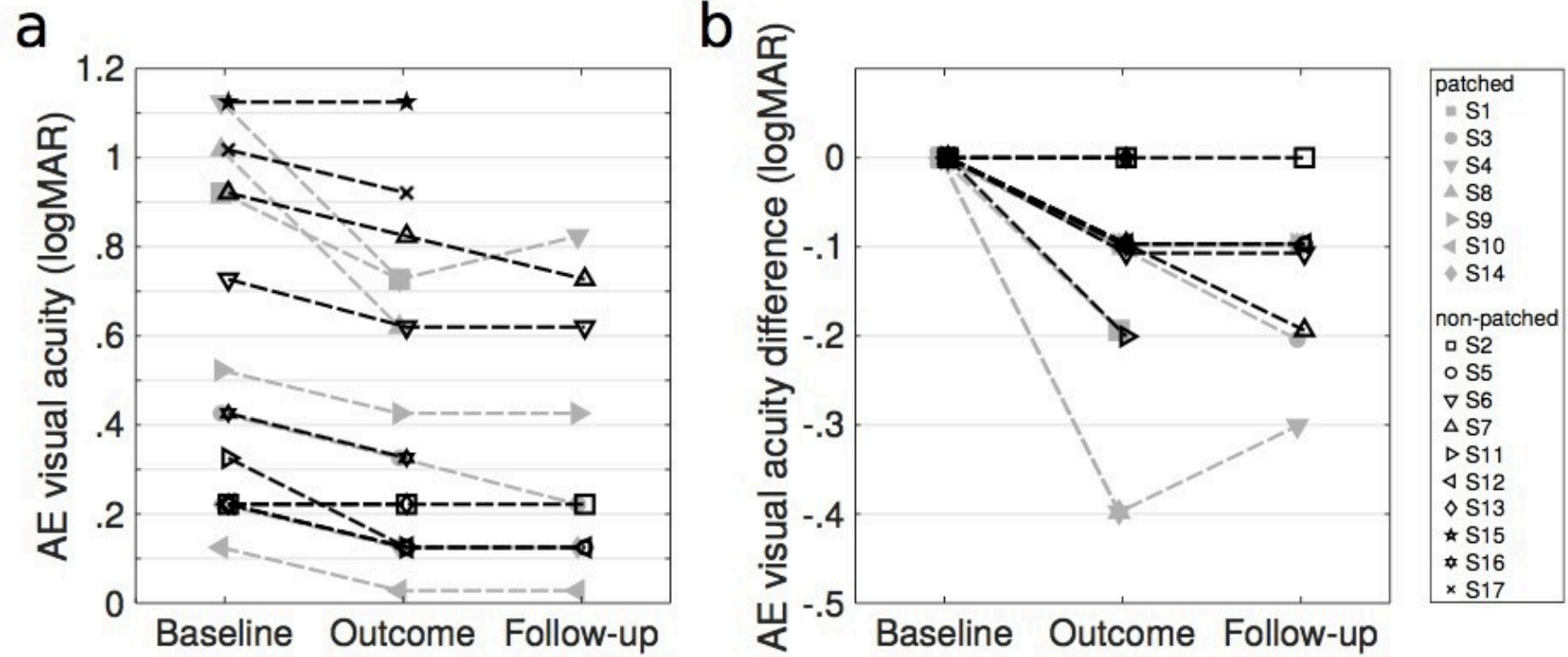


Figure 3 : Amélioration de l'acuité visuelle. Acuité visuelle de l'œil amblyope des participants à l'inclusion, à la fin du protocole et à un mois. Les participants du groupe patché sont indiqués par les symboles gris pleins et ceux du groupe non patché par les symboles noir ouverts.

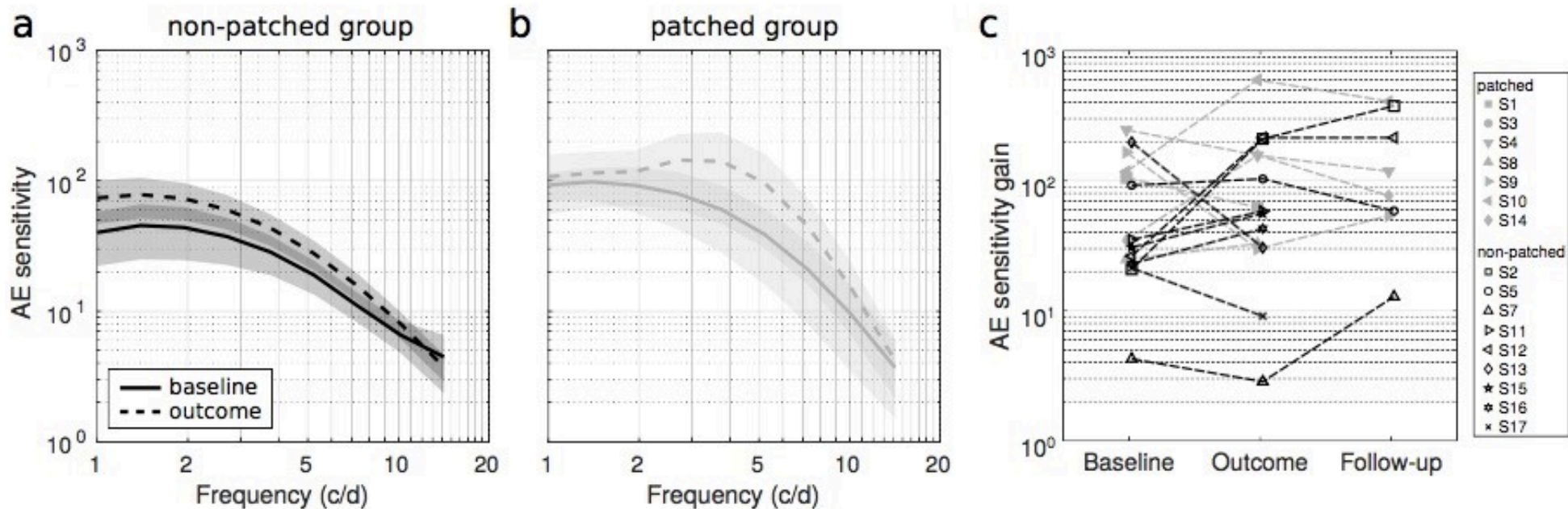


Figure 4 : Amélioration de la sensibilité au contraste. a) sensibilité au contraste de l'œil amblyope en fonction de la fréquence spatiale à l'inclusion (ligne continue), et à la fin de l'entraînement (ligne pointillée) pour le groupe non patché. Les zones grisées représentent \pm l'erreur standard. b) sensibilité au contraste de l'œil amblyope en fonction de la fréquence spatiale à l'inclusion (ligne continue), et à la fin de l'entraînement (ligne pointillée) pour le groupe patché. Les zones grisées représentent \pm l'erreur standard. c) gain de sensibilité individuels des participants à l'inclusion, à la fin de l'entraînement et un mois après. Les participants du groupe patché sont représentés par les symboles gris pleins et ceux du groupe non patché par les symboles noir ouverts.

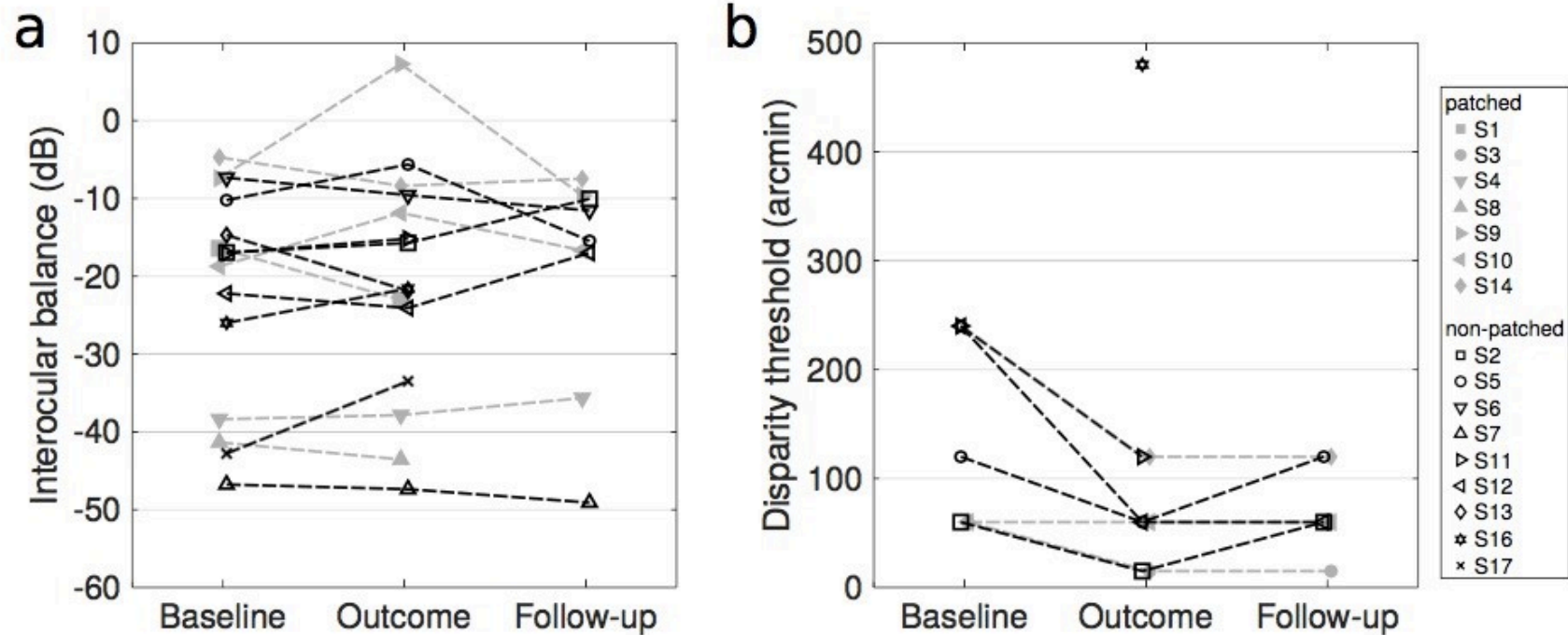


Figure 5 : Effet de l'entraînement sur la vision binoculaire. a) balance interoculaire œil amblyope/non amblyope exprimé en dB à l'inclusion, à la fin de l'entraînement et après un mois de suivi. b) résultats de la vision stéréoscopique au test TNO à l'inclusion, à la fin de l'entraînement et après un mois de suivi. Les participants du groupe patché sont représentés par les symboles gris pleins et ceux du groupe non patché par les symboles noir ouverts.

SOUSSION IOVS

Detailed Status Information

Manuscript #	IOVS-18-25769
Current Revision #	0
Submission Date	17th Sep 18 17:07:15
Current Stage	Editorial Office QC
Title	Contribution of short-time occlusion of the amblyopic eye to dichoptic movie viewing for the treatment of amblyopia beyond the critical period
Running Head	Short-time occlusion and dichoptic movie training
Manuscript Type	Article
Special Issue	N/A
Section	Visual Neuroscience
Corresponding Author	Dr. Alexandre Reynaud (McGill University)
Contributing Authors	Dr. Lauren Sauvan , Dr. Natacha Stolowy , Danièle Denis , Dr. Frédéric Matonti , Dr. Frédéric Chavane , Prof. Robert F. Hess Purpose: Dichoptic movie viewing significantly improves visual acuity in amblyopia on children. Moreover, short-term occlusion of the amblyopic eye can transiently increase its contribution to binocular fusion after patch removal. In this study, we first asked whether passive dichoptic movie viewing could increase the visual function of amblyopic subjects beyond the critical period. Secondly we tested if this effect could be enhanced by short-term monocular occlusion of the amblyopic eye.
Abstract	<p>Methods: 17 subjects presenting fixed and functional amblyopia, aged from 9 to 67 yo, participated in this study. 10 subjects followed 6 sessions of 1.5 hour for 2 weeks of passive dichoptic movie viewing (non-patched group) and 7 subjects, prior to each of these sessions, had to wear an occluding patch of the amblyopic eye for two hours (patched group). Best-corrected visual acuity, monocular contrast sensitivity, interocular balance and stereoacuity were measured at baseline, at the outcome of the training and at a follow-up one month later.</p> <p>Results: For the non-patched group, mean amblyopic eye visual acuity significantly improved ($p < 0.05$) from 0.54 ± 0.37 logMAR to 0.46 ± 0.38 logMAR, equivalent to almost one line improvement. For the patched group, mean amblyopic eye visual acuity significantly improved from 0.62 ± 0.40 to 0.43 ± 0.28 ($p < 0.05$) equivalent to almost two lines improvement. No significant improvement was observed for the other visual functions tested.</p> <p>Conclusions: Our training method improves visual functions of subjects beyond the critical period. The addition of a short-term monocular occlusion to the training shows promising results.</p>
Precis	We investigated whether dichoptic movie viewing could increase the visual function of the amblyopic eye beyond the critical period and if this training procedure could be enhanced by short-term monocular patching. We report an improvement in the visual acuity after training in both conditions.
Suggested Reviewers to Include	Changbing Huang (Chinese Academy of Sciences), François Vital-Durand (INSERM), Krista Kelly (Retina Foundation)
Suggested Reviewers to Exclude	N/A
Keywords	amblyopia, dichoptic movies, visual training, monocular occlusion
Subject Areas	amblyopia, binocular vision, plasticity
Conflict of Interest	Yes
Clinical Trial	n/a
ARVO Animal Statement	Not Applicable

Stage	Start Date
Editorial Office QC	17th Sep 18 17:07:16
Converted Files Approved by Author	17th Sep 18 17:07:15
Submission incomplete	17th Sep 18 10:46:31

RESUME DE L'ARTICLE EN ANGLAIS

Objectives

Dichoptic movie viewing significantly improves visual acuity in amblyopia on children. Moreover, short-term occlusion of the amblyopic eye can transiently increase its contribution to binocular fusion after patch removal. In this study, we first asked whether passive dichoptic movie viewing could increase the visual function of subjects beyond the critical period. Secondly we tested if this effect could be enhanced by short-term monocular occlusion of the amblyopic eye.

Materials and Methods

17 subjects presenting fixed and functional amblyopia, aged from 9 to 67 yo, participated in this study. 10 subjects followed 6 sessions of 1.5 hour for 2 weeks of passive dichoptic movie viewing (non-patched group) and 7 subjects, prior to each of these sessions, had to wear an occluding patch of the amblyopic eye for two hours (patched group). Best-corrected visual acuity, monocular contrast sensitivity, interocular balance and stereoacuity were measured at baseline, at the outcome of the training and at a follow-up one month later.

Results

For the non-patched group, mean amblyopic eye visual acuity significantly ($p < 0.05$) improved from 0.54 ± 0.37 logMAR to 0.46 ± 0.38 logMAR, equivalent to almost one line improvement. For the patched group, mean amblyopic eye visual acuity significantly improved from 0.62 ± 0.40 to 0.43 ± 0.28 ($p < 0.05$) equivalent to almost two lines improvement. No significant improvement was observed for the other visual functions tested.

Conclusions

Our training method improves visual functions of subjects beyond the critical period.

The addition of a short-term monocular occlusion to the training shows promising results.

ARTICLE EN ANGLAIS

Introduction

Amblyopia is a neurodevelopmental disorder arising from abnormal visual experience during childhood over a period called « period of susceptibility » or « critical period » (1–5). It mainly manifests itself by low visual acuity in one eye, the amblyopic eye, and it is the most frequent cause of unilateral visual loss in childhood. Its prevalence is around 1–3% of the general population (6–12). The presently accepted treatment for amblyopia consists of full optical correction (13) and monocular patching of the non-amblyopic eye to force the use of the amblyopic eye (14). This treatment is only proposed before the end of the critical period because it is generally assumed that older children and adults lack sufficient brain plasticity. Thus no treatment is offered to these older patients as their amblyopia is thought to be fixed (1–5,15,16).

Over the last few years, it has been shown that amblyopia is mainly a consequence of binocular dysfunctions suspected of cortical origin: with an excess of interocular suppression and deficient interocular summation, both penalizing the amblyopic eye (17–19). Therefore, binocular training strategies have emerged, focusing on treating these binocular disorders (20–31). These are based on dichoptic images presentation that the subject needs to binocularly combine to appreciate the full picture of a video game (32) or a movie (30,33). Binocular fusion only occurs if the contrast of the image seen by the non-amblyopic eye is reduced sufficiently to address the interocular imbalance resulting from suppression. At first, such strategies involved an active participation of the subjects playing a dichoptic video game where success depended on using information simultaneously presented to each eye (25,29,32,34–37). More recently, passive viewing such as dichoptic movie watching, using the same contrast

rebalancing principle to nullify the effects of suppression, has resulted also in benefits for visual acuity (30,33). Binocular training engages binocular viewing and in doing so improves visual acuity of the amblyopic eye in children as well as adults. It is thought to operate by utilizing the residual brain plasticity that remains after the critical period of visual development. These methods are an improvement on the current patching approach because they are better accepted and they present a better binocular outcome. However, not all patients want to play videogames and some young children may not be at a sufficient cognitive development to be able to play videogames. Here we sought a more general application of the same contrast balancing principles that have been successfully applied to videogaming but to the passive viewing of video content. This could in principle be applied to sporting fixtures, movies or children's animations. These training procedures are very promising, but other ways of treatment can be explored. It has recently been shown that short-time monocular occlusion can transiently induce ocular dominance modulation in normal adults. The subject wears an eye-patch for approximately 2 hours, then after removal of the patch, the patched eye's contribution to binocular vision is reinforced for a period of 30 to 60 minutes (38–40). Interestingly, this procedure was also applied on amblyopes where it was also observed that temporary patching of the amblyopic eye, instead of the fellow eye, transiently increases its contribution to binocular percept after patch removal (41). Thus, the binocular imbalance that characterizes amblyopia can be abruptly reduced for a certain duration by occluding the amblyopic eye. The hypothesis is that the decrease in sensory stimulation, induces a contrast gain change to boost the sensitivity of the patched eye. Since it occurs rapidly, the underlying mechanism is suspected to involve a change of the excitatory/inhibitory balance (38–43). However, binocular training operates on a

relatively long time and may operate via a different plasticity mechanism, for example by establishing new synaptic connections (44,45).

In this study, we ask whether binocular training based on passive dichoptic movie viewing could, by way of a change in brain plasticity, increase the visual function of subjects with « fixed » amblyopia. Secondly, we wondered if the effects of such a dichoptic treatment protocol could be enhanced by carrying out the training during the time-window where there has been a temporary rebalancing of excitation and inhibition as a consequence of monocular occlusion. To answer this question, we combined these two approaches and asked the subjects to wear an eye-patch for two hours prior to undergoing training sessions involving passive dichoptic movie watching.

Material and Methods

Participants

17 amblyopic subjects were included in our study aged from 9 to 67 yo, mean age 34,47 yo. The criteria for including subjects in the experiment were the following. Subjects had to present with functional amblyopia, secondary to strabismus or anisometropia or both. Their visual acuity had to be stable for at least one year before inclusion and children under 12 years-old had to go through at least six months of conventional occlusion therapy to make sure that amblyopia was fixed. Best Corrected Visual Acuity (BCVA) in the amblyopic eye had to be higher or equal to 0.2 logMAR or BCVA difference between the two eyes had to be at least equal to 0.2 logMAR. The strabismus angle had to be lower or equal to 15 prism diopters. We excluded subjects with organic amblyopia, congenital strabismus, presenting any visual or neurologic disease or presenting developmental delay. For the first examination each participant had to fill out a questionnaire about his/her general and ophthalmological histories, and more

specifically on the previous treatments he/she might have had for amblyopia and the observance of these treatments: optical correction, occlusion therapy and strabismus surgery. Clinical details of the amblyopic subjects are reported in Table 1.

Subjects had to wear their full optical correction for all the testing and training procedures. Five subjects who had anisometropia (S1, S7, S8, S9, S17) did not wear any optical correction before inclusion. For these subjects we made them wear their adapted optical correction only during testings and dichoptic movie viewing sessions, which was equivalent in total to approximately 12 hours with an optical correction (see Table1) and is probably insufficient itself to explain any improvement in the visual functions (13).

Subjects were allocated into one of two intervention groups: the non-patched group (10 subjects, see details in Table1), who only followed the dichoptic movie training (see procedures), and the patched group (7 subjects, details in Table 1) who were subjected to monocular occlusion of the amblyopic eye prior to each training session with the dichoptic movies. Subjects allocation to each group was mainly determined by their ability to be patched two hours before coming to the lab.

The study took place in the Ophthalmology Department of La Timone Hospital in Marseille.

Written informed consent was obtained from all patients or parents/guardians.

Procedures

Subjects underwent a binocular training procedure. The non-patched group followed a procedure of six 1.5 hour sessions of dichoptic movie viewing to train their binocular vision similar as in Li and al. (30), (one subject could only undergo 5 sessions, see exact duration per subject in Table1). The patched group followed the same procedure except

that they had to wear an occluding patch over their amblyopic eye for two hours prior to each training session and removed it right before the dichoptic movie viewing.

A battery of visual function tests detailed below was used to examine the effects of binocular training. It involved: monocular visual acuity, contrast sensitivity, interocular balance and stereo-sensitivity. The baseline measures were assessed during a first preliminary session. The training outcome measures were realized at the end of the last training session. A follow-up test was also performed approximately one month after the training but only 10 subjects could come back for this test (see details in Table1).

Dichoptic movies design

Patients trained their binocular vision by passively watching dichoptic movies. A digital mask composed of irregularly shaped blobs was applied on the images seen by the amblyopic eye, and the inverse mask was applied on the images seen by the fellow eye (Figure1a and example Supplementary movie 1). Therefore, parts of the image were only seen by one eye and complimentary parts were only seen by the other eye (30). Therefore, to perceive a complete picture, it was necessary to combine information seen by both eyes. The locations of the masks were varied over time. The contrast of the image seen by the amblyopic eye was fixed to its maximum, and the contrast of the image seen by the fellow eye was based on the results of the binocular balance contrast sensitivity baseline measure (Figure1b and example Supplementary movie 2). Under these conditions of unequal interocular contrasts, suppression is reduced to the point where information can be combined between the two eyes and the videos perceived stably as a whole. These movies were displayed on a linearized passive 3D screen (LG Electronics USA ; Englewood,NJ) with polarized glasses.

The contrast in the fellow eye was increased by 10% at each session so it could reach the

maximal value of 1 for some subjects before the end of the training. Participants confirmed that they could still see the two eyes images during each session. This follows the dichoptic balancing principles that has been validated by video games in a number of different studies (20–27,29–31).

Visual functions assessment

Visual Acuity. Visual acuity was measured using a logarithmic letter chart in standardized conditions (logarithmic visual acuity chart “2000”).

Contrast Sensitivity Function. Monocular contrast sensitivity as a function of spatial frequency was measured using the quick Contrast Sensitivity Function (46). This is a Bayesian adaptive method which determines the optimal pair of spatial frequency and contrast to test at each trial in order to maximize the information about the contrast sensitivity function. Over a course of 100 trials, the participant had to identify in a single-interval identification task the orientation (horizontal or vertical) of a spatially-filtered noise pattern at these set spatial frequencies and contrasts (Figure2a). This method has already been validated on amblyopic subjects (47,48). This test was performed on the same equipment as the movie viewing except that participants wore an eyepatch to obtain monocular vision. Full details of the procedure are given in Reynaud et al. (49).

Interocular balance. Interocular balance was measured with the dichoptic letter chart developed by Kwon et al. (50). This procedure has already been validated on amblyopic subjects (50,51). Five letters spatially-filtered to a peak spatial frequency of 2 c/d were presented at various contrasts to the left eye and 5 different letters with complimentary contrasts to the right eye at the same spatial locations. Therefore, when viewed binocularly, the letters appeared superimposed. The subject had to report the five most

visible letters for 10 trials (Figure 2b). The relative contrast of the letters seen by each eye was adjusted by an adaptive method (50,52) in order to determine the interocular balance point for contrast sensitivity. The interocular balance point is expressed as the ratio in dB between the amblyopic and non-amblyopic eye, so a negative value means that the non-amblyopic eye is stronger, a value close to 0 means that the eyes are well-balanced and a positive value would indicate that the amblyopic eye is stronger. This test was performed on the same equipment as the movie viewing.

Stereo-sensitivity. Disparity thresholds were measured using the TNO test (Netherlands Organisation for Applied Scientific Research, distributed by Lameris Ootech BV). It is a duochrome test without monocular cue, based on the principles of Julesz's tests (53), allowing the measurement of stereoscopic acuity from 480 to 15 seconds of arc.

Results

We trained 17 subjects, randomly distributed in patched and non-patched groups (see methods) following our protocol to assess improvement of visual acuity (VA). For most subjects, the VA of the amblyopic eye (AE) improved (lower value in logMAR) at the completion of training compared to before training (the baseline) (see Figure 3a). For the non-patched group (open black symbols), the average value at baseline was 0.54 ± 0.37 logMAR and 0.46 ± 0.38 logMAR at the completion of training. This is a significant improvement of 0.08 logMAR, (one-sided Wilcoxon signed rank test, $\alpha=0.05$) which is equivalent to almost one line on the visual acuity chart. For the patched group (filled gray symbols), the average visual acuity of the amblyopic eye was 0.62 ± 0.40 logMAR at baseline and 0.43 ± 0.28 logMAR at the end of training, resulting in an average improvement of 0.19 logMAR, equivalent to almost two lines on the chart. This improvement is also significant and remained significant at the one-month follow-up

(one-sided Wilcoxon signed rank test, $\alpha=0.05$) whereas it was not for the non-patched group, albeit almost. To better appreciate these improvements, the difference in VA from baseline is reported in Figure 3b. The improvement in visual acuity of the amblyopic eye of the participants in the patched group is slightly greater although this difference is not significant (two-sided Wilcoxon rank sum test, $\alpha=0.05$) and is more long lasting. In both groups, the training did not affect the VA of the non-amblyopic eye with an average improvement of 0.04 and 0.05 logMAR in the patched and non-patched groups respectively (two-sided Wilcoxon signed rank test, $\alpha=0.05$), thus proving that the improvement was not induced by any learning of the visual acuity measurement itself. Another monocular function we tested was contrast sensitivity. We measured the average contrast sensitivity of the amblyopic eye as a function of spatial frequency before and after training (Figure 4). For the non-patched group (Figure 4a) the contrast sensitivity function at baseline peaks at approximately 1.5 c/d with an amplitude of 45 (solid line) which is in line with previous reports (47,48). At the completion of training, the amplitude reaches 78. For the patched group (Figure 4b) the contrast sensitivity function at baseline peaks at approximately 1.5 c/d with an amplitude of 84 (solid line). After training, the amplitude reached 134 with a peak shifted to higher frequencies at 3 c/d. In order to test the significance of these improvements, we report the gain parameter of the sensitivity function as estimated by the qCSF method (46) for each participant at baseline, at the completion of training, and at the follow-up control after training had been completed in Figure 4c. This training improvement is not significant for neither the non-patched or the patched group (one-sided Wilcoxon signed rank test, $\alpha=0.05$). It is not different between the two groups either (two-sided Wilcoxon rank sum test, $\alpha=0.05$).

Finally, we tested the effect of the training on two binocular functions: the interocular balance and the stereo-sensitivity (Figure5). The interocular balance expressed as the ratio in dB between the amblyopic and non-amblyopic eye is reported for each participant in Figure5a. The averages of the balance over the non-patched group at baseline and at the completion of training are respectively -22.67 ± 13.76 and -21.61 ± 12.68 dB. The fact that the value gets closer to zero indicates a small improvement in the balance, although it is not significant (one-sided Wilcoxon signed rank test, $\alpha=0.05$). For the patched group, a better improvement from -21.16 ± 15.44 to -19.57 ± 19.12 dB was observed, however this too is not significant either (one-sided Wilcoxon signed rank test, $\alpha=0.05$, $p=0.0625$).

For stereo-sensitivity, among the subjects who initially had stereo-vision, in the non-patched group, their average stereo threshold improved from 165 ± 90 arcmin at baseline to 64 ± 43 arcmin at the completion of training (Figure5b). However, this improvement was not significant because only four subjects could initially perform the test. Additionally one subject (S16) who previously was not able to perform the TNO test shown a measurable stereo-sensitivity after training (480 arcmin). In the patched group, only two subjects had a measurable stereo-sensitivity at the baseline. Their average stereo threshold improved from 60 ± 0 arcmin to 38 ± 32 arcmin but again this improvement was not significant due to the small sample. Here again, one subject (S14) who was not able to perform the TNO test initially showed a measurable stereo-sensitivity after training.

Discussion

The primary objective of our study was to evaluate for the first time the effect of binocular training with passive dichoptic movie viewing on subjects with fixed

amblyopia. Our results showed that dichoptic movie viewing significantly improved visual acuity of about one line after approximately 9 hours of training over a two-week period, the maximum visual acuity improvement measured was of 3 lines. This improvement is consistent with the results of Li et al. (30) and Mezaad-Koursh et al. (33) on childrens even if the visual acuity improvement was lower in our group (0,08 logMAR versus 0,20 logMAR for Li et al. and 0,26 logMAR for Mezaad-Koursh et al.). This difference may be explained by the fact that all subjects in these studies were children whereas in our study they were mostly adults, hence showing less plasticity (54).

We also observed an improvement in the monocular contrast sensitivity function's amplitude (non patched group: +33) but it was not significant.

Interocular contrast sensitivity balance was quite stable after training. Li et al (30) observed similar results, opposite to Hess et al. (20), Li et al (22) and Kelly et al (31) who observed a reweighting of this balance proportional to the visual gain. The reason for this is unclear, each of the above studies used a different test for binocular balance. The method used in the study by Kelly et al (31) is similar to that used in the present study however they studied children and we studied adults.

Most subjects who had measurable stereoscopic vision with the TNO test at inclusion showed an improvement of it although this was not significant due to the small sample of subjects. Indeed, among the 10 subjects of the non-patched group: only 4 of them had measurable stereoscopic vision at baseline, all of them improved after training and one patient without stereoscopic vision measurable with the TNO test at baseline exhibited measurable stereopsis at final evaluation (480 arcmin). Several explanations are possible: we can suspect that binocular training can improve a residual stereoscopic

vision but cannot really create one that has never existed before (30,55); or alternatively, the TNO test is not sensitive enough to measure coarse stereopsis in amblyopic subjects and so another test adapted to their visual disability should be considered (56–58).

Our study shows for the first time that passive dichoptic movie viewing can improve visual function in adult subjects presenting with a fixed amblyopia. One interest of dichoptic movie viewing is its potential to increase compliance in comparison to patching or to other forms of dichoptic training (25,29,37,59,60). First of all, because dichoptic movie viewing is passive, it doesn't require any active participation of the subject unlike that in perceptual learning or dichoptic video game play. This is a crucial advantage specially for older subjects who don't want to play videogames or younger children who may not have the necessary cognitive capabilities. Furthermore, dichoptic movie viewing is very flexible in that it can be used at home and can be adapted to any movie content. It could also be adapted to virtual or augmented reality devices (61–65).

The secondary objective of our study was to evaluate if the mechanisms involved respectively in short-term monocular occlusion and dichoptic movie training could be complementary and synergistic and, if combined together, allow a greater improvement of amblyopic vision. Short-term monocular deprivation might activate binocular brain plasticity mechanisms via changes in the excitatory/inhibitory balance (38–41,66,67) and that could enhance dichoptic training-based improvements.

We observed a trend that such prior monocular occlusion could enhance the effect of training on visual acuity: our results showed a larger improvement of visual acuity in the patched group (0.19 logMAR, almost 2 lines, maximum gain in this subgroup: 4 lines), in

comparison to the non-patched group (0.08 logMAR, almost 1 line, maximum gain in this subgroup: 3 lines), however the difference wasn't significant for our sample size.

This trend should be investigated with a much larger sample size because there is good reason to think that these two approaches (ocular dominance plasticity and dichoptic training) may, because of their different dynamics, be mutually beneficial. Monocular patching might act on short-term adaptation by altering the inhibitory/excitatory balance allowing a rapid change in contrast gain. On the other hand, dichoptic movie training follows a slower course, probably by involving binocular mechanisms similar to monocular perceptual learning (65,68) resulting in the longer term establishment of new synaptic connections (44,45,69–71). Thus there is every reason to think that the change in the excitatory/inhibitory balance may accelerate and/or amplify the plasticity effect induced by the dichoptic training by inducing a more plastic state in the brain before each training session.

There were no significant differences between either group for other visual functions: monocular contrast sensitivity, interocular contrast balance and stereoscopic vision. Although, the results in each group should be considered independently because the two groups were not homogeneous. Indeed, randomization was not possible because preliminary patching was not possible for subjects who were coming to the hospital by car or who were coming very early in the morning. In both groups, the subjects can be considered as their proper controls because training did not affect the VA of the non-amblyopic eye, this rules out the hypothesis that the improvement could have been a consequence of a perceptual learning of the task. Furthermore, all participants were used to watch screens (TV or computer) at least one hour a day (average 3.8 hours a

day, see Table1). Hence, adding 1.5 hour of TV watching every 2-3 days didn't drastically change their exposure to digital screens and it is then very unlikely that the improvement we observe could be solely due to the increased time of screen exposure. Apart from these inconveniences, preliminary monocular patching didn't really decrease compliance to the training because it was the amblyopic eye that was patched, hence it was much less disabling than patching the fellow eye and for a much shorter duration compared to what the subjects were used to.

Our training method shows promising results and could be used as a treatment of fixed amblyopia in adults. These results were obtained in only six sessions over a 2-week period of training. There are a number of next steps: extend the training to a longer period than 2 weeks, develop a better measure of stereopsis in the coarse disparity range, one that can provide an individual variability measure for better statistical evaluation, produce a more sensitive test of binocular balance and to extend the periods of monocular occlusion to see if its benefits for dichoptic training can be enhanced.

Conflict of interest:

McGill University holds two patents for this dichoptic movie treatment. Drs. Reynaud and Hess are the named inventors. Other authors have no commercial relationships to disclose.

Acknowledgments

This work was supported by a grant from the Agence Régionale de la Santé to LS, a grant from the Fondation de France – Berthe Fouassier to NS, grants from the Canadian Institutes of Health Research (228103) and ERA-NET NEURON (JTC 2015) to RFH and

by a FRQS Vision Health Research Network of Quebec networking grant to RFH, FC and AR.

TABLE AND FIGURES

Table 1: Characteristics of amblyopic subjects

Subjects	Sex	Age	Group: Non-patched (=NP) Patched (=P)	Type of amblyopia	History of occlusion therapy	Hours /day watching a screen (computer or television)	BCVA Amblyopic eye	TNO (arcsec)	Number of training sessions	Total time of visionning	Follow up (in days)
1	M	19	P	mixed	no	3	0.92	NA	6	8.45	NA
2	F	11	NP	anisometropia	no	2	0.22	60	6	9.12	48
3	F	13	P	anisometropia	yes	2	0.42	60	6	9.12	32
4	M	42	P	strabismus	yes	5	1.12	NA	6	8.78	40
5	M	47	NP	anisometropia	yes	2.5	0.22	120	6	8.38	35
6	M	21	NP	anisometropia	no	6	0.72	NA	6	9.86	34
7	M	45	NP	anisometropia	yes	2	0.92	NA	6	7.55	38
8	F	32	P	anisometropia	no	2	1.01	NA	6	8.7	NA
9	F	67	P	strabismus	no	4	0.52	NA	6	8.96	42
10	M	35	P	anisometropia	no	15	0.12	60	6	8.8	51
11	M	10	NP	mixed	yes	1	0.32	240	6	9.06	NA
12	F	47	NP	anisometropia	yes	4	0.22	240	6	8.81	33
13	F	9	NP	anisometropia	yes	NA	0.22	NA	6	8.8	NA
14	M	38	P	anisometropia	no	2.5	0.22	NA	6	10.11	42
15	M	62	NP	mixed	no	3	1.12	NA	6	10.46	NA
16	F	46	NP	anisometropia	no	2.5	0.42	NA	6	8.45	NA
17	M	42	NP	mixed	no	5	1.01	NA	4	7.71	NA

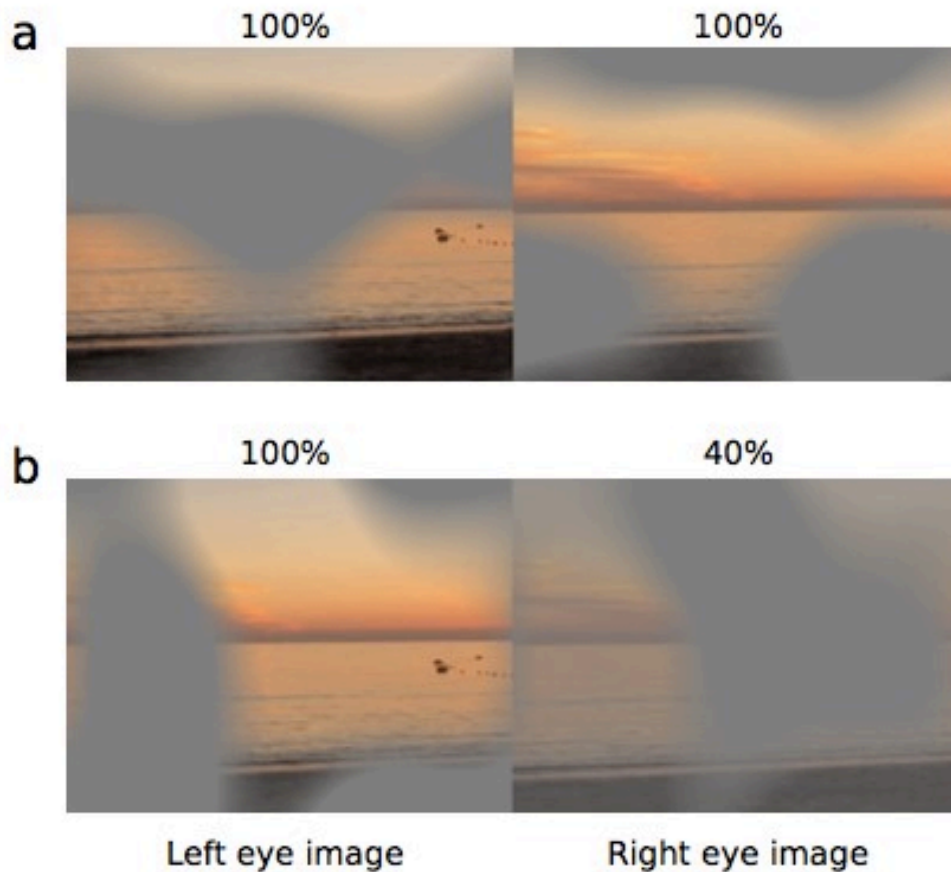


Figure 1: Illustration of the dichoptic movies. The two eyes' views are shown side by side. Complimentary patterned image masks composed of irregularly shaped blobs were overlaid over the images seen by the two eyes. The shape and location of the blobs were varied dynamically every 10 seconds. a) 100% contrast images were presented to the two eyes. b) a 100% contrast image is presented to the left eye and an image with a contrast reduced to 40% is presented to the right eye. *Movie examples are available as supplementary material. Source video: Lauren Sauvan, wikimedia commons/CC-0.*

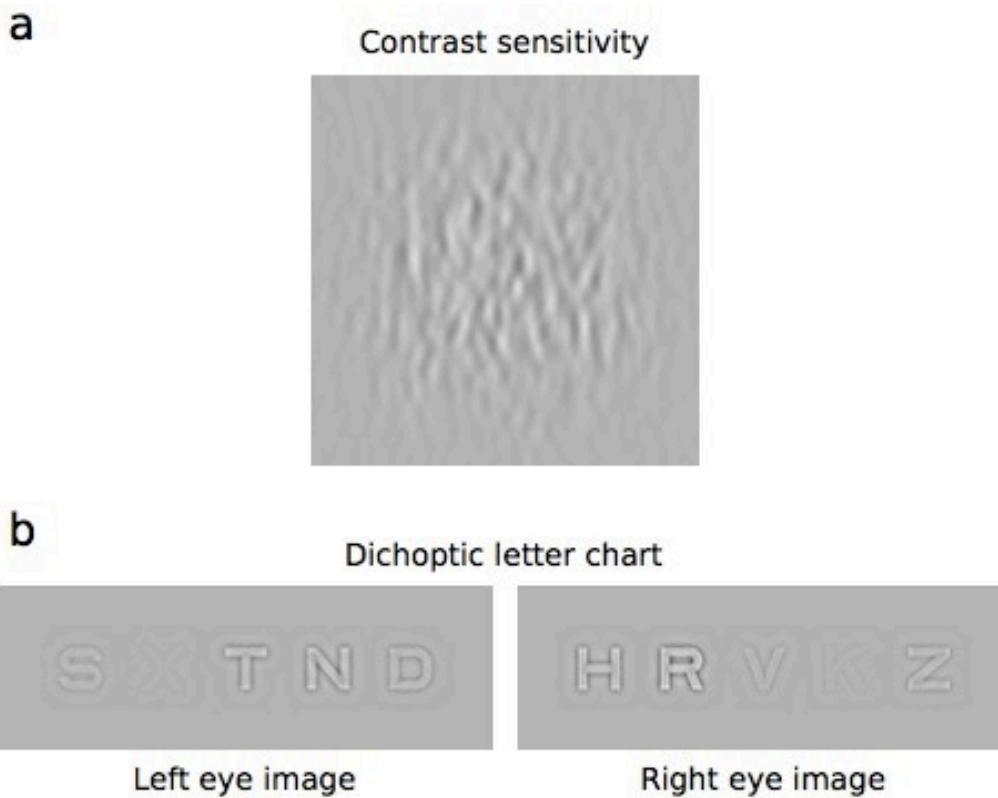


Figure 2: Test stimuli illustrations. a) qCSF stimulus illustration. In a single-interval identification task, the subject had to judge the orientation (horizontal or vertical) of a filtered noise pattern of varying spatial frequency and contrast. b) Dichoptic letter chart illustration. Five letters of 2 c/d were presented at various contrasts to the left eye and 5 different letters with complementary contrasts to the right eye at the same spatial locations. So when viewed with both eyes, letters appeared overlapping on screen. *Adapted from Kwon et al., 2015; Birch et al., 2016.*

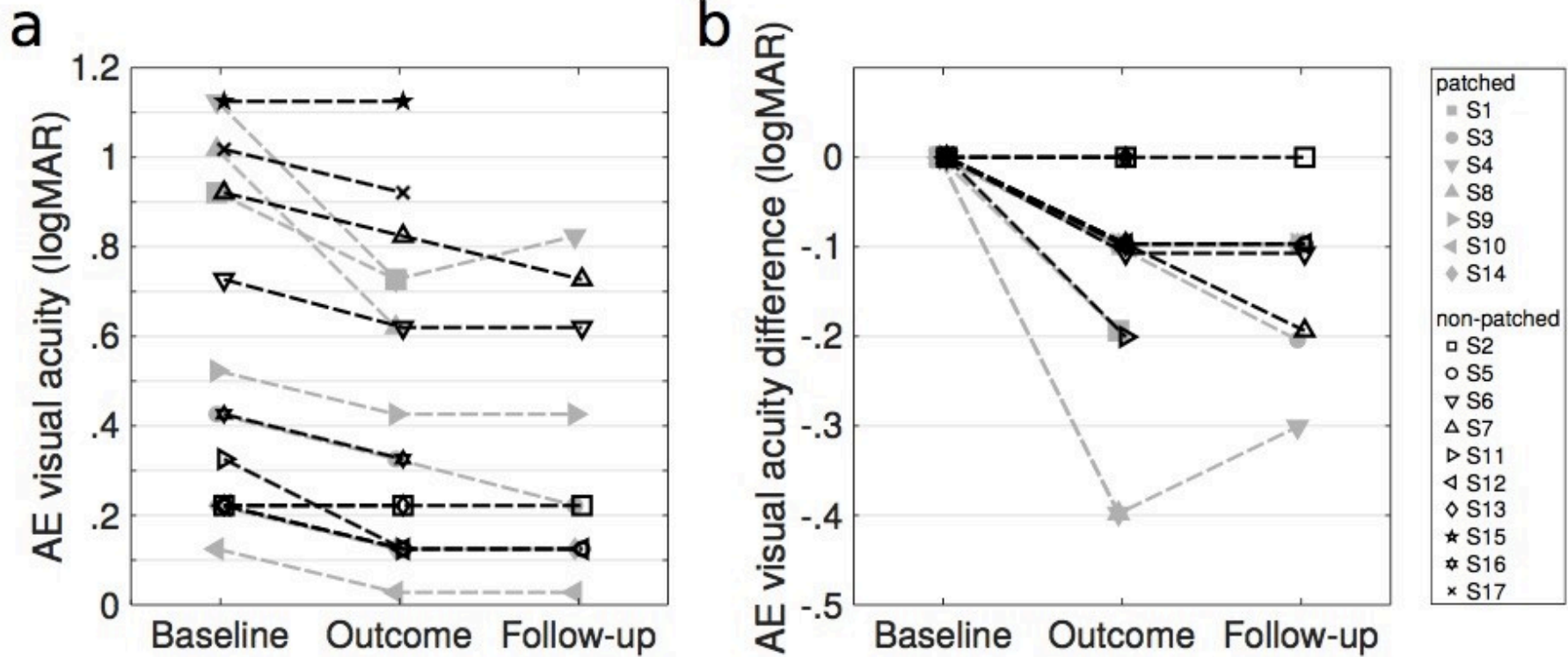


Figure 3: Visual acuity improvement. Visual acuity of the amblyopic eye of the participants reported at baseline, at the outcome of the training, and at the follow-up control one month later. Participants from the patched group are indicated with filled grey symbols and participants of the non-patched group with open black symbols.

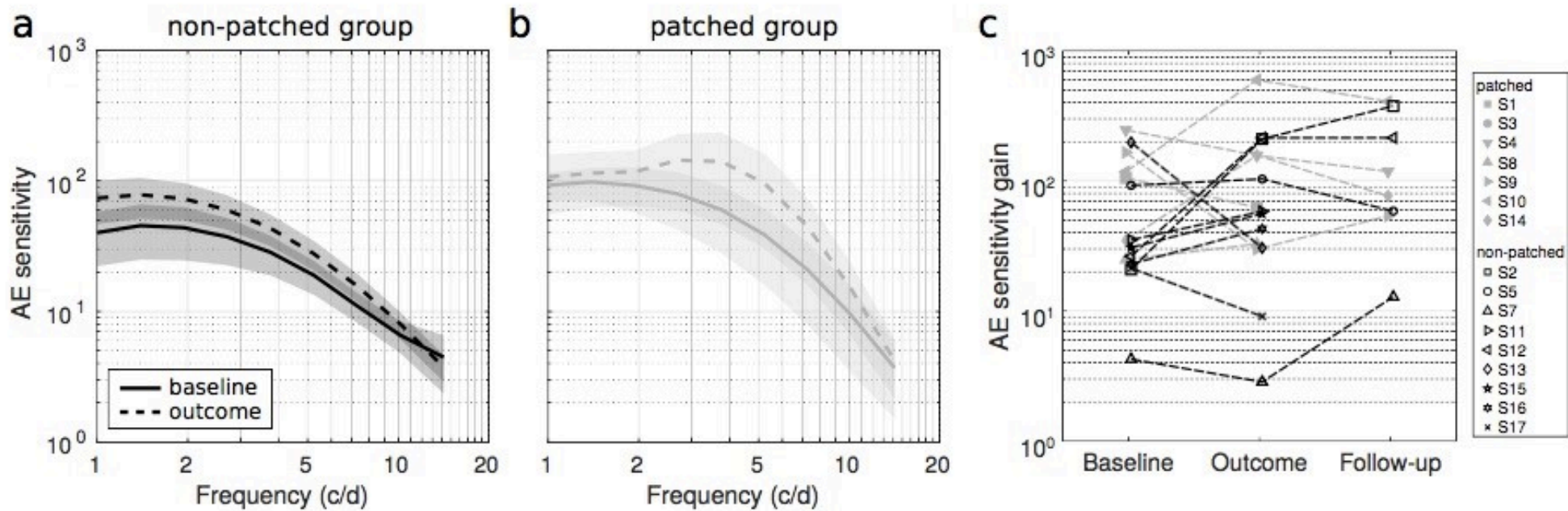


Figure 4: Contrast sensitivity improvement. a) Contrast sensitivity of the amblyopic eye as a function of spatial frequency at baseline (solid line) and at the training outcome (dashed line) for the non-patched group. Gray areas represent \pm standard error. b) Contrast sensitivity of the amblyopic eye as a function of spatial frequency at baseline and at the training outcome for the patched group. Same linestyle as a). c) Individual sensitivity gain of the participants at baseline, at the outcome of the training, and at the follow-up control one month later. Participants from the patched group are indicated with filled grey symbols and participants of the non-patched group with open black symbols.

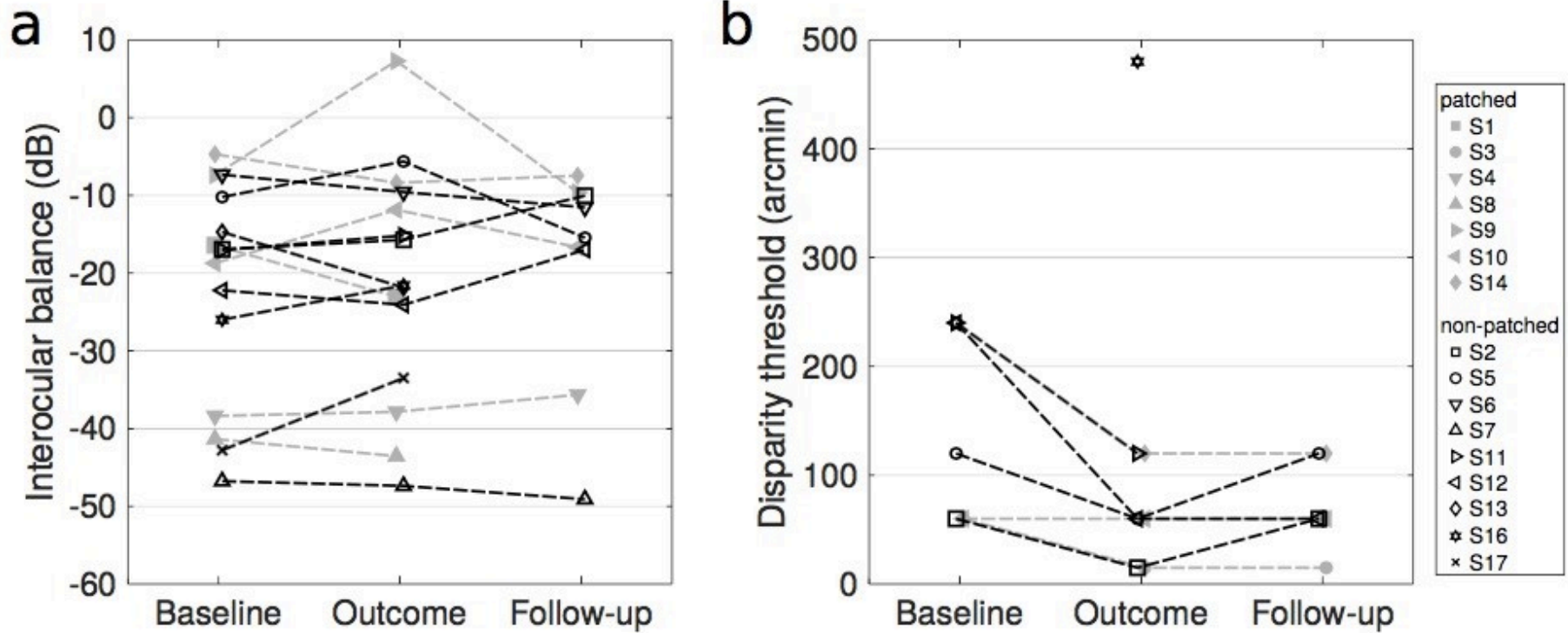


Figure 5: Effect of training on binocular vision. a) Interocular balance amblyopic/non-amblyopic eye expressed in dB at baseline, at the outcome, and at the follow-up of the training. b) Disparity sensitivity threshold at baseline, at the outcome, and at the follow-up of the training. Participants from the patched group are indicated with filled grey symbols and participants of the non-patched group with open black symbols.

Références bibliographiques

1. Hubel DH, Wiesel TN. Receptive fields of single neurones in the cat's striate cortex. *J Physiol.* oct 1959;148:574-91.
2. Hubel DH, Wiesel TN. Shape and arrangement of columns in cat's striate cortex. *J Physiol.* mars 1963;165:559-68.
3. Hubel DH, Wiesel TN. EFFECTS OF MONOCULAR DEPRIVATION IN KITTENS. *Naunyn Schmiedebergs Arch Exp Pathol Pharmacol.* 19 août 1964;248:492-7.
4. Hubel DH, Wiesel TN. Binocular interaction in striate cortex of kittens reared with artificial squint. *J Neurophysiol.* nov 1965;28(6):1041-59.
5. Hubel DH, Wiesel TN. The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens. *J Physiol.* févr 1970;206(2):419-36.
6. Attebo K, Mitchell P, Cumming R, Smith W, Jolly N, Sparkes R. Prevalence and causes of amblyopia in an adult population. *Ophthalmology.* 1998;105(1):154-9.
7. Friedman DS, Repka MX, Katz J, Giordano L, Ibrionke J, Hawse P, et al. Prevalence of amblyopia and strabismus in white and African American children aged 6 through 71 months the Baltimore Pediatric Eye Disease Study. *Ophthalmology.* nov 2009;116(11):2128-2134-2.
8. Ganekal S, Jhanji V, Liang Y, Dorairaj S. Prevalence and etiology of amblyopia in Southern India: results from screening of school children aged 5-15 years. *Ophthalmic Epidemiol.* 2013;20(4):228-31.
9. Groenewoud JH, Tjiam AM, Lantau VK, Hoogeveen WC, de Faber JTHN, Juttmann RE, et al. Rotterdam AMblyopia screening effectiveness study: detection and causes of amblyopia in a large birth cohort. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010;51(7):3476-84.
10. Magdalene D, Bhattacharjee H, Choudhury M, Multani PK, Singh A, Deshmukh S, et al. Community outreach: An indicator for assessment of prevalence of amblyopia. *Indian J Ophthalmol.* 2018;66(7):940-4.
11. Pai AS-I, Rose KA, Leone JF, Sharbini S, Burlutsky G, Varma R, et al. Amblyopia prevalence and risk factors in Australian preschool children. *Ophthalmology.* 2012;119(1):138-44.
12. Wu C, Hunter DG. Amblyopia: Diagnostic and Therapeutic Options. *Am J Ophthalmol.* 2006;141(1):175-184.e2.
13. Cotter SA, Pediatric Eye Disease Investigator Group, Edwards AR, Wallace DK, Beck RW, Arnold RW, et al. Treatment of anisometropic amblyopia in children with refractive correction. *Ophthalmology.* 2006;113(6):895-903.
14. Dorey SE, Adams GG, Lee JP, Sloper JJ. Intensive occlusion therapy for amblyopia. *Br J Ophthalmol.* 2001;85(3):310-3.
15. Scott WE, Dickey CF. Stability of visual acuity in amblyopic patients after visual maturity. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol.* 1988;226(2):154-7.
16. Stewart CE, Moseley MJ, Stephens DA, Fielder AR. Treatment dose-response in amblyopia therapy: the Monitored Occlusion Treatment of Amblyopia Study (MOTAS). *Invest Ophthalmol Vis Sci.* sept 2004;45(9):3048-54.
17. Hess RF, Thompson B. Amblyopia and the binocular approach to its therapy. *Vision Res.* sept 2015;114:4-16.
18. Baker DH, Meese TS, Mansouri B, Hess RF. Binocular Summation of Contrast Remains Intact in Strabismic Amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007;48(11):5332-8.

19. Mansouri B, Thompson B, Hess RF. Measurement of suprathreshold binocular interactions in amblyopia. *Vision Res.* déc 2008;48(28):2775-84.
20. Hess RF, Mansouri B, Thompson B. A new binocular approach to the treatment of amblyopia in adults well beyond the critical period of visual development. *Restor Neurol Neurosci.* 2010;28(6):793-802.
21. To L, Thompson B, Blum JR, Maehara G, Hess RF, Cooperstock JR. A game platform for treatment of amblyopia. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng Publ IEEE Eng Med Biol Soc.* juin 2011;19(3):280-9.
22. Li J, Thompson B, Deng D, Chan LYL, Yu M, Hess RF. Dichoptic training enables the adult amblyopic brain to learn. *Curr Biol CB.* 2013;23(8):R308-309.
23. Spiegel DP, Li J, Hess RF, Byblow WD, Deng D, Yu M, et al. Transcranial direct current stimulation enhances recovery of stereopsis in adults with amblyopia. *Neurother J Am Soc Exp Neurother.* oct 2013;10(4):831-9.
24. Mansouri B, Singh P, Globa A, Pearson P. Binocular training reduces amblyopic visual acuity impairment. *Strabismus.* 2014;22(1):1-6.
25. Hess RF, Babu RJ, Clavagnier S, Black J, Bobier W, Thompson B. The iPod binocular home-based treatment for amblyopia in adults: efficacy and compliance. *Clin Exp Optom.* sept 2014;97(5):389-98.
26. Knox PJ, Simmers AJ, Gray LS, Cleary M. An Exploratory Study: Prolonged Periods of Binocular Stimulation Can Provide an Effective Treatment for Childhood Amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53(2):817-24.
27. Li SL, Jost RM, Morale SE, Stager DR, Dao L, Stager D, et al. A binocular iPad treatment for amblyopic children. *Eye.* oct 2014;28(10):1246-53.
28. Birch EE, Li SL, Jost RM, Morale SE, De La Cruz A, Stager D, et al. Binocular iPad treatment for amblyopia in preschool children. *J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2015;19(1):6-11.
29. Kelly KR, Jost RM, Dao L, Beauchamp CL, Leffler JN, Birch EE. Binocular iPad Game vs Patching for Treatment of Amblyopia in Children: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol.* 2016; 134(12):1402-8.
30. Li SL, Reynaud A, Hess RF, Wang Y-Z, Jost RM, Morale SE, et al. Dichoptic movie viewing treats childhood amblyopia. *J Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus.* oct 2015;19(5):401-5.
31. Kelly KR, Jost RM, Wang Y-Z, Dao L, Beauchamp CL, Leffler JN, et al. Improved Binocular Outcomes Following Binocular Treatment for Childhood Amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 01 2018;59(3):1221-8.
32. Li RW, Ngo C, Nguyen J, Levi DM. Video-Game Play Induces Plasticity in the Visual System of Adults with Amblyopia. *PLOS Biol.* 30 août 2011;9(8):e1001135.
33. Mezaad-Koursh D, Rosenblatt A, Newman H, Stolovitch C. Home use of binocular dichoptic video content device for treatment of amblyopia: a pilot study. *J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus.* avr 2018;22(2):134-138.e4.
34. Gambacorta C, Nahum M, Vedamurthy I, Bayliss J, Jordan J, Bavelier D, et al. An action video game for the treatment of amblyopia in children: A feasibility study. *Vision Res.* 2018;148:1-14.
35. Hess RF, Thompson B, Black JM, Machara G, Zhang P, Bobier WR, et al. An iPod treatment of amblyopia: an updated binocular approach. *Optom St Louis Mo.* 15 feb 2012;83(2):87-94.
36. Li SL, Jost RM, Morale SE, De La Cruz A, Dao L, Stager D, et al. Binocular iPad treatment of amblyopia for lasting improvement of visual acuity. *JAMA Ophthalmol.* avr 2015;133(4):479-80.

37. Noah S, Bayliss J, Vedamurthy I, Nahum M, Levi D, Bavelier D. Comparing dichoptic action video game play to patching in adults with amblyopia. *J Vis.* 2014;14(10):691-691.
38. Lunghi C, Burr DC, Morrone C. Brief periods of monocular deprivation disrupt ocular balance in human adult visual cortex. *Curr Biol.* 2011;21(14):R538-9.
39. Chadnova E, Reynaud A, Clavagnier S, Hess RF. Short-term monocular occlusion produces changes in ocular dominance by a reciprocal modulation of interocular inhibition. *Sci Rep.* 2017;7:41747.
40. Zhou J, Clavagnier S, Hess RF. Short-term monocular deprivation strengthens the patched eye's contribution to binocular combination. *J Vis.* 2013;13(5).
41. Zhou J, Thompson B, Hess RF. A new form of rapid binocular plasticity in adult with amblyopia. *Sci Rep.* 2013;3:2638.
42. Zhou J, Reynaud A, Hess RF. Real-time modulation of perceptual eye dominance in humans. *Proc Biol Sci.* 2014;281(1795).
43. Hensch TK, Fagiolini M. Excitatory-inhibitory balance and critical period plasticity in developing visual cortex. *Prog Brain Res.* 2005;147:115-24.
44. Zohary E, Celebrini S, Britten KH, Newsome WT. Neuronal plasticity that underlies improvement in perceptual performance. *Science.* 1994;263(5151):1289-92.
45. Brown TH, Kairiss EW, Keenan CL. Hebbian synapses: biophysical mechanisms and algorithms. *Annu Rev Neurosci.* 1990;13:475-511.
46. Lesmes LA, Lu Z-L, Baek J, Albright TD. Bayesian adaptive estimation of the contrast sensitivity function: The quick CSF method. *J Vis.* 2010;10(3):17-17.
47. Hou F, Huang C-B, Lesmes L, Feng L-X, Tao L, Zhou Y-F, et al. qCSF in clinical application: efficient characterization and classification of contrast sensitivity functions in amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* oct 2010;51(10):5365-77.
48. Gao Y, Reynaud A, Tang Y, Feng L, Zhou Y, Hess RF. The amblyopic deficit for 2nd order processing: Generality and laterality. *Vision Res.* sept 2015;114:111-21.
49. Reynaud A, Tang Y, Zhou Y, Hess RF. A normative framework for the study of second-order sensitivity in vision. *J Vis.* 2014;14(9).
50. Kwon M, Wiecek E, Dakin SC, Bex PJ. Spatial-frequency dependent binocular imbalance in amblyopia. *Sci Rep.* 25 nov 2015;5:17181.
51. Birch EE, Morale SE, Jost RM, De La Cruz A, Kelly KR, Wang Y-Z, et al. Assessing Suppression in Amblyopic Children With a Dichoptic Eye Chart. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1 oct 2016;57(13):5649-54.
52. Watson AB, Pelli DG. QUEST: a Bayesian adaptive psychometric method. *Percept Psychophys.* 1983;33(2):113-20.
53. Julesz B. Stereoscopic vision. *Vision Res.* janv 1986;26(9):1601-12.
54. Holmes JM, Levi DM. Treatment of amblyopia as a function of age. *Vis Neurosci.* 2018;35:E015.
55. Levi DM, Knill DC, Bavelier D. Stereopsis and amblyopia: A mini-review. *Vision Res.* sept 2015;114:17-30.
56. Reynaud A, Hess RF. Interocular correlation sensitivity and its relationship with stereopsis. *J Vis.* 01 2018;18(1):11.
57. Li RW, So K, Wu TH, Craven AP, Tran TT, Gustafson KM, et al. Monocular blur alters the tuning characteristics of stereopsis for spatial frequency and size. *R Soc Open Sci.* sept 2016;3(9):160273.
58. Tittes J, Baldwin AS, Feige P, Cirina L, Wener Y, Kuhli-Hattenbach C, et al. Digital or analogue? First assessment of a newly developed digital stereotest in adults and children with and without amblyopia. *European Conference on Visual Perception,*

Trieste; 2018.

59. Holmes JM, Manh VM, Lazar EL, Beck RW, Birch EE, Kraker RT, et al. Effect of a Binocular iPad Game vs Part-time Patching in Children Aged 5 to 12 Years With Amblyopia: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol.* 2016;134(12):1391-400.
60. Wang J. Compliance and patching and atropine amblyopia treatments. *Vision Res.* sept 2015;114:31-40.
61. Dong B, Liu L, Engel SA, Jiang Y. A dichoptic augmented-reality paradigm as a treatment for adult amblyopes. annual meeting ARVO; 2017.
62. Deemer AD, Bradley CK, Ross NC, Natale DM, Itthipanichpong R, Werblin FS, et al. Low Vision Enhancement with Head-mounted Video Display Systems: Are We There Yet? *Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom.* 2018;
63. Falconbridge M, Wozny D, Shams L, Engel SA. Adapting to altered image statistics using processed video. *Vision Res.* 2009; 49(14):1757-64.
64. Zhang P, Bao M, Kwon M, He S, Engel SA. Effects of orientation-specific visual deprivation induced with altered reality. *Curr Biol CB.* 2009;19(22):1956-60.
65. Bao M, Dong B, Liu L, Engel SA, Jiang Y. The Best of Both Worlds: Adaptation During Natural Tasks Produces Long-Lasting Plasticity in Perceptual Ocular Dominance. *Psychol Sci.* janv 2018;29(1):14-33.
66. DeAngelis GC, Anzai A, Ohzawa I, Freeman RD. Receptive field structure in the visual cortex: does selective stimulation induce plasticity? *Proc Natl Acad Sci U S A.* 10 oct 1995;92(21):9682-6.
67. Boroojerdi B, Battaglia F, Muellbacher W, Cohen LG. Mechanisms underlying rapid experience-dependent plasticity in the human visual cortex. *Proc Natl Acad Sci.* 2001;98(25):14698-701.
68. Karni A, Sagi D. The time course of learning a visual skill. *Nature.* 16 sept 1993;365(6443):250-2.
69. Sengpiel F. Plasticity of the Visual Cortex and Treatment of Amblyopia. *Curr Biol.* 22 sept 2014;24(18):R936-40.
70. Scali M, Baroncelli L, Cenni MC, Sale A, Maffei L. A rich environmental experience reactivates visual cortex plasticity in aged rats. *Exp Gerontol.* avr 2012;47(4):337-41.
71. Baroncelli L, Sale A, Viegi A, Maya Vetencourt JF, De Pasquale R, Baldini S, et al. Experience-dependent reactivation of ocular dominance plasticity in the adult visual cortex. *Exp Neurol.* nov 2010;226(1):100-9.

SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.

RESUME

Objectifs : Le visionnage de films dichoptiques améliore significativement l'acuité visuelle des enfants amblyopes. De plus, l'occlusion monoculaire de courte durée de l'œil amblyope peut de façon transitoire améliorer sa contribution au percept binoculaire après le retrait du patch. Dans cette étude, nous nous sommes dans un premier temps demandés si le visionnage passif de films dichoptiques pouvait améliorer la fonction visuelle de sujets amblyopes au-delà de la période critique. Puis dans un deuxième temps, nous avons testé si l'effet retrouvé avec le visionnage de films dichoptiques pouvait être potentialisé par une occlusion de courte durée de l'œil amblyope.

Matériels et Méthodes : 17 sujets, âgés de 9 à 67 ans, présentant une amblyopie fonctionnelle et fixée, ont été inclus dans l'étude. 10 sujets ont réalisé 6 séances de 1.5 heure sur deux semaines de visionnage passif de films dichoptiques (groupe non patché) et 7 sujets, ont du porter un patch occlusif pendant 2 heures avant chaque séance de visionnage de films dichoptiques (groupe patché). Ont été mesurés : la meilleure acuité visuelle corrigée, la sensibilité monoculaire au contraste, la balance interoculaire de sensibilité au contraste et la vision stéréoscopique. Ces mesures ont été prises à l'inclusion, à la fin des 6 séances puis à un mois de la fin de l'entraînement.

Résultats : Pour le groupe non patché, l'acuité visuelle moyenne a significativement ($p < 0,05$) augmenté de 0.54 ± 0.37 logMAR à 0.46 ± 0.38 logMAR, équivalent à environ une ligne sur l'échelle d'acuité visuelle. Pour le groupe patché, l'acuité visuelle moyenne a significativement augmenté de 0.62 ± 0.40 to 0.43 ± 0.28 ($p < 0,05$), équivalent à environ deux lignes sur l'échelle d'acuité visuelle. Nous n'avons pas retrouvé d'amélioration significative pour les autres fonctions visuelles testées.

Conclusion : Notre méthode d'entraînement améliore les fonctions visuelles de sujets amblyopes au-delà de la période critique. L'adjonction d'une occlusion de courte durée de l'œil amblyope montre des résultats prometteurs.

Mots clés : amblyopie, films dichoptiques, entraînement visuel, occlusion monoculaire

Objectives : Dichoptic movie viewing significantly improves visual acuity in amblyopia on children. Moreover, short-term occlusion of the amblyopic eye can transiently increase its contribution to binocular fusion after patch removal. In this study, we first asked whether passive dichoptic movie viewing could increase the visual function of subjects beyond the critical period. Secondly we tested if this effect could be enhanced by short-term monocular occlusion of the amblyopic eye.

Materials and Methods : 17 subjects presenting fixed and functional amblyopia, aged from 9 to 67 yo, participated in this study. 10 subjects followed 6 sessions of 1.5 hour for 2 weeks of passive dichoptic movie viewing (non-patched group) and 7 subjects, prior to each of these sessions, had to wear an occluding patch of the amblyopic eye for two hours (patched group). Best-corrected visual acuity, monocular contrast sensitivity, interocular balance and stereoacuity were measured at baseline, at the outcome of the training and at a follow-up one month later.

Results : For the non-patched group, mean amblyopic eye visual acuity significantly ($p < 0.05$) improved from 0.54 ± 0.37 logMAR to 0.46 ± 0.38 logMAR, equivalent to almost one line improvement. For the patched group, mean amblyopic eye visual acuity significantly improved from 0.62 ± 0.40 to 0.43 ± 0.28 ($p < 0.05$) equivalent to almost two lines improvement. No significant improvement was observed for the other visual functions tested.

Conclusions : Our training method improves visual functions of subjects beyond the critical period. The addition of a short-term monocular occlusion to the training shows promising results.

Key words: amblyopia, dichoptic movies, visual training, monocular occlusion