

Université de Montréal

# **Impact de la stimulation transcrânienne par courant alternatif sur la prise de conscience dans les rêves**

par Cloé Blanchette-Carrière

Département de sciences biomédicales

Faculté de Médecine

Mémoire présenté

en vue de l'obtention du grade de maître ès sciences (M.Sc.)

en Sciences Biomédicales

option sciences psychiatriques

Avril, 2018

© Cloé Blanchette-Carrière, 2018



## Résumé

Il y a une longue histoire derrière l'intérêt porté pour les rêves lucides –conscience de rêver pendant un rêve– datant de l'époque de la Grèce antique. La compréhension du rêve lucide a d'abord reposée sur des observations personnelles de certains individus ayant eux-mêmes expérimentés leurs propres rêves lucides. La découverte de l'inconscient, de même que celle du sommeil paradoxal (SP), a grandement contribué à l'essor du rêve lucide, qui a finalement constitué l'objet d'étude de plusieurs recherches empiriques, dont celles menées par le groupe de Stanford, qui est l'un des premiers à avoir évalué la capacité des rêveurs à signaler leurs rêves lucides à l'aide de différents mouvements du corps, en temps réel.

Le rêve lucide est un phénomène prévalent, comprenant de nombreuses dimensions, allant de la conscience de soi jusqu'au contrôle sur le contenu du rêve. Certains auteurs ont également parlé du rêve lucide en tant qu'état mental hybride, combinant des caractéristiques des rêves survenant en SP et d'autres caractéristiques propres à l'éveil. De plus, il s'avère que les individus rapportant des rêves lucides fréquemment présentent des caractéristiques psychologiques particulières, sans compter les corrélats physiologiques mesurables qui ont également été associés aux rêves lucides, de même que des corrélats neurophysiologiques.

Certains auteurs se sont questionnés sur les différentes façons d'induire des rêves lucides en sommeil. Les techniques proposées sont nombreuses et diversifiées, allant des techniques comportementales aux techniques de stimulation électrique. À cet effet, deux études ont utilisé la stimulation transcrânienne par courant direct (tDCS) (Stumbrys, Erlacher, & Schredl, 2013) et alternatif (tACS) (Voss et al., 2014) dans les régions frontales pendant le SP, montrant une association entre l'augmentation de la conscience de soi dans les rêves et l'activité gamma fronto-temporale. Toutefois, ces études renferment plusieurs faiblesses méthodologiques. Nous avons donc tenté de reproduire ces résultats considérables en appliquant la tACS en SP dans les régions frontales pendant 2.5 min à une fréquence de 40 Hz lors de siestes matinales –favorisant des périodes riches en SP– et en utilisant des tests statistiques plus conservateurs ainsi que des mouvements oculaires pour signaler la lucidité. Pour s'y faire, nous avons recruté 33 sujets dans une étude randomisée à simple aveugle dans laquelle la tACS a été appliquée (STIM) ou non (SHAM) en SP. Les sujets ont été réveillés 3

min après la fin de la STIM ou du SHAM pour répondre à un journal de rêves et une échelle évaluant le degré de lucidité contenu dans les rêves.

Bien que plusieurs signaux de lucidité ont été observés, ces derniers se sont produits dans les deux conditions expérimentales, et ce, sans différence significative. L'auto-évaluation du contenu des rêves ne différait pas non plus entre les conditions. Par conséquent, les résultats de la présente étude ne permettent pas de conclure que la tACS appliquée à une fréquence de 40 Hz en SP engendre plus de rêves lucides signalés en temps réel, un plus grand nombre de rêves lucides tels que définis par la LuCiD Scale et des scores plus élevés aux facteurs de cette même échelle. Plusieurs considérations méthodologiques peuvent avoir joué un rôle dans la production de rêves lucides en sommeil, tels que les critères de recrutement, la pratique des signaux de lucidité et les effets indirects de la tACS, et avoir masqué l'effet de la tACS, qui, dû à son effet sans doute minime, n'a peut-être pas été en mesure d'influencer significativement la production de rêves lucides. Somme toute, plusieurs sujets ont été en mesure de signaler ou de rapporter des rêves lucides dans le cadre de cette étude, ce pourquoi il serait intéressant d'étudier davantage les différentes applications des rêves lucides, autant dans le but d'accroître nos connaissances sur les rêves et les théories de la conscience que pour développer de potentiels outils cliniques.

**Mots-clés** : stimulation transcrânienne, rêves lucides, sommeil paradoxal

## **Abstract**

There is a long history of interest in lucid dreaming—the awareness of dreaming while dreaming—from the time of ancient Greece. The understanding of lucid dreaming was initially based on personal observations of certain individuals who had themselves experienced lucid dreams. Discovery of the unconscious, as well as rapid-eye-movement (REM) sleep, greatly contributed to the rise of interest in lucid dreaming, which finally became the object of several empirical studies. The Stanford group is one of the first to have conducted laboratory studies specifically on lucid dreams assessing, among other attributes, the ability of dreamers to signal their lucid dreams with different body movements in real-time.

Lucid dreaming is a prevalent phenomenon, comprising many dimensions, ranging from self-awareness to control over dream content. Some authors have also described lucid dreaming as a hybrid mental state, mixing REM dreaming and wakefulness characteristics. Moreover, frequent lucid dreamers display certain psychological characteristics, such as high creativity, an internal locus of control, and increases in several cognitive functions. Lucid dreaming has measurable physiological and neurophysiological correlates.

Some authors have speculated about the different ways to induce lucid dreams during sleep. The proposed techniques are many and varied, ranging from behavioral techniques to electrical stimulation techniques. Critically, two studies employing frontal transcranial direct (tDC) (Stumbrys et al., 2013) and alternating (tAC) current stimulation (Voss et al., 2014) during REM sleep, have shown an association between increased self-awareness in dreams and fronto-temporal gamma electroencephalographic activity. However, these studies suffer from several methodological weaknesses. We attempted to replicate these important findings using frontal tAC stimulation during morning, REM-rich naps, real-time signal verification and more appropriate conservative statistical tests. We recruited 33 subjects in a single-blind randomized group study in which tAC stimulation was applied (STIM) or not (SHAM) during the REM sleep of a morning nap. During the STIM condition, we applied frontal 40 Hz tAC stimulation during REM sleep for 2.5 min. Subjects were awakened 3 min after stimulation offset for dream reporting and administration of a scale to assess dream lucidity.

Although several episodes of signal-verified dream consciousness were observed, these were equally frequent in SHAM and STIM conditions. Self-ratings of dream content also did not distinguish conditions. Therefore, the findings of the present study do not indicate that frontal gamma stimulation increases dreamed self-awareness as measured by real-time signal-verified lucid dreams and self-ratings of dreams. Several methodological considerations may have played a role in the negative findings, such as recruitment criteria, the eyes-closed practice signal and the indirect effects of tAC stimulation during the phosphene and sensation tests. The latter may have masked a real, albeit weak, tAC stimulation effect. Thus, many subjects were able to signal or report lucid dreams in this study, and this supports the notion that further study of lucid dreaming may lead to fruitful applications. Investigating lucid dreaming could be useful for increasing our knowledge of the physiological substrate of dreams, for clarifying theories of consciousness, and for developing potential clinical tools.

**Keywords:** transcranial stimulation, lucid dreams, rapid eye movement sleep

# Table des matières

<b>Résumé.....</b>	<b>i</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>iii</b>
<b>Table des matières .....</b>	<b>v</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>viii</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>ix</b>
<b>Liste des sigles .....</b>	<b>xi</b>
<b>Liste des abréviations .....</b>	<b>xii</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>xiv</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Historique du rêve lucide .....</b>	<b>5</b>
1.1.1 Découverte du sommeil paradoxal.....	10
1.1.2 Premières études en laboratoire par le groupe de Stanford.....	13
1.1.3 Autres groupes ayant menés les premières études en laboratoire.....	14
1.1.4 Études récentes en laboratoire sur les rêves lucides .....	15
<b>1.2 La phénoménologie du rêve lucide .....</b>	<b>16</b>
1.2.1 Le rêve lucide : un phénomène prévalent .....	16
1.2.2 Le rêve lucide : un état de conscience hybride .....	18
1.2.3 Caractéristiques psychologiques associées au rêve lucide.....	19
<b>1.3 Le rêve lucide : un phénomène mesurable.....</b>	<b>22</b>
1.3.1 Le rêve lucide : les corrélats physiologiques .....	23
1.3.2 Neurophysiologie du sommeil .....	25
<b>1.4 Les méthodes employées pour induire la lucidité .....</b>	<b>32</b>
1.4.1 Les techniques comportementales .....	32

1.4.2	La stimulation électrique transcrânienne .....	34
1.5	Limites des études de stimulation pour induire des rêves lucides : solutions possibles ...	40
<b>2.</b>	<b>Objectifs et hypothèses.....</b>	<b>42</b>
<b>3.</b>	<b>Méthodologie et résultats : article.....</b>	<b>43</b>
	Abstract.....	45
	Introduction .....	45
	Results .....	47
	Discussion.....	54
	On-line methods .....	55
	Acknowledgements.....	58
	Funding .....	58
	References .....	59
<b>4.</b>	<b>Discussion.....</b>	<b>70</b>
4.1	Hypothèses non confirmées .....	70
4.2	Critique de la méthodologie .....	71
4.2.1	Choix des participants .....	72
4.2.2	Plan expérimental.....	77
4.2.3	Choix du protocole : sieste(s) vs nuit(s).....	78
4.2.4	Choix de la fréquence de stimulation : une seule fréquence de 40 Hz .....	80
4.2.5	Choix de la durée de stimulation.....	82
4.2.6	Moment du réveil en laboratoire : le bon moment.....	83
4.2.7	Mesure de lucidité : subjective vs objective .....	85
4.3	Comment expliquer l'occurrence de rêves lucides.....	91
4.3.1	Recrutement des participants : prophétie qui s'auto-réalise .....	91
4.3.2	Étude à simple aveugle .....	93

4.3.3	Tests de phosphène et de sensation : impact sur la lucidité .....	95
4.3.4	Pratique des signaux de lucidité : impact sur leur occurrence .....	96
4.3.5	Effets indirects de la tACS.....	98
<b>4.4</b>	<b>Applications de l'induction de rêves lucides en sommeil.....</b>	<b>99</b>
4.4.1	Le traitement des cauchemars par le rêve lucide .....	101
	<b>Conclusion .....</b>	<b>105</b>
	<b>Bibliographie.....</b>	<b>107</b>
	<b>Annexe 1. L'échelle <i>Lucidity and Consciousness in Dreams (LuCiD) Scale</i> .....</b>	<b>i</b>
	<b>Annexe 2. Approbation du Comité d'éthique de la recherche du CIUSSS du Nord-de- l'Île-de-Montréal.....</b>	<b>iii</b>
	<b>Annexe 3. Entrevue téléphonique pour le recrutement .....</b>	<b>vi</b>
	<b>Annexe 4. Annonce de recrutement .....</b>	<b>xiii</b>
	<b>Annexe 5. Formulaire d'information et de consentement .....</b>	<b>xv</b>
	<b>Annexe 6. Feuille d'instruction sur les signaux de lucidité.....</b>	<b>xxvii</b>

## Liste des tableaux

Tableau I. <b>Table 1.</b> Signal verified lucid dreaming and lucid dreaming as defined by LuCiD Scale	48
Tableau II. <b>Supplementary Table 1.</b> General sleep architecture and REM sleep measures by nap condition .....	63
Tableau III. <b>Supplementary Table 2.</b> Signal verified lucid dreaming and lucid dreaming as defined by LuCiD Scale (experienced lucid dreamers only).....	64
Tableau IV. <b>Supplementary Table 3.</b> LuCiD Scale scores; Nap Condition Comparisons ..	65
Tableau V. <b>Supplementary Table 4.</b> LuCiD Scale scores; Nap Condition Comparisons (experienced lucid dreamers only) .....	66
Tableau VI. <b>Supplementary Table 5.</b> Some commercial tAC stimulation devices for home induction of lucid dreaming that cite the Voss et al or Stumbrys et al findings as proof of concept	67
Tableau VII. <b>Supplementary Table 6.</b> Sample selection and REM sleep predominance ....	68
Tableau VIII. <b>Supplementary Table 7.</b> Demographic measures for Control participants, Lucid Dreamers and all participants .....	69

# Liste des figures

Figure 1. **Figure 1.** Example of a signal-verified lucid dream after the first 40-Hz stimulation (tACS) during a nap. The right-left-right-left eye movement signal is apparent on the two horizontal EOG channels (dark blue: left eye, light blue: right eye). The unambiguous presence of REM sleep before and after stimulation is shown by the combination of muscle atonia on the EMG (green) and desynchronized high frequency activity on the EEG (black). Awakening is indicated by an abrupt increase in EMG amplitude that occurred after a sound stimulus was played to wake-up subject (red). Stimulation-induced saturation of the signal is indicated by solid black (EEG), blue (EOG) and green (EMG) sections. The left panel shows a continuous 570 seconds of recording (numbered 1 through 19), shown by 5 – 120 second sections, whereas the right panels are 30 second zoomed sections of the red numbered panels on the left. Calibration bars: Horizontal = 1 second; Vertical = 70  $\mu$ V for EEG and EOG but 28  $\mu$ V for EMG channels. ....50

Figure 2. **Figure 2.** Example of a signal-verified lucid dream following a sham stimulation during a nap. The right-left-right-left eye movement signal is apparent on the two horizontal EOG channels (dark blue: left eye, light blue: right eye). The unambiguous presence of REM sleep before and after stimulation is shown by the combination of muscle atonia on the EMG (green) and desynchronized high frequency activity on the EEG (black). Awakening is indicated by an abrupt increase in EMG amplitude. The left panel shows a continuous 570 seconds of recording (numbered 1 through 19), shown by 5 – 120 second sections, whereas the right panels are 30 second zoomed sections of the red numbered panels on the left. Calibration bars: Horizontal = 1 second; Vertical = 70  $\mu$ V for EEG and EOG but 28  $\mu$ V for EMG channels. 52

Figure 3. **Figure 3.** Mean (+s.e.) LuCiD Scale insight, dissociation and control factor scores. No scores differentiated conditions. Results for thought, realism, memory, negative emotion and positive emotion factor scores are shown in **Supplementary Figure 1**. ....53

Figure 4. **Supplementary Figure 1.** Mean (+s.e.) scores for additional LuCiD Scale factors *thought, realism, memory, negative emotion* and *positive emotion*. No significant differences were seen on any factor, unlike Voss et al. (2014) who found differences for *memory*

(strongest during 40 Hz stimulation compared to sham). As for the studies of Voss et al. (2014) and Voss, Schermelleh-Engel, Windt, Frenzel, and Hobson (2013), *thought* and *realism* did not differentiate tACS and sham conditions.....62

## Liste des sigles

CÉAMS : Centre d'études avancées en médecine du sommeil

EEG : Électroencéphalographie/électroencéphalogramme

EMG : Électromyographie/Électromyogramme

EOG : Électrooculographie/Électrooculogramme

ESPT : État de stress post-traumatique

IRMf : Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle

REM : Rapid-eye-movement

SHAM : Condition expérimentale sans stimulation

SP : Sommeil paradoxal

STIM : Condition expérimentale avec stimulation

tAC: Transcranial alternating current

tACS : Stimulation transcrânienne par courant alternatif

TCM : Trouble de cauchemars idiopathiques

tDC : Transcranial direct current

tDCS : Stimulation transcrânienne par courant direct

## Liste des abréviations

e.t. : écart type

e.s. : erreur standard

*À mon papi, qui m'a appris à rêver !*

## Remerciements

Je tiens avant tout à remercier toute mon équipe de recherche qui a été présente, non seulement physiquement mais de façon attentionnée, soutenue, depuis le tout premier jour où j'ai traversé la porte lourde et robuste du Centre d'études avancées en médecine du sommeil (CÉAMS). Une étudiante lumineuse et ô combien accueillante m'a offert une opportunité qui a fait son chemin depuis, et je tiens à la remercier car c'est elle qui est à l'origine de ce long périple. Merci Gaëlle Dumel. Il s'est écoulé peu de temps avant que je fasse la rencontre de Tyna Paquette, qui est l'essence même du laboratoire. Elle m'a littéralement tout appris ! Moi qui n'avais aucune expérience en recherche, elle a eu la gentillesse, la patience, le courage et la motivation nécessaire pour m'enseigner rien de moins que de « comment faire de la recherche ». J'ai ensuite eu l'honneur –pour le moins dire– de rencontrer mon directeur de recherche, qui est un être phénoménal, ce qui, rappelons-le, *est de l'ordre du phénomène*. En effet, Tore Nielsen est une personne unique, qui a une intelligence infinie, singulière et curieuse, un perfectionnisme subtil mais efficace, une sagesse innée, une écoute fascinante, qui se combinent à une réflexion posée et cogitée. J'ai parfois douté de mes compétences et de mes connaissances, de ma langue anglaise (et bien oui!) mais jamais je n'ai senti un tel doute de la part de mon directeur. Merci de m'avoir fait confiance et ce sera toujours un énorme plaisir de travailler en ta compagnie cher Tore. Merci également à Julie Carrier, pour tes conseils judicieux, ton savoir et ton expérience, que tu partages si bien et avec tant de générosité. Merci à toute l'équipe du CÉAMS qui ne fait pas qu'aider les gens qui dorment mais également tout ceux qu'ils côtoient à chaque jour... bien qu'ils soient réveillés ! Une mention spéciale pour Maryam –merci pour ton support inconditionnel-, Sarah-Hélène, Claudia, Michelle, Elizaveta, Louis-Philippe, Isabelle, Kadia, Arnaud et Maude.

Je suis maintenant prête à remercier celle qui a été ma source de réconfort, qui a été d'une écoute, d'une patience, d'une aide et d'un support incommensurables : ma mère. Merci maman d'avoir été ce que tu as été pour moi pendant ces dernières années. Grâce à toi, j'ai réellement réalisé la force que peut avoir le support d'un proche dans l'accomplissement d'un défi comme celui de ma maîtrise.

Je voudrais remercier chaleureusement chacun de mes amis, qui ont été d'une écoute, d'une patience mais surtout d'une amitié exceptionnelle. Parmi eux, un certain Michael Bisson a fait une différence monumentale dans mon parcours : je le remercie grandement pour toutes les secondes –aussi nombreuses soient-elles– où il a été présent pour moi. Ce fut une expérience ardue, mais ô combien stimulante et enrichissante, lors de laquelle j'ai compris que de me voir travailler ainsi a parfois été difficile pour eux également. Somme toute, ils sont restés tout près de moi, toujours prêts à me faire rire, à me faire voir le bon côté des choses, et ce, en ne cessant jamais de croire en moi. Je les remercie du fond du cœur.

Enfin, je souhaite remercier tous les organismes qui ont contribué à la réussite de mon parcours, soit les Instituts de recherche en santé du Canada, les Fonds de Recherche du Québec – Santé, l'Université de Montréal, le centre de recherche de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal, l'*International Association for the Study of Dreams & Dream Science Foundation*, la Fondation Mackenzie King et la Société Canadienne du Sommeil.

# 1. Introduction

Récemment, des études corrélationnelles ont montré que la stimulation électrique du cerveau pendant le sommeil paradoxal (SP) augmentait la conscience de soi dans les rêves. La conscience de soi est pourtant inhabituelle dans les rêves. En effet, bien que les rêves puissent simuler certains éléments de la conscience, comme des perceptions, des actions ou encore des émotions, ils ne permettent habituellement pas de réaliser que toutes ces expériences font partie d'un rêve et qu'elles ne sont pas réelles. Toutefois, certains rêves sont empreints d'un état de conscience s'apparentant à la conscience à l'état d'éveil, communément appelés des rêves lucides. Par définition, le rêve lucide est un rêve lors duquel l'individu est conscient de rêver (Green, 1968; LaBerge & Rheingold, 1990). Ces rêves peuvent être accompagnés par un sentiment de contrôle sur le contenu du rêve, bien que ce contrôle soit souvent limité.

L'intérêt pour les rêves lucides remonte à la Grèce antique. Ces derniers ont longtemps été interprétés d'une manière plutôt personnelle, selon les expériences oniriques propres à chacun, et ce, à travers plusieurs civilisations. Plusieurs avancées, telles que la reconnaissance de l'« inconscient », ont favorisé l'engouement pour les rêves lucides, et ce, chez différents acteurs marquants et aux influences diverses, que ce soit la philosophie, la biologie, la médecine ou encore la psychologie, tels que Léon d'Hervey de Saint-Denys ou encore Frederik Willems van Eeden. Des découvertes comme celle du SP (Aserinsky & Kleitman, 1953) ainsi que la qualification du SP en tant que « substrat » physiologique du rêve (Dement & Kleitman, 1957) ont notamment contribué à l'accroissement de l'intérêt des scientifiques pour les rêves mais également pour les rêves lucides.

Ce n'est qu'au XXe siècle que l'on peut retracer les premières études menées en laboratoire portant sur les rêves lucides, et plus spécifiquement, sur la possibilité de signaler la prise de conscience de façon volontaire en sommeil, et ce, par l'entremise de différents mouvements du corps, notamment par le groupe de LaBerge (LaBerge & Dement, 1982b; LaBerge, Greenleaf, & Kedzierski, 1983; LaBerge, 1985; LaBerge, Nagel, Dement, & Zarcone Jr, 1981). Récemment, des recherches ont choisi d'investiguer les rêves lucides sous différentes perspectives, afin d'en connaître davantage sur sa phénoménologie, sa prévalence, les états de conscience coexistant, les facteurs, les caractéristiques psychologiques ou encore

les corrélats physiologiques associés. À ce sujet, bien que les corrélats physiologiques des rêves lucides demeurent nébuleux, plusieurs études ont noté des changements importants de l'activité cérébrale lors de rêves lucides, comparativement à des épisodes de sommeil sans lucidité (Holzinger, LaBerge, & Levitan, 2006; Mota-Rolim, Erlacher, Tort, Araujo, & Ribeiro, 2010; Ogilvie, Hunt, Tyson, Lucescu, & Jeakins, 1982; Tyson, Ogilvie, & Hunt, 1984; Voss, Holzmann, Tuin, & Hobson, 2009), telle qu'une activité gamma élevée dans les régions frontales, surtout à une fréquence de 40 Hz (Mota-Rolim et al., 2010; Voss et al., 2009). Ces changements ont été interprétés comme pouvant refléter une prise de conscience partielle pendant le rêve, voulant que le rêve lucide soit un état hybride combinant à la fois des caractéristiques propres au SP et à l'éveil (Voss et al., 2009).

Des études ont également permis de retracer des rêves lucides non seulement en SP, mais également en sommeil lent (Antrobus, Antrobus, & Fisher, 1965; Stumbrys & Erlacher, 2012), bien que ces derniers soient moins fréquents. De nouvelles techniques ont également été utilisées pour étudier les rêves lucides afin de les provoquer en laboratoire ou encore afin d'étudier les corrélats neuronaux associés, dont l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) (Dresler, Wehrle, et al., 2012). Un nombre important de régions cérébrales ont d'ailleurs été associées aux rêves lucides, dont les lobes pariétaux et le cortex préfrontal dorsolatéral ; régions étant normalement désactivées en SP, ce qui évoque la possibilité que le rêve lucide puisse être un état hybride, comprenant à la fois des caractéristiques propres à l'éveil et au SP.

S'ensuit un nombre important de méthodes employées pour induire la lucidité en sommeil, en débutant avec des techniques dites comportementales, comprenant le Réveil-retour au lit (*Wake Back to Bed*), l'induction mnémonique des rêves lucides (*Mnemonic Induction of Lucid Dreams*), le Test de réalité (*Reality Checks*) et la technique combinée de Tholey (1983) d'induction de rêves lucides. Bien que ces techniques aient montré certains résultats favorables à leur utilisation, elles sont parfois difficiles à maîtriser, d'autant plus que l'aspect méthodologique des recherches qui les ont étudiées est parfois mis en doute.

Deux études corrélationnelles sont allées au-delà des techniques comportementales en proposant que la stimulation électrique en SP pouvait augmenter la prise de conscience dans les rêves (Stumbrys et al., 2013; Voss et al., 2014). Ces études ont utilisé deux techniques de

stimulation électrique différentes, soit la stimulation transcrânienne par courant direct (tDCS) (Stumbrys et al., 2013) et par courant alternatif (tACS) (Voss et al., 2014). Bien que ces résultats soient prometteurs, ces études comportent plusieurs faiblesses qui justifient leur réplication.

C'est ainsi que s'inscrit la présente étude, qui souhaite répliquer ces résultats en optimisant les conditions expérimentales en vue d'induire des rêves lucides par la stimulation transcrânienne. Fondièrement, nous jugeons qu'il est d'autant plus important de mener une étude de stimulation comme celle-ci afin d'évaluer la possibilité de découvrir une approche expérimentale permettant d'induire de nouveaux états de conscience hybrides pendant le sommeil. Si de telles méthodes de stimulation s'avèrent fiables, celles-ci simplifieraient grandement les futures recherches qui visent à découvrir les corrélats neuronaux de la conscience liés au sommeil en utilisant l'électroencéphalographie (EEG) ou d'autres techniques d'imagerie cérébrale. En outre, le fait de susciter des rêves lucides en sommeil permettrait d'étudier un nombre important de phénomènes associés à ces derniers, tels que la psychose, qui serait en opposition avec le rêve lucide (Mota-Rolim & Araujo, 2013), le système moteur grâce aux mouvements imaginaires générés dans le rêve, la créativité et le substrat physiologique du rêve (Holzinger et al., 2006). Enfin, sous une perspective clinique, il serait fort intéressant d'adapter un protocole comme celui proposé dans la présente étude, si celle-ci s'avère concluante, dans le cadre d'une thérapie des cauchemars récurrents par le rêve lucide (Zadra & Pihl, 1997).

Afin de bien mener la présente étude, nous avons choisi d'opérationnaliser les rêves lucides de deux façons; premièrement, à l'aide de signaux, deuxièmement, par des seuils établis sur des scores obtenus sur l'échelle *Lucidity and Consciousness in Dreams (LuCiD) Scale* (Voss, Schermelleh-Engel, Windt, Frenzel, & Hobson, 2013) (annexe 1, p. i), tout en optant pour des analyses statistiques plus conservatrices. Nous avons donc choisi d'utiliser la tACS (Voss et al., 2014) et d'inclure à la fois des participants n'ayant jamais rapporté de rêves lucides ainsi que des participants qui en rapportent (Stumbrys et al., 2013). Nous avons également choisi d'utiliser un protocole de siestes matinales plutôt qu'un protocole de nuit puisque nos recherches ont démontré que les siestes matinales sont propices au SP (Carr & Nielsen, 2015), considérant que la propension au SP atteint son maximal en milieu de matinée

(Webb, Agnew, & Sternthal, 1966). Afin d'opérationnaliser les rêves lucides, nous avons demandé aux participants de signaler leurs rêves lucides à l'aide de mouvements oculaires en temps réel, en plus de répondre à l'échelle LuCiD Scale (Voss et al., 2013) utilisée dans l'étude de Voss et al. (2014). Nous avons décidé d'étudier seulement la fréquence de stimulation de 40 Hz plutôt que les 7 fréquences de stimulation comme dans l'étude de Voss puisqu'il s'agit de la stimulation ayant démontré les différences les plus significatives par rapport à la condition sans stimulation (SHAM).

Dans un premier temps, l'introduction exposera l'histoire derrière le rêve lucide, pour ensuite discuter de la découverte du sommeil paradoxal, des premières études menées en laboratoire pour étudier les rêves lucides et des plus récentes études sur le sujet. La phénoménologie du rêve lucide sera ensuite présentée, ainsi que sa prévalence et l'hypothèse de conscience hybride. Par la suite, les différentes caractéristiques psychologiques, les corrélats physiologiques associés aux rêves lucides seront détaillés ainsi que la neurophysiologie du sommeil pour ensuite la mettre en lien avec les rêves lucides, produits en sommeil lent et en SP. L'introduction sera suivie des différentes méthodes employées pour induire la lucidité, en débutant avec les techniques comportementale, pour ensuite présenter les recherches ayant étudié le potentiel des techniques de stimulation électrique transcrânienne à induire des rêves lucides, tout en exposant leurs limites et les solutions proposées. Enfin, l'impact potentiel des rêves lucides sur la diminution des cauchemars sera discuté. Les objectifs et les hypothèses de la présente étude seront ensuite détaillés, puis laisseront place à l'article scientifique. Celui-ci décrira l'étude en détails, comprenant une courte introduction, la méthodologie employée, les résultats obtenus et leur interprétation au sein de la discussion. En terminant, la discussion de ce mémoire fera un retour sur les hypothèses de recherche en fonction des résultats obtenus. Une critique de la méthodologie employée sera faite, en plus de la comparer avec celles employées par Voss et al. (2014) ainsi Stumbrys et al. (2013). De suite, considérant le nombre important de rêves lucides observés en laboratoire, la discussion exposera les différents facteurs pouvant expliquer l'occurrence de rêves lucides. En outre, certaines applications de l'induction de rêves lucides en sommeil seront décrites, notamment en lien avec le traitement des cauchemars. En somme, ce mémoire se terminera avec conclusion faisant un retour sur l'ensemble des points discutés au sein de ce mémoire.

## 1.1 Historique du rêve lucide

L'émergence du « rêve lucide » dans la littérature est ponctuée d'une variété de conceptualisations et de méthodes, basées sur les philosophies dominantes et les outils d'observation disponibles à l'époque en question. Le rêve lucide est un phénomène qui a une longue histoire, datant de l'époque de la Grèce antique. Cependant, notre compréhension du rêve lucide fut longtemps basée sur l'observation personnelle de quelques individus ayant expérimentés leurs propres rêves, en débutant avec Aristote, qui serait à l'origine de la première évocation de ce qui s'apparente à un rêve lucide : « Souvent quand on dort, il y a quelque chose dans la conscience qui dit que ce qui apparaît est un rêve » (Aristote, 1952). De plus, Homère, poète de la fin de VIII<sup>e</sup> siècle avant J.-C., aurait mis en scène des personnages qui étaient conscients du fait qu'ils dormaient pendant leur sommeil :

« Le rêveur ne se croit pas ailleurs que dans son lit, et il sait très bien qu'il est endormi, puisque le personnage onirique se donne la peine de le lui faire remarquer : - *Tu es endormi, fils d'Atrée*, dit le mauvais rêve au chant II de l'Illiade ; - *Tu es endormi Achille*, dit le fantôme de Patrocle ». (Bouchet, 1994)

Le premier récit écrit de l'histoire occidentale évoquant un rêve lucide daterait du IV<sup>e</sup> siècle après J.-C., sous forme de lettre qu'aurait écrit Saint Augustin. Cette lettre décrirait un rêve lucide que le médecin Gennadius aurait raconté à Saint Augustin, lors duquel un personnage du rêve de Gennadius lui aurait fait prendre conscience qu'il était dans un rêve. Du côté de l'Orient, dès le VIII<sup>e</sup> siècle, on observe des pratiques qui introduisent le rêve lucide chez les bouddhistes Tibétains. Ces derniers auraient mis en pratique une forme de yoga leur permettant de conserver leur conscience éveillée pendant l'état d'éveil et le rêve (LaBerge & Rheingold, 1990). Selon les yogis Tibétains, le rêve lucide permettrait de vivre des expériences oniriques, de mieux comprendre leur nature subjective ainsi que la nature de l'état d'éveil. De plus, ils mettaient en pratique diverses techniques favorisant le contrôle sur le rêve, ce qui leur permettait de vivre des expériences oniriques de toutes sortes. Des pratiques semblables étaient également adoptées en Inde à la même période. Le rêve lucide était également une façon pour les yogis Tibétains de préparer leur mort en la comparant à un rêve : comme dans un rêve lucide, lors duquel il est possible d'être conscient de rêver, il est possible d'être conscient d'être mort. Le fait d'être conscient d'être mort était pour eux une opportunité de préparer leur prochaine incarnation, de façon éclairée et consciente (Rinpoché, 2008).

Au XII<sup>e</sup> siècle, c'est au sein de la civilisation islamique qu'on souligne l'existence du rêve lucide. En effet, le grand maître Ibn El-Arabi d'origine arabe, aurait été capable de contrôler ses pensées pendant un rêve, ce qui, selon lui, conférerait de grands bénéfices (Shah, 1972). Au XIII<sup>e</sup> siècle, Saint Thomas d'Aquin, religieux de l'ordre dominicain, aurait été le premier à expliquer l'apparition du rêve lucide au cours du sommeil. En s'appuyant sur l'hypothèse d'Aristote, il y aurait une diminution des sensations vers la fin d'un épisode de sommeil chez les individus ayant une forte imagination, ce qui ferait en sorte que l'imagination serait libérée, de même que le sens commun. Ce faisant, le rêveur serait en mesure de réaliser, pendant son sommeil, que ce qu'il perçoit est un rêve, en distinguant la réalité des images observées dans le rêve (Aquinas, 1947). En 1619, René Descartes, l'un des fondateurs de la philosophie moderne, aurait fait trois rêves, le dernier étant un rêve lucide qui aurait été fondamental pour sa carrière. Il aurait d'ailleurs interprété son rêve pendant le déroulement de celui-ci.

Tout compte fait, ces différentes expériences et interprétations données aux rêves lucides évoquent le besoin, d'ailleurs partagé à travers diverses civilisations, de donner une explication à ce phénomène et une raison d'être qui soit utile pour l'individu qui l'expérimente, dans sa vie éveillée, endormie, actuelle ou future.

S'ensuit une longue période sans intérêt marqué pour les rêves lucides, probablement du au fait que l'Église prétendait que les forces démoniaques étaient à l'origine du rêve. Ce faisant, l'Église, puis le code pénal, interdisaient d'interpréter ou d'étudier les rêves, et ce, jusqu'en 1992 en France.

Par conséquent, ce n'est qu'au XIX<sup>e</sup> siècle qu'on reconnaît qu'au-delà de l'expérience consciente, il y a ce qu'on appelle l'inconscient. Et que l'expérience consciente n'occupe qu'une minime partie de l'esprit, puisque la plupart de nos connaissances seraient inconscientes. C'est ainsi que le rêve n'était plus considéré comme un phénomène surnaturel à partir du XIX<sup>e</sup> siècle, mais plutôt le fruit de l'inconscient, ce qui a propulsé l'étude des rêves, et par le fait même, de plus amples investigations sur le rêve lucide. Plusieurs acteurs ont donc entrepris des recherches sur l'inconscient par l'entremise des rêves. Léon d'Hervey de Saint-Denys, un sinologue français, est l'un de ceux qui a contribué considérablement à l'essor du rêve lucide (de Saint-Denys, 1982). de Saint-Denys est d'ailleurs considéré comme le pionnier

de l'étude des rêves lucides et il est à l'origine de la première œuvre littéraire sur les rêves lucides, publiée en 1867 : *Les rêves et les moyens de les diriger* (de Saint-Denys, 1867). Cet ouvrage, se décomposant en 3 volumes, repose sur plus de 20 ans de recherche sur les rêves et repose, en grande partie, sur ses propres expériences oniriques et sur ses propres observations à l'égard des rêves. Il y décrit également le processus par lequel il fut capable de contrôler le contenu de ses rêves. Ce processus débutait avec l'augmentation du rappel onirique, puis la prise de conscience pendant le rêve pour ensuite être en mesure de se réveiller à maintes reprises pour se redormir et être capable de contrôler le contenu de ses rêves. Toutefois, la lucidité n'évoquait pas la conscience de rêver pendant un rêve pour de Saint-Denys, cet état référait plutôt à ce qu'il appelait un « sentiment de sa situation » (Chétrit, 2002), tandis que la lucidité signifiait la qualité, la netteté et la clarté du rêve. de Saint-Denys abordait le rêve lucide d'une manière particulière, en s'intéressant surtout à certaines composantes du rêve, telles que l'attention, la mémoire, la volonté plutôt qu'à la prise de conscience dans le rêve, l'attribut qui est pourtant à l'origine du rêve lucide actuellement. C'est ainsi que les récits de rêves présents au sein de son œuvre ne sont pas nécessairement « lucides » au sens où nous l'entendons présentement : ils évoquent plutôt la maîtrise et le contrôle du rêve, sans prise de conscience explicite.

En somme, une découverte comme celle de l'inconscient semble avoir contribué considérablement à l'essor d'un phénomène comme celui des rêves lucides. En effet, il devient alors « justifiable » d'étudier les rêves lucides en s'appuyant sur d'autres phénomènes comme celui de l'inconscient, qui sont désormais reconnus à travers la communauté académique.

de Saint-Denys n'est pas le seul qui se soit intéressé aux rêves lucides au cours du XIX<sup>e</sup> siècle. Plusieurs philosophes y ont également prêté un intérêt particulier, tels que Frédéric W. H. Myers, philosophe humaniste et l'un des fondateurs de la *Society for Psychological Research*. Certains acteurs du XIX<sup>e</sup> siècle ont néanmoins continué de croire qu'il n'était pas possible d'être conscient pendant un rêve et que ceci relevait de l'imaginaire. Parmi eux, notons un psychologue français Alfred Maury et le psychologue anglais Havelock Ellis. Malgré le fait qu'Alfred Maury fut un pionnier dans la recherche scientifique sur les rêves, il ne connaissait pas le phénomène du rêve lucide et il était reconnu pour avoir avancé que les rêves lucides ne pouvaient pas être de vrais rêves. Havelock Ellis, ne croyait pas non plus en

l'existence des rêves lucides, sans toutefois nier que plusieurs philosophes y croyaient, tels qu'Aristote et ses successeurs. Outre leur scepticisme, ces auteurs ne sont pas prononcés davantage sur ce sujet.

Ernst Mach (1900), un physicien et philosophe autrichien de l'Université de Vienne, s'est quant à lui intéressé à l'inertie de l'attention (*inertness of attention*) dans les rêves. À son avis, en dormant, l'intellect ne dormirait qu'en partie, ce qui permettrait de réfléchir à propos des rêves en cours pendant le sommeil et de reconnaître qu'il s'agit bel et bien de rêves en raison de leurs caractère inhabituel et leurs excentricités. Toutefois, les rêves perdraient leur aspect discordant et singulier immédiatement après cette prise de conscience. Mach aurait fait un tel constat grâce à ses propres expériences de rêves lucides. Au XIX<sup>e</sup>, le philosophe Friedrich Nietzsche s'est également prononcé au sujet des rêves lucides. Avant tout, il était d'avis que les rêves étaient utilisés pour s'entraîner à vivre notre vie éveillée.

En ce qui a trait aux théories psychanalytiques, il y a peu d'écrits au sujet de la prise de conscience pendant le rêve. Au sein même de la première édition de l'*Interprétation des rêves* de Freud (1900), on n'y retrace aucune référence aux rêves lucides. Freud a toutefois souligné dans la deuxième édition (1909) qu'il était possible d'être conscient durant un rêve, tout en reconnaissant la capacité du rêveur à exercer un contrôle sur le contenu de son rêve. Il ajouta que si le rêveur était en désaccord avec le déroulement du rêve, il pouvait y mettre fin sans se réveiller et décider d'entamer un nouveau rêve. Enfin, Freud ajouta un passage sur les rêves lucides dans la quatrième édition de son livre en 1914, voulant que le Marquis de Saint-Denis aurait acquis la capacité d'accélérer le déroulement de ses rêves comme bon lui semble, en leur donnant la direction souhaitée. Toutefois, contrairement à de Saint-Denis, Freud n'aurait pas voulu profiter de sa lucidité au cours de ses rêves puisqu'il n'aurait fait que quelques rêves lucides, possiblement puisque toute sorte de plaisir vécu au cours de ses rêves aurait provoqué une grande culpabilité chez lui. Par conséquent, plutôt que de contrôler le contenu de ses rêves, il aurait choisi de se réveiller au moment où il aurait réalisé qu'il rêvait.

On attribuerait le terme « rêve lucide » au psychiatre néerlandais Frederik Willems van Eeden (1913), qui aurait d'ailleurs entrepris les premières études systématiques sur les rêves lucides. van Eeden aurait tenu un journal de rêves pendant plusieurs années, en prêtant une attention particulière aux rêves qui auraient été marqués par des souvenirs de sa vie

éveillée, lors desquels il était profondément endormi et durant lesquels il pouvait agir volontairement. En 1913, il a écrit un article pour la *Society for Psychical Research* portant sur 352 rêves lucides qu'il avait rapportés entre 1898 et 1912. Il affirma que :

« Dans ces rêves lucides, la réintégration des fonctions psychiques est si complète que le dormeur se rappelle de sa vie éveillée et de sa présente condition, il atteint un état de parfaite conscience, et il est capable de diriger son attention et de tenter différents actes de libre volonté. Pourtant, le sommeil, je peux l'affirmer en toute certitude, est paisible, profond, reposant ». (van Eeden, 1913)

Tout comme Mach, van Eeden serait parvenu à être lucide grâce à l'observation de scènes inhabituelles lors de ses rêves. En effet, il aurait réalisé, pendant son rêve, que son imagination n'aurait pas été capable de construire une scène aussi complexe, et que, par conséquent, il rêvait (van Eeden, 1913).

À la même période, le biologiste français Yves Delage, étudiait également ses propres rêves lucides. Lors de ses expériences oniriques, il reconnaissait que ses rêves pouvaient être contraignants ou plaisants, mais dans tous les cas, il savait pertinemment qu'ils étaient totalement irréels. Ce faisant, sachant qu'il ne risquait rien, il observait le déroulement de ses rêves, malgré le fait qu'ils soient parfois choquants, ou il faisait face à ses ennemis en les défiant, pour savoir ce qu'il allait survenir. Bien qu'il reconnaissait le caractère illusoire de ses expériences, il devait tout de même surmonter son sentiment instinctif de peur.

L'anglaise Mary Arnold-Forster s'est aussi intéressée aux rêves lucides, qu'elle a d'ailleurs décrits dans l'un de ses livres (Arnold-Forster, 1921). Oliver Fox, un écrivain anglais, a lui aussi expérimenté plusieurs rêves lucides, qu'ils nommaient « *Dreams of Knowledge* », basé sur le fait que lors de ceux-ci, les gens savent qu'ils rêvent (Fox, 1962). Le psychologue Paul Tholey a quant à lui commencé à étudier la conscience dans les rêves en 1959, un phénomène qu'il nomma « Klartraum » ce qui signifie « rêves clairs » (Tholey, 1983, 1991).

Il est en ainsi pour ce qui est des premières études basées sur des auto-observations, bien qu'il en existe plusieurs autres. Dans tous les cas, celles-ci nous renseignent sur l'intérêt suscité par les rêves lucides et la diversité des interprétations qu'on peut leur donner. Nous pouvons également constater qu'au fil du temps, les auteurs semblent avoir précisé leurs recherches par rapport au rêve lucide : ils ne cherchent plus seulement à reconnaître et à vivre

une expérience de lucidité en sommeil ; ils cherchent à la préciser, à connaître toutes ses facettes et à le reproduire, mais toujours de manière plutôt personnelle.

L'histoire derrière le rêve lucide nous renseigne sur ce phénomène qui a d'abord été interprété d'une façon individuelle et plutôt personnelle. Somme toute, les rêves lucides ont été étudiés à différentes époques, de la Grèce antique jusqu'à maintenant, et à travers plusieurs civilisations, tant en orient qu'en occident. La plupart des individus ayant investigués les rêves lucides s'entendent sur la définition qu'on lui donne : il s'agit d'une expérience onirique lors de laquelle le rêveur réalise qu'il rêve. Différents auteurs ont néanmoins voulu enrichir ou du moins préciser la définition des rêves lucides en leur attribuant des aspects comme un sentiment de contrôle, une perspective d'observateur, une vivacité et une clarté particulières, le réalisme du rêve ainsi que des éléments mnésiques et d'autres associées au processus de pensée. Ces aspects seront d'ailleurs discutés (voir 1.2.2 Le rêve lucide : un état de conscience hybride). Le travail introspectif réalisé par de nombreux auteurs à travers le temps, tels que Léon d'Hervey de Saint-Denys et Frederik Willems van Eeden, a d'abord permis de réaliser l'existence de ce phénomène, de mieux le comprendre et de constater de son caractère hétérogène. Enfin, l'ensemble de ces découvertes, qu'elles soient valides ou non, ont malgré tout constitué une inspiration pour les chercheurs subséquents qui ont quant à eux utilisé des méthodes expérimentales, tout en menant leurs études dans des laboratoires de sommeil à leur disposition (Brylowski, Levitan, & LaBerge, 1989; Fenwick et al., 1984; LaBerge & Dement, 1982a, 1982b; LaBerge et al., 1983; Schatzman, Worsley, & Fenwick, 1988).

### **1.1.1 Découverte du sommeil paradoxal**

La recherche sur le rêve lucide a connu une certaine révolution en se tournant vers des approches empiriques avec la découverte du SP en 1953 par Aserinsky et Kleitman (1953). Les chercheurs pouvaient désormais étudier et objectiver le SP, qui sera éventuellement le stade de sommeil de prédilection pour étudier les rêves lucides. Ils ont mené des études en enregistrant les mouvements oculaires à l'aide de l'électrooculogramme (EOG) en plaçant une paire d'électrodes sur les crêtes orbitaires supérieures (*superior orbital ridges*) et inférieures (*inferior orbital ridges*) d'un œil pour détecter les changements de potentiel cornéo-rétinien relatifs aux mouvements verticaux, en plus d'une paire d'électrodes sur les commissures

internes et externes du même œil pour mesurer les mouvements horizontaux. Au total, vingt sujets ont participé à une série d'expérimentations menant à la découverte du SP. Aserinsky et Kleitman ont voulu confirmer que les mouvements oculaires particuliers observés dans leurs études étaient associés au rêve.

Pour s'y faire, Aserinsky et Kleitman (1953) ont recruté des sujets à travers différents protocoles de recherche et les ont questionnés sur leur expérience onirique en les réveillant lors d'une période marquée par de tels mouvements oculaires, évoquant le SP, et lors d'une période dépourvue de tels mouvements, représentant le sommeil lent profond. Sur les 27 cas où les sujets étaient réveillés pendant un épisode avec des mouvements oculaires rapides, 20 d'entre eux ont rapporté des rêves détaillés –évoquant la plupart du temps des scènes visuelles– tandis que les 7 cas restants n'étaient pas en mesure de rapporter un rêve ou disaient avoir l'impression d'avoir rêvé sans toutefois se souvenir du contenu du rêve. Sur les 23 cas réveillés en sommeil lent profond, 19 d'entre eux n'ont pas réussi à rapporter de rêve, tandis que les 4 autres cas ont rapporté des rêves ou encore avaient l'impression d'avoir rêvé, sans pouvoir décrire le rêve en question. Les auteurs ont donc constaté que le stade de sommeil comprenant des mouvements oculaires rapides était associé au rappel de rêve, et que les rêves vivides survenaient le plus souvent pendant ce stade de sommeil. Les auteurs ont également évalué à quels moments survenaient les périodes de sommeil marquées par de tels mouvements des yeux au cours de la nuit et leurs durées. Une autre série d'expérimentations a permis de comparer la fréquence respiratoire pendant les périodes de sommeil avec mouvements oculaires comparativement à des périodes de sommeil sans mouvements oculaires rapides, montrant que le rythme était significativement plus élevé lors des périodes avec mouvements. Le rythme cardiaque serait lui aussi plus élevé en la présence de ces mouvements oculaires que lors des périodes sans mouvements, toujours selon les études menées par Aserinsky et Kleitman. En somme, ces résultats suggèrent que les mouvements oculaires, l'activité EEG et l'activité du système nerveux autonome semblent reliés et qu'ils ne surviennent pas de façon aléatoire. Les auteurs ont donc conclu que ce phénomène physiologique –le SP– et probablement le rêve, représenteraient un niveau particulier d'activité corticale se produisant en sommeil. En résumé, il s'agirait d'une période marquée par des mouvements des yeux, apparaissant une première fois 3 heures après le coucher, se

produisant une seconde fois 2 heures plus tard et à une ou deux autres reprises tout juste avant le réveil. La méthode de Aserinsky et Kleitman aurait donc permis de déterminer le moment où survient la période de sommeil associée au rêve ainsi que sa durée. Cette découverte a fait du SP un sujet d'étude très convoité et a finalement mené à des approches en laboratoire pour étudier le rêve lucide.

C'est ainsi que s'ensuit une série de recherches par Dement et ses collaborateurs (Dement & Kleitman, 1957; Dement & Wolpert, 1958) voulant démontrer que le SP était le « substrat » physiologique du rêve. En effet, Dement et Kleitman (1957) ont évalué la relation entre les mouvements des yeux –en les quantifiant– et le rêve, à partir des résultats de Aserinsky et Kleitman (1953). Pour s'y faire, ils ont évalué trois relations spécifiques. D'abord, ils ont collecté les rêves en SP sans contact direct entre les sujets et l'expérimentateur pour éliminer tous biais générés par ce dernier. Deuxièmement, ils ont comparé l'évaluation subjective de la durée des rêves par les sujets avec la durée réelle des périodes de mouvements oculaires. Enfin, ils ont étudié la relation entre le patron des mouvements oculaires et le contenu des rêves afin d'évaluer si les mouvements des yeux représentaient une expérience visuelle particulière pendant le rêve ou s'ils étaient des mouvements aléatoires générés par le système nerveux central. En ce qui a trait à l'analyse du sommeil, des périodes de SP sont survenues lors de chacune des nuits, caractérisées par un bas voltage, des mouvements oculaires rapides et une activité de l'EEG relativement rapide. Globalement, les sujets ont eu un grand rappel de rêves après avoir été réveillés en SP et ils ont eu un très faible rappel de rêves suite aux réveils en sommeil lent. De plus, les sujets, réveillés 5 ou 15 minutes après le début de leur SP, ont réussi à évaluer correctement la durée de leur rêve. Enfin, le patron d'activité observé en SP était associé à la scène visuelle du rêve et les mouvements des yeux enregistrés lors de diverses situations à l'éveil correspondaient à ceux enregistrés en sommeil lors de situations similaires.

En somme, la découverte du SP a grandement contribué à l'étude du sommeil, des rêves et des rêves lucides, notamment en étudiant la relation entre le patron des mouvements des yeux et le contenu des rêves, ce qui a sans doute inspirer le groupe de Stanford dans le cadre de leurs recherches sur les rêves lucides. Ces derniers ont en effet réussi à développer une méthode appropriée pour étudier les rêves lucides scientifiquement, telle que décrite ci-

bas. Les études de sommeil en laboratoire ont mené à un nombre important de recherches démontrant l'existence réelle des rêves lucides, tout en dévoilant plusieurs de leurs caractéristiques physiologiques. C'est ainsi qu'ont débuté les premières recherches en laboratoire ayant pour objet d'étude les rêves lucides.

### **1.1.2 Premières études en laboratoire par le groupe de Stanford**

Le groupe de LaBerge figure parmi les premiers à avoir évalué la possibilité que les individus puissent signaler leur prise de conscience pendant un rêve lucide de façon volontaire et intentionnelle, et ce, à l'aide de divers mouvements, tels que des mouvements des yeux. Une des études de LaBerge et al. (1981) a voulu déterminer de façon empirique les conditions physiologiques lors desquelles les rêves lucides survenaient. Dans le cadre de cette étude, 5 sujets sont parvenus à signaler leur prise de conscience pendant leur rêve, tout en étant en SP continu. De plus, ces signaux étaient associés à des actions particulières dans le rêve, correspondant à des patrons d'activité similaires observés sur l'enregistrement polysomnographique. Enfin, ces signaux correspondaient aux consignes données par l'expérimentateur quant à la façon de signaler la lucidité, confirmant l'hypothèse de LaBerge présumant que les sujets prenant conscience du fait qu'ils rêvent pendant leur sommeil, seront également en mesure de se souvenir des actions à effectuer pendant le rêve mais préétablies à l'éveil (S. P. LaBerge et al., 1981). À ce sujet, LaBerge (1981) s'est appuyé sur les résultats de Rechtschaffen (1973), voulant que le regard et le mouvement des muscles pendant le rêve corrélait dans certains cas avec l'enregistrement polysomnographique des yeux et celui de l'activité musculaire, pour émettre l'hypothèse que les rêveurs lucides peuvent signaler leur prise de conscience pendant leur sommeil à l'aide d'actions intentionnelles qui auront possiblement des corrélats physiologiques observables sur le tracé de sommeil. Dans cette même étude (S. P. LaBerge et al., 1981), parmi les 35 rêves lucides recueillis, 32 d'entre eux ont été rapportés suite à un réveil spontané en SP, 2 en stade 1 (N1) et un lors de la transition entre le stade 2 (N2) et le SP. Considérant que tous les signaux de lucidité aient été produits en SP, les auteurs ont alors suggéré que la physiologie du rêve lucide correspondait à un bas voltage, un EEG à fréquences variables, un SP épisodique et un électromyogramme (EMG) de faible amplitude. En somme, cette étude a permis de constater que les rêves lucides pouvaient véritablement survenir en SP et que les rêveurs lucides pouvaient signaler intentionnellement

leur prise de conscience, tout en continuant de dormir et de rêver. Plus globalement, cette recherche a permis de mettre sur pied et de partager une méthode pour étudier les rêves lucides.

Des études subséquentes ont été entreprises principalement par le groupe de LaBerge, montrant une concordance marquante entre les différents mouvements physiologiques vécus dans les rêves et les mêmes mouvements observés objectivement sur les tracés de sommeil, tels que le rythme respiratoire (LaBerge & Dement, 1982b), l'activité sexuelle (LaBerge et al., 1983; LaBerge, 1985), le discours dans le rêve en corrélation avec l'expiration (Fenwick et al., 1984) et le mouvement de différents membres (Fenwick et al., 1984). Un autre exemple est celui du temps estimé dans le rêve qui semblait correspondre au temps réel dans une étude de LaBerge (1985). Ces études démontrant ce qu'on peut appeler « l'équivalence fonctionnelle » entre les actions dites motrices, autonomes et de nature émotionnelle, réalisées dans les rêves et celles observées à l'état d'éveil seront également discutées ultérieurement (voir 1.3.1 Le rêve lucide : les corrélats physiologiques).

### **1.1.3 Autres groupes ayant menés les premières études en laboratoire**

D'autres groupes de recherche se sont également intéressés à l'étude des rêves lucides en laboratoire. D'abord, Hearne (1982) a voulu évaluer la capacité de rêveurs lucides à effectuer différentes tâches pendant leurs rêves, notamment afin de départager leur degré de difficulté respectif. Hearne (1983) a aussi révélé que les rêves lucides survenaient principalement en SP grâce à une machine détectant le SP afin de générer une stimulation électrique sur le poignet des sujets en SP en guise de stimulus pour susciter les rêves lucides chez les sujets. Alan Worsley, lui-même rêveur lucide et ayant participé à plusieurs études de Hearne, a publié un article (Worsley, 1988) évoquant ses propres expériences de lucidité au cours de ses rêves. C'est au sein même de cet article qu'il rapporta ce qui est considéré comme le premier signal de lucidité observé sur un enregistrement polysomnographique.

Contrairement au postulat de certains chercheurs, voulant que les rêves lucides se produisent lors de brèves périodes d'éveil (Hartmann, 1975; Schwartz & Lefebvre, 1973) ou encore en sommeil lent (Antrobus et al., 1965), un nombre important d'études ont plutôt montré que les rêves lucides survenaient en SP (Brylowski et al., 1989; Hearne, 1978; S.

LaBerge et al., 1981; LaBerge, 1980b; Ogilvie, Hunt, Kushniruk, & Newman, 1983; Ogilvie et al., 1982). C'est d'ailleurs le cas d'Ogilvie et son équipe qui ont grandement contribué à l'étude des rêves lucides, principalement en lien avec le stade de sommeil lors desquels ils ont tendance à survenir. Ce groupe de recherche a d'abord montré une association entre la lucidité et l'activité alpha élevée pendant le SP (Ogilvie, Hunt, Sawicki, & McGowan, 1978). Une relation qui serait expliquée par des études sur la méditation et le biofeedback indiquant qu'une augmentation de l'activité alpha serait associée à une clarté mentale particulière et à la concentration lors d'un état méditatif (Woolfolk, 1975). Ces auteurs ont d'ailleurs suggéré que le rêve lucide correspondrait à un état méditatif survenant en SP (Ogilvie et al., 1982) et que cette association entre l'activité alpha et la lucidité puisse constituer un corrélât physiologique de la lucidité. D'autres études d'Ogilvie (1983; 1982) ont notamment permis de corroborer les résultats de LaBerge (1980a) et de Hearne (1981) montrant que les rêves lucides auraient principalement lieu au cours du SP et qu'ils ne représenteraient pas des artéfacts d'éveil, tel que démontré à l'aide de rapports de rêves (Ogilvie et al., 1982) et par des signaux oculaires (Ogilvie et al., 1983).

#### **1.1.4 Études récentes en laboratoire sur les rêves lucides**

Plus récemment, de nouvelles méthodes ont été employées pour étudier les rêves lucides, recourant, entre autres, à l'utilisation de certaines techniques de stimulation électrique pour susciter les rêves lucides. Deux études majeures, soit l'une utilisant la stimulation transcrânienne par courant direct (Stumbrys et al., 2013) et une deuxième employant la stimulation transcrânienne par courant alternatif (Voss et al., 2014) ont étudié la possibilité d'induire des rêves lucides à l'aide d'une stimulation électrique, selon des fréquences, des intensités, des localisations cérébrales et des durées particulières. Ces études seront détaillées dans plusieurs sections subséquentes (voir 1.4.2 La stimulation électrique transcrânienne). Tout compte fait, bien que les méthodes employées pour étudier les rêves lucides aient leurs avantages et leurs inconvénients, elles ont contribué considérablement à l'avancement des connaissances sur les rêves lucides, qui seront discutées dans les prochaines sections, que ce soit en ce qui concerne leur prévalence ou encore leurs caractéristiques psychophysiologiques et neurophysiologiques.

## **1.2 La phénoménologie du rêve lucide**

Tel que mentionné précédemment, le terme « rêve lucide » a été évoqué en 1913 par le psychiatre néerlandais Frederik Willems van Eeden (1913), décrivant un rêve durant lequel le rêveur était conscient de sa vie éveillée et de sa condition actuelle, tout en étant en mesure de diriger son attention et ses actions de façon volontaire dans le rêve.

Lors d'un rêve lucide, il est effectivement possible pour le rêveur de se souvenir d'évènements de la vie éveillée pour influencer le déroulement du rêve et pour accomplir des tâches préétablies à l'éveil (Stumbrys, Erlacher, Johnson, & Schredl, 2014). Toutefois, un tel contrôle sur le contenu du rêve ou un tel accès à sa mémoire pendant le rêve n'est pas requis pour que le rêve soit « lucide ». En effet, le rêve lucide n'est pas un phénomène unitaire : il varie plutôt selon plusieurs dimensions et à différents degrés, que ce soit en ce qui a trait au contrôle, à l'accès à la mémoire épisodique, à la mémoire à long terme ou à différents stimuli sensoriels (vision, toucher, etc.). À titre d'exemple, un individu peut être lucide pendant son rêve mais ne pas être en mesure de compléter la tâche préétablie ou encore, l'avoir oubliée. Dans ce cas, bien que le rêveur soit lucide, il n'aurait pas eu accès à sa mémoire pendant son rêve. Cette précision se reflète d'ailleurs au sein même de la définition du rêve lucide, voulant que le rêve lucide soit un rêve lors duquel l'individu est conscient de rêver (Green, 1968), sans précision particulière par rapport à la mémoire ou au contrôle. Les prochains points exposeront en détails la phénoménologie du rêve lucide.

### **1.2.1 Le rêve lucide : un phénomène prévalent**

Le rêve lucide semble être un phénomène fréquent, puisque plus de la moitié de la population générale aurait rapporté au moins un rêve lucide au cours de sa vie, selon une mesure rétrospective (Snyder & Gackenbach, 1988). De plus, 20% d'entre eux seraient considérés comme des rêveurs lucides fréquents, en rapportant au moins un rêve lucide par mois (Snyder & Gackenbach, 1988). Ce résultat concorde avec l'étude de Ribeiro et al. (2016) ayant révélé que de 73 à 81% de leur échantillon de 309 étudiants avaient eu au moins un rêve lucide dans leur vie, dépendamment de la méthode utilisée pour les mesurer. Une étude de Barrett (1991) a plutôt montré que 0.7% des 1 910 rêves rapportés au cours de cette étude étaient des rêves lucides et que 27 rêves additionnels (1.41%) étaient considérés comme des

rêves pré-lucides. Un rêve pré-lucide est défini comme un rêve durant lequel le rêveur a une attitude critique face à ce qu'il expérimente, soulevant la possibilité qu'il rêve, sans toutefois réaliser que c'est bel et bien le cas (Green, 1968). La notion de rêve « pré-lucide » soulève la possibilité que le rêve lucide puisse se retrouver sur un continuum, à la fois selon le degré de prise de conscience et celui du contrôle que le rêveur peut exercer sur le rêve. Zadra et al. (1992) ont quant à eux observé 0.33% de rêves lucides et 1.00% de rêves pré-lucides sur un total de 599 rêves rapportés dans un journal de rêve d'une durée de 6 semaines par des individus qui n'ont jamais fait de rêves lucides. Aspy (2016) s'est d'ailleurs questionné sur l'impact différentiel d'utiliser un journal de rêves quotidien, comparativement à un questionnaire, sur la fréquence de rappel de rêves lucides. Ses travaux ont montré une fréquence plus élevée de rêves lucides rapportés dans un journal effectué pendant une semaine comparativement à une mesure rétrospective. Notons toutefois que cette étude a été réalisée avec des individus voulant augmenter la fréquence de leurs rêves lucides (Schredl & Noveski, 2018). Enfin, une étude de Schredl et al. (2018) a observé 22 rêves lucides (1.36%) et 9 rêves pré-lucides (0.56%) sur un total de 1 612 rêves. Contrairement à l'étude d'Aspy (2016), les participants ont rapporté plus de rêves lucides dans le questionnaire comparativement à deux mesures quotidiennes, soit un journal évaluant le nombre de rêves lucides et pré-lucides par mois et un deuxième journal évaluant uniquement le nombre de rêves lucides par mois. La proportion de rappel de rêves et leur complexité semblent non seulement dépendre de la méthode employée pour les rapporter, mais elles s'avèrent aussi tributaires de plusieurs autres variables, allant du type de réveil (provoqué par un élément extérieur ou naturel/progressif) (Goodenough, Lewis, Shapiro, Jaret, & Sleser, 1965), des critères retenus pour qualifier un rapport de rêve (Hennevin & Leconte, 1971), jusqu'aux consignes données aux participants quant à la façon de rapporter ses rêves (Foulkes, 1962). En outre, il ne semble pas y avoir de différences entre les sexes en ce qui concerne la fréquence de rêves lucides (Gruber, Steffen, & Vonderhaar, 1995; Stepansky et al., 1998; Watson, 2001). En ce qui a trait à la relation entre la fréquence des rêves lucides et l'âge, certains auteurs (Schredl & Erlacher, 2011) ont observé une corrélation négative entre la fréquence des rêves lucides et l'âge, tandis que d'autres chercheurs (Voss, Frenzel, Koppehele-Gossel, & Hobson, 2012) évoquent plutôt que les rêves lucides seraient davantage prononcés chez les jeunes enfants et que leur incidence diminuait à l'âge de 16 ans. Cette dernière étude a également soulevé un fait intéressant : les

rêves lucides seraient plus fréquents chez les élèves ayant un niveau de scolarité élevé comparativement à ceux ayant un niveau de scolarité inférieur.

### **1.2.2 Le rêve lucide : un état de conscience hybride**

Le rêve lucide est considéré comme un état de conscience hybride, et ce, à plusieurs égards (Voss et al., 2009). À cet effet, il est important de présenter l'hypothèse de conscience primaire et secondaire d'Hobson et Voss (2011; 2010). La conscience primaire, considérée de bas niveau, intégrerait le passé, le présent et le futur, mais elle ne permettrait d'interagir qu'avec ce qui survient dans l'immédiat (Voss et al., 2013). De plus, sous cette conscience primaire, le rêveur serait dépourvu de son habileté à contrôler ou influencer l'expérience en cours. Par conséquent, selon ce modèle, lors d'un rêve non lucide, où la conscience primaire serait prédominante, le seul choix s'offrant au rêveur serait de « *coper* » avec l'expérience en cours, sans pouvoir l'influencer ou la contrôler. De plus, due à une atténuation de l'activation du cortex préfrontal en SP, le rêveur non lucide serait privé de sa pleine capacité à penser de façon logique et de sa prise de décisions (Hobson & Pace-Schott, 2002; Maquet et al., 1996). La conscience secondaire, dite de haut niveau, permettrait quant à elle de réfléchir à propos du passé, de planifier et de se projeter dans le futur. Dès lors, certains auteurs suggèrent que le rêve lucide comprendrait à la fois des éléments de la conscience primaire et de la conscience secondaire (Edelman, 2003; Hobson & Voss, 2011; Hobson & Voss, 2010; Voss et al., 2009). En effet, durant un rêve lucide, certaines parties du cerveau seraient activées sous le mode primaire tandis que d'autres auraient accès à la conscience secondaire (Edelman, 2005; Voss et al., 2013). Il est toutefois intéressant de noter que malgré le fait que les rêves lucides aient été associés à la conscience secondaire (Voss et al., 2009), celle-ci est pourtant atypique en SP et est plutôt associée à l'état d'éveil (Hobson & Voss, 2011; Kortelainen, Jia, Seppanen, & Thakor, 2012; Voss et al., 2009).

C'est ainsi que plusieurs chercheurs prétendent que les rêves lucides offrent une des rares, sinon la seule occasion d'étudier cette coexistence d'états de conscience au sein d'un même phénomène (Voss et al., 2014). De plus, la comparaison entre les rêves lucides et les rêves non lucides, offre une condition unique pour étudier les théories de la conscience, en

fournissant des informations clés sur la structure de l'expérience consciente et ses corrélats neuraux pendant le sommeil (Voss et al., 2013).

La même équipe de chercheurs a d'ailleurs étudié les facteurs associés à la conscience dans les rêves (Edelman, 2005; Voss et al., 2013). Une analyse factorielle exploratoire (Voss et al., 2013) a permis d'identifier huit facteurs, qui ont ensuite été validés avec une analyse factorielle. Les facteurs identifiés et validés sont les suivants : la *prise de conscience (insight)*, le *contrôle*, la *pensée*, le *réalisme*, la *mémoire*, la *dissociation*, l'*émotion négative* et l'*émotion positive*. Suite aux analyses, tous ces facteurs ont permis de différencier les rêves lucides des rêves sans lucidité, à l'exception du réalisme et de l'émotion négative. Plus particulièrement, les rêves lucides ont été associés plus fortement à la conscience, le contrôle et la dissociation et plus faiblement aux éléments mnésiques (mémoire) ainsi qu'aux émotions positive et négative. La prise de conscience et le contrôle sont d'ailleurs des fonctions propres à la conscience secondaire. Somme toute, il s'avère important de considérer ces éléments qui semblent pouvoir distinguer les rêves lucides des rêves non lucides ou de l'état d'éveil dans l'étude des rêves lucides, et de chercher à valider ou invalider leur caractère distinctif. Toutefois, il nous apparaît nécessaire de combiner de telles mesures subjectives à des critères plus objectifs pour valider la prise de conscience dans les rêves. C'est pourquoi les prochaines sections discuteront des corrélats psychologiques et physiologiques associés aux rêves lucides.

### **1.2.3 Caractéristiques psychologiques associées au rêve lucide**

De nombreuses études suggèrent que les rêves lucides sont associés à différentes caractéristiques psychologiques. En premier lieu, Blagrove et Hartnell (2000) ont montré que les rêveurs lucides, comparativement aux gens ne rapportant pas de rêves lucides, rapportaient un plus grand besoin de cognition (*need for cognition*), se traduisant par une motivation intrinsèque à s'engager avec effort dans des tâches cognitives (Ginet & Py, 2000). Cette même étude a également noté une plus grande créativité auto-rapportée chez les rêveurs lucides (Blagrove & Hartnell, 2000). Les auteurs ont par ailleurs suggéré que ces variables seraient associées à un niveau élevé de conscience de soi, à l'éveil comme lors d'un rêve, ou encore à la capacité des rêveurs lucides à reconnaître le caractère étrange du rêve, leur permettant ainsi de réaliser qu'ils rêvent. Ce groupe a également répliqué les résultats d'une étude antérieure

(Blagrove & Tucker, 1994), voulant que les rêveurs lucides aient un lieu de contrôle interne plutôt qu'externe. Un lieu de contrôle interne signifie de croire en sa propre influence sur les événements et leurs conséquences face aux événements survenant à l'éveil (Loas, Dardennes, Dhee-Perot, Leclerc, & Fremaux, 1994). Ce résultat n'a toutefois pas été répliqué dans l'étude de Wolpin et al. (1992).

Les rêves lucides sont également associés à une augmentation de plusieurs fonctions cognitives, tels que l'autoréflexion, la mémoire, le contrôle du comportement, la pensée rationnelle et la planification (Voss et al., 2013). Concernant l'autoréflexion, des auteurs ont noté une augmentation de l'activité dans les aires frontopolaires bilatérales lors de rêves lucides, étant associées au traitement des états internes, tels que l'évaluation de ses propres pensées et sentiments (Christoff, Ream, Geddes, & Gabrieli, 2003).

Un groupe de chercheurs a proposé que durant un rêve lucide, au moment où les individus deviennent conscients qu'ils rêvent, ces derniers auraient complètement accès à leur mémoire et seraient en mesure de contrôler volontairement leurs actions dans le rêve (Dresler, Wehrle, et al., 2012). En ce qui a trait à la mémoire lors d'un rêve « normal » et dépourvu de lucidité, la mémoire de travail ne serait pas efficace (Hobson & Pace-Schott, 2002), tandis qu'elle le serait lors des rêves lucides en raison de l'activation du cortex préfrontal dorsolatéral et des lobes pariétaux observée pendant de tels rêves (Smith & Jonides, 1998). En effet, afin de devenir lucide pendant un rêve, la mémoire de travail aurait une importance considérable afin d'activer l'intention, développée à l'état d'éveil, de reconnaître l'état onirique dans lequel se trouve le rêveur, et dans certains cas, pour mettre en œuvre certaines tâches telles que de bouger les yeux par exemple. Toutefois, il faut être vigilant en ce qui concerne le contrôle exercé dans le rêve : le rêveur n'est pas toujours capable de contrôler le contenu de son rêve et le niveau de contrôle demeure variable. Néanmoins, des études utilisant la tomographie par émission de positrons ont montré que le contrôle cognitif dans les rêves était associé avec une activation du cortex frontal (Shapiro, Wu, Hong, & Buchsbaum, 1995), qui a d'ailleurs été observée lors de rêves lucides (Dresler, Wehrle, et al., 2012).

Hearne (1978) a proposé qu'un éveil cortical élevé, tel qu'observé lors de rêves lucides comparativement à des rêves non-lucides (LaBerge, 1992), soit associé avec le trait de personnalité « introversion ». Toutefois, son étude ainsi que plusieurs autres n'ont pas validé

cette hypothèse (Schredl & Erlacher, 2004; Snyder & Gackenbach, 1988; Watson, 2001). L'indépendance du champ (*field independence*) a été associée à la fréquence de rêves lucides, basé sur le fait que les rêveurs lucides se fieraient davantage à leurs stimuli internes que les rêveurs non-lucides (Gackenbach, Heilman, Boyt, & LaBerge, 1985; Gackenbach, Snyder, Rokes, & Sachau, 1986). Blagrove et Tucker (1994) n'ont toutefois pas répliqué ce résultat.

Un autre aspect a été mis en lien avec les rêves lucides : la méditation (Moffitt et al., 1988). Plusieurs études (Gackenbach, Cranson, & Alexander, 1986; Gackenbach, 1978, 1981, 1990; Hunt & McLeod, 1991; Levitan, 1993) ont d'ailleurs montré une corrélation positive entre la fréquence de rêves lucides et la fréquence à laquelle les gens pratiquent la méditation. La méditation a d'autant plus été mise en lien avec le lieu de contrôle interne (Blagrove & Hartnell, 2000; Blagrove & Tucker, 1994), qui serait lui aussi associé aux rêves lucides tel que vu précédemment. Prescott et Pettigrew (1995) ont évalué si la recherche de contrôle sur différentes situations de la vie quotidienne était associée au rêve lucide. Leurs résultats ont permis de mettre en lien la fréquence de rêves lucides et l'item *recherche de contrôle sur les situations de la vie quotidienne* issu d'un questionnaire comprenant 8 questions à propos du contrôle dans la vie éveillée et 3 questions à propos de l'expérience onirique. Ce résultat concorde avec l'hypothèse de Gackenbach (1978) voulant que les gens rapportant des rêves lucides exercent un meilleur contrôle sur leur vie éveillée, et donc, seraient mieux adaptés et auraient un faible niveau de *névrotisme* (tendance à éprouver des émotions fortes (colère, peur, tristesse) et une propension à entretenir des idées irrationnelles) (Leblanc et al., 2004). Encore une fois, bien que de nombreuses études aient supporté cette hypothèse, plusieurs autres (Brussington & Hicks, 1996; Hearne, 1978; Schredl & Erlacher, 2004; Stepansky et al., 1998; Watson, 2001; Wolpin et al., 1992) n'ont pas trouvé de lien entre la fréquence de rêves lucides, le trait *névrotisme* et le bien-être.

Une étude de Schredl et Erlacher (2004) s'est servi du modèle des *Big Five* pour évaluer différents traits de personnalité associés au rêve lucide. Leurs résultats ont toutefois montré qu'aucun des facteurs ne semblaient associés à la fréquence de rêves lucides. Parmi les 6 facettes associées au facteur *ouverture à l'expérience*, seulement les facettes *fantaisie* (imaginatif) et *idées* (curieux) étaient significativement reliées à la fréquence de rêves lucides, mais également à la fréquence de rappel de rêves. Watson (2001) a également montré une

corrélation entre l'*ouverture à l'expérience* et la fréquence de rêves lucides, mais ce fut le cas que pour un échantillon de sujets et non pas pour un deuxième échantillon évalué, sans compter que les résultats n'étaient pas contrôlés pour la fréquence de rappel de rêves. Les minces frontières (*thin boundaries*), l'absorption et l'imagination corrélaient également avec la fréquence de rêves lucides, mais de la même manière qu'avec la fréquence de rappel de rêves. C'est d'ailleurs pour éviter de tels problèmes méthodologiques que Schredl et Erlacher (2004) ont choisi de contrôler pour la fréquence de rappel de rêves. Ainsi, après avoir contrôlé pour le rappel de rêves, l'absorption, l'imagination et la facette *idées* (curieux) demeuraient significativement reliées à la fréquence de rêves lucides. Les minces frontières (*thin boundaries*) ont aussi été associées positivement à la fréquence de rêves lucides dans deux autres études (Galvin, 1990; Hicks, Bautista, & Hicks, 1999).

En somme, ces résultats laissent croire que les facteurs de personnalité semblent jouer un rôle mineur dans l'explication des différences interindividuelles par rapport à la fréquence de rêves lucides (Schredl & Erlacher, 2004). Néanmoins, il est possible que des dimensions plus spécifiques, telles que l'imagination visuelle et la prédisposition à la fantaisie soient associées au rêve lucide. Notons toutefois que la fréquence de rappel de rêves, comme celle des rêves lucides, ont été mesurées à l'aide d'échelles très semblables et qu'elles demeurent des mesures subjectives, de même que le test de personnalité du *Big Five* qui a été évalué par le NEO-PI-R (Ostendorf & Angleitner, 1994). De plus, la fréquence de rappel de rêves corrélait significativement avec la fréquence de rêves lucides dans bien des cas. Il s'avère donc important de contrôler pour la fréquence de rappel de rêves lors de l'interprétation de la fréquence de rêves lucides en lien avec différents traits de personnalité.

### **1.3 Le rêve lucide : un phénomène mesurable**

Plusieurs études, dont certaines portant sur les rêves lucides, semblent démentir le fait que le rêve ne soit qu'une activation neurophysiologique aléatoire se produisant majoritairement en SP, comme l'a suggéré Hobson et al. (1998). En effet, pendant un rêve lucide, il semble que l'état de conscience du rêveur soit souvent comparable à l'état d'éveil, d'après la cohérence, la clarté et la complexité cognitive qui puissent s'y rattacher (Brown, 1936; Green, 1968; LaBerge, 1980a; Tart, 1978; van Eeden, 1913). Sans même qu'il soit

lucide, le rêve est considéré par plusieurs chercheurs comme un état altéré de la conscience, lors duquel le cerveau construit un monde virtuel d'images vivides, mais dont le rêveur est incapable d'identifier comme étant hallucinogènes (Voss et al., 2013). En revanche, pendant un rêve lucide, l'impression de « réalité » est souvent particulièrement vivide.

### **1.3.1 Le rêve lucide : les corrélats physiologiques**

Pour répondre au scepticisme de certains chercheurs quant à l'existence des rêves lucides, certains groupes de recherche ont voulu valider leur existence au cours des années 1970 à l'aide de mesures objectives. Pour y parvenir, des chercheurs ont voulu identifier le moment précis où débutait les rêves lucides lors d'enregistrements polysomnographiques, en s'appuyant sur les travaux de Roffwarg (1962), qui, sans étudier les rêves lucides spécifiquement, ont montré une concordance entre la direction des mouvements oculaires enregistrés en SP et les mouvements des yeux effectués dans le rêve par le rêveur. De telles concordances ont notamment été observées dans le cadre d'études portant spécialement sur les rêves lucides, et ce, non seulement avec des mouvements des yeux. En effet, tel que mentionné précédemment, plusieurs études ont été menées par différents groupes (Fenwick et al., 1984; LaBerge & Dement, 1982b; LaBerge et al., 1983; LaBerge, 1985) et ont réussi à montrer une « équivalence fonctionnelle » entre les mouvements physiologiques vécus dans les rêves et les mouvements observés objectivement sur les tracés de sommeil.

Bien que ces études aient observé de tels corrélats psychophysiologiques lors de rêves lucides, il est important de souligner que ces mouvements n'étaient pas effectués par les rêveurs pour signaler leur lucidité. Néanmoins, ces études ont assurément contribué à la venue des recherches qui ont voulu objectiver les rêves lucides, en demandant aux participants de signaler leur lucidité pendant leur rêve, dès qu'elle survient, et ce, à l'aide de différents types de mouvements préétablis (Cardeña, Lynn, & Krippner, 2000; Hearne, 1978; LaBerge, 1980b). En effet, il est possible d'effectuer de tels mouvements oculaires lors d'un rêve lucide puisque le rêveur lucide peut non seulement avoir accès à sa mémoire épisodique, lorsqu'il se souvient des consignes reçues pour signaler sa lucidité, mais il peut également souvent contrôler volontairement ses actions pendant le rêve (Dresler, Wehrle, et al., 2012). Bien que les critères typiques du SP soient conservés et que l'atonie musculaire propre au SP empêche

le rêveur d'effectuer une commande motrice délibérée, il est possible pour le rêveur lucide de communiquer son état de lucidité à l'aide de mouvements oculaires volontaires et prédéfinis. Ces mouvements oculaires peuvent ainsi être perçus par l'expérimentateur grâce à l'EOG (S. P. LaBerge et al., 1981).

C'est ainsi qu'une première étude de LaBerge et al. (1981) a confirmé la présence d'un rêve lucide en observant des mouvements des avant-bras gauche et droit sur l'EMG qui correspondaient aux poings serrés, en alternance de gauche à droite, du rêveur pendant son rêve, en guise de signal de lucidité. Toutefois, l'amplitude des mouvements observée sur l'EMG ne correspondait pas exactement à l'intensité du mouvement pendant le rêve, telle qu'évaluée subjectivement par le rêveur. Considérant que tous les groupes musculaires à l'exception de ceux qui régissent la respiration et les mouvements des yeux sont inhibés pendant le SP, il n'est pas étonnant que les réponses musculaires observées sur l'EMG soient de faible intensité. LaBerge et Dement (1982b) ont plutôt évalué le contrôle volontaire de la respiration pendant le rêve lucide. Les trois rêveurs lucides recrutés devaient respirer rapidement ou retenir leur souffle pendant leur rêve lucide, tout en signalant l'alternance entre ces deux tâches à l'aide de mouvements oculaires. Les participants ont réussi à alterner leurs rythmes respiratoires à neuf reprises, tout en prenant soin de les signaler. Pour chacun des neuf cas, les expérimentateurs étaient en mesure de prédire si le rêveur respirait rapidement ou s'il retenait son souffle en ne s'appuyant que sur l'enregistrement polysomnographique. LaBerge (1992) a également publié des résultats montrant la production de plusieurs signaux oculaires prédéfinis en SP par un rêveur lucide. Ce dernier a réussi à signaler la présence de lucidité à l'aide de mouvements des yeux se dirigeant vers la gauche puis vers la droite à deux reprises (GDGD), et ce, trois fois au cours de sa période de sommeil, tout en signalant le début de ses périodes d'éveil avec des mouvements des yeux bougeant de gauche à droite, à quatre reprises (GDGDGDGD). Au cours de ces études, l'EEG et l'EOG ont permis de valider que les participants étaient véritablement en SP lorsqu'ils produisaient les signaux de lucidité.

Ces études ont non seulement permis d'appuyer l'existence des rêves lucides grâce à des corrélats dits objectifs, par l'utilisation de l'EEG, de l'EOG et de l'EMG par exemples, mais elles ont également permis d'étudier les particularités électrophysiologiques associées aux rêves lucides, qui seront d'ailleurs détaillées dans les prochaines sections.

## **1.3.2 Neurophysiologie du sommeil**

D'abord, il est important de définir et de caractériser les différents stades de sommeil. Il existe trois états comportementaux fondamentaux, soit l'éveil et le sommeil lent, correspondant à environ 75% du temps total dormi, et le SP, correspondant à plus ou moins 25% du temps total dormi.

### **1.3.2.1 Neurophysiologie du sommeil lent**

Le sommeil lent se décline en trois stades : le stade N1, le stade N2 et le stade lent profond (N3) (Carskadon & Rechtschaffen, 2000; Iber, Ancoli-Israel, Chesson, & Quan, 2007; Rechtschaffen & Kales, 1968). Ces stades se succèdent lors d'une nuit de sommeil selon des cycles d'environ 90 minutes. Le stade N3 est prédominant dans chaque cycle en début de nuit, tandis que le SP occupe une plus grande partie de chaque cycle en fin de nuit. Le stade N1, caractérisé par des ondes alpha ainsi que des mouvements oculaires lents, marque la transition entre l'éveil et le sommeil. Ce stade est habituellement de courte durée. S'ensuit le stade N2 caractérisé par deux marqueurs physiologiques, soit des complexes K, qui constituent des ondes rapides de grande amplitude (d'au moins 75  $\mu$ V et d'une durée minimale de 0.5 seconde) souvent provoquées par des stimuli externes, et des fuseaux de sommeil, qui sont des événements phasiques de l'EEG dont la fréquence se situe entre 10 et 16 Hz (d'une durée minimale de 0.5 seconde). Le stade N3 est marqué par une activité synchrone des neurones et de l'activité delta (0.5-2 Hz) pendant 20% ou plus de l'époque de sommeil. Le sommeil lent a des fonctions somatiques ainsi qu'un rôle important dans la consolidation de la mémoire (Rauchs, Desgranges, Foret, & Eustache, 2005; Schabus et al., 2004; Stickgold, 2005; Walker & Stickgold, 2004). Lors du sommeil lent, la température corporelle diminue ainsi que la consommation d'énergie, tandis que survient une augmentation du système nerveux autonome parasympathique. De plus, bien que les rêves surviennent majoritairement en SP, ces derniers ne se manifestent pas exclusivement en SP (Nielsen, 2000) : il existe un certain degré de rappel de rêve qui se produit en sommeil lent (Foulkes, Spear, & Symonds, 1966; Foulkes, 1962), tel que discuté ci-bas au sujet des rêves lucides. Les rapports d'expériences oniriques issus du sommeil lent sont souvent considérés comme des « pensées » plutôt que des rêves proprement dit (Goodenough et al., 1965). À cet effet, il a d'ailleurs été suggéré que même

des rêves vifs pouvaient se produire en sommeil lent chez certains individus, tels que patients atteints de l'État de stress post-traumatique (ESPT), dont plus de 50% de leurs cauchemars surviennent en sommeil lent (Phelps et al., 2018). Les cauchemars post-traumatiques survenant en sommeil lent seraient plus réalistes, étant souvent liés aux expériences de la vie éveillée, en plus d'être associés à une anxiété soudaine et intense ainsi qu'à une augmentation du rythme cardiaque, du rythme respiratoire et des mouvements du corps. Les cauchemars produits en SP quant à eux, seraient marqués par un contenu bizarre ou déformé, une augmentation progressive de l'anxiété avant le réveil, ainsi qu'une fréquence cardiaque et respiratoire regagnant un rythme « normal » au réveil.

### **1.3.2.2 Neurophysiologie du sommeil paradoxal**

Le SP est quant à lui marqué par des ondes bêta. De plus, en SP, l'EEG affiche une activité plus rapide, s'apparentant à l'éveil. Plus spécifiquement, le SP est principalement marqué par des mouvements oculaires rapides, provoqués par le locus coeruleus, et une atonie musculaire liée à l'inhibition du thalamus. Toutefois, certains troubles peuvent occasionner une perte de cette atonie musculaire en SP, tels que le Trouble comportemental en sommeil paradoxal, où le SP est marqué par une augmentation profonde de l'activité phasique de contraction musculaire involontaire (*phasic limb twitch activity*) (Ross et al., 1994) du à des lésions sélectives dans les ponts dorsolatéraux ou dans la partie médiale du bulbe rachidien (*medial medulla*) (Schenck & Mahowald, 2002). Des rêves vivides, dysphoriques peuvent également constituer un symptôme associé au Trouble comportemental en sommeil paradoxal (Schenck, Bundlie, Ettinger, & Mahowald, 1986; Schenck, Hopwood, Duncan, & Mahowald, 1992).

De plus, ce stade est caractérisé par une grande consommation d'oxygène par le cerveau, qui est d'ailleurs supérieure qu'à l'éveil. Le SP est notamment marqué par une augmentation du système nerveux autonome sympathique. Le SP est aussi, voir surtout, associé au rappel fiable d'images oniriques complexes, vivides et émotionnelles. Contrairement au sommeil lent, le SP est principalement impliqué dans les fonctions neurocognitives. En SP, l'activité neuronale augmente dans le tronc cérébral, le thalamus, l'amygdale et les cortex extrastriés temporo-occipitaux, tandis que le cortex préfrontal

dorsolatéral et le précunéus sont désactivés (Maquet et al., 1996). Ce patron d'activation neuronale semble pouvoir expliquer la présence d'hallucinations visuelles, d'émotions intensifiées et d'anomalies souvent retrouvées dans les rêves (Hobson & Pace-Schott, 2002), qui surviennent majoritairement en SP. En effet, malgré le fait que les rêves soient associés à plusieurs processus cognitifs, telles qu'en témoignent les perceptions et les émotions générés dans les rêves, leur contenu est souvent bizarre, comprenant des lacunes, des pensées délirantes, sans que le rêveur prenne conscience du fait qu'il rêve (Foulkes, 1962). Ces limites cognitives dépendraient des patrons d'activation neuronaux associés au SP, et plus spécifiquement, d'une désactivation du cortex préfrontal dorsolatéral (Hobson & Pace-Schott, 2002; Maquet et al., 1996). Bien que les rêves soient surtout rapportés en SP (Fenwick et al., 1984; S. P. LaBerge et al., 1981; Tyson et al., 1984), ils peuvent également survenir en sommeil lent (Nielsen, 2000). À cet effet, plusieurs études ont montré que plus de 70% d'éveils en sommeil lent (selon le stade spécifique) étaient accompagnés de rapports de rêves (Stickgold, Malia, Fosse, Propper, & Hobson, 2001). Néanmoins, les rêves rapportés en sommeil lent sont généralement plus courts, plus fragmentés (Antrobus, 1983), moins précis et ils évoquent davantage des souvenirs récents (Foulkes, 1962) que les rêves associés au SP, qui sont plutôt émotionnels, bizarres (Antrobus, 1983), vivides et intenses. Toutefois, il demeure important d'être prudent face à ces généralisations relatives aux caractéristiques des rêves rapportés en SP et ceux rapportés en sommeil lent. En effet, tel que vu précédemment, dans une étude menée auprès d'une population souffrant de l'ESPT (Phelps et al., 2018), plusieurs rêves rapportés en sommeil lent étaient considérés comme étant vivides, en ce qui concerne l'image et d'autres détails sensoriels. Dans cette étude, il s'agissait de cauchemars, qui étaient d'ailleurs rapportés en plus grand nombre (14/24 ou 58.33%) en sommeil lent (stades N1 et N2) qu'en SP (10/24 ou 41.67%) malgré le fait qu'ils soient plutôt considérés comme un désordre du SP.

Le SP est également un état « hétérogène », qui se décline en SP phasique et en SP tonique (Moruzzi, 1963). Le SP phasique est marqué par des caractéristiques plus typiques du SP, soit de nombreux mouvements oculaires et une grande activité corticale. Le SP tonique est quant à lui caractérisé par peu de mouvements oculaires et une activité corticale relativement faible. L'état mental diffère également entre ces périodes (Sallinen, Kaartinen, & Lyytinen,

1996), voulant que les rêves soient plus actifs (Berger & Oswald, 1962; Firth & Oswald, 1975; Pivik & Foulkes, 1966) et plus intenses émotionnellement (Dement & Wolpert, 1958; Karacan, Goodenough, Shapiro, & Starker, 1966) lorsqu'ils sont collectés suite à une période de SP phasique plutôt qu'en SP tonique. Le sentiment d'immersion au cours du rêve serait notamment plus fort pendant une période de SP phasique. En outre, le cerveau serait davantage préoccupé par l'activité mentale en cours pendant un épisode phasique comparativement au SP tonique.

### **1.3.2.3 Les rêves lucides en sommeil lent**

Bien qu'il ait été démontré que les rêves lucides survenaient majoritairement en SP (Brylowski et al., 1989; S. LaBerge et al., 1981; Ogilvie et al., 1983; Ogilvie et al., 1982), et qu'ils pouvaient être rapportés pendant des périodes d'éveil de courte durée (Schwartz & Lefebvre, 1973), des chercheurs ont montré qu'ils pouvaient également survenir en sommeil lent (Antrobus et al., 1965; Stumbrys & Erlacher, 2012). C'est d'ailleurs le cas au sein d'une étude d'Antrobus et Fisher (1965) montrant des signaux témoignant de la lucidité en sommeil lent. Dane et Van de Castle (1984) ont mené une étude pour évaluer différentes techniques d'induction de rêves lucides et celle-ci leur a permis d'observer plusieurs rêves lucides en sommeil lent. Cependant, le fait que les expérimentateurs aient mentionné clairement aux sujets que les rêves lucides pouvaient à la fois survenir en SP et en sommeil lent pourrait avoir contribué à ce résultat selon les auteurs. Selon Dane et Van de Castle (1984), les rêves lucides survenant en sommeil lent pourraient également, dans certains cas, être associés à une intensité et une composante émotionnelle comparables ou plus élevées que celles associées aux rêves lucides produits en SP. Une étude de LaBerge et al. (1986) a aussi révélé la présence de rêves lucides en sommeil lent. Dans cette étude, parmi les 88 rêves lucides rapportés suite à un réveil spontané, 4 (4.5%) d'entre eux ont été rapportés suite à un réveil en sommeil de stade N1, tandis que la majorité d'entre eux (83 ou 94.3%) furent rapportés suite à un réveil en SP et seulement 1 rêve lucide (1.1%) fut rapporté lors d'une période de transition entre le stade N2 et le SP. Enfin, bien que plusieurs auteurs reconnaissent que les rêves lucides sont plus rares et difficiles à réaliser en sommeil lent, Stumbrys et Erlacher (2012) ont eux aussi montré qu'ils pouvaient survenir en sommeil lent, et plus particulièrement en sommeil de

stade N1, ce qui concorde d'ailleurs avec les résultats de LaBerge et al. (1986). Les rêves lucides étaient toutefois moins fréquents en stade N2 et n'ont pas été évalués en stade N3.

#### **1.3.2.4 Les rêves lucides en sommeil paradoxal**

Les études en laboratoire ont montré que les rêves lucides se produisaient principalement en SP (Brylowski et al., 1989; S. LaBerge et al., 1981; Ogilvie et al., 1983; Ogilvie et al., 1982). Brylowski et al. (1989) ont étudié un rêveur lucide expérimenté et capable de signaler ses rêves lucides à l'aide de mouvements oculaires. Après avoir dormi 4 nuits non-consécutives en laboratoire, 10 rêves lucides ont été validés par l'analyse du tracé de sommeil, correspondant à 12.5 minutes de SP avec lucidité et vérifié par les signaux oculaires. Aucun des épisodes de SP avec lucidité ne montrait de micro-éveils ou encore de transition vers le sommeil lent. Dans l'étude de Ogilvie et al. (1983), évaluant 8 rêveurs lucides, dormant entre 1 et 4 nuits en laboratoire, presque la totalité des signaux spontanés ont été produits en SP et les sujets restaient la plupart du temps en SP suite aux signaux, et ce, jusqu'à leur réveil.

Il a également été proposé que les rêves lucides soient associés à une diminution de l'activité phasique en SP (Pivik, 1986). Ce résultat n'a toutefois pas été validé par le groupe de Stanford qui a plutôt démontré que les rêves lucides étaient associés à une augmentation du SP phasique (LaBerge, 1980b). Une étude de Cardeña et al. (2000) a appuyé ce résultat en évoquant que les rêves lucides survenaient davantage au cours du SP phasique, marqué par de nombreux mouvements oculaires et une activité corticale importante, comparativement au SP tonique. Ces résultats concorderaient avec l'hypothèse selon laquelle le niveau élevé d'activité corticale observé dans les rêves ne serait pas présent dans tous les stades de sommeil, mais uniquement au cours du SP phasique (LaBerge et al., 1986). Ce résultat demeure surprenant considérant que les rêves en SP sont souvent dépourvus de pensée réflexive et de métacognition (Dresler, Wehrle, et al., 2012), ce qui contrevient à la prise de conscience observée dans les rêves lucides. Néanmoins, la majorité des études sur les rêves lucides priorisent le SP pour les étudier afin de maximiser leur survenue. Il est donc probable que le SP durant lequel surviennent les rêves lucides soit différent du SP dépourvu de lucidité.

En somme, le sommeil est décrit à la fois en tant que sommeil lent et SP, les deux pouvant être associés à un certain degré d'activité onirique. Par conséquent, le rêve lucide a

été observé en sommeil lent ainsi qu'en SP. Néanmoins, le rêve lucide est presque exclusivement un phénomène propre au SP et peut être associé plus spécifiquement au SP phasique.

### **1.3.2.5 Neurophysiologie des rêves lucides en sommeil paradoxal**

Sur le plan neurophysiologique, peu d'études ont été effectuées pour identifier les corrélats neuronaux associés aux rêves lucides. Des études ont tout de même observé une activité cérébrale inhabituelle lors de rêves lucides, soit une augmentation des ondes alpha (8-12 Hz) (Ogilvie et al., 1982; Tyson et al., 1984) et bêta (13-20 Hz) (Holzinger et al., 2006). Récemment, plusieurs recherches ont noté une activité gamma élevée dans les régions frontales pendant les rêves lucides, surtout à une fréquence de 40 Hz (Mota-Rolim et al., 2010; Voss et al., 2009), tel que décrit ici-bas.

L'équipe de Dresler et al. (2012) a choisi d'employer l'IRMf combinée à l'EEG afin d'étudier les corrélats neuronaux associés aux rêves lucides en comparant le sommeil avec lucidité du sommeil sans lucidité. Quatre rêveurs lucides expérimentés (rapportant plus d'un rêve lucide par semaine) ont dormi dans un scanner comprenant l'enregistrement polysomnographique. Les participants ont dormi dans le scanner entre 2 et 6 nuits consécutives, en fonction de leur capacité à signaler leurs rêves lucides en sommeil. Les participants devaient bouger leurs yeux de droite à gauche à deux reprises tout de suite après avoir fait un rêve lucide, pour ensuite essayer de serrer leur main gauche pendant 10 secondes et recommencer cette série de mouvements autant que possible. Deux rêves lucides ont ainsi été signalés et ils ont été corroborés avec un rapport de rêve ainsi que l'EOG pour s'assurer de leur occurrence en SP. Les chercheurs ont observé une augmentation de l'activation neuronale uniquement au sein de régions néocorticales lors des rêves lucides. Comparativement au SP sans lucidité, les rêves lucides produits en SP ont été associés à l'activation de plusieurs régions, soit les précunéus bilatéraux, les lobes pariétaux inférieur et supérieur, le cortex occipito-temporal bilatéral basal, le cortex fronto-polaire, le cortex préfrontal fronto-polaire et dorsolatéral droit, le cunéus droit, le champ oculomoteur frontal gauche et le gyrus lingual bilatéral.

Étonnamment, plusieurs de ces régions activées lors des rêves lucides dans l'étude de Dresler (2012) sont normalement désactivées en SP (Maquet et al., 1996). En effet, l'augmentation de l'activité du cortex préfrontal dorsolatéral, aussi observée dans l'étude de Voss et al. (2009), pourrait expliquer la présence de capacités cognitives de haut niveau associées au rêve lucide (Dresler, Wehrle, et al., 2012). L'activité conjointe du cortex préfrontal dorsolatéral et des lobes pariétaux pourraient d'autant plus expliquer l'activation de la mémoire de travail (Smith & Jonides, 1998) lors des rêves lucides (et qui est diminuée lors des rêves non-lucides). Au sein de l'étude de Dresler et al. (2012), la mémoire de travail s'est traduite par le rappel durant le sommeil des signaux à effectuer pour signaler la présence de rêves lucides par le rêveur. De plus, l'activité dans le cortex préfrontal dorsolatéral droit, associé à la métacognition orientée vers soi (Schmitz, Kawahara-Baccus, & Johnson, 2004), était élevée lors du rêve lucide lorsque le rêveur réfléchissait à ses propres actions et réflexions. L'évaluation de ses propres pensées et sentiments lors du rêve pourrait notamment être associée à l'augmentation de l'activité dans les régions fronto-polaires bilatérales (Christoff et al., 2003). Notons également l'augmentation particulièrement marquée dans le précunéus lors des rêves lucides comparativement au SP sans lucidité. Cette région est impliquée dans le processus de référence dirigé vers soi (Cavanna & Trimble, 2006). En outre, le cunéus bilatéral et les cortex occipito-temporaux, étant impliqués dans les processus visuels, et plus particulièrement dans la prise de conscience sur le plan de la perception visuelle (Rees, Kreiman, & Koch, 2002), étaient également activés lors des rêves lucides dans l'étude de Dresler et al. (2012), alors qu'ils sont normalement désactivés durant le SP sans lucidité (Dresler, Attar, et al., 2012). Ce résultat concorde d'ailleurs avec les récits de rêveurs lucides qui prétendent que la lucidité dans leur rêve était associée à une luminosité exceptionnelle et à une image onirique très claire (Dresler, Wehrle, et al., 2012).

Les études de Voss et al. (2009) et de Dresler et al. (2012) soulèvent l'hypothèse que le rêve lucide puisse être un état hybride, comprenant des caractéristiques propres au SP et à l'éveil. Il semble que le passage du SP non-lucide au SP avec lucidité soit le résultat d'un changement dans l'activité cérébrale s'apparentant à l'état d'éveil (Voss et al., 2009). En effet, l'augmentation de l'activité gamma dans les régions frontales observée lors du rêve lucide

pourrait refléter l'une des caractéristiques propres à l'éveil, tandis que l'activité delta et thêta aussi observée lors du rêve lucide pourrait constituer une caractéristique propre au SP.

En somme, ces dernières études reflètent l'avancement des connaissances au sujet des rêves lucides : les techniques permettant de les objectiver se diversifient et se multiplient, les corrélats physiologiques rattachés se précisent et certaines croyances semblent être rectifiées, comme la possibilité que les rêves lucides surviennent en sommeil lent. Certains corrélats requièrent toutefois d'être étudiés davantage, notamment en ce qui concerne la relation entre les rêves lucides et le SP phasique ainsi que les corrélats neurophysiologiques associés aux rêves lucides. À ce sujet, bien que l'étude de Dresler et al. (2012) nous renseigne sur des corrélats neuronaux associés aux rêves lucides, celle-ci devrait non seulement être répliquée, mais devrait également comprendre un plus grand échantillon afin de valider ces corrélats, pour ensuite pouvoir étudier plus sérieusement des techniques favorisant l'activation de ces régions cérébrales. Jusqu'à présent, un nombre considérable de recherches ont tout de même été réalisées pour explorer la possibilité d'induire des rêves lucides. Les méthodes employées sont variées, tout comme leur efficacité. Celles-ci seront décrites dans les prochaines sections.

## **1.4 Les méthodes employées pour induire la lucidité**

Parmi les techniques proposées pour induire des rêves lucides, la plupart des recherches ont jusqu'à maintenant porté sur des techniques comportementales, soit des techniques d'induction (*self-inducing techniques*). Des études récentes se sont quant à elles intéressées à des techniques utilisant la stimulation électrique, dont les résultats sont discutables mais tout même intéressants, d'autant plus qu'ils permettent de mettre en lien, entre autres, la lucidité et l'activité cérébrale associée à cette prise de conscience en sommeil. Les prochaines sections discuteront de ces différentes méthodes.

### **1.4.1 Les techniques comportementales**

Plusieurs techniques comportementales sont proposées dans la littérature, ayant toutes pour mandat d'induire une prise de conscience pendant le sommeil. Elles comprennent des procédures et des consignes spécifiques et offrent des résultats variables, selon les études. D'abord, il existe le Réveil-retour au lit (*Wake Back to Bed*) qui consiste à se réveiller environ

une heure avant l'heure de réveil habituelle, pour ensuite se divertir cognitivement ou méditer afin de rester éveillé et alerte puis retourner au lit, se détendre et s'endormir, pour favoriser le rêve lucide (LaBerge, Phillips, & Levitan, 1994). L'induction mnémonique des rêves lucides (*Mnemonic Induction of Lucid Dreams*) est une technique qui consiste à se concentrer sur l'intention de devenir lucide à l'endormissement, de s'imaginer dans un rêve et d'intégrer la lucidité dans celui-ci (LaBerge & DeGracia, 2000; LaBerge & Levitan, 1995; LaBerge, 1980a). Il existe notamment le Test de réalité (*Reality Checks*) qui exige de se questionner, à l'éveil, sur le fait d'être en train de rêver ou non et de repérer des éléments dans l'environnement ou de pratiquer certaines activités qui sont habituellement difficiles à observer et à effectuer pendant un rêve pour que le rêveur adopte ce questionnement et ces activités pendant ses rêves (LaBerge & Levitan, 1995). Enfin, il existe la technique combinée de Tholey (1983) d'induction de rêves lucides, qui souhaite, entre autres, valider le fait qu'il est possible d'apprendre à faire des rêves lucides. Cette technique intègre divers éléments provenant de différentes techniques d'induction, tels que la suggestion, l'intention et le reflet. La technique combinée de Tholey a d'ailleurs été évaluée par Zadra, Donderi et Pihl (1992) auprès d'une population rapportant des rêves lucides et un échantillon d'individus n'ayant jamais rapporté de rêves lucides. Dans l'étude de Zadra, Donderi et Pihl (1992), 1860 rêves ont été rapportés et parmi eux, 135 étaient des rêves lucides et 42 étaient des rêves pré-lucides. Un plus grand nombre de rêves lucides ont été rapportés par le groupe de sujets ne rapportant pas de rêves lucides mais ayant suivi la technique d'induction de Tholey, comparativement au groupe de sujets ne rapportant pas de rêves lucides mais n'ayant pas suivi la technique d'induction. Parmi les sujets ayant déjà rapporté des rêves lucides, chacun d'entre eux ont fait au moins un rêve lucide pendant l'étude et il semblerait que la technique ait augmenté leur fréquence de rêves lucides, comparativement à leur fréquence rétrospective. Toutefois deux sujets sur 15 dans le groupe sans expérience de rêves lucides et sans technique d'induction en ont rapportés au cours de l'étude. Selon les auteurs, le fait même d'avoir été averti qu'il est possible de faire des rêves lucides, combiné au fait d'avoir reçu l'instruction de tenter de faire des rêves lucides, sans négliger que les sujets ont pu faire de l'autosuggestion, pourraient avoir menés à la production de rêves lucides chez ces sujets. Néanmoins, ces résultats semblent supporter le fait que la capacité de faire des rêves lucides peut être apprise et qu'elle n'est pas exclusivement innée (Zadra et al., 1992), du moins en utilisant la technique d'induction de

rêves lucides de Tholey (1983). Il ne faut toutefois pas négliger le fait que les rêves lucides ont été comptabilisés et évalués à l'aide d'un journal de rêves et non à l'aide d'une mesure objective.

Toutefois, des difficultés pratiques concernant la capacité d'induire des rêves lucides ont empêchées la diffusion de ces méthodes. Par exemple, ces techniques requièrent de la pratique afin de bien les maîtriser, ce qui peut nécessiter beaucoup de temps. De plus, l'aspect méthodologique de ces études est généralement discutable, d'autant plus qu'aucune de ces techniques d'induction n'a été vérifiée de manière fiable et cohérente à savoir si elles permettraient véritablement d'induire des rêves lucides (Price & Cohen, 1988; Stumbrys, Erlacher, Schadlich, & Schredl, 2012). Au contraire, la plupart de ces méthodes n'ont montré que de faibles effets (Stumbrys et al., 2012). Ce faisant, des études subséquentes s'avèrent nécessaires pour continuer d'évaluer leur validité et leur fidélité, sans rejeter la possibilité d'explorer d'autres types de technique d'induction : la stimulation électrique.

## **1.4.2 La stimulation électrique transcrânienne**

Tenant compte des différentes limites associées aux techniques comportementales et du fait qu'elles ont été largement étudiées, sans toutefois offrir des résultats convaincants, plusieurs chercheurs ont choisi d'investiguer une nouvelle technique susceptible d'induire une prise de conscience pendant les rêves, soit la stimulation électrique transcrânienne. Récemment, des études ont voulu évaluer le potentiel de la stimulation électrique transcrânienne à générer des rêves lucides. Plus particulièrement, deux techniques ont été utilisées, soit la stimulation transcrânienne par courant alternatif et la stimulation transcrânienne par courant direct.

### **1.4.2.1 Stimulation électrique transcrânienne : méthodes et effets sur la cognition à l'état d'éveil**

La stimulation électrique transcrânienne est une technique de neuromodulation utilisant un bas voltage appliqué sur le cerveau à l'aide d'électrodes apposées sur le scalp (Bestmann & Walsh, 2017). Le principe de la stimulation électrique repose sur le fait que l'application de faibles courants peut interagir avec les processus neuronaux, modifier la plasticité cérébrale et

entraîner les réseaux cérébraux, ce qui, en retour, peut modifier le comportement. Toutefois, les mécanismes sous-jacents aux effets que peut avoir la stimulation électrique transcrânienne sur le comportement demeurent mal compris. La fiabilité et la reproductibilité des effets attribués à la stimulation transcrânienne électrique sont également questionnées, de même que son utilité générale.

#### **1.4.2.1.1 La stimulation transcrânienne par courant direct**

Plus spécifiquement, la tDCS consiste à appliquer de faibles courants (d'une intensité d'environ 1 mA) de façon continue via une paire d'électrodes, soit une cathode et une anode, appliquées directement sur le scalp (Nitsche & Paulus, 2000). L'anode aurait pour effet d'augmenter l'excitabilité corticale tandis que la cathode la diminuerait (Jacobson, Koslowsky, & Lavidor, 2012), car la cathode aurait pour effet d'hyperpolariser les neurones (Nitsche et al., 2008). De plus, il semblerait que la stimulation sous la cathode et l'anode soit uniforme, ce qui a toutefois été contesté (Bestmann & Walsh, 2017) puisque, entre autres, les neurones en elles-mêmes peuvent montrer des polarisations opposées. En outre, les principes physiques sous-jacents à la tDCS soutiennent que l'intensité du courant à l'intérieur du cerveau serait associée de façon linéaire avec l'intensité du courant appliquée de façon externe. Toutefois, une telle relation dose-réponse est contestée puisque ce ne seraient pas seulement les régions se trouvant sous les électrodes qui seraient stimulées, mais également les régions se trouvant entre les deux électrodes, de même que les régions sous-corticales. Les effets de la tDCS ont été observés dans plusieurs régions corticales, telles que le cortex moteur (Nitsche & Paulus, 2000), visuel (Antal, Kincses, Nitsche, Bartfai, & Paulus, 2004), somatosensoriel (Rogalewski, Breitenstein, Nitsche, Paulus, & Knecht, 2004) et le cortex préfrontal (Karim et al., 2009). Tout comme la tACS, il a été démontré que la tDCS peut être appliquée pendant le sommeil sans provoquer un réveil (Marshall, Mölle, Hallschmid, & Born, 2004).

#### **1.4.2.1.2 La stimulation transcrânienne par courant alternatif**

La tACS est une technique de stimulation électrique non-invasive utilisant des courants alternatifs pouvant être de forme sinusoïdale ou encore rectangulaire (Herrmann, Rach, Neuling, & Struber, 2013). Contrairement à la tDCS, la tACS permet d'appliquer un courant

alternatif sur le scalp, et ce, à une fréquence et une intensité spécifiques, pour modifier la potentialisation synaptique et le taux de décharge des neurones (Bestmann & Walsh, 2017). Deux électrodes sont ainsi placées sur le scalp, soit une anode, qui est excitatrice, et une cathode, qui est inhibitrice. Lors de l'activation de la tACS, le courant passe alors de l'anode à la cathode à travers les tissus qui se trouvent entre les deux électrodes. Puisque les électrodes utilisées ont habituellement un grand diamètre, et que le courant passe de l'une à l'autre de ces électrodes, une grande superficie du cerveau est stimulée lors de l'application de la tACS. La tACS utilise un courant sinusoïdale associé à une seule fréquence, ce qui permet d'établir un lien causal entre les oscillations cérébrales à une fréquence spécifique et les processus cognitifs qui en résultent (Herrmann et al., 2013). Ainsi, la tACS permet de moduler les oscillations cérébrales directement et d'influencer les processus cognitifs. La tACS est une méthode de stimulation plutôt récente, qui n'a pas montré d'effets secondaires tels que du bruit ou des sensations tactiles, contrairement à la stimulation magnétique transcrânienne (Voss et al., 2014). De tels effets ne sont pas souhaitables, car ils peuvent perturber le sommeil.

La littérature nous renseigne également sur les différents paramètres et notions à considérer lors de l'utilisation de la tACS. L'article d'Herrmann et ses collègues (2013) fait d'ailleurs une revue sur la tACS à propos des mécanismes sous-jacents et de ses effets sur la modulation des processus cognitifs. Cet article souligne qu'une intensité de 0.2 mA (200  $\mu$ A) est considérée comme étant une faible stimulation, tandis qu'une intensité de 1 mA (1000  $\mu$ A) est plutôt considérée comme une forte stimulation. De plus, cet article soulève deux manières dont peut être déterminée l'intensité de la stimulation, soit utiliser la même intensité pour l'ensemble de l'échantillon ou utiliser une intensité adaptée selon un seuil individuel. Malgré le fait qu'il est plus rapide d'attribuer la même intensité à tous les participants, cette manière comporte le risque que certains d'entre eux sentent la stimulation via les phosphènes (une perception de lumière pendant une stimulation), ou via la sensation de la peau. L'attribution de l'intensité du courant selon un seuil individuel permet d'éviter de telles sensations, mais a le désavantage d'augmenter la variabilité d'intensité du courant entre les sujets.

Malgré le potentiel énorme de ces deux techniques de stimulation électrique transcrânienne, plusieurs points sont à considérer lors de l'interprétation de leurs effets.

D'abord, plusieurs études animales ont investigué ces techniques et il est faux de croire que la manière dont ces techniques fonctionnent avec les animaux est la même que chez l'humain (Bestmann & Walsh, 2017). De plus, puisque la polarisation est diffuse et distribuée spatialement, les régions cérébrales interconnectées peuvent ainsi interagir lors de la stimulation, ce qui fait en sorte que nous ne pouvons être convaincus des régions touchées par la stimulation. Pour ce qui est de la dose-réponse, il n'est pas encore possible de quantifier le courant appliqué dans une région du cerveau chez un individu. Le fait de ne pas savoir la quantité exacte du courant administrée et la façon dont le courant génère des effets physiologiques explique en quelques sortes pourquoi les résultats sont aussi variables au sein des études utilisant la stimulation électrique. Dès lors, il devient d'autant plus complexe de déterminer l'intensité du courant en fonction de l'effet souhaité par l'application de la stimulation. Toutefois, nous savons qu'une stimulation à une intensité de 0.2 mA (200  $\mu$ A) est considérée comme une faible stimulation et que les effets secondaires sont mineurs et peu fréquents (endormissement, picotements). De plus, une intensité de stimulation de 1mA (1000  $\mu$ A) –supérieure à celle utilisée dans notre étude (250  $\mu$ A)– a déjà été testée et utilisée dans plusieurs recherches, dont une étude pilote se déroulant au sein même de notre centre de recherche et s'est avérée sécuritaire. Enfin, l'effet de ces techniques est possiblement différent selon la population chez laquelle elles sont appliquées. Effectivement, considérant que la neuromodulation peut être perturbée chez certaines populations cliniques, nous ne pouvons prétendre que l'effet de la stimulation électrique sera le même chez ces populations comparativement à une population saine. Néanmoins, la tACS a été utilisée en recherche avec des populations cliniques telles que des personnes souffrant de dépression ou de la maladie d'Alzheimer, sans causer de préjudices. Il demeure important, voire nécessaire, d'investiguer davantage ces techniques. Il est tout aussi important de respecter les recommandations du guide d'utilisation et les consignes de sécurité de la tACS, de favoriser l'application d'une faible stimulation, et ce, chez une population saine avant de l'expérimenter chez une population clinique, et de faire des tests de phosphène et de sensation préalables pour connaître la sensibilité des participants, tel que nous l'avons fait dans la présente étude.

### **1.4.2.2 La stimulation électrique transcrânienne pour induire des rêves lucides**

Deux études corrélationnelles ont récemment suggéré que la stimulation électrique appliquée en SP pouvait augmenter la prise de conscience dans les rêves (Stumbrys et al., 2013; Voss et al., 2014). D'abord, la tDCS appliquée sur le cortex préfrontal dorsolatéral a été associée à des scores plus élevés de lucidité comparativement à une condition sans stimulation (Stumbrys et al., 2013). Par contre, les effets observés étaient limités aux participants ayant déjà un rappel de rêves lucides élevé. De plus, seulement un rêve lucide accompagné d'un signal de lucidité (mouvements oculaires de gauche à droite) a été enregistré en SP dans l'étude de Stumbrys et al. (2013). Les auteurs ont d'ailleurs conclu que les résultats obtenus étaient provisoires et qu'ils devaient être répliqués. Une deuxième étude (Voss et al., 2014) a utilisé la tACS à différentes fréquences (2, 6, 12, 25, 40, 70, 100 Hz) dans les régions frontales. Les stimulations à une fréquence de 25 Hz, et tout particulièrement à une fréquence de 40 Hz, ont été associées à une plus grande conscience de soi dans les rêves, comparativement à la condition SHAM (sieste pendant laquelle la tACS n'est pas activée mais qui implique la même procédure et les mêmes instruments que ceux utilisés lors des conditions comprenant l'activation de la tACS). Cette étude n'a toutefois pas validé les épisodes de lucidité à l'aide de signaux effectués en sommeil.

Bien que ces résultats soient remarquables, ils doivent être interprétés avec précaution avant de conclure à une relation de causalité entre la stimulation électrique et l'induction de rêves lucides. D'abord, certains choix méthodologiques ont pu diminuer les probabilités de déclencher des rêves lucides en laboratoire, comme le recrutement de participants n'ayant jamais rapporté de rêves lucides (Voss et al., 2014) et l'utilisation de protocoles de nuit (Stumbrys et al., 2013; Voss et al., 2014). Les participants qui n'ont jamais rapporté de rêves lucides pourraient ne pas avoir de prédisposition génétique ou de facteurs environnementaux qui favorisent les rêves lucides. En outre, les enregistrements de nuit pourraient empêcher la survenue de rêves lucides, qui sont plus fréquents le matin, lorsque la propension au SP est maximale (Webb et al., 1966). De plus, l'étude de Voss (2014) a choisi de ne pas adopter certaines normes, comme l'identification de rêves lucides par des mouvements oculaires préétablis et effectués en SP (S. P. LaBerge et al., 1981). Bien que Stumbrys et al. (2013) aient utilisé ce type de signaux, un seul signal a été observé. En somme, considérant l'absence de

preuves empiriques pour valider la présence de rêves lucides, les résultats de ces deux études reposent sur une conceptualisation du rêve lucide qui se définit uniquement par des évaluations subjectives complétées par des participants ou des juges.

Une autre limite de ces deux études est le fait d'avoir évalué la lucidité dans les rêves à l'aide de mesures subjectives. Dans les deux études, l'évaluation du contenu du rêve a permis de différencier la condition avec stimulation (STIM) de la condition SHAM, bien que les moyennes étaient peu élevées. Par exemple, Voss et al. (2014) ont utilisé la LuCiD scale (Voss et al., 2013), incluant 8 facteurs permettant de mesurer le niveau de conscience dans les rêves, qui sont les suivants : *insight* (conscience du fait que l'on rêve), *control* (contrôle des pensées et des actions dans le rêve), *thought* (raisonnement logique), *realism* (réalisme perceptuel), *memory* (accès à la mémoire d'éléments de la vie éveillée), *dissociation* (perspective d'observateur), *negative emotion* (émotions négatives dans le rêve) et *positive emotion* (émotions positives dans le rêve) (annexe 1, p. i). Ces 8 facteurs sont évalués à l'aide de 28 items utilisant une échelle de réponses en 6 points (0 = *strongly disagree*, 5 = *strongly agree*). Au cours de leur étude, Voss et al. (2014) ont rapporté des scores approximatifs de  $0.625 \pm .75$  (e.s.) pour le facteur *insight* lors de la condition STIM à une fréquence de 40 Hz et des scores de  $0.05 \pm .05$  lors de la condition SHAM. Ces résultats se situent donc entre 0 = *pas du tout* et 1 = *quelques peu*. De plus, le calcul déterminant la proportion de rêves considérés comme étant lucides (stimulation : 34/44 ou 77.3%; SHAM 0/30 ou 0%) s'est basé sur ces faibles scores; c'est-à-dire lorsque les scores aux facteurs *insight* et *dissociation* étaient  $>$ moyenne+2 e.s. ou  $>0.875$ . De tels résultats remettent donc en question la valeur du critère de lucidité attribué aux rêves, puisqu'il semble avoir été déterminé d'une manière minimale ou générique.

La question d'opérationnalisation s'avère critique dans la mesure où les deux études ont violé le postulat d'indépendance des cas en comparant plusieurs rêves rapportés par les mêmes participants, traités comme des observations complètement indépendantes. En effet, l'étude de Stumbrys et al. (2013) a étudié 19 participants mais a comparé 109 cas comme s'il s'agissait d'observations indépendantes. Il en est de même pour Voss et al. (2014), qui ont évalué 27 participants mais qui ont pourtant analysé 207 cas, encore une fois en tant qu'observations indépendantes. Le fait d'avoir enfreint le postulat d'indépendance des observations à mesures répétées pourrait avoir surestimé les différences statistiques observées

dans les deux études, en plus d'augmenter les erreurs de type 1 lors des Test-t (Zimmerman, Williams, & Zumbo, 1992), des ANOVA (Kenny & Judd, 1986) et des corrélations de Pearson. Par conséquent, avant de conclure à une relation de cause à effet entre la stimulation transcrânienne électrique et la prise de conscience dans les rêves, un plus grand nombre d'études de réplication s'impose, afin de comparer les protocoles utilisés et de mieux saisir comment ces techniques de stimulation arrivent à stimuler le cerveau humain et quels en sont les mécanismes sous-jacents.

## **1.5 Limites des études de stimulation pour induire des rêves lucides : solutions possibles**

Dans le cadre de la présente étude, approuvée par le comité d'éthique de la recherche (annexe 2, p. iii), nous avons fait des choix méthodologiques différents de ceux utilisés dans ces deux études afin de potentialiser les conditions expérimentales, toujours en vue de générer des rêves lucides en SP. 1) D'abord, nous avons utilisé un protocole de siestes matinales (une avec stimulation : STIM; une sans stimulation : SHAM) plutôt que des enregistrements de nuit, sachant que les siestes effectuées le matin sont propices au SP (Carr & Nielsen, 2015), puisque la propension de ce dernier est à son maximum en milieu de matinée (Webb et al., 1966). 2) En plus d'utiliser les facteurs de la LuCiD Scale (Voss et al., 2013) pour identifier la présence de rêves lucides, nous avons demandé aux participants de signaler leurs rêves lucides en temps réel par des mouvements des yeux. 3) Sur le plan statistique, nous nous sommes assurés de l'indépendance des observations en utilisant des analyses statistiques appropriées, telles que le test U de Mann-Whitney et le test de Chi-deux traitant les données par sujet et non en fonction des rapports de rêves. 4) Nous avons légèrement modifié les paramètres de stimulation afin d'augmenter son influence potentielle sur les rêves, en choisissant d'appliquer uniquement la fréquence de stimulation de 40 Hz lors de la condition STIM, considérant que cette fréquence est celle qui a montré les différences les plus robustes par rapport à la condition SHAM dans l'étude de Voss (2014). De plus, nous avons appliqué la tACS pour une plus longue durée : 2.5 minutes ou 5 cycles de 30 secondes de stimulation/30 secondes de non-stimulation plutôt que 30 secondes comme dans l'étude de Voss. Cette durée a été utilisée pour augmenter l'efficacité de la stimulation, bien que cette durée soit encore considérée de

courte durée et associée à de faibles risques. 5) Plutôt que de réveiller les participants immédiatement après la fin de la stimulation ou du SHAM, nous les avons réveillés 3 minutes après la fin de la stimulation ou du SHAM afin de favoriser le rappel de rêve en prolongeant le temps passé en SP. Nous avons toutefois conservé l'intensité de 250  $\mu$ A et nous avons appliqué la tACS après deux minutes de SP, comme dans l'étude de Voss (2014).

## 2. Objectifs et hypothèses

Considérant l'importance des études de réplication et les nombreuses mises en garde présentées précédemment, l'objectif de cette étude est de répliquer les résultats obtenus au sein des études de Voss et al. (2014) et de Stumbrys et al. (2013) en optimisant les conditions expérimentales de façon à susciter des rêves lucides en SP, tout en prenant soin d'opérationnaliser les différentes variables de façon plus rigoureuse et d'utiliser des analyses statistiques plus conservatrices. Nous avons choisi d'utiliser la tACS (Voss et al., 2014) ainsi qu'un échantillon composé à la fois d'individus n'ayant jamais rapporté de rêves lucides (Voss et al., 2014) et des rêveurs lucides expérimentés (Stumbrys et al., 2013). Par conséquent, 3 hypothèses sont proposées :

1) la condition STIM donnera lieu à plus de rêves lucides signalés en temps réel que la condition SHAM.

2) la condition STIM engendrera plus de rêves lucides, tels que définis par la LuCiD Scale, que lors de la condition SHAM.

3) la condition STIM génèrera des scores plus élevés aux facteurs *conscience de soi* (*insight*) et *dissociation* de la LuCiD Scale, comparativement à la condition SHAM.

### 3. Méthodologie et résultats : article

## INDUCTION OF DREAM SELF-AWARENESS BY TRANSCRANIAL ALTERNATING CURRENT STIMULATION? A REPLICATION ATTEMPT

Cloé Blanchette-Carrière,<sup>1,4</sup> B.Sc., Sarah-Hélène Julien,<sup>2,4</sup> B.Sc., Claudia Picard-Deland,<sup>3,4</sup> B.Sc., Maude Bouchard,<sup>2,4</sup> B.Sc., Julie Carrier,<sup>2,4</sup> Ph.D., Tyna Paquette,<sup>4</sup> M.Sc., & Tore Nielsen,<sup>1,4</sup> Ph.D.

<sup>1</sup>Département de Psychiatrie, Université de Montréal, Québec, Canada

<sup>2</sup>Département de Psychologie, Université de Montréal, Québec, Canada

<sup>3</sup>Département de Neurosciences, Université de Montréal, Québec, Canada

<sup>4</sup>Centre pour les études avancées en médecine du sommeil, Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal, Québec, Canada

Article soumis auprès du journal Nature Neuroscience.

#### Contribution des auteurs

**Cloé Blanchette-Carrière** : Élaboration de l'objectif, de l'hypothèse expérimentale et du projet. Recension de la littérature, collecte, entrée et analyse des données. Interprétation des résultats, préparation du matériel visuel, rédaction et correction de l'article.

**Sarah-Hélène Julien** : Collecte, entrée et cotation de données. Correction de l'article.

**Claudia Picard-Deland** : Collecte de données, correction et révision de l'article.

**Maude Bouchard** : Contribution dans l'élaboration du projet et aide particulière avec l'utilisation de la tACS et du logiciel de programmation connexe.

**Julie Carrier** : Contribution dans l'élaboration du projet et révision de l'article.

**Tyna Paquette** : Contribution dans l'élaboration du projet. Soutien aux analyses, à l'interprétation des données et à la préparation du matériel visuel de l'article. Correction et révision de l'article.

**Tore Nielsen** : Élaboration de l'hypothèse expérimentale et élaboration du projet. Soutien à l'analyse des données et à l'interprétation des résultats. Rédaction, correction et révision de l'article. Supervision et financement du projet de recherche.

**Auteur correspondant :**

**Tore A. Nielsen**

**Centre pour les études avancées en médecine du sommeil, Hôpital Sacré-Cœur de  
Montréal,**

**5400 boul. Gouin Ouest, Montréal, Québec, H4J 1C5, Canada**

**Téléphone : 514-338-2222 poste 3350**

**Télécopieur : 514-338-2531**

## Abstract

In two studies, frontal, transcranial direct (tDC) and alternating (tAC) current stimulation during REM sleep increased dream self-awareness. But methodological weaknesses prompted our replication attempt. Using morning naps, real-time signalling and appropriately conservative statistics, several signal-verified lucid dreams were triggered—but were equally frequent in a sham condition. Self-ratings of dreams also did not distinguish conditions. As tAC stimulation did not increase dreamed self-awareness, situational factors may be crucial.

## Introduction

Dreaming differs from waking consciousness in that accurate self-reflection is absent. Dreaming may simulate perceptions, actions and emotions, but not the awareness that *these features are being dreamed*. Nonetheless, at times dreaming is punctuated precisely by this wake-like self-awareness—commonly referred to as *lucid dreaming*—and a limited control over dreamed actions may accompany it. This has allowed investigators to verify lucid dreaming in real-time by having participants perform pre-arranged signals, most commonly sequences of left-right eye movements.<sup>1,2</sup>

The neurophysiology of lucid dreaming remains obscure. Early studies showed inconsistent EEG changes such as elevated alpha<sup>3,4</sup> or beta power;<sup>5</sup> more recent work suggested elevated frontal power, most typically at 40Hz.<sup>6-8</sup> Brain imaging of REM sleep with and without lucid dreaming<sup>9</sup> confirms elevated frontal activity, but also elevations in parietal and occipito-temporal regions. Such changes may signify that lucid dreaming is a hybrid state combining REM sleep and wakefulness components.<sup>8</sup>

Correlational studies were taken a step further by two demonstrations that electrical stimulation during REM sleep increases dreamed self-awareness.<sup>10,11</sup> First,<sup>10</sup> transcranial direct current (tDC) stimulation over dorsolateral prefrontal cortex produced elevated lucid dreaming scores relative to a sham condition. However, effects were limited to frequent recallers of lucid dreaming and only one signal-verified lucid dream was recorded. The authors consider their effects to be weak and needing replication. Second,<sup>11</sup> transcranial

alternating current (tAC) stimulation at some frequencies—25Hz and, especially, 40Hz—over frontal regions produced higher dreamed self-awareness relative to sham in lucid dreaming-naïve participants. Real-time signalling of lucid episodes was not requested or shown.

These initial studies possess weaknesses that justify prompt independent replication. Operationalization of lucid dreaming is problematic; ‘gold standard’ identification by pre-arranged eye movement signals in REM sleep<sup>12</sup> was not used by Voss et al. and only demonstrated once by Stumbrys et al. Thus, findings from both studies rest on constructs of lucid dreaming defined by dream content ratings. And although these ratings differentiated stimulation and sham conditions in both studies, means were very low. Voss et al. reported LuCiD *Insight* ratings (0-5 scale)<sup>13</sup> were approximately  $0.625 \pm .75$  (s.e.m.) for 40Hz stimulation and  $0.05 \pm .05$  for sham, i.e., only slightly above 0 (=strongly disagree). Further, the classification of dreams as lucid (stimulation: 34/44 or 77.3%; sham: 0/30 or 0%) was based on these low means: dreams were considered lucid when *Insight* or *Dissociation* ratings were  $>\text{mean} + 2$  s.e.m., or  $>0.875$  and  $>1.51$  respectively. Such low values question the extent to which changes in these dreams did, in fact, reflect lucid self-awareness as commonly understood. Only a single verbatim account provided suggests that it did.

This operationalisation issue is critical in that both studies violated assumptions of case independence for statistical comparisons; multiple dreams collected from the same participants were treated as wholly independent observations. Thus, Voss et al. studied 27 participants but analyzed 207 REM trials as though independent; for their key 40Hz condition, 44 stimulation and 30 sham trials from unspecified numbers of participants were used. Nonindependence of repeated measures observations can severely inflate statistical differences and Type I errors with t-tests,<sup>14</sup> ANOVA<sup>15</sup> and Pearson correlations.

Finally, Voss et al. may have reduced the likelihood of triggering lucid dreaming by selecting only lucid dreaming-naïve participants<sup>11</sup> who might lack an appropriate genetic or acquired susceptibility. Further, both the Voss and Stumbrys teams used nighttime sleep protocols<sup>10,11</sup> which do not exploit the circadian peak in REM sleep propensity occurring at mid-morning and captured by morning naps.<sup>16</sup>

In light of these caveats and in the spirit of research replication initiatives (e.g., *Nature reproducibility collection*: <https://www.nature.com/news/reproducibility-1.17552>), we attempted a replication which both optimized conditions for eliciting lucid dreams and applied more appropriate operationalisations and statistics. We chose tAC stimulation<sup>11</sup> but included groups of both naïve and experienced lucid dreamers (ELDs).<sup>10</sup> We used morning naps which occur near the REM sleep propensity peak.<sup>16</sup> We assessed lucid dreaming with real-time signal-verification in addition to previously used LuCiD Scale factors.<sup>13</sup> Critically, we ensured case independence of observations in statistical analyses. Only 40Hz tAC stimulation, which demonstrated the most robust differences from sham,<sup>11</sup> was investigated. Accordingly, we predicted that, compared with sham, 40Hz stimulation during REM sleep would trigger more signal-verified lucid dreams and higher scores on the *Insight* and *Dissociation* LuCiD Scale factors —especially for ELDs.

## Results

Participants constituting tACS and sham conditions did not differ in any polysomnography-assessed sleep characteristics (**Supplementary Table 1**).

Signal-verified lucid dreams occurred on 5/27 (18.5%) tACS and 4/23 (17.4%) sham trials ( $\chi^2=0.011$ ,  $p=0.918$ ; **Table 1**); among ELDs, these proportions were 3/14 (21.4%) tACS and 4/15 (26.7%) sham trials ( $\chi^2=0.109$ ,  $p=0.742$ ; **Fig. 1-2; Supplementary Table 2**).

**Signal-verified lucid dreaming**

	tACS	sham	Total
<b>Signal (#)</b>	5	4	9
<b>No-signal (#)</b>	22	19	41
<b>Total</b>	27	23	50

*Chi-square test with Yates' correction: 0.011 (df1), p = 0.918.*

**Lucid dreaming as defined by LuCiD Scale**

	tACS	sham	Total
<b>Lucid dream reports (#)</b>	13	9	22
<b>Non-lucid dream reports (#)</b>	14	14	28
<b>Total</b>	27	23	50

*Chi-square test no Yates' correction: 0.410 (df1), p = 0.522.*

Tableau I. **Table 1.** Signal verified lucid dreaming and lucid dreaming as defined by LuCiD Scale

Lucid dreams defined by the LuCiD Scale cutoffs (see online methods), occurred on 13/27 (48.2%) tACS and 9/23 (39.1%) sham trials ( $\chi^2=0.410$ ,  $p=0.522$ ; **Table 1**) and, among ELDs, on 6/14 (42.9%) tACS and 6/15 (40.0%) sham trials ( $\chi^2=0.024$ ,  $p=0.876$ ; **Supplementary Table 2**). Conditions did not differ on the eight LuCiD Scale factor scores (all  $p>0.149$ ; **Supplementary Table 3; Fig. 3; Supplementary Fig. 1**); among ELDs, only *perceptual realism* was marginally higher on the tACS trials ( $Z=1.802$ ,  $p=0.072$ ; **Supplementary Table 4**).

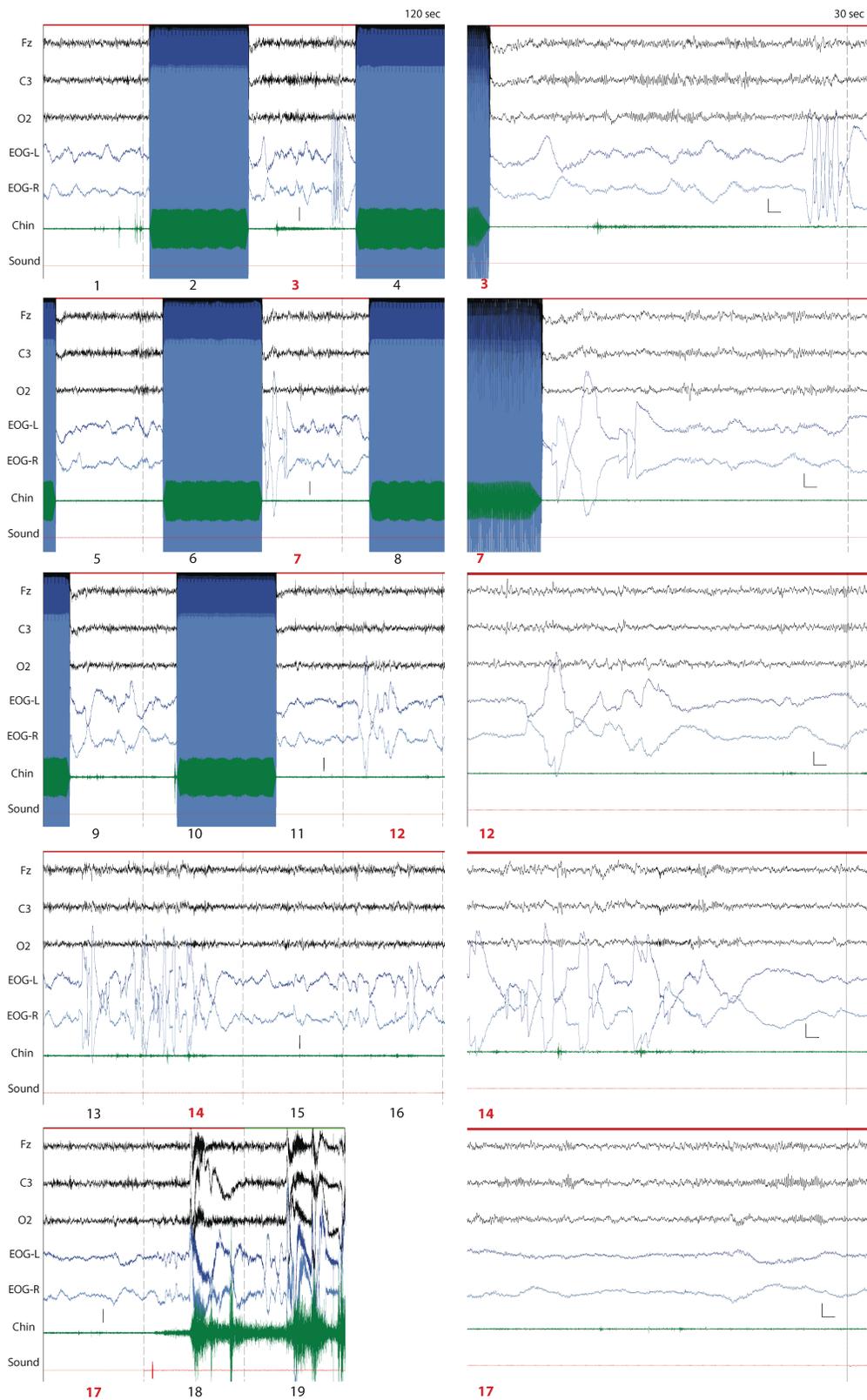


Figure 1. **Figure 1.** Example of a signal-verified lucid dream after the first 40-Hz stimulation (tACS) during a nap. The right-left-right-left eye movement signal is apparent on the two horizontal EOG channels (dark blue: left eye, light blue: right eye). The unambiguous presence of REM sleep before and after stimulation is shown by the combination of muscle atonia on the EMG (green) and desynchronized high frequency activity on the EEG (black). Awakening is indicated by an abrupt increase in EMG amplitude that occurred after a sound stimulus was played to wake-up subject (red). Stimulation-induced saturation of the signal is indicated by solid black (EEG), blue (EOG) and green (EMG) sections. The left panel shows a continuous 570 seconds of recording (numbered 1 through 19), shown by 5 – 120 second sections, whereas the right panels are 30 second zoomed sections of the red numbered panels on the left. Calibration bars: Horizontal = 1 second; Vertical = 70  $\mu$ V for EEG and EOG but 28  $\mu$ V for EMG channels.

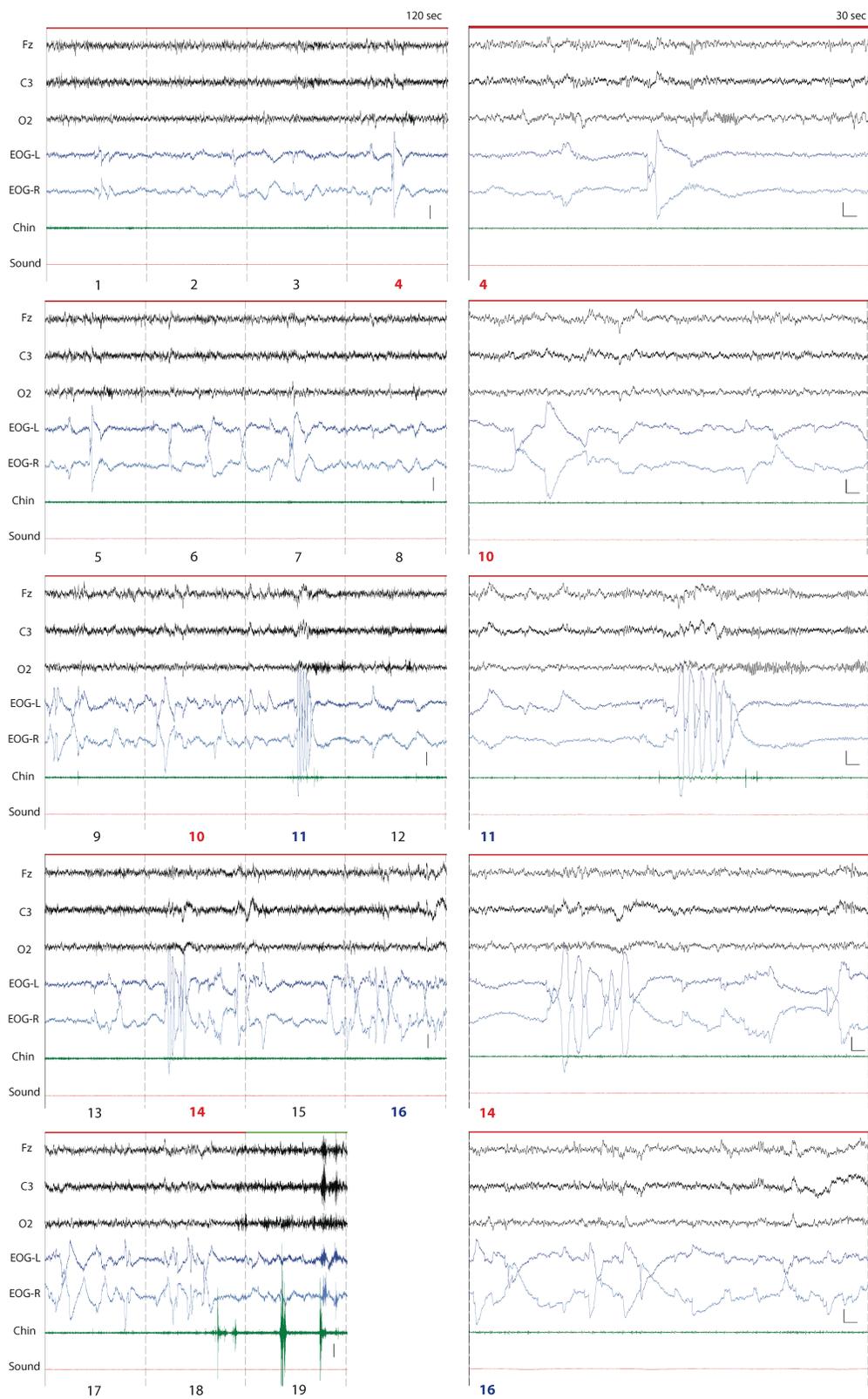


Figure 2. **Figure 2.** Example of a signal-verified lucid dream following a sham stimulation during a nap. The right-left-right-left eye movement signal is apparent on the two horizontal EOG channels (dark blue: left eye, light blue: right eye). The unambiguous presence of REM sleep before and after stimulation is shown by the combination of muscle atonia on the EMG (green) and desynchronized high frequency activity on the EEG (black). Awakening is indicated by an abrupt increase in EMG amplitude. The left panel shows a continuous 570 seconds of recording (numbered 1 through 19), shown by 5 – 120 second sections, whereas the right panels are 30 second zoomed sections of the red numbered panels on the left. Calibration bars: Horizontal = 1 second; Vertical = 70  $\mu$ V for EEG and EOG but 28  $\mu$ V for EMG channels.

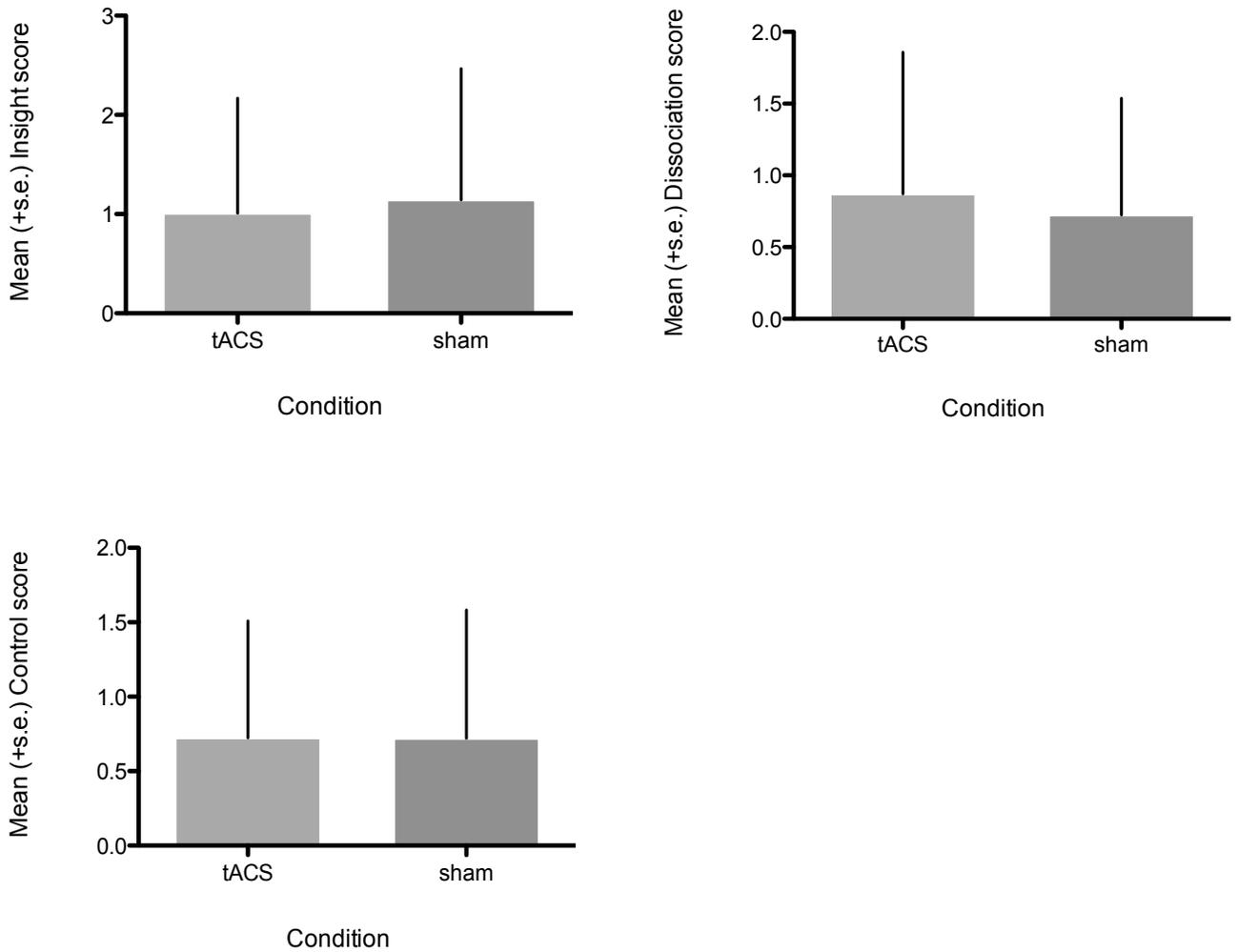


Figure 3. **Figure 3.** Mean (+s.e.) LuCiD Scale insight, dissociation and control factor scores. No scores differentiated conditions. Results for thought, realism, memory, negative emotion and positive emotion factor scores are shown in **Supplementary Figure 1**.

## Discussion

Results do not support the conclusion that frontal 40Hz tACS stimulation heightens dreamed self-awareness. In this respect they parallel findings that 40Hz stimulation does not modify waking creativity.<sup>17,18</sup> One might argue that morning naps are less likely than nighttime sleep to produce lucid dreams; however, lucid dreaming probability is a linear function of REM sleep period ( $r=.98$ ,  $p<.0001$ ).<sup>19</sup> This was borne out by the fact that signal-verified lucid dreams were three times as numerous during our naps (18%) as during nighttime sleep episodes (5.3%).<sup>10</sup> Yet, even with this higher likelihood of signal-verified lucid dreams afforded by naps, we saw no differences between tACS and sham conditions.

LuCiD Scale measures also failed to discriminate conditions; only slightly more lucid dreams as defined by the LuCiD Scale were reported during tACS (48.2%) than sham (39.1%) whereas Voss et al.<sup>11</sup> reported a dramatic difference (77.3% vs. 0%). The 8 LuCiD factor scores also did not differentiate tACS from sham conditions.<sup>11</sup> In fact, the critical *Insight* factor was marginally lower for our tACS condition. These differences may be due, in part, to violation of the nonindependence assumption in previous studies. Other factors known to be sensitive to 40Hz tACS, such as endogenous visual attention<sup>20</sup> and visuospatial reasoning,<sup>21</sup> may also have affected LuCiD scores differentially in the two studies.

Because our study was performed in single-blind fashion, we cannot exclude the possibility that experimenters influenced participants' dream reports. Or that expectations about participating in a 'Dream Lab' study superseded effects of tACS. Further replicative research is clearly warranted, especially as the numerous commercial home tACS devices appearing typically cite the Voss et al. findings as justification for their efficacy (**Supplementary Table 5**).

## On-line methods

**Approval for experiments with human participants.** The experiment was approved by the research ethics committee of the Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal.

**Participants.** A total of 40 participants, 22 females and 11 males, aged 18 to 29 years of age were recruited by public advertisements. They slept twice in the laboratory: one morning nap with tAC stimulation (tACS) and one without stimulation (sham) (order counterbalanced). All were screened for self-reported sleep, neurological and psychological disorders, other chronic illnesses and use of medications. Participants were excluded if they reported sleep, neurological and psychological disorders, or other chronic illnesses or if they use certain medications likely to influence EEG, dreaming, cardiac function, sleep architecture or motor activity. Two participants in each condition did not present at the lab for their second nap, reducing the samples to 38 tACS and 38 sham naps. Naps were excluded when they contained less than 50% of REM sleep preceding, during and following stimulation or when participants could not recall a dream. 9 tACS and 9 sham naps had less than 50% of REM sleep and 2 tACS and 6 sham naps lacked a recalled dream. Thus, the final sample included 27 tACS and 23 sham naps from 33 participants (**Supplementary Table 6**). This group reported an average of  $3.23 \pm 2.15$  dreams per week, less than 1 nightmare and/or bad dream per month and an average of  $0.22 \pm 0.57$  lucid dreams per week (**Supplementary Table 7**). Among these, 20 participants (14 tACS and 15 sham naps) were experienced lucid dreamers (ELDs), reporting an average of  $0.37 \pm 0.70$  lucid dreams per week (**Supplementary Table 7**). Control participants (N=13)—who had never experienced lucid dreams—and ELDs (N=20) differed in dream recall ( $p=0.006$ ) and lucid dream recall ( $p<0.001$ ) frequencies, with ELDs showing higher frequencies on both measures (**Supplementary Table 7**).

**Procedure.** Participants' two 90-min morning naps were separated by a 1-week interval: one (tACS) was accompanied by 40Hz tAC stimulation, the other (sham) had an identical electrode hookup and procedures but no stimulation. Nap order was counterbalanced and participants were blind to condition. Participants arrived around 8:00 am and were briefed on the protocol, including how to signal occurrences of dream lucidity with a specific eye movement sequence (LRLRLRLRLR), which they practiced one time. They were also

instructed how to report and rate dream experiences after being awakened. Around 8:30 am, they were hooked up to PSG and tAC electrodes (Carbon IFC electrodes 5.08 cm, connected pair-wise) by an experienced sleep technician. Stimulating electrodes were applied over frontal regions (F3, F4) according to the International 10-20 system with reference electrodes on the mastoid. Participants slept in bedrooms darkened with blinds, with continuous audio-visual (black light) surveillance and a 2-way intercom.

Polysomnographic recordings for both conditions included standard electroencephalography (EEG: Fz, C3, C4, O1, O2) referenced to A1 (rereferenced offline to A1+A2), electromyography (EMG), electrooculography (EOG) and electrocardiography (ECG).

Participants were awakened 3 min after stimulation offset (or 10 min after REM onset for sham) and asked to report their dream experience and answer questions about dream lucidity and self-awareness using the LuCiD Scale.

**Transcranial alternating current (tAC) stimulation.** After 2 min of uninterrupted REMs had elapsed, frontal 40Hz tAC stimulation was applied with an intensity of 250  $\mu$ A for a total of 2.5 min in 5 cycles of 30-sec stimulation/30 sec non-stimulation rather than for a total of 30 sec as in Voss et al.<sup>11</sup> This duration was used to increase efficacy of stimulation but is nonetheless considered to be of short duration and associated with weak effects in waking state stimulation protocols.<sup>22</sup> Current was applied through the DS4 Digitimer Biophasic Stimulus isolator. Every 30-second stimulation burst began with a 1-sec rise to the maximum current (250  $\mu$ A) and ended with a 1-sec descent to the minimal current (0  $\mu$ A). Current strength was established prior to sleep to be well below sensory threshold and below threshold for inducing phosphenes (perception of light flashes); smooth ramp-up/ramp-down phases (1 sec) were used to avoid awakening participants. This protocol corresponds to a safe use of the tAC stimulation, following the recommendations of the user's guide for safety parameters.<sup>23</sup>

**Signal-verified lucid dreaming.** Signal-verified lucid dreams were considered successful if a LRLRLR eye movement signal was recorded, as verified by four experimenters (**Table 1; Supplementary Table 2; Fig. 1-2**). Signal-verified lucid dreams were only counted if they were produced in REM sleep and, in the case of the tAC condition, during or after

stimulation. Experimenters compared candidate signals with the eyes-closed practice signal generated prior to the nap.

**Dream reports.** For both conditions (tACS/sham), participants were instructed upon awakening to immediately complete, via voice-mail system, a dream report that included as much detail as possible, followed by ratings on the LuCiD Scale of different attributes of their dream and lucidity level. Dream reports were used to determine if participants had dreamed or not but were not analyzed further.

**Lucid dreaming questionnaires.** After completing the dream report, participants answered questionnaires about dream lucidity. These included the 8 factors of the Lucidity and Consciousness in Dreams (LuCiD) Scale:<sup>8,13</sup> *insight, control, thought, realism, memory, dissociation, negative emotion* and *positive emotion*, which were assessed by 28 items using 1-5 response scales (**Supplementary Tables 3-4**).

**Assumption of lucidity.** A dream was considered to be lucid when, as in the Voss, et al.<sup>11</sup> study, participants reported ratings  $>\text{mean}+2$  s.e.m. on either or both of the LuCiD scale factors *insight* and *dissociation*.

**Example of lucid dream reports following 40 Hz stimulation with signal-verification.** When I moved my eyes the way I was showed before my dream I had just realized I was asleep and that I was aware that I was dreaming. So what I was dreaming at this moment was not for me a dream but more like reality. I was at the laboratory in bed with the electrodes and everything. This moment was very short. It was like I told myself: "The experiment is done, I moved my eyes and it worked, I can let myself go now and dream without thinking if I am lucid or not."

**Example of lucid dream report following sham stimulation with signal-verification.** At the beginning I was in my house and I went to see my rabbits. I realised that one of them was gray and not black and I thought that it was not normal. It was at that moment that I realised that I was in a dream. Then I remembered everything. All the instructions on what I was supposed to do if I had a lucid dream, so I looked from left to right five times.

**EEG analyses.** PSG tracings were scored according to current AASM standards<sup>24</sup> by an experienced PSG technician. Standard sleep and REMs variables (Total Sleep Time, Sleep

efficiency, NREM min, %NREM, REM min, %REM, etc.) were calculated by in-house software. During application of a tACS current, all channels (EEG, EOG, EMG and ECG) are masked by the induced potentials (**Fig. 1**).

**Statistical analyses.** Analyses are based on 50 EEG-defined naps (27 tACS, 23 sham), all of which were accompanied by valid dream reports. Sleep variables (**Supplementary Table 1**) and LuCiD Scale ratings (**Supplementary Tables 3-4**) were compared between conditions with Mann-Whitney non-parametric tests. Signal-verified lucid dreams and lucid versus non-lucid dream reports (**Table 1; Supplementary Table 2**) were assessed with Chi-Square tests, with Yates' correction being applied when at least one cell was  $< 5$ . Shapiro-Wilks tests were used to determine normality of distributions. Analyses were completed using SPSS 19 for Mac. A p-value threshold of  $\alpha=0.05$  was selected despite the directional nature of our (replication) hypotheses. Demographic measures were compared between controls and ELDs using Mann-Whitney non-parametric tests, except sex for which a Chi-square test was used (**Supplementary Table 7**).

## **Acknowledgements**

We thank A. Taher, S. Saucier, G. Poirier, G. Tremblay, J-M. Lina and N. Grossman for technical advice, A. Samson, P. Mick and B. Yu for data collection, M. Carr for helpful discussions, J. Paquet for advice on statistical procedures.

## **Funding**

This work was supported by the Canadian Institutes of Health Research grants (Grant # MOP-115125; Nielsen), Engineering Research Council of Canada grant (Grant # RGPIN-312277-2012; Nielsen) and the International Association for the Study of Dreams/Dream Science Foundation (Grant #2015-2016; Nielsen and Blanchette-Carrière)

## References

- 1 Hearne, K. M. Lucid dream induction. *Journal of Mental Imagery* **7**, 19-23 (1983).
- 2 LaBerge, S. in *The neuropsychology of sleep and dreaming* (eds J.S. Antrobus & M. Bertini) Ch. 16, 289-305 (Lawrence Erlbaum Associates, 1992).
- 3 Ogilvie, Hunt, H. T., Tyson, P. D., Lucescu, M. L. & Jeakins, D. B. Lucid dreaming and alpha activity: a preliminary report. *Percept Mot Skills* **55**, 795-808, doi:10.2466/pms.1982.55.3.795 (1982).
- 4 Tyson, P. D., Ogilvie, R. D. & Hunt, H. T. Lucid, Prelucid, and nonlucid dreams related to the amount of EEG alpha activity during REM sleep. *Psychophysiology* **21**, 442-451 (1984).
- 5 Holzinger, B., LaBerge, S. & Levitan, L. Psychophysiological correlates of lucid dreaming. *Dreaming* **16**, 88-95, doi:10.1037/1053-0797.16.2.88 (2006).
- 6 Mota-Rolim, Erlacher, D., Tort, A. B., Araujo, J. F. & Ribeiro, S. Different kinds of subjective experience during lucid dreaming may have different neural sub-strates. *Journal of Neuroscience* **25**, 550-557 (2010).
- 7 Mota-Rolim *et al.* in *First Congress IBRO/LARC of Neurosciences for Latin America, Caribbean and Iberian Peninsula. Búzios, Brazil.*
- 8 Voss, U., Holzmann, R., Tuin, I. & Hobson, J. A. Lucid dreaming: a state of consciousness with features of both waking and non-lucid dreaming. *Sleep* **32**, 1191-1200 (2009).
- 9 Dresler *et al.* Neural correlates of the emotional Stroop task in panic disorder patients: an event-related fMRI study. *J Psychiatr Res* **46**, 1627-1634, doi:10.1016/j.jpsychires.2012.09.004 (2012).
- 10 Stumbrys, T., Erlacher, D. & Schredl, M. Testing the involvement of the prefrontal cortex in lucid dreaming: A tDCS study. *Conscious. Cogn.* **22**, 1214-1222 (2013).
- 11 Voss, U. *et al.* Induction of self awareness in dreams through frontal low current stimulation of gamma activity. *Nat Neurosci* **17**, 810-812, doi:10.1038/nn.3719 (2014).

- 12 Laberge, S. P., Nagel, L. E., Dement, W. C. & Zarcone, V. P. Lucid dreaming verified by volitional communication during REM sleep. *Percept. Mot. Skills* **52**, 727-732 (1981).
- 13 Voss, U., Schermelleh-Engel, K., Windt, J., Frenzel, C. & Hobson, A. Measuring consciousness in dreams: The lucidity and consciousness in dreams scale. *Conscious. Cogn* **22**, 8-21 (2012).
- 14 Zimmerman, D. W., Williams, R. H. & Zumbo, B. D. Correction of the student t statistic for nonindependence of sample observations. *Percept. Mot. Skills* **75**, 1011-1020 (1992).
- 15 Kenny, D. A. & Judd, C. M. Consequences of Violating the Independence Assumption in Analysis of Variance. *Psychol. Bull.* **99**, 422-431 (1986).
- 16 Webb, W. B., Agnew, H. W. & Sternthal, H. Sleep during the early morning. *Psychonomic Science* **6**, 277-278 (1966).
- 17 Grabner, R. H., Krenn, J., Fink, A., Arendasy, M. & Benedek, M. Effects of alpha and gamma transcranial alternating current stimulation (tACS) on verbal creativity and intelligence test performance. *Neuropsychologia (in press)*, doi:10.1016/j.neuropsychologia.2017.10.035 (2017).
- 18 Lustenberger, C., Boyle, M. R., Foulser, A. A., Mellin, J. M. & Frohlich, F. Functional role of frontal alpha oscillations in creativity. *Cortex* **67**, 74-82, doi:10.1016/j.cortex.2015.03.012 (2015).
- 19 LaBerge, S., Levitan, L. & Dement, W. C. Lucid dreaming: Physiological correlates of consciousness during REM sleep. *Journal of Mind and Behavior* **7**, 251-258 (1986).
- 20 Hopfinger, J. B., Parsons, J. & Frohlich, F. Differential effects of 10-Hz and 40-Hz transcranial alternating current stimulation (tACS) on endogenous versus exogenous attention. *Cogn. Neurosci.* **8**, 102-111, doi:10.1080/17588928.2016.1194261 (2017).
- 21 Santaronechi, E. *et al.* Individual differences and specificity of prefrontal gamma frequency-tACS on fluid intelligence capabilities. *Cortex* **75**, 33-43, doi:10.1016/j.cortex.2015.11.003 (2016).

- 22 Herrmann, C. S., Rach, S., Neuling, T. & Struber, D. Transcranial alternating current stimulation: a review of the underlying mechanisms and modulation of cognitive processes. *Front Hum Neurosci* **7**, 279, doi:10.3389/fnhum.2013.00279 (2013).
- 23 Antal, A. *et al.* Comparatively weak after-effects of transcranial alternating current stimulation (tACS) on cortical excitability in humans. *Brain Stimul* **1**, 97-105, doi:10.1016/j.brs.2007.10.001 (2008).
- 24 Berry, R. B. *et al.* The AASM manual for the scoring of sleep and associated events. *Rules, Terminology and Technical Specifications, Darien, Illinois, American Academy of Sleep Medicine* (2012).

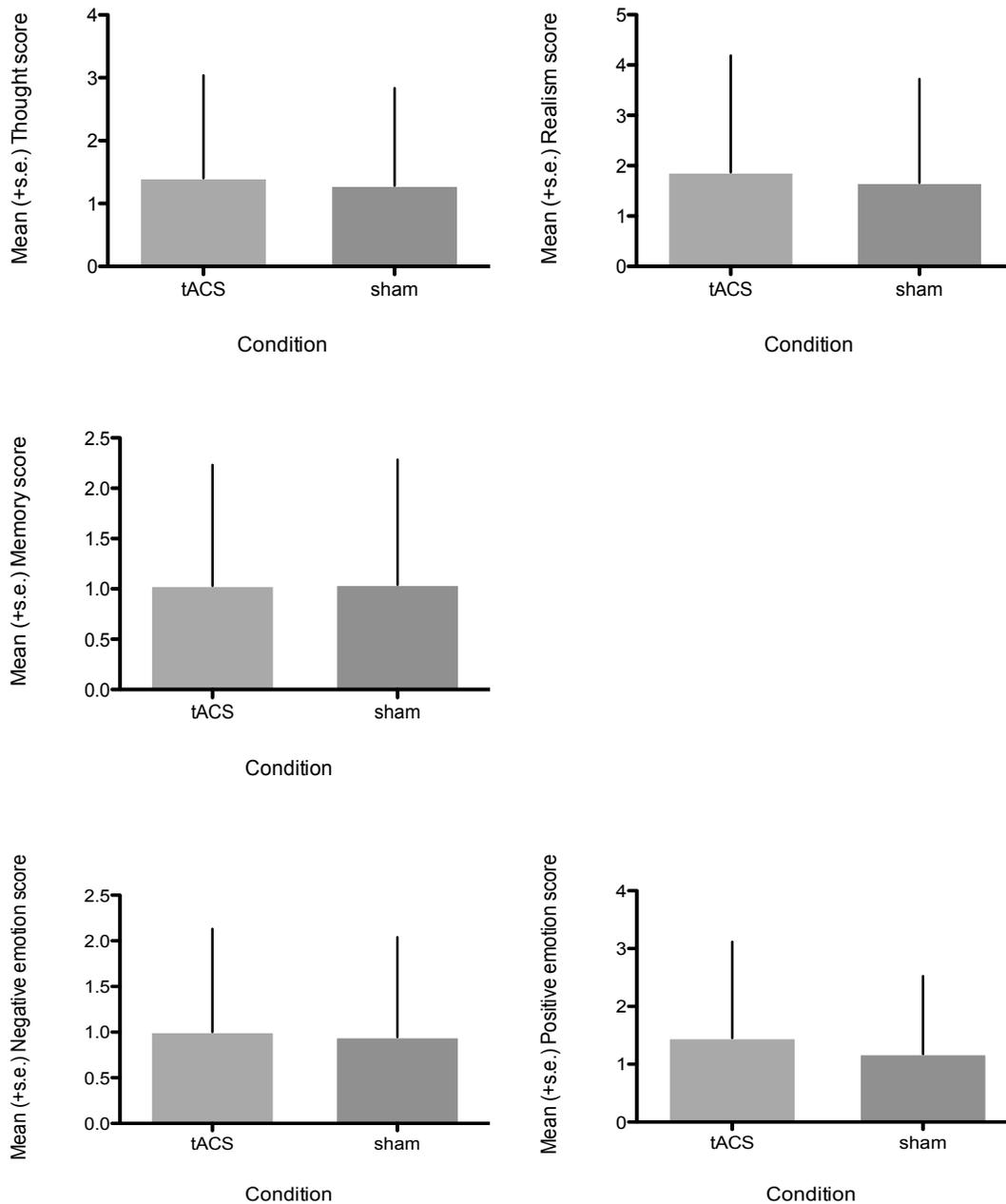


Figure 4. **Supplementary Figure 1.** Mean (+s.e.) scores for additional LuCiD Scale factors *thought*, *realism*, *memory*, *negative emotion* and *positive emotion*. No significant differences were seen on any factor, unlike Voss et al. (2014) who found differences for *memory* (strongest during 40 Hz stimulation compared to sham). As for the studies of Voss et al. (2014) and Voss, Schermelleh-Engel, Windt, Frenzel, and Hobson (2013), *thought* and *realism* did not differentiate tACS and sham conditions.

	tACS (N=27)	sham (N=23)	<i>Mann-Whitney</i>	
	Mean (SD)	Mean (SD)	Z	p
<b>Sleep architecture</b>				
Total Sleep Time (min)	69.74 (14.72)	68.39 (14.31)	0.224	0.823
Sleep Efficiency (per sleep period) (%)	91.99 (9.62)	92.86 (6.60)	0.419	0.676
Awakenings (#)	5.00 (2.86)	5.04 (2.72)	0.108	0.914
Wake After Sleep Onset (min)	10.74 (12.29)	10.00 (8.34)	0.331	0.740
Sleep Latency (min)	3.82 (4.33)	3.54 (3.70)	0.246	0.806
Latency to Persistent Sleep (min)	11.59 (13.99)	8.65 (9.87)	0.780	0.435
Sleep Periods (#)	80.94 (19.62)	78.39 (17.27)	0.409	0.683
Latency to Stage 2 (min)	9.89 (13.88)	7.65 (4.78)	0.361	0.718
Latency to Stage 3 (min)	25.02 (13.03)	24.80 (14.09)	0.573	0.566
Awake (%)	12.31 (9.86)	12.11 (8.61)	0.292	0.770
Stage 1 (%)	13.95 (8.11)	14.10 (7.56)	0.195	0.846
Stage 2 (%)	41.91 (14.75)	43.50 (12.48)	0.165	0.869
Stage 3 (%)	27.35 (18.35)	25.67 (14.42)	0.224	0.823
<b>REM sleep</b>				
Latency to REM (min)	49.83 (24.95)	44.83 (28.18)	0.224	0.823
REM/NREM Cycle Duration (min)	0.82 (1.54)	0.94 (1.47)	0.043	0.965
REM Periods (#)	1.26 (0.45)	1.30 (0.47)	0.350	0.726
REM (%)	16.79 (3.73)	16.74 (4.72)	0.409	0.683
REM Efficiency (%)	94.64 (7.88)	92.89 (10.22)	0.279	0.780
REM fragments (#)	2.11 (1.67)	2.17 (1.44)	0.311	0.756

Tableau II. **Supplementary Table 1.** General sleep architecture and REM sleep measures by nap condition

**Signal-verified lucid dreaming**

	tACS	sham	Total
<b>Signal (#)</b>	3	4	7
<b>No-signal (#)</b>	11	11	22
<b>Total</b>	14	15	29

*Chi-square test with Yates' correction: 0.109 (df1), p = 0.742.*

**Lucid dreaming as defined by LuCiD Scale**

	tACS	sham	Total
<b>Lucid dream reports (#)</b>	6	6	12
<b>Non-lucid dream reports (#)</b>	8	9	17
<b>Total</b>	14	15	29

*Chi-square test no Yates' correction: 0.024 (df1), p = 0.876.*

Tableau III. **Supplementary Table 2.** Signal verified lucid dreaming and lucid dreaming as defined by LuCiD Scale (experienced lucid dreamers only)

	<b>tACS</b> (N=27)	<b>Sham</b> (N=23)		
	<b>Mean (SD)</b>	<b>Mean (SD)</b>	<b>Mann-Whitney (Z)</b>	<b>p-value</b>
<b>Factors</b>				
<b>Insight</b>	1.83 (0.99)	2.08 (1.00)	1.067	0.286
<b>Control</b>	1.28 (0.87)	1.33 (0.53)	1.128	0.260
<b>Thought</b>	2.56 (1.32)	2.38 (0.92)	0.539	0.590
<b>Realism</b>	3.51 (1.21)	3.12 (0.97)	1.442	0.149
<b>Memory</b>	1.88 (0.95)	1.92 (0.74)	0.629	0.530
<b>Dissociation</b>	1.57 (0.90)	1.30 (0.70)	1.058	0.290
<b>Negative emotion</b>	1.80 (1.03)	1.72 (0.81)	0.133	0.895
<b>Positive emotion</b>	2.63 (1.38)	2.13 (1.04)	1.243	0.214

Tableau IV. **Supplementary Table 3.** LuCiD Scale scores; Nap Condition Comparisons

	<b>tACS</b>	<b>Sham</b>		
	(N=14)	(N=15)		
	<b>Mean (SD)</b>	<b>Mean (SD)</b>	<b>Mann-Whitney (Z)</b>	<b>p-value</b>
<b>Factors</b>				
<b>Insight</b>	2.02 (1.20)	2.14 (1.00)	0.597	0.551
<b>Control</b>	1.37 (0.96)	1.19 (0.42)	0.258	0.796
<b>Thought</b>	3.00 (1.22)	2.60 (0.92)	0.922	0.356
<b>Realism</b>	3.76 (1.02)	3.00 (1.08)	1.802	0.072
<b>Memory</b>	2.32 (1.04)	2.08 (0.78)	0.439	0.661
<b>Dissociation</b>	1.57 (0.97)	1.44 (0.83)	0.257	0.797
<b>Negative emotion</b>	1.86 (1.15)	1.80 (0.84)	0.385	0.700
<b>Positive emotion</b>	2.46 (1.49)	2.23 (1.21)	0.201	0.840

Tableau V. **Supplementary Table 4.** LuCiD Scale scores; Nap Condition Comparisons (experienced lucid dreamers only)

<b>Company</b>	<b>Product name</b>	<b>URL</b>
Neuroon Open	Neuroon Open	<a href="https://www.kickstarter.com/projects/intelclinic/neuroon-open-smartest-sleep-dreams-and-meditation">https://www.kickstarter.com/projects/intelclinic/neuroon-open-smartest-sleep-dreams-and-meditation</a>
Red Elk BV	patent WO 2016209078 A2	<a href="https://www.google.com/patents/WO2016209078A2?cl=en(tACS)">https://www.google.com/patents/WO2016209078A2?cl=en(tACS)</a>
Neuromodulation Technologies	Lucid Dreamer	<a href="https://www.luciddreamer.com/">https://www.luciddreamer.com/</a>
Luciding Inc	LucidCatcher	<a href="https://luciding.com/#/">https://luciding.com/#/</a>
Aladdin Dreamer Inc	Aladdin	<a href="https://www.aladdindreamer.com">https://www.aladdindreamer.com</a>
Focus	foc.us V2 tACS	<a href="https://www.foc.us/focus-lucid-dreams">https://www.foc.us/focus-lucid-dreams</a>

Tableau VI. **Supplementary Table 5.** Some commercial tAC stimulation devices for home induction of lucid dreaming that cite the Voss et al or Stumbrys et al findings as proof of concept

Selection Criteria	Number of naps		
	tACS	sham	Total
Total nap trials	40	40	80
Excluded: withdrew after one nap	2	2	76
Excluded: <50% REM sleep	9	9	58
Excluded: no dream recall	2	6	50
<b>Final sample</b>	<b>27</b>	<b>23</b>	<b>50</b>

REM sleep predominance (N=50)	%REM sleep <sup>a</sup>		
	tACS	sham	Total
Mean	92.1	88.5	90.4
Mode	100	100	100
Median	100	95	97.6
Min	50	50	50
Max	100	100	100

<sup>a</sup>REM sleep percent calculated for a 10-min sleep interval including 2 min pre-tACS/sham, 5 min tACS/sham and 3 min post-tACS/sham.

Tableau VII. **Supplementary Table 6.** Sample selection and REM sleep predominance

	<b>Controls (N=13)</b>	<b>Lucid dreamers (N=20)</b>	<b>All (N=33)</b>	<b>Controls vs. Lucid dreamers</b>	
	M±SD	M±SD	M±SD	<b>p-value</b>	<b>test</b>
<b>Sex</b>	7 f; 6 m	15 f; 5 m	22 f; 11 m	<i>0.378</i>	$\chi^2$
<b>Age</b>	22.38±3.10	23.10±2.99	22.82±3.00	<i>0.352</i>	<i>U</i>
<b>Dreams/wk</b>	2.04±1.75	4.01±2.07	3.23±2.15	<b>0.006</b>	<i>U</i>
<b>Bad dreams/wk</b>	0.10±0.10	0.17±0.22	0.14±0.19	<i>0.325</i>	<i>U</i>
<b>Nightmares/wk</b>	0.04±0.07	0.02±0.03	0.03±0.05	<i>0.952</i>	<i>U</i>
<b>Lucid dreams/wk</b>	0.00±0.00	0.37±0.70	0.22±0.57	<b>0.000</b>	<i>U</i>

*M: Mean; SD: Standard Deviation. P-values for Mann-Whitney test (U) and Chi-square test with Yates' correction ( $\chi^2$ ) are shown in bold when  $p < .05$ .*

Tableau VIII. **Supplementary Table 7.** Demographic measures for Control participants, Lucid Dreamers and all participants

## 4. Discussion

La discussion exposera d'abord les différents résultats obtenus dans le cadre de notre étude en lien avec les hypothèses de départ. Nous critiquerons ensuite la méthodologie employée, afin de mieux comprendre la nature des résultats obtenus et de faire le point sur les bons coups ainsi que sur les failles méthodologiques. Nous éluciderons pas la suite les facteurs ayant pu contribuer à l'apparition de signaux obtenus en laboratoire, tout en mesurant l'impact de chacun d'eux afin de mesurer la contribution réelle de la tACS dans l'induction de rêves lucides en SP. Enfin, nous discuterons des applications de l'induction de rêves lucides en sommeil, principalement en ce qui concerne les applications cliniques.

### 4.1 Hypothèses non confirmées

Les résultats de la présente étude ne permettent pas de confirmer nos hypothèses, voulant que la stimulation à une fréquence de 40 Hz appliquée en SP engendrerait plus de rêves lucides signalés en temps réel, un plus grand nombre de rêves lucides tels que définis par la LuCiD Scale et des scores plus élevés aux facteurs *prise de conscience (insight)* et *dissociation* de la LuCiD Scale, comparativement au SHAM, et ce, surtout pour le groupe de rêves lucides expérimentés. L'examen des résultats révèle d'abord qu'il n'y a pas de différences significatives relatives aux variables de la macrostructure du sommeil entre la condition STIM et la condition SHAM, ce qui correspond aux attentes de départ. En effet, ce résultat laisse croire que les différences ou l'absence de différences observées entre les conditions en ce qui concerne la lucidité ne sont pas susceptibles d'être influencées par les variations de sommeil qui auraient pu survenir entre les conditions. Les résultats montrent que les signaux de lucidité sont survenus en plus grand nombre lors de la condition STIM comparativement à la condition SHAM, bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative. À l'opposé, lorsque nous nous référons seulement au groupe de rêveurs lucides expérimentés, un nombre plus élevé de signaux a été observé lors de la condition SHAM que lors de la stimulation, ce qui est contraire à notre hypothèse de départ. Ce résultat concorde avec celui obtenu dans l'étude de Kueny (1985), évaluant le potentiel d'induire des rêves lucides en SP à l'aide d'une technique d'induction combinée à un signal sonore induit en SP,

comparativement à une technique d'induction seule, auprès d'un groupe de rêveurs lucides. Six rêves lucides sont survenus lors des siestes sans intervention tandis que 5 sont survenus lors des nuits avec signal sonore. Nous ne pouvons donc pas conclure que la tACS soit le facteur en cause –ou du moins le seul facteur– pouvant expliquer la survenue de tels signaux : il y a forcément d'autres variables en jeu et c'est ce dont nous discuterons ultérieurement. Les rêves lucides, tels que définis par la LuCiD Scale, ont aussi été rapportés en plus grand nombre lors de la condition avec stimulation, comparativement au SHAM, et ce, pour tous les groupes de sujets. Ce résultat n'est toutefois pas significatif, ce qui soulève encore une fois l'importance d'examiner des facteurs additionnels pouvant expliquer la présence de rêves lucides –évalués par un questionnaire cette fois-ci– autres que la tACS. Relativement à la LuCiD Scale, aucun des huit facteurs n'a permis de différencier les deux conditions expérimentales, à l'exception du facteur *réalisme* qui était légèrement plus élevé lors de la stimulation chez le groupe de rêveurs lucides expérimentés seulement.

Somme toute, les résultats de la présente étude ne permettent pas de répliquer ceux obtenus au sein des études de Voss et al. (2014) et de Stumbrys et al. (2013) comme l'envisageait l'objectif de notre étude. Néanmoins, il s'avère que l'objectif de susciter des rêves lucides en SP en optimisant les conditions expérimentales, en opérationnalisant les variables de façon plus rigoureuse et en utilisant des analyses statistiques plus conservatrices que les deux études précédentes ait été atteint, car les résultats démontrent clairement que les sujets sont parvenus à être lucides au cours de leurs rêves, tel qu'évalué à l'aide de différentes mesures objectives et subjectives.

## 4.2 Critique de la méthodologie

L'objectif de cette étude étant de répliquer les résultats obtenus au sein des études de Voss et al. (2014) et de Stumbrys et al. (2013), nous avons tout de même jugé important, voir nécessaire, d'optimiser les conditions expérimentales de façon à susciter des rêves lucides en SP. Bien que les résultats suggèrent que nous ayons réussi, du moins en partie, à susciter des rêves lucides en SP, la méthodologie que nous avons employée n'est pas sans lacunes. En outre, plusieurs aspects méthodologiques ont pu contribuer à la production de rêves lucides ou ont pu influencer la façon de les définir ainsi, biaisant potentiellement les résultats. C'est

pourquoi la méthodologie qui a été employée sera discutée, analysée et critiquée dans les pages subséquentes afin de rendre compte de l'impact que peut avoir la méthodologie sur les résultats obtenus.

#### **4.2.1 Choix des participants**

Comme dans l'étude de Voss et al. (2014) et de Stumbrys et al. (2013), nous avons recruté des participants en santé, hommes et femmes, âgés en moyenne de  $22.8 \pm 3.0$  (e.t.) ans (annexe 3, p. vi). Dans l'étude de Voss, les participants étaient âgés entre 18 et 26 ans tandis qu'ils étaient âgés en moyenne de  $25.1 \pm 3.2$  ans dans l'étude de Stumbrys. Pour ce qui est de notre échantillon, celui-ci était composé de 33 participants (22 femmes, 11 hommes), à partir desquels nous avons obtenu 27 siestes STIM et 23 siestes SHAM, ce qui est comparable aux études de Voss, avec 27 participants (15 femmes, 12 hommes) et de Stumbrys, avec 19 participants (13 femmes, 6 hommes). Nous avons choisi des critères d'exclusion semblables à ceux de Voss et Stumbrys, soit l'absence de troubles de sommeil et de troubles psychiatriques, et de prise de médicaments agissant sur le système nerveux central ou pouvant perturber le sommeil.

D'autre part, il fut important de tenir compte d'un critère d'exclusion additionnel, soit la sensibilité à la stimulation transcrânienne. Le groupe de Stumbrys (2013) a porté une attention particulière à ce critère en excluant les individus ayant une haute sensibilité à la tDCS, ce qui était évalué durant une première nuit d'adaptation. Les expérimentateurs ont ainsi remarqué que certains participants se réveillaient à chaque fois que la stimulation était appliquée en SP. Dans le cas de la présente étude, nous n'avons pas systématiquement exclu les sujets qui étaient particulièrement sensibles à la tACS. Comme dans l'étude de Voss et al. (2014), nous avons plutôt fait des tests de phosphènes et de sensation avant chacune des siestes afin de déterminer l'intensité de la tACS, de façon à ce qu'elle soit adaptée selon un seuil individuel pour éviter que les sujets ne la ressentent lors de la sieste STIM. Une autre technique consisterait plutôt à appliquer la même intensité pour l'ensemble des participants, ce qui a l'avantage d'être beaucoup plus rapide. Cependant, l'utilisation de cette technique comporte le risque que certains participants ressentent la stimulation via les phosphènes ou la sensation de la peau, ce qui provoquerait leur réveil et nous aurait obligé à exclure leurs

données. Bien que l'attribution de l'intensité du courant selon un seuil individuel permet d'éviter de telles sensations, elle peut créer plus de variabilité d'intensité du courant entre les sujets, ce qui pourrait avoir un effet différentiel sur le cerveau, le sommeil et même l'éveil (dans le cas où les sujets seraient réveillés par la stimulation). Dans l'étude présente, l'intensité de la stimulation lors de la sieste STIM n'a pas dû être ajustée pour aucun des participants, car chacun d'entre eux avait un seuil de sensibilité supérieur à l'intensité administrée. En effet, ces tests nous ont permis de constater que les sujets n'ont ni vu, ni senti quelconques stimuli lors d'une stimulation à une intensité de plus de 250  $\mu\text{A}$ , soit l'intensité utilisée lors de la sieste STIM. Par conséquent, la méthode utilisée pour évaluer la sensibilité à la tACS dans la présente étude semble avoir été judicieuse et moins exigeante pour les participants que s'ils avaient dû dormir une fois de plus en laboratoire afin de compléter une sieste d'adaptation. Toutefois, les tests de phosphènes et de sensation ont pu créer un effet confondant et ont pu influencer les réponses aux questionnaires, la survenue de lucidité et les signaux faits par les sujets pendant leur sommeil, tel que discuté ci-bas (voir 4.3.4 Tests de phosphène et de sensation : impact sur la lucidité).

Parmi les critères d'inclusion, la fréquence de rappel de rêves lucides par les participants est importante à considérer. Voss et al. (2014) ont choisi de ne recruter que des individus n'ayant jamais rapporté de rêves lucides afin d'éviter certains biais dont ils ne font pas mention dans l'article. Ce choix demeure discutable lorsqu'il est question d'étudier la prise de conscience dans les rêves puisque, tel que souligné précédemment, les individus qui n'ont jamais rapporté de rêves lucides pourraient ne pas avoir de prédisposition génétique ou de facteurs environnementaux favorisant les rêves lucides. Ce faisant, leur probabilité de faire des rêves lucides pourrait être plus faible, pouvant expliquer, entre autres, les faibles scores obtenus aux différents facteurs de la LuCiD Scale dans l'étude de Voss, tel que discuté ci-bas. De plus, certains auteurs estiment qu'il serait difficile, voir impossible, d'induire des rêves lucides auprès de gens inexpérimentés avec les rêves lucides, en raison de l'efficacité mitigée des techniques d'induction de rêves lucides (Noreika, Windt, Lenggenhager, & Karim, 2010; Price & Cohen, 1988). Le groupe de Stumbrys (2013) a quant à lui choisi de recruter à la fois des participants ayant un rappel de rêves lucides fréquents et d'autres participants n'ayant jamais ou peu fait de rêves lucides. Ainsi, pendant le recrutement dans l'étude de Stumbrys,

les participants potentiels devaient estimer leur fréquence de rêves lucides sur une échelle en 7 points et ceux rapportant au moins un rêve lucide par mois (considéré comme une fréquence élevée dans cette étude) pouvaient participer. Les participants devaient également rapporter au moins un rêve par semaine. Gruber et al. (1995) ont également utilisé un questionnaire, le *Dreaming Style Questionnaire* (Gruber, 1988), administré auprès de 17 775 participants afin d'étudier les composantes expérientielles rattachées au processus onirique, dont la fréquence de rêves lucides. Plus particulièrement, ce questionnaire comprend une définition d'un rêve lucide, suivie d'un exemple afin d'aider les participants à comprendre ce concept qui peut être complexe. S'ensuit une question demandant aux sujets la fréquence de leurs rêves lucides sur une échelle en 7 points (1 = *never*, 7 = *once a week or more*). Ce questionnaire a d'ailleurs été validé pour l'évaluation de la fréquence de rêves lucides, montrant une corrélation positive entre la fréquence de rêves lucides auto-rapportée et la fréquence de rêves lucides évaluée par un journal de rêves quotidien (Snyder & Gackenbach, 1988). Dans l'étude de Gruber (1995), les rêveurs lucides « fréquents » comprenaient les participants rapportant au moins un rêve lucide par mois, tandis que les rêveurs lucides « non-fréquents » étaient ceux en rapportant quelques uns dans leur vie ou jamais.

Dans notre étude, deux groupes de participants ont été formés : des individus n'ayant jamais fait de rêves lucides (N=13) et des individus ayant déjà rapporté des rêves lucides (N=20). Le critère d'inclusion dans le groupe de rêveurs lucides expérimentés était le rappel d'au moins un rêve lucide au cours de la vie. Ce critère était potentiellement trop libéral et approximatif, ne permettant pas de s'assurer qu'il s'agissait véritablement de rêveurs lucides « expérimentés ». Il aurait sans doute été préférable d'exiger une fréquence de rêves lucides plus précise et plus élevée. Cette fréquence pourrait d'autant plus être jugée comme insuffisante pour qu'un participant soit considéré comme un rêveur lucide « fréquent » dans l'étude de Gruber (1995). De plus, comme mentionné dans l'article de Gruber (1995), nous ne pouvons être convaincus que les gens saisissent bien à quoi correspond un rêve lucide lors du recrutement et que ce qu'ils reconnaissent comme étant un rêve lucide en est réellement un, selon nos critères et notre définition. Tenant compte de ces lacunes, lorsque des participants rapportaient n'avoir fait qu'un rêve lucide au cours de leur vie, nous pouvons douter qu'ils étaient de « véritables » rêveurs lucides et encore moins des rêveurs lucides « expérimentés ».

Par conséquent, il aurait sans doute été préférable d'utiliser une fréquence de rêves lucides plus élevée lors du recrutement comme celle de Stumbrys (2013), à raison d'un rêve lucide par mois, ainsi qu'une manière plus rigoureuse d'évaluer cette fréquence, telle qu'une échelle comme celle utilisée dans l'étude de Stumbrys ou encore celle de Gruber (1988). Somme toute, les résultats de la présente étude ont montré que le groupe de rêveurs lucides expérimentés rapportait en moyenne  $0.37 \pm 0.70$  (e.t.) rêves lucides par semaine (mode : 0.25 rêves lucides; médiane : 0.11 rêves lucides; min : 0.0008 rêves lucides; max : 3.00 rêves lucides), ce qui surpasse la fréquence de rêves lucides estimée par les participants de l'étude de Stumbrys (2013). Nous avons donc jugé que cette fréquence moyenne était suffisamment élevée pour justifier leur inclusion dans ce groupe de sujets.

Toutefois, il faut rappeler que l'objectif principal de l'étude était d'évaluer l'effet de la tACS sur la survenue de rêves lucides en sommeil, en comparant cette condition avec une condition sans stimulation (SHAM) et non pas de comparer l'effet différentiel de la tACS sur deux groupes de sujets distincts. C'est pourquoi nous n'avons pas comparé les deux groupes de sujet sur aucune variable, à l'exception des données démographiques, montrant que les rêveurs lucides expérimentés avaient une fréquence de rappel de rêves rétrospective supérieure ( $4.01 \pm 2.07$  rêves par semaine) à celle des sujets contrôle ( $2.04 \pm 1.75$  rêves par semaine;  $p = 0.006$ ). Bien entendu, les rêveurs lucides expérimentés rapportaient significativement plus de rêves lucides par semaine que les sujets contrôles ( $p < 0.0001$ ). Néanmoins, nous estimions qu'un plus grand nombre de signaux de lucidité et que des scores plus élevés sur la LuCiD Scale seraient observés lors de la condition STIM que lors de la condition SHAM, et ce, particulièrement pour le groupe de rêveurs lucides expérimentés. Toutefois, en ne tenant compte que du groupe de rêveurs lucides expérimentés, il n'y avait pas de différence significative en ce qui concerne le nombre de signaux, le nombre de rêves lucides et les scores de la LuCiD Scale entre les deux conditions expérimentales.

Nous avons tout de même estimé qu'il serait intéressant de distinguer ces deux groupes de sujets pour plusieurs raisons. D'abord, le fait d'avoir deux groupes de participants permettait non seulement de faire un parallèle entre nos résultats et ceux des deux études précédentes, qui n'étudiaient pas les mêmes types de sujets, mais également d'évaluer si les résultats obtenus étaient surtout expliqués par le groupe de rêveurs lucides expérimentés ou

s'ils concernaient l'ensemble de l'échantillon. Il ne semble pas que les résultats aient été expliqués par le groupe de rêveurs lucides expérimentés en ce qui a trait aux signaux de lucidité et au nombre de rêves lucides rapportés en laboratoire. En ce qui concerne la LuCiD Scale, seul le facteur *réalisme*, qui tendait à être supérieur lors de la condition STIM que SHAM ( $Z = 1.442$ ,  $p = 0.149$ ), pourrait en partie être expliqué par le groupe de rêveurs lucides expérimentés ( $Z = 1.802$ ,  $p = 0.072$ ). Ce résultat n'est toutefois pas concluant puisque le facteur *réalisme* de la LuCiD Scale réfère à la fois aux éléments propres à la scène onirique (20. *La plupart des choses qui sont arrivées dans mon rêve auraient également pu arriver pendant l'éveil*) qu'aux états internes du rêveur (7. *Les émotions que j'ai vécues étaient exactement les mêmes que celles que je voudrais vivre dans une telle situation pendant l'éveil*; 17. *Les pensées que j'avais dans mon rêve étaient exactement les mêmes que celles que j'aurais dans une situation similaire pendant l'éveil*). En référence à l'article de Stumbrys (2013) montrant que la lucidité pendant les rêves était associée à la métacognition avec focus externe (*metacognition with external focus*) et non sur la métacognition avec focus interne (*metacognition with internal focus*), il est possible que ce soit davantage le réalisme de la scène visuelle, plutôt que les états internes du rêveur, qui fut associée à la condition STIM dans notre étude. Cette hypothèse est valide dans la mesure où nous assumons que la tACS soit associée à une prise de conscience pendant le rêve, ce qui expliquerait pourquoi la condition STIM serait associée au *réalisme*, ce qui n'a toutefois pas été validé.

D'autre part, les rêves lucides seraient souvent provoqués par l'observation d'un élément singulier faisant partie de l'environnement onirique (Purcell, Mullington, Moffitt, Hoffmann, & Pigeau, 1986), ce qui concorderait avec le fait que la métacognition axée sur le monde extérieur pourrait avoir un rôle considérable dans la prise de conscience en sommeil, plus grande que celle de la métacognition axée sur les états internes (Stumbrys et al., 2013). En effet, l'aspect étrange ou bizarre du rêve faciliterait la lucidité pendant le rêve lorsque le rêveur le reconnaîtrait, de même qu'une action étrange ou impossible à réaliser à l'éveil que le rêveur serait en mesure d'expérimenter lors d'un rêve lucide, comme de voler dans les airs (Barrett, 1991). Ceci soulève toutefois un aspect qui s'interpose avec nos résultats, puisque les participants semblent avoir remarqué le « réalisme » du rêve plutôt que la « singularité » d'un élément onirique. Effectivement, conformément à l'hypothèse voulant que la tACS soit

associée à la prise de conscience en sommeil, les scores plus élevés au facteur *réalisme* lors de la sieste STIM comparativement à la sieste SHAM dans notre étude ne semblent pas supporter le fait qu'un élément singulier ait suscité la prise de conscience pendant les rêves des participants puisque leurs rêves semblaient plutôt réalistes.

#### **4.2.2 Plan expérimental**

Nous n'avons pas été en mesure de faire une étude à mesures répétées, où nous aurions analysé les différentes données obtenues à partir des deux siestes (STIM et SHAM) complétées par chacun des participants. Plusieurs raisons expliquent pourquoi nous n'avons pas été en mesure de mener une étude à mesures répétées. D'abord, deux participants dans chacune des conditions (STIM et SHAM) ne se sont pas présentés pour leur deuxième sieste. De plus, nous avons dû exclure les siestes comprenant moins de 50% de SP avant, pendant et après la stimulation/SHAM et celles qui n'étaient pas suivies d'un rapport de rêve au réveil des participants. Au total, 9 siestes STIM et 9 siestes SHAM étaient composées de moins de 50% de SP, tandis que 2 siestes STIM et 6 siestes SHAM n'étaient pas suivies d'un rappel de rêve. Ce faisant, l'échantillon final était composé de 27 siestes STIM et de 23 siestes SHAM, issues de 33 participants. Plus spécifiquement, nous avons utilisé les deux siestes (STIM et SHAM) de 17 sujets tandis que les 16 autres siestes provenaient de participants distincts, résultant à un total de 50 siestes.

Par conséquent, le fait d'avoir analysé des données provenant de participants différents diminue la rigueur statistique de nos résultats. Une étude à mesures répétées aurait permis d'éliminer les risques de variabilité due aux différences individuelles entre les sujets. Ce type de plan aurait également permis d'avoir une meilleure estimation de l'erreur expérimentale, ce pourquoi il serait intéressant de mener des analyses à mesures répétées sur ce groupe de 17 participants ou encore de mener une étude à mesures répétées comprenant un plus grand échantillon. Toutefois, considérant que plus de la moitié (34/50 ou 68%) des siestes se prêtaient à une analyse à mesures répétées et que nous avons tout de même utilisé des analyses pour mesures indépendantes (le test U de Mann-Whitney et le test de Chi-deux), nos résultats demeurent conservateurs et risquent moins d'être contaminés par les différences

individuelles entre les sujets que si nous avons utilisé des analyses pour échantillons dépendants (le test de Wilcoxon et le test de McNemar).

Néanmoins, ayant utilisé un plan à mesures indépendantes, nous avons ainsi évité l'effet de pratique ou d'accoutumance du à la répétition du protocole de recherche d'une sieste à l'autre, du moins pour les 16 siestes issues de participants distincts. Nous avons également pris soin d'administrer l'ordre des conditions (STIM et SHAM) de façon aléatoire et différemment d'un participant à l'autre et d'appliquer le même protocole lors des deux conditions, à l'exception de l'activation de la tACS lors de la condition SHAM, tout en utilisant tous les mêmes instruments. Ces mesures ont été mises en place de façon à diminuer les risques que les participants découvrent laquelle des interventions (STIM ou SHAM) était administrée pendant leurs siestes.

### **4.2.3 Choix du protocole : sieste(s) vs nuit(s)**

Certains pourraient critiquer le fait d'avoir choisi un protocole de siestes matinales plutôt qu'un protocole de nuit, comme dans le cas de Voss et al. (2014), en attestant que les siestes soient moins propices que les nuits à la production de rêves lucides. Au contraire, la probabilité de faire des rêves lucides est en relation linéaire avec le nombre de périodes de SP ( $r = .98, p < .0001$ ) (LaBerge et al., 1986). Nos résultats supportent cette tendance : les rêves lucides signalés en SP étaient trois fois plus nombreux lors de nos siestes (16.0%) que pendant les épisodes de nuits dans l'étude de Stumbrys et al. (2013) (5.3%). Pourtant, malgré cette proportion élevée d'épisodes de lucidité signalés lors de nos siestes, nous n'avons pas observé de différences significatives entre la condition STIM et la condition SHAM.

Toutefois, puisque Voss et al. (2014) ont utilisé un protocole de nuit et que nous avons plutôt choisi un protocole de sieste matinale, il n'est pas possible de comparer l'architecture du sommeil et les données de SP entre les deux études. Dans l'étude actuelle, les données de sommeil ne diffèrent pas entre les conditions. De plus, nous n'avons pas observé un SP continu, combiné à une atonie musculaire continue, dans l'ensemble des siestes. Nous avons plutôt constitué notre échantillon à partir des participants qui ont montré un minimum de 50% de SP pour la période de sommeil suivante (total de 10 minutes) : 2 minutes avant la STIM/SHAM, suivies de 5 minutes de stimulation/SHAM, jusqu'au réveil, soit 3 minutes

après la fin de la STIM/SHAM. Dans l'étude de Voss, les chercheurs ont observé un SP et une atonie musculaire continus, avant, pendant et après la stimulation. Nous avons tout de même obtenu une grande proportion de SP durant la période de sommeil de 10 minutes décrite ci-haut, et ce, au cours des deux conditions expérimentales. En effet, sur un total de 50 siestes, les siestes STIM (N=27) avaient une moyenne de 92.1% de SP et les siestes SHAM (N=23) ont quant à elles montré une moyenne de 88.5% de SP. Nos résultats suggèrent donc que le protocole de siestes matinales semble avoir été un choix judicieux considérant la propension de SP obtenu. De plus, cette propension au SP a probablement contribué à l'occurrence de rêves lucides, qui se sont avérés nombreux dans la présente étude, et ce, indépendamment de la condition expérimentale.

Contrairement aux études de Stumbrys et al. (2013) et de Voss et al. (2014), nous nous sommes limités à deux siestes en laboratoire. En effet, les participants de Voss ont dormi jusqu'à 4 nuits en laboratoire, tandis que ceux de l'étude de Stumbrys ont dormi 3 nuits consécutives en laboratoire avec plusieurs (ou non) stimulations par nuit. D'abord, nous n'avions pas à évaluer plusieurs fréquences de stimulation, comme dans le cas de Voss. De plus, dans le cas de la présente étude, il ne s'avérait pas nécessaire de faire une sieste d'adaptation comme dans l'étude de Stumbrys et al. (2013) –lors de laquelle la tDCS était appliquée à plusieurs reprises– puisque nous étions en mesure d'évaluer la sensibilité à la tACS grâce aux tests de phosphènes et de sensation, quelques minutes avant le début de chaque sieste. En outre, nous voulions limiter les stimulations afin d'isoler les effets potentiels de la tACS lors de la sieste STIM. En effet, en plus de l'impact potentiel des stimulations appliquées lors de la sieste d'adaptation dans l'étude de Stumbrys, nous voulions éviter l'effet d'accumulation à travers les périodes de SP dû aux mesures répétées comme dans l'étude de Voss, qui induisait parfois plusieurs stimulations par nuit.

Grâce à l'utilisation d'un protocole de sieste matinale, nos résultats semblent valider le fait que les siestes soient favorables à la production de rêves lucides, et ce, possiblement plus que les nuits. Ceci pourrait s'expliquer par la propension au SP qui atteint son maximal en milieu de matinée (Webb et al., 1966). Bien que les siestes ne soient pas sans lacunes, car le sommeil (dont le SP) semble plus fragilisé, nous croyons qu'elles ont permis de réaliser

l'étude actuelle adéquatement, tout en réduisant le nombre de temps passé en laboratoire pour les participants et les expérimentateurs.

#### **4.2.4 Choix de la fréquence de stimulation : une seule fréquence de 40 Hz**

Lors de la conceptualisation du protocole de recherche, plusieurs options s'offraient à nous quant à la ou les fréquences de stimulation appliquées dans le but d'induire des rêves lucides. Nous avons choisi d'utiliser une seule fréquence de stimulation, soit une fréquence de 40 Hz, à une intensité de 250  $\mu$ A. Ce choix est en partie appuyé sur les résultats d'études portant sur la neurophysiologie des rêves lucides (Mota-Rolim et al., 2010; Mota-Rolim et al., 2008; Voss et al., 2009) qui ont montré une association entre les rêves lucides et une puissance élevée dans la bande de fréquence de 40 Hz, plus particulièrement dans les régions frontales. Une augmentation de l'activité frontale lors de rêves lucides a d'ailleurs été validée par des études d'EEG (Voss et al., 2009) et d'IRMf (Dresler, Wehrle, et al., 2012). Ces études ont également montré que les rêves lucides étaient accompagnés d'une augmentation de la synchronie de phase et d'une fréquence d'activité spécifique élevée dans la bande de fréquence gamma inférieure (se situant autour de 40 Hz), particulièrement dans les régions frontales et temporales du cerveau.

Tel que mentionné à maintes reprises, l'étude de Voss et al. (2014) a démontré que l'utilisation de la tACS en SP dans les régions fronto-temporales à une fréquence de 40 Hz augmentait l'activité EEG à cette fréquence ainsi que la conscience de soi et la dissociation dans les rêves des participants. Toutefois, dans cette même recherche, plusieurs fréquences de stimulation ont été étudiées (2, 6, 12, 25, 40, 70 et 100 Hz). Malgré le fait que ces fréquences n'aient pas toutes montré des résultats concluants, la fréquence de 40 Hz n'est pas la seule à avoir été associée à la lucidité. En effet, la fréquence de 25 Hz a été associée à un nombre important de rêves lucides (58%) évalués subjectivement, bien qu'en moins grande proportion que lors de la fréquence de 40 Hz (77%). Plus spécifiquement, le facteur *insight* différait significativement lors des fréquences de stimulation de 25 et 40 Hz comparativement à la condition SHAM. Les scores obtenus pour le facteur *control* étaient quant à eux plus élevés uniquement lors de la stimulation à une fréquence de 25 Hz. Les auteurs ont alors suggéré que l'activité oscillatoire à une fréquence de 25 Hz puisse être fonctionnellement distincte de

l'activité à 40 Hz. L'activité dans la bande de fréquence gamma inférieure a également augmentée durant la stimulation de 25 Hz (augmentation moyenne entre 22–28 Hz = 12%, e.t. = 5.82), mais de façon moins importante que lors d'une stimulation à une fréquence de 40 Hz (augmentation moyenne entre 37–43 Hz = 28%, e.t. = 4.82). De plus, l'augmentation dans la bande de fréquence de 25 Hz corrélait avec les scores subjectifs obtenus pour les facteurs *insight* et *dissociation*. Encore une fois, ces corrélations étaient moins importantes que pour la fréquence de stimulation de 40 Hz. En regard à ces résultats, les auteurs ont conclu que l'activité dans la bande de fréquence gamma inférieure était potentiellement associée à une conscience autoréflexive élevée.

Afin d'optimiser les conditions expérimentales de façon à susciter des rêves lucides en sommeil, nous avons choisi la fréquence de 40 Hz qui a montré davantage de résultats probants et des différences plus robustes avec la condition SHAM, comparativement à la fréquence de 25 Hz (Voss et al., 2014). De plus, considérant que la prise de conscience pendant le rêve, qui s'apparente au facteur *conscience du fait que l'on rêve* (*insight into the fact that one is currently dreaming*) de la LuCiD Scale, est ce qui caractérise principalement le rêve lucide (Green, 1968) et que ce facteur ait surtout été associé à une fréquence de 40 Hz, nous avons choisi d'utiliser cette fréquence. Bien que le facteur *contrôle sur le contenu du rêve* (*control over the dream plot*) ait été associé à une fréquence de stimulation de 25 Hz, il n'est pas nécessairement associé au rêve lucide, ce pourquoi nous n'avons pas choisi cette fréquence de stimulation. Enfin, il est difficile d'évaluer si d'autres fréquences de stimulation auraient été susceptibles de provoquer une prise de conscience en SP, puisqu'il semble que seule l'étude de Voss (2014) ait utilisée la tACS à cette fin.

Le choix de cette fréquence de stimulation pourrait avoir eu un impact sur les résultats obtenus. D'abord, nous ne pouvons être convaincus que ce soit précisément la stimulation à une fréquence de 40 Hz qui ait directement suscité les rêves lucides observés dans notre étude. En outre, d'autres facteurs connus comme étant sensibles à la tACS à une fréquence de 40 Hz, tels que l'attention visuelle endogène (Hopfinger, Parsons, & Fröhlich, 2017) et le raisonnement visuospatial (Santarnecchi et al., 2016) pourraient avoir influencés les scores obtenus à la LuCiD scale différemment d'une étude à l'autre. Par conséquent, le traitement de la scène visuelle onirique pourrait avoir été influencé par l'application de la tACS à une

fréquence de 40 Hz en influençant l'attention visuelle endogène. Bien que le choix de la fréquence de stimulation demeure discutable et que celle-ci ait potentiellement eu un impact sur la prise de conscience en sommeil, les résultats, montrant un nombre comparable de rêves lucides survenus lors des siestes sans stimulation, suggèrent que d'autres facteurs ont probablement contribué à la production de rêves lucides. Ces facteurs, n'étant pas nécessairement en lien avec la fréquence de stimulation, ni la stimulation elle-même, seront discutés plus bas (voir 4.3 Comment expliquer l'occurrence de rêves lucides).

#### **4.2.5 Choix de la durée de stimulation**

Nous avons choisi d'allonger la durée de stimulation comparativement à l'étude de Voss et al. (2014), soit pour une durée totale de 2.5 minutes (ou 5 cycles de 30 secondes de stimulation/30 secondes de non-stimulation) plutôt que 30 secondes comme dans l'étude de Voss. Tel qu'indiqué dans l'introduction, nous avons choisi cette durée pour augmenter l'efficacité de la stimulation, bien que cette durée soit encore considérée de courte durée et associée à de faibles risques. Néanmoins, le fait d'avoir prolongé la durée de la stimulation pourrait avoir nuit à la persistance du SP pendant la stimulation, donnant l'occasion aux sujets de changer de stade de sommeil ou encore de les réveiller à chaque cycle de stimulation. En effet, plusieurs participants ne sont pas restés en SP continu pendant la durée de la stimulation : certains ont eu des épisodes de sommeil lent et/ou des périodes d'éveil. Nous avons tout de même pris certaines mesures afin de favoriser la persistance du SP pendant la durée totale de la stimulation. D'abord, la tACS devait être appliquée après 2 minutes de SP ininterrompu. De plus, chaque bouffée de stimulation de 30 secondes débutait avec une montée progressive de l'intensité pendant 1 seconde jusqu'à l'intensité maximale (250  $\mu$ A) et se terminait avec une intensité décroissante pendant 1 seconde jusqu'à 0  $\mu$ A. Malgré tout, il aurait sans doute été préférable de s'inspirer du protocole de Stumbrys (2013) : si, au cours de la stimulation, le participant se réveillait ou entrait en stade N2, la stimulation était interrompue et ne reprenait que si la même période SP se poursuivait, en utilisant un critère de 15 minutes pour définir les périodes de SP distinctes. Ainsi, nous nous serions assurés d'appliquer la stimulation qu'en SP continu, ce qui aurait permis d'évaluer l'effet de la tACS exclusivement en SP, tout en répliquant plus fidèlement les études de Voss et de Stumbrys.

La durée utilisée demeure inférieure à celle choisie par l'équipe de Stumbrys (2013) qui, bien qu'ils aient utilisé la tDCS et non la tACS, ont stimulé les participants à une intensité de 1 mA pendant 10 minutes. Néanmoins, une plus longue durée ne semble pas nécessairement être synonyme d'efficacité, car bien que nos sujets aient été stimulés moins longtemps que ceux de l'étude de Stumbrys, nous avons observé un plus grand nombre de signaux de lucidité (18%) que durant dans leur étude (5.3%). Il ne faut toutefois pas négliger le fait que nous n'avons pas utilisé la même méthode de stimulation que celle utilisée par Stumbrys. Pour ce qui est du nombre de rêves lucides déterminés en fonction de la LuCiD Scale, nous en avons observés beaucoup moins (48.2%) que dans l'étude de Voss (77.3%). Il faut cependant interpréter les résultats de Voss avec précaution, car ce nombre de rêves lucides provient de multiples rêves collectés par les mêmes participants, mais ont toutefois été traités comme des observations indépendantes. Somme toute, l'impact de la durée de la stimulation sur l'efficacité de la stimulation ainsi que sur la prise de conscience en sommeil demeure ambigu. Ces résultats sont d'autant plus influencés par une foule de facteurs additionnels, autres que la durée de la stimulation, à savoir la fréquence de la stimulation, la région stimulée, le moment du réveil et les facteurs environnementaux, tels que discutés dans ce mémoire.

#### **4.2.6 Moment du réveil en laboratoire : le bon moment**

Voss et al. (2014) ont choisi de réveiller les participants quelques secondes (5-10 secondes) après la fin de la stimulation, tandis que Stumbrys et al. (2013) réveillaient les participants une minute après la fin de la stimulation. Nous avons plutôt choisi de réveiller les participants 3 minutes après la fin de la stimulation ou du SHAM afin de favoriser leur rappel de rêve en prolongeant le temps passé en SP. Le fait de réveiller les participants après une longue période de SP était d'ailleurs une suggestion faite par le groupe de Stumbrys afin d'augmenter la fréquence de rêves lucides, notamment des rêves lucides signalés. Cette recommandation s'appuie probablement sur l'étude de Foulkes (1966) montrant que les rêves issus de longues périodes de SP étaient associés à une augmentation de divers items dont l'aspect vivide du rêve.

Il est difficile d'évaluer si le fait d'avoir accordé une plus longue période post-stimulation/SHAM a effectivement suscité un plus grand nombre de rêves et de rêves lucides rapportés au moment du réveil par participants. En effet, puisque les mêmes participants pouvaient fournir plus d'un rapport de rêves dans l'étude de Voss (2014) (N=27; SHAM : 0 rêve lucide, 30 rêves; 40 Hz : 34 rêves lucides, 44 rêves) ainsi que dans celle de Stumbrys (2013) (N=19; SHAM: 55 rêves, 3 rêves lucides ; tDCS : 40 rêves, 4 rêves lucides), il est difficile de comparer nos résultats avec les leurs, car dans notre étude, les participants ne pouvaient rapporter qu'un seul rêve par sieste. De plus, considérant que le rappel de rêve au réveil était un critère d'inclusion, il est difficile d'évaluer si le moment choisi pour réveiller les participants a favorisé le rappel de rêves. Nous pouvons tout de même considérer le nombre de sujets exclus en raison du non rappel de rêve à leur réveil, soit 2 siestes STIM (2 non-rappels/29 siestes ou 6.90%) et 6 siestes SHAM (6 non-rappels/29 siestes ou 20.69%). Ce faisant, 93.10% des participants auraient rapporté un rêve lors de la sieste STIM, tandis que 79.31% des participants auraient eu un rappel de rêve lors de la sieste SHAM, ce qui se rapproche des résultats obtenus par Stumbrys, surtout pour ce qui est de la sieste STIM (SHAM: 90.4%±15.7; STIM (tDCS) : 90.4%±15.9). Relativement au nombre de rêves lucides rapportés dans le cadre de notre étude, conformément à la LuCiD Scale, nous avons observé 13 rêves lucides lors de la condition STIM (13 rêves lucides/27 siestes ou 48.15%) et 9 lors de la condition SHAM (9 rêves lucides/23 siestes ou 39.13%). Ces résultats laissent croire que nous avons obtenu un nombre considérable de rêves lucides, bien que nous ne soyons pas en mesure de comparer ce nombre avec les études de Voss et de Stumbrys qui ont comptabilisé et analysé plus d'un rêve par participant. Il est donc difficile de juger si le moment du réveil a contribué favorablement au rappel de rêves et de rêves lucides.

Tel que discuté précédemment, il est plus probable que les participants ne demeurent pas en SP continu pendant les 3 minutes post-stimulation/SHAM que si le réveil avait été effectué quelques secondes (Voss et al., 2014) ou seulement une minute (Stumbrys et al., 2013) après la période de stimulation/SHAM. Par conséquent, bien que nous voulions favoriser le rappel de rêves en prolongeant la période de SP post-stimulation/SHAM, cet objectif serait difficilement atteint dans le cas où cette période serait plutôt composée, en partie ou en totalité, de stade lent ou encore d'éveil. Néanmoins, la plupart des siestes (37/50

ou 74%) étaient composées de SP ininterrompu entre la fin de la stimulation (20/27 ou 74.07%) ou la fin du SHAM (17/23 ou 73.91%) et le réveil des participants.

Par conséquent, il est difficile de savoir si le fait d'avoir réveillé les participants plus tardivement a contribué à un nombre significativement plus élevé de rêves et de rêves lucides rapportés au réveil des participants pour les raisons discutées ci-haut. Néanmoins, il a été suggéré que l'incorporation de certains stimuli dans le rêve (dont l'aspect vivide du rêve et l'activité corporelle (Koulack, 1969)) était plus probable suite à un réveil effectué après un délai de 3 minutes de SP comparativement à un délai de 30 secondes suite au stimuli. Ce faisant, il semble qu'un délai de 3 minutes avant de réveiller les sujets est approprié pour augmenter les chances que la stimulation ait un effet sur le contenu ou le rappel des rêves.

#### **4.2.7 Mesure de lucidité : subjective vs objective**

Comme dans l'étude de Voss et al. (2014) nous avons choisi d'utiliser la LuCiD Scale (développée par l'équipe de Voss et al. (2013)) pour évaluer la lucidité des rêves rapportés en laboratoire. Cette échelle inclue 8 facteurs évalués à l'aide de 28 items utilisant une échelle de réponses en 6 points (0 = *strongly disagree*, 5 = *strongly agree*). L'objectif de ce questionnaire étant de mesurer le niveau de conscience dans les rêves, nous avons jugé pertinent de l'utiliser pour évaluer la lucidité dans les rêves. L'utilisation de cette échelle nous permettait également de comparer nos résultats avec ceux de Voss et al. (2014). Pour développer ce questionnaire, Voss et al. ont comparé des rêves lucides avec des rêves dits « normaux », soit non-lucides, et survenant en SP. De plus, bien que celle-ci ait été construite à partir d'un premier questionnaire évalué par une analyse de facteurs exploratoires permettant d'identifier les 8 facteurs qui ont ensuite été validés par un deuxième questionnaire, évalué cette fois-ci par une analyse de facteurs confirmatoires, cette échelle demeure subjective. De plus, les auteurs ont invoqué que les facteurs *réalisme* et *émotion négative* étaient les seuls qui ne permettaient pas de différencier les rêves lucides des rêves non-lucides. Le facteur *réalisme* est pourtant le seul qui tendait à être plus élevé lors de la stimulation comparativement à la condition SHAM dans notre étude.

Dans le cadre de la présente étude, nous avons choisi d'utiliser la LuCiD Scale afin d'évaluer ces 8 facteurs mesurés par 28 items, mais en utilisant plutôt une échelle de réponses

en 5 points (1 = fortement en désaccord, 5 = fortement en accord) plutôt qu'en 6 points comme dans l'étude de Voss et al. (2014). Ce choix s'appuie sur la volonté d'offrir une réponse neutre, ce qui n'était pas possible avec l'échelle d'origine. Toutefois, ce choix est contestable puisque dès lors, il n'était plus possible de comparer directement nos résultats avec ceux de Voss. Toutefois, nous pouvons constater que les scores obtenus dans l'étude de Voss étaient très faibles, soit des scores approximatifs de  $0.625 \pm .75$  (e.s.) pour le facteur *insight* lors de la condition STIM à une fréquence de 40 Hz et des scores de  $0.05 \pm .05$  lors de la condition SHAM. Tel que souligné précédemment, ces résultats se situent donc entre  $0 = pas du tout$  et  $1 = quelque peu$ . De plus, la proportion de rêves considérés comme étant lucides dans leur étude (stimulation à 40 Hz : 34/44 ou 77.3%; SHAM 0/30 ou 0.0%) s'étant basée sur ces faibles scores, remettent en question la validité de leur catégorisation des rêves observés comme étant « lucides ». Sans nier le fait que les échelles utilisées étaient différentes entre l'étude actuelle et celle de Voss, les scores obtenus étaient beaucoup plus élevés dans la présente étude, soit de  $1.83 \pm .99$  (e.t.) pour le facteur *prise de conscience* pour la condition STIM et de  $2.08 \pm 1.00$  pour la condition SHAM. Ainsi, il est possible, sous toutes réserves, que nous ayons obtenu davantage de rêves lucides ou encore que le degré de lucidité ait été supérieur dans le cadre de notre étude comparativement à l'étude de Voss.

Plusieurs limites peuvent néanmoins être adressées à la LuCiD Scale. Il s'avère qu'un petit échantillon a été utilisé pour construire cette échelle, ce qui pourrait avoir enfreint la validité des analyses utilisées lors de son élaboration (Voss et al., 2013). De plus, la technique utilisée pour récolter les rêves dits « lucides » est d'une importance considérable. Les auteurs (Voss et al., 2013) ont choisi de recueillir des données à partir de rapports écrits, de rapports en ligne et de données collectées au réveil en laboratoire. Bien que les données de laboratoire constituent la source de données la plus valide –puisque les rapports de rêves ont bel et bien été recueillis suite à un réveil en SP, tel que confirmé par polysomnographie–, ces données étaient peu nombreuses dû à la difficulté de les récolter (Voss et al., 2009). Les rapports écrits et en ligne, étant beaucoup plus accessibles, ont donc constitué la majeure partie de l'échantillon pour le développement du LuCiD Scale. Toutefois, il n'est pas possible de s'assurer que les rêves auto-rapportés se soient produits en SP plutôt qu'en sommeil lent, ce qui pourrait avoir un impact sur la prise de conscience survenue dans les rêves (Voss et al.,

2013) puisque ces stades de sommeil représentent différents états de conscience ayant leurs particularités respectives (Hobson & Pace-Schott, 2002; Suzuki et al., 2004). En outre, aucune autre étude ne semble avoir utilisée la LuCiD Scale pour évaluer la survenue de rêves lucides en sommeil. Par conséquent, il n'est pas possible de comparer les résultats de différentes études avec les nôtres et ceux de Voss (Voss et al., 2014; Voss et al., 2013).

De plus, il aurait sans doute été pertinent d'utiliser le *Dream Lucidity Questionnaire* (Voss et al., en préparation)<sup>1</sup>, tel qu'utilisé dans l'étude de Stumbrys et al. (2013) afin de pouvoir comparer nos résultats avec les leurs. Il s'agit d'un questionnaire qui évalue différents aspects de la lucidité dans les rêves. Plus précisément, ce questionnaire mesure différents types de conscience (la conscience de rêves, de son corps endormi, du caractère irréel des personnages et des objets du rêve), de contrôle (choix délibéré d'une action, changer les personnages et les événements du rêve, briser les lois de la physique) et de souvenirs (de la vie éveillée et d'intentions). Ce questionnaire comprend 12 items, sur une échelle en 5 points (0 = *not at all*, 4 = *very much*). De plus, malgré le fait que ce questionnaire soit une mesure subjective de la prise de conscience en sommeil, celui-ci aurait permis de valider ou d'infirmer les résultats obtenus à partir de la LuCiD Scale (Voss et al., 2013). Enfin, ce questionnaire est potentiellement plus explicite à propos de la lucidité que la LuCiD Scale, en posant des questions plus directes au sujet de la prise de conscience en sommeil. Par exemple, la première question demande précisément si la personne était conscience qu'elle rêvait pendant son sommeil (Voss et al., en préparation)<sup>1</sup>.

Sans négliger la pertinence de ces mesures dites subjectives, un nombre considérable d'études ont plutôt choisi d'évaluer la survenue de rêves lucides à l'aide de mesures plus objectives, tel que nous l'avons vu précédemment. En effet, plusieurs études ont expérimenté différentes manières d'identifier les rêves lucides objectivement, que ce soit à l'aide de signaux intentionnels par mouvements des yeux (S. P. LaBerge et al., 1981) et ceux de différents membres (Fenwick et al., 1984), le rythme respiratoire (LaBerge & Dement, 1982b),

---

<sup>1</sup> Article en préparation non publié, donc référé tel que présenté dans l'article de Noreika et al. (2010).

ou par des comportements préétablis à l'éveil mais effectués en sommeil, comme l'activité sexuelle mesurée par un EMG vaginal et une mesure d'amplitude de l'impulsion vaginale (LaBerge et al., 1983; LaBerge, 1985), ou le discours dans le rêve en corrélation avec l'expiration (Fenwick et al., 1984). Toutefois, l'étude de Voss (2014) a choisi de ne pas utiliser ce type de mesure pour déterminer la présence de rêves lucides, en n'utilisant que la LuCiD Scale. Il est donc difficile de savoir si ce que le groupe de Voss a considéré comme une prise de conscience dans les rêves représente réellement des rêves lucides, car ils n'ont pas évalué les rêves lucides en tant que phénomène : ils ont seulement évalué les rêves lucides à partir d'attributs théoriques associés à ces derniers. Comme pour Stumbrys et al. (2013), nous avons choisi d'utiliser des signaux afin d'opérationnaliser les rêves lucides et de remédier aux limites adressées aux mesures subjectives. De cette façon, nous avons été en mesure de combiner les deux mesures –les rêves lucides définis par la LuCiD Scale et les signaux oculaires– et de réaliser que la plupart des rêves lucides signalés ont également été confirmés par la LuCiD Scale (6/9 ou 66.7%). Toutefois, lorsqu'on se réfère au contenu des rêves, moins du quart des derniers comprenaient des éléments associés à la prise de conscience, à la lucidité ou encore aux signaux (2/9 ou 22.2%).

C'est pourquoi nous avons jugé pertinent et justifié de demander aux participants qui avaient signalé un rêve lucide sans toutefois mentionner quoique ce soit au sujet de leur prise de conscience dans leur rapport de rêve, de nous fournir quelconques souvenirs à propos de leur prise de conscience survenue pendant leur rêve. Nous les avons donc contactés par courriel lors d'un suivi après la fin de leur participation. Cette démarche a permis de constater que plus de la moitié (5/9 ou 55.6%) des rapports de rêves accompagnés de signaux de lucidité comprenaient des éléments associés à la prise de conscience, à la lucidité ou encore aux signaux. Le choix d'un journal de rêve téléphonique automatisé reposait sur le fait de ne pas biaiser les participants lors de la collecte de rêves, en évitant les interactions entre eux et les expérimentateurs au moment de rapporter leur rêve à leur réveil. Cette vérification du contenu du rêve n'a toutefois pas été faite dans l'étude de Voss (2014), ce qui ajoute un doute sur la validité de leurs rêves dits « lucides ». En outre, nous pouvons constater que les deux types de mesures ne semblent pas corrélées parfaitement, car 3 rêves lucides signalés sur 9 (33.3%) n'ont pas été confirmés par la LuCiD Scale. Cependant, contrairement à Stumbrys (2013),

nous n'avons pas demandé aux participants de confirmer s'ils avaient réalisé des signaux de lucidité pendant leur sommeil, ce qui aurait été pertinent. Nous aurions ainsi pu confirmer la survenue de rêves lucides et de signaux de lucidité pendant le sommeil grâce à une donnée additionnelle, soit la confirmation, somme toute subjective, des participants quant à leur prise de conscience et leur production de tels signaux en sommeil. De plus, nous avons été étonnés de constater que certains sujets ont produit des mouvements des yeux de gauche à droite en SP, sans toutefois rapporter avoir été lucide. Par conséquent, il aurait été important de les questionner sur leurs signaux de lucidité en leur demandant s'ils ont rêvé au fait de faire de tels signaux, s'ils ont rêvé au fait de devenir conscient du fait qu'ils rêvaient, tout en leur demandant pourquoi ils n'auraient rien mentionné au sujet de cette prise de conscience et/ou de ces signaux dans leur rapport de rêve original.

Aux 3 signaux de lucidité non accompagnés par un rappel de rêve lucide, s'ajoute 1 participant, qui a lui aussi produit un signal de lucidité pendant sa sieste et qui a également rapporté avoir fait un rêve lucide, tel que défini par la LuCiD Scale, au cours de cette même sieste, sans toutefois mentionner quelconques éléments au sujet de la prise de conscience, de la lucidité, ou encore du signal de lucidité dans son rapport de rêve téléphonique. Ce faisant, nous pouvons nous questionner sur la validité de ces signaux, à savoir s'ils ont véritablement été produits par les participants dans le but de signaler leur lucidité ou s'il s'agit plutôt de mouvements oculaires aléatoires mais comparables à la séquence de mouvements demandée.

En outre, bien que les mesures objectives aient des avantages considérables, elles ne permettent toutefois pas de prouver hors de tout doute que la personne est réellement lucide pendant son rêve. C'est pourquoi les échelles subjectives demeurent des outils adaptés pour mesurer la lucidité, considérant que celle-ci est un phénomène intrinsèquement subjectif. C'est pourquoi l'utilisation d'une échelle comme la LuCiD Scale combinée à une mesure objective comme les signaux oculaires demeure un choix judicieux qui permet de supporter ou encore de questionner l'occurrence de rêves lucides en sommeil, comme l'a fait le groupe de LaBerge (1981), montrant une correspondance entre des rapports subjectifs et des mesures physiologiques.

Plusieurs raisons pourraient expliquer pourquoi les participants ayant produits des signaux de lucidité n'aient pas fait mention d'une telle lucidité au sein de leurs rapports de

rêves ou encore n'aient pas obtenu des scores suffisamment élevés à la LuCiD Scale pour que leurs rêves soient considérés comme étant « lucides ». D'abord, les limites rattachées à la LuCiD Scale demeurent vraies, faisant en sorte que cette échelle ne soit pas nécessairement une mesure valide ou encore totalement fiable de la prise de conscience associée aux rêves. De plus, les participants pourraient ne pas avoir eu un rappel clair des signaux qu'ils auraient effectués ou encore du rêve qu'ils ont fait, malgré le fait que celui-ci ait été lucide. L'intensité de la lucidité pourrait d'ailleurs être mise en cause. Premièrement, il est possible qu'au moment même où les participants ont signalé, le degré de lucidité était élevé, mais pas suffisamment pour marquer l'esprit des participants de façon à ce qu'ils se souviennent de cette prise de conscience une fois éveillés, pour ensuite être en mesure de la décrire au sein de leur rapport de rêve et à travers les différents items de la LuCiD Scale. Deuxièmement, les participants pourraient avoir pris pour acquis que leur rêve était lucide, dû à leur fréquence rétrospective élevée de rêves lucides, considérant que 5 rêves signalés sur 7 sans mention de lucidité ont été produits par des rêveurs lucides expérimentés. Ainsi, certains participants pourraient ne pas avoir considéré l'importance de décrire leur prise de conscience ou tous les éléments associés à la lucidité au sein de leur rêve. Enfin, il est possible que le rapport de rêve utilisé dans le cadre de notre étude n'ait pas été suffisamment explicite quant à l'importance de rapporter toute prise de conscience pendant le rêve. Les participants ont simplement reçu l'instruction de compléter un rapport de rêve, dès leur réveil via un système téléphonique, en répondant à la question suivante : « SVP décrivez la dernière chose que vous aviez en tête avant de vous réveiller en incluant des détails sur les personnages, les lieux, les objets, les actions et les émotions ». Ce rapport de rêve était ensuite suivi de la LuCiD Scale remplie par les participants. Par conséquent, il aurait probablement été pertinent de préciser aux participants, au sein même du journal, de rapporter tous les détails relatifs à une prise de conscience pendant leur sommeil, tout en leur demandant de préciser s'ils croient avoir effectué un signal de lucidité pendant leur sommeil. Enfin, il ne faut pas négliger la possibilité que les mouvements observés et définis comme des signaux de lucidité soient plutôt des mouvements oculaires aléatoires, en raison d'une mauvaise cotation de la part des juges.

### **4.3 Comment expliquer l'occurrence de rêves lucides**

Malgré le fait que la méthode employée, soit le recrutement des participants, l'influence des expérimentateurs, la pratique des signaux de lucidité et tous les biais associés à la TACS, ait pu influencer les résultats obtenus, il demeure que celle-ci a manifestement permis de susciter des rêves lucides en SP en laboratoire. Toutefois, nous ne sommes pas convaincus que la tACS soit l'unique responsable de l'occurrence de ces rêves lucides, puisque ces derniers ont été observés autant lors de l'application de la tACS que lors des siestes exemptes d'une telle stimulation. De ce fait, nous tenterons, au cours de la prochaine section, d'élucider les facteurs ayant pu contribuer à l'apparition de tels signaux, tout en mesurant l'impact différentiel de chacun d'eux afin de mesurer la contribution réelle de la tACS dans l'induction de rêves lucides en SP.

#### **4.3.1 Recrutement des participants : prophétie qui s'auto-réalise**

Nous avons choisi de recruter des participants de différentes façons, soit par l'utilisation d'annonces (annexe 4, p. xiii) placées sur les babillards universitaires et sur les sites web du Centre d'études avancées en médecine du sommeil et du Laboratoire des rêves et cauchemars, ainsi que par bouche-à-oreille. Certains participants ont également été recrutés à partir d'une liste confidentielle de participants ayant déjà participé à l'une ou plusieurs des études menées au Laboratoire des rêves et cauchemars de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal. Bien que ces différentes méthodes se soient avérées efficaces, elles ont pu générer certains biais. D'abord, le fait d'avoir mentionné qu'il s'agissait d'« une étude sur la stimulation transcrânienne par courant alternatif et les rêves lucides au Laboratoire des rêves et cauchemars » et que nous recherchions des « hommes et femmes en bonne santé physique et psychologique âgés de 18 à 35 ans qui ont fait au moins 1 rêve lucide au cours de leur vie » a possiblement joué un rôle dans la construction d'attentes. Le fait même de savoir que l'étude portait sur les rêves lucides et que nous recherchions des gens faisant de tels rêves, pourrait avoir exercé une certaine pression sur les participants vis-à-vis la production de rêves lucides au cours de l'étude. À cet effet, des études ont montré que la fréquence rétrospective de rêves lucides, évaluée à l'aide d'un questionnaire par exemple, corrélait fortement avec une mesure quotidienne de rêves lucides (Gackenbach, Walling, & LaBerge, 1984), telle qu'un journal de

rêves quotidien, ou des signaux de lucidité produits en laboratoire (Kueny, 1985). Ainsi, le fait d'avoir recruté des individus ayant un rappel de rêves lucides élevé pourrait avoir contribué à l'occurrence élevée de signaux de lucidité, d'autant plus que la majorité de ces signaux ont été produits par le groupe de rêveurs lucides expérimentés (7/9 ou 77.78%). Toutefois, les individus n'ayant jamais rapporté de rêves lucides (10/22 ou 45.45%) et les rêveurs lucides expérimentés (12/22 ou 54.55%) ont rapporté un nombre comparable de rêves lucides tels qu'évalués par la LuCiD Scale. Ces résultats soulèvent le fait que la lucidité en sommeil ne devrait pas être considérée de façon dichotomique : elle devrait plutôt se retrouver sur un continuum, où l'un des pôles représenterait l'absence de lucidité complète (ce que l'on pourrait nommer un rêve « normal ») tandis que l'autre extrémité évoquerait un rêve lucide, où le participant serait non seulement conscient du fait de rêver, mais serait également en mesure de contrôler son rêve, d'effectuer des tâches préétablies à l'éveil, etc. Les différents facteurs qui peuvent avoir contribué à la production de rêves lucides en sommeil, tels que discutés dans cette section, semblent avoir eu un impact différentiel sur le degré de lucidité selon l'expérience de chaque participant par rapport aux rêves lucides. Par exemple, les rêveurs lucides expérimentés semblent avoir été davantage influencés par ces différents facteurs – formulaire d'information et de consentement (annexe 5, p. xv), pratique de signaux à l'éveil, tests de phosphènes et de sensation, etc. – ce qui leur aurait permis de se rapprocher de l'extrémité du continuum en effectuant des signaux de lucidité et en étant parfois en mesure de contrôler le contenu de leur rêve. Les individus n'ayant jamais expérimenté de rêves lucides ont assurément été influencés par ces mêmes facteurs, puisqu'ils ont rapportés des rêves lucides « subjectivement » à l'aide de la LuCiD Scale, sans toutefois l'être autant que les rêveurs lucides expérimentés puisque seulement quelques-uns d'entre eux ont réussi à signaler leurs rêves. Somme toute, il est à noter que nous avons tout de même réussi à convertir des individus n'ayant jamais fait de rêves lucides en rêveurs lucides, passant d'aucun rêve lucide rapporté dans leur vie à au moins un rapporté en laboratoire. Nous pourrions parler de « prédisposition » aux rêves lucides chez les rêveurs lucides expérimentés, leur permettant d'accéder à un degré de lucidité supérieur que les individus ne possédant pas cette « prédisposition ». Il pourrait aussi s'agir d'un simple effet de pratique : les individus ayant expérimenté plusieurs rêves lucides au cours de leur vie seraient simplement plus enclins à accéder à une prise de conscience et à un certain degré de contrôle dans leurs rêves plus

rapidement que ceux qui n'ont jamais vécus de tels rêves. Les rêveurs lucides expérimentés seraient, entre autre, plus propices à maintenir leur état de lucidité, en évitant de se réveiller, ce que les participants non expérimentés ne seraient pas nécessairement en mesure de faire, en s'excitant plutôt dès la survenue de la lucidité au cours de leur rêve, provoquant ainsi leur réveil.

Parallèlement, toutes les informations comprises dans le formulaire d'information et de consentement ont pu créer des attentes face à la survenue de rêves lucides auprès des participants, tout en les conditionnant d'une certaine façon à en faire, notamment suite à la lecture de l'objectif du projet de recherche étant de : « [...] valider un protocole de stimulation transcrânienne par courant alternatif pendant le sommeil pour favoriser la production de rêves lucides [...] ». De plus, les anticipations des participants face à leur participation à une étude menée dans un « laboratoire des rêves » pourraient avoir surpassé ou encore masqué les effets de la tACS. Comme dans l'étude de Zadra, Donderi et Pihl (1992), les participants ont également pu faire de l'autosuggestion, ce qui aurait pu aussi contribué à la survenue de rêves lucides.

#### **4.3.2 Étude à simple aveugle**

D'abord, puisque notre étude a été réalisée en simple aveugle, comme celle de Stumbrys (2013), nous ne pouvons exclure la possibilité que les expérimentateurs ont pu influencer la production de rêves lucides. En effet, il est possible que les expérimentateurs aient influencé les rapports de rêves des participants, bien que nous ayons pris les précautions nécessaires pour éviter de tels biais. Par exemple, nous avons tenté de standardiser la procédure de collecte de rêves en demandant aux participants de répondre au journal de rêves téléphonique à leur réveil, ce qui s'apparente à une mesure à double aveugle puisque les expérimentateurs n'avaient pas l'occasion de parler aux participants. Pour ce qui est de la LuCiD Scale, nous avons remis un questionnaire papier aux participants, plutôt que de leur lire les différentes questions comme dans l'étude de Voss et al. (2014).

L'étude de Voss (2014) a plutôt été menée en double aveugle, ce qui tend à diminuer l'influence que pourrait avoir la connaissance de la condition expérimentale sur les variables mesurées par les participants de même que par les expérimentateurs. Dans ce cas, ni les

expérimentateurs, ni les participants étaient conscients de la condition en place, à savoir la fréquence de stimulation appliquée ou l'absence de stimulation. Dans le cas de la présente étude, les participants étaient aveugles vis-à-vis la condition expérimentale, sans que le soient les expérimentateurs. Par conséquent, ces derniers ont pu teinter leurs interventions en faveur de leurs hypothèses, en questionnant davantage les participants sur leur expérience onirique, en étant plus attentionnés ou encore en changeant leur ton de voix lors de la condition STIM comparativement à la condition SHAM. Il est également possible que les expérimentateurs aient donné involontairement des indices sur la condition de la sieste (Stumbrys et al., 2013).

Néanmoins, s'il y avait un réel biais des expérimentateurs, connaissant les conditions expérimentales, ce serait à l'encontre d'un possible biais de confirmation, c'est-à-dire un biais où l'expérimentateur agirait de façon à appuyer les hypothèses de recherche. En effet, cette option demeure contre-intuitive car les résultats vont à l'encontre de nos hypothèses. Nous pouvons également souligner les biais en faveur d'une réplique de l'étude de Voss et al. (2014), puisque nous avons tenté de maximiser la probabilité de produire des rêves lucides en sommeil, tel que discuté dans cette section (voir 4.3 Comment expliquer l'occurrence de rêves lucides). D'autre part, certains pourraient néanmoins soulever la possibilité que nous avons tenté d'infirmer nos hypothèses afin de ne pas répliquer les résultats de l'étude de Voss car nous avons critiqué leurs statistiques trop libérales, utilisé des tests statistiques conservateurs, en plus que de nous limiter qu'à un seul rapport de rêve par sieste. Toutefois, ces mesures ont été prises dans le but d'être plus juste, et non pour nuire à la réplique, car avant tout, nous nous attendions à répliquer l'étude de Voss.

Dans le cadre d'une prochaine étude, il serait important que les expérimentateurs, comme les participants, soient aveugles vis-à-vis la condition expérimentale en cours pour s'assurer que la survenue de rêves lucides en laboratoire n'ait pas été provoquée ou encore influencée par les biais des expérimentateurs. Somme toute, mis à part le biais contre-intuitif par rapport aux hypothèses rattaché à la condition SHAM, nous ne pouvons tout simplement pas savoir s'il y a eu ou non un biais associé au fait que nous avons mené une étude à simple aveugle.

### 4.3.3 Tests de phosphène et de sensation : impact sur la lucidité

Tel que décrit précédemment, le protocole de recherche adopté dans la présente étude comprenait des tests de phosphènes et de sensation effectués avant chaque sieste. Ceux-ci étaient appliqués avant chacune des siestes (STIM et SHAM) afin de déterminer l'intensité de la tACS, de manière à ce qu'elle soit adaptée selon un seuil individuel afin que les sujets ne ressentent pas la stimulation lors de la sieste avec stimulation. Ces tests étaient effectués avant chacune des conditions expérimentales afin d'éviter que les sujets se doutent de la condition expérimentale en cours et par soucis de constance entre les conditions. Toutefois, les tests pré-sommeil étant présents tant dans la condition STIM que la condition SHAM peuvent avoir influencés les résultats de l'étude et avoir ajoutés un facteur confondant de l'effet étudié, considérant que nous avons observé un nombre comparable de rêves lucides dans les deux conditions, tels que mesurés par les signaux oculaires (STIM: 5/27 siestes ou 18.5%; SHAM: 4/23 siestes ou 17.4%;  $\chi^2=0.011$ ,  $p=0.918$ ) et par la LuCiD Scale (STIM: 13/27 siestes ou 48.2%; SHAM : 9/23 siestes ou 39.1%;  $\chi^2=0.410$ ,  $p=0.522$ ).

Plus spécifiquement, il est possible que les tests de phosphène menés avant chaque sieste aient conduits à l'activation prolongée des voies neuronales impliquées dans la conscience de soi, qui a ensuite influencée le rêve pendant le sommeil. Une telle possibilité s'appuie sur des preuves voulant que les effets de la tACS peuvent se prolonger au delà de la fin de la stimulation. Ces effet sont probablement dus à des mécanismes de plasticité neuronale (Vossen, Gross, & Thut, 2015). Par exemple, l'application de la tACS à une fréquence de 40 Hz produit des changements dans la cohérence interhémisphérique et en ce qui a trait aux performances ultérieures sur une tâche de mouvement ambiguë (Helfrich et al., 2014). Ainsi, dans notre étude, il est possible que la très faible stimulation électrique appliquée lors des conditions STIM et SHAM au cours des tests de phosphènes et de sensation avant le sommeil soit néanmoins suffisante pour induire un certain degré de rêve lucide pendant la sieste subséquente. Pour tester cette possibilité, nous avons comparé les siestes précédées par les tests de phosphène et de sensation (N=50) à celles exemptes de ces tests (N=10), toutes conditions (STIM et SHAM) confondues considérant que nous n'avons pas observé de différences significatives entre ces conditions dans l'échantillon initial (avec tests de phosphène et de sensation). Nous n'avons pas observé de différences significatives en ce qui

concerne le nombre de signaux de lucidité ( $\chi^2=0.022$ ,  $p=0.881$ ), ni par rapport au nombre de rêves lucides ( $\chi^2=1.335$ ,  $p=0.248$ ), tels que définis par la LuCiD Scale. Néanmoins, ces analyses supplémentaires nous ont permis de constater que 2 rêves lucides ont été signalés (2 signaux/10 siestes ou 20%) lors des siestes sans tests de phosphène et de sensation, et non pas seulement lors des siestes précédées de ces tests (9 signaux/50 siestes ou 18%). Sept rêves lucides (7 rêves lucides/10 siestes ou 70%), tels que définis par la LuCiD Scale, ont également été rapportés lors des siestes sans tests préalables, et ce, en plus grande proportion que lors des siestes avec tests (22 rêves lucides/50 siestes ou 44%). En ce qui a trait aux facteurs de la LuCiD Scale, en comparant encore une fois les siestes précédées des tests de phosphène et de sensation avec celles sans tests, toutes conditions confondues, nous constatons que toutes les moyennes sont supérieures pour les siestes exemptes de tests, tout particulièrement pour le facteur *contrôle* ( $Z=2.272$ ,  $p=0.023$ ).

Ces résultats suggèrent fortement que les tests de phosphènes et de sensation n'ont pas contribué à induire les niveaux relativement élevés de lucidité dans notre étude principale.

#### **4.3.4 Pratique des signaux de lucidité : impact sur leur occurrence**

Afin d'opérationnaliser les rêves lucides, le fait de demander aux participants de signaler leurs rêves lucides pendant leur sommeil s'est avéré un choix judicieux, puisqu'il s'agirait du « *gold-standard* » pour identifier les rêves lucides en SP (S. P. LaBerge et al., 1981), tel qu'expliqué dans l'introduction. Pour s'y faire, quelques minutes avant la sieste, nous avons d'abord défini un rêve lucide –un rêve pendant lequel vous êtes conscient que vous rêvez– pour s'assurer que les participants saisissent bien en quoi cela consiste, pour ensuite leur donner des instructions quant à la façon de signaler leurs rêves lucides (annexe 6, p. xxvii). Les instructions étaient les suivantes : « Vous devrez bouger vos yeux vers la gauche, puis vers la droite à cinq reprises. Donc, vous devrez bouger vos yeux de la façon suivante : gauche-droite- gauche-droite- gauche-droite- gauche-droite- gauche-droite ». Les participants devaient par la suite pratiquer cette tâche à l'éveil, les yeux fermés et les lumières éteintes. Ils étaient ensuite invités à dormir pour la sieste. Nous avons décidé de fournir ces instructions non seulement afin d'opérationnaliser les rêves lucides mais également pour s'assurer des mouvements effectués par les participants, de façon à les identifier clairement sur l'EOG une

fois que les participants étaient en SP. De plus, la pratique produisait un tracé clair de cette série de mouvements oculaires, permettant de la comparer par la suite avec les signaux effectués en SP, le cas échéant. Toutefois, ce choix méthodologique n'est pas sans lacunes. Effectivement, il est possible que le fait d'avoir été mis au courant de ce qu'est un rêve lucide, de comment le signaler, en plus de pratiquer la séquence de signaux, puisse avoir contribué à la survenue de rêves lucides pendant le sommeil. LaBerge (1981) a d'ailleurs précisé que les sujets pouvaient effectuer des signaux lors de la calibration, mais qu'ils devaient éviter de pratiquer ces signaux lorsqu'ils étaient éveillés. Ainsi, il semble que la pratique de signaux à l'éveil puisse biaiser ou influencer d'une quelconque façon leur occurrence en sommeil.

Pourtant, certains sont plutôt d'avis qu'une préparation rigoureuse face à la production de rêves lucides est souhaitable, en vue d'augmenter leur survenue en sommeil (Stumbrys et al., 2013). Il est vrai qu'une pratique des signaux de lucidité à l'éveil, une préparation mentale ou même la mise en œuvre d'une technique d'induction de rêves lucides comportementales telles que discutées précédemment, puissent favoriser la production de rêves lucides en sommeil. Toutefois, l'usage de ces techniques devrait être restreint ou très bien contrôlé, l'objectif n'étant pas d'évaluer l'effet de ces différentes techniques sur la production de rêves lucides mais bien celui de la stimulation transcrânienne sur leur survenue. De ce fait, afin de contrôler l'impact des explications données avant chaque sieste et celui de la pratique des signaux de lucidité, nous avons jugé pertinent d'évaluer la production de rêves lucides par la tACS en évitant de définir le rêve lucide et en ne fournissant que les instructions sur la façon de les signaler, sans toutefois demander aux sujets de pratiquer cette séquence de mouvements oculaires à l'éveil. Les tests de phosphène et de sensation n'ont pas non plus été faits lors de ces siestes (N=4). Bien que l'échantillon soit petit, nous avons tout de même observé un rêve lucide signalé (1 rêve lucide signalé/4 siestes ou 25%) et 3 rêves lucides rapportés au réveil (3 rêves lucides rapportés/4 siestes ou 75%), tels que définis par la LuCiD Scale, toutes conditions (STIM et SHAM) confondues. Malgré le fait que le nombre de rêves lucides signalés et rapportés ne différerait pas significativement entre les siestes avec tests, définition et pratique et les siestes exemptes de ces différentes procédures (tous les facteurs  $p < 0.499$ ), nous constatons que la pratique des signaux de lucidité n'est pas le seul facteur pouvant avoir influencé leur production. Il est d'autant plus intéressant de constater que le signal a été

observé lors d'une sieste privée de toute stimulation puisqu'il s'agissait d'une sieste SHAM, en plus de l'absence de tests de phosphène et de sensation, sans définition complète d'un rêve lucide et sans pratique des signaux.

Pour ce qui est des facteurs de la LuCiD Scale, aucune différence significative n'a été décelée entre les deux types de siestes (tous les facteurs  $p < 0.078$ ), toutes conditions confondues (STIM et SHAM). Ces résultats soutiennent l'idée que la tACS n'est pas la seule variable ayant contribué à la production de rêves lucides en sommeil. Toutefois, considérant qu'un signal ainsi que 3 rêves lucides ont été rapportés lors des siestes exemptes de la définition d'un rêve lucide et de la pratique de signaux de lucidité, il y a forcément d'autres facteurs qui ont contribué à leur production, tels que le processus de recrutement, l'influence des expérimentateurs exercée sur les participants et les effets indirects de la tACS, tels que discutés dans la prochaine section.

#### **4.3.5 Effets indirects de la tACS**

Tel que soulevé dans l'étude de Stumbrys (2013), il est possible que la lucidité observée dans le cadre de notre étude soit survenue suite à des effets indirects de l'application de la tACS. L'équipe de Stumbrys a d'ailleurs discutée de l'état d'éveil augmenté par l'application de la tACS, qui à son tour augmenterait la lucidité, sachant que les rêves lucides sont associés à des niveaux élevés d'activation physiologiques en SP (LaBerge et al., 1986). Bien que nous n'ayons pas analysé les micro-éveils comme dans le cas de Stumbrys (2013) pour vérifier leur impact potentiel sur la prise de conscience en sommeil, nous avons tout de même considéré le nombre d'éveils, le nombre total de minutes d'éveil et le pourcentage d'éveil. Ces données étaient équivalentes entre les deux conditions expérimentales (STIM et SHAM). Le pourcentage moyen d'éveil était de  $12.31 \pm 9.86$  (e.t) pour la condition STIM et de  $12.11 \pm 8.61$  pour la condition SHAM, tandis que le pourcentage de SP était de  $16.79 \pm 3.73$  pour la condition STIM et de  $16.74 \pm 4.72$  pour la condition SHAM. Néanmoins, la période de sommeil ciblée pour induire des rêves lucides, soit de 2 minutes avant la stimulation/SHAM jusqu'au moment du réveil, était majoritairement composée de SP (% moyen ; STIM: 92.05% ; SHAM: 88.48%) comparativement à l'état d'éveil (% moyen ; STIM: 2.58% ; SHAM: 5.43%). Bien que ces résultats suggèrent une prédominance du SP pendant cette période de

sommeil, étant propice au rappel de rêves dont les rêves lucides, il serait pertinent de mener des analyses additionnelles évaluant les micro-éveils pendant cette période de sommeil lors de laquelle les rêves lucides ont été rapportés et/ou observés. Nous devrions également évaluer s'il existe une corrélation entre le nombre de micro-éveils, la fréquence et le contenu des rêves lucides.

Stumbrys et al. (2013) ont également soulevé la possibilité que la stimulation électro-tactile de la tACS ait suscité des rêves lucides (Hearne, 1983). Toutefois, il est moins probable que cette hypothèse soit valide dans notre cas, considérant que nous nous sommes assurés que les participants ne ressentent pas la stimulation grâce des tests de phosphènes et de sensation effectués avant chacune des siestes.

Dans un autre ordre d'idée, il est fort probable que tous les « éléments » associés à la tACS, mais non pas le courant en lui-même, aient contribué à la survenue de rêves lucides en sommeil, et ce, autant lors de la condition STIM que la condition SHAM puisque ces éléments étaient présents lors des deux conditions. En effet, les annonces et le formulaire d'information et de consentement évoquant la tACS, les électrodes de stimulation –ayant un diamètre particulièrement gros comparativement aux autres électrodes permettant d'enregistrer le sommeil–, la tACS elle-même se trouvant en laboratoire à la vue des participants, les tests de phosphènes et de sensation et toute l'intrigue entourant la tACS, telle que manifestée par plusieurs participants qui questionnaient les expérimentateurs à son sujet, quant à son mode de fonctionnement, ses risques, son effet en sommeil et la condition durant laquelle elle allait être appliquée, sont tous des facteurs qui ont pu influencer la production de rêves lucides dans notre étude. À présent, nous concluons la discussion avec les différentes applications des rêves lucides, en portant une attention particulière aux implications cliniques, considérant que nous connaissons mieux les facteurs susceptibles de provoquer des rêves lucides en sommeil.

#### **4.4 Applications de l'induction de rêves lucides en sommeil**

Bien que la présente étude n'ait pas prouvé l'efficacité de la tACS à induire des rêves lucides, nous avons tout de même montré que les rêves lucides peuvent être induits par des biais associés au laboratoire (soit par effet placebo ou d'autres facteurs). Dès lors, nous pouvons réfléchir aux différentes applications des rêves lucides, bien que cela aille au-delà de

l'objectif visé par la présente étude. D'abord, les rêves lucides peuvent enrichir l'expérience onirique, en explorant les possibilités et les limites oniriques lorsque le rêveur est en mesure d'exercer un certain contrôle sur le contenu du rêve. Les rêves lucides peuvent aussi exposer le substrat physiologique du rêve (Holzinger et al., 2006). Mota-Rolim et Araujo (2013) ont proposé que les rêves lucides avaient trois implications cliniques principales. Premièrement, tel que mentionné précédemment, la comparaison entre les rêves lucides et les rêves non lucides offrirait une condition unique pour étudier les théories de la conscience, en fournissant des informations clés sur la structure de l'expérience consciente, de ses corrélats neuronaux pendant le sommeil (Voss et al., 2013) et les pathologies associées (Mota-Rolim & Araujo, 2013). À cet effet, Mota-Rolim et Araujo (2013) ont également suggéré que les rêves lucides et la psychose soient des phénomènes opposés : le rêve lucide représentant un éveil physiologique du à l'activation des régions frontales, et en contre partie, la psychose où des intrusions pathologiques d'éléments oniriques durant l'éveil seraient dues à l'hypofrontalité. Deuxièmement, le rêve lucide offrirait la possibilité de faire des mouvements imaginaires durant le rêve, pouvant par la suite influencer les capacités motrices du rêveur à l'éveil. Ainsi, les patients ayant des problèmes physiques pourraient potentiellement pratiquer des tâches pendant leurs rêves lucides et évaluer, une fois éveillés, si l'expérience a eu un quelconque effet sur leurs symptômes moteurs (Mota-Rolim & Araujo, 2013). L'entraînement moteur pendant les rêves lucides pourrait aussi être utilisé par les sujets sains pour améliorer leurs capacités physiques : en effet, il a été proposé que de réaliser une tâche motrice prédéfinie, pendant un rêve lucide, engendrerait l'activité neuronale dans le cortex sensorimoteur (Dresler et al., 2011).

Enfin, le rêve lucide peut être utilisé en tant que thérapie pour les cauchemars récurrents (Germain et al., 2004; Halliday, 1987; LaBerge & Rheingold, 1990; Spoormaker & van den Bout, 2006; Spoormaker, van den Bout, & Meijer, 2003; Zadra et al., 1992; Zadra & Pihl, 1997), étant un symptôme commun de la dépression et de l'ESPT (Mota-Rolim & Araujo, 2013). En effet, les cauchemars dits « post-traumatiques » sont rapportés par 75% des patients souffrant de l'ESPT (Kilpatrick et al., 1998). Le contenu des cauchemars post-traumatiques évoque l'évènement traumatique subi ou vécu par l'individu et ils constituent la manifestation symptomatique la plus fréquente de l'ESPT (Eiser, 2007).

Bien qu'il existe un nombre important d'applications associées aux rêves lucides, nous traiterons ici seulement des applications cliniques. En effet, considérant que nous avons réussi à induire un grand nombre de rêves lucides, et que nous avons tenté de démystifier comment nous l'avons fait, nous pouvons soulever la possibilité de les exploiter en tant que traitement des cauchemars fréquents, que ce soit via l'utilisation ou non de la tACS.

#### **4.4.1 Le traitement des cauchemars par le rêve lucide**

Tel que décrit précédemment, le rêve lucide est un rêve lors duquel l'individu est conscient de rêver (Green, 1968). Il est également possible pour le rêveur de diriger son attention et ses actions de façon volontaire dans le rêve. Ce fait, lorsqu'un rêveur est lucide et qu'il est en mesure d'exercer un certain contrôle sur le contenu du rêve, plusieurs alternatives s'offrent à lui quant au déroulement du rêve, ce qui peut être particulièrement utile lors d'un cauchemar pour diminuer le caractère traumatisant ou effrayant de celui-ci. D'abord, le rêveur peut se réveiller délibérément pour mettre fin au cauchemar (Mota-Rolim & Araujo, 2013). De plus, lorsque le rêveur prend conscience qu'il rêve et qu'il constate le caractère irréel de l'expérience perceptive, il peut tenter de diminuer son sentiment de peur en observant l'expérience onirique passivement et en réalisant l'absence de menace réelle. Enfin, lors d'un rêve lucide, le rêveur peut modifier le contenu terrifiant du cauchemar pour un contenu neutre ou encore positif, ce qui requiert un certain sentiment de contrôle sur le rêve. C'est ainsi que les individus peuvent progressivement être en mesure de poser des actions volontaires dans leurs rêves, leur permettant de modifier le contenu de ceux-ci de façon à ce qu'ils soient moins ou plus du tout terrifiants.

Ce n'est donc pas étonnant que le rêve lucide constitue une forme de traitement des cauchemars, soit le Traitement par rêve lucide (*Lucid Dreaming Treatment*) (Spoormaker & van den Bout, 2006), qui a pour objectif de favoriser la production de rêves lucides grâce à la pratique de différents exercices au cours de la journée. Le traitement par le rêve lucide se base en partie sur le sentiment de contrôle exercé sur le contenu du rêve, qui peut émerger dans le rêve lucide et qui semble être une variable à considérer pour traiter les cauchemars efficacement (Spoormaker & van den Bout, 2006; Spoormaker et al., 2003; Zadra & Pihl, 1997). À ce sujet, une revue systématique a permis d'identifier et de catégoriser différents

mécanismes d'action pouvant expliquer l'efficacité des traitements psychologiques adressés aux cauchemars, soit le sentiment de maîtrise (*increased sense of mastery*), le traitement émotionnel (*emotional processing*), la modification des croyances (*modification of beliefs*), la restauration des fonctions du sommeil (*restoration of sleep functions*), la diminution de l'éveil (*decreased arousal*) et la prévention de l'évitement (*prevention of avoidance*) (Rousseau & Belleville, 2017). Cette étude a conclu que l'augmentation du sentiment de maîtrise, évoquant la croyance du rêveur en sa capacité de contrôler son rêve, était la variable la plus répertoriée pour expliquer l'efficacité des psychothérapies adressées aux cauchemars. En effet, le sentiment de maîtrise sur le contenu du rêve semble être le mécanisme ayant été le plus supporté dans la littérature. À titre d'exemple, une étude utilisant la Thérapie par imagerie mentale (*Imagery Rehearsal Therapy*) a montré que les rapports de rêve produits lors de la thérapie comprenaient moins d'éléments négatifs, plus d'éléments positifs et davantage d'éléments faisant référence à la maîtrise du contenu du rêve (Germain et al., 2004). L'auteure de l'article a d'ailleurs conclu qu'une augmentation de la maîtrise dans le rêve face aux éléments négatifs d'un rêve serait un processus important à considérer pour réduire les cauchemars. Le groupe de Harb et al. (2016), étudiant également la Thérapie par imagerie mentale, a montré que celle-ci permettait aux participants d'augmenter leur perception de contrôle sur le contenu du rêve, qui était d'autant plus associée à une diminution de la détresse causée par les cauchemars. Par ailleurs, il semblerait que l'absence de contrôle sur le rêve serait associée à une fréquence élevée de cauchemars (Rousseau & Belleville, 2017).

L'étude de Dresler et al. (2012) fait notamment un parallèle avec le traitement des cauchemars par le rêve lucide, qui sera expliqué ici-bas. Le modèle neurocognitif des cauchemars de Nielsen et Levin (2007) suggère que les rêves perturbés, dont les cauchemars, sont provoqués par une hypersensibilité de l'amygdale et une défaillance des régions médianes préfrontales à inhiber cette hypersensibilité (Levin & Nielsen, 2007). Sachant que les régions préfrontales latérales peuvent influencer l'amygdale par des connections via le cortex préfrontal médian (Delgado, Nearing, LeDoux, & Phelps, 2008), l'augmentation de l'activité dans les régions préfrontales latérales lors des rêves lucides (Dresler, Wehrle, et al., 2012) pourrait être bénéfique pour contrer la production de cauchemars fréquents.

C'est ainsi que les rêves lucides semblent constituer un traitement approprié face aux cauchemars. Une étude a d'ailleurs montré que le traitement par le rêve lucide diminuait la fréquence des cauchemars par des thérapies individuelle et de groupe (Spoormaker & van den Bout, 2006). Toutefois, aucun changement n'a été noté en ce qui a trait à la qualité subjective du sommeil et les symptômes associés à l'ESPT suite à l'intervention. Contrairement à l'étude de Spoormaker et al. (2006), une étude de Blagrove et al. (2001) a montré que le traitement par le rêve lucide diminuait la souffrance liée aux cauchemars, mais que la fréquence de ceux-ci demeurerait inchangée suite au traitement. Par conséquent, le rôle de la lucidité dans le traitement des cauchemars n'est pas tout à fait clair, à savoir, par exemple, si la réduction de la fréquence des cauchemars et de la souffrance rattachée est influencée par la lucidité en soi ou par la capacité du rêveur à modifier le contenu du rêve (Zadra & Pihl, 1997). C'est pourquoi des essais contrôlés randomisés pour évaluer l'efficacité du traitement par le rêve lucide devront être faits, de même que des études de comparaison entre le traitement par le rêve lucide et la Thérapie par imagerie mentale afin d'évaluer si la lucidité durant les cauchemars augmente véritablement l'efficacité des traitements de restructuration cognitive (Spoormaker, Schredl, & van den Bout, 2006). Enfin, des études futures devront comparer l'efficacité des techniques comportementales avec celle des techniques de stimulation électrique afin de déterminer celles qui sont les plus efficaces, accessibles, tout en étant généralisables et ayant un effet est prolongé.

Tel que souligné précédemment, bien que nous n'ayons pas prouvé l'efficacité de la tACS à induire des rêves lucides, nous avons tout de même induit un grand nombre de rêves lucides par l'entremise de différents biais associés au laboratoire. Par conséquent, en investiguant davantage ces biais, nous serons possiblement capables de découvrir comment notre méthode a si bien réussi à induire des rêves lucides, ce qui nous renseignera sur la ou les façons d'induire des rêves lucides en sommeil et comment nous pouvons mieux les utiliser en thérapie. Bien que la présente étude n'avait pas pour objectif premier de développer un traitement des cauchemars, nous considérons, à long terme, l'importance d'évaluer une technique qui pourrait, avec un plus grand nombre d'appuis empiriques, offrir une alternative aux individus rapportant des cauchemars fréquemment. Toutefois, nos résultats laissent croire qu'une stimulation par la tACS n'est pas nécessairement le seul facteur pouvant expliquer

l'occurrence de rêves lucides en sommeil, mais que d'autres variables plutôt associées à l'environnement de l'étude et au protocole de recherche, dont les effets indirects/placebo de la tACS, ont pu contribuer à leur survenue. Par conséquent, il serait intéressant de développer un protocole de recherche sous forme d'effet « placebo » afin d'induire des rêves lucides en sommeil, grâce à l'utilisation d'un outil comme la tACS, sans toutefois appliquer un courant puisque ce serait la présence de la tACS en elle-même et tous les facteurs associés qui seraient étudiés. En outre, il est important de considérer que l'impact de l'effet placebo varie proportionnellement selon l'outil utilisé : un seul comprimé pris à la maison aura moins d'effet qu'une visite en laboratoire où l'on donnerait ce même comprimé par exemple. C'est pourquoi il semble que notre étude, comprenant la tACS, la venue des participants en laboratoire (et ce, à deux reprises), la pose d'électrodes, deux siestes matinales, des questionnaires et un journal de rêves téléphonique aurait un effet placebo considérable. De ce fait, d'autres études comme la nôtre, utilisant d'autres techniques de stimulation par exemples, devraient être menées pour évaluer l'impact de ces facteurs « concomitants » à la stimulation sur la production de rêves lucides en sommeil.

## Conclusion

En conclusion, il ne fait aucun doute que le rêve lucide est un sujet fascinant, et ce, depuis longtemps. Nous pouvons penser aux premières civilisations qui ont interprété ce phénomène au meilleur de leurs connaissances. Le sens que donnaient les gens à leurs expériences de lucidité a manifestement contribué à l'essor de ce phénomène, que nous étudions encore aujourd'hui afin de mieux comprendre son origine, ses fonctions, les conditions favorables à sa production ainsi que ses corrélats psychologiques, physiologiques et neurophysiologiques. Sa définition est d'ailleurs toujours incertaine et diffère selon les auteurs. Néanmoins, nous pouvons prétendre que le rêve lucide est désormais un phénomène reconnu par la communauté scientifique, appuyé par des preuves empiriques et il ne cesse d'être étudié pour en connaître ses moindres subtilités. Certains auteurs se sont également intéressés aux diverses techniques pouvant être utilisées pour induire des rêves lucides en sommeil, que ce soit des techniques comportementales, ou plus récemment, des techniques de stimulation transcrânienne. Les résultats sont parfois variables et contestables mais ils demeurent intéressants, parfois même impressionnants.

C'est ainsi que s'inscrit cette étude, qui avait pour objectif de répliquer les résultats d'études utilisant la tDCS (Stumbrys et al., 2013) et la tACS (Voss et al., 2014) dans les régions frontales pendant le SP en vue d'induire des rêves lucides. Leurs résultats ont montré que l'activité gamma fronto-temporale était associée à une augmentation de la conscience de soi dans les rêves, suggérant une relation de causalité. Ces études refermaient toutefois des faiblesses considérables, comme l'utilisation d'un protocole de nuit malgré le fait que les rêves lucides tendent à survenir le matin, l'utilisation d'un questionnaire plutôt que des mouvements oculaires afin d'opérationnaliser les rêves lucides et des analyses statistiques libérales. C'est pourquoi nous n'avons pas fait une réplification parfaite de ces études, en apportant des modifications au sein de notre protocole, comme l'application de la tACS en SP lors de siestes matinales, l'utilisation de tests statistiques plus conservateurs et de mouvements oculaires en guise de signal de lucidité.

Bien que ces choix méthodologiques ne semblent pas avoir nui à la production de rêves lucides en sommeil, considérant que nous avons observé un grand nombre de rêves lucides

signalés et de rêves lucides rapportés subjectivement, ils ont assurément masqué l'effet potentiel de la tACS sur la prise de conscience en sommeil. C'est ainsi que notre objectif de « répliation » n'a été comblé que partiellement, mais celui de provoquer des rêves lucides en sommeil a été rempli avec succès. Nous avons donc identifié les différents facteurs qui ont possiblement contribué à la production de rêves lucides en SP, tels que le processus de recrutement, l'influence potentielle des expérimentateurs exercée sur les participants et les effets indirects de la tACS. Ces facteurs semblent mettre en cause l'impact « psychologique » sur la survenue des rêves lucides plutôt que les aspects propres à la stimulation elle-même. Par conséquent, l'utilisation de machines commerciales, dont plusieurs s'appuient d'ailleurs sur l'étude de Voss et al. (2014), demeure envisageable en vue d'induire des rêves lucides en sommeil, sachant que leur efficacité reposerait surtout sur leur effet placebo, et pas nécessairement sur l'appareil en soi. Encore faut-il que les individus se servant de ce type de machines soient d'abord des rêveurs lucides expérimentés ou du moins des individus ayant déjà un intérêt pour les rêves lucides, ce qui, comme nous l'avons suggéré, pourrait être suffisant pour provoquer des rêves lucides en SP.

Nous devons maintenant nous questionner à savoir comment ces diverses influences, extérieures à la stimulation, suscitent la prise de conscience en sommeil : s'agit-il d'autosuggestion, des attentes des expérimentateurs et celles des participants ou encore d'un effet de pratique du à une expérience antérieure avec les rêves lucides ? Les réponses à ces questions fourniront assurément beaucoup de connaissances sur les théories de la conscience, sur la conscience en sommeil, différente mais parfois semblable à la conscience à l'éveil à certains égards, sur les corrélats neurophysiologiques de cette prise de conscience et sur l'utilité d'expérimenter de tels rêves. Par conséquent, un plus grand nombre d'études de répliation sont définitivement requises pour évaluer l'impact de chacun de ces facteurs dans l'induction de rêves lucides en sommeil, d'autant plus qu'un nombre croissant de dispositifs de stimulation à domicile émergent sur le marché, et que les études de Stumbrys (2013) et Voss (2014) sont souvent citées pour justifier leur utilisation.

Somme toute, les rêves lucides demeureront un sujet d'étude captivant, car ils font, et continueront de faire partie de l'expérience onirique de nombreux individus et encourageront plusieurs autres à tout mettre en œuvre pour avoir l'opportunité de façonner leurs songes.

# Bibliographie

- Antal, A., Boros, K., Poreisz, C., Chaieb, L., Terney, D., & Paulus, W. (2008). Comparatively weak after-effects of transcranial alternating current stimulation (tACS) on cortical excitability in humans. *Brain Stimulation, 1*(2), 97-105. doi:10.1016/j.brs.2007.10.001
- Antal, A., Kincses, T. Z., Nitsche, M. A., Bartfai, O., & Paulus, W. (2004). Excitability changes induced in the human primary visual cortex by transcranial direct current stimulation: direct electrophysiological evidence. *Investigative Ophthalmology & Visual Science, 45*(2), 702-707.
- Antrobus, J. (1983). REM and NREM sleep reports: Comparison of word frequencies by cognitive classes. *Psychophysiology, 20*(5), 562-568.
- Antrobus, J. S., Antrobus, J. S., & Fisher, C. (1965). Discrimination of Dreaming and Nondreaming Sleep. *Archives of General Psychiatry, 12*(4), 395-401.
- Aquinas, T. (1947). *Summa theologiae* (1st ed.). New York: Benziger Bros.
- Aristotle. (1952). On Dreams. In R. Hutchings (Ed.), *Great Books of the Western World* (Vol. 8, pp. 702–706). Chicago: Encyclopedia Britannica.
- Arnold-Forster, M. L. (1921). *Studies in dreams*. New York: Macmillan.
- Aserinsky, E., & Kleitman, N. (1953). Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena, during sleep. *Science, 118*(3062), 273-274.
- Aspy, D. J. (2016). Is dream recall underestimated by retrospective measures and enhanced by keeping a logbook? An empirical investigation. *Consciousness and Cognition, 42*, 181-203.
- Barrett, D. (1991). Flying dreams and lucidity: An empirical study of their relationship. *Dreaming, 1*(2), 129.
- Berger, R. J., & Oswald, I. (1962). Eye movements during active and passive dreams. *Science, 137*, 601.

- Berry, R. B., Brooks, R., Gamaldo, C. E., Harding, S. M., Marcus, C., & Vaughn, B. (2012). *The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: Rules, Terminology and Technical Specifications*. Darien, Illinois: American Academy of Sleep Medicine.
- Bestmann, S., & Walsh, V. (2017). Transcranial electrical stimulation. *Current Biology*, 27(23), R1258-R1262. doi:10.1016/j.cub.2017.11.001
- Blagrove, M., Farmer, L., & Williams, M. (2001). Differential associations of psychopathology with nightmare frequency and nightmare suffering. *Sleep*, 24, A181-A182.
- Blagrove, M., & Hartnell, S. J. (2000). Lucid dreaming: associations with internal locus of control, need for cognition and creativity. *Personality and Individual Differences*, 28(1), 41-47. doi:10.1016/S0191-8869(99)00078-1
- Blagrove, M., & Tucker, M. (1994). Individual differences in locus of control and the reporting of lucid dreaming. *Personality and Individual Differences*, 16(6), 981-984. doi:10.1016/0191-8869(94)90242-9
- Bouchet, C. (1994). *Le rêve lucide*. (Doctoral dissertation), Université de Paris IV-Sorbonne.
- Brown, A. (1936). Dreams in which the dreamer knows he is asleep. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 31(1), 59.
- Brussington, G., & Hicks, R. (1996). Arousability and types of dreams recalled in college students. *Sleep Research*, 25, 201.
- Brylowski, A., Levitan, L., & LaBerge, S. (1989). H-reflex suppression and autonomic activation during lucid REM sleep: a case study. *Sleep*, 12(4), 374-378.
- Cardeña, E., Lynn, S. J., & Krippner, S. (2000). *Varieties of anomalous experience: Examining the scientific evidence*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Carr, M., & Nielsen, T. (2015). Daydreams and nap dreams: content comparisons. *Consciousness and Cognition*, 36, 196-205.

- Carskadon, M. A., & Rechtschaffen, A. (2000). Monitoring and staging human sleep. In M. Kryger, Roth, N., & Dement, W.C. (Ed.), (3rd ed., pp. 1197-1215). Philadelphia, USA: W.B. Saunders Co.
- Cavanna, A. E., & Trimble, M. R. (2006). The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates. *Brain*, *129*(3), 564-583. doi:10.1093/brain/awl004
- Chétrit, M. (2002). *Approche psychanalytique du rêve" lucide"*. (Doctoral dissertation), Paris 13, Paris.
- Christoff, K., Ream, J. M., Geddes, L. P. T., & Gabrieli, J. D. E. (2003). Evaluating Self-Generated Information: Anterior Prefrontal Contributions to Human Cognition. *Behavioral Neuroscience*, *117*(6), 1161-1168. doi:10.1037/0735-7044.117.6.1161
- Dane, J., & Van de Caslte, R. (1984). A comparison of waking instruction and posthypnotic suggestion for lucid dream induction. *Lucidity Letter*, *3*(4), 1-7.
- de Saint-Denys, L. H. (1867). *Les rêves et les moyens de les diriger: observations pratiques* (Amyot Ed.). Paris.
- de Saint-Denys, L. H. (1982). *Dreams and how to guide them* (N. Fry, Trans. M. Schatzman Ed.). London: Gerald Duckworth.
- Delgado, M. R., Nearing, K. I., LeDoux, J. E., & Phelps, E. A. (2008). Neural Circuitry Underlying the Regulation of Conditioned Fear and Its Relation to Extinction. *Neuron*, *59*(5), 829-838. doi:10.1016/j.neuron.2008.06.029
- Dement, W., & Kleitman, N. (1957). The relation of eye movements during sleep to dream activity: an objective method for the study of dreaming. *Journal of Experimental Psychology*, *53*(5), 339.
- Dement, W., & Wolpert, E. A. (1958). The relation of eye movements, body motility, and external stimuli to dream content. *Journal of Experimental Psychology*, *55*(6), 543.
- Dresler, M., Attar, C. H., Spitzer, C., Lowe, B., Deckert, J., Buchel, C., . . . Fallgatter, A. J. (2012). Neural correlates of the emotional Stroop task in panic disorder patients: an event-related fMRI study. *Journal of Psychiatric Research*, *46*(12), 1627-1634. doi:10.1016/j.jpsychires.2012.09.004

- Dresler, M., Koch, S. P., Wehrle, R., Spoormaker, V. I., Holsboer, F., Steiger, A., . . . Czisch, M. (2011). Dreamed movement elicits activation in the sensorimotor cortex. *Current Biology*, *21*(21), 1833-1837.
- Dresler, M., Wehrle, R., Spoormaker, V. I., Koch, S. P., Holsboer, F., Steiger, A., . . . Czisch, M. (2012). Neural correlates of dream lucidity obtained from contrasting lucid versus non-lucid REM sleep: a combined EEG/fMRI case study. *Sleep*, *35*(7), 1017-1020. doi:10.5665/sleep.1974
- Edelman, G. M. (2003). Naturalizing consciousness: a theoretical framework. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *100*(9), 5520-5524. doi:10.1073/pnas.0931349100
- Edelman, G. M. (2005). *Wider than the sky: The Phenomenal Gift of Consciousness* (N. B. edition Ed.). New Haven: Yale University Press.
- Eiser, A. S. (2007). Dream disorders and treatment. *Current Treatment Options in Neurology*, *9*(5), 317.
- Fenwick, P., Schatzman, M., Worsley, A., Adams, J., Stone, S., & Baker, A. (1984). Lucid dreaming: correspondence between dreamed and actual events in one subject during REM sleep. *Biological Psychology*, *18*(4), 243-252.
- Firth, H., & Oswald, I. (1975). Eye movements and visually active dreams. *Psychophysiology*, *12*(5), 602-606.
- Foulkes, D. (1966). *The psychology of sleep* (F. Edition Ed.). New York: Scribner's.
- Foulkes, D., Spear, P. S., & Symonds, J. D. (1966). Individual differences in mental activity at sleep onset. *Journal of Abnormal Psychology*, *71*(4), 280.
- Foulkes, W. D. (1962). Dream reports from different stages of sleep. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, *65*, 14-25.
- Fox, O. (1962). *Astral projection: A record of out-of-the-body experiences* (1st ed.). New Hyde Park, NY: University Books.
- Freud, S. (1909). *The Interpretation of Dreams* (2 ed.). Leipzig, Vienna: Franz Deuticke.

- Gackenbach, J., Cranson, R., & Alexander, C. (1986). Lucid dreaming, witnessing dreaming, and the transcendental meditation technique: A developmental relationship. *Lucidity Letter*, 5(2), 1-7.
- Gackenbach, J., Heilman, N., Boyt, S., & LaBerge, S. (1985). The relationship between field independence and lucid dreaming ability. *Journal of Mental Imagery*, 9(1), 9-20.
- Gackenbach, J., Snyder, T. J., Rokes, L. M., & Sachau, D. (1986). Lucid dreaming frequency in relation to vestibular sensitivity as measured by caloric stimulation. *Journal of Mind and Behavior*, 7(2), 277-298.
- Gackenbach, J., Walling, J., & LaBerge, S. (1984). The lucid dreaming ability and parasympathetic functioning. *Lucidity Letter*, 3(4), 1-4.
- Gackenbach, J. I. (1978). *A personality and cognitive style analysis of lucid dreaming*. (Doctoral dissertation), Virginia Commonwealth University, Virginia.
- Gackenbach, J. I. (1981). Lucid dreaming: individual differences in personal characteristics. *Sleep Research*, 10, 145.
- Gackenbach, J. I. (1990). *Women and meditators as gifted lucid dreamers*. Los Angeles, CA: Jeremy P. Tarcher, Inc.
- Galvin, F. (1990). The boundary characteristics of lucid dreamers. *Psychiatric Journal of the University of Ottawa*, 15(2), 73-78.
- Germain, A., Krakow, B., Faucher, B., Zadra, A., Nielsen, T., Hollifield, M., . . . Koss, M. (2004). Increased Mastery Elements Associated With Imagery Rehearsal Treatment for Nightmares in Sexual Assault Survivors With PTSD. *Dreaming*, 14(4), 195.
- Ginet, A., & Py, J. (2000). Le besoin de cognition: une échelle française pour enfants et ses conséquences au plan sociocognitif. *L'Année Psychologique*, 100(4), 585-627.
- Goodenough, D. R., Lewis, H. B., Shapiro, A., Jaret, L., & Sleser, I. (1965). Dream Reporting Following Abrupt and Gradual Awakenings from Different Types of Sleep. *Journal of Personality and Social Psychology*, 2, 170-179.

- Grabner, R. H., Krenn, J., Fink, A., Arendasy, M., & Benedek, M. (2017). Effects of alpha and gamma transcranial alternating current stimulation (tACS) on verbal creativity and intelligence test performance. *Neuropsychologia (in press)*.  
doi:10.1016/j.neuropsychologia.2017.10.035
- Green, C. E. (1968). *Lucid dreams*. London: Hamish Hamilton.
- Gruber, R. E. (1988). *Dreaming style and waking personality*. Unpublished dissertation. University of Cincinnati. Cincinnati, OH.
- Gruber, R. E., Steffen, J. J., & Vonderhaar, S. P. (1995). Lucid dreaming, waking personality and cognitive development. *Dreaming*, 5(1), 1.
- Halliday, G. (1987). Direct psychological therapies for nightmares: A review. *Clinical Psychology Review*, 7(5), 501-523.
- Harb, G. C., Brownlow, J. A., & Ross, R. J. (2016). Posttraumatic nightmares and imagery rehearsal: The possible role of lucid dreaming. *Dreaming*, 26(3), 238.
- Hartmann, E. (1975). *Dreams and other hallucinations: An approach to the underlying mechanism* (L. W. RK Siegel Ed.). New York: John Wiley & Sons Inc.
- Hearne, K. M. (1981). Control your own dreams. *New Scientist*, 91(1272), 783-785.
- Hearne, K. M. (1982). Effects of performing certain set tasks in the lucid-dream state. *Perceptual and Motor Skills*, 54(1), 259-262.
- Hearne, K. M. (1983). Lucid dream induction. *Journal of Mental Imagery*, 7(1), 19-23.
- Hearne, K. M. T. (1978). *Lucid dreams: an electro-physiological and psychological study*. (Doctoral dissertation), Liverpool University, Liverpool.
- Helfrich, R. F., Knepper, H., Nolte, G., Strüber, D., Rach, S., Herrmann, C. S., . . . Engel, A. K. (2014). Selective modulation of interhemispheric functional connectivity by HD-tACS shapes perception. *PLoS Biology*, 12(12), 1-15.
- Hennevin, E., & Leconte, P. (1971). La fonction du sommeil paradoxal: faits et hypothèses. *L'Année Psychologique*, 71(2), 489-519.

- Herrmann, C. S., Rach, S., Neuling, T., & Struber, D. (2013). Transcranial alternating current stimulation: a review of the underlying mechanisms and modulation of cognitive processes. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 279. doi:10.3389/fnhum.2013.00279
- Hicks, R. A., Bautista, J., & Hicks, G. J. (1999). Boundaries and level of experience with six types of dreams. *Perceptual and Motor Skills*, 89(3), 760-762.
- Hobson, A., & Voss, U. (2011). A mind to go out of: reflections on primary and secondary consciousness. *Consciousness and Cognition*, 20(4), 993-997.  
doi:10.1016/j.concog.2010.09.018
- Hobson, J. A., & Pace-Schott, E. F. (2002). The cognitive neuroscience of sleep: neuronal systems, consciousness and learning. *Nature Reviews. Neuroscience*, 3(9), 679-693.
- Hobson, J. A., Stickgold, R., & Pace-Schott, E. F. (1998). The neuropsychology of REM sleep dreaming. *Neuroreport*, 9(3), R1-R14.
- Hobson, J. A., & Voss, U. (2010). Lucid dreaming and the bimodality of consciousness. In C. Perry, LeBeau, Ashton (Ed.), *New Horizons in the Neuroscience of Consciousness* (pp. 155-165). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Holzinger, B., LaBerge, S., & Levitan, L. (2006). Psychophysiological correlates of lucid dreaming. *Dreaming*, 16(2), 88-95. doi:10.1037/1053-0797.16.2.88
- Hopfinger, J. B., Parsons, J., & Fröhlich, F. (2017). Differential effects of 10-Hz and 40-Hz transcranial alternating current stimulation (tACS) on endogenous versus exogenous attention. *Cognitive Neuroscience*, 8(2), 102-111.
- Hunt, H., & McLeod, B. (1991). *Lucid dreaming as a meditative state: Some evidence from long-term meditators in relation to the cognitive-psychological bases of transpersonal phenomena* (1st ed.). Amityville: Baywood Publishing Company.
- Iber, C., Ancoli-Israel, S., Chesson, A., & Quan, S. (2007). *The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: Rules, Terminology and Technical Specifications*. Westchester: American Academy of Sleep Medicine.

- Jacobson, L., Koslowsky, M., & Lavidor, M. (2012). tDCS polarity effects in motor and cognitive domains: a meta-analytical review. *Experimental Brain Research*, 216(1), 1-10.
- Karacan, I., Goodenough, D., Shapiro, A., & Starker, S. (1966). Erection cycle during sleep in relation to dream anxiety. *Archives of General Psychiatry*, 15(2), 183-189.
- Karim, A. A., Schneider, M., Lotze, M., Veit, R., Sauseng, P., Braun, C., & Birbaumer, N. (2009). The truth about lying: inhibition of the anterior prefrontal cortex improves deceptive behavior. *Cerebral Cortex*, 20(1), 205-213.
- Kenny, D. A., & Judd, C. M. (1986). Consequences of violating the independence assumption in analysis of variance. *Psychological Bulletin*, 99(3), 422.
- Kilpatrick, D. G., Resnick, H. S., Freedy, J. R., Pelcovitz, D., Resick, P., Roth, S., & van der Kolk, B. (1998). Posttraumatic stress disorder field trial: Evaluation of the PTSD construct—Criteria A through E. In T.A. Widiger, A.J. Frances, H.A. Pincus, R. Ross, M.B. First, W. David, & e. al. (Eds.), *DSM-IV sourcebook* (4 ed., Vol. 4, pp. 803-844). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Kortelainen, J., Jia, X., Seppanen, T., & Thakor, N. (2012). Increased electroencephalographic gamma activity reveals awakening from isoflurane anaesthesia in rats. *British Journal of Anaesthesia*, 109(5), 782-789. doi:10.1093/bja/aes265
- Koulack, D. (1969). Effects of somatosensory stimulation on dream content. *Archives of General Psychiatry*, 20(6), 718-725.
- Kueny, S. R. (1985). *An examination of auditory cueing in REM sleep for the induction of lucid dreams*. (Doctoral dissertation), Pacific Graduate School of Psychology, United States.
- LaBerge, S. (1992). Physiological studies of lucid dreaming. In J. S. Antrobus & M. Bertini (Eds.), *The neuropsychology of sleep and dreaming* (pp. 289-303). Hillsdale, NJ: Lawrence-Erlbaum.
- LaBerge, S., & DeGracia, D. J. (2000). Varieties of lucid dreaming experience. *Individual Differences in Conscious Experience*, 20, 269.

- LaBerge, S., & Dement, W. C. (1982a). Lateralization of alpha activity for dreamed singing and counting during REM sleep. *Psychophysiology*, *19*, 331-332.
- LaBerge, S., & Dement, W. C. (1982b). Voluntary control of respiration during REM sleep. *Sleep Research*, *11*, 107.
- LaBerge, S., Greenleaf, W., & Kedzierski, B. (1983). Physiological responses to dreamed sexual activity during REM sleep. *Psychophysiology*, *19*, 454-455.
- LaBerge, S., & Levitan, L. (1995). Validity established of DreamLight cues for eliciting lucid dreaming. *Dreaming*, *5*(3), 159.
- LaBerge, S., Levitan, L., & Dement, W. C. (1986). Lucid dreaming: Physiological correlates of consciousness during REM sleep. *Journal of Mind and Behavior*, *7*(2), 251-258.
- LaBerge, S., Nagel, L., Taylor, W., Dement, W. C., & Zarccone Jr, V. P. (1981). Psychophysiological correlates of the initiation of lucid dreaming. *Sleep Research*, *10*, 149.
- LaBerge, S., Phillips, L., & Levitan, L. (1994). An hour of wakefulness before morning naps makes lucidity more likely. *NightLight: Lucidity Institute Newsletter*, *6*(3), 1-4.
- LaBerge, S., & Rheingold, H. (1990). *Exploring the world of lucid dreaming*. New York: Ballantine.
- LaBerge, S. P. (1980a). Lucid dreaming as a learnable skill: A case study. *Perceptual and Motor Skills*, *51*(3), 1039-1042.
- LaBerge, S. P. (1980b). *Lucid dreaming: An exploratory study of consciousness during sleep*. (Doctoral dissertation), Stanford University, Palo Alto, CA.
- LaBerge, S. P. (1985). *Lucid Dreaming*. New York: Ballantine.
- LaBerge, S. P., Nagel, L. E., Dement, W. C., & Zarccone Jr, V. P. (1981). Lucid dreaming verified by volitional communication during REM sleep. *Perceptual and Motor Skills*, *52*(3), 727-732.

- Leblanc, G., LaFrenière, A., St-Sauveur, C., Simard, M., Duval, M., LeBrock, P., . . . Savoie, A. (2004). Explication des comportements antisociaux au travail: présentation d'un modèle intégratif. *Psychologie du Travail et des Organisations*, *10*(1), 61-73.
- Levin, R., & Nielsen, T. A. (2007). Disturbed dreaming, posttraumatic stress disorder, and affect distress: a review and neurocognitive model. *Psychological Bulletin*, *133*(3), 482-528. doi:10.1037/0033-2909.133.3.482
- Levitan, L. (1993). People of the lucid dream: The lucidity institute membership. *NightLight: Lucidity Institute Newsletter*, *5*(2), 1-4.
- Loas, G., Dardennes, R., Dhee-Perot, P., Leclerc, V., & Fremaux, D. (1994). *Opérationnalisation du concept de " lieu de contrôle": traduction et première étude de validation de l'échelle de contrôle de Levenson (IPC: The internal, powerful others, and chance scale)*. Paper presented at the Annales Médico-Psychologiques.
- Lustenberger, C., Boyle, M. R., Foulser, A. A., Mellin, J. M., & Fröhlich, F. (2015). Functional role of frontal alpha oscillations in creativity. *Cortex*, *67*, 74-82.
- Mach, E. (1900). *The analysis of the sensations* (2 ed.). Jena: Fisher.
- Maquet, P., Péters, J. M., Aerts, J., Delfiore, G., Degueldre, C., & Luxen, A. F., G. (1996). Functional neuroanatomy of human rapid-eye-movement sleep and dreaming. *Nature*, *383*(6596), 163-166.
- Marshall, L., Mölle, M., Hallschmid, M., & Born, J. (2004). Transcranial direct current stimulation during sleep improves declarative memory. *Journal of Neuroscience*, *24*(44), 9985-9992.
- Moffitt, A., Hoffmann, R., Mullington, J., Purcell, S., Pigeau, R., & Wells, R. (1988). Dream Psychology. In Springer (Ed.), *Conscious mind, sleeping brain: Perspectives on lucid dreaming* (pp. 429-439). Boston, MA.
- Moruzzi, G. (1963). Active processes in the brain stem during sleep. *Harvey Lecture Series*, *58*, 233-297.
- Mota-Rolim, S. A., & Araujo, J. F. (2013). Neurobiology and clinical implications of lucid dreaming. *Medical Hypotheses*, *81*(5), 751-756. doi:10.1016/j.mehy.2013.04.049

- Mota-Rolim, S. A., Erlacher, D., Tort, A. B., Araujo, J. F., & Ribeiro, S. (2010). Different kinds of subjective experience during lucid dreaming may have different neural substrates. *Journal of Neuroscience*, *25*(3), 550-557.
- Mota-Rolim, S. A., Pantoja, A., Pinheiro, R., Camilo, A., Barbosa, T., Hazboun, I., . . . Ribeiro, S. (2008). *Lucid dream: sleep electroencephalographic features and behavioral induction methods*. Paper presented at the First Congress IBRO/LARC of Neurosciences for Latin America, Caribbean and Iberian Peninsula. Búzios, Brazil.
- Nielsen, T., & Levin, R. (2007). Nightmares: a new neurocognitive model. *Sleep Medicine Reviews*, *11*(4), 295-310. doi:10.1016/j.smrv.2007.03.004
- Nielsen, T. A. (2000). A review of mentation in REM and NREM sleep: “covert” REM sleep as a possible reconciliation of two opposing models. *Behavioral and Brain Sciences*, *23*(6), 851-866.
- Nitsche, M. A., Cohen, L. G., Wassermann, E. M., Priori, A., Lang, N., Antal, A., . . . Fregni, F. (2008). Transcranial direct current stimulation: state of the art 2008. *Brain Stimulation*, *1*(3), 206-223.
- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2000). Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *Journal of Physiology*, *527*(3), 633-639.
- Noreika, V., Windt, J. M., Lenggenhager, B., & Karim, A. A. (2010). New perspectives for the study of lucid dreaming: from brain stimulation to philosophical theories of self-consciousness. *International Journal of Dream Research*, *3*, 36-45.
- Ogilvie, R., Hunt, H., Kushniruk, A., & Newman, J. (1983). Lucid dreams and the arousal continuum. *Lucidity Letter*, *2*(2), 1-2.
- Ogilvie, R., Hunt, H., Sawicki, C., & McGowan, K. (1978). Searching for lucid dreams. *Sleep Research*, *7*, 165.
- Ogilvie, R. D., Hunt, H. T., Tyson, P. D., Lucescu, M. L., & Jeakins, D. B. (1982). Lucid dreaming and alpha activity: a preliminary report. *Perceptual and Motor Skills*, *55*, 795-808. doi:10.2466/pms.1982.55.3.795

- Ostendorf, F., & Angleitner, A. (1994). A comparison of different instruments proposed to measure the Big Five. *European Review of Applied Psychology*, 44(1), 45-53.
- Phelps, A. J., Kanaan, R. A., Worsnop, C., Redston, S., Ralph, N., & Forbes, D. (2018). An ambulatory polysomnography study of the post-traumatic nightmares of post-traumatic stress disorder. *Sleep*, 41(1), 1-9.
- Pivik, R. T. (1986). Sleep: Physiology and psychophysiology. In M G H Coles, E. Donchin, & S. W. Porges (Eds.), *Psychophysiology: Systems, Processes, and Applications* (pp. 378-406). Amsterdam: Elsevier.
- Pivik, T., & Foulkes, D. (1966). " Dream Deprivation": Effects on Dream Content. *Science*, 153(3741), 1282-1284.
- Prescott, J. A., & Pettigrew, C. G. (1995). Lucid dreaming and control in waking life. *Perceptual and Motor Skills*, 81(2), 658-658.
- Price, R. F., & Cohen, D. B. (1988). Lucid dream induction: An empirical evaluation. In Gackenbach & LaBerge (Eds.), *Conscious Mind, Sleeping Brain* (pp. 105-134). Boston: Springer.
- Purcell, S., Mullington, J., Moffitt, A., Hoffmann, R., & Pigeau, R. (1986). Dream self-reflectiveness as a learned cognitive skill. *Sleep*, 9(3), 423-437.
- Rauchs, G., Desgranges, B., Foret, J., & Eustache, F. (2005). The relationships between memory systems and sleep stages. *Journal of Sleep Research*, 14(2), 123-140.
- Rechtschaffen, A. (1973). The psychophysiology of mental activity during sleep. In McGuigan & Schoonover (Eds.), *The psychophysiology of Thinking* (pp. 153-205). New York: Academic Press.
- Rechtschaffen, A., & Kales, A. (1968). A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects *National Institutes of Health publication* (pp. 57). United States: Bethesda, Md., U. S. National Institute of Neurological Diseases and Blindness, Neurological Information Network.
- Rees, G., Kreiman, G., & Koch, C. (2002). Neural correlates of consciousness in humans. *Nature Reviews. Neuroscience*, 3(4), 261-270. doi:10.1038/nrn783

- Ribeiro, N., Gounden, Y., & Quaglino, V. (2016). Investigating on the Methodology Effect When Evaluating Lucid Dream. *Frontiers in Psychology, 7*, 1306.  
doi:10.3389/fpsyg.2016.01306
- Rinpoché, T. W. (2008). *Yogas tibétains du rêve et du sommeil* (C. Lumière Ed.). France.
- Roffwarg, H. P., Dement, W. C., Muzio, J. N., & Fisher, C. (1962). Dream imagery: relationship to rapid eye movements of sleep. *Archives in General Psychiatry, 7*(4), 235-258.
- Rogalewski, A., Breitenstein, C., Nitsche, M. A., Paulus, W., & Knecht, S. (2004). Transcranial direct current stimulation disrupts tactile perception. *European Journal of Neuroscience, 20*(1), 313-316.
- Ross, R. J., Ball, W. A., Dinges, D. F., Kribbs, N. B., Morrison, A. R., Silver, S. M., & Mulvaney, F. D. (1994). Motor dysfunction during sleep in posttraumatic stress disorder. *Sleep, 17*(8), 723-732.
- Rousseau, A., & Belleville, G. (2017). The mechanisms of action underlying the efficacy of psychological nightmare treatments: A systematic review and thematic analysis of discussed hypotheses. *Sleep Medicine Reviews, 39*, 122-133.
- Sallinen, M., Kaartinen, J., & Lyytinen, H. (1996). Processing of auditory stimuli during tonic and phasic periods of REM sleep as revealed by event-related brain potentials. *Journal of Sleep Research, 5*(4), 220-228.
- Santarnecchi, E., Muller, T., Rossi, S., Sarkar, A., Polizzotto, N. R., Rossi, A., & Cohen Kadosh, R. (2016). Individual differences and specificity of prefrontal gamma frequency-tACS on fluid intelligence capabilities. *Cortex, 75*, 33-43.  
doi:10.1016/j.cortex.2015.11.003
- Schabus, M., Gruber, G., Parapatics, S., Sauter, C., Klösch, G., Anderer, P., . . . Zeitlhofer, J. (2004). Sleep spindles and their significance for declarative memory consolidation. *Sleep, 27*(8), 1479-1485.

- Schatzman, M., Worsley, A., & Fenwick, P. (1988). Correspondence during lucid dreams between dreamed and actual events. In J. Gackenbach & S. LaBerge (Eds.), *Conscious Mind, Sleeping Brain* (pp. 155-179). Boston: Springer.
- Schenck, C. H., Bundlie, S. R., Ettinger, M. G., & Mahowald, M. W. (1986). Chronic behavioral disorders of human REM sleep: a new category of parasomnia. *Sleep*, *9*(2), 293-308.
- Schenck, C. H., Hopwood, J., Duncan, E., & Mahowald, M. W. (1992). Preservation and loss of REM-atonia in human idiopathic REM sleep behavior disorder (RBD): quantitative polysomnographic (PSG) analyses in 17 patients. *Sleep Research*, *21*, 16.
- Schenck, C. H., & Mahowald, M. W. (2002). REM sleep behavior disorder: clinical, developmental, and neuroscience perspectives 16 years after its formal identification in SLEEP. *Sleep: Journal of Sleep and Sleep Disorders Research*, *25*(2), 120-138.
- Schmitz, T. W., Kawahara-Baccus, T. N., & Johnson, S. C. (2004). Metacognitive evaluation, self-relevance, and the right prefrontal cortex. *Neuroimage*, *22*(2), 941-947.  
doi:10.1016/j.neuroimage.2004.02.018
- Schredl, M., & Erlacher, D. (2004). Lucid dreaming frequency and personality. *Personality and Individual Differences*, *37*(7), 1463-1473. doi:10.1016/j.paid.2004.02.003
- Schredl, M., & Erlacher, D. (2011). Frequency of lucid dreaming in a representative German sample. *Perceptual and Motor Skills*, *112*(1), 104-108.  
doi:10.2466/09.PMS.112.1.104-108
- Schredl, M., & Noveski, A. (2018). Lucid Dreaming: A Diary Study. *Imagination, Cognition and Personality*, *38*(1), 5-17.
- Schwartz, B., & Lefebvre, A. (1973). Contacts Veille/PMO II: Les PMO morcelées. *Revue d'Électroencéphalographie et de Neurophysiologie Clinique*, *3*(1), 165-176.
- Shah, I. (1972). Les soufis et l'ésotérisme *Revue de l'histoire des religions* (Vol. 186, pp. 212). Paris: Presses Universitaires de France.
- Shapiro, D. H., Wu, J., Hong, C., & Buchsbaum, M. S. (1995). Exploring the relationship between having control and losing control to functional neuroanatomy within the

- sleeping state. *Psychologia: An International Journal of Psychology in the Orient*, 38(3), 133-145.
- Sigmund, F. (1965). *The Interpretation of Dreams* (A. Books Ed. 8 ed.). New York.
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1998). Neuroimaging analyses of human working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95(20), 12061-12068. doi:10.1073/pnas.95.20.12061
- Snyder, T. J., & Gackenbach, J. (1988). Individual differences associated with lucid dreaming. In Gackenbach & LaBerge (Eds.), *Conscious mind, sleeping brain* (1st ed., pp. 221-259). United States: Springer US.
- Spoormaker, V. I., Schredl, M., & van den Bout, J. (2006). Nightmares: from anxiety symptom to sleep disorder. *Sleep Medicine Reviews*, 10(1), 19-31. doi:10.1016/j.smr.2005.06.001
- Spoormaker, V. I., & van den Bout, J. (2006). Lucid dreaming treatment for nightmares: a pilot study. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 75(6), 389-394. doi:10.1159/000095446
- Spoormaker, V. I., van den Bout, J., & Meijer, E. J. G. (2003). Lucid dreaming treatment for nightmares: A series of cases. *Dreaming*, 13(3), 181-186. doi:10.1023/A:1025325529560
- Stepansky, R., Holzinger, B., Schmeiser-Rieder, A., Saletu, B., Kunze, M., & Zeitlhofer, J. (1998). Austrian dream behavior: Results of a representative population survey. *Dreaming*, 8(1), 23-30. doi:10.1023/B:DREM.0000005912.77493.d6
- Stickgold, R. (2005). Sleep-dependent memory consolidation. *Nature*, 437(7063), 1272-1278.
- Stickgold, R., Malia, A., Fosse, R., Propper, R., & Hobson, J. A. (2001). Brain-mind states: I. Longitudinal field study of sleep/wake factors influencing mentation report length. *Sleep*, 24(2), 171-179.
- Stumbrys, T., & Erlacher, D. (2012). Lucid dreaming during NREM sleep: Two case reports. *International Journal of Dream Research*, 5(2), 151-155.

- Stumbrys, T., Erlacher, D., Johnson, M., & Schredl, M. (2014). The phenomenology of lucid dreaming: an online survey. *American Journal of Psychology*, *127*(2), 191-204.
- Stumbrys, T., Erlacher, D., Schadlich, M., & Schredl, M. (2012). Induction of lucid dreams: a systematic review of evidence. *Consciousness and Cognition*, *21*(3), 1456-1475. doi:10.1016/j.concog.2012.07.003
- Stumbrys, T., Erlacher, D., & Schredl, M. (2013). Testing the involvement of the prefrontal cortex in lucid dreaming: a tDCS study. *Consciousness and Cognition*, *22*(4), 1214-1222. doi:10.1016/j.concog.2013.08.005
- Suzuki, H., Uchiyama, M., Tagaya, H., Ozaki, A., Kuriyama, K., Aritake, S., . . . Kuga, R. (2004). Dreaming during non-rapid eye movement sleep in the absence of prior rapid eye movement sleep. *Sleep*, *27*(8), 1486-1490.
- Tart, C. T. (1978). *An emergent-interactionist understanding of human consciousness*. Paper presented at the Brain/Mind and Parapsychology: Proceedings of an International Conference, Montreal, Canada.
- Tholey, P. (1983). Techniques for inducing and manipulating lucid dreams. *Perceptual and Motor Skills*, *57*(1), 79-90.
- Tholey, P. (1991). Overview of the development of lucid dream research in Germany. *Lucidity Letter*, *10*(1), 1-23.
- Tyson, P. D., Ogilvie, R. D., & Hunt, H. T. (1984). Lucid, Prelucid, and nonlucid dreams related to the amount of EEG alpha activity during REM sleep. *Psychophysiology*, *21*(4), 442-451.
- van Eeden, F. (1913). A study of dreams. *Proceedings of the Society for Psychical Research*, *26*, 431-461.
- Voss, U., Frenzel, C., Koppehele-Gossel, J., & Hobson, A. (2012). Lucid dreaming: An age-dependent brain dissociation. *Journal of Sleep Research*, *21*(6), 634-642.
- Voss, U., Holzmann, R., Hobson, A., Paulus, W., Koppehele-Gossel, J., Klimke, A., & Nitsche, M. A. (2014). Induction of self awareness in dreams through frontal low

- current stimulation of gamma activity. *Nature Neuroscience*, 17(6), 810-812.  
doi:10.1038/nn.3719
- Voss, U., Holzmann, R., Tuin, I., & Hobson, J. A. (2009). Lucid dreaming: a state of consciousness with features of both waking and non-lucid dreaming. *Sleep*, 32(9), 1191-1200.
- Voss, U., Schermelleh-Engel, K., Windt, J., Frenzel, C., & Hobson, A. (2013). Measuring consciousness in dreams: the lucidity and consciousness in dreams scale. *Consciousness and Cognition*, 22(1), 8-21. doi:10.1016/j.concog.2012.11.001
- Vossen, A., Gross, J., & Thut, G. (2015). Alpha power increase after transcranial alternating current stimulation at alpha frequency ( $\alpha$ -tACS) reflects plastic changes rather than entrainment. *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation*, 8(3), 499-508.
- Walker, M. P., & Stickgold, R. (2004). Sleep-dependent learning and memory consolidation. *Neuron*, 44(1), 121-133.
- Watson, D. (2001). Dissociations of the night: Individual differences in sleep-related experiences and their relation to dissociation and schizotypy. *Journal of Abnormal Psychology*, 110(4), 526-535.
- Webb, W. B., Agnew, H. W., & Sternthal, H. (1966). Sleep during the early morning. *Psychonomic Science*, 6(6), 277-278.
- Wolpin, M., Marston, A., Randolph, C., & Clothier, A. (1992). Individual difference correlates of reported lucid dreaming frequency and control. *Journal of Mental Imagery*, 16(3-4), 231-236.
- Woolfolk, R. L. (1975). Psychophysiological correlates of meditation. *Archives of General Psychiatry*, 32(10), 1326-1333.
- Worsley, A. (1988). Personal experiences in lucid dreaming. In Gackenbach & LaBerge (Eds.), *Conscious mind, sleeping brain* (1st ed., pp. 321-341). United States: Springer US.
- Zadra, A. L., Donderi, D., & Pihl, R. O. (1992). Efficacy of lucid dream induction for lucid and non-lucid dreamers. *Dreaming*, 2(2), 85-87.

Zadra, A. L., & Pihl, R. O. (1997). Lucid dreaming as a treatment for recurrent nightmares. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 66(1), 50-55.

Zimmerman, D. W., Williams, R. H., & Zumbo, B. D. (1992). Correction of the Student t statistic for nonindependence of sample observations. *Perceptual and Motor Skills*, 75(3), 1011-1020.

**Annexe 1. L'échelle *Lucidity and Consciousness in Dreams*  
(LuCiD) Scale**

Date : \_\_\_\_\_

Code : \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_

LucCiD scale (Voss et al., 2013) – version française

Avez-vous un rappel de rêve ? Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_

Si oui, s.v.p. répondre aux questions suivantes :

		Fortement désaccord			Fortement en accord		
		1	2	3	4	5	
1.	En rêvant, j'étais conscient du fait que les choses que je vivais dans le rêve n'étaient pas réelles.	1	2	3	4	5	
2.	En rêvant, j'étais capable de me rappeler mon intention de faire certaines choses dans le rêve.	1	2	3	4	5	
3.	En rêvant, j'étais conscient que le soi que j'ai vécu dans mon rêve n'était pas le même que le soi éveillé.	1	2	3	4	5	
4.	Dans mon rêve, j'étais capable de manipuler ou contrôler les autres personnages du rêve d'une manière qui serait impossible à l'éveil.	1	2	3	4	5	
5.	En rêvant, je pensais à d'autres personnages du rêve.	1	2	3	4	5	
6.	En rêvant j'étais capable de réaliser avec succès des actions surnaturelles (comme voler ou passer à travers les murs).	1	2	3	4	5	
7.	Les émotions que j'ai vécues étaient exactement les mêmes que celles que je voudrais vivre dans une telle situation pendant l'éveil.	1	2	3	4	5	
8.	En rêvant, j'étais conscient du fait que le corps dans lequel j'ai vécu dans le rêve ne correspondait pas à mon corps réel endormi.	1	2	3	4	5	
9.	J'étais certain que les choses que je vivais dans mon rêve n'auraient aucune conséquence sur le monde réel.	1	2	3	4	5	
10.	En rêvant j'étais capable de contrôler ou changer avec succès l'environnement du rêve d'une manière qui serait impossible pendant l'éveil.	1	2	3	4	5	
11.	En rêvant, je me suis vu de l'extérieur.	1	2	3	4	5	
12.	En rêvant, je pensais à mes propres actions.	1	2	3	4	5	
13.	En rêvant, j'avais le sentiment que j'avais oublié quelque chose d'important.	1	2	3	4	5	
14.	En rêvant, j'étais capable de changer ou bouger les objets (et non les personnes) d'une manière qui serait impossible à l'éveil.	1	2	3	4	5	
15.	En rêvant je n'étais pas moi-même mais une personne complètement différente.	1	2	3	4	5	
16.	En rêvant, je me suis souvent demandé si je rêvais.	1	2	3	4	5	
17.	Les pensées que j'avais dans mon rêve étaient exactement les mêmes que celles que j'aurais dans une situation similaire pendant l'éveil.	1	2	3	4	5	
18.	En rêvant, j'avais le sentiment que je pouvais me rappeler de ma vie éveillée.	1	2	3	4	5	
19.	En rêvant, j'étais conscient du fait que les autres personnages dans mon rêve n'étaient pas réels.	1	2	3	4	5	
20.	La plupart des choses qui sont arrivées dans mon rêve auraient également pu arriver pendant l'éveil.	1	2	3	4	5	
21.	Je regardais le rêve de l'extérieur, comme sur un écran.	1	2	3	4	5	
22.	En rêvant, j'ai souvent pensé à des choses que je vivais.	1	2	3	4	5	
23.	J'étais capable d'influencer le fil de l'histoire de mes rêves à volonté.	1	2	3	4	5	
24.	En rêvant, j'étais capable de me rappeler de certains plans pour le futur.	1	2	3	4	5	
25.	En rêvant, je me sentais euphorique/optimiste.	1	2	3	4	5	
26.	En rêvant, j'avais de forts sentiments négatifs.	1	2	3	4	5	
27.	En rêvant, j'avais de forts sentiments positifs.	1	2	3	4	5	
28.	En rêvant, je me sentais très anxieux.	1	2	3	4	5	

*\*Le genre masculin, employé pour alléger le texte, désigne autant les femmes que les hommes.*

## **Annexe 2. Approbation du Comité d'éthique de la recherche du CIUSSS du Nord-de-l'Île-de-Montréal**

**APPROBATION D'UN PROJET DE RECHERCHE**

**NO DE DOSSIER DU CÉR 2016-1234**

**TITRE:** Imagerie cérébrale à haute résolution par le TEMP du sommeil paradoxal chez les patients atteints de Syndrome de Stress Post-Traumatique et Trouble de Cauchemar Sous-étude 4 : La stimulation transcrânienne par courant alternatif (TACs) : une méthode pour induire des rêves lucides et prendre contrôle sur les rêves

- Demande d'évaluation d'un projet de recherche, en date du 9 novembre 2015
- Protocole, version non datée et version 2 corrigée, non datée.
- Research proposal
- Formulaire d'information et de consentement, versions française et anglaise, en date du 9 novembre 2015
- Lettre d'octroi de fonds « Research Grant Letter of Intent », non datée
- Budget
- Lettre du directeur de recherche de l'étudiante, en date du 6 novembre 2015
- Lettre politique de gestion de la banque de données et FIC, en date du 6 novembre 2015
- Questionnaires, versions française et anglaise : Renseignements démographiques (Demo), ASTA (27 juin 2006), BDI-II, QTSR-abrégé, Le Questionnaire des frontières (version abrégée), IQSP 1.0, SCL-90R, Questionnaire de détresse associée aux cauchemars, Histoire des cauchemars, Le Questionnaire des Rêves Typiques, Lucid dream frequency (Schredl et Erlacher, 2004), Lucid scale (Voss et al., 2013), Métacognitive, Affective, Cognitive Experiences (MACE) (Kahan & LaBerge, 1996), Subjective Experiences Rating Scale (SERS) (Kahan & LaBerge, 1996)
- Feuillelet d'instruction pour l'Agenda de sommeil et de rêves, versions française et anglaise
- Feuille d'instruction sur les signaux en cas de rêves lucides, versions française et anglaise
- Affiche pour le recrutement, versions française et anglaise
- Entrevue téléphonique pour le recrutement, versions française et anglaise
- Participation à une étude sur les rêves en laboratoire, versions française et anglaise (info sujets localisation)
- Lettre pour les modifications demandées, en date du 7 janvier 2016
- Cadre de gestion « banque de données RÊVE pour la recherche sur le sommeil et les rêves, en date du 7 janvier 2016 et version corrigée, française et anglaise, en date du 1<sup>er</sup> février 2016

**LIEU :** Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Nord-de-l'île-de Montréal - Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal (HSCM), 5400 boul. Gouin Ouest, Montréal (Québec) H4J 1C5

**CHERCHEUR(S) :** **Tore Nielsen, Ph. D.**, Julie Carrier, Ph. D., Cloé Blanchette-Carrière, étudiante à la maîtrise au département de sciences biomédicales

**PROVENANCE DES FONDS :** IRSC, International Association for the Study of Dreams/Dream Science Foundation

**PROBLÉMATIQUE et OBJECTIF DE L'ÉTUDE :** Le premier objectif est de valider si la TACs permet d'induire des rêves lucides, et ce, à la fois chez les individus qui ont déjà rapporté un rêve lucide (RL) et chez ceux qui n'en n'ont jamais rapporté (CTL). L'hypothèse est que la TACs utilisée avec de nouveaux paramètres d'utilisation induira des rêves lucides signalés en temps réel chez les participants RL, tandis qu'elle augmentera la conscience de soi et le contrôle dans les rêves chez les participants RL et CTL, et induira possiblement des rêves lucides chez cette population contrôle.

**TYPE DE RECHERCHE :** Sous-étude (2011-658), fondamentale, banque

**NOMBRE DE SUJETS RECRUTÉS À L'HSCM :** 60

**CONSÉQUENCES ÉTHIQUES :** Liberté de participer : Oui      Consentement éclairé : Oui  
Confidentialité : Oui      Liberté d'en sortir sans contrainte : Oui

**FORMULAIRE DE CONSENTEMENT :**

Requis: Oui      Versions française et anglaise datées du 14 décembre 2015 -  
approuvées

**TITRE:** Imagerie cérébrale à haute résolution par le TEMP du sommeil paradoxal chez les patients atteints de Syndrome de Stress Post-Traumatique et Trouble de Cauchemar Sous-étude 4 : La stimulation transcrânienne par courant alternatif (TACs) : une méthode pour induire des rêves lucides et prendre contrôle sur les rêves

---

**DATE DE L'APPROBATION DU PROJET :** 2 février 2016

**DATE DE L'ÉTUDE PAR LE COMITÉ :** Le 14 décembre 2015 (séance plénière)

- 17 novembre 2016 (renouvellement accepté du 14 décembre 2016 au 14 décembre 2017)
- 20 mars 2017 (Modification au protocole, en date du 6 mars 2017. Modification au formulaire d'information et de consentement, versions française et anglaise, en date du 6 mars 2017. Ajout à l'équipe de recherche)
- 15 mars 2018 (renouvellement accepté rétroactivement au 14 décembre 2017 jusqu'au 14 décembre 2018)

**MEMBRES DU COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE DU CIUSSS DU NORD-DE-L'ÎLE-DE-MONTRÉAL  
AVIS FAVORABLE :**

Mme Élodie Petit, personne spécialisée en éthique, présidente  
Mme Isabelle Larouche, scientifique non-médecin, vice-présidente  
Me Marie Boivin, juriste  
Mme Christine Grou, personne spécialisée en éthique  
Dr Yvan Pelletier, scientifique médecin  
Dr Marcio Stürmer, scientifique médecin  
Dre Jadranka Spahija, scientifique non-médecin  
Mme Henriette Bourassa, membre non affilié représentant la collectivité  
Mme Andrée Leboeuf, membre non affilié représentant la collectivité



---

Élodie Petit

**N.B. :** Le Comité d'éthique de la recherche du CIUSSS du Nord-de-l'Île-de-Montréal poursuit ses activités en accord avec *Les bonnes pratiques cliniques (Santé Canada)* et tous les règlements applicables

- La composition de ce comité d'éthique pour la recherche satisfait aux exigences pertinentes prévues dans le titre 5 de la partie C du *Règlement sur les aliments et drogues*;
- Le comité d'éthique pour la recherche exerce ses activités d'une manière conforme aux Bonnes pratiques cliniques;
- Le comité d'éthique de la recherche a examiné et approuvé le formulaire de consentement éclairé et le protocole pour l'essai qui sera mené par le chercheur qualifié susmentionné au lieu d'essai indiqué. L'approbation et les opinions du présent comité ont été consignées par écrit.
- FWA 00003146

**Cette approbation est valable pour une période d'un an seulement. Une demande de renouvellement doit être faite après cette période.**

## **Annexe 3. Entrevue téléphonique pour le recrutement**

Vos réponses aux questions qui suivent serviront à vérifier votre éligibilité pour l'étude. Vos réponses demeurent confidentielles. L'entrevue demande environ 10-15 minutes à compléter. Si vous avez des questions, n'hésitez pas à m'interrompre à n'importe quel moment.

NOM : _____	PRÉNOM : _____	ÂGE : _____
DATE DE NAISSANCE : _____ (JJ – MM – AAAA)	MAIN DOMINANTE : _____ <i>main avec laquelle vous écrivez</i>	
CONTACT : (préférence = <input checked="" type="checkbox"/> )		
Maison : _____ <input type="checkbox"/>		
Travail : _____ <input type="checkbox"/>	Cell: _____ <input type="checkbox"/>	
	Email: _____ <input type="checkbox"/>	

1. En moyenne, combien de rêves vous souvenez-vous par semaine (#/sem)? \_\_\_\_\_
2. Depuis combien de temps avez-vous un tel rappel de rêves ? \_\_\_\_\_
3. À quelle fréquence écrivez-vous vos rêves (# fois/semaine, /mois ou /année) ? \_\_\_\_\_
4. Combien de mauvais rêves (rêves négatifs ou désagréables mais qui ne vous réveillent pas) faites-vous par semaine (# fois/semaine, /mois ou /année)? \_\_\_\_\_ (si plus de 1/mois, continuez...)
 

Quand on commencé vos mauvais rêves? \_\_\_\_\_

Comment décririez-vous l'ANXIÉTÉ que vous ressentez lorsque vous avez des mauvais rêves?  
échelle de 1 à 9; 1 (pas du tout), 5 (moyennement) et 9 (énormément) \_\_\_\_\_

Est-ce que vos mauvais rêves ont des thèmes récurrents? Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_

Si oui, lesquels? \_\_\_\_\_
5. Combien de cauchemars (rêves négatifs ou désagréables qui vous réveillent) faites-vous par semaine (# fois/semaine, /mois ou /année) ? \_\_\_\_\_ (si plus de 1/mois, continuez...)
 

Quand on commencé vos cauchemars? \_\_\_\_\_

Comment décririez-vous l'ANXIÉTÉ que vous ressentez lorsque vous avez des cauchemars?  
échelle de 1 à 9; 1 (pas du tout), 5 (moyennement) et 9 (énormément) \_\_\_\_\_

Est-ce que vos cauchemars ont des thèmes récurrents? Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_

Si oui, lesquels? \_\_\_\_\_
6. Avez-vous déjà fait un rêve lucide? (*être conscient d'être en train de rêver pendant le rêve*) Oui \_\_\_\_\_  
Non \_\_\_\_\_
 

Si oui, à quelle fréquence? (# fois/semaine, /mois ou /année) \_\_\_\_\_

Pouvez-vous décrire l'expérience?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_
7. Vous réveillez-vous parfois avec un sentiment de peur ou de panique, sans nécessairement avoir un rappel clair du rêve survenu avant votre réveil ? (terreur nocturne)  
Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_

8. Vous êtes-vous déjà senti(e) incapable de bouger ou paralysé au moment de la transition entre l'éveil et le sommeil, ceci est-il parfois accompagné d'hallucinations visuelles ou auditives ? (paralysie du sommeil)

Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_

Si oui, combien de fois par semaine (# fois/semaine, /mois ou /année) ? \_\_\_\_\_

Quand était le dernier épisode ? : \_\_\_\_\_

Pouvez-vous décrire l'expérience :

---

---

---

9. Pendant un épisode de sommeil, avez-vous déjà senti la présence vivide ou intense de quelqu'un ou quelque chose dans votre chambre alors qu'il n'y avait personne? (paralysie du sommeil)

Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_

Si oui, combien de fois par semaine (mois ou année) ? \_\_\_\_\_

À quand remonte le dernier épisode ? : \_\_\_\_\_

10. Avez-vous déjà eu des visions ou des hallucinations lorsque vous vous réveillez le matin, et que vous savez que vous n'êtes pas endormi(e) ? (paralysie du sommeil)

Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_

Si oui, combien de fois par semaine (# fois/semaine, /mois ou /année) ? \_\_\_\_\_

11. Pendant que vous êtes éveillé(e), avez-vous déjà eu des faiblesses musculaires soudaines ou même des paralysies de courte durée (une incapacité de bouger) en riant, en vous fâchant, ou si l'émotion est forte ? (narcolepsie) Souvent \_\_\_\_\_ Rarement \_\_\_\_\_ Une fois \_\_\_\_\_ Jamais \_\_\_\_\_

12. Vous êtes-vous déjà accidentellement endormi(e) dans des situations où vous étiez tendu(e) ou stressé(e), par exemple, conduire une voiture ou lors d'un examen, même si vous aviez eu une quantité adéquate de sommeil la nuit ? (narcolepsie)

Souvent \_\_\_\_\_ Rarement \_\_\_\_\_ Une fois \_\_\_\_\_ Jamais \_\_\_\_\_

13. Avez-vous déjà eu des épisodes de somnambulisme ou des épisodes dans lesquelles vous bougiez beaucoup dans votre sommeil, ou est-ce que votre conjoint(e) ou un membre de votre famille vous a déjà dit que vous aviez de telles épisodes ? Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_

Si oui, à quel moment ? : Enfant \_\_\_\_\_ Adolescent(e) \_\_\_\_\_ Adulte \_\_\_\_\_

14. Avez-vous déjà eu des épisodes de somniloquie ou des épisodes dans lesquelles vous parliez dans votre sommeil, ou est-ce que votre conjoint(e) ou un membre de votre famille vous a déjà dit que vous aviez de telles épisodes ? Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_ (somniloquie)

15. Combien d'heures de sommeil dormez-vous par nuit la semaine (travail/étude) ? \_\_\_\_\_

16. Combien d'heures de sommeil dormez-vous par nuit pendant vos jours de congé ? \_\_\_\_\_

17. Quelle est la qualité de votre sommeil en général ? \_\_\_\_\_ (bonne, moyenne, mauvaise)

18. Avez-vous un horaire de sommeil régulier ? \_\_\_\_\_

Horaire typique: \_\_\_\_\_ Heure du coucher : \_\_\_\_\_ Heure du lever : \_\_\_\_\_

19. Méditez-vous de façon régulière? Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_  
 Si oui, à quelle fréquence? \_\_\_\_\_ (min) par \_\_\_\_\_ (jour, mois, année)  
 Depuis quand? \_\_\_\_\_ (semaines, mois, années)  
 Quelle école de méditation? \_\_\_\_\_  
 Si Vipassana, combien de cours de 10 jours avez-vous fréquentés? \_\_\_\_\_  
 Quand était la première fois? \_\_\_\_\_ (date); la dernière fois? \_\_\_\_\_
20. Quelle quantité d'alcool consommez-vous en moyenne par semaine ? \_\_\_\_\_
21. À quelle fréquence consommez-vous des drogues ? \_\_\_\_\_ fois / semaine (ou fois/mois, fois/année)  
 Quelle drogue ? \_\_\_\_\_  
 Quelle quantité ? \_\_\_\_\_
22. Combien de cigarettes fumez-vous par jour? \_\_\_\_\_  
 Vous réveillez-vous la nuit pour fumer ? Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_
23. Combien de caféine consommez-vous par jour (tasses, verres, portions) ?  
 Thé \_\_\_\_\_ Cola \_\_\_\_\_ Boissons énergisantes \_\_\_\_\_  
 Café \_\_\_\_\_ Chocolat \_\_\_\_\_ (Red Bull, NOS, Rockstar, etc.)
24. Quelle est votre occupation actuelle (travail - études - autre) ? \_\_\_\_\_  
 Nombre d'heures de travail par semaine? \_\_\_\_\_
25. Avez-vous des enfants (#)? \_\_\_\_\_  
 (si oui) Ils ont quel âge? \_\_\_\_\_  
 Est-ce qu'ils sont encore à la maison (enfant âge adulte)? \_\_\_\_\_
26. Avez-vous subi un décalage horaire durant les trois derniers mois ? Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_
27. Avez-vous travaillé de nuit au cours des trois derniers mois ? Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_
28. Avez-vous eu de la mortalité dans votre famille ou vos proches dans les 6 derniers mois ?  
 Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_
29. Avez-vous eu un traumatisme (peu importe le type) dans les 6 derniers mois ? Oui \_\_\_ Non \_\_\_  
 Si oui, veuillez SVP décrire :  
 \_\_\_\_\_
30. **Les prochaines questions concernent votre santé :**  
 Grandeur : \_\_\_\_\_ Poids : \_\_\_\_\_ Tour de taille : \_\_\_\_\_  
 Y a-t-il eu des évènements majeurs dans votre vie au cours de la dernière année? (ex. : fin d'une relation, décès dans la famille, difficulté à l'école)  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- Avez-vous eu un rhume ou une grippe dans les 12 derniers mois ?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- Avez-vous eu une anesthésie générale ou chirurgie dans la dernière année?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Souffrez-vous présentement ou avez-vous déjà souffert de :**

- Allergies – si oui, lesquelles : \_\_\_\_\_
- Médications pour allergies : \_\_\_\_\_

**Cardio-vasculaire**

- Attaque cardiaque
- Blocage cardiaque
- Conduction cardiaque lente
- Arrêt cardiaque
- Basse pression/Haute pression
- Autre \_\_\_\_\_

**Neurologique**

- Attaque d'apoplexie
- Parkinson
- Sclérose en plaques
- Traumatisme crânien avec perte de conscience
- Épilepsie/convulsions
- Autre \_\_\_\_\_

**Problèmes généraux**

- Diabète
- Cholestérol
- Glaucome
- Reins
- Asthme, maladie respiratoire
- Maladie infectieuse/maladie transmise sexuellement
- Problème thyroïdien
- Troubles glande surrénale
- Lupus
- Ulcères
- Maladie inflammatoire intestinale (ex. : maladie de Crohn, colite ulcéreuse)
- Syndrome du colon irritable
- Autre \_\_\_\_\_

**Problèmes psychiatriques (présent / passé ou famille 1<sup>e</sup> niveau)**

- Dépression
- Trouble bipolaire
- Trouble d'anxiété
- Schizophrénie
- Abus drogues / alcool
- Démence
- Autre \_\_\_\_\_

**31. Prenez-vous des médicaments? Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_**

- Contraceptifs (pilules, patch, stérilet, injection, ...)
- Neuroleptiques (thorazine, haldol, largactil, clozaril)
- Anti-dépresseurs (pour trouble de sommeil, SPM, cessation de fumer, migraine, ...)

- Anxiolytiques (prozac, Paxil, Pexeva, Zoloft, Effexor, Wellbutrin)
- Glucocorticoïdes/stéroïdes (crèmes, vaporisateur nasal, pompes asthme, cortisone, prednisone, flonase...)
- Minéralocorticoïdes
- Anti-épileptiques
- Sédatifs (Diazepam, Ativan, Valium)
- Médicaments pour le cholestérol
- Antihistaminiques
- Anti-inflammatoires
- Autre (\_\_\_\_\_)

**Pour les FEMMES seulement :**

Type de contraceptif : \_\_\_\_\_

Marque du contraceptif : \_\_\_\_\_

Combien de milligrammes : \_\_\_\_\_

Couleur de la pilule? \_\_\_\_\_

Date de dernière menstruation : \_\_\_\_\_ ( Jour – Mois – Année)

Ménopause? À quel âge?: \_\_\_\_\_

32. Avez-vous accès à un ordinateur avec accès internet à la maison ? Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_

33. Seriez-vous d'accord pour remplir un journal de rêves et des questionnaires ?  
Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_

34. Seriez-vous d'accord pour venir dormir en laboratoire ? Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_

35. On parle de gens « du matin » (ou « lève-tôt ») et gens « du soir » (ou « couche-tard »). Dans quelle catégorie vous rangez-vous?

- Nettement parmi les « gens du matin »
- Plutôt parmi les « gens du matin » que parmi les « gens du soir »
- Plutôt parmi les « gens du soir » que parmi les « gens du matin »
- Nettement parmi les « gens du soir »

36. À quel heure de la journée vous sentez-vous « à votre meilleur »? (Faites une croix dans une case)

Minuit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
a.m.						midi						p.m.											

37. Quelle est votre adresse actuelle ? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

38. Si vous connaissez une personne qui serait intéressée à participer à l'une de nos études, veuillez lui donner nos coordonnées :

- 1) Tyna Paquette.....Tél. : 514-338-2222 p.3761
- 2) Boîte vocale de recrutement...Tél. : 514-338-2222 p.2783
- 3) Toré Nielsen.....Tél. : 514-338-2222 p.3350

39. Pouvons-nous vous recontacter au besoin pour vérifier si une autre étude du Centre d'étude du sommeil pourrait vous intéresser ? Ceci implique que l'on conserve votre nom et votre numéro de téléphone dans notre « Banque de Sujets » (Elle est confidentielle)? Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_

**Infos supplémentaires (au besoin) :**

C'est une base de données sécurisée, seulement le Laboratoire des rêves pourra vous contacter, ou quelqu'un mandaté par le Laboratoire des rêves. On ne partage pas nos listes de sujets avec aucune compagnie.

Si le sujet répond aux critères de l'étude et est intéressé à participer, vérifier ses préférences/disponibilités pour la partie labo du projet : (encercler les jours qui l'intéresse)

Dimanche      Lundi      Mardi      Mercredi      Jeudi      Vendredi      Samedi

**Semaine(s) de disponibilité :** \_\_\_\_\_ **(indiquer les dates ici)**

Si le sujet vient au labo, prendre tout de suite les renseignements suivant :

Personne à contacter en cas d'urgence :

Nom : \_\_\_\_\_ Lien : \_\_\_\_\_

Tel. : ( \_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

( \_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Nom de l'interviewer : \_\_\_\_\_ Date de l'entrevue : \_\_\_\_\_ Étude ciblée \_\_\_\_\_

Ce sont toutes les questions que nous avons à vous poser, est-ce que vous avez des questions au sujet de l'étude?

## **Annexe 4. Annonce de recrutement**



## **Annexe 5. Formulaire d'information et de consentement**

## FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT <sup>(2)</sup> POUR LA TACS

<b>Titre du projet :</b> (en français)	<b>Imagerie cérébrale à haute résolution par le TEMP du sommeil paradoxal chez les patients atteints de Syndrome de Stress Post-Traumatique et Trouble de Cauchemar</b>
	<b>Sous-étude 4 : La stimulation transcrânienne par courant alternatif (TACS) : une méthode pour induire des rêves lucides et prendre contrôle sur les rêves.</b>
<b>Chercheur responsable :</b>	<b>Tore Nielsen, Ph. D., psychologie</b> Professeure titulaire, département de psychiatrie de l'Université de Montréal Centre d'études avancées en médecine du sommeil (CÉAMS) du Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Nord-de-l'Île-de-Montréal (CIUSSS) – Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal (HSCM) Téléphone: (514) 338-2222 p. 3350
<b>Co-chercheuse :</b>	<b>Julie Carrier, Ph. D., psychologie</b> Professeure titulaire, département de psychologie de l'Université de Montréal Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal Centre d'études avancées en médecine du sommeil (CÉAMS) CIUSSS du Nord-de-l'Île-de-Montréal – Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal (HSCM) Téléphone: (514) 338-2222 p. 3124
<b>Étudiante :</b>	<b>Cloé Blanchette-Carrière, étudiante à la M.sc.</b> Département de psychiatrie de l'Université de Montréal Centre d'études avancées en médecine du sommeil (CÉAMS) CIUSSS du Nord-de-l'Île-de-Montréal – Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal (HSCM) Téléphone: (514) 338-2222 p. 3013
<b>Organisme subventionnaire :</b>	<b>Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC) (subvention du programme)</b> International Association for the Study of Dreams/Dream Science Foundation (subvention du projet)

---

<sup>2</sup> L'expression participant couvre la notion de participant à un projet de recherche. Le genre masculin, employé pour alléger le texte, désigne autant les femmes que les hommes.

## **PRÉAMBULE**

Nous sollicitons votre participation à un projet de recherche. Cependant, avant d'accepter de participer à ce projet et de signer ce formulaire d'information et de consentement, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles au chercheur responsable du projet ou aux autres membres du personnel affecté au projet de recherche et à leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair.

Une participation simultanée à plusieurs études pourrait vous être préjudiciable. Si vous participez déjà à d'autres études, veuillez en informer le chercheur.

## **NATURE ET OBJECTIFS DU PROJET DE RECHERCHE**

L'objectif principal de cette étude est de valider un protocole de stimulation transcrânienne par courant alternatif (TACs) pendant le sommeil pour favoriser la production de rêves lucides (rêve dans lequel on est conscient que l'on rêve). Nous voulons évaluer ce protocole de stimulation en sommeil chez des rêveurs lucides, des sujets contrôles et des individus avec cauchemars fréquents. Pour s'assurer que la TACs induise des rêves lucides, nous demanderons aux participants qui expérimenteront des rêves lucides de nous signaler pendant leur sommeil avec une séquence de mouvements des yeux préétablie. Les résultats de cette étude permettront possiblement d'appliquer cette technique chez les individus qui font des cauchemars fréquents afin qu'ils aient un plus grand contrôle sur leurs cauchemars et qu'ils puissent changer le contenu de ces rêves terrifiants.

Pour ce faire, un total de 60 participants, hommes et femmes francophones et anglophones, âgés de 18 à 35 ans et en bonne santé physique et mentale participeront à l'étude. Ils seront recrutés grâce à des affiches placées sur les babillards universitaires et ceux du CIUSSS du Nord-de-l'Île-de-Montréal - Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal, sur les sites web du Centre d'études avancées en médecine du sommeil et du Laboratoire des rêves et cauchemars ainsi qu'avec des annonces dans des journaux locaux. Trois groupes de participants seront formés : un groupe de rêveurs lucides (RL; n=20), un groupe contrôle qui n'a jamais fait de rêve lucide (CTL; n=20) et un groupe avec cauchemars fréquents, soit 2 cauchemars ou mauvais rêves par semaine lors des 6 dernier mois (TCM; n=20).

## **DÉROULEMENT DU PROJET DE RECHERCHE**

Avant de participer, vous devrez répondre à une entrevue téléphonique pour vérifier votre admissibilité au projet de recherche. Si vous êtes admissible et que vous décidez de participer à ce projet de recherche, nous vous demanderons de remplir un agenda de sommeil et de rêves à la maison pendant 18 jours au total, de remplir des questionnaires sur votre sommeil et vos rêves et de faire deux siestes le matin (espacées d'une semaine) au Laboratoire des rêves et cauchemars du Centre d'études avancées en médecine du sommeil du CIUSSS du Nord-de-l'Île-de-Montréal - Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal. Au total, la

durée prévue de votre participation au projet de recherche est de 18 jours et la durée totale du projet est de 36 mois.

### **Visite 1 (HSCM) – durée maximale de la visite - 5 heures :**

Votre arrivée est prévue pour 8 h au Laboratoire des rêves et cauchemars (HSCM). À votre arrivée, vous remplirez des questionnaires qui devraient vous prendre entre 30 minutes et 1 heure à compléter. Par la suite, on procèdera à la pose des électrodes : ceci prend également entre 30 minutes et 1 heure à compléter. Chaque sieste sera d'une durée approximative de 90 minutes. Il y a deux interventions lors de l'enregistrement des siestes : l'une sera une intervention expérimentale pendant laquelle la TACs sera activée; et l'autre sera une intervention contrôle pendant laquelle la TACs ne sera pas activée (l'ordre de l'intervention de la première sieste sera déterminé de façon aléatoire (chance); l'autre intervention sera faite lors de la sieste de la semaine suivante). Tous les mêmes instruments seront utilisés lors de l'intervention contrôle mais l'appareil de TACs ne sera pas en marche. Vous ne saurez pas laquelle des interventions (expérimentale ou contrôle) est administrée pendant vos siestes, mais après que votre participation sera terminée, nous vous informerons de quelle sieste comportait la stimulation TAC et laquelle n'en comportait pas. Après chaque sieste, vous devrez répondre à l'agenda téléphonique de sommeil et de rêves ainsi qu'à trois questionnaires : ceci prend environ 20 minutes à compléter.

### **Agenda de sommeil et de rêves à domicile :**

Chaque matin pour un total de 18 matins consécutifs, on vous demandera de téléphoner à notre système de boîte vocale qui vous posera des questions spécifiques concernant votre sommeil et vos rêves. Votre premier agenda devra être fait le matin de votre première visite au laboratoire. Ceci prendra entre 5 et 15 minutes chaque matin à votre réveil. Le but de ceci est de vérifier si vous avez un horaire de sommeil/éveil régulier et d'évaluer vos rêves durant la période de l'étude.

### **Information sur la stimulation transcrânienne par courant alternatif (TACs) :**

La stimulation transcrânienne par courant alternatif (TACs) est une technique de stimulation électrique utilisée dans plusieurs recherches depuis plus de 10 ans. La TACs consiste à appliquer un léger courant électrique sur la tête de façon non invasive grâce à des électrodes temporairement collées sur la tête. Elle permet de modifier légèrement votre vigilance et votre sommeil. La TACs est fréquemment utilisée à l'éveil pour moduler subtilement la réponse du cerveau à différents stimuli. Des essais thérapeutiques ont d'ailleurs montré que l'utilisation de la TACs permet d'accélérer la récupération de la conscience auprès de certains patients ayant été dans un état comateux. L'intensité de la stimulation utilisée dans le cadre du projet actuel a été évaluée et utilisée dans d'autres études. Il s'agit d'une utilisation sécuritaire, respectant les recommandations du guide d'utilisation de la TACs pour des paramètres sécuritaires.

Lors de chacune des visites au laboratoire, peu de temps après votre arrivée, quatre électrodes de stimulation seront temporairement collées sur votre tête grâce à une pâte et un gel conducteur. Les électrodes seront reliées à l'appareil de stimulation, qui lui, se

retrouvera à l'extérieur de la chambre à coucher et sera contrôlé par l'expérimentateur. La TACs sera appliquée pendant une de vos siestes lors de l'intervention expérimentale (et non lors de l'intervention contrôle). Lors de la stimulation, les électrodes induiront un léger courant électrique à la surface de votre crâne pour moduler certaines régions du cerveau. Il est possible que ceci génère une légère sensation de picotement dans les 10 premières secondes et 10 dernières secondes. Toutefois, il est probable que vous ne ressentiez pas de tels effets.

### **Information sur l'enregistrement polysomnographique du sommeil :**

L'enregistrement polysomnographique de votre sommeil est réalisé en laboratoire. Ceci permet d'enregistrer plusieurs mesures physiologiques afin d'identifier les stades de sommeil et les troubles du sommeil. Pendant votre sommeil, l'activité électrique de votre cerveau sera enregistrée par des électrodes (petits disques en métal sans aiguille) qui seront temporairement collées sur votre tête. Des électrodes seront aussi posées sur votre visage, votre jambe dominante et votre bras dominant afin d'enregistrer les mouvements de vos yeux et votre activité musculaire. On enregistrera votre rythme cardiaque à l'aide d'électrodes installées sur votre corps. Les électrodes seront collées à l'aide d'une pâte conductrice soluble à l'eau et d'un ruban adhésif médical hypoallergène.

Pendant les siestes, vous dormirez dans une chambre privée qui vous permet de communiquer avec les membres de notre équipe à tout moment. Votre sommeil sera enregistré sur DVD. Avec votre autorisation, des extraits vidéo et/ou audio de votre sommeil et de vos rappels de rêves pourront être utilisés à des fins d'enseignement médical ou présentés lors de conférences scientifiques. Ces enregistrements seront conservés dans des filières barrées dans le Laboratoire des rêves et cauchemars. Votre visage sera brouillé masquant votre identité. Ils seront détruits 10 ans après la fin de l'étude.

### **Visite 2 (HSCM) – durée maximale de la visite - 5 heures :**

Une semaine après votre première visite au laboratoire, vous reviendrez au Laboratoire des rêves et cauchemars (HSCM) pour votre deuxième et dernière visite. Les mêmes procédures que pour la première visite seront répétées (sauf les questionnaires à remplir avant la sieste) : pose d'électrodes, sieste, agenda de sommeil et de rêves et questionnaires après la sieste. L'intervention qui n'aura pas été administrée lors de la première visite sera appliquée lors de cette deuxième visite.

De plus, si vous acceptez de participer au volet Biobanque CÉAMS, vous remplirez un court questionnaire et aurez un prélèvement sanguin (50 ml).

### **COLLABORATION DU SUJET AU PROJET DE RECHERCHE**

Les journées où vous viendrez au Laboratoire des rêves et cauchemars du Centre d'études avancées en médecine du sommeil, évitez de boire des boissons ou de manger des aliments qui contiennent de la caféine 12 heures avant les siestes et de boire de l'alcool 24 heures avant les siestes.

## **RISQUES ASSOCIÉS AU PROJET DE RECHERCHE**

L'enregistrement du sommeil ne comporte aucun risque sauf la possibilité d'une irritation temporaire de la peau aux sites des électrodes; celles-ci sont des petits disques de métal (et non pas des aiguilles) collés au cuir chevelu, au visage, sur la jambe et le bras, sous les clavicules et l'abdomen.

Les précautions de sécurité recommandées pour l'utilisation de la TACs seront respectées par les expérimentateurs. Chez certains individus, la TACs peut induire certains effets secondaires. Les effets secondaires ressentis rarement sont :

- un léger mal de tête
- se sentir endormi
- une sensation de démangeaison sur la peau là où étaient situées les électrodes
- une petite sensation de brûlure sur la peau là où étaient situées les électrodes
- des rougeurs sur la peau là où étaient situées les électrodes.

Notons que ces effets ont été rapportés également à travers des groupes de stimulation (intervention expérimentale) et des interventions sans stimulation (intervention contrôle).

*Si vous acceptez de participer à la Biobanque CÉAMS :* Il existe certains risques physiques associés à la collecte des matières biologiques. Par exemple, bien que les tests sanguins ne causent pas de problème grave pour la plupart des gens, ils peuvent causer des étourdissements, des saignements, des ecchymoses (bleus), des malaises, une infection, de l'inconfort physique ou de la douleur au point de piqûre.

## **INCONVÉNIENTS ASSOCIÉS AU PROJET DE RECHERCHE**

1. Votre sommeil en laboratoire pourrait être d'une moins bonne qualité qu'à la maison.
2. Votre peau pourrait être irritée suite à l'application des électrodes.
3. Le gel abrasif et la crème utilisés sur votre peau peuvent laisser un résidu qui pourra être enlevé au laboratoire et chez vous (avec du savon et de l'eau).
4. Si vous acceptez de participer à la Biobanque CÉAMS : la prise de sang peut causer des étourdissements, des saignements, des ecchymoses (bleus), des malaises, une infection, de l'inconfort physique ou de la douleur au point de piqûre.

## **AVANTAGES**

Vous ne retirerez aucun bénéfice personnel de votre participation à ce projet de recherche. Toutefois, les résultats obtenus pourraient contribuer à l'avancement des connaissances sur le sommeil, les rêves et la conscience et pourraient mener à de meilleurs traitements dans le futur.

## **PARTICIPATION VOLONTAIRE ET POSSIBILITÉ DE RETRAIT**

Votre participation à ce projet de recherche est volontaire. Vous êtes donc libre de refuser d'y participer. Vous pouvez également vous retirer de ce projet à n'importe quel moment,

sans avoir à donner de raisons, en faisant connaître votre décision au chercheur responsable du projet ou à l'un des membres du personnel affecté au projet.

Le chercheur responsable du projet de recherche, le comité d'éthique de la recherche du CIUSSS du Nord-de-l'Île-de-Montréal - Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal ou l'organisme subventionnaire peuvent mettre fin à votre participation, sans votre consentement, si de nouvelles découvertes ou informations indiquent que votre participation au projet n'est plus dans votre intérêt, si vous ne respectez pas les consignes du projet de recherche ou s'il existe des raisons administratives d'abandonner le projet.

Si vous vous retirez ou êtes retiré du projet, l'information déjà obtenue dans le cadre de ce projet sera conservée aussi longtemps que nécessaire pour assurer votre sécurité et aussi celles des autres participants et rencontrer les exigences réglementaires.

Toute nouvelle connaissance acquise durant le déroulement du projet qui pourrait affecter votre décision de continuer d'y participer vous sera communiquée sans délai verbalement et par écrit.

## **CONFIDENTIALITÉ**

Durant votre participation à ce projet, le chercheur responsable ainsi que son personnel recueilleront et consigneront dans un dossier de recherche les renseignements vous concernant. Seuls les renseignements nécessaires pour répondre aux objectifs scientifiques de ce projet seront recueillis.

Ces renseignements peuvent comprendre les résultats de tous les tests et procédures que vous aurez à subir durant ce projet. Votre dossier peut aussi comprendre d'autres renseignements tels que votre nom, votre sexe, votre date de naissance et votre origine ethnique.

Tous les renseignements recueillis demeureront strictement confidentiels dans les limites prévues par la loi. Afin de préserver votre identité et la confidentialité des renseignements, vous ne serez identifié que par un numéro de code. La clé du code reliant votre nom à votre dossier de recherche sera conservée par le chercheur responsable.

Le chercheur responsable du projet utilisera les données à des fins de recherche dans le but de répondre aux objectifs scientifiques du projet décrits dans le formulaire d'information et de consentement. Ces données seront conservées pendant 10 ans par le chercheur responsable.

Avec votre autorisation, vos données (entrevue téléphonique de recrutement, questionnaires, agenda de sommeil et des rêves, verbatim des rêves) et vos enregistrements de sommeil pourront être conservés dans une banque de données confidentielle pour la recherche sur le sommeil. Si vous le désirez, vous pouvez obtenir une copie de la politique de gestion de cette banque de données. Les données seront codées (c'est-à-dire qu'un code permettra de relier les données au nom du participant dans le laboratoire d'accueil) en leur assignant un code spécifique afin de protéger leur confidentialité. Le décodage pourra être fait que par les chercheurs principaux ou par une personne déléguée par ces derniers. Les

données pourraient être partagées avec d'autres chercheurs dans le cadre d'ententes de recherche spécifiques et ce, même à l'extérieur du CÉAMS (collaborateurs du Laboratoire des rêves et cauchemars). Dans ce cas particulier, les données envoyées seraient complètement dénominalisées pour s'assurer que la confidentialité soit respectée.

Les données pourront être publiées dans des revues spécialisées ou faire l'objet de discussions scientifiques, mais il ne sera pas possible de vous identifier.

À des fins de surveillance et de contrôle, votre dossier de recherche, s'il y a lieu, pourra être consulté par une personne mandatée par le comité d'éthique de la recherche de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal ou par une personne mandatée par des organismes publics autorisés. Toutes ces personnes et ces organismes adhèrent à une politique de stricte confidentialité.

À des fins de protection, notamment afin de pouvoir communiquer avec vous rapidement, vos noms et prénoms, vos coordonnées et la date de début et de fin de votre participation au projet seront conservés pendant un an après la fin du projet dans un répertoire à part maintenu par le chercheur responsable.

#### **FINANCEMENT DU PROJET DE RECHERCHE**

Le chercheur responsable du projet a reçu une compensation de d'organismes subventionnaires pour mener à bien ce projet de recherche. Ces organismes sont les Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC) et le « International Association for the Study of Dreams/Dream Science Foundation » (IASD/DSF).

#### **INDEMNISATION EN CAS DE PRÉJUDICE ET DROITS DU PARTICIPANT**

Si vous deviez subir quelque préjudice que ce soit dû à votre participation au projet de recherche, vous recevrez tous les soins et services requis par votre état de santé, sans frais de votre part.

En acceptant de participer à ce projet, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs, les Instituts de recherche en santé du Canada ou l'établissement de leur responsabilité civile et professionnelle.

#### **COMPENSATION**

Vous recevrez une somme totale de 190 \$ en compensation des frais encourus et des contraintes subies. Si vous vous retirez ou si vous êtes retiré du projet avant qu'il ne soit complété, vous recevrez un montant proportionnel à votre participation. Vous recevrez cette compensation par courrier, qui est répartie de la façon suivante :

Agenda de sommeil et de rêves	5\$ par jour (maximum de 90\$)
Visite en laboratoire avec siestes et questionnaires	50\$ par visite (maximum de 100\$)

De plus, nous rembourserons les frais de déplacement (stationnement de l'Hôpital ou transport en commun) lors de votre visite à l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal.

Lors de chacun de vos séjours au laboratoire, une collation vous sera servie le matin et nous vous remettrons un coupon de repas gratuit (valeur maximale de 8 \$) à la cafétéria de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal après votre sieste.

### **IDENTIFICATION DES PERSONNES-RESSOURCES**

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche ou si vous éprouvez un problème que vous croyez relié à votre participation au projet de recherche, vous pouvez communiquer avec le chercheur responsable du projet de recherche, **Monsieur Tore Nielsen, Ph.D., au numéro suivant : 514-338-2222 poste 3350.**

Vous pouvez également communiquer avec l'un des membres de l'équipe de recherche ou chercheur impliqués dans ce projet:

<b>Dre Julie Carrier (co-chercheuse) :</b>	<b>Téléphone : (514) 338-2222 p. 3124</b>
<b>Cloé Blanchette-Carrière (étudiante à la maîtrise) :</b>	<b>Téléphone : (514) 338-2222 p. 3013</b>
<b>Tyna Paquette (assistante de recherche) :</b>	<b>Téléphone : (514) 338-2222 p. 3761</b>

Si vous voulez poser des questions à un chercheur qui n'est pas impliqué dans cette étude, vous pouvez communiquer avec **Dre Nadia Gosselin, Ph. D., (chercheuse au CÉAMS) au numéro suivant : 514-338-2222 poste 7717.**

Si vous avez des questions à poser concernant vos droits en tant que participant ou si vous avez des plaintes ou commentaires à formuler, vous pouvez communiquer avec le commissariat aux plaintes et à la qualité des services du Centre intégré universitaire de santé et des services sociaux du Nord-de-l'Île-Montréal (CIUSSS du Nord-de-l'Île-de-Montréal)-Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal au (514) 338-2222, poste 2259.

### **SURVEILLANCE DES ASPECTS ÉTHIQUES DU PROJET DE RECHERCHE**

Le comité d'éthique de la recherche de l'Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal a approuvé ce projet de recherche et en assure le suivi. De plus, il approuvera au préalable toute révision et toute modification apportée au formulaire d'information et de consentement et au protocole de recherche.

## CONSENTEMENT

**Titre du projet : Imagerie cérébrale à haute résolution par le TEMP du sommeil paradoxal chez les patients atteints de Syndrome de Stress Post-Traumatique et Trouble de Cauchemar**

**Sous-étude 4 : La stimulation transcrânienne par courant alternatif (TACs) : une méthode pour induire des rêves lucides et prendre contrôle sur les rêves.**

### I. Consentement du participant

J'ai pris connaissance du formulaire d'information et de consentement. Je reconnais qu'on m'a expliqué le projet, qu'on a répondu à mes questions et qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre une décision.

*[Veuillez apposer vos initiales devant l'un des deux énoncés pour les 3 sections suivantes]*

#### 1. Vidéo

\_\_\_\_\_ J'ACCEPTÉ que les films vidéo enregistrés pendant les siestes pour évaluer ma condition soient utilisés à des fins d'enseignement médical ou lors de congrès scientifiques. Mon visage sera brouillé masquant ainsi mon identité.

\_\_\_\_\_ JE N'ACCEPTÉ PAS que les films vidéo enregistrés pendant les siestes pour évaluer ma condition soient utilisés à des fins d'enseignement médical ou lors de congrès scientifiques.

#### 2. Banque de données « RÊVE »

\_\_\_\_\_ J'ACCEPTÉ que les données recueillies (entrevue téléphonique de recrutement, questionnaires, agenda de sommeil et des rêves, verbatim des rêves) et les enregistrements de sommeil soient conservés dans une banque de données confidentielle pour des recherches futures.

\_\_\_\_\_ JE N'ACCEPTÉ PAS que les données recueillies (entrevue téléphonique de recrutement, questionnaires, agenda de sommeil et des rêves) et les enregistrements de sommeil soient conservés dans une banque de données confidentielle pour des recherches futures.

#### 3. Biobanque CÉAMS

\_\_\_\_\_ J'ACCEPTÉ de faire partie de la Biobanque CÉAMS. Ainsi mes échantillons d'ADN (ou autres composantes du sang) obtenus dans cette étude seront entreposés à la Biobanque CÉAMS pour la recherche sur le sommeil. L'équipe de la Biobanque CÉAMS répondront à mes questions sur cette banque de données et procéderont à la signature du Formulaire d'information et de consentement de

cette Biobanque. Une copie de la politique de gérance de cette Biobanque me sera remise si j'en fais la demande.

\_\_\_\_\_ JE N'ACCEPTÉ PAS de faire partie de la Biobanque CÉAMS.

Je consens à participer à ce projet de recherche aux conditions qui y sont énoncées. Une copie signée et datée du présent formulaire d'information et de consentement m'a été remise.

\_\_\_\_\_  
Nom du participant  
(en lettres moulées)

\_\_\_\_\_  
Signature du participant

\_\_\_\_\_  
Date  
(Jour/mois/année)

## **II. Signature de la personne qui a obtenu le consentement si différent du chercheur responsable du projet de recherche**

J'ai expliqué au participant les termes du présent formulaire d'information et de consentement et j'ai répondu aux questions qu'il m'a posées.

\_\_\_\_\_  
Nom de la personne qui obtient  
le consentement (en lettres moulées)

\_\_\_\_\_  
Signature de la personne  
qui obtient le consentement

\_\_\_\_\_  
Date  
(Jour/mois/année)

## **III. Signature et engagement du chercheur responsable du projet**

Je certifie qu'on a expliqué au participant les termes du présent formulaire d'information et de consentement, que l'on a répondu aux questions que le participant avait à cet égard et qu'on lui a clairement indiqué qu'il demeure libre de mettre un terme à sa participation, et ce, sans préjudice.

Je m'engage, avec l'équipe de recherche, à respecter ce qui a été convenu au formulaire d'information et de consentement et à en remettre une copie signée au participant.

\_\_\_\_\_  
Nom du chercheur responsable  
du projet de recherche  
(en lettres moulées)

\_\_\_\_\_  
Signature du chercheur responsable  
du projet de recherche

\_\_\_\_\_  
Date  
(Jour/mois/année)

## **Annexe 6. Feuille d’instruction sur les signaux de lucidité**

## Feuille d'instruction sur les signaux en cas de rêves lucides

*Explications à donner au participant:*

«Je vais maintenant vous donner quelques instructions sur la façon de signaler votre ou vos rêve(s) lucide(s) pendant votre sommeil, si vous en faites bien entendu.

D'abord, pour vous aider à identifier à quoi correspond un rêve lucide, il s'agit d'un rêve pendant lequel vous êtes conscient que vous êtes en train de rêver. Donc si vous faites un rêve lucide pendant votre sommeil, vous devrez tenter de le signaler de la façon suivante : vous devrez bouger vos yeux vers la gauche, puis vers la droite à cinq reprises. Donc, vous devrez bouger vos yeux de la façon suivante : gauche-droite- gauche-droite- gauche-droite- gauche-droite- gauche-droite. On va maintenant le pratiquer ensemble.

SVP signaler avec vos yeux de gauche à droite 5 fois.

Avez-vous des questions?»