Les troubles de la vigilance chez les sous-mariniers avant et après patrouille

Sarah Cayot

▶ **To cite this version:**

Sarah Cayot. Les troubles de la vigilance chez les sous-mariniers avant et après patrouille. Sciences du Vivant [q-bio]. 2017. hal-01932033

HAL Id: hal-01932033
https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01932033v1

Submitted on 23 Nov 2018

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.

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10
http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php
http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm

UNIVERSITÉ DE LORRAINE FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY
2017

THÈSE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement
dans le cadre du troisième cycle de Médecine Générale

par

Sarah CAYOT

le 21 mars 2017

LES TROUBLES DE LA VIGILANCE CHEZ LES SOUS-MARINIERS AVANT ET APRES PATROUILLE

Membres du jury :

Président :

M. le Professeur Bruno CHENUEL

Juges :

Mme le Professeur Louise TYVAERT

Mme le Maître de Conférence Isabelle THAON

M. le Professeur Mounir CHENNAOUI

Mme le Docteur Aurore NGUYEN

Président de l'Université de Lorraine : **Professeur Pierre MUTZENHARDT**

Doyen de la Faculté de Médecine
Professeur Marc BRAUN
Vice-doyens
Pr Karine ANGIOI-DUPREZ, Vice-Doyen
Pr Marc DEBOUVERIE, Vice-Doyen

Assesseurs :
Premier cycle : Dr Guillaume GAUCHOTTE
Deuxième cycle : Pr Marie-Reine LOSSER
Troisième cycle : Pr Marc DEBOUVERIE

Innovations pédagogiques : Pr Bruno CHENUEL

Formation à la recherche : Dr Nelly AGRINIER
Animation de la recherche clinique : Pr François ALLA

Affaires juridiques et Relations extérieures : Dr Frédérique CLAUDOT
Vie Facultaire et SIDES : Pr Laure JOLY
Relations Grande Région : Pr Thomas FUCHS-BUDER
Etudiant : M. Lucas SALVATI

Chargés de mission

Bureau de docimologie : Dr Guillaume VOGIN
Commission de prospective facultaire : Pr Pierre-Edouard BOLLAERT
Orthophonie : Pr Cécile PARIETTI-WINKLER
PACES : Dr Chantal KOHLER
Plan Campus : Pr Bruno LEHEUP
International : Pr Jacques HUBERT

==========

DOYENS HONORAIRES

Professeur Jean-Bernard DUREUX - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER - Professeur Henry COUDANE

==========

PROFESSEURS HONORAIRES

Etienne ALIOT - Jean-Marie ANDRE - Alain AUBREGE - Jean AUQUE - Gérard BARROCHE Alain BERTRAND - Pierre BEY
Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL – Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE
Jean-Louis BOUTROY – Serge BRIANÇON - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL
Claude CHARDOT - Jean-François CHASSAGNE - François CHERRIER Jean-Pierre CRANCE - Gérard DEBRY

Emile de LAVERGNE - Jean-Pierre DESCHAMPS - Jean DUHEILLE - Jean-Bernard DUREUX - Gilbert FAURE - Gérard FIEVE
Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER - Alain GERARD - Hubert GERARD
Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ - Gilles GROSDIDIER - Oliéro GUERCI - Philippe HARTEMANN
Gérard HUBERT - Claude HURIET Christian JANOT - Michèle KESSLER - François KOHLER - Jacques LACOSTE
Henri LAMBERT - Pierre LANDES - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Alain LE FAOU - Jacques LECLERE
Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS - Jean-Pierre MALLIÉ - Philippe MANGIN – Jean-Claude MARCHAL - Pierre MATHIEU
Michel MERLE - Pierre MONIN Pierre NABET - Jean-Pierre NICOLAS - Pierre PAYSANT - Francis PENIN - Gilbert PERCEBOIS
Claude PERRIN - Luc PICARD - François PLENAT - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL - Jean PREVOT - Francis RAPHAEL
Antoine RASPILLER – Denis REGENT - Michel RENARD - Jacques ROLAND - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT
Michel SCHWEITZER - Daniel SIBERTIN-BLANC - Claude SIMON - Danièle SOMMELET - Jean-François STOLTZ
Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Gérard VAILLANT - Paul VERT – Hervé VESPIGNANI - Colette VIDAILHET Michel VIDAILHET - Jean-Pierre VILLEMOT - Michel WEBER

==========

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Etienne ALIOT - Professeur Gérard BARROCHE - Professeur Pierre BEY - Professeur Jean-Pierre CRANCE - Professeur Alain GERARD - Professeure Michèle KESSLER – Professeur François KOHLER
Professeur Jacques LECLÈRE - Professeur Alain LE FAOU - Professeur Jean-Marie GILGENKRANTZ
Professeure Simone GILGENKRANTZ – Professeur Gilles GROSDIDIER - Professeur Philippe HARTEMANN
Professeur Alain LE FAOU - Professeur Pierre MONIN - Professeur Jean-Pierre NICOLAS - Professeur François PLENAT Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC - Professeur Jean-François STOLTZ - Professeur Paul VERT Professeur Michel VIDAILHET

==========

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS
(Disciplines du Conseil National des Universités)

42ème Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE
1ère sous-section : ***(Anatomie)***
Professeur Marc BRAUN – Professeure Manuela PEREZ
2ème sous-section : ***(Histologie, embryologie et cytogénétique)***
Professeur Christo CHRISTOV– Professeur Bernard FOLIGUET
3ème sous-section : ***(Anatomie et cytologie pathologiques)***
Professeur Jean-Michel VIGNAUD – Professeur Guillaume GAUCHOTTE

43ème Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1ère sous-section : ***(Biophysique et médecine nucléaire)***

Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER

2ème sous-section : ***(Radiologie et imagerie médicale)***

Professeur René ANXIONNAT - Professeur Alain BLUM - Professeur Serge BRACARD - Professeur Michel CLAUDON

Professeure Valérie CROISÉ-LAURENT - Professeur Jacques FELBLINGER

44ème Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1ère sous-section : ***(Biochimie et biologie moléculaire)***

Professeur Jean-Louis GUEANT - Professeur Bernard NAMOUR - Professeur Jean-Luc OLIVIER

2ème sous-section : ***(Physiologie)***

Professeur Christian BEYAERT - Professeur Bruno CHENUEL - Professeur François MARCHAL

4ème sous-section : ***(Nutrition)***

Professeur Didier QUILLIOT - Professeure Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT - Professeur Olivier ZIEGLER

45ème Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1ère sous-section : ***(Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière)***

Professeur Alain LOZNIEWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

2ème sous-section : ***(Parasitologie et Mycologie)***

Professeure Marie MACHOUART

3ème sous-section : ***(Maladies infectieuses ; maladies tropicales)***

Professeur Thierry MAY - Professeure Céline PULCINI - Professeur Christian RABAUD

46ème Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1ère sous-section : ***(Épidémiologie, économie de la santé et prévention)***

Professeur François ALLA - Professeur Francis GUILLEMIN - Professeur Denis ZMIROU-NAVIER

3ème sous-section : ***(Médecine légale et droit de la santé)***

Professeur Henry COUDANE

4ème sous-section : ***(Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication)***

Professeure Eliane ALBUISSON - Professeur Nicolas JAY

47ème Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1ère sous-section : ***(Hématologie ; transfusion)***

Professeur Pierre FEUGIER

2ème sous-section : ***(Cancérologie ; radiothérapie)***

Professeur Thierry CONROY - Professeur François GUILLEMIN - Professeur Didier PEIFFERT - Professeur Frédéric MARCHAL

3ème sous-section : ***(Immunologie)***

Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT – Professeure Marie-Thérèse RUBIO

4ème sous-section : ***(Génétique)***

Professeur Philippe JONVEAUX - Professeur Bruno LEHEUP

48ème Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1ère sous-section : ***(Anesthésiologie-réanimation ; médecine d'urgence)***

Professeur Gérard AUDIBERT - Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Thomas FUCHS-BUDER

Professeure Marie-Reine LOSSER - Professeur Claude MEISTELMAN

2ème sous-section : ***(Réanimation ; médecine d'urgence)***

Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Sébastien GIBOT - Professeur Bruno LÉVY

3ème sous-section : ***(Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)***

Professeur Pierre GILLET - Professeur Jean-Yves JOUZEAU - Professeur Patrick NETTER

4ème sous-section : ***(Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie)***

Professeur François PAILLE - Professeur Patrick ROSSIGNOL - Professeur Faiez ZANNAD

49ème Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

1ère sous-section : ***(Neurologie)***

Professeur Marc DEBOUVERIE - Professeur Louis MAILLARD - Professeur Luc TAILLANDIER - Professeure Louise TYVAERT

2ème sous-section : ***(Neurochirurgie)***

Professeur Jean AUQUE - Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS - Professeur Olivier KLEIN

3ème sous-section : ***(Psychiatrie d'adultes ; addictologie)***

Professeur Jean-Pierre KAHN - Professeur Raymund SCHWAN

4ème sous-section : ***(Pédopsychiatrie ; addictologie)***

Professeur Bernard KABUTH

5ème sous-section : ***(Médecine physique et de réadaptation)***

Professeur Jean PAYSANT

50ème Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

1ère sous-section : ***(Rhumatologie)***

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE - Professeur Damien LOEUILLE

2ème sous-section : ***(Chirurgie orthopédique et traumatologique)***

Professeur Laurent GALOIS - Professeur Didier MAINARD - Professeur Daniel MOLE - Professeur François SIRVEAUX

3ème sous-section : ***(Dermato-vénéréologie)***

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ

4ème sous-section : ***(Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)***

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

51ème Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

1ère sous-section : ***(Pneumologie ; addictologie)***

Professeur Jean-François CHABOT - Professeur Ari CHAOUAT - Professeur Yves MARTINET

2ème sous-section : ***(Cardiologie)***

Professeur Edoardo CAMENZIND - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET - Professeur Yves JUILLIERE Professeur Nicolas SADOUL

3ème sous-section : ***(Chirurgie thoracique et cardiovasculaire)***
Professeur Thierry FOLLIGUET - Professeur Juan-Pablo MAUREIRA
4ème sous-section : ***(Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)***
Professeur Sergueï MALIKOV - Professeur Denis WAHL – Professeur Stéphane ZUILY

52ème Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE
1ère sous-section : ***(Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)***
Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI - Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET
3ème sous-section : ***(Néphrologie)***
Professeur Luc FRIMAT - Professeure Dominique HESTIN
4ème sous-section : ***(Urologie)***
Professeur Pascal ESCHWEGE - Professeur Jacques HUBERT

53ème Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE, CHIRURGIE GÉNÉRALE ET MÉDECINE GÉNÉRALE
1ère sous-section : ***(Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie)***
Professeur Athanase BENETOS - Professeur Jean-Dominique DE KORWIN - Professeure Gisèle KANNY
Professeure Christine PERRET-GUILLAUME – Professeur Roland JAUSSAUD – Professeure Laure JOLY
2ème sous-section : ***(Chirurgie générale)***
Professeur Ahmet AYAV - Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD
3ème sous-section : ***(Médecine générale)***
Professeur Jean-Marc BOIVIN – Professeur Paolo DI PATRIZIO

54ème Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION
1ère sous-section : ***(Pédiatrie)***
Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET - Professeur Jean-Michel HASCOET
Professeur Emmanuel RAFFO – Professeur
Cyril SCHWEITZER
2ème sous-section : ***(Chirurgie infantile)***
Professeur Pierre JOURNEAU - Professeur Jean-Louis LEMELLE
3ème sous-section : ***(Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)***
Professeur Philippe JUDLIN - Professeur Olivier MOREL
4ème sous-section : ***(Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)***
Professeur Bruno GUERCI - Professeur Marc KLEIN - Professeur Georges WERYHA

55ème Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU
1ère sous-section : ***(Oto-rhino-laryngologie)***
Professeur Roger JANKOWSKI - Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER
2ème sous-section : ***(Ophtalmologie)***
Professeure Karine ANGIOI - Professeur Jean-Paul BERROD -
Professeur Jean-Luc GEORGE
3ème sous-section : ***(Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)***
Professeure Muriel BRIX

==========

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

61ème Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Professeur Walter BLONDEL

64ème Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER

==========

PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Professeur associé Sophie SIEGRIST

==========

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42ème Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1ère sous-section : ***(Anatomie)***

Docteur Bruno GRIGNON

2ème sous-section : ***(Histologie, embryologie et cytogénétique)***

Docteure Chantal KOHLER

43ème Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1ère sous-section : ***(Biophysique et médecine nucléaire)***

Docteur Jean-Marie ESCANYE

2ème sous-section : ***(Radiologie et imagerie médicale)***

Docteur Damien MANDRY - Docteur Pedro TEIXEIRA

44ème Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1ère sous-section : ***(Biochimie et biologie moléculaire)***

Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA - Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle GASTIN

Docteure Catherine MALAPLATE-ARMAND - Docteur Marc MERTEN - Docteur Abderrahim OUSSALAH

2ème sous-section : ***(Physiologie)***

Docteure Silvia DEMOULIN-ALEXIKOVA - Docteur Mathias POUSSEL

3ème sous-section : ***(Biologie Cellulaire)***

Docteure Véronique DECOT-MAILLERET

45ème Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1ère sous-section : ***(Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)***

Docteure Corentine ALAUZET - Docteure Hélène JEULIN - Docteure Véronique VENARD

2ème sous-section : (Parasitologie et mycologie)

Docteure Anne DEBOURGOGNE

46ème Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ
1ère sous-section : ***(Epidémiologie, économie de la santé et prévention)***
Docteure Nelly AGRINIER - Docteur Cédric BAUMANN - Docteure Frédérique CLAUDOT - Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE
2ème sous-section ***(Médecine et Santé au Travail)***
Docteure Isabelle THAON
3ème sous-section ***(Médecine légale et droit de la santé)***
Docteur Laurent MARTRILLE

47ème Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE
1ère sous-section : ***(Hématologie ; transfusion)***
Docteure Aurore PERROT – Docteur Julien BROSEUS *(stagiaire)*
2ème sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie)
Docteure Lina BOLOTINE – Docteur Guillaume VOGIN *(stagiaire)*
4ème sous-section : ***(Génétique)***
Docteure Céline BONNET - Docteur Christophe PHILIPPE

48ème Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE
2ème sous-section : ***(Réanimation ; Médecine d'urgence)***
Docteur Antoine KIMMOUN
3ème sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)
Docteur Nicolas GAMBIER - Docteure Françoise LAPICQUE - Docteur Julien SCALA-BERTOLA
4ème sous-section : (Thérapeutique ; Médecine d'urgence ; addictologie)
Docteur Nicolas GIRERD

50ème Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE
1ère sous-section : ***(Rhumatologie)***
Docteure Anne-Christine RAT
3ème sous-section : ***(Dermato-vénéréologie)***
Docteure Anne-Claire BURSZTEJN
4ème sous-section : ***(Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)***
Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

51ème Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE
3ème sous-section : ***(Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire)***
Docteur Fabrice VANHUYSE

52ème Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE
1ère sous-section : ***(Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)***
Docteur Jean-Baptiste CHEVAUX

53ème Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE, CHIRURGIE GÉNÉRALE ET MÉDECINE GÉNÉRALE
3ème sous-section : ***(Médecine générale)***
Docteure Elisabeth STEYER

54ème Section : DEVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

5ème sous-section : ***(Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale)***

Docteure Isabelle KOSCINSKI

55ème Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1ère sous-section : ***(Oto-Rhino-Laryngologie)***

Docteur Patrice GALLET

==========

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5ème Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES

Monsieur Vincent LHUILLIER

7ème Section : SCIENCES DU LANGAGE : LINGUISTIQUE ET PHONETIQUE GENERALES

Madame Christine DA SILVA-GENEST

19ème Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

60ème Section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE, GÉNIE CIVIL

Monsieur Alain DURAND

64ème Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS - Monsieur Nick RAMALANJAONA - Monsieur Pascal REBOUL

65ème Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Madame Nathalie AUCHET - Madame Natalia DE ISLA-MARTINEZ - Monsieur Jean-Louis GELLY

Madame Céline HUSELSTEIN - Madame Ketsia HESS – Monsieur Hervé MEMBRE - Monsieur Christophe NEMOS

66ème Section : PHYSIOLOGIE

Monsieur Nguyen TRAN

==========

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Docteur Pascal BOUCHE – Docteur Olivier BOUCHY - Docteur Arnaud MASSON – Docteur Cédric BERBE

Docteur Jean-Michel MARTY

==========

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)
Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)
Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)
Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)
Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würtzburg (R.F.A)
Université de Pennsylvanie (U.S.A)
Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)

Professeure Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)
Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)
Professeur Daniel G. BICHET (2001)
Université de Montréal (Canada)
Professeur Marc LEVENSTON (2005)
Institute of Technology, Atlanta (USA)

Professeur Brian BURCHELL (2007)
Université de Dundee (Royaume-Uni)
Professeur Yunfeng ZHOU (2009)
Université de Wuhan (CHINE)
Professeur David ALPERS (2011)
Université de Washington (U.S.A)
Professeur Martin EXNER (2012)
Université de Bonn (ALLEMAGNE)

ÉCOLE DU VAL DE GRACE

A Monsieur le médecin général inspecteur François PONS

Directeur de l'École du Val-de-Grâce

Professeur agrégé du Val-de-Grâce

Commandeur de la Légion d'honneur

Commandeur de l'Ordre National du Mérite

A Monsieur le médecin-chef des services Humbert BOISSEAUX

Directeur-adjoint de l'École du Val-de-Grâce

Professeur agrégé du Val-de-Grâce

Chevalier de la Légion d'honneur

Officier de l'Ordre National du Mérite

Chevalier de l'Ordre des Palmes académiques

A NOTRE PRESIDENT DU JURY

Monsieur le Professeur Bruno CHENUEL

Professeur de Physiologie

Vous nous faites le très grand honneur d’avoir accepté la présidence de notre jury de thèse. Nous vous remercions de votre confiance et de l’intérêt que vous avez bien voulu porter à ce travail.

Veuillez recevoir l’assurance de notre haute considération et de notre profond respect.

A NOS JUGES

Madame le Professeur Louise TYVAERT

Professeur de neurologie

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger cette thèse. Veuillez trouver ici l'expression de notre considération et de nos remerciements.

***

Madame le Maître de Conférence Isabelle THAON

Maitre de Conférence de Médecine du travail

Vous nous faites l'honneur de juger cette thèse. Recevez l'expression de notre respectueuse considération ainsi que de notre reconnaissance.

***

Monsieur le Professeur Mounir CHENNAOUI

Chef de l'Unité Fatigue et Vigilance de l'IRBA

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de faire partie de ce jury de thèse. Veuillez trouver ici l'expression de notre considération et de nos remerciements.

A NOTRE DIRECTEUR DE THESE

Madame le Docteur Aurore NGUYEN

Chef de service de Médecine Physique et Réadaptation de l'Hôpital d'Instruction des Armées de Legouest

Merci de m'avoir proposé ce sujet de thèse passionnant et de m'avoir encadrée pour cette thèse et lors de mon stage dans le service.

A monsieur le Docteur Gaël CINQUETTI,
Aux médecins, internes, personnels paramédicaux du service de médecine interne et maladies infectieuses de l'HIA Legouest pour votre compagnonnage.

A madame le Docteur Julia FACIONE,
Aux médecins, interne et personnels paramédicaux du service de médecine physique et réadaptation de l'HIA Legouest pour votre enseignement.

A monsieur le Docteur Jacques BABAI et madame le Docteur Julie PARENT,
Aux membres de l'Antenne médicale de Chenevières pour votre soutien.

A monsieur le Docteur Jean-Marc SCHNEIDER,
Aux médecins, internes et personnel paramédical du service de pédiatrie de Thionville pour votre encadrement.

A monsieur le Docteur Moni CHAI,
Aux médecins, internes et personnel paramédical du Service d'Accueil des Urgences de l'HIA Legouest pour votre formation.

Au comité pédagogique de l'HIA Legouest et à AMACE Barbara ANDREANI pour le support, les conseils et l'encadrement que vous m'avez dispensé lors de l'élaboration de cette thèse.

A mes parents

Voici enfin cette thèse dont le sujet n’est finalement pas Babar. A maman dont les compétences en matière d’organisation n’ont pas d’égal et à papa dont les idées sont toujours nombreuses et innovantes. Merci de votre présence et de votre soutien inconditionnel.

***

A mes sœurs et à ma famille

Merci de votre intérêt et de vos encouragements.

***

A mes amis

Merci d’avoir partagé mes angoisses et tourments mais aussi pour tous les bons moments que nous avons passés ensemble et que j’espère nous continuerons de passer.

SERMENT

« Au moment d'être admise 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.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue 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 déshonorée et méprisée si j'y manque ».

TABLE DES MATIERES

1 INTRODUCTION 20
1.1 Contexte de l'étude 20
1.1.1 Sous-marins 20
1.1.2 Cadre de vie 21
1.2 Vigilance 24
1.2.1 Définition 24
1.2.2 Domaines d'exploration 24
1.2.3 Physiologie de la vigilance 24
1.2.4 Outils de mesures 27
1.3 Importance de la vigilance en mission 29
2 MATERIEL ET METHODES 31
2.1 Schéma de l'étude 31
2.2 Population de l'étude 31
2.3 Objectifs de l'étude 31
2.4 Critères de jugement 31
2.5 Plan expérimental 32
2.5.1 Eléments de mesure et variables choisies 32
2.5.2 Méthodologie de l'étude 34
2.5.3 Objectif secondaire 35
2.5.4 Analyse statistique 35
2.6 Calendrier de l'étude 35
3 RESULTATS 37
3.1 Description de la population étudiée 37
3.2 Etats de vigilance 38
3.2.1 Temps de réaction 38
3.2.2 Taux d'erreur 39
3.2.3 Interférence et « cost » 40
3.3 Confrontation aux données de la littérature 41
3.3.1 Facteurs modifiant la vigilance 41
3.3.2 Facteurs observables dans l'étude 44
4 DISCUSSION 48
4.1 Discussion des résultats 48
4.1.1 Objectif principal 48
4.1.2 Objectif secondaire 49
4.2 Limites de l'étude 49
4.3 Pistes à développer pour de futures études 50
5 CONCLUSION 51

BIBLIOGRAPHIE 52
ANNEXES 56
Annexe 1 : Consignes remises aux participants avant le test de Stroop 56
Annexe 2 : Copies d'écran du test de Stroop informatisé 57
Annexe 3 : Présentation d'une feuille de résultats 62

TABLE DES ILLUSTRATIONS :

Tableau I. Données démographiques de la population de l'étude. 38
Tableau II. Comparaison des temps de réaction du test de Stroop avant et après patrouille. .. 39
Tableau III. Comparaison des taux d'erreur du test de Stroop, avant et après patrouille. 40
Tableau IV. Comparaison du « Cost » lors du test de Stroop, avant et après patrouille 41
Tableau V. Résumé des facteurs modifiants la vigilance a priori présents chez les sous-mariniers de l'étude. 47

Figure 1. Le SNLE connecté à l'Ile Longue, extraite de « Base opérationnelle de l'Ile Longue » (7). 21
Figure 2. Horaires du quart par tiers, extraite de « Contraintes subies par les équipages de sous-marins et troubles psychiatriques » (13). 22
Figure 3. Structures cérébrales impliquées dans l'éveil, extraite de « Le cerveau à tous les niveaux » (19). 25
Figure 4. Réseaux de l'éveil, extraite de « Le cerveau à tous les niveaux » (19). 27
Figure 5. Exemples de planches de test de Stroop (28). 30
Figure 6. Temps de réaction à une stimulation visuelle, extraite de « Structures et circuits de l'état de veille » (20). 33
Figure 7. Calcul du score d'interférence selon Golden, extraite de « Traumatisme cranio-encéphalique » (27). 34
Figure 8. Schéma du calendrier de l'étude. 36
Figure 9. Flow chart. 37
Figure 10. Graphiques comparant les résultats au test de Stroop des sous-mariniers ayant pratiqué du sport pendant la patrouille en comparaison de ceux n'en ayant pas pratiqué. 46

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte de l'étude

1.1.1 Sous-marins

La France, comme les Etats-Unis, le Royaume uni, la Chine, l'Inde et la Russie, possède des sous-marins nucléaires dans le cadre de sa stratégie de défense. La particularité de ces sous-marins vient de leur moteur. En effet, ils ne sont pas dotés d'un moteur diesel comme les autres sous-marins mais d'un moteur alimenté par un réacteur nucléaire (1). Ce réacteur à l'uranium 235 est une source énergétique permanente, permettant une grande autonomie des sous-marins ainsi alimentés (2, 3). L'immersion peut donc se prolonger plusieurs semaines. Les sous-marins nucléaires sont de deux catégories avec des missions différentes. Il y a les sous-marins nucléaires d'attaque (SNA) et les sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE).
Les SNA sont impliqués dans la projection et la protection. Leurs missions sont, entre autres, la lutte en mer et le renseignement.
Les SNLE sont des éléments de dissuasion. Leurs missions nécessitent une discrétion totale (4, 5). L'armée française possède quatre SNLE-NG (sous-marins nucléaires lanceurs d'engins de nouvelle génération), dont un, voire deux, en mer et de localisation inconnue. Chaque SNLE a deux équipages (le bleu et le rouge) qui se relaient à son bord (4, 6, 5).

1.1.1.1 Sous-marins nucléaires lanceurs d'engins

Les quatre SNLE à savoir le Téméraire, le Terrible, le Triomphant et le Vigilant sont tous basés à Brest. Ils sont plus spacieux que les SNA avec 138 mètres de long et 12,5 mètres de large (6, 1). La propulsion est réalisée grâce à un réacteur nucléaire et un groupe turbo-réducteur. Le reste de l'espace disponible est occupé par de l'armement (16 missiles, 4 tubes lanceurs) et de l'équipement (sonar, radar, système de transmission satellite), puis toutes les installations permettant le bon fonctionnement du sous-marin (que ce soit pour la machinerie ou pour les hommes à son bord). Ainsi, il y a des installations pour réguler la pression, la température, la qualité de l'air du sous-marin ; mais aussi pour la production d'eau douce (Figure 1) (6, 1, 7, 8). L'espace restant pour les équipages est donc limité (environ 240 m^2 de surface habitable) (8).

1.1.1.2 Missions des SNLE

Les SNLE sont des éléments clés de la force océanique stratégique permettant la mise en place de la dissuasion nucléaire. Cette mission de dissuasion s'intègre à la politique de défense de la France telle que décrite dans le Livre Blanc, où cinq fonctions stratégiques ont été dégagées pour assurer la sécurité nationale : la connaissance et l'anticipation, la prévention, la dissuasion, la protection et l'intervention (4, 6, 5). Ceci implique une discrétion totale des SNLE lors de leurs missions. Ainsi, lors des patrouilles, seuls quelques privilégiés ont connaissance de leur position exacte. Une discrétion parfaite est imposée réduisant les contacts avec l'extérieur et rendant nécessaire une autonomie maximale (y compris sur le plan médical) (4, 6, 1, 5).

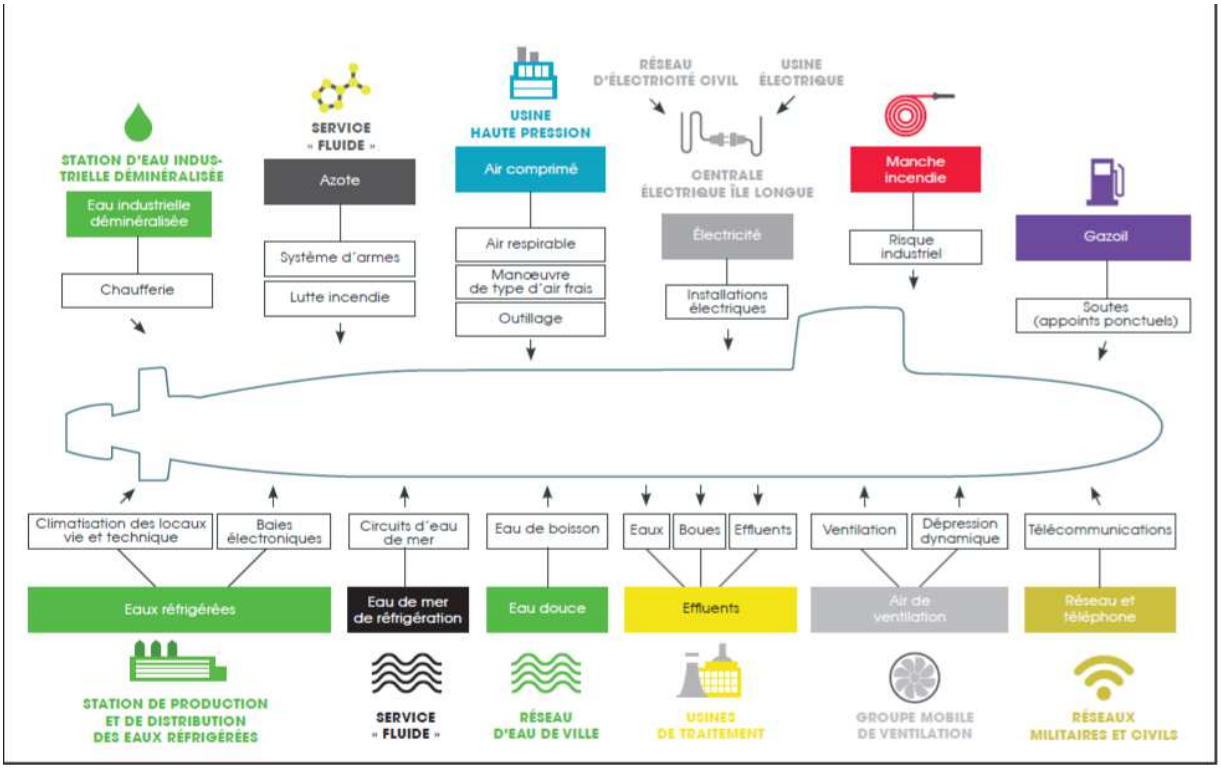


Figure 1. Le SNLE connecté à l'Ile Longue, extraite de « Base opérationnelle de l'Ile Longue » (7).

1.1.2 Cadre de vie

1.1.2.1 Population d'un sous-marin

Dans un SNLE, il y a 110 hommes. En France, jusqu'à présent, les équipages sont exclusivement masculins (même si les premiers équipages avec des femmes, trois initialement, devraient voir le jour d'ici 2017 (9)). La sélection des sous-mariniers est stricte et régie par un texte spécifique qui concerne l'aptitude médicale à la navigation sous-marine (NSM). Cette aptitude est décidée lors d'une visite médicale réalisée par un médecin titulaire du certificat de médecine appliquée aux sous-marins. Cette visite médicale comporte un examen général, un entretien psychologique et d'éventuels examens complémentaires. Elle doit être réalisée tous les deux ans ou avant chaque départ (10). La communauté des sous-mariniers est donc une communauté assez restreinte où tous se connaissent. Le taux de renouvellement des équipages lors de chaque patrouille est de 35% (dont 10% des sous-mariniers dont c'est le premier embarquement) (7). De nombreuses spécialités sont représentées sur le sous-marin. Il y a les métiers de services : boulanger, cuisinier, maitre d'hôtel, médecin, infirmier ; mais aussi les spécialités de la marine : barreur, torpilleur, navigateur, timonier, atomicien, missilier, … (11, 12).

1.1.2.2 Déroulement des missions

Une patrouille dure de 60 à 90 jours. Elle s'inscrit dans un cycle opérationnel en quatre phases. La première phase est l'entrainement sur simulateurs, puis à bord. Vient ensuite la patrouille qui désigne le moment où le sous-marin est en mer. Le SNLE change ensuite

d'équipage ; cette phase est désignée comme le SNEC ou Soutien Non En Charge. La phase finale est le départ en permission (5, 8, 13). Ce cycle opérationnel est jalonné de moments clés qui se succèdent. En effet, la période d'entrainement est une période d'activité assez intense à laquelle succède une période plus calme et routinière du début de patrouille. A ce moment, le sous-marin est alors en immersion, il n'a pratiquement plus de contact avec la surface et le travail de routine s'installe. A mi-patrouille, une fête est traditionnellement organisée : la cabane. Elle marque symboliquement le début du retour, sachant que la date exacte de ce dernier n'est pas connue (4, 13). Une patrouille est donc à la fois synonyme de routine (concernant le travail et les rythmes par quart qui changent peu) et d'incertitudes liées à la nécessité de secret, d'isolement mais aussi aux éventuelles avaries et autres situations d'urgence qui pourraient survenir à bord (13, 11).

1.1.2.3 Contraintes de vie

La vie à bord du sous-marin nucléaire est donc soumise à des contraintes imposées par le cadre de vie. Un sous-marin est un espace limité avec ses 240 m^2 de surface habitable et nécessite une maintenance particulière. D'une part, un travail permanent est nécessaire pour le faire naviguer. D'autre part, le caractère secret de la mission rend nécessaire une discrétion totale ainsi qu'une autonomie parfaite du sous-marin qui engendrent un isolement (13, 4).

- Rythme de vie et environnement à bord du sous-marin :

  - *Rythme de travail* :

Le travail s'effectue par quart. L'équipage est divisé en trois et alterne les périodes de travail et de repos. Les horaires de travail sont organisés en découpage de la journée par quatre heures (Figure 2). Ainsi, chaque poste doit être occupé en permanence. Suivant le poste exercé à bord, les périodes de travail varient : les sous-mariniers effectuent des bordées (une période de travail sur deux), des tiers (une période sur trois) ou des quarts (une période sur quatre). Une partie de l'équipage, l'état-major et les emplois de service, ne travaillent pas selon ces horaires et sont dits « hors quart » (8, 13, 5, 11, 14).
Ce mode d'organisation du travail correspond au travail dit posté. Il s'agit d'un mode d'organisation du travail en équipe selon lequel les travailleurs occupent les mêmes postes de travail selon un certain rythme qui peut être rotatif. Ils travaillent donc à des heures différentes sur une période donnée. Le travail de nuit quant à lui désigne tout travail accompli de manière habituelle entre 21 heures et 6 heures (au moins 3 heures de cette période 2 fois par semaine ou 270 heures de nuit sur 12 mois consécutifs) (36).

8 -12 h	12 – 15 h	15 – 18 h	18 – 20 h	20 – 24 h	0 – 4 h	4 – 8 h
1er tiers	2e tiers	3e tiers	1er tiers	2e tiers	3e tiers	1er tiers
2e tiers	3e tiers	1er tiers	2e tiers	3e tiers	1er tiers	2e tiers
3e tiers	1er tiers	2e tiers	3e tiers	1er tiers	2e tiers	3e tiers

Figure 2. Horaires du quart par tiers, extraite de « Contraintes subies par les équipages de sous-marins et troubles psychiatriques » (13).

- *Sommeil* :

Les sous-mariniers dorment dans des bannettes (lit suspendu au mur avec draps, oreillers et couverture). Seul le commandant de bord dispose d'une cabine individuelle, les autres sont de trois à six dans la cabine (8, 12).

- *Loisirs* :

Pour les loisirs, des jeux de société sont disponibles à bord ainsi que des livres et des films. Pour faire du sport, les sous-mariniers disposent d'un espace aménagé dans la salle des machines : l'espace est restreint et il y a peu de matériel (un rameur, deux vélos et deux ergocycles, ainsi que des barres de traction dans le meilleur des cas) (8, 5).

- *Ressources en eau* :

L'eau douce est limitée et ceci ajoute une contrainte supplémentaire à la vie quotidienne avec une restriction de l'utilisation d'eau pour l'hygiène (machine à laver ou douche) à certaines périodes (8, 12).

- *Alimentation* :

Les repas sont servis en commun à la cafétéria, la qualité et la quantité ne faisant jamais défaut. Le vin est autorisé. Des gâteaux d'anniversaire sont réalisés lorsque l'occasion se présente. Il y a toujours de la nourriture à disposition. La prise de poids est par conséquent fréquente pendant les patrouilles (8, 12, 5).

- *Tabac* :

L'air est recyclé et le sous-marin en immersion complète, le tabac est donc proscrit à bord. Chaque sous-marinier doit s'en accommoder (8, 12, 5).

- *Lumière* :

La lumière à bord est une lumière artificielle. Une instruction technique fixe l'éclairage, qui ne doit pas dépasser 200 lux en moyenne. Celui-ci est assuré par des lampes à incandescence (de 10 à 100 W) ou fluorescentes (8, 16 ou 20 W). Certains locaux ont une intensité lumineuse plus faible pour des questions opérationnelles. L'alternance jour-nuit est maintenue grâce à une lumière rouge mise en place pour les horaires de nuit, avec alors un éclairement de 1 à 2 lux (8, 14).

- Communication avec les familles :

Contrairement aux équipages des SNA, ceux des SNLE sont contraints à un plus grand secret. Ils n'ont donc pas le droit aux courriels. Cependant, ils ont accès à des informations choisies (principalement des nouvelles sportives) depuis la surface et reçoivent des « familigrammes ». Ce sont des messages de 40 mots qui leur parviennent de leurs familles une fois par semaine portant les nouvelles filtrées (par le bureau de liaison et de conseils aux familles puis par le commandant en second). Les mauvaises nouvelles ne sont pas transmises (12, 13, 8, 11, 5).

1.2 Vigilance

1.2.1 Définition

Il existe plusieurs définitions pour la vigilance.
La première désigne la vigilance comme « surveillance attentive, sans défaillance ». Cette première définition renvoie à celle d'attention : « action de fixer son esprit sur quelque chose, concentration de l'activité mentale ».
La deuxième définit la vigilance comme « état de réactivité de l'organisme conditionnant la capacité adaptative » mais aussi comme « état de veille » (15).
Il existe encore d'autres définitions et suivant le contexte ce terme peut revêtir d'autres sens. Il n'y a donc pas de terme idéal permettant de désigner les niveaux d'activation du cortex cérébral et la capacité à traiter l'information. Le terme de vigilance est utilisé de manière très variable en neuropsychologie mais désigne principalement la capacité à maintenir son attention sur une tâche pendant une période donnée. On s'y intéresse surtout pour mesurer d'éventuelles baisses de cette vigilance ou défauts d'attention (16, 17, 18).
De manière générale, la vigilance désigne l'attention soutenue. L'attention est une fonction cérébrale qui désigne la capacité de flexibilité du comportement en fonction de l'intentionnalité (ce que l'on veut faire) et des modifications environnementales. Elle est décrite comme un processus comprenant diverses composantes telles que la focalisation de l'attention, la concentration, l'attention soutenue (16).
D'autres termes peuvent être employés recoupant cette définition. Ainsi vigilance et attention peuvent être employées en français et *arousal*, *attention* et *wakefullness* en anglais (18).

1.2.2 Domaines d'exploration

Tout comme la définition précise de la vigilance est complexe, les domaines d'application sont nombreux. En effet, le niveau d'éveil est régulé par des structures complexes, faisant appel à des niveaux d'organisation divers (19). La vigilance peut ainsi s'explorer sur le plan social et l'étude est focalisée sur les situations pouvant la compromettre. Les recherches peuvent s'orienter sur le côté physiologique pour étudier son fonctionnement normal. L'étude des structures cérébrales impliquées, ainsi que des neurotransmetteurs en jeu sur le plan cellulaire sont d'autres domaines d'application dans l'étude de la vigilance et de ses troubles (19).
Les domaines de recherche d'intérêt dans cette étude sont indissociables : la neuropsychologie, la physiologie, la neurologie (16, 17, 18). La réflexion est également menée à travers d'autres thèmes de recherche moins évidents puisque la définition utilisée recoupe le niveau d'éveil, la concentration, les performances cognitives, et la réactivité par exemple (16, 17, 18).

1.2.3 Physiologie de la vigilance

La vigilance est une fonction cérébrale supérieure qui résulte d'un processus. Elle désigne un état qui s'oppose au sommeil principalement, mais aussi au coma (16, 17, 20). Sur le plan physiologique, il faut tout d'abord réceptionner et sélectionner les messages et informations qui nous parviennent de notre environnement (messages auditifs, visuels, proprioceptifs). Puis il est nécessaire d'interpréter ces messages afin que s'initie la réaction d'orientation de la vigilance. Se mettent en place ensuite les réseaux d'exécution et ceux d'alerte et de maintien de la vigilance (16, 17, 21, 20). Tout ce processus met en œuvre de nombreuses structures cérébrales et de nombreux neurotransmetteurs (16, 18, 19, 20).

1.2.3.1 Structures cérébrales impliquées

Les structures cérébrales impliquées dans la vigilance sont les structures de l'éveil au nombre de trois : l'hypothalamus postérieur, le thalamus et le cortex cérébral. Ces structures sont sous l'influence de systèmes modulateurs (deux systèmes promoteurs d'éveil et un système promoteur de sommeil) (18, 19, 20). Les réseaux exécutifs de l'éveil comprennent les réseaux encéphaliques et le système du tronc cérébral. Les réseaux encéphaliques impliquent l'hypothalamus postérieur, le thalamus et le télencéphale basal. Les systèmes du tronc cérébral sont la formation réticulée mésencéphalique, les noyaux mésopontins cholinergiques, le noyau réticulé bulbaire magnocellulaire, les neurones sérotoninergiques des noyaux du raphé et le noyau du *locus coeruleus* pontique. (Figure 3). Toutes ses structures sont interconnectées. Elles constituent un ensemble complexe redondant, permettant qu'aucune ne soit indispensable (16, 18, 19, 20).

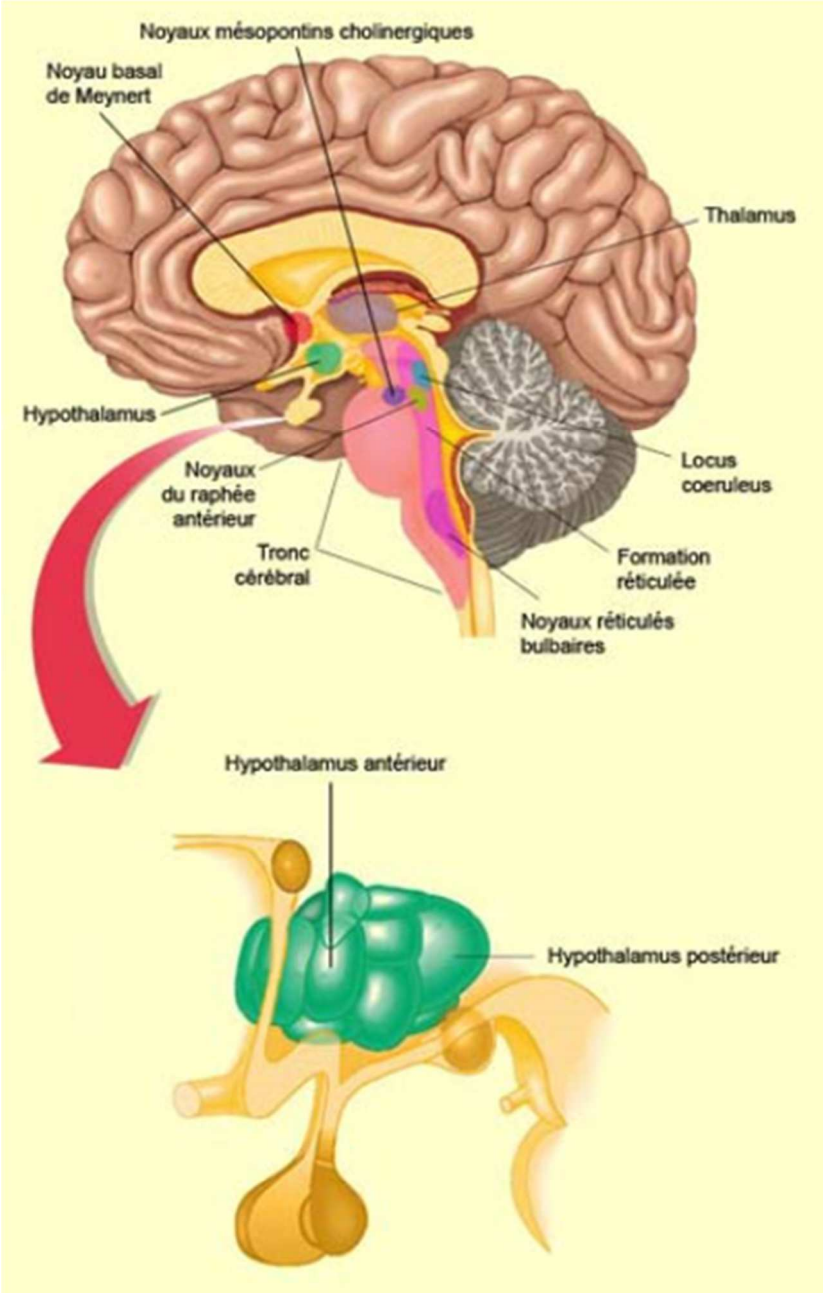


Figure 3. Structures cérébrales impliquées dans l'éveil, extraite de « Le cerveau à tous les niveaux » (19).

1.2.3.2 Neurotransmetteurs impliqués

Toutes ces structures cérébrales fonctionnent par l'intermédiaire de neurotransmetteurs (Figure 4). Ainsi, l'acétylcholine impliquée dans les noyaux mésopontiques cholinergiques est inhibitrice de sommeil et favorise l'éveil. Les noyaux du *locus coeruleus* sont noradrénergiques et sont le plus actifs en situation de veille active. Plus l'activité diminue et moins ils sont actifs. La sérotonine est impliquée au niveau des noyaux du raphé antérieur et a un effet éveillant. Elle exerce aussi un rétrocontrôle négatif. L'aspartate et le glutamate jouent un rôle dans l'activation des structures thalamiques. L'histamine et l'orexine (ou hypocrétine) sont, elles, impliquées dans les structures hypothalamiques (16, 18, 19, 20).

1.2.3.3 Modulation de la vigilance

Le réseau exécutif de l'éveil est en lien avec les afférences sensorielles et végétatives. Il est donc sensible aux modifications de notre environnement. C'est la formation réticulée qui fait le tri des informations sensorielles reçues pour ne retenir que les plus intenses ou les plus utiles. Il existe des variations spontanées de la vigilance. Elles sont désignées par le terme de rythme veille-sommeil. Ainsi, il y a un creux physiologique de la vigilance entre 4 et 8 heures et entre 14 et 16 heures. Les états de vigilance et les performances ne sont donc pas des constantes. Ce système veille-sommeil est régulé par la pression homéostatique (en lien surtout avec le sommeil : plus le temps d'éveil est long et plus la pression de sommeil sera forte), le noyau suprachiasmatique (donc la lumière du jour) et l'inertie au réveil (la vigilance n'est pas d'emblée maximale au réveil) (25, 33). De plus, au niveau physiologique et social, la vigilance fait appel à la chronobiologie.

1.2.3.4 Chronobiologie

Les rythmes chronobiologiques concernent les grands systèmes de l'organisme qui ont une oscillation physiologique. Ce sont les systèmes du métabolisme cellulaire, de la température corporelle, de la sécrétion hormonale, de la régulation de la fréquence cardiaque, de la tension artérielle, … Ces systèmes sont synchronisés par une horloge interne : le noyau suprachiasmatique et la glande pinéale (19, 33, 18). Cet oscillateur qui effectue la synchronisation des différentes horloges biologiques a un rythme endogène qui est appelé rythme circadien. Il dure un peu plus de 24 heures (19).

Notion de « *Zeitgeber* » : Le noyau suprachiasmatique est synchronisé par des « *Zeitgeber* » (donneurs de temps en allemand) ou synchronisateurs externes. Le principal étant la lumière du jour. Les autres sont les comportements sociaux, l'activité physique, les tâches régulières (19, 14, 34, 35, 33). Tous ces facteurs sont connus pour moduler la vigilance (Figure 4) : le sommeil ou les rythmes chronobiologiques, la prise de poids, l'exercice physique, la thymie, le stress, la motivation, la lumière, mais aussi toute substance psychoactive (18, 22, 23).

Notion de désynchronisation : En cas d'inadéquation entre les différents « *Zeitgeber* », il y a perturbation de ces rythmes chronobiologiques et désynchronisation. Cette situation est fréquente chez les travailleurs postés et travailleurs de nuit : les synchronisateurs sociaux sont désorganisés (on parle de *social jetlag*) et la lumière du jour ne correspond pas aux heures d'éveil (19, 14, 34, 18, 36). Cette modification des rythmes de vie s'accompagne d'une resynchronisation des rythmes chronobiologiques. Mais tous ne se resynchronisent pas à la même vitesse et il y a alors une désynchronisation qui perturbe la vigilance (33, 18).

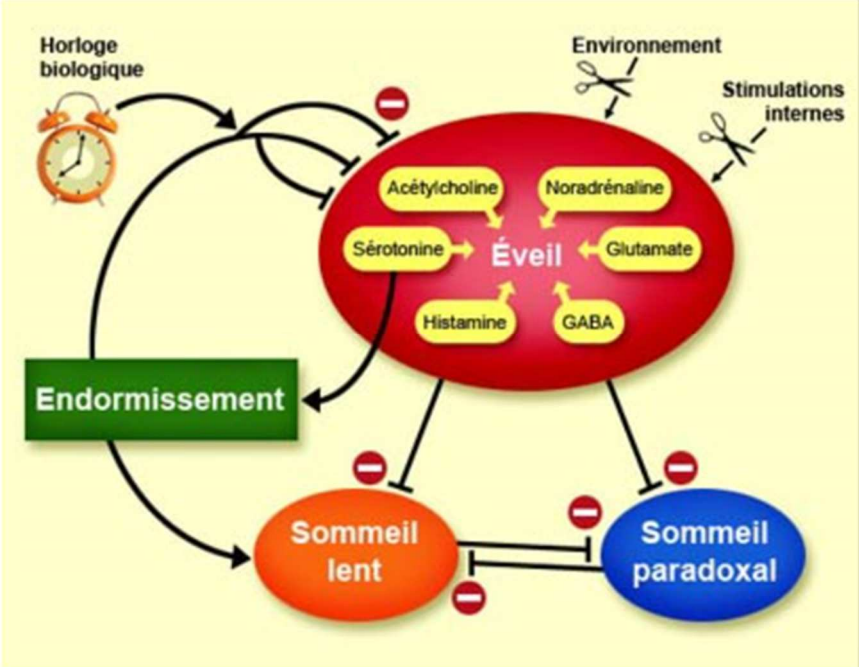


Figure 4. Réseaux de l'éveil, extraite de « Le cerveau à tous les niveaux » (19).

1.2.4 Outils de mesures

Des outils pour explorer les variations de vigilance ont été développés et se déclinent en mesures subjectives et objectives, instrumentales ou cliniques.

1.2.4.1 Mesures instrumentales

Les modifications de la vigilance peuvent être mesurées à partir de modifications (18, 24) :

- électro-encéphalographiques
- d'IRM fonctionnelle
- des mouvements oculaires, de la fréquence cardiaque, de la température interne, des mouvements et de la fréquence respiratoire par exemple.

Ces mesures ne sont cependant pas forcément accessibles ni pratiques à mettre en œuvre.

1.2.4.2 Mesures cliniques

Les tests de mesure clinique sont nombreux et on peut retenir entre autres les suivants (16, 25, 18, 24, 26) :

- *Digit span* du test de Wechsler révisé qui explore la mémoire à court terme avec une série de chiffres
- Test de barrage de Zazzo, utilisé dans les héminégligences principalement
- *Serial addition* et *serial soustraction* de Smith
- *Symbol digit modality* du test de Smith

- *Trail A test* de Reitan et *Wisconsin card sort test* qui sont utilisés dans les syndromes frontaux
- TILE ou test itératif de latence d'endormissement ; MSLT ou *multiple sleep latecy* test et *maintenence of wakefulness test* qui explorent les altérations du niveau de vigilance
- PVT ou *psychomotor vigilance task* qui est validé pour mesurer les effets du manque de sommeil sur la vigilance
- KSS ou *Karolinska Sleepiness scale*
- LDST ou *letter digit substitution test*
- *Necker cube pattern control task*
- Questionnaire d'Epworth
- Test de Stroop.

Ces différents tests sont utilisés de manières diverses, parfois sous forme d'une batterie de tests. Il faut aussi noter que, pour les tests subjectifs, la corrélation entre le test et les mesures physiques n'est pas établie.

1.2.4.3 Test de Stroop

- Historique du test de Stroop :

Le test de Stroop est un test d'exploration de la vigilance (16). Il existe différents tests de Stroop créés à partir d'une même base. Cette base a été développée en 1935, pour le bénéfice de la psychologie expérimentale, à des fins d'exploration des phénomènes d'association et d'inhibition désignés par le terme d'interférence (phénomène apparaissant lors de la réalisation de deux tâches concurrentes dans le même temps et résultant du partage de l'attention) chez les sujets sains (27, 17).

- Test initial :

Le test classique est réalisé par un examinateur en face de la personne réalisant le test. L'examinateur donne les consignes et présente successivement trois planches de 100 stimuli. La première planche est composée de noms de couleur écrits en noir, la deuxième de rectangles de couleurs et la troisième de noms de couleur écrits d'une couleur différente de celle qu'ils dénomment. (Figure 5). Le sujet doit lire ou identifier le plus rapidement possible les couleurs de la planche qui lui est présentée dans l'ordre (de droite à gauche et de haut en bas) pendant 45 secondes (s'il a fini la planche avant la fin des 45 secondes, il reprend en haut de la planche). Le processus est répété avec les 2 autres planches (27).

- Notion d'interférence :

Ceci permet de mesurer l'effet d'interférence qui correspond au ralentissement des temps de réaction provoqué par certaines associations (ici, les mots et les couleurs). Ceci s'effectue en calculant la différence de temps qu'il faut pour lire le mot, suivant s'il est écrit en noir ou en couleur et la différence de temps pour nommer une couleur lorsqu'elle est représentée avec une rectangle ou un mot. En effet, il a été observé que la couleur ralentit peu la lecture du mot alors que le mot ralentit l'identification de la couleur, et c'est ce qui définit l'interférence. On observe des modifications de cet effet d'interférence lors de diminution de capacités cognitives nécessaires à l'inhibition, donc dans les troubles attentionnels, qu'ils soient dus à de la fatigue ou à des troubles organiques et psychologiques (syndrome d'hyper-attention tel que l'hyperactivité ; syndrome de déficit attentionnel tel que syndrome frontal ; troubles secondaires à la schizophrénie, …) (27, 16).

Ce test permet donc de mesurer la résistance à l'interférence c'est-à-dire la capacité à extraire une information de son environnement et à réagir de manière sélective en conséquence. Cette résistance à la distraction, cette capacité à filtrer et à s'adapter à son environnement est essentielle à la vigilance. La résistance à l'interférence explore donc la vigilance mais est aussi utilisée pour l'exploration des dysfonctions cérébrales (notamment les troubles frontaux) (27, 16, 17).

1.3 Importance de la vigilance en mission

Les contraintes militaires influencent les capacités physiques et cognitives. En effet, les missions sont souvent réalisées dans des conditions extrêmes avec altération du rythme veille-sommeil. Elles ont pour conséquences sur les performances physiques (la fatigue) et psychiques (les troubles de la vigilance) qui peuvent entraver la mission. Pour explorer ces troubles et trouver des moyens de les contrecarrer, il existe une unité fatigue et vigilance à l'IRBA (Institut de Recherche Biomédicale de l'Armée) (25).
Le rôle des sous-mariniers des SNLE est de surveiller, contrôler en permanence. Chaque emploi nécessite de la rigueur, beaucoup de tâches sont effectuées en redondance pour éviter les erreurs. Ces emplois sont parfois très routiniers, le rythme de travail particulier, les conditions de vie difficiles (8, 11). Au final, tout ceci réunit des conditions favorisant les troubles de la vigilance, dans des emplois où celle-ci est pourtant essentielle.
Déterminer si les sous-mariniers présentent des troubles de la vigilance induits par ces conditions de travail est donc essentiel. S'il y a effectivement des troubles de la vigilance, il serait intéressant de dégager des facteurs favorisants ces troubles ou à l'inverse les facteurs protecteurs. Cela permettrait de trouver des moyens de réduire au maximum ces troubles de la vigilance en contrecarrant les effets de ces conditions de travail. Cela présente un grand intérêt pour la réussite de la mission via une meilleure capacité opérationnelle des sous-mariniers.

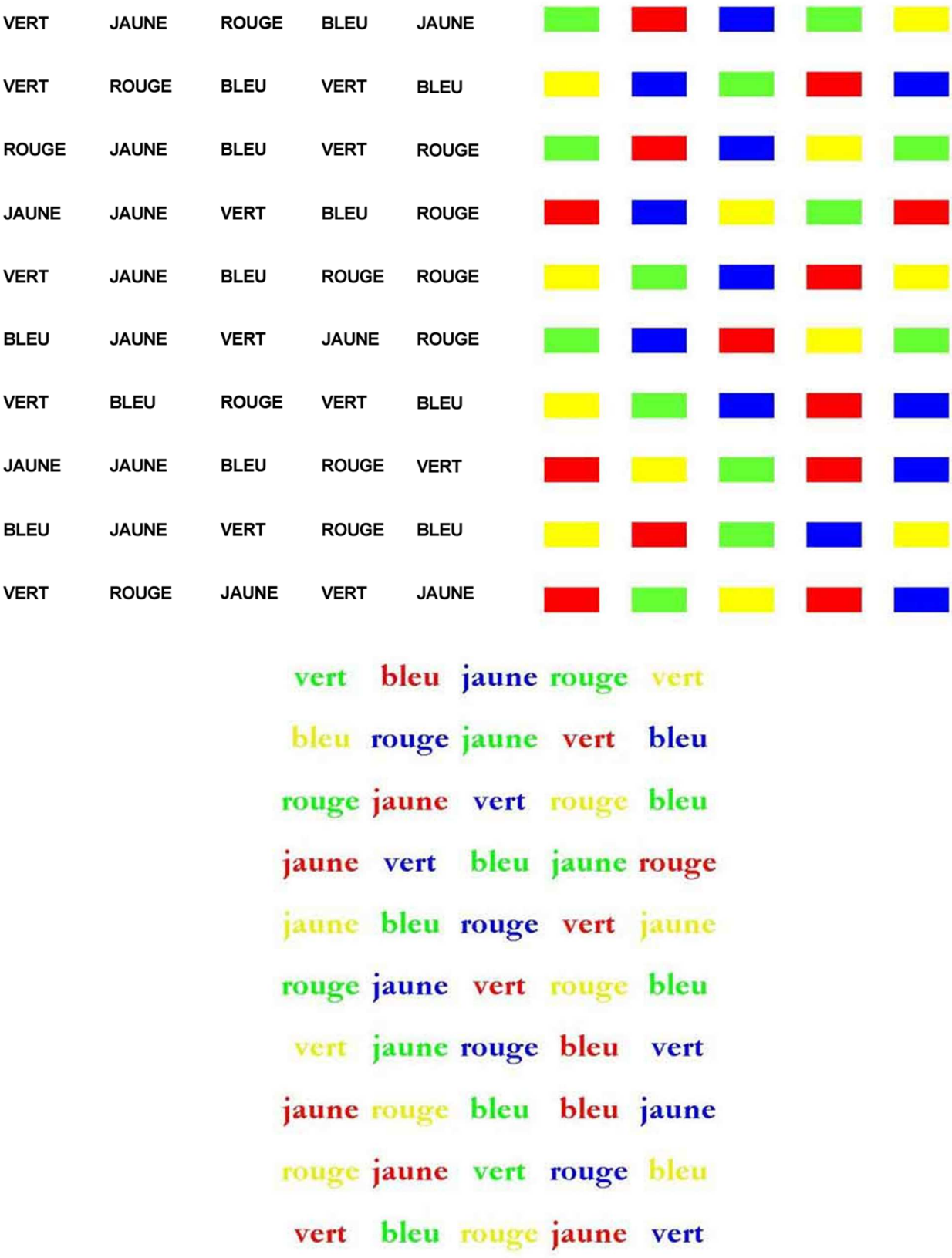


Figure 5. Exemples de planches de test de Stroop (28).

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 Schéma de l'étude

Il s'agissait d'une étude ancillaire à partir de la thèse Performances aérobies et évaluation isocinétique des sous-mariniers avant et après patrouille (8) et d'une revue de la littérature. Cette étude visait à mesurer les variations de résultats de tests de Stroop réalisés par les sous-mariniers avant leur départ en patrouille et à leur retour ainsi qu'à retrouver des facteurs modifiant la vigilance qui pourraient causer ces variations.

2.2 Population de l'étude

La population de la présente étude était celle de l'étude initiale, qui a été réalisée avec 48 sous-mariniers, de novembre 2011 à décembre 2012. Elle était constituée des volontaires parmi quatre équipages de trois SNLE différents de l'Escadrille des Sous-Marins Nucléaires Lanceurs d'Engins (ESNLE) de Brest qui avaient été sollicités. Les critères d'inclusion étaient les suivants : être sous-marinier masculin en activité et apte à la mission, avoir un rythme de travail par quart, effectuer une mission en sous-marin d'au moins deux mois. Les critères de non inclusion étaient en lien avec l'objectif primaire de l'étude initiale. N'ont donc pas été inclus ceux qui présentaient une ou plusieurs contre-indications à la détermination de la consommation maximale d'oxygène, une ou plusieurs contre-indications à la réalisation de l'épreuve d'isocinétisme. Un autre critère de non inclusion a été ajouté pour l'étude ancillaire : n'ont pas été inclus les sous-mariniers qui n'ont pas effectué le test de Stroop en retour de patrouille.

2.3 Objectifs de l'étude

L'objectif primaire de la présente étude était d'évaluer les modifications de l'état de vigilance des sous-mariniers, avant et après une période de patrouille.
L'objectif secondaire était de rechercher, par une revue de la littérature, les facteurs modifiant la vigilance, et de confronter les facteurs identifiés aux données observées.

2.4 Critères de jugement

Le critère de jugement principal était l'augmentation des temps de réaction, du taux d'erreur et la réduction de la résistance à l'interférence ou augmentation du « *cost* » lors de la réalisation du test de Stroop réalisé après une période de patrouille en SNLE en comparaison du test réalisé avant le départ.
Le critère de jugement secondaire était d'identifier des facteurs influant sur la vigilance pour les sous-mariniers en patrouille en comparaison des facteurs retrouvés dans la littérature.

2.5 Plan expérimental

2.5.1 Eléments de mesure et variables choisies

2.5.1.1 Choix du test de Stroop

Devant la multitude de tests disponibles pour explorer la vigilance, c'est un test de Stroop qui a été choisi au moment de la réalisation de la thèse initiale. Ce choix a été fait de manière pragmatique car identifié comme un test de vigilance et disponible en version informatisée favorisant son administration. Cependant, ce choix était justifié. En effet, le test de Stroop explore l'attention sélective et le contrôle de l'inhibition, c'est-à-dire la capacité à focaliser son attention sur une tâche en particulier et à faire abstraction du reste de l'environnement. Cette capacité est vitale pour les performances cognitives demandées aux sous-mariniers (27, 21, 29). De plus, les tests informatisés permettent une plus grande sensibilité des mesures. Dans le cadre d'une population jeune, en bonne santé et par définition très vigilante, cela représente un intérêt non négligeable (21, 30). Enfin, l'informatisation permet une bonne reproductibilité des résultats puisqu'il n'y pas d'erreur de saisie, ni de variations liées à « l'examinateur » (21, 30).

2.5.1.2 Variantes du test de Stroop

Il existe de nombreuses variantes du test de Stroop. Celles-ci diffèrent par le nombre de couleurs (trois, quatre ou cinq couleurs différentes), le nombre de stimuli (50 ou 100) sur chaque planche, la représentation des stimuli de la deuxième planche (XXX ou rectangles de couleur), et la présentation des stimuli en colonne ou en ligne. On peut aussi réaliser le test de manière individuelle ou en groupe. La correction peut se faire en temps de lecture ou en nombre de stimuli identifiés (27). Avec les variantes informatisées, les possibilités sont encore augmentées. Les stimuli peuvent être présentés un par un et les réponses ne sont plus seulement verbales mais aussi par action sur le clavier de l'ordinateur (21, 30).

2.5.1.3 Test de Stroop choisi pour l'étude

- <u>Référence du test</u> :

Le test qui a été utilisé est le test disponible dans la batterie de tests PEBL (*Psychology Experiment Building Language*) (31) qui est une batterie de test informatisée comportant 70 à 80 tests cognitifs informatisés. Ce logiciel a été développé en 2002 et la batterie de test en 2006. Les tests sont modifiables car codés en langage informatique C++ (32).

- <u>Caractéristiques du test</u> :

Le test qui a été utilisé est le test directement disponible de la batterie PEBL. Le test est en anglais. Dans ce test, il y avait 4 couleurs présentées (rouge, vert, bleu et jaune) et les stimuli représentant une couleur sont des « XXX ». Les tests s'effectuaient par bloc de 50 stimuli. Les stimuli étaient présentés individuellement et il fallait cliquer sur les touches « 1 », « 2 », « 3 » ou « 4 » du clavier de l'ordinateur pour désigner la réponse. La légende avec la correspondance entre le numéro de la touche du clavier et la couleur était présente en permanence en bas de l'écran. Les consignes étaient données au début de chaque bloc.

Les différents types de stimuli étaient :
- mot de couleur consistante, *i.e.* la couleur et sa dénomination correspondent, par exemple ROUGE
- mot de couleur conflictuelle, *i.e.* la couleur et sa dénomination sont différentes, par exemple ROUGE,
- mot en noir et représentation de la couleur, par exemple ROUGE .
Ces différents stimuli étaient mélangés dans les blocs. Des copies d'écran du test sont présentées en annexe 2.

- Déroulé du test :

Il y avait 6 blocs de 50 stimuli, ainsi qu'un premier bloc de présentation (bloc 0) pour lequel il fallait indiquer la couleur présentée avec les mots de couleur consistante pour les stimuli et les réponses. Les blocs 1 et 2 avaient des réponses présentées sous forme de mots de couleur consistante. Les blocs 3 et 4 avaient des réponses en noir. Les blocs 5 et 6 avaient des réponses en rectangles de couleurs. Pour les blocs impairs, il fallait indiquer le nom de la couleur nommée et pour les blocs pairs, il fallait indiquer la couleur du stimulus. Pour chaque bloc, les 4 réponses étaient affichées en bas de l'écran avec le numéro qui correspondait pour répondre à partir du clavier. Les stimuli étaient présentés un par un au centre de l'écran. Une bonne réponse déclenchait le changement du stimulus et une mauvaise déclenchait l'apparition d'un message ERROR bref sous le stimulus. Le stimulus affiché n'était changé qu'en cas de bonne réponse. Une fois les 50 stimuli affichés, il y avait changement de bloc (32).

2.5.1.4 Variables étudiées

Ce test informatisé donnait pour chaque bloc des temps de réaction moyens et des taux d'erreur. Le test fournissait aussi les réponses triées comme si le test avait été effectué à la lecture de planche. C'est-à-dire que pour chaque planche (mots en noir, mots en couleur et éléments de couleur), les données recueillies permettent :
- le calcul du nombre de mots qui ont été lus et du nombre de couleurs désignées
- la différence entre les deux dans quatre circonstances définies (consistant, conflictuel, une seule information et facilitation)
- le calcul du coût que l'interférence représente.

Une feuille type de résultat est disponible en annexe 3.
Classiquement, les variables du test de Stroop sont le temps de réaction et le taux d'erreur (27).

- Le temps de réaction est la durée qui sépare une réponse de sa stimulation. (Figure 6). C'est une action volontaire. Cela comprend : la perception du message, son interprétation et l'élaboration d'une réponse (20).

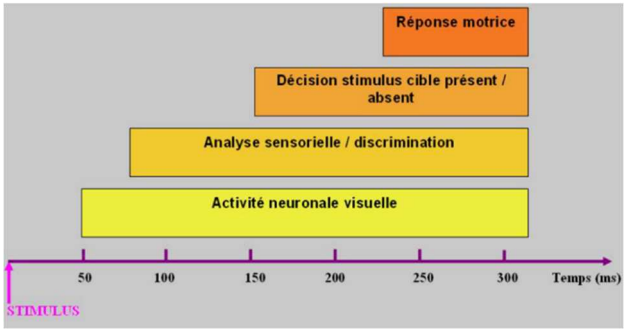
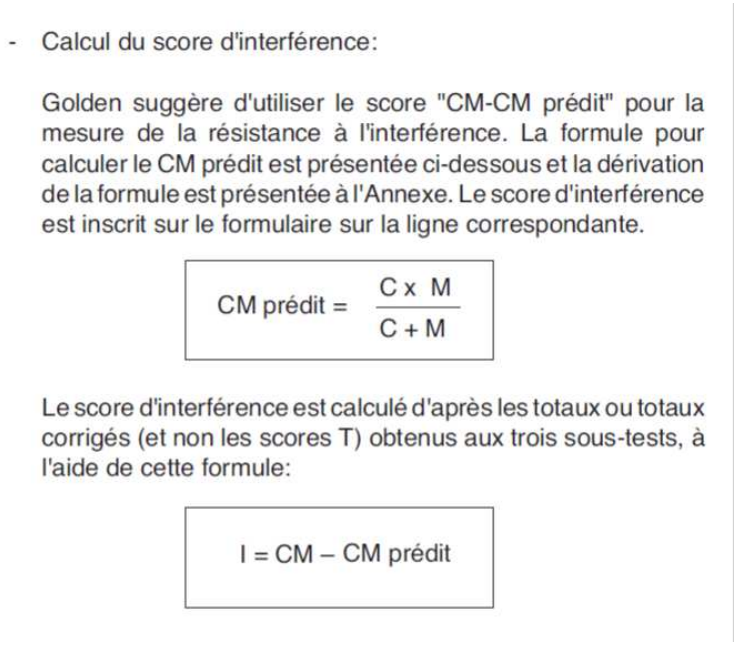


Figure 6. Temps de réaction à une stimulation visuelle, extraite de « Structures et circuits de l'état de veille » (20).

- Le taux d'erreur désigne le nombre d'erreurs qui ont été effectuées sur la lecture de 100 stimuli, divisé par 100.
- En plus, des temps de réaction et taux d'erreur, Golden propose aussi un calcul de la variable de « résistance à l'interférence » dans l'interprétation du test de Stroop. (Figure 7). Cette variable se calcule comme suit :



- Calcul du score d'interférence:

Golden suggère d'utiliser le score "CM-CM prédit" pour la mesure de la résistance à l'interférence. La formule pour calculer le CM prédit est présentée ci-dessous et la dérivation de la formule est présentée à l'Annexe. Le score d'interférence est inscrit sur le formulaire sur la ligne correspondante.

$$\text{CM prédit} = \frac{C \times M}{C + M}$$

Le score d'interférence est calculé d'après les totaux ou totaux corrigés (et non les scores T) obtenus aux trois sous-tests, à l'aide de cette formule:

$$I = CM - \text{CM prédit}$$

Figure 7. Calcul du score d'interférence selon Golden, extraite de « Traumatisme cranio-encéphalique » (27).

CM désigne le nombre de couleurs identifiées sur la planche couleur des mots en 45 secondes. C'est le nombre de couleurs identifiées sur la planche rectangle de couleur en 45 secondes et M le nombre de mots lus sur la planche mots en noir en 45 secondes (27). Le test informatisé donne des résultats prétraités et ne permet pas de calculer ce score de manière directe. Néanmoins, il peut se calculer en utilisant les données enregistrées. En effet, on dispose du temps (en ms) nécessaire pour lire un mot dans chaque circonstance. Ainsi, CM correspondrait au temps nécessaire pour identifier la couleur dans les conditions « *consistent* » des blocks 1 et 2. C correspondrait au temps nécessaire pour identifier la couleur dans les conditions « *single feature* » des blocks 5 et 6. Enfin, M correspondrait au temps nécessaire pour la lecture des mots dans les conditions « *single feature* » des blocks 3 et 4. On peut donc en déduire les valeurs nécessaires au calcul du score d'interférence.
Par le test informatisé, il est aussi possible d'exploiter un autre score d'interférence avec la variable « *cost* » (le coût de l'interférence en termes de lecture de mot) (29).
Ce sont donc ces données qui ont été analysées.

2.5.2 Méthodologie de l'étude

2.5.2.1 Objectif primaire

Les tests ont été réalisés dans le service de Médecine Physique et Réadaptation du CHRU de Brest à l'Hôpital Morvan et dans le Centre de Médecine du Sport de la ville de Brest. Pour chaque participant, ont été réalisés une épreuve isocinétique, des mesures biométriques, un examen clinique, des questionnaires, une spirométrie et des tests de Stroop. Les tests de Stroop ont été effectués sur ordinateur dans une pièce à l'écart, avec le logiciel PEBL Stroop Test, Version 0.2 (31). Des consignes écrites (disponibles en annexe 1) et orales pour la réalisation du test ont préalablement été fournies aux participants. Les tests de Stroop ont été

effectués en rotation avec les épreuves sportives et les tests aérobies. Les tests étaient effectués par 6 sous-mariniers par jour : 3 réalisaient l'épreuve d'isocinétisme et le test de Stroop le matin pendant que les 3 autres faisaient les tests VO_2 max. Les rôles étaient inversés dans l'après-midi. Le recueil de données a été effectué en deux parties pour chaque participant de l'étude : un premier recueil avant le départ en patrouille et un second recueil au retour de la patrouille. Le recueil des données avant la patrouille a été effectué deux à trois mois avant l'embarquement et consistait en un questionnaire biographique, les épreuves physiques et le test de Stroop. Celui après la patrouille a été effectué entre un et sept jours suivant l'arrivée à la base et consistait en un questionnaire de retour et les mêmes épreuves physiques ainsi qu'un second test de Stroop.

2.5.3 Objectif secondaire

Une revue de la littérature a été effectuée afin d'identifier des variables influant sur la vigilance et pouvant être retrouvées chez les sous-mariniers. La recherche documentaire a été effectuée initialement par une recherche directe sur moteur de recherche Google. Cette recherche a ensuite été conduite à partir de Pub Med et Science Direct (Elsevier). Les mots clés utilisés étaient : Stroop (test de Stroop), vigilance (en français et en anglais), attention (en français et en anglais), *alertness*, *arousal* ; ainsi que le *Mesh term arousal*. Puis une recherche plus ciblée a été effectuée spécifiquement dans la Revue de Médecine et Armées et sur Intrasan (site intranet du service de santé). De plus, une communication orale du Dr CANINI au Val De Grâce a apporté des informations à cette recherche.

2.5.4 Analyse statistique

Le NSN (nombre de sujets nécessaires) n'a pas été calculé puisque le nombre de sujets inclus est celui de la thèse initiale. On choisit un degré de significativité $p < 0,05$. Le logiciel enregistrant les résultats du test de Stroop calculait les temps de réaction moyens (pour chaque type de stimulus dans chaque bloc), le taux d'erreur moyen (pour chaque type de stimulus dans chaque bloc). Il enregistrait aussi le nombre de mots lus dans chaque condition (*consistent, conflict, single feature, facilitation*). Ces résultats étaient présentés sur le logiciel à la fin des tests et ont été copiés sous format Word au moment de l'étude initiale. Pour la réalisation de la présente analyse, ces résultats ont été saisis sur un tableau Excel. Les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant un test de t Student apparié pour la comparaison de moyennes, au moyen du logiciel Epiinfo.

2.6 Calendrier de l'étude

Les mesures avant patrouille ont été effectuées les 14 et 17 novembre 2011, les 23, 24 et 26 janvier 2012, les 13, 14 et 15 mars 2012 et les 23, 28 et 29 août 2012. Les mesures en retour de patrouille ont été réalisées les 23 et 25 mai 2012, les 12 et 13 juillet 2012, les 6 et 7 septembre 2012 et les 20 et 21 décembre 2012. La recherche documentaire a été effectuée entre mai 2015 et septembre 2016. Les données ont été analysées entre juin et septembre 2016.

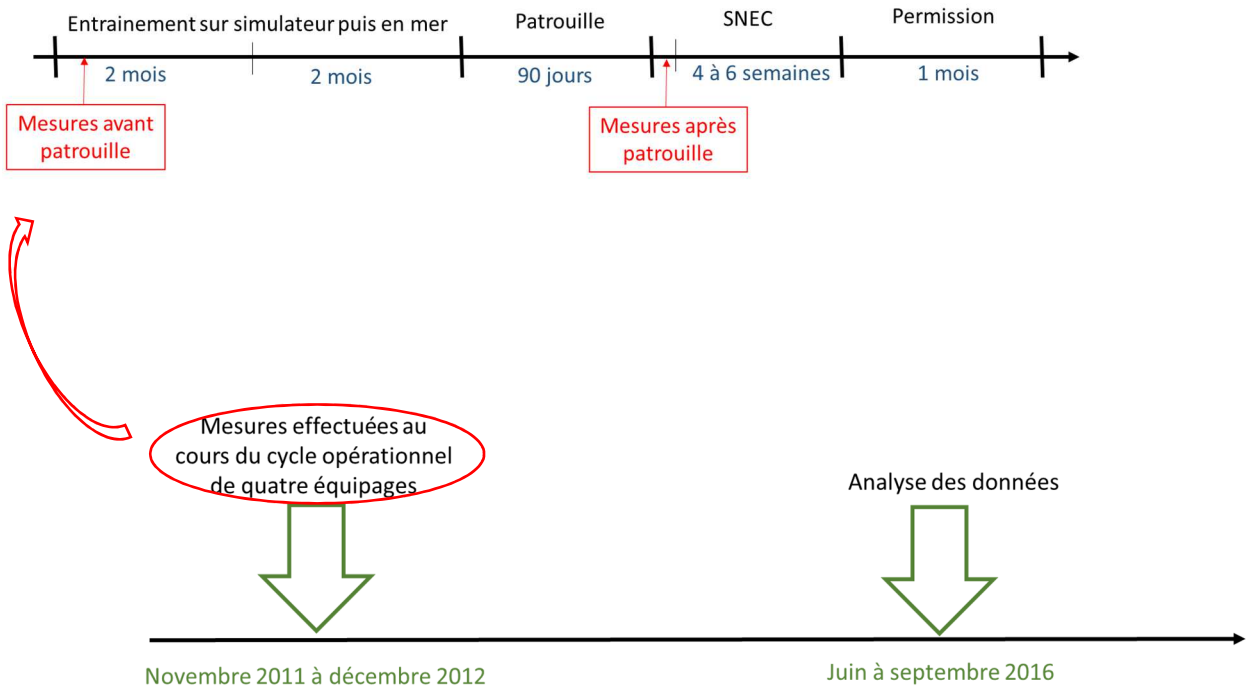


Figure 8. Schéma du calendrier de l'étude.

3 RESULTATS

3.1 Description de la population étudiée

Quarante-huit sous mariniers s'étaient portés volontaires pour cette étude. L'analyse a porté sur 33 sujets selon le *flowchart* présenté.

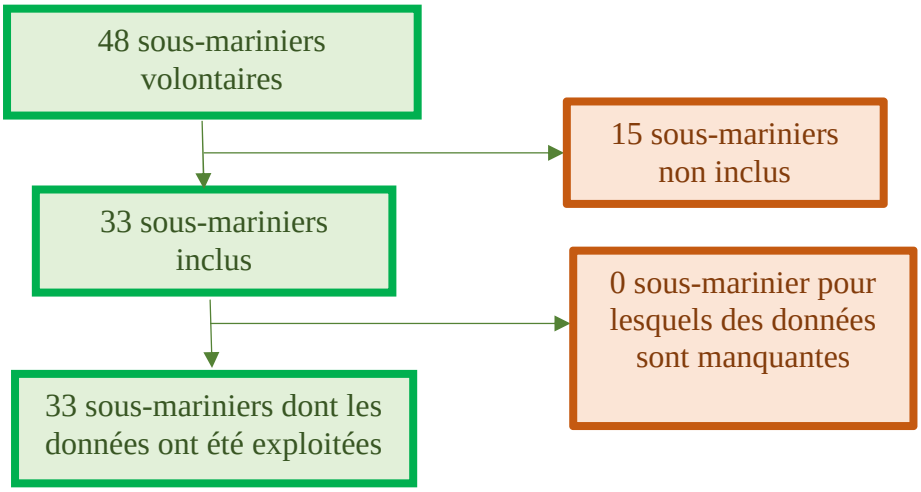


Figure 9. Flow chart.

La population était constituée uniquement d'hommes dont l'âge moyen était de 29,5 ans (écart-type 4,3) et l'ancienneté en sous-marin était en moyenne de 6,3 ans (écart-type 4,7). La durée de la patrouille était en moyenne de 64,5 jours (écart-type 2,1).
Le reste des caractéristiques de la population est présenté dans le tableau I.

Caractéristique	Fréquence (%)	Effectif (total = 33)
	Equipage	
Téméraire bleu	18,2	6
Triomphant rouge	18,2	6
Terrible bleu	30,3	10
Terrible rouge	33,3	11
	Grade	
Maitre	45,5	15
Premier maitre	12,1	4
Quartier maitre	6,1	2
Second maitre	36,4	12
	Emplois	
Détecteur	3	1
Electricien	24,2	8
Electrotechnicien	3	1
Mécanicien	48,5	16
OPS (opérateur sonar)	3	1
Plongeur	3	1
SITEL (télécommunication)	12,1	4
Torpilleur	3	1
	Rythme de travail	
Cinquième	3	1
Quart	33,3	11
Sixième	6,1	2
Tiers	57,3	19

Tableau I. Données démographiques de la population de l'étude.

3.2 Etats de vigilance

3.2.1 Temps de réaction

Les résultats des temps de réaction sont présentés dans le tableau II. Ce sont les moyennes des délais moyens de temps de réaction de chaque participant pour chaque bloc lors du premier test et du deuxième test. Les temps de réaction sont exprimés en unité logarithmique.
Il y avait une diminution non significative des temps de réaction moyens. Seule la moyenne des temps de réaction du bloc 4 – 4 (qui correspond à la condition avec stimuli sous formes de XXXX en couleur et réponses sous la même forme) montrait une augmentation non significative. En outre, la diminution des temps de réaction des blocs 2 – 2 (qui correspond à la condition de stimulus de couleur conflictuelle et de réponses de couleur consistante) et 6 – 2 (qui correspond à la condition de stimuli de couleur conflictuelle et de réponses sous forme de XXX de couleur) était significative.

	1er test		2ème test		(p)
	Moyenne	*Ecart type*	*Moyenne*	*Ecart type*	
Bloc 1 - 1	6,5858	0,1877	6,5074	0,1694	0,6695
Bloc 1 - 2	6,7688	0,1967	6,6759	0,1775	0,6523
Bloc 1 - 3	6,6262	0,1932	6,5715	0,1696	0,3737
Bloc 2 - 1	6,4998	0,1805	6,4531	0,1787	0,0999
Bloc 2 - 2	**6,6165**	**0,1877**	**6,5602**	**0,1903**	**0,0248**
Bloc 2 - 4	6,5273	0,1869	6,4615	0,1741	0,4615
Bloc 3 - 1	6,5562	0,1822	6,5308	0,1894	0,2423
Bloc 3 – 2	6,6575	0,1705	6,6045	0,1678	0,3954
Bloc 3 – 3	6,5739	0,1619	6,5316	0,1841	0,4535
Bloc 4 - 1	6,5829	0,1674	6,5571	0,1960	0,1026
Bloc 4 - 2	6,7898	0,1720	6,7895	0,2087	0,0632
Bloc 4 - 4	6,6166	0,1717	6,6378	0,1884	0,1557
Bloc 5 -1	6,4907	0,1599	6,4612	0,1724	0,2062
Bloc 5 -2	6,7171	0,1672	6,6739	0,1955	0,8827
Bloc 5 - 3	6,5373	0,1667	6,5049	0,1413	0,3566
Bloc 6 - 1	6,4333	0,1640	6,4072	0,1774	0,2125
Bloc 6 - 2	**6,5755**	**0,1815**	**6,5362**	**0,2075**	**0,0061**
Bloc 6 - 4	6,4756	0,1481	6,4255	0,1446	0,0854

Tableau II. Comparaison des temps de réaction du test de Stroop avant et après patrouille.

3.2.2 Taux d'erreur

Les résultats des taux d'erreurs sont présentés dans le tableau III. Ce sont les moyennes des taux d'erreur moyens par bloc lors des deux tests. Il y avait une augmentation significative des taux d'erreurs pour les blocs 2 – 1 (qui correspond à la condition stimuli de couleur consistante et réponses de couleur consistante), 2 – 2 (qui correspond à la condition stimuli de couleur conflictuelle et réponses de couleur consistante), 3 – 1 (qui correspond à la condition stimuli de couleur consistante et réponses en noir), 3 – 3 (qui correspond à la condition stimuli en noir et réponses en noir), 4 – 1 (qui correspond à la condition stimuli de couleur consistante et réponses en noir), 4 – 2 (qui correspond à la condition stimuli de couleur conflictuelle et réponses en noir) et 5 – 3 (qui correspond à la condition stimuli en noir et

réponses en XXX de couleur). La diminution des taux d'erreur des blocs 1 – 3, 2 – 4 et 6 – 4 était non significative. Pour les autres blocs, l'augmentation était non significative.

	1er test		**2ème test**		**(p)**
	Moyenne	*Ecart type*	*Moyenne*	*Ecart type*	
Bloc 1 - 1	0,0097	0,0133	0,0139	0,0146	0,6771
Bloc 1 - 2	0,0497	0,0548	0,0673	0,0492	0,8287
Bloc 1 - 3	0,0145	0,0175	0,0127	0,0223	0,4948
Bloc 2 -1	**0,0176**	**0,0198**	**0,0255**	**0,0241**	**0,0000**
Bloc 2 - 2	**0,0010**	**0,0322**	**0,0509**	**0,0534**	**0,0021**
Bloc 2 - 4	0,0279	0,0331	0,0261	0,0271	0,1004
Bloc 3 - 1	**0,0236**	**0,0257**	**0,0261**	**0,0402**	**0,0002**
Bloc 3 – 2	0,0418	0,0422	0,0424	0,0441	0,2331
Bloc 3 – 3	**0,0285**	**0,0292**	**0,0291**	**0,0317**	**0,0047**
Bloc 4 - 1	**0,0261**	**0,0281**	**0,0315**	**0,0415**	**0,0153**
Bloc 4 - 2	**0,0739**	**0,0706**	**0,1109**	**0,1198**	**0,0243**
Bloc 4 - 4	0,0376	0,0370	0,0527	0,0505	0,5028
Bloc 5 -1	0,0152	0,0180	0,0194	0,0271	0,6616
Bloc 5 -2	0,0909	0,0613	0,0939	0,0653	0,2013
Bloc 5 - 3	**0,0004**	**0,0211**	**0,0279**	**0,0346**	**0,0001**
Bloc 6 - 1	0,0170	0,0181	0,0291	0,0305	0,6266
Bloc 6 – 2	0,0394	0,0372	0,0491	0,0613	0,0541
Bloc 6 - 4	0,0364	0,0330	0,0358	0,0323	0,9968

Tableau III. Comparaison des taux d'erreur du test de Stroop, avant et après patrouille.

3.2.3 Interférence et « cost »

3.2.3.1 Score d'interférence

Le score d'interférence moyen des sous-mariniers lors du premier test de Stroop était de 35,4944 (écart type = 8,7129) et de 37,0934 (écart type = 7,5824) au deuxième test. La différence n'était pas significative (p = 0,2496).

3.2.3.2 Cost

Les résultats pour le « *cost* » sont présentés dans le tableau IV. Il y avait une diminution du « *cost* » de manière générale, une seule étant significative. Trois conditions avaient un « *cost* » qui augmente : *color* 1-2 (qui correspond à une plus grande difficulté pour lire la couleur des stimuli dans les conditions de réponses de couleur consistante), NC 3-4 (qui correspond à une plus grande différence de temps de dénomination des mots et d'identification des couleurs dans les circonstances de réponses en noir) et *color* 5-6 (qui correspond à une plus grande difficulté pour identifier les couleurs dans les conditions où les réponses sont des XXX colorés).

	1er test		**2ème test**		**(p)**
	Moyenne	*Ecart type*	*Moyenne*	*Ecart type*	
Name 1-2	-119	85	-78	85	0,7165
Color 1-2	-65	47	-69	66	0,6461
NC 1-2	-54	115	-10	108	0,7338
Name 3-4	-65	74	-49	59	0,5880
Color 3-4	**-143**	**86**	**-129**	**106**	**0,0025**
NC 3-4	78	107	79	125	0,6194
Name 5-6	-138	79	-132	106	0,8775
Color 5-6	-73	53	-82	80	0,3585
NC 5-6	-65	103	-51	115	0,6915

Tableau IV. Comparaison du « Cost » lors du test de Stroop, avant et après patrouille

3.3 Confrontation aux données de la littérature

3.3.1 Facteurs modifiant la vigilance

3.3.1.1 Facteurs physiologiques

- Fatigue physique et mentale :

Le **rythme veille-sommeil** est étroitement lié à la qualité du sommeil et toute perturbation du sommeil entraîne des troubles de la vigilance. Le sommeil a un rôle de maintien de la vigilance au cours de la journée. Ainsi, une mauvaise qualité de sommeil induit elle aussi des troubles de la vigilance. De plus, une privation de sommeil, qu'elle soit aigue ou chronique, entraîne une baisse de la vigilance (notamment par augmentation de la pression homéostatique). Cette baisse de la vigilance se traduit par une augmentation des temps de réaction et de leur variabilité ainsi qu'une augmentation des taux d'erreurs lors de tests dédiés. Elle est aussi mesurable par une augmentation des accidents au travail (25, 37, 18, 33).

Par ailleurs, la **fatigue mentale** occasionne des troubles de la vigilance. De même qu'une privation de sommeil entraîne une fatigue se manifestant par une somnolence voire même de brefs épisodes d'endormissement en période d'éveil. Une trop grande charge de travail entraîne une fatigue mentale qui occasionne une baisse de vigilance. Ainsi, une hypovigilance est constatée après 4 heures de travail continu et, dès 20 à 30 minutes d'attention soutenue, des troubles apparaissent et se manifestent par une augmentation de temps de réaction et de taux d'erreurs lors de tests cognitifs (25, 18, 38).

En outre, le **travail posté** est défavorable pour la vigilance. En effet, ce type de travail entraîne des troubles du sommeil et des troubles attentionnels. Des troubles de la vigilance sont corrélés au travail de nuit ou irrégulier. Ces troubles sont inhérents au travail de nuit puisque le sommeil de jour est de moins bonne qualité et que, physiologiquement, la vigilance est moindre la nuit. A cela s'ajoute le problème de la désynchronisation déjà évoquée (36, 35, 39, 40, 41, 36, 42, 43).

- Forme physique :

L'**augmentation de l'IMC** (indice de masse corporelle) induit une diminution de la vigilance secondaire à des troubles du sommeil. En effet, on constate une diminution linéaire de la quantité de sommeil avec l'augmentation de l'IMC (44). De plus, en cas d'augmentation de l'IMC, on induit un syndrome d'apnées du sommeil qui provoque une somnolence diurne (5).

Le **régime alimentaire** peut lui aussi jouer sur la vigilance. Ainsi, l'hyperphagie ou un apport en glucides lents induisent le sommeil. En revanche, un apport glucidique dans un contexte d'activité physique est bénéfique sur la vigilance. Un apport protéique permet quant à lui de favoriser la vigilance chez les sujets fatigués. De manière générale toutefois, le régime alimentaire n'a pas d'impact sur la vigilance chez les personnes ayant un sommeil normal et il faut se contenter de conserver un régime lipo-protidique équilibré et éviter les erreurs de régimes occasionnant des troubles du sommeil pour conserver une bonne vigilance (25, 44).

L'**activité physique**, quant à elle, stimule la vigilance par libération d'adrénaline et de dopamine. Cette sécrétion d'hormone est en décroissance dès 10 minutes d'arrêt de l'effort et l'effet sur la vigilance disparait donc à la fin de l'exercice. On note cependant, qu'en cas d'activité physique dépassée (trop intense), les temps de réaction augmentent. Il existe donc un niveau optimal d'activité physique pour stimuler la vigilance. Par ailleurs, le travail d'endurance permet de stabiliser les sécrétions endocriniennes et un sujet entrainé a un meilleur niveau de base et un exercice optimal plus élevé. Enfin, il a été constaté une diminution des temps de réaction pérenne chez des personnes âgées effectuant une activité physique régulière (22, 25, 45, 46).

3.3.1.2 Facteurs psychologiques

- Caractéristiques de la tâche à accomplir :

La monotonie des tâches à effectuer est défavorable pour la vigilance. La monotonie se définit par des stimulations sensorielles constantes et répétitives. On retrouve une forme de monotonie dans les tâches à champ visuel réduit, avec un faible nombre d'informations, sans stimulation extérieure, avec un bruit constant, en condition de faible luminosité, de température élevée, d'isolement, … Le manque de travail ou une tâche répétitive inhibe le contrôle supérieur de l'attention et induit donc une décroissance de la vigilance (43, 13, 38).

A l'inverse, la nouveauté stimule la vigilance. Cependant, un trop grand nombre d'informations peut aussi jouer le rôle de distraction et trop de travail peut occasionner une

fatigue. Il y a donc un niveau optimal de stimulation et de travail qui permet le maintien des performances (18, 38).

Par ailleurs, le circuit de la récompense, par le biais de la dopamine, joue un rôle favorable sur l'attention. Ainsi, plus une personne est motivée par sa tâche et plus elle sera attentive (18, 47).

- Humeur, anxiété :

Il existe un lien indéniable entre l'humeur et la vigilance. Les troubles thymiques et anxieux, même infra-cliniques, engendrent des troubles cognitifs, dont des troubles de la vigilance. Les troubles thymiques entrainent une désynchronisation par modification des rythmes circadiens (avec par exemple avance de phase de la température centrale, disparition de la montée plasmatique de mélatonine vers 3h, hypersécrétion de cortisol vers 10h30), mais toute modification de l'humeur a un retentissement sur les performances (23, 13, 48).

Le stress, comme d'autres facteurs influant la vigilance, peut à la fois stimuler et diminuer la vigilance. Un stress aigu est plutôt favorable s'il est contrôlé et stimule la vigilance : là encore il existe un niveau optimal. A l'inverse, un stress chronique est défavorable (18, 25).

3.3.1.3 Environnement

Les troubles de la vigilance occasionnés par l'environnement sont surtout décrits en termes de productivité ou de performances. Même si des conditions légèrement inconfortables peuvent stimuler la vigilance sur le court terme, elles peuvent devenir des distractions et diminuer la vigilance à long terme. L'inconfort est donc relié à une baisse de la productivité. De nombreux facteurs sont impliqués ; on les retrouve dans l'OSI (*occupationnal stress indicator*) qui explore la dimension environnementale de la productivité. Cet indicateur explore la température, la ventilation, la qualité de l'air, la luminosité, le bruit et l'espace de travail, qui sont les facteurs environnementaux influant sur la vigilance (49, 50, 47).

Ainsi, un **environnement confiné** est défavorable à la productivité (50).

Une bonne **qualité de l'air** est importante pour le maintien de la vigilance. Cette qualité est principalement jugée sur le taux de CO_2 mais aussi, les taux de composés organiques volatils, et de particules fines. Il a été constaté une augmentation des taux d'erreur à des tests de vigilance en cas de mauvaise qualité de l'air. Cette qualité de l'air est fondamentale en sous-marin, puisque les sous-mariniers restent dans le même environnement en permanence. Certaines études préconisent un biomonitoring afin de contrôler tous ces paramètres et s'assurer du maintien de la vigilance (51, 52, 3, 24).

Il y a un probable effet indirect du **taux de ventilation** d'une pièce et l'ouverture des fenêtres en salle classe a un effet favorable sur les performances. Il n'y a pas de niveau optimal défini pour l'aération d'une pièce et le niveau d'aération favorable est *a priori* personne-dépendant (51, 53).

La **température** a un impact sur les performances. Une température de plus de 27°C est défavorable et une température inférieure à 10°C diminue les fonctions cognitives même encore quelques minutes après le retour à 25°C. De plus, on constate une diminution de 2% des performances pour les températures de 25 à 32°C en comparaison des performances mesurées à des températures de 21 à 25°C. Le niveau optimal est de 22 à 26°C pour les températures confortables, mais une température de 20°C stimule la vigilance dans les situations nécessitant de la vigilance, même si cette température est perçue comme légèrement inconfortable. De manière générale, des températures de 20 à 23°C sont favorables pour les performances (54, 49, 53).

Le **bruit** modifie les performances intellectuelles. Il est pourvoyeur de troubles de la vigilance de manière directe, mais aussi de manière indirecte car il induit un sommeil de

mauvaise qualité et du stress. A l'inverse, le confort acoustique augmente les performances (55, 49, 48).

La **lumière** est le plus fort synchronisateur du cycle nycthéméral. Son effet sur la vigilance est très étudié. On constate qu'une exposition lumineuse adéquate diminue la fatigue en contrecarrant la pression de sommeil et une lumière de moins de 2000 lux induit de la somnolence (14, 26, 25, 39, 56). Pendant le jour, la lumière bleue a un effet positif sur la vigilance. Cependant cette lumière bleue peut être inconfortable et ne doit donc pas être trop intense (34, 57, 49). Pendant la nuit, une exposition à une lumière chaude colorée favorise la vigilance d'autant plus qu'elle est intense. Les temps de réaction nocturnes sont meilleurs avec une exposition lumineuse. Trois mille lux serait le niveau optimal d'intensité lumineuse. Cependant une lumière nocturne présente pendant le sommeil induit entre autre une désynchronisation. La lumière pendant la nuit est donc défavorable en condition standard, mais elle favorise le maintien de la vigilance en condition de travail de nuit ou de travail posté (26, 57, 35, 58).

3.3.1.4 Substances psychoactives

Il découle de la physiologie de la vigilance que les neurotransmetteurs sont des modulateurs de la vigilance. Ainsi, la dopamine, la scopolamine, la noradrénaline, la sérotonine entre autres modifient la vigilance. Par ailleurs, toute substance psychoactive aura un effet sur la vigilance. On peut citer la caféine, le modafinil, la nicotine, la tyrosine, les amphétamines comme substances favorisant la vigilance. A l'inverse, il existe plus de 1000 produits pouvant altérer la vigilance, comme par exemple, les hypnotiques, l'alcool, la mélatonine (16, 25, 17, 18).

3.3.2 Facteurs observables dans l'étude

Notre étude ne permettait pas d'observer tous ces facteurs.

Ni la qualité ni la quantité de sommeil n'ont pu être évaluées. Aucun questionnaire n'a été réalisé pendant l'étude pour essayer d'objectiver une fatigue chez les sous-mariniers, ni des troubles anxieux ou de l'humeur. Il n'y a pas eu non plus de contrôle sur l'alimentation ni sur la consommation de substance psychoactive dans notre étude. Le tabac est interdit à bord mais les sous-mariniers peuvent disposer de substituts nicotiniques durant la patrouille et il n'y a pas eu de contrôle sur la consommation des fumeurs au moment des tests. La consommation de caféine et d'alcool, qui sont les substances théoriquement à disposition, n'a pas été évaluée ni même l'utilisation d'hypnotiques.

Par ailleurs, certains facteurs n'étaient pas modifiables, tels que la qualité des tâches à accomplir, ou la motivation des sous-mariniers pour effectuer leurs tâches. Les conditions environnementales étaient toutes les mêmes pour les sous-mariniers. Le système de filtrage de l'air en assure une bonne qualité même s'il n'y avait pas d'aération possible, ce qui est plutôt en faveur de bonnes conditions pour la vigilance. En revanche l'espace était confiné. Il n'y avait pas dans notre étude de données concernant la température et l'intensité sonore durant la patrouille. Les données de la littérature indiquent une intensité lumineuse faible. Elle est variable selon les postes occupés et régie par une instruction technique mais aucun poste ne permet une intensité lumineuse supérieure à 2000 lux et l'intensité lumineuse moyenne sur 24 heures en sous-marin ne dépasse pas les 300 lux (14). Ces éléments sont en défaveur de la vigilance.

En revanche, nous disposions d'informations concernant l'activité physique, l'IMC et les rythmes de travail.

Ainsi, parmi les 33 sous-mariniers de l'étude, cinq n'avaient pas fait de sport durant la patrouille. Les autres avaient effectué entre 30 minutes et six heures de sport par semaine. La comparaison des résultats des tests de Stroop entre les deux groupes est présentée en Figure 10.
Les temps de réaction étaient augmentés dans le groupe des sous-mariniers n'ayant pas fait de sport en patrouille en comparaison de ceux ayant fait du sport. Les différences étaient non significatives. Il n'y avait pas de tendance précise pour les taux d'erreurs ni pour le *cost*. Les différences étaient non significatives sauf pour le *cost color* 5-6 (*cost* plus important pour le groupe avec sport) et NC 5-6 (*cost* moins important pour le groupe avec sport).

L'IMC des sous-mariniers présentait une augmentation significative après la patrouille avec un IMC initial = 24,83 (écart type 2,5999) et un IMC après patrouille = 25,29 (écart type 2,3161) ($p = 0,0068$). Cependant nous ne disposons pas d'une valeur seuil à partir de laquelle l'élévation de l'IMC serait suffisante pour modifier la vigilance. Il n'a donc pas été possible de définir de groupe : un premier avec IMC stable et un second avec un IMC augmenté pour comparer leurs résultats aux tests de Stroop.

Les sous-mariniers de l'étude avaient tous des rythmes de travail de type travail posté même si les rythmes étaient différents suivant les postes occupés. Devant le faible effectif des sous-mariniers de l'étude et la grande variabilité des postes occupés, les modifications des résultats au test de Stroop dans chaque spécialité n'ont pas été analysées.

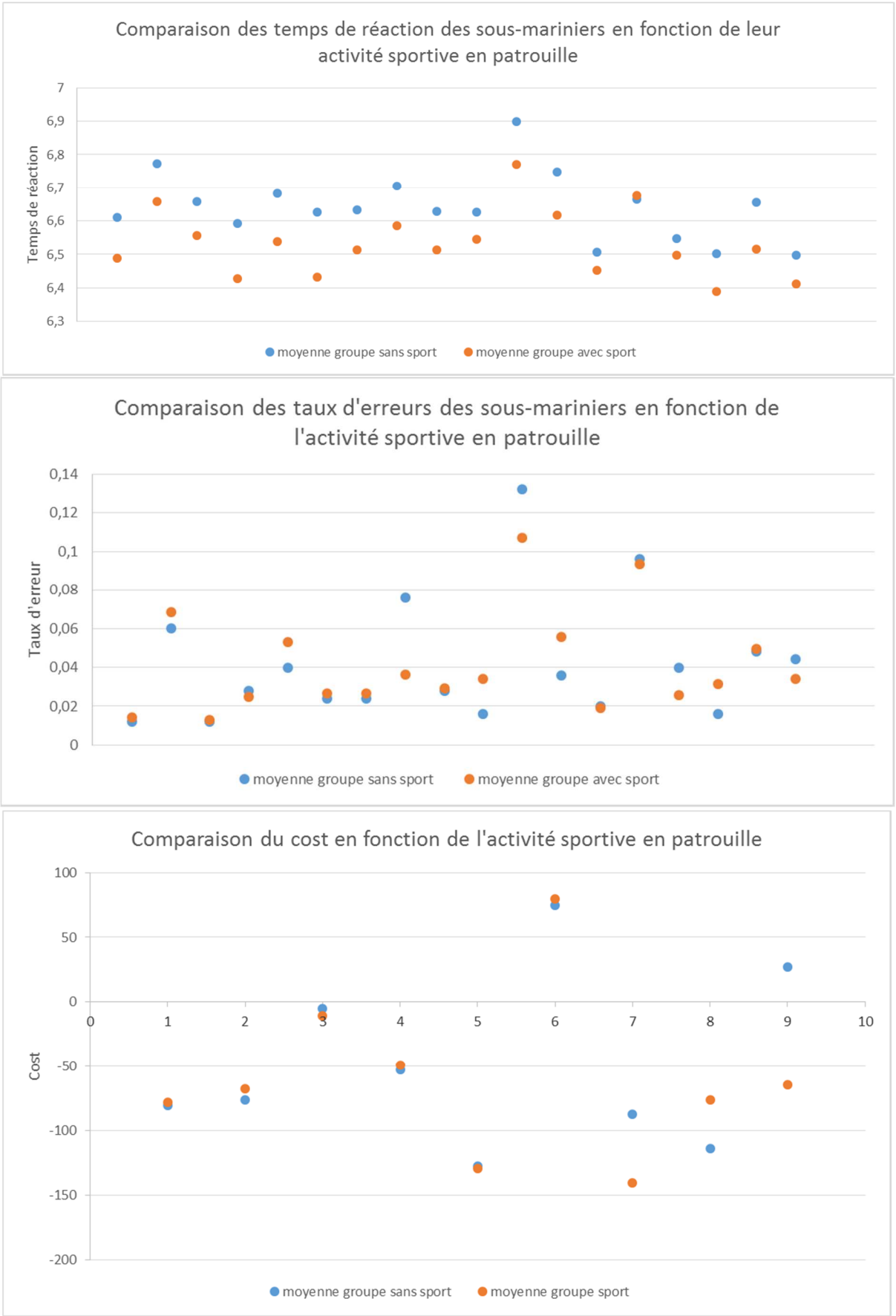


Figure 10. Graphiques comparant les résultats au test de Stroop des sous-mariniers ayant pratiqué du sport pendant la patrouille en comparaison de ceux n'en ayant pas pratiqué.

La revue de la littérature a permis d'identifier des facteurs modifiants la vigilance potentiellement présent chez les sous-mariniers. Les données de l'étude ne permettaient pas toutes d'explorer les effets de ces facteurs chez les sous-mariniers. On pourrait donc résumer les effets des facteurs retrouvés dans la littérature chez les sous-mariniers dans le tableau V.

Facteurs influant la vigilance de manière positive		**Facteurs influant la vigilance de manière négative**		**Facteurs non vérifiés**
Présents	***Supposés***	***Présents***	***Supposés***	
Activité sportive	Motivation pour le travail	Espace confiné	Tâches à accomplir monotones	Alimentation
	Qualité de l'air	Faible luminosité	Absence d'aération	Consommation de substance psychoactives
		Rythme de travail par quart	Troubles de l'humeur ou anxieux	Température
		Prise de poids	Fatigue, troubles du sommeil	Intensité sonore

Tableau V. Résumé des facteurs modifiants la vigilance a priori présents chez les sous-mariniers de l'étude.

4 DISCUSSION

4.1 Discussion des résultats

4.1.1 Objectif principal

L'objectif principal de cette étude était d'explorer les troubles de la vigilance chez les sous-mariniers avant et après patrouille. Dans la majorité des cas, les temps de réaction et les variables explorant l'interférence (score d'interférence et « *cost* ») ne montrent pas de différences significatives voire pour certains une amélioration entre le test avant patrouille et le test au retour de patrouille. Il y a par contre une augmentation significative du taux d'erreurs dans un certain nombre de condition lors du test de Stroop au retour de patrouille par rapport à celui réalisé avant la patrouille. Ceci irait dans le sens d'une baisse de la vigilance modérée à la suite de la patrouille.

Des études antérieures retrouvent des troubles de la vigilance chez les sous-mariniers.

Ainsi, dans une étude portant sur 23 sous-mariniers, des troubles de la vigilance ont été retrouvés, probablement en lien avec une faible luminosité et des troubles de l'humeur. L'humeur était mesurée par questionnaire d'Hamilton et POMS, les performances cognitives par trois tests (attention avec conflit, mémoire déclarative et fluence verbale), le sommeil était étudié par actimétrie et questionnaire, et enfin des dosages urinaires de 6-sulfatoxymélatonie étaient réalisés. Ces mesures étaient effectuées avant départ, à 20 puis 50 jours après le départ en patrouille puis une semaine et deux mois après le retour. Une dégradation de l'humeur et des capacités cognitives ainsi que des troubles du sommeil étaient constatés chez les sous-mariniers au cours de la patrouille. Ces troubles étaient plus importants chez les travailleurs par quart que hors quart et avec une récupération moins rapide en fin de patrouille (40).

Une autre étude portant sur 120 sous-mariniers explore les troubles de la vigilance et de l'attention. Les sous-mariniers devaient remplir des questionnaires permettant d'explorer la somnolence, la fatigue et la qualité de sommeil et réaliser des tests comprenant un PVT (*psychomotor vigilance test*) et d'un test de « go no go ». Les mesures étaient effectuées deux semaines après un retour de mission, avant de partir en mission et quelques semaines avant le retour de patrouille. Les plaintes de somnolence, fatigue et la mauvaise qualité de sommeil préexistent lors de la première mesure mais s'aggravent au cours de la mission. Les résultats du PVT et du test de « go no go » sont altérés lors des deux dernières mesures en comparaison de la première (41).

Une étude portant sur 24 sous-mariniers a étudiée les effets d'une patrouille sur leurs performances neurocognitives. Des mesures ont été effectuées sept jours avant le départ en patrouille puis deux fois au cours de la patrouille puis quatorze jours après le retour et enfin 40 jours après le retour. Ces mesures comprenaient entre autre des cahiers de sommeil et des mesures par actimètres qui montrent une diminution du temps et de la qualité du sommeil pendant la patrouille. Les facultés neurocognitives étaient mesurées par quatre tests : rappel libre et indicé, test de Stroop, *Isaacs set test* et jeu de mémoire. Les résultats sont en faveur d'une diminution de la vigilance et de difficultés de concentration avec notamment une diminution de l'attention sélective (59).

Des résultats contradictoires sont retrouvés chez soldats des forces spéciales américaines embarquées en sous-marins. L'étude portait sur 22 SEAL (membres des forces spéciales de la marine américaine) déployés pendant 33 jours par sous-marin. Des batteries de tests physiques et cognitifs ont été réalisées par ces soldats immédiatement avant départ et au retour de ce déploiement. Il n'a pas été trouvé de trouble de la vigilance, au contraire de troubles de l'humeur ont été identifiés et jugés plus importants que chez les sous-mariniers en

poste. Ces soldats présentaient par ailleurs une diminution de leurs performances physiques et une augmentation de leurs plaintes médicales (60).

Les résultats observés dans notre étude montrent peu de troubles de la vigilance soit parce qu'il n'y a pas de trouble de la vigilance chez les sous-mariniers qui sont des sujets jeunes en bonne santé, sélectionnés et entrainés, soit par ce que les conditions de cette étude a pu les minimiser avec un nombre insuffisant de sujets. On peut également faire l'hypothèse que le test de Stroop n'était pas le plus approprié pour cette population car trop facile à réaliser et trop éloigné des conditions de travail opérationnel (62) ou encore que le test a minimisé les temps de réactions initiaux du fait de la méconnaissance du test lors du premier passage.

4.1.2 Objectif secondaire

On retrouve des facteurs diminuant la vigilance dans les conditions de vie en sous-marins : travail posté, manque de luminosité, travail répétitif. Les comparaisons concernant les résultats au test de Stroop des sous-mariniers ayant fait du sport ou non en patrouille sont délicates à interpréter compte tenu du faible nombre de sous-mariniers.

D'autres recherches vont dans ce sens. La luminosité en sous-marins étant inférieure à 300 lux, la lumière ne peut pas jouer son rôle de synchronisateur. Des troubles de l'humeur semblables à ceux d'une dépression saisonnière voire du WOS (*winter-over syndrom*) sont constatés et ils induisent des troubles de la vigilance (14, 59).
D'autres études relatent des troubles anxieux et de l'humeur ainsi que des troubles cognitifs *a minima* chez les sous mariniers, tout en identifiant des facteurs protecteurs que sont la sélection des sous-mariniers, leur entrainement et la cohésion du groupe (13).
Il est reconnu que le sous-marin est un environnement anxiogène, bruyant et confiné et que cela induit une diminution des performances cognitives (48).

Des études réalisées dans des conditions environnementales et de travail similaires, mais hors sous-marins, décrivent des troubles de la vigilance chez les travailleurs. Ainsi, en centrale nucléaire dans les pays nordiques en hiver, est envisagée une exposition lumineuse plus intense que celle utilisée habituellement (similaire à celle utilisée en sous-marin) pour les travailleurs postés. On constate ainsi une amélioration vis-à-vis de la somnolence et de la vigilance chez ces travailleurs dans les conditions plus lumineuses (57). Chez des travailleurs de nuit lors de la construction d'un tunnel, des troubles de la vigilance sont constatés et sont d'autant plus importants que ces travailleurs sont jeunes et inexpérimentés (56).

4.2 Limites de l'étude

Un biais de sélection peut être soulevé puisque seuls les volontaires sont revenus pour le deuxième test de Stroop. Nous n'avons pas accès à la raison pour laquelle ils n'ont pas réalisé les deuxièmes tests mais la fatigue a pu en être une raison.
Un biais de mesure réside dans le test en anglais. Cela modifie les résultats des tests par rapport à la population générale. Ainsi, il est plus facile de faire abstraction d'un mot écrit en anglais par rapport à un mot écrit en français pour des francophones. Il y aura donc moins d'effet d'interférence. A l'inverse, la lecture du mot peut être ralentie par la langue. On aura donc des scores d'interférence moins révélateurs. Les résultats obtenus sont donc difficilement comparables à ceux de la population générale. Par ailleurs, un facteur de progression a été montré lors de la réalisation de test de Stroop, avec une stabilisation des résultats au troisième passage du test seulement (27). Or les sous-mariniers ont réalisé le test

pour la première fois avant le départ et une deuxième fois au retour de patrouille. La progression due à la perte de nouveauté du test a pu masquer une diminution des temps de réaction par diminution de la vigilance.
Le faible nombre de sujet est une autre limite qui diminue la puissance de l'étude.

Cependant, le test de Stroop informatisé qui a été utilisé est un apport vis-à-vis du test classique. En effet, il reproduit les conditions de travail des sous-mariniers et évite probablement une partie de l'effet de progression retrouvé sur les tests de Stroop manuels grâce à la répartition aléatoire des stimuli.
L'absence de contrôle sur les conditions de réalisation des tests (sommeil, prise de psychotropes, activité physique, alimentation) reflète à la fois la réalité des conditions de travail des sous-mariniers mais est aussi un écueil possible puisque certains auraient pu améliorer leurs réponses de manière artificielle au retour de patrouille.
La population représentative des sous-mariniers travaillant de manière postée et l'absence de données manquantes sont des points forts de cette étude. De même que le choix du test, approprié pour explorer les troubles de la vigilance. Enfin, le test informatisé permet l'obtention de meures stables en s'affranchissant de la fluctuation due à l'examinateur.

4.3 Pistes à développer pour de futures études

D'autres études paraissent donc nécessaires pour explorer les troubles de la vigilance chez les sous-mariniers avec un test de vigilance présenté avant le déroulé de l'étude, des mesures subjectives et objectives, un meilleur contrôle des conditions de mesure et des mesures réalisées en cours de patrouille.

Devant la nécessité de maintenir un niveau de vigilance compatible avec l'opérationnalité, des contres mesures peuvent être envisagées. Ainsi plusieurs pistes ont déjà été explorées. La luminothérapie, l'instauration de sieste, le réengagement volontaire de l'attention, le mindfullness (qui se définit comme un état d'esprit alliant flexibilité mentale, stabilité émotionnelle, vigilance et de « *situationnal awarness* » traduisible comme conscience de la situation) ou les TOP (Techniques d'Optimisation du Potentiel) sont des pistes qui ont été envisagées dans les différentes armées, par les chercheurs ou en conduite automobile afin de diminuer les troubles de la vigilance (25, 17, 37, 61). La poursuite d'études évaluant l'apport de ces différentes techniques sur la vigilance est nécessaire afin de contrebalancer au mieux les conditions défavorables sur la vigilance que sont les conditions de travail opérationnel.

5 CONCLUSION

Les circonstances de travail particulières des sous-mariniers sont réputées pour induire des troubles de la vigilance d'origine multifactorielle. Dans notre étude, ces troubles de la vigilance ont été explorés par réalisation de tests de Stroop informatisés avant départ de patrouille et au retour de celle-ci. Chez les 33 sous-mariniers de l'étude, on retrouve surtout une perturbation de la vigilance à travers l'augmentation du taux d'erreur au cours du test de Stroop. Les temps de réaction et les scores d'interférence ne montrent pas de différence significative. Par ailleurs, l'étude des différents facteurs ayant un impact sur la vigilance révèle que les conditions de vie en sous-marin seraient défavorables au maintien d'une vigilance adéquate. Des contre-mesures sont déjà connues et établies pour contrebalancer ces conditions de travail défavorables et seraient à envisager et à évaluer au sein des sous-marins.

BIBLIOGRAPHIE

1. Wikipédia. (page consultée le 30/01/2016). Sous-marin nucléaire lanceur d'engins, (Internet). https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Sous-marin_nucl%C3%A9aire_lanceur_d%27engins&oldid=122284014
2. Ministère de la Défense, Marine Nationale. Sous-marinier à bord d'un sous-marin nucléaire d'attaque. Les métiers de la Marine. 2007. (Métier passion).
3. Pleil JD, Hansel A. Submarines, spacecraft and exhaled breath. J Breath Res. 2012 Mar 1;6(1):019001.
4. Lafferrerie C, Labarthe F, Castagnet X, De Carbonnières H. Le service de santé des forces sous-marines. Etat des lieux, bilan et perspectives. Médecine et armées. 2011;39(3):199-204.
5. Vampouille PM. Evolution de l'IMC et de l'estimation du risque cardiovasculaire lors d'un cycle en Sous-marin Nucléaire Lanceur d'Engin. (Thèse de Doctorat en Médecine). Université de Brest-Bretagne occidentale; 2012.
6. Les Sous-marins Nucléaires Lanceurs d'Engins. (Page consultée le 30/01/2016). (Internet). http://www.defense.gouv.fr/marine/equipements/sous-marins/sous-marins-nucleaire-lanceurs-d-engins/les-sous-marins-nucleaires-lanceurs-d-engins
7. Franco P. Pradel H. Base opérationnelle de l'Ile Longue. Cols Bleus. 2016 avril;(3047):17–27.
8. Nguyen A. Performances aérobies et évaluation isocinétique des sous-mariniers avant et après patrouille (Thèse de Doctorat en Médecine). Université de Brest-Bretagne occidentale; 2013.
9. Guibert N. Armée française : les femmes autorisées à bord des sous-marins. Le Monde.fr. 15/04/2014 (Page consultée le 5/01/2017). (Internet). http://www.lemonde.fr/societe/article/2014/04/15/armee-francaise-les-femmes-autorisees-a-bord-des-sous-marins_4401351_3224.html
10. DCSSA. INSTRUCTION N° 500/DEF/DCSSA/PC/MA du 14 octobre 2015 relative à l'aptitude médicale à la navigation sous-marine.
11. Travailler dans la Marine nationale : la vraie vie à bord du sous-marin nucléaire "le Téméraire". Letudiant.fr. (page consultée le 30/01/2016). (Internet). http://www.letudiant.fr/metiers/metiers---portraits-de-pros/travailler-dans-la-marine-nationale-la-vraie-vie-a-bord-du-sous-marin-nucleaire-le-temeraire-11660.html
12. Petit guide de l'apprenti sous-marinier. (Page consulté le 5/01/2017). (Internet). http://www.defense.gouv.fr/marine/organisation/forces/forces-sous-marines/petit-guide-de-l-apprenti-sous-marinier
13. Nicolas J, Bruge-Ansel T. Contraintes subies par les équipages de sous-marins et troubles psychiatriques. 2011;39(2):151–6.
14. Baert P, Trousselard M, Du Retail C, Delhomme A, Cayla J, Coste O. Intensité lumineuse à bord des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins. 2010;38(4):291–8.
15. Rey A. Le Grand Robert de la Langue Française. 2ème édition. Dictionnaires Le Robert; 2001.
16. Michel B, Rameau P, Serratrice G. L'attention. EMC - Neurologie 2000:1-9 (Article 17-022-E-70).
17. Gabaude C. Les défauts d'attention au volant : définitions, état des connaissances et pistes de recherches pour la prévention des risques routiers. Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement. 2010 Jun;71(3):533–6.
18. Oken BS, Salinsky MC, Elsas SM. Vigilance, alertness, or sustained attention: physiological basis and measurement. Clinical Neurophysiology. 2006 Sep;117(9):1885–901.
19. Le cerveau à tous les niveaux. (Page consultée le 27/11/2016). (Internet). http://lecerveau.mcgill.ca/avance.php

20. Structures et circuits de l'état de veille. (Page consultée le 27/11/2016). (Internet). http://acces.ens-lyon.fr/acces/ressources/neurosciences/sommeil/DossierScientifSommeil/EtatVeille/StructurCircuitEtatVeille
21. Pilli R, Naidu M, Pingali UR, Shobha JC, Reddy AP. A computerized stroop test for the evaluation of psychotropic drugs in healthy participants. Indian J Psychol Med. 2013 Apr;35(2):180–9.
22. Monod H, Flandrois R. Rôle des sécrétions hormonales au cours des activités physiques. In: Physiologie du sport. Bases physiologiques des activités physiques et sportives. 3ème ed. Paris : Masson; 1994. p. 144–67.
23. Poirel C, Ennaji M. Paradigmes chronobiologiques de la vie mentale et neurosciences cliniques. L'Encéphale. 2000 Oct;26(5):57–66.
24. Gorgoni M, Ferlazzo F, Ferrara M, Moroni F, D'Atri A, Fanelli S, et al. Topographic electroencephalogram changes associated with psychomotor vigilance task performance after sleep deprivation. Sleep Medicine. 2014 Sep;15(9):1132–9.
25. Sauvet F, Rabat A, Chennaoui M. Guide Pratique - Gestion du cycle veille-sommeil en milieu militaire. 2011.
26. Smolders KCHJ, de Kort Y a. W, Cluitmans PJM. A higher illuminance induces alertness even during office hours: findings on subjective measures, task performance and heart rate measures. Physiol Behav. 2012 Aug 20;107(1):7–16.
27. Vanier M. Test de Stroop. Traumatisme cranio-encéphalique. 1991. (Psychologique).
28. Le test de Stroop. vergiberation 2. 2012. (Page consultée le 30/01/2016). (Internet). https://vergiberation.wordpress.com/2012/05/07/le-test-de-stroop/
29. The Stroop Test. (Page consultée le 30/01/2016). (Internet). http://peblblog.blogspot.com/2010/05/stroop-test.html
30. Gualtieri CT, Johnson LG. Reliability and validity of a computerized neurocognitive test battery, CNS Vital Signs. Arch Clin Neuropsychol. 2006 Oct;21(7):623–43.
31. Mueller, S. T. (2013). The Psychology Experiment Building Language (Version 0.13) (Software). Available from http://pebl.sourceforge.net
32. Mueller ST, Piper BJ. The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. J Neurosci Methods. 2014 Jan 30;222:250–9.
33. Léger D, Bayon V, Metlaine A, Prevot E, Didier-Marsac C, Choudat D. Horloge biologique, sommeil et conséquences médicales du travail posté. Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement. 2009 Jun;70(3):246–52.
34. Vetter C, Juda M, Lang D, Wojtysiak A, Roenneberg T. Blue-enriched office light competes with natural light as a zeitgeber. Scand J Work Environ Health. 2011 Sep;37(5):437–45.
35. Rahman SA, Shapiro CM, Wang F, Ainlay H, Kazmi S, Brown TJ, et al. Effects of filtering visual short wavelengths during nocturnal shiftwork on sleep and performance. Chronobiol Int. 2013 Oct;30(8):951–62.
36. Surveillance médicoprofessionnelle des travailleurs postés et/ou de nuit. Méthode « Recommandations pour la pratique clinique ». Médecine du Sommeil. 2012 Oct;9(4):128–48.
37. Zidour D. Effets d'une sieste avant une garde aux urgences sur les performances mentales des internes de médecine. Université de la Méditerranée. Faculté de Médecine de Marseille; 2012.
38. Pattyn N, Neyt X, Henderickx D, Soetens E. Psychophysiological investigation of vigilance decrement: Boredom or cognitive fatigue? Physiology & Behavior. 2008 Jan 28;93(1–2):369–78.
39. Postnova S, Robinson PA, Postnov DD. Adaptation to shift work: physiologically based modeling of the effects of lighting and shifts' start time. PLoS ONE. 2013;8(1):e53379.

40. Coste O, Denis J, Van Beers P, Rabat A, Baert P, Trousselard M. Effets cumulés d'une exposition combinée à une faible intensité lumineuse et au travail posté sur le sommeil, l'humeur et les performances cognitives des sous-mariniers. Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology. 2012 Apr;42(3):152.
41. Hardouin J, Padlo F, Schmid B, Coste O, Chaumet G, Rabat A. Travail posté, somnolence, fatigue, attention et prise de risque du militaire : étude de terrain sur deux patrouilles de sous-marins nucléaires lanceurs d'attaque. 2012 avril;9(2):41.
42. Hardouin J, Padlo F, Chennaoui M, Rabat A. Travail en horaires atypiques : aggravation de la somnolence, de la fatigue et des performances cognitives avec un changement des horaires de nuit. Médecine du Sommeil. 2014 Jan;11(1):22.
43. Coblentz A-M, Cabon P. Effets de la monotonie et de l'organisation des horaires de travail sur la vigilance et la performance des opérateurs. EMC - Pathologie professionnelle et de l'environnement.1994;7(4):1-0 (Article 16-784-A-10).
44. Guezennec CY, Duclos M. Influence de la nutrition sur le sommeil et la vigilance. Cahiers de Nutrition et de Diététique. 2005 Jun;40(3):143–8.
45. Douze mois d'exercices de musculation permettent d'améliorer la fonction cognitive chez la femme âgée non institutionnalisée. Kinésithérapie, la Revue. 2015 Mar;15(159):17–8.
46. Kashihara K, Maruyama T, Murota M, Nakahara Y. Positive effects of acute and moderate physical exercise on cognitive function. J Physiol Anthropol. 2009 Jun;28(4):155–64.
47. Kershaw T, Lash D. Investigating the productivity of office workers to quantify the effectiveness of climate change adaptation measures. Building and Environment. 2013 Nov;69:35–43.
48. Vaernes RJ, Sandal G. Human reactions to deep-water conditions. Lancet. 2003 Dec;362 Suppl:s10–1.
49. Zomorodian ZS, Tahsildoost M, Hafezi M. Thermal comfort in educational buildings: A review article. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016 Jun;59:895–906.
50. Clements-Croome D, Baizhan L. Productivity and indoor environment. Proceedings of Healthy Buildings. 2000;1:629–34.
51. Twardella D, Matzen W, Lahrz T, Burghardt R, Spegel H, Hendrowarsito L, et al. Effect of classroom air quality on students' concentration: results of a cluster-randomized cross-over experimental study. Indoor Air. 2012 Oct;22(5):378–87.
52. Persson O, Ostberg C, Pagels J, Sebastian A. Air contaminants in a submarine equipped with air independent propulsion. J Environ Monit. 2006 Nov;8(11):1111–21.
53. Seppanen O, Fisk W. Some Quantitative Relations between Indoor Environmental Quality and Work Performance or Health. ASHRAE Research Journal. 2006.
54. Rupp RF, Vásquez NG, Lamberts R. A review of human thermal comfort in the built environment. Energy and Buildings. 2015 Oct 15;105:178–205.
55. Luporsi C. Guide de repérage en médecine de prévention 2015 – à l'usage des Médecins des Forces de la zone de Défense Est. 2015.
56. Lykouras D, Karkoulias K, Patouchas D, Lakoumentas J, Sampsonas F, Tranou M-K, et al. Experience and limited lighting may affect sleepiness of tunnel workers. BMC Res Notes. 2014;7:417.
57. Lowden A, Åkerstedt T. Assessment of a new dynamic light regimen in a nuclear power control room without windows on quickly rotating shiftworkers--effects on health, wakefulness, and circadian alignment: a pilot study. Chronobiol Int. 2012 Jun;29(5):641–9.
58. Cho JR, Joo EY, Koo DL, Hong SB. Let there be no light: the effect of bedside light on sleep quality and background electroencephalographic rhythms. Sleep Med. 2013 Dec;14(12):1422–5.
59. Joly G. Effet d'une mission longue durée sur SNLE sur les performances neurocognitives des sous-mariniers, « Influence du rythme de travail et des conditions

d’éclairement » (Thèse de Doctorat en Médecine). Université de Brest-Bretagne occidentale; 2009.
60. Fothergill DM, Sims JR. Aerobic performance of Special Operations Forces personnel after a prolonged submarine deployment. Ergonomics. 2000 Oct 1;43(10):1489–500.
61. Büssing A, Walach H, Kohls N, Zimmermann F, Trousselard M. Conscious Presence and Self Control as a measure of situational awareness in soldiers - A validation study. Int J Ment Health Syst. 2013;7(1):1.
62. Armstrong CM, Reger GM, Edwards J, Rizzo AA, Courtney CG, Parsons TD. Validity of the Virtual Reality Stroop Task (VRST) in active duty military. J Clin Exp Neuropsychol. 2013;35(2):113–23.

ANNEXES

Annexe 1 : Consignes remises aux participants avant le test de Stroop

Consignes pour le test STROOP

Le test que vous allez passer est un test d'attention soutenue. Il évalue vos capacités à maintenir votre attention sur une tache répétitive.
Ce test est en anglais : vous trouverez ci-dessous une traduction des consignes pour chaque épreuve. Vous aurez une première session de familiarisation avec le test, puis 6 sessions de chacune 50 essais. Le test n'est pas chronométré mais votre temps de réaction fait partie des paramètres enregistrés. Néanmoins, prenez le temps nécessaire pour bien répondre car le fait que le test soit en anglais peut rendre la tâche un peu plus complexe.
En cas de difficultés vous pouvez stopper là où vous en êtes et demander un conseil au médecin qui sera à proximité.
En fin de test, ne fermez pas la page qui va s'ouvrir. Le médecin doit clore lui-même la session.

Voici les consignes :

PRESENTATION :
Vous allez être testé sur votre capacité à lire des mots et la couleur dans laquelle ils sont écrits. Nous allons commencer avec une session d'entraînement. Appuyez sur n'importe quelle touche pour débuter.
Les chiffres correspondants aux couleurs sont ceux de la partie supérieure du clavier.

IDENTIFIER LE MOT :
La première session va évaluer votre capacité à lire les mots. Vous devez sélectionner le chiffre entre 1 et 4 correspondant au mot écrit. Ne tenez pas compte de la couleur dans laquelle le mot est écrit, seul le mot lui-même compte. Ex : Red choisir le 1 pour Red comme le mot et non le 2 pour green comme la couleur. Appuyez sur n'importe quelle touche pour débuter.

IDENTIFIER LA COULEUR :
Maintenant cette session va évaluer votre capacité à identifier la couleur dans laquelle les mots sont écrits. Choisissez le bon chiffre entre 1 et 4 correspondant à la couleur dans laquelle le mot est écrit sur l'écran sans tenir compte du sens du mot. Ex : Red choisir la touche 2 pour green et non la touche 1 pour red. Appuyez sur n'importe quelle touche pour débuter.

Les sessions vont ensuite s'alterner selon le même schéma :

session 3 : identifier le mot

session 4 : identifier la couleur

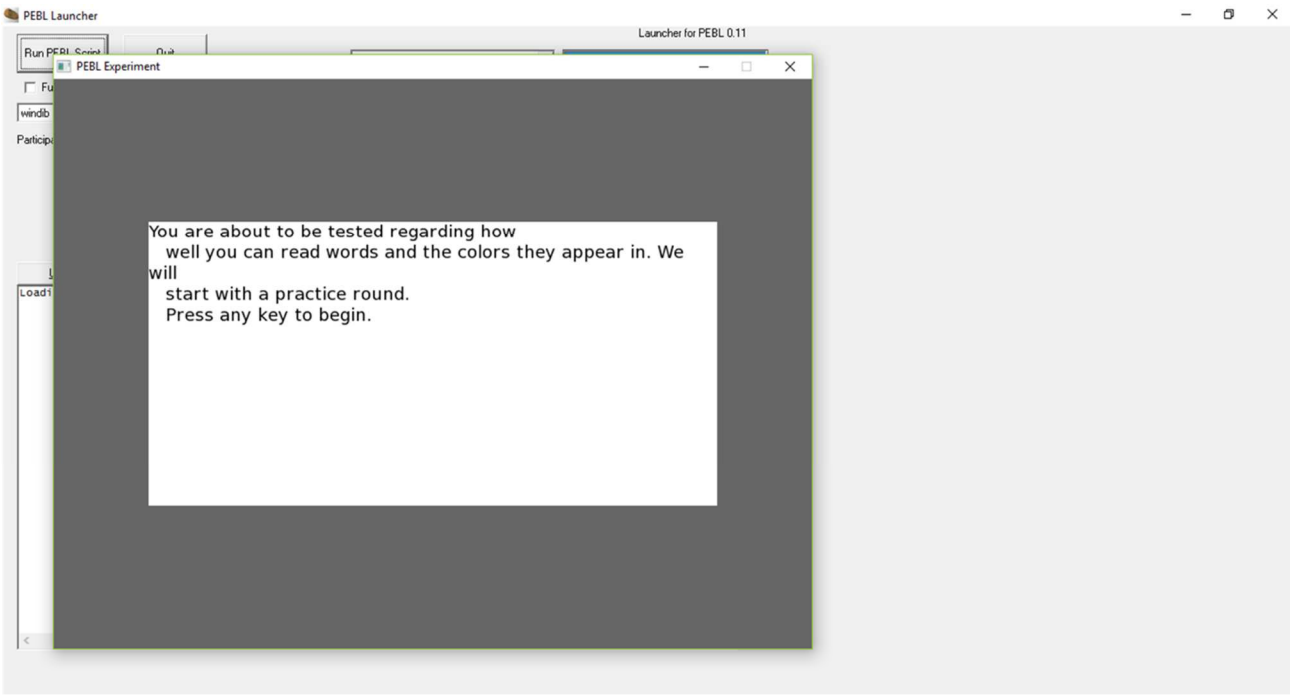
session 5 : identifier le mot

session 6 : identifier la couleur

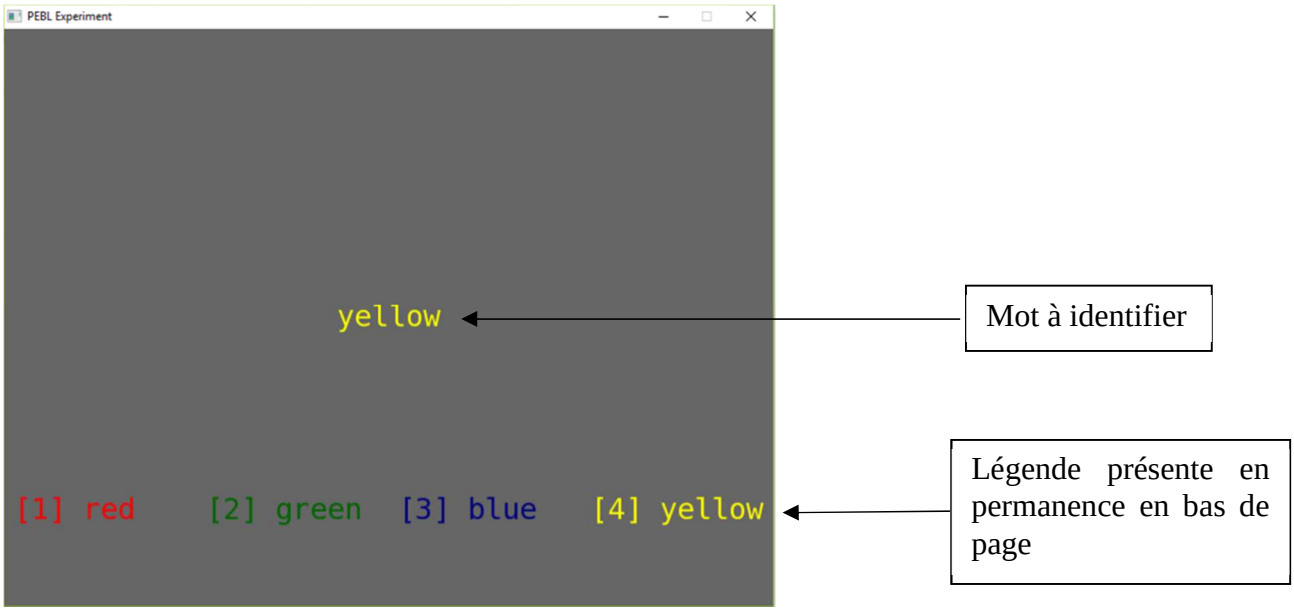
À fin du test une fenêtre va s'ouvrir avec une série de chiffres. Merci de ne pas la fermer et de laisser le médecin finir la session.

Annexe 2 : Copies d'écran du test de Stroop informatisé

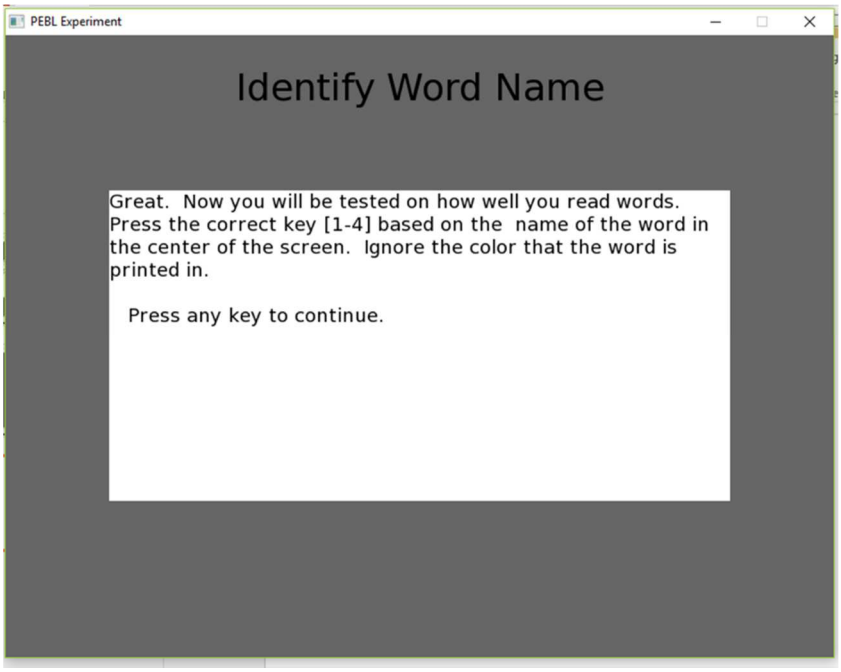
Ecran de départ



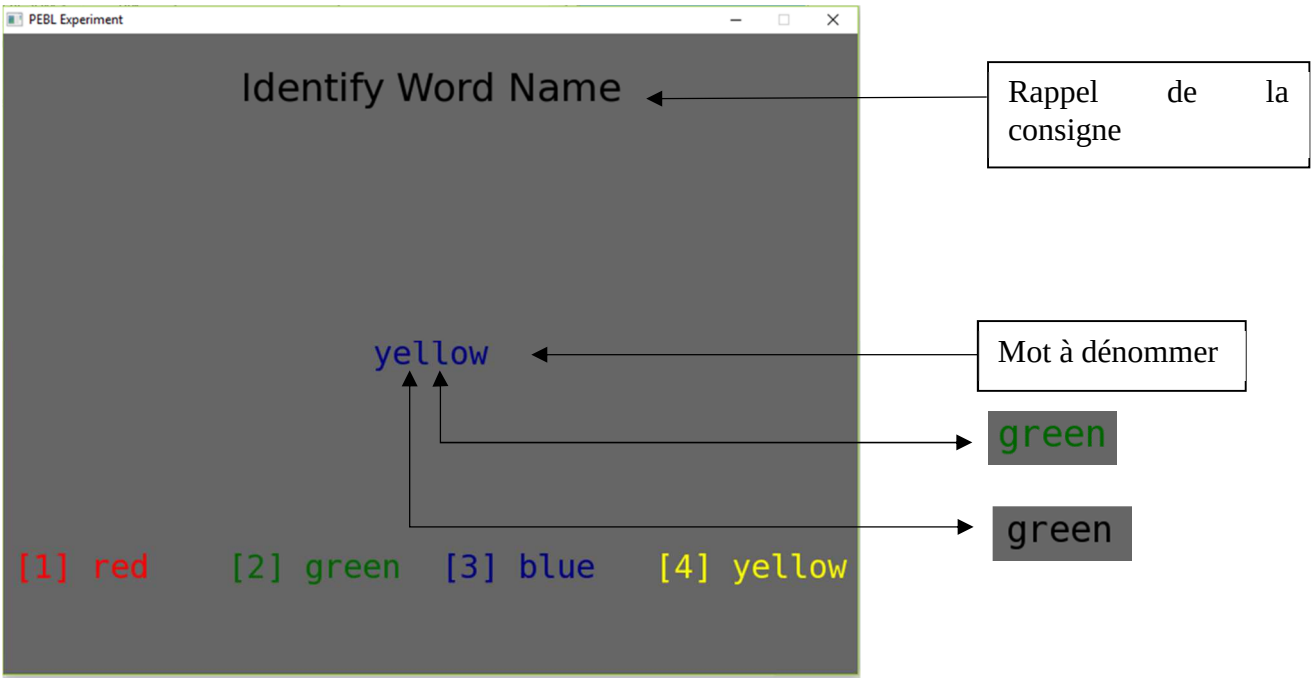
Présentation du block 0



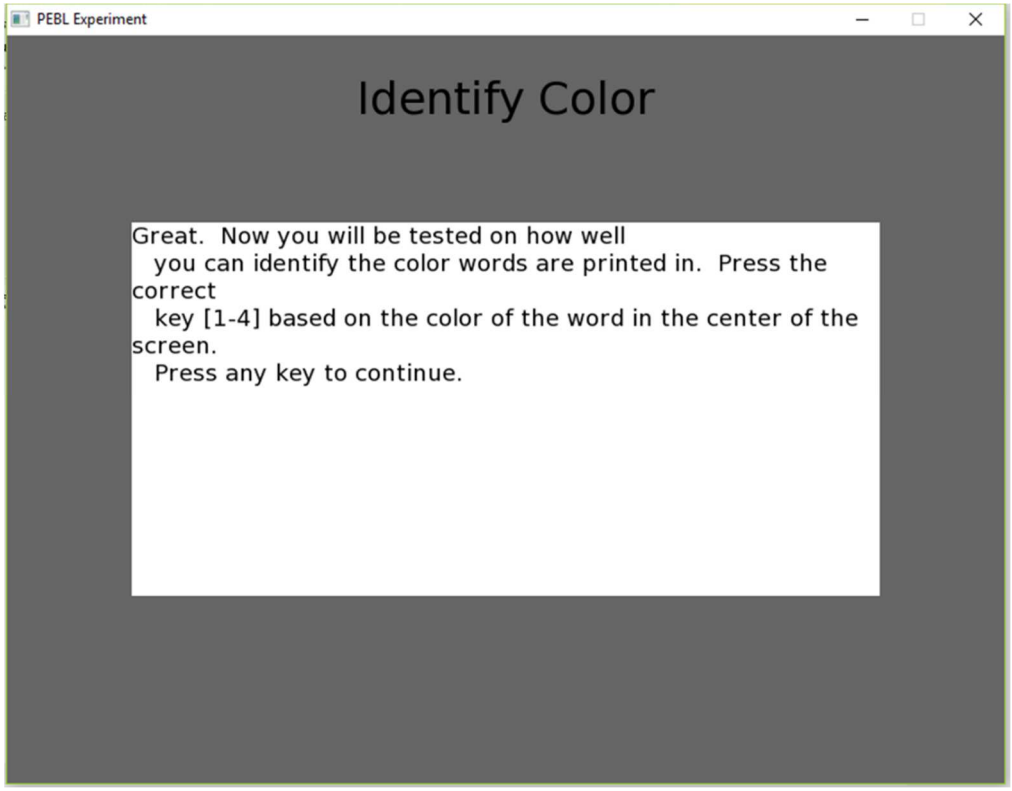
Consignes avant les parties de dénomination des mots (blocks 1, 3 et 5)



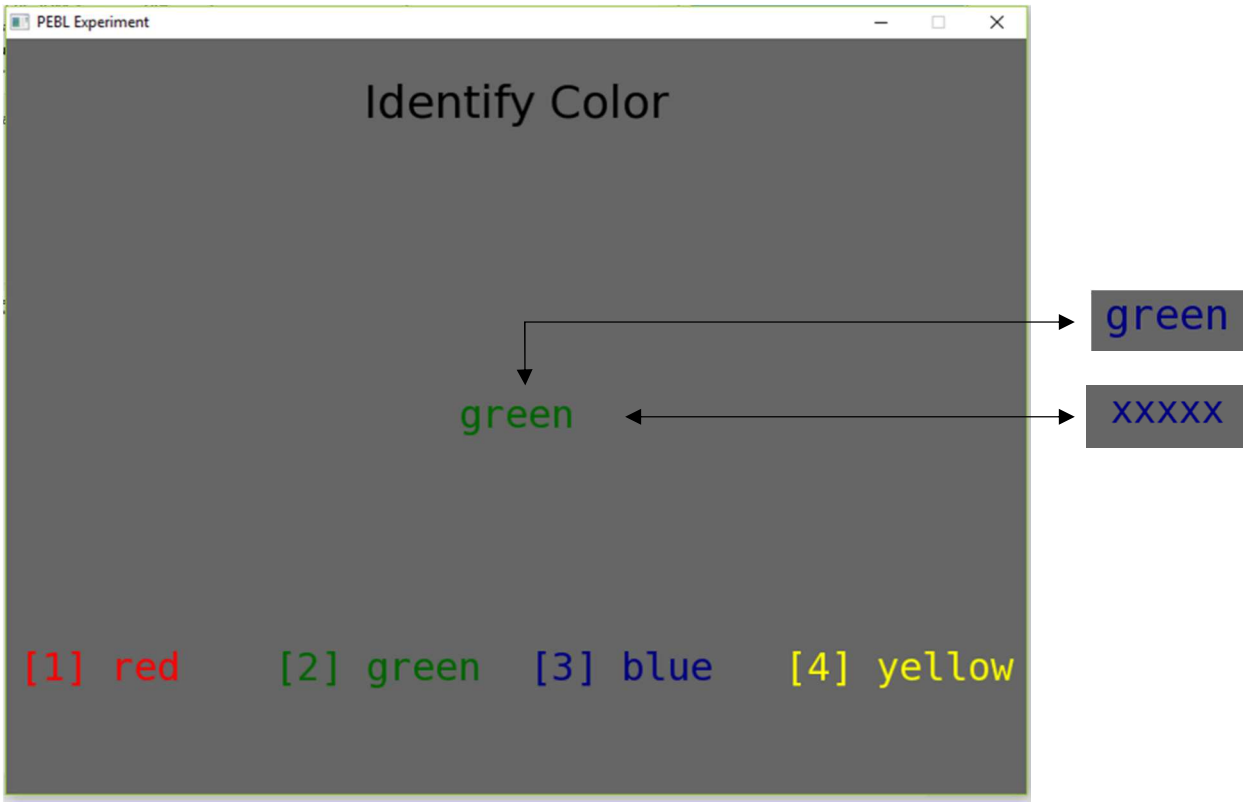
Exemple block 1



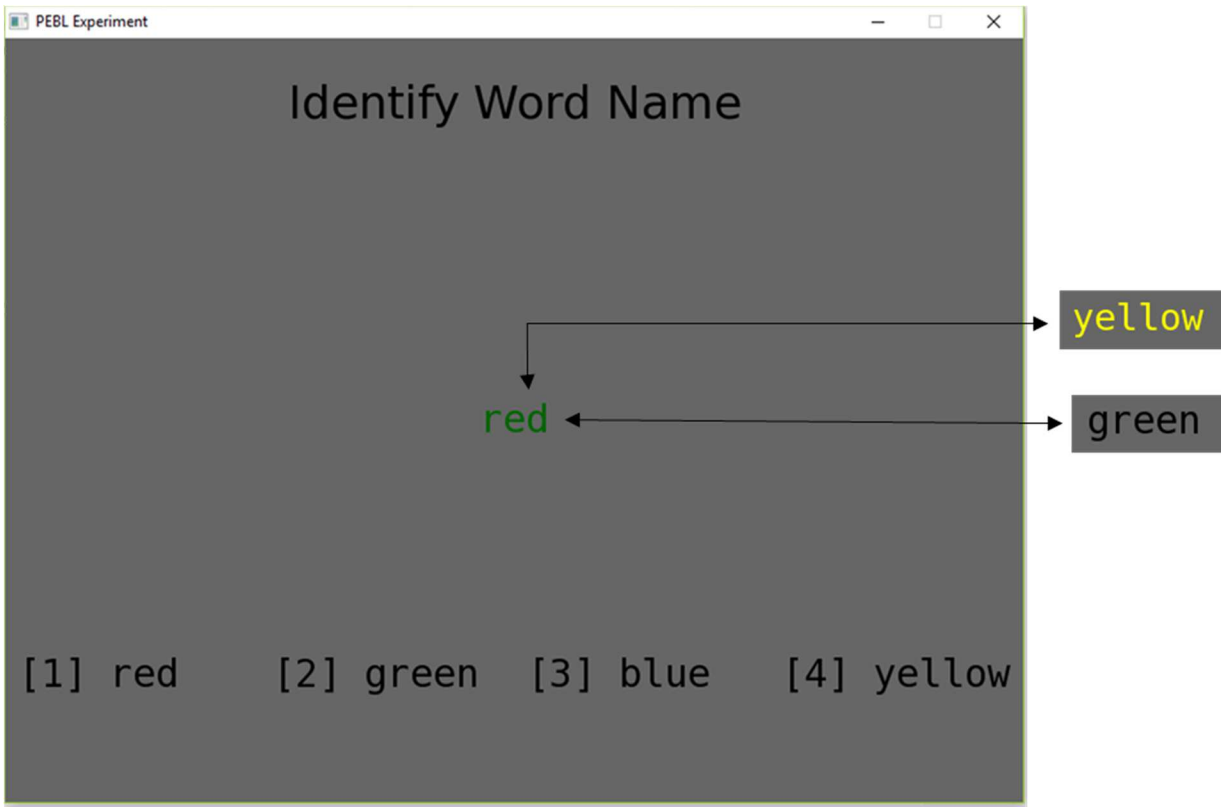
Consignes avant les blocs d'identification des couleurs (blocs 2, 4 et 6)



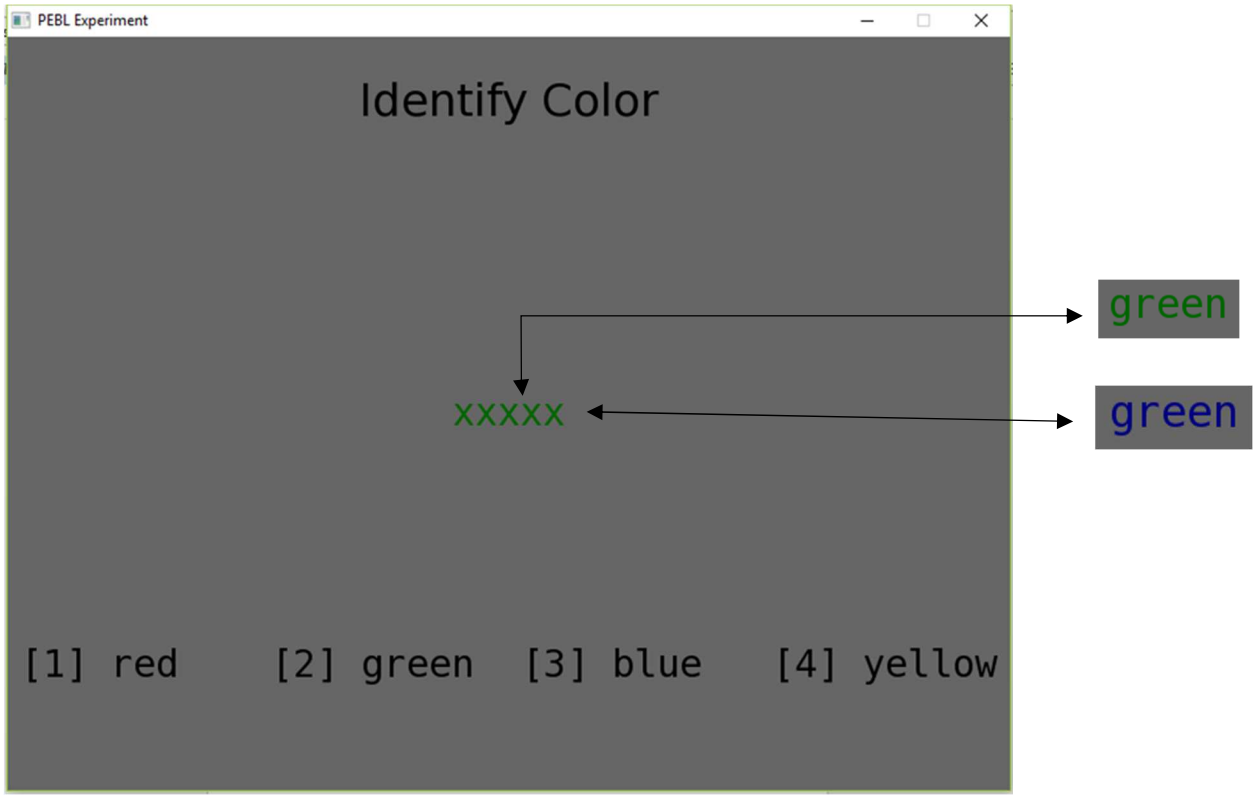
Exemple bloc 2



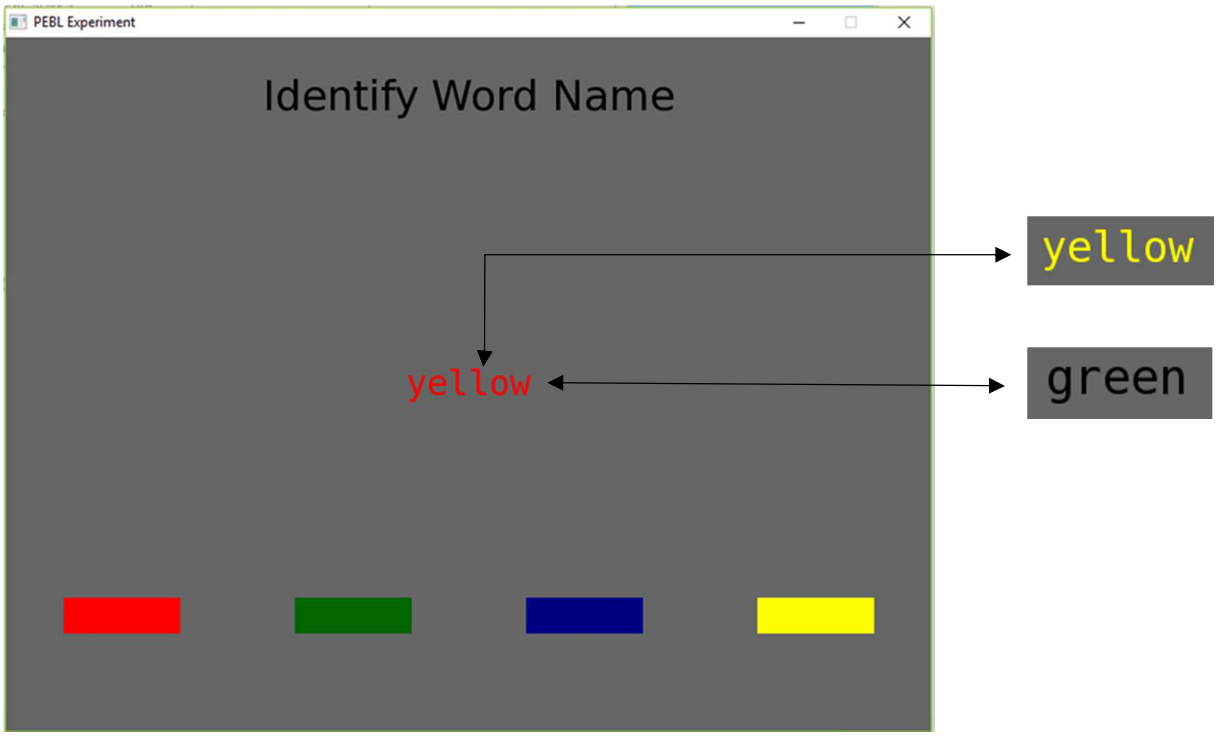
Exemple de bloc 3



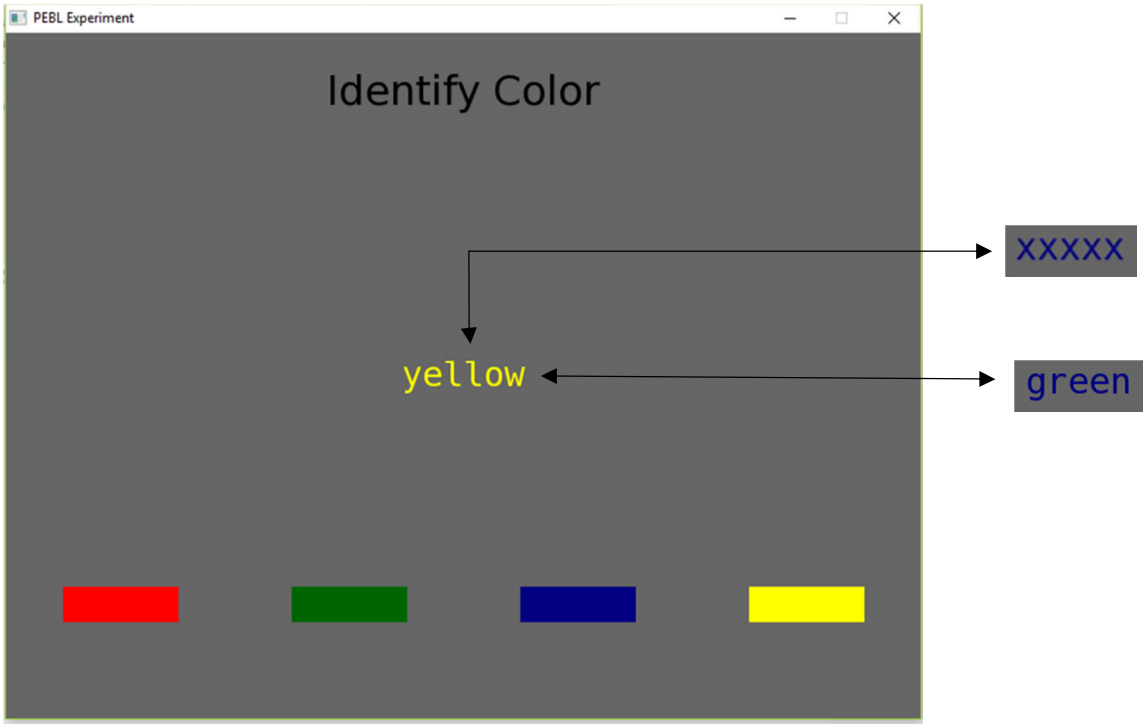
Exemple de bloc 4



Exemple de bloc 5



Exemple de bloc 6



Annexe 3 : Présentation d'une feuille de résultats

Loading filename:C:\Documents and Settings\Administrateur\Mes documents\pebl-exp.0.11\battery\stroop\stroop.pbl

---

Report for PEBL Stroop Test, Version 0.2

http://pebl.sf.net

(c) 2009 Shane T. Mueller, Ph.D.

PEBL Version 0.11

Thu Jan 26 14:54:04 2012

Participant Code: 0

This experiment tested interference effects between different types of information: color and word. Stimuli were colored words. Stimulus color could be in red, green, blue, yellow, or black (non-target color). Stimulus words could be 'red', 'green', 'blue', 'yellow', or 'xxxx'. Response labels could be 'red', 'green', 'blue', 'yellow' in consistent colors or in black, or could be color patches with no text. In these blocks, 'mixed' stimuli refer to blocks where the stimuli varied in both color and identity, but these mapping were not consistent with one another. The blocks included, in order:

Blocks 0-2 each had stimuli labels that were consistent (color and label name coincided)
0. A color-word consistent block, with color-word consistent response labels. This was practice.
1. A word-naming block, with color-inconsistent stimuli and color-consistent response labels.
2. A color- ID block, with inconsistent stimuli and consistent response labels.

Blocks 3-4 had response labels that were all in black.
3. A word-naming block, with inconsistent stimuli and response labels in black.
4. A color identification task of inconsistentt stimul, response labels in black.

Block 5-6 had response labels that were just colored rectangles
5. A word-naming block with inconsisntent stimuli and response labels as color patches.
6. A color - ID block with inconsisntent stimuli and response labels as color patches.

Description of stimulus conditions:
1. color name and color match. (consistent)
2. color name does not match color. (conflict)
3. color name normal; color is black (single-feature)
4. color name is 'xxxxx'; color is normal (single-feature)

Responses: Colored Names (Block 1-2)

Condition	Name	Color	(N-C)
Consistent	646	600	46
Conflict	659	714	-55

Single Feature 667 632 34

Facilitation 20 32 -13

Cost 7 -82 89

Responses: Black Names (Block 3-4)

Condition Name Color (N-C)

Consistent 612 675 -63

Conflict 759 675 83

Single Feature 645 625 20

Facilitation 33 -50 82

Cost -114 -51 -64

Responses: Colored Patches (Block 5-6)

Condition Name Color (N-C)

Consistent 545 543 1

Conflict 643 642 0

Single Feature 611 580 31

Facilitation 65 36 29

Cost -32 -63 30

==========

Detailed Mean Information (RT is in log-units)

==========

Block 1: Word naming, color-word responses

Error Rate:

Cond	num	med	mean	sd
1	50	0	0	0
2	50	0	0	0
3	50	0	0	0

Response Times:

Cond	num	med	mean	sd
1	50	6.433	6.472	0.274
2	50	6.473	6.491	0.226
3	50	6.504	6.503	0.168

Block 2: Color naming, color-word responses

Error Rate:

Cond	num	med	mean	sd
1	50	0	0	0
2	50	0	0	0
4	50	0	0.04	0.195

Response Times:

Cond	num	med	mean	sd

---

1 50 6.378 6.397 0.221

2 50 6.533 6.571 0.293

4 50 6.418 6.45 0.305

Block 3: Word naming, black word targets

Error Rate:

Cond num med mean sd

---

1 50 0 0 0

2 50 0 0.02 0.14

3 50 0 0 0

Response Times:

Cond num med mean sd

---

1 50 6.41 6.418 0.218

2 50 6.576 6.632 0.373

3 50 6.438 6.47 0.318

Block 4: Color naming, black word targets

Error Rate:

Cond num med mean sd

---

1 50 0 0.04 0.195

2 50 0 0.06 0.237

4 50 0 0.02 0.14

Response Times:

Cond num med mean sd

---

1 50 6.427 6.515 0.398

2 50 6.517 6.515 0.334

4 50 6.48 6.438 0.271

Block 5: Word naming, colored patch targets

Error Rate:

Cond num med mean sd

---

1 50 0 0 0

2 50 0 0.04 0.195

3 50 0 0.02 0.14

Response Times:

Cond num med mean sd

---

1 50 6.339 6.302 0.235

2 50 6.385 6.466 0.343

3 50 6.376 6.416 0.359

Block 6: Color naming, colored patch targets

Error Rate:

Cond	num	med	mean	sd
1	50	0	0	0
2	50	0	0	0
4	50	0	0	0

Response Times:

Cond	num	med	mean	sd
1	50	6.286	6.298	0.172
2	50	6.457	6.465	0.202
4	50	6.391	6.363	0.215

VU

NANCY, le **26 janvier 2017**
Le Président de Thèse

Professeur Bruno CHENUEL

NANCY, le **26 janvier 2017**
Le Doyen de la Faculté de Médecine

Professeur Marc BRAUN

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE/ 9440

NANCY, le **27 janvier 2017**

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE,

Professeur Pierre MUTZENHARDT

RESUME DE LA THESE :

Les sous-mariniers rencontrent des situations de travail particulièrement éprouvantes lors d'une patrouille. L'objectif de cette étude était d'évaluer les modifications de l'état de vigilance des sous-mariniers avant et après une patrouille puis de rechercher des facteurs modifiant la vigilance dans la littérature pour les confronter à ceux observés.
Il s'agit d'une thèse ancillaire, interprétant des résultats de tests de Stroop informatisés réalisés par 33 sous-mariniers avant une patrouille puis au retour de patrouille, ainsi que d'une revue de la littérature concernant les facteurs modifiants la vigilance.
Il n'y avait pas de différence significative sur les temps de réaction et les scores d'interférance chez les sous-mariniers. Les taux d'erreurs étaient augmentés en retour de patrouille dont certains de manière significative. La revue de la littérature a permis de retrouver des facteurs modifiant la vigilance mais leur présence ou non chez les sous-mariniers de l'étude n'a pas pu être définie avec les données dont nous disposions.
Il y aurait des troubles de la vigilance chez les sous-mariniers en retour de patrouille mais des études complémentaires sont nécessaires pour les confirmer.

TITRE EN ANGLAIS :

Vigilance disorders among submarine's crew before and after patrol.

THESE : MEDECINE GENERALE – Année 2017

MOTS CLES :

VIGILANCE
SOUS-MARINIERS
TEST DE STROOP

INTITULE ET ADRESSE :

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
Faculté de Médecine de Nancy
9, avenue de la Forêt de Haye
54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex