

Unité d'évaluation des technologies et  
des modes d'intervention en santé (UETMIS)  

---

Centre hospitalier de l'Université de Montréal

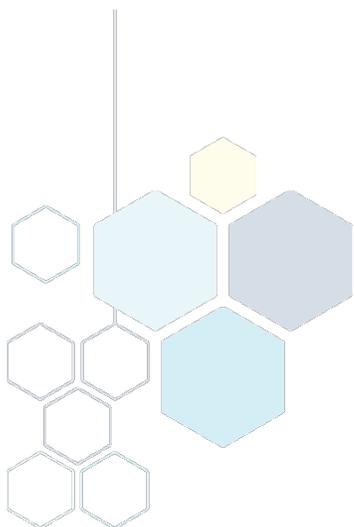
# LA STIMULATION MAGNÉTIQUE TRANSCRÂNIENNE PROFONDE DANS LA DÉPRESSION MAJEURE ET LES TROUBLES OBSESSIFS-COMPULSIFS PHARMACORÉSISTANTS

*Note informative*

*Préparé par*

Raouf Hassen-Khodja

Alfons Pomp



Avril 2021

Le contenu de cette publication a été rédigé et édité par l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM). Ce document est également offert en format PDF sur le site Web du CHUM.

Auteurs : Raouf Hassen-Khodja, M.D., M. Sc.  
Alfons Pomp, M.D., FRCSC, FACS

Pour se renseigner sur cette publication ou sur toute autre activité de l'UETMIS, s'adresser à :

Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS)  
Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM)  
Bureau 4902  
1001, rue Saint-Denis  
Montréal (Québec) H2X 3H9  
Téléphone : 514 890-8000, poste 36132  
Télécopieur : 514 412-7460  
Courriel : detmis.chum@ssss.gouv.qc.ca

Comment citer ce document :

« Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS). Centre hospitalier de l'Université de Montréal. *La stimulation magnétique transcrânienne profonde dans la dépression majeure et les troubles obsessionnels-compulsifs pharmacorésistants. Note informative.* Préparé par Raouf Hassen-Khodja et Alfons Pomp. Avril 2021 ».

ISBN 978-2-89528-144-3

La reproduction totale ou partielle de ce document est autorisée à condition que la source soit mentionnée.

## TABLE DES MATIÈRES

---

TABLE DES MATIÈRES .....	3
MISSION.....	5
REMERCIEMENTS .....	6
RÉSUMÉ .....	7
EXECUTIVE SUMMARY .....	8
GLOSSAIRE.....	9
ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES .....	10
<b>1 INTRODUCTION .....</b>	<b>12</b>
<b>2 RAPPELS.....</b>	<b>13</b>
2.1 Stimulation magnétique transcrânienne .....	13
2.1.1 Caractéristiques et mécanismes d'action .....	13
2.1.2 Bobines des systèmes SMT.....	13
2.1.3 Systèmes SMT .....	14
2.1.4 Protocoles thérapeutiques.....	15
<b>3 SMTP ET INDICATIONS THÉRAPEUTIQUES.....</b>	<b>15</b>
3.1 La SMTP dans le trouble dépressif majeur (TDM) ou la dépression majeure (DM) pharmacorésistants.....	16
3.2 La SMTP dans le trouble obsessionnel-compulsif (TOC).....	16
<b>4 MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE .....</b>	<b>16</b>
4.1 Stratégie de recherche et critères de sélection.....	16
4.1.1 Stratégies de recherche.....	17
4.1.2 Limites et risques de biais dans les études incluses .....	17
<b>5 RÉSULTATS .....</b>	<b>18</b>
5.1 Études sélectionnées.....	18
5.2 Résultats de quelques études.....	19
5.2.1 Étude de Levkovitz et collaborateurs (2015).....	19
5.2.2 Étude de Kedzior et collaborateurs (2015).....	19
5.2.3 Étude de Nordenskjöld et collaborateurs (2016) .....	20
5.2.4 Étude de Gellersen et collaborateurs (2019) .....	21
5.2.5 Étude comparative de Zibman et collaborateurs (2019).....	22
5.2.6 Étude de Filipčić et collaborateurs (2019).....	23
5.2.7 Étude de Begemann et collaborateurs (2020) .....	24
5.2.8 Autres études incluses.....	24
<b>5.3 RECOMMANDATIONS ET LIGNES DIRECTRICES.....</b>	<b>29</b>
5.3.1 Au Canada.....	29
5.3.2 En Europe.....	31
5.3.3 Aux États-Unis.....	32
5.3.4 En Australie et en Nouvelle-Zélande .....	32
<b>6 DISCUSSION GÉNÉRALE.....</b>	<b>32</b>
6.1 DONNÉES ADDITIONNELLES .....	33
6.2 LIMITES DE L'ANALYSE SUR LA SMTP .....	33

7	CONCLUSIONS .....	35
8	BIBLIOGRAPHIE .....	35
	<b>ANNEXE A - STRATÉGIE DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE SELON LES BASES DE DONNÉES CONSIDÉRÉES .....</b>	<b>47</b>
	<b>ANNEXE B - PROCESSUS DE SÉLECTION DES ÉTUDES .....</b>	<b>48</b>
	<b>ANNEXE C - ÉTUDES EXCLUES .....</b>	<b>49</b>
	<b>ANNEXE D - ÉTUDES INCLUSES.....</b>	<b>67</b>
	<b>ANNEXE E - ÉTUDES SUR L'UTILISATION DE LA STIMULATION MAGNÉTIQUE TRANSCRÂNIENNE DANS LES TDM ET LES TOC.....</b>	<b>76</b>
	<b>ANNEXE F - RAPPORTS ET LIGNES DIRECTRICES PUBLIÉS PAR LES AUTRES AGENCES EN SANTÉ ET LES ASSOCIATIONS SCIENTIFIQUES (DEPUIS 2010).....</b>	<b>81</b>
	<b>ANNEXE G - LES DIFFÉRENTES BOBINES UTILISÉES EN SMT ET LEURS INDICATIONS, SELON LE FABRICANT BRAINSWAY.....</b>	<b>84</b>

#### Liste des tableaux

Tableau 1 - Exemples de compagnies et de systèmes SMT (liste non exhaustive).....	14
Tableau 2 - Résumé des caractéristiques de l'étude de Levkovitz et coll. (2015).....	19
Tableau 3 - Résumé des caractéristiques de l'étude de Kedzior et coll. (2015).....	20
Tableau 4 - Résumé des caractéristiques de l'étude de Nordenskjöld et coll. (2016).....	21
Tableau 5 - Résumé des caractéristiques de la méta-analyse de Gellersen et coll. (2019).....	21
Tableau 6- Résumé des caractéristiques de l'étude comparative de Zibman et collaborateurs (2019).....	22
Tableau 7 - Résumé de l'étude comparative de Filipčić et collaborateurs (2019).....	23
Tableau 8 - Résumé des caractéristiques de l'étude de Begemann et collaborateurs (2020).....	24
Tableau 9 - Résumé descriptif des études de Grammer (2020), Roth (2020) et Carmi (2019).....	25
Tableau 10 - Autres études .....	27
Tableau 11 - Résumé des déclarations de conflit d'intérêts.....	34

## MISSION

---

L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) a pour mission de conseiller les décideurs du CHUM dans leurs choix de technologies et de modes d'intervention en santé, en basant sa méthodologie sur les données probantes, les pratiques les plus efficaces dans le domaine de la santé et l'état des connaissances actuelles. En outre, en conformité avec la mission universitaire du CHUM, elle travaille à diffuser les connaissances acquises au cours de ses évaluations, tant au sein de la communauté du CHUM qu'à l'extérieur, contribuant ainsi à l'implantation d'une culture d'évaluation et d'innovation.

En plus de s'associer aux médecins, aux pharmaciens, aux membres du personnel infirmier et aux autres professionnels du CHUM, l'UETMIS travaille de concert avec la communauté de pratique. Cette dernière est composée des unités d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé des autres centres hospitaliers universitaires, de l'Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS) ainsi que du Réseau universitaire intégré de santé de l'Université de Montréal (RUIS de l'UdeM).

L'UETMIS participe également au processus permanent d'amélioration continue de la performance clinique. Elle travaille de concert avec l'équipe de la gestion de l'information à élaborer des tableaux de bord permettant une évaluation critique et évolutive des secteurs d'activités cliniques. L'UETMIS propose des pistes de solution, contribuant à accroître la performance clinique par une analyse des données probantes et des lignes directrices cliniques, de même que des pratiques exemplaires. Cette démarche est réalisée en collaboration avec les gestionnaires (administratifs et cliniques).

## REMERCIEMENTS

---

L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) tient à remercier le professeur Jean-Philippe Miron du Département de psychiatrie et d'addictologie du Centre hospitalier de l'Université de Montréal pour sa précieuse collaboration dans la finalisation de ce rapport.

L'UETMIS exprime aussi sa reconnaissance envers madame Duy-Ha Ta, agente administrative, qui a collaboré à l'élaboration finale de ce rapport.

### Divulgence de conflit d'intérêts

Aucun conflit à signaler

## RÉSUMÉ

---

Le trouble dépressif majeur (TDM) est une affection répandue qui a un impact considérable sur la qualité de vie des patients et se caractérise par des niveaux importants de morbidité et de mortalité. Au Canada, le trouble dépressif majeur (TDM) est courant (10 % à 15 % au cours de la vie d'une personne) et coûteux pour le système de santé. Le traitement médicamenteux par antidépresseurs et la psychothérapie sont considérés comme la première ligne de traitement du TDM, mais une rechute survient chez environ 20 % des patients et 30 % des TDM sont pharmacorésistants. En cas de TDM grave ou qui ne répond pas aux traitements, l'électroconvulsivothérapie (ECT) peut être proposée. Malgré son efficacité, ses effets secondaires rendent les patients intolérants au traitement ou qui refusent de l'utiliser.

Les progrès technologiques ont vu l'avènement de nouvelles approches dans le domaine de la psychiatrie, telles que la reprise de l'ECT, la stimulation magnétique transcrânienne répétée (SMTr), la stimulation électrique transcrânienne en courant continu ou encore la stimulation magnétique cérébrale profonde (SMTP). Les données et les recommandations de bonnes pratiques pour l'utilisation de la stimulation magnétique transcrânienne (SMT) chez les adultes sont largement disponibles. La SMTr, utilisée dans certaines indications de maladies mentales, est une approche de neuromodulation cérébrale non invasive et approuvée par l'U.S. Food and Drug Administration pour la gestion du trouble dépressif majeur (TDM) et le trouble obsessionnel-compulsif (TOC).

Les effets de la SMT dépendent de la durée, de la fréquence et de l'amplitude (intensité) de la stimulation. Différents types de bobines (H1; H3; f8; etc.) sont utilisés dans divers appareils pour produire des champs magnétiques électriques distinctifs qui permettent une activation neurologique variable et une pénétration magnétique. En outre, il existe une hétérogénéité importante dans les protocoles de traitement par SMT en ce qui concerne la durée et ou l'intensité de la stimulation et sa relation avec la gravité et la durée de l'épisode dépressif. Il existe peu de données sur la durée de l'efficacité du traitement et sur la planification des traitements récurrents ou d'entretien. De plus, les différents dispositifs offrent des expériences variées aux patients et aux techniciens sans qu'une supériorité globale puisse être démontrée pour un appareil particulier.

Compte tenu de la différence potentielle des résultats qui existe dans la manière dont la SMT stimule les régions cérébrales ciblées, les objectifs de cette analyse sont d'évaluer l'efficacité et l'innocuité de la SMTP dans le traitement des troubles obsessionnels-compulsifs et dans la dépression majeure pharmacorésistants et de les comparer aux résultats obtenus lors de traitements médicamenteux et des thérapies non pharmacologiques comme la SMTr. Il faut souligner que les études incluses dans cette évaluation de la SMTP montrent certains biais méthodologiques et un risque de biais important lié aux conflits d'intérêts financiers, car 14 des 18 études examinées ont démontré une relation financière avec BrainsWay Ltd.

Notre revue révèle que la SMT a une certaine valeur thérapeutique dans le traitement de la dépression majeure et d'autres problèmes de santé mentale, mais souligne également la nécessité de poursuivre les recherches dans ce domaine. Il existe de multiples combinaisons bénéfiques possibles avec la neuro-imagerie, la modélisation informatique et les thérapies de modification du comportement, qui ont le potentiel d'améliorer la précision et l'efficacité thérapeutiques. L'utilité à moyen et long termes de la SMTP doit être élucidée. Des essais cliniques indépendants du soutien financier des fabricants d'appareils sont encore nécessaires pour évaluer rigoureusement ces appareils. Le CHUM, en tant que centre de référence tertiaire mandaté pour évaluer les nouvelles technologies, devrait acquérir un dispositif de stimulation magnétique transcrânienne à la fine pointe de la technologie afin de poursuivre la recherche sur des indications cliniques potentielles et de développer de nouvelles stratégies de traitement pour cet important domaine de la santé mentale.

## EXECUTIVE SUMMARY

---

The treatment of mental health issues, and more specifically major depression, represents a significant component of public health care costs. Clinical depression has heterogeneous manifestations and while psychotherapy may be effective; pharmacotherapy remains the mainstay of therapy. Nonetheless 30% of major depressions may be resistant to medication therapy. Long term resistant depression may be treated with electroconvulsive therapy but in spite of its efficacy the secondary effects make patients reticent to utilize this type of remedy.

Recent progress in transcranial magnetic stimulation (TMS) technology (Repetitive TMS; Deep TMS) offers novel therapeutic options for non-invasive cerebral neuromodulation. rTMS has been FDA approved for use on patients with major depressive and obsessive-compulsive disorders. This review was undertaken to evaluate the safety and efficacy of deep TMS in comparison with medical treatment and other non-pharmacological treatment of these psychiatric disorders.

TMS uses an external device to apply a painless varying magnetic field which creates electric currents in specific areas of the brain through electromagnetic induction. The effects of TMS depend on the duration, frequency and amplitude (intensity) of the stimulation. Different types of coils (H1; H3; f8; etc.) are used in various devices to produce distinctive electric magnetic fields which allow variable neurologic activation and magnetic penetration.

There is significant heterogeneity in TMS treatment protocols as concerns the length of time and/or the intensity of the stimulation and its relation to the severity and duration of the depressive episode. Moreover, there is a paucity of data on how long the results of treatment lasts and how recurrent or maintenance treatments should be scheduled. Different devices by different manufacturers provide varying patient - and technician - experiences without a demonstrable overall superiority of a specific device.

The studies included in the assessment of deep transcranial magnetic stimulation (DTMS) show certain methodological bias in the primary studies selected for systemic review, meta- analysis and in patient selection and disease heterogeneity. There is also the potential for significant financial conflict of interest bias as fourteen (14) of the eighteen (18) reviewed studies demonstrated some fiscal relationship with BrainsWay Ltd.

Our review reveals that TMS has certain therapeutic value in the treatment of major depression and other mental health problems but also underlines the necessity for continued research in this field. There are multiple possible beneficial combinations with neuro-imaging, computer modeling and behavior modification therapies that have the potential to improve therapeutic precision and efficacy. The mid to long term usefulness of DTMS needs to be elucidated. Clinical trials that are independent of financial support from device manufacturers are still required to rigorously assess these devices. The CHUM as a tertiary referral center that is mandated to evaluate new technology should acquire a state-of-the-art TMS in order to continue research on potential clinical indications and develop new treatment strategies for this important field of mental health.

## GLOSSAIRE

---

**Électroconvulsivothérapie (ECT)**, aussi appelée sismothérapie, électroconvulsothérapie, thérapie électroconvulsivante ou électrochocs : cette thérapie consiste à envoyer, après une anesthésie générale, un courant électrique pendant quelques secondes au niveau de la tête à l'aide d'électrodes. C'est un traitement médical reconnu pour son efficacité dans plusieurs troubles mentaux et certaines conditions médicales graves.

**Seuil moteur actif** : intensité lorsqu'il y a une contraction musculaire volontaire.

**Seuil moteur au repos** (*resting motor threshold*) : intensité minimale requise afin qu'une réponse motrice puisse être enregistrée sur l'EMG dans au moins 5 essais sur 10 à une intensité minimale de 50  $\mu$ V.

**Stroop** : l'effet Stroop est défini comme un effet d'interférence de traitements automatiques conduisant à une diminution de la qualité ou de la rapidité du traitement cognitif principal, et des réponses comportementales résultantes.

**Stimulation transcrânienne par courant continu (STCC)** (*transcranial direct current stimulation (tDCS)*) : technique de neuromodulation non invasive et portable au cours de laquelle le cerveau est soumis à de faibles courants électriques à l'aide d'électrodes posées sur le cuir chevelu.

**Theta burst stimulation** : variante de la rSMT, cette technique consiste à donner des rafales de stimulations magnétiques transcrâniennes à très haute fréquence (50 Hz) avec une intensité à 80 % de seuil moteur. Elle présente deux principales variantes : la cTBS ou la TBS continue, qui aurait les mêmes propriétés neuro-inhibitrices que la rSMT à basse fréquence ( $\leq 1$  Hz), et l'iTBS ou la TBS intermittente, qui aurait les mêmes propriétés neuroexcitatrices que la rSMT à haute fréquence ( $> 1$  Hz).

## ABBREVIATIONS ET ACRONYMES<sup>1</sup>

---

ACE	analyse coût-efficacité
AMS	aire motrice supplémentaire
APA-Cor	American Psychiatric Association Council on Research
BDI	Beck depression inventory
CANMAT	Canadian Network for Mood and Anxiety Treatments
CAPS	Clinician-Administered PTSD Scale
CGI	clinical global impression
cTBS	continuous theta burst stimulation
DBS	deep brain stimulation
DLPFC	dorsolateral prefrontal cortex
DM	dépression majeure
DTMS	deep transcranial magnetic stimulation
ECT	électroconvulsivothérapie
F8-coil	bobine en figure de 8
GRADE	grading of recommendations assessment, development and evaluation
HDRS	Hamilton Depression Rating Scale
ICER	incremental cost-effectiveness ratio
IDS	inventory of depression symptomatology
iTBS	intermittent theta burst stimulation
LF-rTMS	low frequency rTMS (rSMT à basse fréquence)
MADRS	Montgomery-Asberg depression rating scale
mPFC-ACC	medial prefrontal cortex (mPFC) and anterior cingulate cortex (ACC) (cortex cingulaire préfrontal médian et antérieur)
NICE	National Institute of Clinical Excellence
NNDC	National Network of Depression Centers
OHTAQ	Ontario Health Technology Advisory Committee – Health Quality Ontario
PHQ-9	patient health questionnaire
QALY	quality adjusted life year
rTMS	repetitive transcranial magnetic stimulation
SMA	seuil moteur actif
SMR	seuil moteur de repos
SMT	stimulation magnétique transcrânienne
SMTp	stimulation magnétique transcrânienne profonde

---

<sup>1</sup> Termium Plus® : La banque de données terminologiques et linguistiques du gouvernement du Canada.

SSTP	syndrome de stress post-traumatique
STCC	stimulation transcrânienne par courant continu
TBS	theta burst stimulation
TCC	thérapie cognitivo-comportementale
tDCS	transcranial direct current stimulation
TDM	trouble dépressif majeur
TMS	transcranial magnetic stimulation
TOC	trouble obsessionnel-compulsif
VA/DoD	Veterans Affairs and Department of Defense
VLPFC	Ventro-lateral pre-frontal cortex
Y-BOCS	Yale-Brown Obsessive-Compulsive Scale

# 1 INTRODUCTION

L'Agence de la santé publique du Canada rapporte que parmi les principaux problèmes de santé au Canada, les troubles mentaux et les maladies mentales viennent en tête en ce qui concerne les coûts associés aux soins directs (Commission de la santé mentale du Canada [CSMC], 2012). Selon l'OMS, la dépression est un trouble mental courant affectant 350 millions de personnes de tous âges dans le monde [82]. Le trouble dépressif majeur (TDM) est une affection répandue qui a un impact considérable sur la qualité de vie des patients et se caractérise par des niveaux importants de morbidité et de mortalité [66; 75]. En consultation de médecine générale, près de 30 % des patients signalent des symptômes dépressifs, mais moins de 10 % d'entre eux présentent une dépression majeure.

Au Canada, le trouble dépressif majeur (TDM) est courant (de 10 à 15 % des personnes au cours de leur vie) [57; 81<sup>2</sup>] et coûteux pour le système de santé<sup>3</sup>. La dépression est un état clinique très hétérogène [45], et même si la psychothérapie a démontré son efficacité, le traitement demeure pharmacologique. En effet, le traitement médicamenteux par antidépresseurs et la psychothérapie sont considérés comme la première ligne de traitement du TDM, mais une rechute survient chez environ 20 % des patients. Cependant, une partie des TDM est résistante au traitement (TDMR) [87; 108; 109]. Généralement, un tiers des patients parvient à la rémission au premier antidépresseur essayé, de 30 à 40 % des malades doivent essayer plus d'un médicament et 30 % des TDM sont pharmacorésistants [19]. En cas de TDM grave ou prolongé<sup>4</sup> ne répondant pas aux traitements, l'électroconvulsivothérapie (ECT) peut être proposée. Néanmoins, malgré son efficacité dans le TDM, ses effets secondaires rendent les patients intolérants au traitement ou qui refusent de l'utiliser [19; 84].

Les troubles obsessionnels-compulsifs (TOC), quant à eux, concernent de 1 à 2 % de la population. Le TOC est un trouble complexe qui présente un pourcentage élevé de résistance aux médicaments (jusqu'à 40 %, voire plus des TOC). Bien que des traitements médicamenteux soient disponibles, d'autres stratégies thérapeutiques sont proposées.

Les progrès technologiques ont vu l'avènement de nouvelles approches dans le domaine de la psychiatrie, telles que l'ECT, la stimulation magnétique transcrânienne répétée (rSMT), la stimulation électrique transcrânienne en courant continu (STCC) ou encore la stimulation magnétique cérébrale profonde (SMTP). On trouve de nombreuses données et recommandations sur les bonnes pratiques pour l'utilisation de la stimulation magnétique transcrânienne (SMT) chez les adultes. Bien qu'il n'y ait peu ou pas de lignes directrices publiées, son utilisation pratique continue de croître.

La rSMT, qui semble avoir des effets bénéfiques dans certaines indications de maladies neurologiques, est une approche de neuromodulation cérébrale non invasive et est approuvée par l'U.S. Food and Drug Administration pour la gestion du trouble dépressif majeur (TDM) et le trouble obsessionnel-compulsif (TOC). Compte tenu de la différence potentielle qui existe dans la manière dont la SMT profonde stimule les régions cérébrales ciblées, les objectifs de cette analyse sont :

- Évaluer l'efficacité de la DTSM dans le traitement de la dépression majeure et des troubles obsessionnels-compulsifs pharmacorésistants.
- Comparer les résultats obtenus aux traitements en cours :
  - Traitement médicamenteux aux antidépresseurs
  - Thérapies non pharmacologiques, SMT et ECT

---

<sup>2</sup> En 2012, l'Unité de surveillance des maladies chroniques et de leurs déterminants de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) avait estimé la prévalence des troubles mentaux diagnostiqués au Québec sur un an à 12 % (INSPQ, 2012b). Surveillance des troubles mentaux au Québec : Prévalence, surmortalité et profil d'utilisation des services, Québec, INSPQ, 26 p.

<sup>3</sup> [http://www.mentalhealthcommission.ca/sites/default/files/2017-03/case\\_study\\_research\\_project\\_findings\\_2017\\_fr.pdf](http://www.mentalhealthcommission.ca/sites/default/files/2017-03/case_study_research_project_findings_2017_fr.pdf).

<sup>4</sup> 20 % présentent des symptômes chroniques (pendant plus de 2 ans, malgré un traitement standard administré correctement).

Dans le cadre d'un élargissement de l'offre de services, l'Unité de neuromodulation psychiatrique (UNP) du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM) a demandé à l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHUM d'évaluer l'efficacité et l'innocuité du dispositif de stimulation magnétique transcrânienne profonde de la compagnie BrainsWay Ltd dans le cadre de la stratégie de prise en charge des patients atteints de troubles obsessionnels-compulsifs et de dépression majeure pharmacorésistants.

## **2 RAPPELS**

### **2.1 Stimulation magnétique transcrânienne**

#### ***2.1.1 Caractéristiques et mécanismes d'action***

Grâce à la compréhension des mécanismes de la neuromodulation, la stimulation cérébrale non invasive figure parmi les nouvelles options thérapeutiques pour certaines maladies neurologiques. La SMT est une technique qui permet de stimuler le cerveau sans douleur en induisant un champ magnétique généré par un courant qui circule à travers une bobine de fil de cuivre placée sur la tête d'un patient. Elle vise à amplifier ou à diminuer temporairement l'activité d'une zone spécifique du cerveau. La SMT répétitive (rSMT) utilise des dispositifs contenant des bobines électromagnétiques qui créent des impulsions magnétiques à proximité immédiate du crâne d'un patient. En théorie, on pense que les impulsions délivrées avec un taux de fréquence élevé (par exemple, 10 à 20 Hz) augmentent l'excitabilité neuronale et produisent une potentialisation à long terme (LTP), alors que les impulsions délivrées avec une basse fréquence (par exemple, < 5 Hz) sont censées réduire l'excitabilité neurale, produire une dépression à long terme (LTD) ou réduire les taux de déclenchement [113]. La technique a été approuvée en 2008 par la U.S. Food and Drug Administration (FDA, États-Unis) pour le traitement du trouble dépressif majeur.

Les dispositifs de rSMT conventionnels ciblent des régions cérébrales spécifiques en positionnant une bobine électromagnétique en 8 (F-8) à côté du crâne, directement sur la zone cérébrale ciblée, afin de fournir un champ magnétique sécuritaire à une profondeur maximale d'environ 2 cm sous la surface corticale. Cela produit une activation directe d'un volume limité de la région cérébrale ciblée.

Un système de rSMT à deux bobines de deuxième génération a été conçu pour cibler les voies cérébrales convergentes pour une stimulation potentiellement plus profonde du cortex préfrontal. La stimulation intermittente en rafale thêta (iTBS), qui n'a été utilisée que récemment en pratique clinique, pourrait avoir un effet plus rapide et plus intense par rapport aux protocoles conventionnels, y compris la rSMT à haute fréquence à 10 Hz (HF-rTMS). Cependant, la supériorité de l'iTBS reste à démontrer.

#### ***2.1.2 Bobines des systèmes SMT***

Les caractéristiques des bobines comprennent la forme, la taille et le nombre de tours d'enroulement, qui déterminent la force du champ magnétique induit ainsi que sa largeur d'impulsion<sup>5</sup> (via l'induction de la bobine) [102].

- Le type de bobine SMT le plus simple est circulaire et produit un champ magnétique en forme d'anneau. Un modèle de champ magnétique plus ciblé est obtenu à l'aide de bobines en figure de 8, où la surface du cortex stimulée atteint 1 cm<sup>2</sup>, en fonction de la force de stimulation [27; 46].
- Les bobines à double cône (ou papillon à angle/double) sont une version plus grande des bobines en figure de 8 qui permettent au champ magnétique de pénétrer plus profondément. Elles sont moins focales que les bobines conventionnelles en figure de 8 [27; 28]. Certaines bobines à double cône sont homologuées CE pour une utilisation en Europe.

---

<sup>5</sup> La longueur du champ E est réglable par l'amplitude du courant de la bobine.

- Récemment, un dispositif avec une nouvelle conception de bobine, le H-coil, a été autorisé par la FDA pour le traitement du TDM. La bobine en H (bobine de Hesel) comporte une configuration de bobine unique, qui est conçue pour activer directement le tissu cérébral plus profondément que les bobines conventionnelles, comme celles à la conception en forme de huit [103; 105; 132]. Les bobines H sont conçues pour induire un champ E pénétrant plus profondément dans le cerveau que les bobines en figure de 8 typiques au détriment d'une focalisation réduite [27; 117]. Les bobines H1 et H7 font partie des systèmes approuvés par la FDA<sup>6</sup>. Au cours des dernières années, la bobine H1 a fait l'objet de quelques études cliniques concernant la dépression (principalement bipolaire). Les résultats rapportés ont montré que 20 séances de rSMT à haute fréquence (20 Hz) administrées en SMT profonde ou en SMT bilatérale profonde supplémentaire à haute fréquence (20 Hz) sur le DLPFC pendant 4 semaines ont entraîné une diminution significative du score HAM-D (Hamilton Depression Rating Scale (HDRS)) [48; 50; 97]. Le nombre de patients étudiés restait limité (moins de 30 patients).
- Le traitement utilisant la bobine H est appelé SMT « profonde » (SMTP)<sup>7</sup> pour le distinguer des approches rSMT de surface conventionnelles. Les résultats d'études sur la profondeur de pénétration de la bobine H par rapport à la bobine F8 restent controversés [33; 34; 104].

La configuration d'enroulement de certaines bobines H, y compris H3, H6, H7 et H10, ressemble quelque peu à celle des bobines à double cône [94; 117]. Parmi les autres dispositifs, on utilise aussi une paire de bobines ou des réseaux de bobines pour la stimulation multi-bobines : paire de bobines en forme de V activées de manière synchrone, quatre bobines en forme de V activées simultanément, une paire de bobines H6 activées de manière synchrone à 10 Hz sur le PFC gauche et 1 Hz sur le PFC droit. Des SMT avec des dispositifs multi-locus sont aussi à l'étude [50; 63; 68; 105; 120].

### 2.1.3 Systèmes SMT

Plusieurs fabricants offrent des dispositifs de stimulation magnétique : BrainsWay Ltd, Rogue Resolutions, Syneika, Magstim, Neurosoft, Nextim and MAG & More GmbH, etc. (voir le tableau 1).

**Tableau 1 - Exemples de compagnies et de systèmes SMT (liste non exhaustive)**

COMPAGNIES	SYSTÈMES
MaG & More Allemagne	Apollo TMS®. En 2018, Apollo a reçu l'autorisation de la FDA pour le traitement du TDM pharmacorésistant chez les patients adultes.
BrainsWay Israël	BrainsWay Deep TMS®. En janvier 2013, la FDA a approuvé la thérapie. En août 2018, BrainsWay est devenu le seul fournisseur de SMT autorisé par la FDA pour le traitement du TOC à l'aide de la thérapie de SMTP.
Neurosoft Ltd Russie	Cloud TMS® Développement de dispositifs SMT depuis 1996. Autorisation de la FDA pour le traitement du TDM pharmacorésistant chez les patients adultes. Autorisations dans plus de 25 pays.
Magstim États-Unis	Pionnier de la technologie de la SMT (25 ans) Thérapie Rapid2 : autorisée en 2015 (FDA). Horizon Performance : autorisé en 2018 (FDA). Ce système est indiqué pour le traitement du TDM pharmacorésistant chez les patients adultes. StimGuide®: autorisé en 2019 (FDA). C'est le premier système de navigation SMT développé spécifiquement pour le milieu clinique.

<sup>6</sup> Trouble dépressif majeur.

<sup>7</sup> Fabriqués par la compagnie BrainsWay.

COMPAGNIES	SYSTÈMES
	En 2019, Magstim a reçu une autorisation (FDA) pour le protocole iTBS de 3 minutes.
MagVenture États-Unis	Thérapie MagVenture TMS® : autorisée en 2018 par la FDA pour le protocole de 3 minutes commercialisé sous le nom de marque Express TMS®. MagVenture est également autorisé par la FDA pour le protocole standard de 37 minutes ainsi que pour le protocole de 19 minutes.
Neurostar États-Unis	Thérapie avancée Neurostar®. En octobre 2008, la FDA a approuvé la thérapie de SMT utilisant le dispositif de stimulation cérébrale NeuroStar Advanced Therapy pour les patients souffrant de TDM pharmacorésistant. NeuroStar a été le premier à recevoir l'autorisation de la FDA pour un traitement de 19 minutes.
Nexstim États-Unis	Nexstim® NBT System 2 permet au médecin de définir la cible de la SMT à partir de l'IRM d'un patient et d'avoir la confirmation visuelle que le traitement est toujours sur la cible. SmartFocus® permet au médecin de personnaliser la cible et la dose de SMT répétée et appliquée sur le cortex préfrontal avec précision en vue de la planification préopératoire.

### 2.1.4 Protocoles thérapeutiques

Plusieurs types de protocoles thérapeutiques ont été développés et utilisés dans le traitement des maladies mentales pharmacorésistantes. Ces protocoles induisent différents effets selon le nombre, la fréquence, les trains d'impulsion et l'intervalle entre les impulsions et leurs cibles. Parmi ces protocoles on retrouve :

- Stimulation magnétique transcrânienne standard : une impulsion unique est appliquée à des intervalles définis (> 4 sec).
- Stimulation magnétique transcrânienne répétitive (rSMT) : elle consiste à appliquer des impulsions électromagnétiques répétées au niveau du cortex préfrontal dorsolatéral. Les protocoles de traitement peuvent être à haute ou basse fréquence et viser le cortex préfrontal dorsolatéral gauche, droit ou les deux. Il existe différentes stratégies d'administration : par exemple, des séances de traitement de rSMT peuvent être réalisées quotidiennement pour réduire la durée globale du traitement (SMT accélérée).
- Stimulation magnétique transcrânienne profonde avec bobine H : en règle générale, lors d'une dépression unipolaire pharmacorésistante, le traitement standard par la SMTP nécessite 5 séances quotidiennes de 20 minutes et s'étale sur 4 à 6 semaines [88; 114; 117]. Le mécanisme d'action de la SMTP dans le TDM n'est pas complètement élucidé.
- Stimulation magnétique transcrânienne synchronisée.
- Stimulation theta-burst : c'est une nouvelle forme de rSMT qui peut être administrée en 3 minutes (rafales de trois impulsions à une fréquence élevée appliquées toutes les 200 millisecondes).

## 3 SMTP ET INDICATIONS THÉRAPEUTIQUES

Actuellement, la technologie dispose d'une autorisation de la FDA pour la dépression et d'une autorisation européenne pour certains autres troubles. Des études multicentriques ont exploré son efficacité et son innocuité dans différentes maladies et plusieurs états cliniques, comme le TDM, le TOC, la SSPT et la dépendance à la nicotine. Cependant, certaines technologies, en particulier des bobines, ont été conçues pour cibler les zones du cerveau associées à ces troubles. Des recherches sont en cours pour étudier l'efficacité de la SMTP dans le traitement d'une variété de maladies psychiatriques et neurologiques avec des cibles cérébrales identifiables.

En Europe, la SMTP est approuvée CE<sup>8</sup> pour le traitement de différentes maladies (par exemple, dépression majeure, dépression bipolaire, trouble obsessionnel-compulsif, schizophrénie, trouble d'hyperactivité avec déficit de l'attention) et états cliniques (par exemple, douleur chronique).

<sup>8</sup> CE : Conformité européenne.

Les principales indications d'emploi de la SMT incluent certaines maladies neurologiques, mais aussi d'autres états cliniques (dépendance à certaines substances, etc.); toutefois, les résultats obtenus sont plus ou moins encourageants ou l'utilisation de la SMT demeure controversée. Actuellement, les nombreux rapports d'études portant sur certains troubles mentaux comme la dépression majeure et les troubles obsessionnels-compulsifs font état de résultats variés. Ces études portent sur la comparaison entre la SMT et les techniques d'intervention standards ou se limitent à présenter des rapports de cas sur des protocoles en présence d'affections réfractaires aux traitements standards.

### **3.1 La SMTP dans le trouble dépressif majeur (TDM) ou la dépression majeure (DM) pharmacorésistants**

De nombreux cas de TDM ne sont pas sensibles au traitement par antidépresseurs et nécessitent d'autres approches thérapeutiques. L'ECT est utilisée depuis longtemps pour traiter les personnes souffrant de DM pharmacorésistante (TDMR). Cependant, malgré son efficacité, les contraintes liées à ce traitement rendent les patients réticents. La stimulation magnétique transcrânienne répétitive (rSMT), qui entraîne moins d'effets secondaires, pourrait être une alternative solution de rechange pour les patients non éligibles ou qui ne veulent pas subir d'ECT [19; 84]. L'efficacité de la stimulation magnétique transcrânienne (SMT) dans le traitement de la dépression majeure a jusqu'à présent été étudiée principalement avec l'administration d'une stimulation à haute fréquence (> 10 Hz) (HF-TMS). Cependant, certaines études disponibles sur la SMT à basse fréquence ont fourni des taux de réponse similaires à ceux de la SMT à haute fréquence avec une meilleure tolérance, mais les preuves sont mitigées et controversées.

### **3.2 La SMTP dans le trouble obsessionnel-compulsif (TOC)**

Le trouble obsessionnel-compulsif (TOC) est une maladie chronique qui entraîne une baisse significative de la qualité de vie des personnes touchées. Les nombreuses recherches sur le trouble obsessionnel-compulsif n'ont pas encore permis d'en établir l'origine. Comme pour la plupart des troubles psychiatriques, plusieurs facteurs pourraient être en cause et une évolution chronique est observée chez la plupart des patients affectés, avec des taux élevés de comorbidité et le plus souvent une résistance aux médicaments, rendant la prise en charge de la maladie plus difficile. La connaissance sur les neurocircuits (altérations) dans le TOC, les techniques de stimulation cérébrale (SMT, TBS<sup>9</sup> et tDCS) et la stimulation cérébrale profonde (DBS) ont été plus étudiées avec des résultats qui semblent prometteurs.

## **4 MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE**

### **4.1 Stratégie de recherche et critères de sélection**

Pour évaluer les effets de la SMT et plus spécifiquement la SMTP dans les TDM et les TOC pharmacorésistants, nous avons effectué une recension des publications scientifiques à partir des bases de données indexées Medline (PubMed, Ovid), Embase, DARE (Database of Abstracts of Reviews of Effects), PROSPERO (International Prospective Register of Systematic Reviews) du UK NHS Centre for Reviews and Dissemination, (University of York, National Institute for Health Research), ClinicalTrials.gov et The EU Clinical Trials Register (EUCTR), ainsi que dans la Bibliothèque Cochrane et le registre des essais contrôlés du Groupe Cochrane sur la dépression, l'anxiété et les névroses (CCDANCTR<sup>10</sup>).

Les mots-clés utilisés ont été les suivants : *brain, magnetic stimulation, transcranial magnetic stimulation (TMS), deep transcranial magnetic stimulation (dTMS)* ainsi que *BrainsWay*. On a croisé ces mots-clés avec les termes

---

<sup>9</sup> La stimulation intermittente thêta burst (iTBS) est une forme plus récente de rSMT. L'étude THREE-D avait démontré que l'iTBS est non inférieure à la rSMT (10 Hz) pour le traitement de la dépression.

<sup>10</sup> Le CCDANCTR contient des rapports d'essais contrôlés randomisés (ECR) pertinents tirés de MEDLINE (de 1950 à ce jour), d'EMBASE et du registre Cochrane des essais contrôlés (CENTRAL).

*major depression, obsessive-compulsive disorders*. Cette recherche visait tous les articles et rapports d'études traitant de la SMT publiés jusqu'à ce jour. Les termes de recherche dans les bases de données électroniques ont été déterminés selon l'objectif de la requête.

En outre, nous avons complété notre recherche sur Google Scholar et Scopus ainsi que sur les sites de la littérature grise afin d'identifier les études de synthèse (revues systématiques, méta-analyses, etc.), les rapports et les lignes directrices d'agences d'évaluation en santé (ETMIS) et les guides de pratiques cliniques. La liste des agences consultées et les résultats des bases de données considérés sont présentés à l'annexe F. Enfin, d'autres publications non indexées ont été prises en considération pour la compréhension de la problématique.

Nous avons également exploré quelques sites Internet de fabricants d'équipements SMT (BrainsWay, MagStim, Neotonus, Nueronetics, Medtronic, Nexstim) pour obtenir des informations sur les études publiées et non publiées.

Les articles de synthèse et les commentaires ont été exclus de notre étude, mais les résumés analytiques et les articles pertinents ont été examinés pour vérifier certaines données ou répertorier d'autres études non listées. Les études dont les résultats sont incomplets ont été prises en considération, selon les renseignements additionnels qu'elles apportaient à ce rapport.

#### **4.1.1 Stratégies de recherche**

Les critères de prise en compte des études pour cette note informative sont :

- **Limites temporelles** : en se basant sur l'évolution de la technologie et des résultats présentés, nous avons limité notre recherche aux publications effectuées depuis 2010.
- **Types d'études** : toutes les études randomisées contrôlées (ERC) pertinentes sur la stimulation magnétique transcrânienne (SMT) dans le traitement de la DM et du TOC. Les études quasi-randomisées étaient également admissibles. Nous avons inclus des rapports d'études ou des résumés publiés en français ou en anglais.
- **Populations étudiées** : les populations étudiées concernent les personnes adultes atteintes de TOC ou de TDM pharmacorésistants (réfractaires) diagnostiqués et évalués. Nous avons exclu les études dans lesquelles le TDM était un symptôme secondaire d'un trouble différent (autres diagnostics psychiatriques, autres conditions médicales générales, dépendance à des substances, etc.). Les études dont l'échantillon populationnel étudié était inférieur à 30 patients n'ont pas été prises en considération dans notre analyse.
- **Types d'interventions** : toutes les méthodes d'application de la SMTP, quels que soient la fréquence (basse ou haute) et le positionnement de la bobine de stimulation. Nous avons inclus tous les protocoles et toutes les durées d'intervention.
- **Comparateurs** : rSMT; SMTP simulée; ECT et tout autre traitement (antidépresseurs, psychothérapie, etc.).
- **Indicateurs et résultats** :
  - Résultats principaux : efficacité, gravité des symptômes, rechutes.
  - Résultats secondaires :
    - ◆ Réponse au traitement (l'échelle des impressions globales cliniques (CGI-I); scores sur les échelles d'évaluation des symptômes (échelle de dépression de Hamilton (HAM-D), échelle d'évaluation de la dépression de Montgomery-Asberg (MADRS)).
    - ◆ Apparition d'effets indésirables ou secondaires (groupes de traitement et de contrôle) [70; 102] et questionnaire (par exemple, questionnaire de qualité de vie (SF) -36).

#### **4.1.2 Limites et risques de biais dans les études incluses**

Après avoir appliqué les critères d'inclusion et d'exclusion, nous avons effectué une vérification des informations critiques sur les études sélectionnées, incluant les auteurs, l'année de l'étude par rapport à celle de la publication,

la nature du devis, la sélection des populations étudiées, etc. Nous avons noté les différentes limites des études incluses et procédé au signalement de conflits d'intérêts potentiels. La stratégie de recherche utilisée est rapportée dans les annexes A et B.

## 5 RÉSULTATS

En résumé :

- Les rapports d'études portant sur l'efficacité de la SMT sont très nombreux et les résultats pertinents sur la SMTP restent rares.
- La presque totalité des études sont de type rétrospectif, sans répartition aléatoire ni comparaison.
- Très peu d'études comparatives ont porté sur l'emploi de la SMTP en présence de dépression majeure ou de troubles obsessionnels-compulsifs.
- Très peu d'études économiques visant à comparer les divers appareils de SMT ont été menées, et la plupart sont reprises dans les rapports publiés par des agences nationales d'évaluation, comme celle de l'OHTAQ, en Ontario (Canada) [89].

En l'absence d'études comparant les divers appareils employés en SMTP, nous avons inclus à l'analyse celles qui répondaient à certains critères relatifs au type d'indication, à la méthodologie retenue et au nombre de participants admis, afin de préparer un compte rendu exhaustif des divergences relevées dans les conclusions des auteurs. Nous les avons examinés par leurs titres et résumés, puis avons retenu 219 études, dont 85 étaient admissibles à notre analyse.

Quatre-vingt-cinq publications ont été lues dans leur intégralité. Parmi celles-ci, 67 études ne répondaient pas entièrement à nos critères d'inclusion. Nous avons inclus 18 études, dont 4 revues systématiques ou méta-analyses et 6 études multicentriques. Les caractéristiques complètes des études incluses se trouvent en annexe.

Les tentatives pour obtenir des informations détaillées et d'autres données ont échoué.

### 5.1 Études sélectionnées

Au total, notre recherche bibliographique a recensé 219 revues ou séries de cas (prospectives ou rétrospectives) qui répondaient aux critères de sélection. La comparaison des résultats des deux moteurs de recherche (PubMed et Ovid®) et l'analyse des résumés analytiques et d'autres études d'intérêt nous ont permis de sélectionner 18 études et 67 publications utiles à notre rapport. En raison de la rareté de résultats spécifiques à la technologie évaluée, la publication d'une note informative nous semble plus appropriée.

Cette recherche nous a permis de cibler quelques stratégies parmi les plus fréquemment étudiées qui reflètent les mécanismes de la SMT. Sur les quatre revues systématiques, trois d'entre-elles avaient comme étude principale, celle de Levkovitz et coll. (2015) [72], et une méta-analyse avait comparé deux groupes d'études sur la SMTP à la rSMT appliquées dans différents états pathologiques. Deux d'entre elles, soit Kaster et coll. (2018) [61] et Myczkowski et coll. (2018) [83], ont été retenues pour notre analyse. Parmi les 14 études restantes, 6 étaient multicentriques (4 études présentaient des résultats en double) et une était comparative, incluant celle de Levkovitz et coll. (2015) [72].

Il faut signaler que sur les 18 études concernant la SMTP et la compagnie BrainsWay Ltd, 10 auteurs présentaient des conflits d'intérêts<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Voir tableau descriptif des études.

## 5.2 Résultats de quelques études

Cette recherche nous a permis de cibler quelques-unes des technologies les plus étudiées dans le domaine de la stimulation magnétique transcrânienne profonde.

### 5.2.1 Étude de Levkovitz et collaborateurs (2015)

L'étude de Levkovitz et coll. (2015) est une étude randomisée contrôlée multicentrique en double aveugle qui incluait 181 patients atteints de TDM résistant à 4 traitements antidépresseurs ou qui n'avaient pas toléré au moins deux traitements antidépresseurs [72]. C'est une étude de support pour de nombreuses autres études. Les auteurs ont comparé les traitements de SMTP en monothérapie active ou simulée (89/92) appliqués pendant 4 semaines d'affilée, puis toutes les 2 semaines pendant 12 semaines. Les auteurs concluent que les résultats sont en faveur de l'efficacité et de l'innocuité de la SMTP chez les patients ne répondant pas aux antidépresseurs, en précisant que cette efficacité est maintenue pendant 16 semaines.

Tableau 2 – Résumé des caractéristiques de l'étude de Levkovitz et coll. (2015)

AUTEUR	OBJECTIF	MÉTHODE	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
Levkovitz 2015 [72]	Évaluation l'efficacité et l'innocuité de la SMTP dans le MDD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ERC multicentrique en double aveugle. 181/212 patients externes adultes (22 à 68 ans), présentant un TDM ne répondant pas à 4 traitements antidépresseurs ou qui n'avaient pas toléré au moins deux traitements antidépresseurs.</li> <li>▪ L'assignement a été aléatoire à une monothérapie avec la SMTP active ou simulée (89/92).</li> <li>▪ 20 séances de SMTP (18 Hz sur le cortex préfrontal) ont été appliquées pendant 4 semaines de manière aiguë, puis toutes les deux semaines pendant 12 semaines.</li> <li>▪ Les critères d'efficacité primaires et secondaires étaient le changement du score de l'échelle de dépression de Hamilton (HDRS-21) et des taux de réponse/rémission à la semaine 5, respectivement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La SMTP a induit une amélioration de 6,39 points sur l'échelle HDRS-21, tandis qu'une amélioration de 3,28 points a été observée dans le groupe factice (<math>p = 0,008</math>), ce qui a donné une taille d'effet de 0,76.</li> <li>▪ Les taux de réponse et de rémission étaient plus élevés dans la SMTP que dans le groupe simulé (réponse : 38,4 % contre 21,4 %, <math>p = 0,013</math>; rémission : 32,6 % contre 14,6 %, <math>p = 0,005</math>).</li> <li>▪ Ces différences entre le traitement actif et le traitement simulé étaient stables pendant la phase d'entretien de 12 semaines.</li> <li>▪ La SMTP était associée à des effets secondaires peu nombreux et mineurs en dehors d'une crise chez un patient où une violation du protocole s'est produite.</li> <li>▪ 71 patients ont terminé l'étude.</li> </ul>	Les résultats suggèrent que la SMTP est efficace et sûre chez les patients atteints de TDM ne répondant pas aux antidépresseurs, et dont l'effet reste stable sur 3 mois de traitement d'entretien.

### 5.2.2 Étude de Kedzior et collaborateurs (2015)

Kedzior et collaborateurs ont effectué une revue systématique et une méta-analyse quantitative qui incluait 9 des 17 études recensées [64; 65]. Les 9 études ont inclus 162 patients (au début de l'étude) et ont évalué les

résultats obtenus par la SMTP dans le traitement du TDM dans trois pays différents<sup>12</sup> : Israël = 6 [48; 49; 58; 71; 72; 100; 101]; Italie = 2 [97; 98]; Canada = 1 [8]. Parmi ces études, on retrouve l'étude multicentrique de Levkovitz et coll. (2015), qui a été menée dans 20 centres médicaux aux États-Unis, en Israël, en Allemagne et au Canada [72]. Les auteurs avaient conclu que la SMTP à haute fréquence est efficace et acceptable dans le traitement de la DM particulièrement unipolaire et résistante. Les auteurs ajoutent que d'autres études sont nécessaires pour évaluer l'efficacité de la SMT (seule ou en association avec des antidépresseurs) sur des populations plus importantes (à court et à long terme) et pour comparer ces résultats à ceux d'autres méthodes de stimulation cérébrale appliquées dans le TDM.

**Tableau 3 – Résumé des caractéristiques de l'étude de Kedzior et coll. (2015)**

AUTEUR	OBJECTIF	MÉTHODE	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
Kedzior 2015 [64; 65]	Évaluation l'efficacité de la SMTP avec des bobines H dans la dépression majeure.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Revue systématique et une méta-analyse quantitative.</li> <li>▪ Recherche sur Medline, PsycInfo et Google Scholar (jusqu'en novembre 2014).</li> <li>▪ Les mesures des résultats étaient la différence moyenne standardisée appariée (Cohen's d) dans les scores de dépression HDRS, ainsi que les taux de réponse, de rémission et d'abandon après un traitement de SMTP aigu par rapport au départ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 17 études sur « SMTP » ou « H-coil » et « dépression » ont été retenues.</li> <li>▪ Les données de 9 études (150 patients) ouvertes ont été incluses dans une méta-analyse à l'aide d'un modèle à effets aléatoires avec des poids à variance inverse.</li> <li>▪ Effet antidépresseur important après 20 séances de HF-SMTP aiguës par rapport à la valeur initiale, selon les scores de changement sur l'échelle HDRS (moyenne globale pondérée d = 2,04, intervalle de confiance à 95 % : 1,53-2,55. Les taux de réponse, de rémission et d'abandon pondérés globaux étaient respectivement de 60 %, 29 % et 18 %.</li> <li>▪ Les scores de changement HDRS et les taux de réponse avaient tendance à être plus élevés dans 4 études avec 68 patients sous antidépresseurs concomitants par rapport à 2 études avec 26 patients ayant reçu de la SMTP en monothérapie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La HF-SMTP semble avoir des effets antidépresseurs rapides après 20 séances chez les patients principalement unipolaires et résistants au traitement.</li> <li>▪ Un traitement concomitant avec des antidépresseurs pourrait améliorer l'efficacité de la SMTP.</li> <li>▪ Limites : ces résultats sont basés sur les données d'un petit nombre d'études ouvertes.</li> </ul>

### 5.2.3 Étude de Nordenskjöld et collaborateurs (2016)

Dans une revue systématique publiée en 2016, Nordenskjöld et collaborateurs ont rapporté les résultats d'une seule étude multicentrique, qui est l'étude reprise par l'ensemble des auteurs de la revue systématique, c'est-à-dire celle de Levkovitz et coll. (2015) [88]. Les auteurs notent qu'il n'existe aucune différence statistiquement significative et qu'à l'exception de rares cas de crises d'épilepsie, aucun événement indésirable grave n'a été signalé. À partir de ces résultats, les auteurs concluent que, pour la dépression majeure, les preuves scientifiques existantes en faveur de la SMTP appliquée avec une bobine H sont insuffisantes. En outre, ils ajoutent qu'en attendant d'autres études, l'utilisation de la SMTP dans le TDM devrait être limitée au cadre d'études cliniques.

<sup>12</sup> Huit des études rapportées seront aussi incluses dans l'étude de Gellersen et collaborateurs (2019).

**Tableau 4 – Résumé des caractéristiques de l'étude de Nordenskjöld et coll. (2016)**

AUTEUR	OBJECTIF	MÉTHODE	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
Nordenskjöld 2016 [88]	Évaluation l'efficacité de la SMTP avec la bobine de Hesel (bobine H) dans la dépression. Le rapport comprend également une évaluation des aspects éthiques et économiques impliqués.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Revue systématique.</li> <li>▪ Évaluation à l'aide de GRADE.</li> <li>▪ 1 ERC a été identifiée.</li> <li>▪ 212 participants souffrant de dépression majeure qui ne répondaient pas aux médicaments antidépresseurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aucune différence statistiquement significative : seulement une supériorité en 2 points dans l'échelle HAMD-21n a été observée dans le groupe SMTP par rapport au groupe factice à 4 semaines.</li> <li>▪ Aucun événement indésirable grave n'a été signalé en dehors de rares cas de crises d'épilepsie.</li> </ul>	Les preuves scientifiques existantes pour la thérapie de SMTP avec bobine H dans la DM sont insuffisantes. Implication clinique : l'utilisation de la SMTP dans la dépression doit être limitée au cadre d'études cliniques en attendant d'autres études.

#### 5.2.4 Étude de Gellersen et collaborateurs (2019)

En 2019, Gellersen et collaborateurs ont publié les résultats d'une revue systématique dont l'objectif principal était d'évaluer et de comparer l'efficacité de la rSMT pratiquée avec des bobines F-8 à la SMTP utilisant la bobine H1 dans le traitement du trouble dépressif majeur unipolaire (TDMU) [43]. Le principal critère de jugement de l'analyse était la sévérité de la dépression. À titre de résultats secondaires, les auteurs ont évalué les taux de réponse et de rémission. Au total, 19 études ont été incluses, dont 8<sup>13</sup> avaient déjà été incluses dans l'étude de Kedzior et coll. (2015) [64].

Les résultats de la méta-analyse ont montré une réduction plus importante de la gravité de la dépression dans les études de stimulation magnétique transcrânienne avec les bobines H1 par rapport aux études portant sur les bobines F8 (indépendamment de la conception de l'étude ou de la pharmacothérapie concomitante) et une tendance vers des taux de rémission plus élevés dans les SMT avec bobine F8 par rapport aux SMT avec bobines H1. Selon les auteurs, lorsqu'elle est adaptée, la stimulation à intensité plus élevée et moins focale avec la bobine H1 réduit davantage la dépression que la stimulation à intensité plus faible et plus focale avec la bobine F8. Cependant, les auteurs ajoutent que des études sont nécessaires pour comparer les résultats et les effets antidépresseurs des différentes bobines (F8-coil et H1-coil) afin de déterminer les protocoles de stimulation les plus optimaux pour une efficacité rapide et plus durable.

**Tableau 5 – Résumé des caractéristiques de la méta-analyse de Gellersen et coll. (2019)**

AUTEUR	OBJECTIF	MÉTHODE	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
Gellersen 2019 [43]	Évaluation comparative de l'efficacité de la rSMT <sup>14</sup> avec bobine F-8 à la SMTP (bobine H1) dans le	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 19 études avec : <ul style="list-style-type: none"> <li>• une fréquence de stimulation de 18-20 Hz utilisant une bobine F8 (8 ECR, 3 études ouvertes; n = 168 patients)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Une réduction importante de la gravité de la dépression, taux de réponse de 29 % et taux de rémission de 15 % après 10 séances de stimulation active avec l'une ou l'autre des bobines par rapport à la ligne de base.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lorsqu'elle est adaptée à la fréquence, la stimulation à intensité plus élevée et moins focale avec la bobine H1 réduit davantage la dépression que la stimulation à intensité plus faible et plus focale avec la</li> </ul>

<sup>13</sup> Levkovitz et coll., 2009; Rosenberg et coll., 2010; Rosenberg et coll., 2010; Isserles et coll., 2011; Harel et coll., 2014; Levkovitz et coll., 2015; Rapinesi et coll., 2015; Rapinesi et coll., 2015.

<sup>14</sup> Études sur la rSMT avec bobine F8 : George et coll., 1997; Berman et coll., 2000; Catafau et coll., 2001; Garcia-Toro et coll., 2001; Garcia-Toro et coll., 2001; Boutros et coll., 2002; Bajbouj et coll., 2005; Yukimasa et coll., 2006; Luborzewski et coll., 2007; Bakim et coll., 2012; Bakim et coll., 2012; Chen et coll., 2013.

AUTEUR	OBJECTIF	MÉTHODE	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
	traitement du TDMU.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ou bobine H1 (1 ECR, 7 études ouvertes; n = 200).</li> <li>▪ Critère de jugement principal : la sévérité de la dépression (le).</li> <li>▪ Les résultats secondaires : les taux de réponse et de rémission ont été évalués à la séance 10<sup>15</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La réduction de la sévérité de la dépression était plus importante dans les études menées auprès de patients plus jeunes.</li> <li>▪ Les protocoles de stimulation différaient systématiquement, car la stimulation était plus focale mais moins intense (80-110 % du seuil moteur au repos, MT) dans les études sur F8 et moins focale mais plus intense (120 % MT) dans les études sur H1.</li> <li>▪ Effets indésirables : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crises convulsives : 2/H1; 0/F8.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bobine F8. Ces effets sont basés sur un faible volume d'études, ne sont pas contrôlés pour le placebo et peuvent ne pas être cliniquement pertinents.</li> <li>▪ Des études sont nécessaires pour comparer les résultats et les effets antidépresseurs de F8-coil et H1-coil et ainsi déterminer les protocoles de stimulation les plus optimaux pour une obtenir une efficacité aiguë et plus durable.</li> </ul>

### 5.2.5 Étude comparative de Zibman et collaborateurs (2019)

L'étude de Zibman et collaborateurs [134] compare les résultats rapportés par Levkovitz et collaborateurs (SMTP, bobine H1, 2015) [72] et ceux rapportés par O'Reardon et collaborateurs en 2007 (SMT, bobine F8) [90]. Les auteurs ont signalé que des conclusions définitives étaient difficiles à émettre en raison de la différence entre les études et de la disponibilité des résultats. Cependant, la SMT avec la bobine H1 fournit un rapport de cotes plus élevé pour la rémission. Tout en notant la supériorité des effets cliniques de la bobine H1, ils notent que les effets à long terme du traitement n'ont pas été mesurés. Selon les auteurs, les données post-commercialisation suggèrent que les deux bobines ont un profil de sécurité similaire en pratique clinique, tandis que les comparaisons de taille d'effet des deux essais pivots respectifs de la FDA suggèrent que la bobine H1 peut avoir un avantage en termes d'efficacité.

Pour les auteurs, la mise au point de nouvelles conceptions de bobines devrait être combinée à l'étude des effets de protocoles rSMT spécifiques au traitement des sous-populations spécifiques de TDM (exemple : Nemeroff, 2018; Yesavage et coll., 2018; Kaster et coll., 2018 [61; 87; 130]).

En outre, ils ajoutent que des traitements individualisés basés sur des biomarqueurs pourraient être plus facilement mesurés dans la pratique clinique de routine [67; 111].

**Tableau 6- Résumé des caractéristiques de l'étude comparative de Zibman et collaborateurs (2019)**

AUTEUR	OBJECTIF	MÉTHODE	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
Zibman 2019 [134]	Comparaison des effets de la SMT effectuée avec bobine F8 par rapport à la SMTP avec bobine H1	Revue des implications théoriques et cliniques des bobines H1 et F8 et comparaison de leur innocuité et de leur efficacité dans le traitement du TDM.  Mesures avec échelles MADRS et HAMD-17.	Cette étude a indiqué la supériorité clinique de la bobine H1, mais n'a pas mesuré les effets à long terme.	D'autres expériences sont nécessaires pour comparer les effets à long terme, l'utilisation de paramètres de stimulation temporelle et le nombre d'impulsions similaires.

<sup>15</sup> Levkovitz et coll., 2009; Rosenberg et coll., 2010; Rosenberg et coll., 2010; Isserles et coll., 2011; Harel et coll., 2014; Levkovitz et coll., 2015; Rapinesi et coll., 2015; Rapinesi et coll., 2015.

### 5.2.6 Étude de Filipčić et collaborateurs (2019)

En 2019, Filipčić et collaborateurs ont présenté les résultats d'une étude clinique indépendante de l'industrie, contrôlée (NCT02917499), qui compare deux protocoles de rSMT approuvés par la FDA (rTMS H1-coil® et rTMS f8-coil®) et appliqués chez des patients atteints de TDM [37]. 228 patients ont été répartis de manière aléatoire à un des deux protocoles et ont reçu 20 séances de rSMT en complément de la pharmacothérapie standard de soins, ou de la pharmacothérapie standard de soins seule. Les auteurs rapportent que l'innocuité, la tolérance et les changements de qualité de vie étaient comparables. Cependant, ils notent un meilleur taux de réponse et une plus grande réduction de la sévérité de la dépression chez les sujets du groupe H1-coil, mais sans différence significative du taux de rémission entre les deux modalités de rSMT.

**Tableau 7 – Résumé de l'étude comparative de Filipčić et collaborateurs (2019)**

AUTEUR	OBJECTIF	MÉTHODES	RÉSULTATS	CONCLUSION
Filipčić 2019 [37]	Comparaison de deux protocoles de rSMT (H1 et f8) approuvés par la FDA dans le traitement du TDM.	ERC en simple aveugle, indépendante de l'industrie, 228 patients atteints de TDM ont été randomisés pour recevoir 20 séances de SMT H1 ou SMT f8 en complément de la pharmacothérapie standard de soins, ou de la pharmacothérapie standard de soins seule.  NCT02917499	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La gravité initiale des symptômes de TDM était presque la même dans les 3 groupes.</li> <li>▪ Le score moyen sur l'échelle HAM-D17 était de 17 (5,3) dans le groupe H1, 17 (5,4) dans le groupe f8 et 19 (6,1) dans le groupe témoin.</li> <li>▪ Le critère de jugement principal était la proportion de patients obtenant une rémission définie par un score HAM-D17 <math>\leq 7</math> à la fin du traitement à la semaine 4.</li> <li>▪ Dans l'analyse en intention de traiter, le rapport de cotes pour la rémission était de 1,74 (IC de 95 %; 0,79-3,83) dans le groupe H1 par rapport au groupe f8.</li> <li>▪ La différence entre les deux protocoles de rSMT n'était pas significative.</li> <li>▪ Le taux de rémission était significativement plus élevé dans les deux groupes HF-rSMT par rapport au témoin : 60 % (IC de 95 %; 48-71 %), 43 % (IC de 95 %; 31-55 %) et 11 % (IC de 95 %; 5-20 %), respectivement.</li> <li>▪ La réponse était significativement meilleure dans H1-coil que dans le groupe f8 : OR = 2,33; IC de 95 %; 1,04-5,21 (p = 0,040). Le HAM-D17 a été abaissé de 59 % dans H1, de 41 % dans f8 (P = 0,048) et de 17 % dans le groupe témoin (P &lt; 0,001 contre H1; P = 0,003 contre f8).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'innocuité, la tolérance et les changements de qualité de vie étaient comparables.</li> <li>▪ Un meilleur taux de réponse et une plus grande réduction de la sévérité de la dépression ont été observés dans le groupe H1, mais on ne constate aucune différence significative pour le taux de rémission entre les deux modalités de rSMT.</li> </ul>

### 5.2.7 Étude de Begemann et collaborateurs (2020)

Dans une méta-analyse publiée en 2020, Begemann et collaborateurs ont étudié quantitativement l'effet procognitif des stimulations non invasives du cerveau (SMT et tDCS<sup>16</sup>) dans différents troubles cérébraux (TC), dont la dépression majeure (mais aussi la schizophrénie, la démence, la maladie de Parkinson, etc.) [7]. Les auteurs ont noté un effet faible mais significatif à la fois de la SMT et de la tDCS sur la mémoire de travail chez les patients souffrant de troubles cérébraux par rapport au traitement simulé. La tDCS a également eu un effet supérieur sur l'attention et la vigilance. Les résultats n'étaient pas significatifs pour les autres domaines cognitifs. Les résultats étaient similaires dans les différents troubles cérébraux pour les deux techniques. Dans le cas de la dépression majeure, 14 études étaient incluses, dont 6 ont été publiées depuis 2010 (tableau 5). Les études sur la SMT concernent l'évaluation de différents types de SMT, dont la SMTP. Deux de ces études, soient celles de Kaster et coll. (2018) et de Myczkowski et coll. (2018) ont été retenues pour notre analyse [61; 83].

**Tableau 8 - Résumé des caractéristiques de l'étude de Begemann et collaborateurs (2020)**

AUTEUR	OBJECTIF	MÉTHODE	CONCLUSIONS
Begemann 2020 [7]	Analyse des effets de différentes SMT et de la STCC dans différents TC.	Les études sur la SMT incluses. Pour le TDM : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ullrich (2012) : double left DLPFC / Sham [121]</li> <li>• Wajdik (2014) : simple left DLPFC / Sham [126]</li> <li>• Cheng (2016) : double iTBS; left DLPFC - cTBS; right DLPFC - iTBS + cTBS; bilateral DLPFC / Sham [25]</li> <li>• Kaster (2018) : double DLPFC, VLPFC / Sham [61]</li> <li>• Kavanaugh (2018) : double left DLPFC / Sham [62]</li> <li>• Myczkowski (2018) : double left DLPFC / Sham [83]</li> <li>• + 8 autres études publiées avant 2010</li> </ul> Les mesures ont été effectuées avec les échelles standards.	Les auteurs ont noté que la SMT et la STCC avaient un effet faible, mais significatif sur la mémoire de travail des patients souffrant de troubles cérébraux par rapport au traitement simulé.  Ils ajoutent que la STCC a également montré un effet supérieur sur l'attention et la vigilance et que les résultats n'étaient pas significatifs pour les autres domaines cognitifs.

### 5.2.8 Autres études incluses

Pour les 12 autres études, les résultats d'une étude d'Isserles (2011) [58] ont été repris par Kedzior en 2015 [64] et Gellensen en 2019 [43], et les études de Kaster (2018) [61] et de Myczkowski (2018) [83], qui rapportaient les résultats de l'application de la SMTP dans le TDM, étaient incluses dans l'analyse de Begemann (2020) [7]. Enfin, deux études reprenaient les résultats de deux publications antérieures et concernaient l'utilisation de la SMTP dans le traitement des TOC : Grammer (2020) [47] et Roth 2020 [106; 107] et Carmi (2019) [21] (voir le tableau 8).

Pour ces quatre analyses (2 études), les auteurs concluent que la SMTP à haute fréquence avec bobine H (H et H7) a significativement amélioré les symptômes du TOC et peut être considérée comme un traitement potentiel pour les patients qui ne répondent pas de manière adéquate aux interventions pharmacologiques.

L'étude de Carmi et collaborateurs, qui a été publiée en 2018 (41 patients présentant un TOC), rapporte des résultats intermédiaires de l'essai clinique NCT01343732 [20]. Dans cette publication, les auteurs présentent les résultats de l'évaluation de l'activité mPFC-ACC<sup>17</sup> induite par la SMTP sur les symptômes du TOC. Ils concluent que la SMTP à haute fréquence sur le mPFC-ACC atténue les symptômes du TOC et peut être utilisée comme une nouvelle intervention thérapeutique. Les résultats définitifs de l'essai clinique n'ont pas encore été publiés.

<sup>16</sup> La stimulation transcrânienne à courant continu (STCC).

<sup>17</sup> Cortex cingulaire préfrontal médian et antérieur.

Tableau 9 – Résumé descriptif des études de Grammer (2020), Roth (2020) et Carmi (2019)

AUTEURS	OBJECTIF	MÉTHODES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
Grammer 2020 [47]	Évaluation de l'impact de l'extension du traitement de SMTP sur les patients atteints de TOC.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 175 sites cliniques de SMTP avec H7-coil.</li> <li>▪ Le critère de jugement principal était la réponse, définie par une réduction d'au moins 30 % du score YBOCS du début à la fin.</li> <li>▪ Les mesures de résultats secondaires comprenaient la première réponse, qui correspond à la première fois où le score YBOCS répondait aux critères de réponse, et la réponse soutenue, qui correspond au moment où deux scores YBOCS consécutifs répondaient aux critères de réponse.</li> <li>▪ Les analyses comprenaient le taux de réponse au point final, après 29 séances de SMTP, le nombre de séances et les jours nécessaires pour atteindre la première réponse durable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 22/175 (13 %) sites cliniques ont fourni des données sur les détails du traitement et les mesures des résultats YBOCS avec un total de 192 patients.</li> <li>▪ 180 patients qui avaient au moins une mesure de YBOCS ont été inclus dans les analyses.</li> <li>▪ Les taux de réponse au point final et de réponse soutenue étaient de 73,2 % et 62,2 %, respectivement.</li> <li>▪ Le taux de réponse était de 58 % après 29 séances de SMTP.</li> <li>▪ La première réponse a été obtenue en moyenne après 18 séances (SD1/49,4) ou 28 jours (SD1/422,4).</li> <li>▪ Une réponse soutenue a été obtenue après 19 séances (SD1/49,6) ou 30 jours (SD1/424,5).</li> <li>▪ Les scores YBOCS moyens ont démontré une réduction continue avec un nombre croissant de séances de SMTP.</li> </ul>	L'amélioration commence généralement à 20 séances et l'extension du traitement au-delà de 29 séances entraîne une réduction continue des symptômes du TOC, augmentant la perspective de la valeur de protocoles de traitement prolongés chez les patients qui ne répondent pas aux traitements standards.
Roth 2020 [107]	Évaluation de l'efficacité de la SMTP pour le TOC dans les pratiques du monde réel.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Données détaillées du traitement et des mesures des résultats.</li> <li>▪ Le critère de jugement principal était la réponse, définie par une réduction d'au moins 30 % du score YBOCS du début à la fin.</li> <li>▪ Les mesures de résultats secondaires comprenaient la première réponse, qui correspond à la première fois où le score YBOCS répondait aux critères de réponse, et au moins 1 mois de réponse soutenue.</li> <li>▪ Les analyses comprenaient le taux de réponse au point final (après 29 séances de SMTP), le nombre de séances et de jours nécessaires pour atteindre la première réponse et une réponse soutenue.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 22 sites cliniques.</li> <li>▪ SMTP avec des bobines H7.</li> <li>▪ 219 patients.</li> <li>▪ 167 patients ont été inclus dans les analyses principales.</li> <li>▪ Les taux globaux de première réponse et de réponse soutenue étaient de 72,6 % et 52,4 %, respectivement.</li> <li>▪ Le taux de réponse était de 57,9 % chez les patients qui avaient des scores YBOCS après 29 séances de SMTP.</li> <li>▪ La première réponse a été obtenue en moyenne après 18,5 séances (SD = 9,4) ou 31,6 jours (SD = 25,2).</li> <li>▪ Le début d'une réponse soutenue à un mois a été obtenu en moyenne après 20 séances (ET = 9,8) ou 32,1 jours (ET = 20,5).</li> <li>▪ Les scores YBOCS moyens ont démontré une réduction continue avec un nombre croissant de séances de SMTP.</li> </ul>	<p>Dans la pratique clinique réelle, la majorité des patients atteints de TOC ont bénéficié de la SMTP, et le début de l'amélioration survient généralement à 20 séances.</p> <p>La prolongation du traitement au-delà de 29 séances entraîne une réduction continue des symptômes du TOC, augmentant la perspective de la valeur pour des protocoles de traitement prolongés chez les patients qui ne répondent pas aux traitements standards.</p>

AUTEURS	OBJECTIF	MÉTHODES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
Carmi 2019 [21]	Évaluation des effets de la SMTP chez les patients atteints de TOC.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Étude multicentrique contrôlée en double aveugle.</li> <li>▪ 11 centres, 99 patients atteints de TOC.</li> <li>▪ Traitement : SMTP à haute fréquence (20 Hz) ou traitement simulé et traitements quotidiens après une provocation individuelle des symptômes, pendant 6 semaines.</li> <li>▪ La réponse clinique au traitement a été déterminée à l'aide de l'échelle YBOCS.</li> <li>▪ Critère principal d'efficacité : changement du score entre l'évaluation initiale et post-thérapeutique.</li> <li>▪ Mesures supplémentaires lors de l'évaluation post-traitement et après un autre mois de suivi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 89 % du groupe de traitement actif et 96 % du groupe de traitement simulé ont terminé l'étude.</li> <li>▪ La réduction du score YBOCS chez les patients ayant reçu un traitement actif de SMTP était significativement plus importante que chez les patients ayant reçu un traitement fictif (réductions de 6,0 points et 3,3 points, respectivement), avec des taux de réponse de 38,1 % et 11,1 %, respectivement.</li> <li>▪ À 1 mois, les taux de réponse étaient de 45,2 % dans le groupe de traitement actif et de 17,8 % dans le groupe de traitement simulé.</li> <li>▪ Des différences significatives entre les groupes ont été maintenues lors du suivi.</li> </ul>	La SMTP à haute fréquence sur le cortex préfrontal médian et le cortex cingulaire antérieur a significativement amélioré les symptômes du TOC et peut être considérée comme un traitement potentiel pour les patients qui ne répondent pas de manière adéquate aux interventions pharmacologiques et psychologiques.
Roth 2020 [106]	Analyse des données d'une ERC utilisant la SMTP chez des patients avec TOC (Carmi et coll., 2019).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dans 11 centres, 99 patients atteints de TOC.</li> <li>▪ Traitement par SMTP à haute fréquence (20 Hz) ou traitement simulé administré quotidiennement après une provocation individuelle des symptômes, pendant 6 semaines.</li> <li>▪ La réponse clinique au traitement a été mesurée à l'aide de l'échelle YBOCS.</li> <li>▪ Le critère principal d'efficacité : le changement du score entre l'évaluation initiale et post-thérapeutique.</li> <li>▪ Mesures supplémentaires : post-traitement et après un 1 mois de suivi.</li> <li>▪ Groupe de sujets ayant une réponse insuffisante à 1 ou 2 médicaments (cohorte 1-2 Meds).</li> <li>▪ Groupe aux sujets ayant une réponse insuffisante à 3 médicaments ou plus (cohorte 3+ Meds).</li> <li>▪ Cohortes qui ont reçu une TCC avant (au moins 2 mois avec un thérapeute) ou n'ont pas reçu de TCC avant (TCC antérieure / Pas de TCC).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La réponse après le traitement était significativement plus élevée dans le groupe de SMTP que dans le groupe de traitement simulé dans les cohortes plus importantes de 3 médicaments et plus (SMTP : 41,4 %; simulation : 8,3 %; p = 0,0109) et de la TCC antérieure (SMTP : 33,3 %; simulacre : 3,3 %; p = 0,0041).</li> <li>▪ Voir l'étude de Carmi (2019).</li> </ul>	Cette analyse démontre que la SMTP est une option de traitement efficace pour les patients souffrant de TOC, indépendamment de la non-réponse antérieure aux SRI ± antipsychotiques ou aux séances de TCC.

L'étude de Harvey et collaborateurs publiée en 2020 avait comme objectif d'évaluer l'efficacité de la SMTP sur la DM en pratique clinique réelle à partir des données de 29 sites de traitement différents [52]. Les auteurs rapportent que la SMTP a un effet bénéfique chez la majorité des patients, avec un début d'amélioration avant la 20<sup>e</sup> séance, et que de nombreux non-répondeurs initiaux bénéficient aussi de l'effet du traitement à plus long terme.

Les résultats des études de Feffer [35] et Tavares [114] convergent vers un effet positif de la SMTP dans le cas des patients présentant un TDM, en particulier les patients dépressifs bipolaires pharmacorésistants et recevant une pharmacothérapie adéquate. La SMTP pourrait être considérée comme un traitement d'appoint potentiellement efficace et bien toléré. Certaines limites doivent être prises en considération, comme l'absence de comparateur et le nombre de patients traités (41 et 43, respectivement).

**Tableau 10 – Autres études**

AUTEUR	OBJECTIF	MÉTHODES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
Harvey 2020 [52]	Évaluation de l'efficacité de la SMTP dans le traitement du TDM dans la pratique clinique réelle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recueil de données de traitement et de résultats de sites* utilisant une bobine H1.</li> <li>▪ Mesures des résultats : échelles cliniques (CGI-S, HDRS-21 et MADRS) et auto-questionnaires (PHQ-9, BDI, IDS).</li> <li>▪ Les analyses comprenaient : <ul style="list-style-type: none"> <li>• les taux de rémission et de réponse après 20 et 30 séances de SMTP;</li> <li>• le nombre de séances et de jours nécessaires pour atteindre la première réponse;</li> <li>• la première rémission;</li> <li>• la réponse soutenue et la rémission soutenue.</li> </ul> </li> </ul> <p>* Tous les sites de SMTP se sont vus offrir une compensation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 29/481 (6 %) des sites H1 ont soumis des données sur le traitement et les résultats pour 1040 patients.</li> <li>▪ Les taux de rémission (réponse) étaient de 36,2 % (65,1 %) et de 48,1 % (72,5 %) après 20 et 30 séances de SMTP, respectivement.</li> <li>▪ Les taux de rémission étaient les plus élevés lorsqu'ils étaient évalués par la HDRS.</li> <li>▪ Le nombre moyen de séances (jours) pour la première réponse était de 10,3 (18,6) avec CGI-S, 14,9 (24,9) avec PHQ-9, 18,0 (33,3) avec BDI et 17,1 (28,3) avec la HDRS.</li> <li>▪ Le nombre moyen de séances (jours) pour la première rémission était de 14,4 (28,5) avec CGI-S, 21,8 (45,0) avec PHQ-9, 20,6 (42,8) avec BDI et 18,1 (30,7) avec la HDRS.</li> <li>▪ Les taux de patients ayant obtenu la première rémission (réponse) étaient de 50,5 % (62,1 %) avec CGI-S, 58,9 % (84,6 %) avec PHQ-9, 75,3 % (86,7 %) avec BDI et 78,5 % (89,7 %) avec la HDRS.</li> <li>▪ Les taux de patients qui ont obtenu une rémission soutenue (réponse) étaient de 61,4 % (90,0 %) avec CGI-S, 47,0 % (80,0 %) avec PHQ-9, 65,9 % (79,5 %) avec BDI et 70,9 % (83,2 %) avec la HDRS.</li> </ul>	<p>La majorité des patients présentant un TDM bénéficient de la SMTP, avec un début d'amélioration avant la 20<sup>e</sup> séance.</p> <p>De nombreux non-répondeurs initiaux bénéficient aussi de l'effet du traitement à plus long terme.</p>

AUTEUR	OBJECTIF	MÉTHODES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
Carmi 2018 [20]	Évaluation de l'activité mPFC-ACC induite par la SMTP sur les symptômes du TOC pharmacorésistant.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les participants ayant un TOC résistant au traitement ont été traités avec l'une de ces méthodes : <ul style="list-style-type: none"> <li>Haute fréquence (HF; 20 Hz)</li> <li>Basse fréquence (LF; 1 Hz)</li> <li>Simulation de la SMTP du mPFC et de l'ACC pendant 5 semaines, en double aveugle</li> </ul> </li> <li>Tous les traitements ont été administrés à la suite de la provocation des symptômes, et des mesures EEG pendant une tâche Stroop ont été acquises pour examiner les changements dans l'activité liée à l'erreur.</li> <li>La réponse clinique au traitement a été évaluée à l'aide de l'échelle YBOCS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>41 patients.</li> <li>L'analyse intermédiaire a révélé que les scores YBOCS s'étaient significativement améliorés après HF (n = 7), mais pas la stimulation LF (n = 8), par rapport à la simulation (n = 8), et donc le recrutement pour le groupe LF a été interrompu.</li> <li>À l'issue de l'étude, le taux de réponse dans le groupe HF (n = 18) était significativement plus élevé que celui du groupe simulé (n = 15) pendant au moins un mois après la fin du traitement.</li> <li>La réponse clinique dans le groupe HF était en corrélation avec une augmentation de la négativité liée à l'erreur (ERN) dans la tâche Stroop, une composante électrophysiologique attribuée à l'activité ACC.</li> </ul>	<p>La SMTP à haute fréquence sur le mPFC-ACC atténue les symptômes du TOC et peut être utilisée comme une nouvelle intervention thérapeutique.</p> <p>Nonobstant d'autres explications, cela peut provenir de la capacité de la SMTP à modifier directement l'activité ACC.</p>
Feffer 2017 [35]	Évaluation de l'efficacité de la SMTP dans la pratique réelle, en tant que traitement d'appoint pour la dépression résistante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude de cohorte rétrospective.</li> <li>40 patients externes sous pharmacothérapie.</li> <li>20 traitements de SMTP sur une période de 4 à 6 semaines.</li> <li>Au départ (T0), visite 10 (T1) et visite 20 (T2)</li> <li>Mesures : <ul style="list-style-type: none"> <li>Échelle CGI-S</li> <li>Échelle CGI-I a été effectuée à T1 et T2</li> <li>HDRS-21 à T0 et T2 seulement QIDS-SR à T0, T1 et T2</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les symptômes dépressifs (HDRS-21) ont diminué de manière significative après le traitement.</li> <li>Le score total HDRS est passé d'une moyenne de 21,22 (<math>\pm</math> 6,09) à T0 à 13,95 (<math>\pm</math> 7,24) à T2.</li> <li>De même, à T2, 32,5 % répondaient au traitement et 20 % étaient en rémission, sur la base de la HDRS-21.</li> <li>Le traitement a été bien toléré, avec un taux d'arrêt de 7,5 %. Alors que les symptômes dépressifs au départ ne prédisaient pas la rémission ou la réponse à T2, des scores HDRS plus élevés à T0 étaient associés à une diminution plus importante des symptômes dépressifs au cours de l'étude.</li> </ul>	<p>Des effets antidépresseurs significatifs ont été observés.</p> <p>Les résultats suggèrent que chez les patients atteints de TDM, la sévérité de l'épisode dépressif est associée à un effet thérapeutique positif de la SMTP.</p> <p>La gravité initiale de l'épisode dépressif pourrait guider les cliniciens dans l'orientation des patients vers la SMTP.</p>
Tavares 2017 [114]	Évaluation de l'efficacité et l'innocuité de la SMTP (H1) dans la DM unipolaire résistante au traitement.	<ul style="list-style-type: none"> <li>ERC</li> <li>Traitement : 20 séances de SMTP active ou simulée sur le cortex préfrontal dorsolatéral gauche (bobine H1, 55 18 Hz, 2 s, 120 % MT).</li> <li>Critère de jugement principal : changements dans l'échelle HDRS-17 entre le début et la fin (à 4 semaines).</li> <li>Mesures secondaires : changement entre le départ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>43 des 50 patients ont terminé l'étude.</li> <li>Abandons dans les groupes factice 2 et actif 5.</li> <li>La SMTP active était supérieure au traitement simulé au point final (différence en faveur de la SMTP = 4,88; IC de 95 % 0,43 à 9,32, p = 0,03), mais pas lors du suivi.</li> <li>Une tendance à des taux de réponse plus élevés dans les</li> </ul>	<p>La SMTP est un traitement d'appoint potentiellement efficace et bien toléré chez les patients dépressifs bipolaires pharmacorésistants et recevant une pharmacothérapie adéquate.</p>

AUTEUR	OBJECTIF	MÉTHODES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
		<p>et la fin de la phase de suivi (après 8 semaines) et taux de réponse et de rémission.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'innocuité a été évaluée à l'aide d'un questionnaire sur les effets indésirables de la SMTP et de la Young Mania Rating Scale pour évaluer TEMS*.</li> </ul>	<p>groupes actif (48 %) contre simulé (24 %) (OR = 2,92; IC de 95 % = 0,87 à 9,78, p = 0,08).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Taux de rémission : pas de différence significative.</li> <li>▪ TEMS : aucun épisode n'a été observé.</li> </ul>	

### 5.3 Recommandations et lignes directrices

Il n'existe pas de lignes directrices publiées par les agences de santé ou les sociétés savantes sur la SMTP<sup>18</sup>. Quelques agences rapportent les données actuelles sur la rSMT et, dans la plupart des cas, sans recommandations spécifiques. En 2020, la Haute autorité en santé (France) a publié un modèle de cadrage pour une évaluation de la SMT dans les maladies psychiatriques.

#### 5.3.1 Au Canada

##### Institut national d'excellence en santé et services sociaux, Québec, Canada (INESSS, 2020)

Dans une publication (réponse rapide) de 2020 intitulée COVID-19 et la phase de rétablissement à la pandémie pour les personnes avec des problèmes ou des troubles de santé mentale, l'INESSS, en citant Caulfield et coll. (2020) [23], souligne que les trois technologies jugées comme prometteuses par ces chercheurs sont : la stimulation magnétique transcrânienne répétitive (SMTR/RSMT), approuvée par la FDA pour la dépression majeure, la stimulation transauriculaire du nerf vague (taVNS) et la stimulation transcrânienne à courant direct (tDCS). Les chercheurs précisent toutefois que l'efficacité de ces traitements à domicile reste à démontrer. Aucune évaluation sur la SMT ou recommandation n'a été publiée par l'INESSS.

##### Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé (ACMTS/CADTH, 2019)

En 2014, l'évaluation de l'Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé [16] indique que certaines études sur la SMT pouvaient montrer un avantage, mais les auteurs avaient conclu que « les preuves sont généralement incohérentes et de faible qualité ». En 2019 et sur la base de trois revues systématiques [89; 92; 110] et de cinq ERC [59; 61; 116; 122; 130], l'ACMTS a évalué la SMT pour le traitement du TDM [18]. Ce rapport est une mise à jour d'une précédente « réponse rapide » de l'ACMTS sur la SMTr, qui a été publiée en 2015 [17]. Cette dernière présentait des conclusions mitigées quant à l'efficacité comparative de la rSMT par rapport au traitement simulé et rapportait une efficacité comparative similaire pour la rSMT par rapport aux pharmacothérapies. Les analyses coût-efficacité suggéraient que la SMTr était dominante par rapport aux pharmacothérapies et associée à un rapport coût-efficacité supplémentaire de 75 844 \$ CA par rapport à la thérapie électroconvulsive. Les deux lignes directrices incluses approuvaient l'utilisation de la rSMT chez les patients adultes atteints de TDM pharmacorésistant. Les lignes directrices de CANMAT [80] considèrent la rSMT comme un traitement de première intention pour les patients qui ne répondaient pas à au moins un antidépresseur. Cette recommandation était basée sur des preuves d'efficacité de niveau 1 et des preuves de sécurité de niveau 3. En ce qui concerne le Veterans Affairs/Department of Defense (VA/DoD) [124], l'organisme suggère simplement d'offrir aux personnes atteintes de TDM pharmacorésistant un traitement de rSMT sans approbation d'un protocole spécifique. Les preuves à l'appui de cette recommandation ont été jugées faibles par l'ACMTS.

<sup>18</sup> Actuellement, le système BrainsWay dTMS® est étudié dans un essai clinique de la FDA pour une utilisation chez des patients souffrant de dépression bipolaire.

## Health Quality Ontario (2016)

La revue systématique et la méta-analyse de Health Quality Ontario (Ontario Health Technology Assessment Services) ont examiné l'efficacité de la SMTr chez les patients atteints de dépression unipolaire résistante au traitement (2016) [54]. Une recherche documentaire a été effectuée pour les ECR publiés du 1er janvier 1994 au 20 novembre 2014. Des méta-analyses ont été menées pour obtenir des estimations sommaires. Le principal critère de jugement était les changements des scores de dépression mesurés par le HRSD<sup>19</sup>. La rémission et la réponse au traitement correspondaient aux résultats secondaires. Au total, 23 ECR comparaient la rSMT à la simulation, et 6 ECR comparaient la rSMT à l'ECT. Les essais de rSMT par rapport au traitement simulé ont mené à une amélioration statistiquement significative des scores de dépression avec la rSMT (différence moyenne pondérée [WMD] 2,31, IC de 95 % : 1,19 à 3,43;  $p < 0,001$ ). Cette amélioration était inférieure à l'effet thérapeutique préspecifié qui était cliniquement important. Il y avait une différence absolue de 10 % entre la rSMT et le traitement simulé dans les taux de rémission ou de réponse. Cela s'est traduit par un nombre à traiter de 10. Les risques relatifs à la rémission et à la réponse étaient de 2,20 (IC de 95 % : 1,44 à 3,38,  $p = 0,001$ ) et 1,72 (IC de 95 % : 1,13 à 2,62,  $p = 0,01$ ), respectivement, en faveur de la rSMT. Les études comparant la rSMT par rapport à l'ECT ont montré une différence statistiquement et cliniquement significative entre la rSMT et l'ECT en faveur de l'ECT (DMP 5,97, IC de 95 % : 0,94 à 11,0,  $p = 0,02$ ). Les risques relatifs à la rémission et à la réponse étaient respectivement de 1,44 (IC de 95 % : 0,64 à 3,23,  $p = 0,38$ ) et 1,72 (IC de 95 % : 0,95 à 3,11,  $p = 0,07$ ), en faveur de l'ECT. Les auteurs ont conclu que l'ensemble des preuves favorisait l'ECT pour le traitement des patients résistants au traitement. La méta-analyse a montré un effet positif de la rSMT à court terme. Cependant, les auteurs avaient soulevé un potentiel de biais de publication pour les études avec un échantillon populationnel de petite taille.

Tout en évaluant l'efficacité clinique de la SMTr par rapport à l'ECT ou au traitement simulé, l'OHTAQ<sup>20</sup> a estimé la rentabilité et l'impact budgétaire de la technologie sur un an. Les auteurs avaient conclu que :

- La rSMT est rentable par rapport au traitement simulé lorsque la volonté de payer est supérieure à 98 242 \$ par année de vie ajustée en fonction de la qualité.
- L'impact budgétaire sur un an du financement de la SMTr pour la dépression résistante au traitement dépendrait de l'ampleur de sa mise en œuvre, mais pourrait varier entre 2 et 25 millions de dollars par an.

Après délibérations, l'OHTAC a accepté les conclusions de l'examen des données probantes et de l'évaluation économique, et a convenu que les preuves à l'appui de la SMTr par rapport au traitement simulé étaient de qualité faible ou modérée. Enfin, l'OHTAC a admis que de nombreux patients refusent d'être traités par électrochocs et que de nombreux médecins n'offrent pas ce traitement. À partir de ces conclusions et étant donné que la rSMT est moins coûteuse que l'ECT, l'OHTAC estime que la rSMT devrait être financée par des fonds publics pour les patients chez lesquels l'ECT est contre-indiquée.

## HTA Unit at the University of Calgary (Alberta, 2014)

Une évaluation de l'Unité d'évaluation des technologies de la santé de l'Université de Calgary [69] note que, chez les adultes atteints de TDM pharmacorésistant, la rSMT est plus efficace que l'absence de traitement. Selon les auteurs, l'évaluation a révélé que peu d'études comparaient l'efficacité de la rSMT par rapport à l'ECT. En outre, ils notent que les estimations mises en commun pour l'évaluation de la réponse au traitement et de la rémission fournissent des indications contradictoires : la SMTr pourrait être plus efficace pour obtenir une réponse, mais moins efficace pour obtenir une rémission. L'évaluation a conclu que l'efficacité de la SMTr par rapport à l'ECT reste incertaine. L'évaluation a également conclu que l'efficacité chez les jeunes et les jeunes adultes est incertaine.

---

<sup>19</sup> Une différence moyenne de 3,5 points était considérée comme un effet de traitement cliniquement important.

<sup>20</sup> L'OHTAQ a collaboré avec l'Institut de recherche des programmes d'évaluation de la technologie en santé (PATH).

### Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé (ACMTS, 2014)

L'évaluation de l'Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé [16] indique que certaines études sur la SMTr peuvent montrer un avantage, mais quatre évaluations des technologies de la santé n'ont pas permis de tirer des conclusions. L'évaluation a conclu que « les preuves sont généralement incohérentes et de faible qualité ».

### 5.3.2 *En Europe*

#### European Network for Health Technology Assessment (EUNEHTA, 2018)

En 2017, l'European Network for Health Technology Assessment [32] rapportait qu'un faisceau de preuves indique que la SMTr est généralement sûre et bien tolérée. La SMTr a eu un petit effet à court terme sur l'amélioration de la dépression par rapport au traitement simulé, mais les études de suivi n'ont pas montré que le petit effet se poursuivrait pendant de plus longues périodes. L'agence conclut que les preuves actuelles ne sont pas suffisantes pour démontrer que la rSMTr est aussi efficace et sûre que l'ECT. En raison de la faible qualité des preuves, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour étayer les résultats avec des preuves de haute qualité.

#### Centre fédéral d'expertise belge (KCE, 2017)

En 2017, dans son rapport d'expertise, le Centre fédéral d'expertise belge (KCE) conclut qu'étant donné le manque de données probantes, il n'est pas possible d'affirmer que la rSMTr est aussi efficace et sûre que l'ECT dans le TDM<sup>21</sup> [31].

#### National Institute of Health and Clinical Excellence (NICE, 2015)

Une évaluation du National Institute for Health and Care Excellence [85] a conclu que l'utilisation de la SMTr pour la dépression ne présente aucun problème d'innocuité majeur et que les preuves de son efficacité à court terme sont adéquates, bien que la réponse clinique soit variable. L'évaluation du NICE comporte peu de données sur l'efficacité à long terme et a cité la nécessité de publier des preuves supplémentaires sur la sélection des patients, des détails sur le type précis et le régime de stimulation utilisé, l'utilisation du traitement d'entretien et les résultats à long terme.

En outre, les preuves de l'innocuité de la SMTr pour les TOC ne soulèvent aucun problème majeur à ce sujet. Cependant, les preuves de son efficacité sont insuffisantes en quantité et en qualité. Par conséquent, cette procédure ne doit être utilisée que dans le cadre de la recherche.

#### National Institute for Health and Welfare de Finlande (NHIW, 2014)

En 2014, le National Institute for Health and Welfare<sup>22</sup> note que les preuves des études à court terme indiquent que la SMTr est un traitement sûr et efficace, en particulier dans le traitement de la dépression pharmacorésistante. Les preuves d'efficacité à long terme sont jusqu'à présent rares. La SMTr peut être rentable par rapport au traitement antidépresseur uniquement, mais l'ECT est plus rentable dans le traitement de la dépression résistante aux médicaments. Des études sont nécessaires, notamment sur les protocoles appropriés de traitement d'entretien afin de prévenir les rechutes. Plus d'informations sont également nécessaires sur les coûts, les expériences des patients et la qualité de vie par rapport aux autres options de traitement de la dépression.

---

<sup>21</sup> KCE rédigé par Nancy Thiry, Sabine Stordeur et Chris De Laet. Publié le 31 octobre 2017.

<sup>22</sup> Repetitive transcranial magnetic stimulation in the treatment of depression. Sinikka sSHVo and al. LääkäriLehti 44/2017 vsk 72.

### 5.3.3 *Aux États-Unis*

#### **AETNA Insurance Company (AETNA, 2020)**

En 2020, dans son rapport sur l'utilisation de la SMT dans le traitement de certaines maladies, AETNA<sup>23</sup> considère la SMT comme expérimentale pour plusieurs indications, dont le trouble bipolaire et le trouble obsessionnel-compulsif, car son intérêt et son efficacité n'ont pas encore été établis.

#### **National Network of Depression Centers and American Psychiatric Association Council on Research (2018)**

En 2018, le NNDC et APA-CoR notent que plusieurs publications soutiennent l'innocuité et l'efficacité du traitement antidépresseur de la rSMT. En outre, les recommandations consensuelles, élaborées par le groupe de travail NNDC rSMT et le groupe de travail APA-CoR sur les nouveaux biomarqueurs et traitements, fournissent des informations complètes pour l'application clinique sûre et efficace de la rSMT dans le traitement du TDM pharmacorésistant [77].

#### **American Psychiatric Association (APA, 2015)**

En 2015, un guide de pratique de l'American Psychiatric Association sur la dépression majeure (2010, réaffirmé 2015) souligne que pour les patients dont les symptômes n'ont pas répondu de manière adéquate aux médicaments, l'ECT reste la forme de traitement la plus efficace et devrait être envisagée [3]. L'APA souligne que, en se basant sur les résultats d'une ERC sur la SMT à haute fréquence sur le cortex préfrontal dorsolatéral gauche, la SMT a été autorisée par la FDA en 2008 pour le traitement du trouble dépressif n'ayant pas eu de réponse satisfaisante à au moins un essai avec les antidépresseurs dans l'épisode en cours de la maladie.

#### **Agency for Health Research and Quality Technology Assessments (AHRQ, 2011)**

La FDA déclare que la rSMT est indiquée pour le traitement du trouble dépressif majeur chez les patients adultes qui n'ont pas réussi à obtenir une amélioration satisfaisante avec un antidépresseur antérieur à une dose égale ou supérieure à la dose minimale efficace pour la durée de l'épisode en cours [1].

### 5.3.4 *En Australie et en Nouvelle-Zélande*

#### **Medical Services Advisory Committee (MSAC, 2019)**

Le Royal Australian and New Zealand College of Psychiatrists (RANZCP) a demandé un financement public par le l'intermédiaire du Medical Benefits Scheme (MBS) pour la rSMT (stimulation magnétique transcrânienne répétitive) chez les adultes souffrant de dépression majeure qui ont essayé des médicaments antidépresseurs ou une thérapie psychologique sans obtenir d'amélioration notable. Le MSAC avait déjà soutenu le financement public pour le traitement initial avec la rSMT. Le MSAC a aussi soutenu le financement public pour un traitement unique de retraitement avec la rSMT chez les patients ayant répondu au traitement initial et fait une rechute. Il doit s'écouler au moins quatre mois entre la fin du traitement initial et le début du cycle de retraitement. Le cours de retraitement ne peut pas dépasser 15 séances au total [78].

## 6 DISCUSSION GÉNÉRALE

On constate une grande hétérogénéité dans les protocoles utilisés, notamment en ce qui concerne la durée ou l'intensité de la stimulation en fonction de la gravité de l'épisode dépressif ou de sa durée d'évolution. Dans l'ensemble, la stimulation magnétique transcrânienne est prometteuse pour traiter une variété de maladies psychiatriques, comme le TDM ou les TOC, mais on peut noter que différents critères pourraient influencer l'efficacité de la rSMT. De plus, nous n'avons trouvé peu ou pas de données sur l'intérêt du traitement d'entretien.

---

<sup>23</sup> www.aetna.com.

L'utilisation de la stimulation magnétique transcrânienne profonde reste marginale. Des données post-commercialisation suggèrent que les bobines utilisées dans la rSMT (f8) et la SMTP (H) ont un profil de sécurité similaire en pratique clinique, alors que les études pivots déposées de la FDA suggèrent que la bobine H1 peut avoir un avantage en matière d'efficacité. Cependant, comme pour la rSMT, la supériorité des effets cliniques de la bobine H1 a été mesurée pour des durées limitées. D'autres expériences comparatives sont nécessaires, en particulier celles qui compareront les effets à long terme et l'utilisation de paramètres de stimulation temporelle semblables et un nombre similaire d'impulsions [134].

## 6.1 Données additionnelles

Dans une étude comparative, Lonergan et collaborateurs présentent la première étude axée sur les données examinant l'expérience des patients et des techniciens en utilisant trois dispositifs distincts (NeuroStar, Magstim et BrainsWay dTMS H-coil®) [74]. L'enquête était rétrospective et concernait les groupes de patients et de techniciens. Les patients traités avec le dispositif NeuroStar avaient plus confiance dans la manière d'exécuter le traitement par rapport à ceux traités avec le dispositif Magstim. À l'inverse, en ce qui concerne la tolérance, les patients traités avec le dispositif Magstim ont rapporté moins de douleur en moyenne par rapport à ceux traités avec le dispositif NeuroStar.

En moyenne, les techniciens ont déclaré avoir le sentiment que le Magstim et le NeuroStar étaient plus faciles à utiliser que l'appareil BrainsWay dTMS H-coil®. De plus, ils ont trouvé que les dispositifs Magstim et NeuroStar étaient plus fiables et mieux tolérés. En outre, les techniciens ont signalé une plus grande confiance dans les appareils Magstim et NeuroStar par rapport au dispositif BrainsWay et ont indiqué qu'ils seraient plus susceptibles de recommander les deux anciens appareils à d'autres centres de traitement.

Deng et collaborateurs ont rapporté les résultats d'une simulation de deux conceptions de bobines de SMTP sur un modèle de tête sphérique en utilisant la méthode des éléments finis, et les ont comparées avec cinq bobines SMT commerciales, dont deux qui sont approuvées par la FDA pour le traitement de la dépression (f8 et H1). Les auteurs signalent que les bobines à double cône offrent une efficacité énergétique élevée et un équilibre entre le volume stimulé et l'intensité du champ. La SMT directe cible des profondeurs d'environ 4 cm ou plus et entraîne une force de stimulation superficielle qui dépasse la limite supérieure des directives de sécurité actuelles pour la rSMT. L'approche visant à cibler des profondeurs d'environ 6 cm est pourrait être dangereuse, compte tenu de la force de stimulation superficielle excessive et du volume cérébral activé [28].

Ces résultats soulignent l'importance d'études supplémentaires pour obtenir une meilleure compréhension et améliorer la maîtrise de la SMTP, qui pourrait être une des options de traitement pour les TDM et les TOC.

## 6.2 Limites de l'analyse sur la SMTP

Les différentes études incluses présentent un certain nombre de biais quant à la qualité des études primaires incluses dans les revues systématiques et les méta-analyses, à la sélection des patients (identification, hétérogénéité, etc.) et aux méthodologiques. Cependant, le biais potentiel le plus important est celui du conflit d'intérêts. En effet, 14 des 18 études sélectionnées sont financées directement par BrainsWay Ltd, la compagnie qui fabrique les bobines (bobines H) étudiées pour la SMTP. En outre, les auteurs principaux ou coauteurs ont des intérêts financiers dans cette même compagnie BrainsWay Ltd. Ces personnes sont les inventeurs et co-inventeurs occupants des postes de responsabilité importants au sein de cette compagnie<sup>24</sup>. D'autres auteurs sont consultants pour la compagnie BrainsWay Ltd.

---

<sup>24</sup> Tendler, A., médecin chef (CMO), et Roth, Y., directeur scientifique (CSO) au sein de la compagnie BrainsWay Ltd.

**Tableau 11 – Résumé des déclarations de conflit d'intérêts**

AUTEURS	LIMITES
Gellersen [43]	L'étude de Levkovitz et coll. (2015) incluse a été soutenue par BrainsWay (fabricant des systèmes SMTP H-coil).
Zibman [134]	Les coauteurs A. Zangen et Y. Roth sont des inventeurs de bobines SMTP H et ont des intérêts financiers dans BrainsWay.
Kedzior [64]	Contributions scientifiques (BrainsWay Inc.) : A. Zangen, Y. Roth, Dr Rapinesi, Dr Kotzalidis.
Levkovitz [72]	Cette étude a été soutenue par BrainsWay Inc.
AUTEURS	LIMITES
Isserles [58]	Le financement de cette étude a été fourni par BrainsWay Inc. M. Isserles reçoit un soutien financier de BrainsWay Inc. Les coauteurs : P. Dannon et O. Rosenberg ont reçu une subvention éducative sans restriction de BrainsWay Inc. Y. Levkovitz et A. Zangen ont des intérêts dans BrainsWay Inc. F. Deutsch est consultant pour BrainsWay Inc.
AUTEURS	LIMITES
Grammer [47]	Financement : BrainsWay. Les auteurs ont un intérêt financier dans BrainsWay ou ont un intérêt financier dans la TM commerciale.
Roth [107]	L'étude a été soutenue par BrainsWay Ltd, Israël. A. Tendler, A. Zangen, Y. Roth et T. Harmelech ont un intérêt financier dans BrainsWay. Les coauteurs ont un intérêt financier dans la SMT commerciale : A. Tendler, A. Zangen, Y. Roth, M.K. Arikan, R. Vidrine, D. Kent, O. Muir, C. MacMillan, G. Grammer, etc.
AUTEURS	LIMITES
Roth [106]	L'étude a été soutenue par BrainsWay Ltd, Israël. A. Tendler, A. Zangen, Y. Roth et T. Harmelech ont un intérêt financier dans BrainsWay. Les coauteurs ont un intérêt financier dans la SMT commerciale : A. Tendler, A. Zangen, Y. Roth, M.K. Arikan, R. Vidrine, D. Kent, O. Muir, C. MacMillan, G. Grammer, etc.
Carmi [21]	Le Dr Carmi a reçu un soutien de recherche et de voyage de BrainsWay. A. Tendler est le médecin-chef de BrainsWay et a un intérêt financier dans BrainsWay.
AUTEURS	LIMITES
Harvey [52]	Résumés. Financement de BrainsWay : les auteurs ont soit un intérêt avec la compagnie BrainsWay ou un intérêt financier.
Carmi [20]	L'étude a été partiellement soutenue par BrainsWay Ltd. A. Zangen est un co-inventeur des bobines SMT H. Consultant et intérêts financiers dans BrainsWay.
Kaster [61]	Au cours des 3 dernières années, le coauteur Z.J. Daskalakis a reçu un soutien financier pour la recherche et l'équipement pour une étude par l'intermédiaire de BrainsWay Inc. et Magventure Inc.
Feffer [35]	Kyle A.B. Lapidus (coauteur) siège au conseil consultatif de Halo Neuroscience, a reçu des appareils, des repas, des voyages et le soutien à la recherche de Medtronic, Halo Neuroscience et BrainsWay. Il a été consultant pour FCB Health, SmartAnalyst, Cipla et LCN.
Tavares [114]	BrainsWay Inc. a fourni les dispositifs d et un soutien financier. Au cours des 3 dernières années, le coauteur Z.J. Daskalakis a reçu un soutien financier pour la recherche et l'équipement pour une étude par l'intermédiaire de BrainsWay Inc. et Magventure Inc.

En résumé, la SMTP s'est avérée prometteuse dans le traitement des TDM et les TOC, mais des travaux supplémentaires indépendants de l'industrie sont nécessaires pour préciser l'utilité de la SMTP par rapport à la rSMT dans ces maladies.

## 7 CONCLUSIONS

Les résultats des études cliniques existantes et les nouvelles connaissances sur les effets de la SMT sur les réseaux cérébraux sont encourageants, mais soulignent également la nécessité de poursuivre les recherches sur l'utilisation de la SMT comme moyen thérapeutique afin de normaliser sélectivement la dynamique du réseau cérébral des TOC et de réduire les symptômes associés. La grande majorité des études concernent la stimulation magnétique transcrânienne répétitive ou ses dérivés quant au protocole thérapeutique. Actuellement, il existe de nombreuses combinaisons thérapeutiques avec la neuroimagerie, la modélisation informatique et les protocoles comportementaux, qui ont le potentiel d'améliorer la précision et l'efficacité thérapeutique des interventions avec la SMT. L'efficacité de la SMTP reste à démontrer à moyen comme à long terme. Contrairement à la SMT standard et à ses dérivés, la supériorité de l'efficacité de la SMTP reste cependant à établir dans les contextes cliniques présentés dans cette note informative. Des études cliniques indépendantes sont nécessaires pour évaluer rigoureusement cette méthode et confirmer l'utilité de la SMTP dans la dépression majeure et les troubles obsessionnels-compulsifs pharmacorésistants.

Dans le cas du Centre hospitalier de l'Université de Montréal et pour répondre à la demande croissante des besoins en santé et offrir des services appropriés à la population, si l'on tient compte :

- Des résultats prometteurs des études, mais limités du point de vue des biais
- De l'évolution de ces technologies dans ce domaine (bobines)
- De la mise au point de nouvelles stratégies thérapeutiques
- Et du rôle de pôle de référence du CHUM pour les services tertiaires

L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé suggère d'acquérir un nouvel appareil de stimulation magnétique transcrânienne qui permette de répondre aux besoins actuels de la population et d'administrer un traitement de type SMTP dans le cadre de la recherche et de la prise en charge d'autres indications cliniques potentielles.

## 8 BIBLIOGRAPHIE

1. Agency for Health Care Research and Quality. 2011. Nonpharmacologic interventions for treatment-resistant depression in adults. Compar Effect Rev Number 33. <http://www.ahrq.gov>. Accessed 22 Feb 2018.
2. Aguirre I, Carretero B, Ibarra O, Kuhalainen J, Martínez J, Ferrer A, Salva J, Roca M, Gili M, Montoya P, Garcia-Toro M. Age predicts low-frequency transcranial magnetic stimulation efficacy in major depression. *J Affect Disord*. 2011 May;130(3):466-9. doi: 10.1016/j.jad.2010.10.038. Epub 2010 Nov 18. PMID: 21093060.
3. American Psychiatric Association (APA). Practice guideline for the treatment of patients with major depressive disorder. 3rd ed. Arlington, VA: APA; 1993 (revised October 2010;reaffirmed October 31, 2015).
4. Arumugham SS, Vs S, Hn M, B V, Ravi M, Sharma E, Thirthalli J, Reddy YCJ. Augmentation Effect of Low-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Over Presupplementary Motor Area in Obsessive-Compulsive Disorder: A Randomized Controlled Trial. *J ECT*. 2018 Dec;34(4):253-257. doi: 10.1097/YCT.0000000000000509. PMID: 29901496.

5. Bajbouj M, Brakemeier E-L, Schubert F, Lang UE, Neu P, Schindowski C, Danker-Hopfe H. Repetitive transcranial magnetic stimulation of the dorsolateral prefrontal cortex and cortical excitability in patients with major depressive disorder. *Exp Neurol*. 2005;196:332-8.
6. Bakim B, Uzun UE, Karamustafalioglu O, Ozcelik B, Alpak G, Tankaya O, Cengiz Y, Yavuz BG. The combination of antidepressant drug therapy and high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation in medication-resistant depression. *Klin Psikofarmakol B*. 2012;22:244-53.
7. Begemann MJ, Brand BA, Ćurčić-Blake B, Aleman A, Sommer IE. Efficacy of non-invasive brain stimulation on cognitive functioning in brain disorders: a meta-analysis. *Psychol Med*. 2020 Nov;50(15):2465-2486. doi: 10.1017/S0033291720003670. Epub 2020 Oct 19. PMID: 33070785; PMCID: PMC7737055.
8. Berlim MT, Van den Eynde F, Daskalakis ZJ. High-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation accelerates and enhances the clinical response to antidepressants in major depression: a meta-analysis of randomized, double-blind, and sham-controlled trials. *J Clin Psychiatry*. 2013 Feb;74(2):e122-9. doi: 10.4088/JCP.12r07996. PMID: 23473357.
9. Berman RM, Narasimhan M, Sanacora G, Miano AP, Hoffman RE, Hu XS, Charney DS, Boutros NN. A randomized clinical trial of repetitive transcranial magnetic stimulation in the treatment of major depression. *Biol Psychiatry*. 2000;47:332-7.
10. Blumberger DM, Maller JJ, Thomson L, Mulsant BH, Rajji TK, Maher M, Brown PE, Downar J, Vila-Rodriguez F, Fitzgerald PB, Daskalakis ZJ. Unilateral and bilateral MRI-targeted repetitive transcranial magnetic stimulation for treatment-resistant depression: a randomized controlled study. *J Psychiatry Neurosci*. 2016 Jun;41(4):E58-66. doi: 10.1503/jpn.150265. PMID: 27269205; PMCID: PMC4915938.
11. Blumberger DM, Vila-Rodriguez F, Thorpe KE, Feffer K, Noda Y, Giacobbe P, Knyahnytska Y, Kennedy SH, Lam RW, Daskalakis ZJ, Downar J. Effectiveness of theta burst versus high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with depression (THREE-D): a randomised non-inferiority trial. *Lancet*. 2018 Apr 28;391(10131):1683-1692. doi: 10.1016/S0140-6736(18)30295-2. Epub 2018 Apr 26. Erratum in: *Lancet*. 2018 Jun 23;391(10139):e24. PMID: 29726344.
12. Boutros NN, Gueorguieva R, Hoffman RE, Oren DA, Feingold A, Berman RM. Lack of a therapeutic effect of a 2-week sub-threshold transcranial magnetic stimulation course for treatment-resistant depression. *Psychiatry Res*. 2002; 113:245-54.
13. Brunelin J, Jalenques I, Trojak B, Attal J, Szekely D, Gay A, Januel D, Haffen E, Schott-Pethelaz AM, Brault C; STEP Group, Poulet E. The efficacy and safety of low frequency repetitive transcranial magnetic stimulation for treatment-resistant depression: the results from a large multicenter French RCT. *Brain Stimul*. 2014 Nov-Dec;7(6):855-63. doi: 10.1016/j.brs.2014.07.040. Epub 2014 Aug 7. PMID: 25192980.
14. Bulteau S, Sébille V, Fayet G, Thomas-Ollivier V, Deschamps T, Bonnin-Rivalland A, Laforgue E, Pichot A, Valrivière P, Auffray-Calvier E, Fortin J, Péréon Y, Vanelle JM, Sauvaget A. Efficacy of intermittent Theta Burst Stimulation (iTBS) and 10-Hz high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) in treatment-resistant unipolar depression: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2017 Jan 13;18(1):17. doi: 10.1186/s13063-016-1764-8. PMID: 28086851; PMCID: PMC5237321.
15. Bulteau S, Laurin A, Volteau C, Dert C, Lagalice L, Schirr-Bonnans S, Bukowski N, Guitteny M, Simons L, Cabelguen C, Pichot A, Tessier F, Bonnin A, Lepage A; ACOUSTIM Investigators Group; HUGOPSY Network, Vanelle JM, Sauvaget A, Riche VP. Cost-utility analysis of curative and maintenance repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for treatment-resistant unipolar depression: a randomized controlled trial protocol. *Trials*. 2020 Apr 5;21(1):312. doi: 10.1186/s13063-020-04255-9. PMID: 32248820; PMCID: PMC7133008.
16. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. Transcranial Magnetic Stimulation for the Treatment of Adults with PTSD, GAD, or Depression: A Review of Clinical Effectiveness and Guidelines. Rapid Response Report: Summary with Critical Appraisal. Ottawa, ON: CADTH; October 31, 2014.
17. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. Repetitive transcranial magnetic stimulation for depression: a review of the clinical effectiveness, cost-effectiveness, and guidelines. Ottawa (ON):

- CADTH; 2015: <https://cadth.ca/repetitive-transcranial-magnetic-stimulation-depression-review-clinical-effectiveness-cost>.
18. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Patients with Depression: A Review of CADTH. Clinical Effectiveness, Cost-Effectiveness and Guidelines – An Update. Ottawa: CADTH; 2019 Jun. (CADTH rapid response report: summary with critical appraisal).
  19. Canadian Network for Mood and Anxiety Treatments. Clinical guidelines for the management of major depressive disorder in adults, *Journal of affective disorder*, 117, S1-S64. 2019.
  20. Carmi L, Alyagon U, Barnea-Ygael N, Zohar J, Dar R, Zangen A. Clinical and electrophysiological outcomes of deep TMS over the medial prefrontal and anterior cingulate cortices in OCD patients. *Brain Stimul*. 2018 Jan-Feb;11(1):158-165. doi: 10.1016/j.brs.2017.09.004. Epub 2017 Sep 6. PMID: 28927961.
  21. Carmi L, Tendler A, Bystritsky A, Hollander E, Blumberger DM, Daskalakis J, Ward H, Lapidus K, Goodman W, Casuto L, Feifel D, Barnea-Ygael N, Roth Y, Zangen A, Zohar J. Efficacy and Safety of Deep Transcranial Magnetic Stimulation for Obsessive-Compulsive Disorder: A Prospective Multicenter Randomized Double-Blind Placebo-Controlled Trial. *Am J Psychiatry*. 2019 Nov 1;176(11):931-938. doi: 10.1176/appi.ajp.2019.18101180. Epub 2019 May 21. PMID: 31109199.
  22. Catafau AM, Perez V, Gironell A, Martin JC, Kulisevsky J, Estorch M, Carrió I, Alvarez E. SPECT mapping of cerebral activity changes induced by repetitive transcranial magnetic stimulation in depressed patients: a pilot study. *Psychiatry Res Neuroimaging*. 2001;106:151-60.
  23. Caulfield KA, George MS. Treating the mental health effects of COVID-19: The need for at-home neurotherapeutics is now. *Brain Stimul*. 2020 Jul-Aug;13(4):939-940. doi: 10.1016/j.brs.2020.04.005. Epub 2020 Apr 10. PMID: 32283246; PMCID: PMC7146679.
  24. Chen S-J, Chang C-H, Tsai H-C, Chen S-T, Lin CC. Superior antidepressant effect occurring 1 month after rTMS: add-on rTMS for subjects with medication-resistant depression. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2013;9:397-401.
  25. Cheng CM, Juan CH, Chen MH, Chang CF, Lu HJ, Su TP, Lee YC, Li CT. Different forms of prefrontal theta burst stimulation for executive function of medication-resistant depression: Evidence from a randomized sham-controlled study. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. 2016 Apr 3;66:35-40. doi: 10.1016/j.pnpbp.2015.11.009. Epub 2015 Nov 22. PMID: 26593273.
  26. Dai L, Wang P, Zhang P, Guo Q, Du H, Li F, He X, Luan R. The therapeutic effect of repetitive transcranial magnetic stimulation in elderly depression patients. *Medicine* 2020;99 :32(e21493).
  27. Deng ZD, Lisanby SH, Peterchev AV. Electric field depth-focality tradeoff in transcranial magnetic stimulation: Simulation comparison of 50 coil designs. *Brain Stimul* 2013;6:1-13.
  28. Deng ZD, Lisanby SH, Peterchev AV. Coil design considerations for deep transcranial magnetic stimulation. *Clin Neurophysiol*. 2014 Jun;125(6):1202-12. doi: 10.1016/j.clinph.2013.11.038. Epub 2013 Dec 22. PMID: 24411523; PMCID: PMC4020988.
  29. Duprat R, Desmyter S, Rudi de R, van Heeringen K, Van den Abbeele D, Tandt H, Bakic J, Pourtois G, Dedoncker J, Vervaet M, Van Auvreuve S, Lemmens GM, Baeken C. Accelerated intermittent theta burst stimulation treatment in medication-resistant major depression: A fast road to remission? *J Affect Disord*. 2016 Aug;200:6-14. doi: 10.1016/j.jad.2016.04.015. Epub 2016 Apr 19. PMID: 27107779.
  30. Elbeh KAM, Elserogy YMB, Khalifa HE, Ahmed MA, Hafez MH, Khedr EM. Repetitive transcranial magnetic stimulation in the treatment of obsessive-compulsive disorders: Double blind randomized clinical trial. *Psychiatry Res*. 2016 Apr 30;238:264-269. doi: 10.1016/j.psychres.2016.02.031. Epub 2016 Feb 21. PMID: 27086243.
  31. EUNETHTA <http://www.eunetha.eu/outputs/ca-ja3-wp4-repetitive-transcranial-magnetic-stimulation-treatment-resistant-major-depression>.
  32. EUNETHTA [https://www.eunetha.eu/wp-content/uploads/2018/01/OTCA05\\_Repetitive-transcranial-magnetic-stimulation-for-TRD.pdf](https://www.eunetha.eu/wp-content/uploads/2018/01/OTCA05_Repetitive-transcranial-magnetic-stimulation-for-TRD.pdf).

33. Fadini T, et al. H-coil: Induced electric field properties and input/output curves on healthyvolunteers, comparison with a standard figure-of-eight coil. *Clin Neurophysiol.* 2009;120:1174-1182. [PubMed] [Google Scholar].
34. Fadini T, et al. Reply to "Motor evoked potential latency, motor threshold and electric field measurements as indices of transcranial magnetic stimulation depth". *Clinical Neurophysiol.* 2010;121(2):258-259. [PubMed] [Google Scholar].
35. Feffer K, Lapidus KAB, Braw Y, Bloch Y, Kron S, Netzer R, Nitzan U. Factors associated with response after deep transcranial magnetic stimulation in a real-world clinical setting: Results from the first 40 cases of treatment-resistant depression. *Eur Psychiatry.* 2017 Jul;44:61-67. doi: 10.1016/j.eurpsy.2017.03.012. Epub 2017 Apr 11. PMID: 28545010.
36. Filipcic I, Milovac Z, Susic S, Gajsak T, Filipcic IS, Ivezic E, Aljinovic V, Orgulan I, Penic SZ, Bajic Z. Efficacy, Safety and Tolerability of Augmentative rTMS in Treatment of Major Depressive Disorder (MDD): A Prospective Cohort Study in Croatia. *Psychiatr Danub.* 2017 Mar;29(1):31-38. doi: 10.24869/psyd.2017.31. PMID: 28291972.
37. Filipčić I, Šimunović Filipčić I, Milovac Ž, Sučić S, Gajšak T, Ivezic E, Bašić S, Bajić Ž, Heilig M. Efficacy of repetitive transcranial magnetic stimulation using a figure-8-coil or an H1-Coil in treatment of major depressive disorder; A randomized clinical trial. *J Psychiatr Res.* 2019 Jul;114:113-119. doi: 10.1016/j.jpsychires.2019.04.020. Epub 2019 Apr 26. PMID: 31059991.
38. Fitzgerald PB, Chen L, Richardson K, Daskalakis ZJ, Hoy KE. A pilot investigation of an intensive theta burst stimulation protocol for patients with treatment resistant depression. *Brain Stimul.* 2020 Jan-Feb;13(1):137-144. doi: 10.1016/j.brs.2019.08.013. Epub 2019 Aug 22. PMID: 31477542. 2020a.
39. Fitzgerald PB, Hoy KE, Elliot D, McQueen S, Wambeek LE, Daskalakis ZJ. A negative double-blind controlled trial of sequential bilateral rTMS in the treatment of bipolar depression. *J Affect Disord.* 2016 Jul 1;198:158-62. doi: 10.1016/j.jad.2016.03.052. Epub 2016 Mar 15. PMID: 27016659.
40. Fitzgerald PB, Hoy KE, Elliot D, Susan McQueen RN, Wambeek LE, Daskalakis ZJ. Accelerated repetitive transcranial magnetic stimulation in the treatment of depression. *Neuropsychopharmacology* 2018; 43:1565e72. <https://doi.org/10.1038/s41386-018-0009-9>.
41. Fitzgerald PB, Hoy KE, Reynolds J, Singh A, Gunewardene R, Slack C, Ibrahim S, Daskalakis ZJ. A pragmatic randomized controlled trial exploring the relationship between pulse number and response to repetitive transcranial magnetic stimulation treatment in depression. *Brain Stimul.* 2020 Jan-Feb; 13(1):145-152. doi: 10.1016/j.brs.2019.09.001. Epub 2019 Sep 6. PMID: 31521543. 2020b.
42. García-Toro M, Pascual-Leone A, Romera M, González A, Micó J, Ibarra O, Arnillas H, Capllonch I, Mayol A, Tormos JM. Prefrontal repetitive transcranial magnetic stimulation as add on treatment for depression. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2001;71:546-8.
43. Gellersen HM, Kedzior KK. Antidepressant outcomes of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) with F8-coil and deep transcranial magnetic stimulation (DTMS) with H1-coil in major depression: a systematic review and meta-analysis. *BMC Psychiatry.* 2019 May 7;19(1):139. doi: 10.1186/s12888-019-2106-7. PMID: 31064328; PMCID: PMC6505129.
44. George M, Wassermann EM, Williams WE, Kimbrell TA, Little JT, Hallett M, Post RM. Mood improvement following daily left prefrontal repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with depression: a placebo- controlled crossover trial. *Am J Psychiatry.* 1997;154:1752-6.
45. Giros B. *Psychiatrie biologique v3.0 [Biological psychiatry v3.0]. Med Sci (Paris).* 2018 Nov;34(11):899-900. French. doi: 10.1051/medsci/2018242. Epub 2018 Dec 10. PMID: 30526841.
46. Gomez LJ, Goetz SM, Peterchev AV. Design of transcranial magnetic stimulation coils with optimal trade-off between depth, focality, and energy. *J Neural Eng* 2018;15 046033.
47. Grammer G, Tendler A, Arikian MK, Harmelech T, Zangen A and Roth Y. Real-world efficacy of deep TMS for obsessive-compulsive disorder: interim post-marketing analysis of 192 patients from twenty-two sites. *Brain simulation.* Vol 13, Issue 6, P1847, November 01, 2020.

48. Harel EV, Zangen A, Roth Y, Reti I, Braw Y, Levkovitz Y. H-coil repetitive transcranial magnetic stimulation for the treatment of bipolar depression: an add-on, safety and feasibility study. *World J Biol Psychiatry*. 2011; 12:119-126. [PubMed: 20854181].
49. Harel EV, Rabany L, Deutsch L, Bloch Y, Zangen A, Levkovitz Y. H-coil repetitive transcranial magnetic stimulation for treatment resistant major depressive disorder: an 18-week continuation safety and feasibility study. *World J Biol Psychiatry*. 2014;15:298-306.
50. Harel EV, Shmuel D, Antler D, Katz D, Pushkarski E, Ais E, Schwartz A, Tendler A, Roth Y, Zangen A, Levkovitz Y. 111 A Novel Dual-Channel Deep Transcranial Magnetic Stimulator for Major Depressive Disorder. *CNS Spectrums*. Cambridge University Press; 2018;23(1):71-72.
51. Harika-Germaneau G, Rachid F, Chatard A, Lafay-Chebassier C, Solinas M, Thirioux B, Millet B, Langbour N, Jaafari N. Continuous theta burst stimulation over the supplementary motor area in refractory obsessive-compulsive disorder treatment: A randomized sham-controlled trial. *Brain Stimul*. 2019 Nov-Dec;12(6):1565-1571.doi: 10.1016/j.brs.2019.07.019. Epub 2019 Jul 25. PMID: 31383594.
52. Harvey SA., Tendler A., DeLuca M., Stehberg J., Naimark R., Schmidt D., Muir O, McMillan C. and al. DeepTMS for major depression. Interim post-marketing Analysis of 1040 patients. *Brain Stimulation* 13 (2020) 1842e1862 / Abstracts.
53. Hawken ER, Dilkov D, Kaludiev E, Simek S, Zhang F, Milev R. Transcranial Magnetic Stimulation of the Supplementary Motor Area in the Treatment of Obsessive-Compulsive Disorder: A Multi-Site Study. *Int J Mol Sci*. 2016 Mar 22;17(3):420. doi: 10.3390/ijms17030420. PMID: 27011177; PMCID: PMC4813271.
54. Health Quality Ontario. Repetitive transcranial magnetic stimulation for treatment-resistant depression: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ont Health Technol Assess Ser*. 2016;16(5):1-66.
55. Hegde A, Ravi M, V S S, Arumugham SS, Thirthalli J, Janardhan Reddy YC. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Over Presupplementary Motor Area May Not Be Helpful in Treatment-Refractory Obsessive-Compulsive Disorder: A Case Series. *J ECT*. 2016 Jun;32(2):139-42. doi: 10.1097/YCT.0000000000000291. PMID: 26704128.
56. Hsu JH, Downar J, Vila-Rodriguez F, Daskalakis ZJ, Blumberger DM. Impact of prior treatment on remission with intermittent theta burst versus high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation in treatment resistant depression. *Brain Stimul*. 2019 Nov-Dec;12(6):1553-1555. doi: 10.1016/j.brs.2019.07.011. Epub 2019 Jul 17. PMID: 31350213.
57. Institut national de la santé publique du Québec. Surveillance des troubles mentaux au Québec: Prévalence, surmortalité et profil d'utilisation des services, Québec, INSPQ, 2012b 26 p.
58. Isserles M, Rosenberg O, Dannon P, Levkovitz Y, Kotler M, Deutsch F, Lerer B, Zangen A. Cognitive-emotional reactivation during deep transcranial magnetic stimulation over the prefrontal cortex of depressive patients affects antidepressant outcome. *J Affect Disord*. 2011 Feb;128(3):235-42. doi: 10.1016/j.jad.2010.06.038. Epub 2010 Jul 21. PMID: 20663568.
59. Kang JI, Lee H, Jhung K, et al. Frontostriatal connectivity changes in major depressive disorder after repetitive transcranial magnetic stimulation: a randomized sham-controlled study. *J Clin Psychiatry*. 2016;77(9):e1137-e1143.
60. Karyotaki E, Tordrup D, Buntrock C, Bertollini R, Cuijpers P. Economic evidence for the clinical management of major depressive disorder: a systematic review and quality appraisal of economic evaluations alongside randomised controlled trials. *Epidemiol Psychiatr Sci*. 2017 Oct;26(5):501-516. doi: 10.1017/S2045796016000421. Epub 2016 Jun 22. PMID: 27328966; PMCID: PMC6998890.
61. Kaster TS, Daskalakis ZJ, Noda Y, Knyahnytska Y, Downar J, Rajji TK, Levkovitz Y, Zangen A, Butters MA, Mulsant BH, Blumberger DM. Efficacy, tolerability, and cognitive effects of deep transcranial magnetic stimulation for late-life depression: a prospective randomized controlled trial. *Neuropsychopharmacology*. 2018 Oct;43(11):2231-2238. doi: 10.1038/s41386-018-0121-x. Epub 2018 Jun 18. PMID: 29946106; PMCID: PMC6135812.

62. Kaster TS, Chen L, Daskalakis ZJ, Hoy KE, Blumberger DM, Fitzgerald PB. Depressive symptom trajectories associated with standard and accelerated rTMS. *Brain Stimul.* 2020 May-Jun;13(3):850-857. doi: 10.1016/j.brs.2020.02.021. Epub 2020 Feb 21. PMID: 32289716.
63. Kavanaugh BC, Aaronson ST, Clarke GN, Holtzheimer PE, Johnson CW, McDonald WM, Schneider MB, Carpenter LL. Neurocognitive Effects of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation With a 2-Coil Device in Treatment-Resistant Major Depressive Disorder. *J ECT.* 2018 Dec;34(4):258-265. doi: 10.1097/YCT.0000000000000494. PMID: 29613944.
64. Kedzior KK, Reitz SK, Azorina V, Loo C. Durability of the antidepressant effect of the high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) In the absence of maintenance treatment in major depression: a systematic review and meta-analysis of 16 double-blind, randomized, sham-controlled trials. *Depress Anxiety.* 2015 Mar;32(3):193-203. doi: 10.1002/da.22339. Epub 2015 Feb 13. PMID: 25683231.
65. Kedzior KK, Gellersen HM, Brachetti AK, Berlim MT. Deep transcranial magnetic stimulation (DTMS) in the treatment of major depression: An exploratory systematic review and meta-analysis. *J Affect Disord.* 2015 Nov 15;187:73-83. doi: 10.1016/j.jad.2015.08.033. Epub 2015 Aug 19. PMID: 26321258.
66. Kessler, R.C. et al. The epidemiology of major depressive disorder: results from the National Comorbidity Survey Replication (NCS-R). *JAMA.* 289, 3095-3105, (2003).
67. Kobayashi B, Cook IA, Hunter AM, Minzenberg MJ, Krantz DE, Leuchter AF. Can neurophysiologic measures serve as biomarkers for the efficacy of repetitive transcranial magnetic stimulation treatment of major depressive disorder? *Int Rev Psychiatry.* 2017;29:98-114.
68. Koponen LM, Nieminen JO, Ilmoniemi RJ. Multi-locus transcranial magnetic stimulation-theory and implementation. *Brain Stimul.* 2018 Jul-Aug;11(4):849-855. doi: 10.1016/j.brs.2018.03.014. Epub 2018 Mar 23. PMID: 29627272.
69. Leggett LE, Coward S, Soril LJ, et al. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Treatment Resistant Depression. A Health Technology Assessment. Calgary, AB: Health Technology Assessment Unit, University of Calgary; November 25, 2014.
70. Lerner AJ, Wassermann EM, Tamir DI. Seizures from transcranial magnetic stimulation 2012-2016: results of a survey of active laboratories and clinics. *Clin Neurophysiol* 2019. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.03.016>.
71. Levkovitz Y, Harel EV, Roth Y, Braw Y, Most D, Katz LN, Sheer A, Gersner R, Zangen A. Deep transcranial magnetic stimulation over the prefrontal cortex: evaluation of antidepressant and cognitive effects in depressive patients. *Brain Stimul.* 2009;2:188-200.
72. Levkovitz Y, et al. Efficacy and safety of deep transcranial magnetic stimulation for major depression: a prospective multicenter randomized controlled trial. *World Psychiatry.* 2015;14(1):64-73.
73. Liu B, Zhang Y, Zhang L, Li L. Repetitive transcranial magnetic stimulation as an augmentative strategy for treatment-resistant depression, a meta-analysis of randomized, double-blind and sham-controlled study. *BMC Psychiatry.* 2014 Nov 30;14:342. doi: 10.1186/s12888-014-0342-4. PMID: 25433539; PMCID: PMC4264336.
74. Lonergan B, Nguyen E, Lembo C, Hinchman C, Morales OG, Press DZ, Pascual-Leone A, Stern AP. Patient- and Technician-Oriented Attitudes Toward Transcranial Magnetic Stimulation Devices. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci.* 2018 Summer;30(3):242-245. doi: 10.1176/appi.neuropsych.17070146. Epub 2018 Jan 25. PMID: 29366375; PMCID: PMC6060026.
75. Lopez, A.D. et al., editors. *Global Burden of Disease and Risk Factors.* Washington (DC): World Bank; Available from: [https:// www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11812/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11812/) (2006).
76. Luborzewski et al., 2007Luborzewski A, Schubert F, Seifert F, Danker-Hopfe H, Brakemeier E-L, Schlattmann P, Anghelescu I, Colla M, Bajbouj M. Metabolic alterations in the dorsolateral prefrontal cortex after treatment with high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with unipolar major depression. *J Psychiatr Res.* 2007;41:606-15.

77. McClintock SM, Reti IM, Carpenter LL, McDonald WM, Dubin M, Taylor SF, Cook IA, O'Reardon J, Husain MM, Wall C, Krystal AD, Sampson SM, Morales O, Nelson BG, Latoussakis V, George MS, Lisanby SH; National Network of Depression Centers rTMS Task Group; American Psychiatric Association Council on Research Task Force on Novel Biomarkers and Treatments. Consensus Recommendations for the Clinical Application of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) in the Treatment of Depression. *J Clin Psychiatry*. 2018 Jan/Feb;79(1):16cs10905. doi: 10.4088/JCP.16cs10905. PMID: 28541649; PMCID: PMC5846193.
78. Medical Services Advisory Committee (MSAC), Australia <http://www.msac.gov.au>. Application No. 1196.3 – Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) for the treatment of depression – Resubmission.
79. Mi Z, Biswas K, Fairchild JK, Davis-Karim A, Phibbs CS, Forman SD, Thase M, Georgette G, Beale T, Pittman D, McNerney MW, Rosen A, Huang GD, George M, Noda A, Yesavage JA. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for treatment-resistant major depression (TRMD) Veteran patients: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2017 Sep 2;18(1):409. doi: 10.1186/s13063-017-2125-y. PMID: 28865495; PMCID: PMC5581925.
80. Milev RV, Giacobbe P, Kennedy SH, et al. Canadian Network for Mood and Anxiety Treatments (CANMAT) 2016 clinical guidelines for the management of adults with major depressive disorder: section 4. Neurostimulation treatments. *Can J Psychiatry*. 2016;61(9):561-575.
81. Ministère de la santé et des services sociaux du Québec. <https://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/statistiques-donnees-sante-bien-etre/statistiques-de-sante-et-de-bien-etre-selon-le-sexe-volet-national/depression-majeure-manie-et-trouble-de-l-humeur>.
82. Morvai S, Nagy A, Kovács A, Móre CE, Berecz R, Frecska E. Unanswered Questions in the Transcranial magnetic stimulation treatment of patient with depression. *Ideggyogy Sz*. 2016 Jan 30;69(1-2):4-11. doi: 10.18071/isz.69.0004. PMID: 26987235.
83. Myczkowski ML, Fernandes A, Moreno M, Valiengo L, Lafer B, Moreno RA, Padberg F, Gattaz W, Brunoni AR. Cognitive outcomes of TMS treatment in bipolar depression: Safety data from a randomized controlled trial. *J Affect Disord*. 2018 Aug 1;235:20-26. doi: 10.1016/j.jad.2018.04.022. Epub 2018 Apr 3. PMID: 29631203.
84. National Collaborating Centre for Mental Health (commissioned by the National Institute for Health & Clinical Excellence) (2010). Depression: The NICE Guideline on the treatment and management of depression in adults. Updated edition, Leicester, London, UK: The British Psychological Society and The Royal College of Psychiatrists.
85. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Repetitive transcranial magnetic stimulation for depression. NICE Interventional Procedure Guidance 542. London, UK: NICE; December 2015.
86. National Network of Depression Centers, American Psychiatric Association Council on Research, McClintock SM, Reti IM, Carpenter LL, McDonald WM, et al. Consensus recommendations for the clinical application of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) in the treatment of depression. *J Clin Psychiatry* 2018;79(1). <http://dx.doi.org/10.4088/JCP.16cs10905>.
87. Nemeroff CB. Prevalence and management of treatment-resistant depression. *J Clin Psychiatry* 2007;68(Suppl 8):17-25.
88. Nordenskjöld A, Mårtensson B, Pettersson A, Heintz E, Landén M. Effects of Hesel-coil deep transcranial magnetic stimulation for depression - a systematic review. *Nord J Psychiatry*. 2016 Oct;70(7):492-7. doi: 10.3109/08039488.2016.1166263. Epub 2016 Apr 19. PMID: 27093104; PMCID: PMC5020337.
89. Ontario HTAS Health Quality Ontario. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Treatment-Resistant Depression: An Economic Analysis. *Ont Health Technol Assess Ser*. 2016 Mar 1;16(6):1-51. PMID: 27110317; PMCID: PMC4808718.
90. O'Reardon JP, Solvason HB, Janicak PG, Sampson S, Isenberg KE, Nahas Z, McDonald WM, Avery D, Fitzgerald PB, Loo C, Demitrack MA, George MS, Sackeim HA. Efficacy and safety of transcranial magnetic stimulation in the acute treatment of major depression: a multisite randomized controlled

- trial. *Biol Psychiatry*. 2007 Dec 1;62(11):1208-16. doi: 10.1016/j.biopsych.2007.01.018. Epub 2007 Jun 14. PMID: 17573044.
91. Ontario Health Technol Assess Services. Repetitive transcranial magnetic stimulation for treatment-resistant depression: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ont Health Technol Assess Ser*. 2016;16(5):1-66.
  92. Papadimitropoulou K, Vossen C, Karabis A, Donatti C, Kubitz N. Comparative efficacy and tolerability of pharmacological and somatic interventions in adult patients with treatment-resistant depression: a systematic review and network meta-analysis. *Curr Med Res Opin*. 2017;33(4):701-711.
  93. Pelissolo A, Harika-Germaneau G, Rachid F, Gaudeau-Bosma C, Tanguy ML, BenAdhira R, Bouaziz N, Popa T, Wassouf I, Saba G, Januel D, Jaafari N. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation to Supplementary Motor Area in Refractory Obsessive-Compulsive Disorder Treatment: a Sham-Controlled Trial. *Int J Neuropsychopharmacol*. 2016 Aug 12;19(8):pyw025. doi: 10.1093/ijnp/pyw025. PMID: 27207923; PMCID: PMC5006197.
  94. Peterchev AV, Deng Z-D, Goetz SM. Advances in transcranial magnetic stimulation technology. In: Reti IM, editor. *Brain Stimulation: Methodologies and Interventions*. Hoboken, NJ, USA: Wiley Blackwell; 2015a. p. 165-89.
  95. Philip NS, Dunner DL, Dowd SM, Aaronson ST, Brock DG, Carpenter LL, Demitrack MA, Hovav S, Janicak PG, George MS. Can Medication Free, Treatment-Resistant, Depressed Patients Who Initially Respond to TMS Be Maintained Off Medications? A Prospective, 12-Month Multisite Randomized Pilot Study. *Brain Stimul*. 2016 Mar-Apr;9(2):251-7. doi: 10.1016/j.brs.2015.11.007. Epub 2015 Nov 25. PMID: 26708778.
  96. Philip NS, Leuchter AF, Cook IA, Massaro J, Goethe JW, Carpenter LL. Predictors of response to synchronized transcranial magnetic stimulation for major depressive disorder. *Depress Anxiety*. 2019 Mar;36(3):278-285. doi: 10.1002/da.22862. Epub 2018 Nov 27. PMID: 30480860.
  97. Rapinesi C, Bersani F, Kotzalidis G, Imperatori C, Del Casale A, Di Pietro S, Ferri V, Serata D, Racciah R, Zangen A, Angeletti G, Girardi P. Maintenance deep transcranial magnetic stimulation sessions is associated with reduced depressive relapses in patients with unipolar or bipolar depression. *Front Neurol*. 2015 Feb9;6:16.
  98. Rapinesi C, Curto M, Kotzalidis GD, Del Casale A, Serata D, Ferri VR, Di Pietro S, Scatena P, Bersani FS, Racciah RN, Digiacomantonio V, Ferracuti S, Bersani G, Zangen A, Angeletti G, Girardi P. Antidepressant effectiveness of deep transcranial magnetic stimulation (dTMS) in patients with major depressive disorder (MDD) with or without alcohol use disorders (AUDs): a 6-month, open label, follow-up study. *J Affect Disord*. 2015;174:57-63.
  99. Rehn S, Eslick GD, Brakoulias V. A Meta-Analysis of the Effectiveness of Different Cortical Targets Used in Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) for the Treatment of Obsessive-Compulsive Disorder (OCD). *Psychiatr Q*. 2018 Sep;89(3):645-665. doi: 10.1007/s11126-018-9566-7. PMID: 29423665.
  100. Rosenberg O, Shoenfeld N, Zangen A, Kotler M, Dannon PN. Deep TMS in a resistant major depressive disorder: a brief report. *Depress Anxiety*. 2010;27:465-9.
  101. Rosenberg O, Zangen A, Stryjer R, Kotler M, Dannon PN. Response to deep TMS in depressive patients with previous electroconvulsive treatment. *Brain Stimul*. 2010;3:211-7.
  102. Rossi S, Antal A, Bestmann S, Bikson M, Brewer C, Brockmøller J, et al. Safety and recommendations for TMS use in healthy subjects and patient populations, with updates on training, ethical and regulatory issues: expert Guidelines. *Clin Neurophysiol* 2020. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2020.10.003>.
  103. Roth, Y., Zangen, A., Hallett, M. A coil design for transcranial magnetic stimulation of deep brain regions. *J Clin Neurophysiol*. 19, 361-370 (2002).
  104. Roth Y, Pell GS, Zangen A. Motor evoked potential latency, motor threshold and electric field measurements as indices of transcranial magnetic stimulation depth. *Clinical Neurophysiol*. 2007;121(2):255-258. [PubMed] [Google Scholar].

105. Roth, Y. et al. Motor cortex activation by H-coil and figure-8 coil at different depths. Combined motor threshold and electric field distribution study. *Clin Neurophysiol.* 125 (2), 336-343, (2014).
106. Roth Y, Barnea-Ygael N, Carmi L, Storch EA, Tendler A, Zangen A. Deep transcranial magnetic stimulation for obsessive-compulsive disorder is efficacious even in patients who failed multiple medications and CBT. *Psychiatry Res.* 2020 Aug;290:113179. doi: 10.1016/j.psychres.2020.113179. Epub 2020 Jun 3. PMID: 32540588.
107. Roth Y, Tendler A, Arikian MK, Vidrine R, Kent D, Muir O, MacMillan C, Casuto L, Grammer G, Sauve W, Tolin K, Harvey S, Borst M, Rifkin R, Sheth M, Cornejo B, Rodriguez R, Shakir S, Porter T, Kim D, Peterson B, Swofford J, Roe B, Sinclair R, Harmelech T, Zangen A. Real-world efficacy of deep TMS for obsessive-compulsive disorder: Post-marketing data collected from twenty-two clinical sites. *J Psychiatr Res.* 2020 Nov 4:S0022-3956(20)31065-7. doi: 10.1016/j.jpsychires.2020.11.009. Epub ahead of print. PMID: 33183769.
108. Rush AJ, Trivedi MH, Wisniewski SR, Nierenberg AA, Stewart JW, Warden D, et al. Acute and longer-term outcomes in depressed outpatients requiring one or several treatment steps: a STAR\*D report. *Am J Psychiatry* 2006;163(11):1905-17. <http://dx.doi.org/10.1176/ajp.2006.163.11.1905>.
109. Sackeim, H.A. The definition and meaning of treatment-resistant depression. *J Clin Psychiatry.* 62 (Suppl. 16), 10-17 (2001).
110. Sehatzadeh S, Daskalakis ZJ, Yap B, Tu HA, Palimaka S, Bowen JM, O'Reilly DJ. Unilateral and bilateral repetitive transcranial magnetic stimulation for treatment-resistant depression: a meta-analysis of randomized controlled trials over 2 decades. *J Psychiatry Neurosci.* 2019 May 1;44(3):151-163. doi: 10.1503/jpn.180056. PMID: 30720259; PMCID: PMC6488490.
111. Silverstein WK, Noda Y, Barr MS, Vila-Rodriguez F, Rajji TK, Fitzgerald PB, Downar J, Mulsant BH, Vigod S, Daskalakis ZJ, Blumberger DM. Neurobiological predictors of response to dorsolateral prefrontal cortex repetitive transcranial magnetic stimulation in depression: A systematic review. *Depress Anxiety.* 2015 Dec;32(12):871-91. doi: 10.1002/da.22424. Epub 2015 Sep 18. PMID: 26382227.
112. Sonmez AI, Camsari DD, Nandakumar AL, Voort JLV, Kung S, Lewis CP, Croarkin PE. Accelerated TMS for Depression: A systematic review and meta-analysis. *Psychiatry Res.* 2019 Mar;273:770-781. doi: 10.1016/j.psychres.2018.12.041. Epub 2018 Dec 7. PMID: 31207865; PMCID: PMC6582998.
113. Speer, A.M. et al. Opposite effects of high and low frequency rTMS on regional brain activity in depressed patients. *Biol Psychiatry.* 48 (12), 1133-1141, (2000).
114. Tavares DF, Myczkowski ML, Alberto RL, Valiengo L, Rios RM, Gordon P, de Sampaio-Junior B, Klein I, Mansur CG, Marcolin MA, Lafer B, Moreno RA, Gattaz W, Daskalakis ZJ, Brunoni AR. Treatment of Bipolar Depression with Deep TMS: Results from a Double-Blind, Randomized, Parallel Group, Sham-Controlled Clinical Trial. *Neuropsychopharmacology.* 2017 Dec;42(13):2593-2601. doi: 10.1038/npp.2017.26. Epub 2017 Feb 1. PMID: 28145409; PMCID: PMC5686495.
115. Taylor SF, Bhati MT, Dubin MJ, Hawkins JM, Lisanby SH, Morales O, Reti IM, Sampson S, Short EB, Spino C, Watcharotone K, Wright J. A naturalistic, multi-site study of repetitive transcranial magnetic stimulation therapy for depression. *J Affect Disord.* 2017 Jan 15;208:284-290. doi: 10.1016/j.jad.2016.08.049. Epub 2016 Oct 14. PMID: 27794252; PMCID: PMC5550826.
116. Taylor SF, Ho S, Abagis T, et al. Changes in brain connectivity during a sham-controlled, transcranial magnetic stimulation trial for depression. *J Affect Disord.* 2018;232:143-151.
117. Tendler A, Barnea Ygael N, Roth Y, Zangen A. Deep transcranial magnetic stimulation (dTMS) - beyond depression. *Expert Rev Med Devices* 2016;13:987-1000.
118. Theleritis C, Sakkas P, Paparrigopoulos T, Vitoratou S, Tzavara C, Bonaccorso S, Politis A, Soldatos CR, Psarros C. Two Versus One High-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Session per Day for Treatment-Resistant Depression: A Randomized Sham-Controlled Trial. *J ECT.* 2017 Sep;33(3):190-197. doi: 10.1097/YCT.0000000000000387. PMID: 28072660.
119. Trevizol AP, Shiozawa P, Cook IA, Sato IA, Kaku CB, Guimarães FB, Sachdev P, Sarkhel S, Cordeiro Q. Transcranial Magnetic Stimulation for Obsessive-Compulsive Disorder: An Updated Systematic Review

- and Meta-analysis. *J ECT*. 2016 Dec;32(4):262-266. doi: 10.1097/YCT.0000000000000335. PMID: 27327557.
120. Tzabazis A, Aparici CM, Rowbotham MC, Schneider MB, Etkin A, Yeomans DC. Shaped magnetic field pulses by multi-coil repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) differentially modulate anterior cingulate cortex responses and pain in volunteers and fibromyalgia patients. *Mol Pain*. 2013 Jul 2;9:33. doi: 10.1186/1744-8069-9-33. Erratum in: *Mol Pain*. 2014 Jan-Dec;10:174480691016. PMID: 23819466; PMCID: PMC3750766.Nordenskjöld 2016).
  121. Ulrich, H., Kranaster, L., Sigges, E., Andrich, J., & Sartorius, A. (2012). Ultra-high-frequency left prefrontal transcranial magnetic stimulation as augmentation in severely ill patients with depression: A naturalistic sham- controlled, double-blind, randomized trial. *Neuropsychobiology*, 66(3), 141-148. <https://doi.org/10.1159/000339561>.
  122. Valkonen-Korhonen M, Leinola H, Kononen M, et al. Bifrontal active and sham rTMS in treatment-resistant unipolar major depression. *Nord J Psychiatry*. 2018;72(8):586-592.
  123. Vallejo-Torres L, Castilla I, González N, Hunter R, Serrano-Pérez P, Perestelo-Pérez L. Cost-effectiveness of electroconvulsive therapy compared to repetitive transcranial magnetic stimulation for treatment-resistant severe depression: a decision model. *Psychol Med*. 2015 May;45(7):1459-70. doi: 10.1017/S0033291714002554. Epub 2014 Oct 30. PMID: 25354790; PMCID: PMC4413854.
  124. VA/DoD Management of Major Depressive Disorder Working Group. VA/DoD clinical practice guideline for the management of major depressive disorder. Washington (DC): U.S. Department of Veterans Affairs; 2016: <https://www.healthquality.va.gov/guidelines/MH/mdd/VADoDMDDCPGFINAL82916.pdf>.
  125. Voigt J, Carpenter L, Leuchter A. A systematic literature review of the clinical efficacy of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) in non-treatment resistant patients with major depressive disorder. *BMC Psychiatry*. 2019 Jan 8;19(1):13. doi: 10.1186/s12888-018-1989-z. PMID: 30621636; PMCID: PMC6325728.
  126. Wajdik C, Claypoole KH, Fawaz W, Holtzheimer PE 3rd, Neumaier J, Dunner DL, Haynor DR, Roy-Byrne P, Avery DH. No change in neuropsychological functioning after receiving repetitive transcranial magnetic stimulation treatment for major depression. *J ECT*. 2014 Dec;30(4):320-4. doi: 10.1097/YCT.0000000000000096. PMID: 24625717; PMCID: PMC4162863.
  127. Wang HN, Wang XX, Zhang RG, Wang Y, Cai M, Zhang YH, Sun RZ, Guo L, Qiao YT, Liu JC, He H, Wang ZH, Wan YC, Tan QR, Zhang ZJ. Clustered repetitive transcranial magnetic stimulation for the prevention of depressive relapse/recurrence: a randomized controlled trial. *Transl Psychiatry*. 2017 Dec 18;7(12):1292. doi: 10.1038/s41398-017-0001-x. PMID: 29249805; PMCID: PMC5802466.
  128. Wang YM, Li N, Yang LL, Song M, Shi L, Chen WH, Li SX, Wang XY, Lu L. Randomized controlled trial of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with paroxetine for the treatment of patients with first-episode major depressive disorder. *Psychiatry Res*. 2017 Aug;254:18-23. doi: 10.1016/j.psychres.2017.04.005. Epub 2017 Apr 8. PMID: 28441583.
  129. Yang LL, Zhao D, Kong LL, Sun YQ, Wang ZY, Gao YY, Li N, Lu L, Shi L, Wang XY, Wang YM. High-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) improves neurocognitive function in bipolar disorder. *J Affect Disord*. 2019 Mar 1;246:851-856. doi: 10.1016/j.jad.2018.12.102. Epub 2018 Dec 25. PMID: 30795490.
  130. Yesavage JA, Fairchild JK, Mi Z, Biswas K, Davis-Karim A, Phibbs CS, Forman SD, Thase M, Williams LM, Etkin A, O'Hara R, Georgette G, Beale T, Huang GD, Noda A, George MS; VA Cooperative Studies Program Study Team. Effect of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Treatment-Resistant Major Depression in US Veterans: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Psychiatry*. 2018 Sep 1;75(9):884-893. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2018.1483. PMID: 29955803; PMCID: PMC6142912.
  131. Yukimasa T, Yoshimura R, Tamagawa A, Uozumi T, Shinkai K, Ueda N, Tsuji S, Nakamura J. High-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation improves refractory depression by influencing catecholamine and brain- derived neurotrophic factors. *Pharmacopsychiatry*. 2006;39:52-9.

132. Zangen, A. et al. Transcranial magnetic stimulation of deep brain regions: evidence for efficacy of the H-coil. *Clin Neurophysiol.* 116, 775-779 (2005).
133. Zhou DD, Wang W, Wang GM, Li DQ, Kuang L. An updated meta-analysis: Short-term therapeutic effects of repeated transcranial magnetic stimulation in treating obsessive-compulsive disorder. *J Affect Disord.* 2017 Jun;215:187-196. doi: 10.1016/j.jad.2017.03.033. Epub 2017 Mar 18. PMID: 28340445.
134. Zibman S, Pell GS, Barnea-Ygael N, Roth Y, Zangen A. Application of transcranial magnetic stimulation for major depression: Coil design and neuroanatomical variability considerations. *Eur Neuropsychopharmacol.* 2019 Jul 5:S0924-977X(19)30267-6. doi: 10.1016/j.euroneuro.2019. 06.009. Epub ahead of print. PMID: 31285123.

## ANNEXES

## ANNEXE A – STRATÉGIE DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE SELON LES BASES DE DONNÉES CONSIDÉRÉES

### PubMed Advanced Search Builder

Filtres appliqués : Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Review, Systematic Review, Humans.

RECHERCHE	STRATÉGIES	RÉSULTATS
9	Search: ((deep transcranial magnetic stimulation AND ((y_10[Filter]) AND (fha[Filter]) AND (y_10[Filter]))) AND (depression) Filters: Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Review, Systematic Review Filters: in the last 10 years, Humans Sort by: Most Recent	66
8	Search: (deep transcranial magnetic stimulation AND ((y_5[Filter]) AND (clinicaltrial[filter] OR meta-ana...Filters: in the last 10 years, Humans Sort by: First Author	11
7	Search: (repetitive transcranial magnetic stimulation AND ((y_5[Filter]) AND (clinicaltrial[filter] OR meta-ana...Filters: in the last 10 years, Humans Sort by: First Author	587
6	Search: (repetitive transcranial magnetic stimulation AND ((y_5[Filter]) AND (clinicaltrial[filter] OR meta-ana...Filters: Systematic Review in the last 10 years, Humans	1
5	Search: (repetitive transcranial magnetic stimulation AND ((y_5[Filter]) AND (clinicaltrial[filter] OR meta-ana...Filters: in the last 10 years, Humans	587
4	Search: (repetitive transcranial magnetic stimulation AND ((y_5[Filter]) AND (clinicaltrial[filter] OR meta-ana...Filters: in the last 10 years, Humans	591
3	Search: (repetitive transcranial magnetic stimulation AND ((y_5[Filter]) AND (clinicaltrial[filter] OR meta-ana...Filters: in the last 10 years, Humans	591
2	Search: repetitive transcranial magnetic stimulation Filters: Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Review, Systematic Review, in the last 5 years, Humans Sort by: First Author	1 345
1	Search: repetitive transcranial magnetic stimulation Filters: in the last 5 years Sort by: First Author	6 409

Ovid Technologies, Inc. Search for: (rTMS or dTMS).mp. [mp=title, abstract, full text, caption text]

Database: APA PsycArticles Full Text

Search Strategy: -----

1 deep transcranial magnetic stimulation.m\_titl. (1)

2 repetitive transcranial magnetic stimulation.mp. [mp=title, abstract, full text, caption text] (77)

3 (rTMS or dTMS).mp. [mp=title, abstract, full text, caption text] (85)

Search Strategy :

1 brainsway.mp. [mp=ti, ot, ab, tx, kw, ct, sh, hw, nm, fx, kf, ox, px, rx, an, ui, sy] (9)

Results : 9

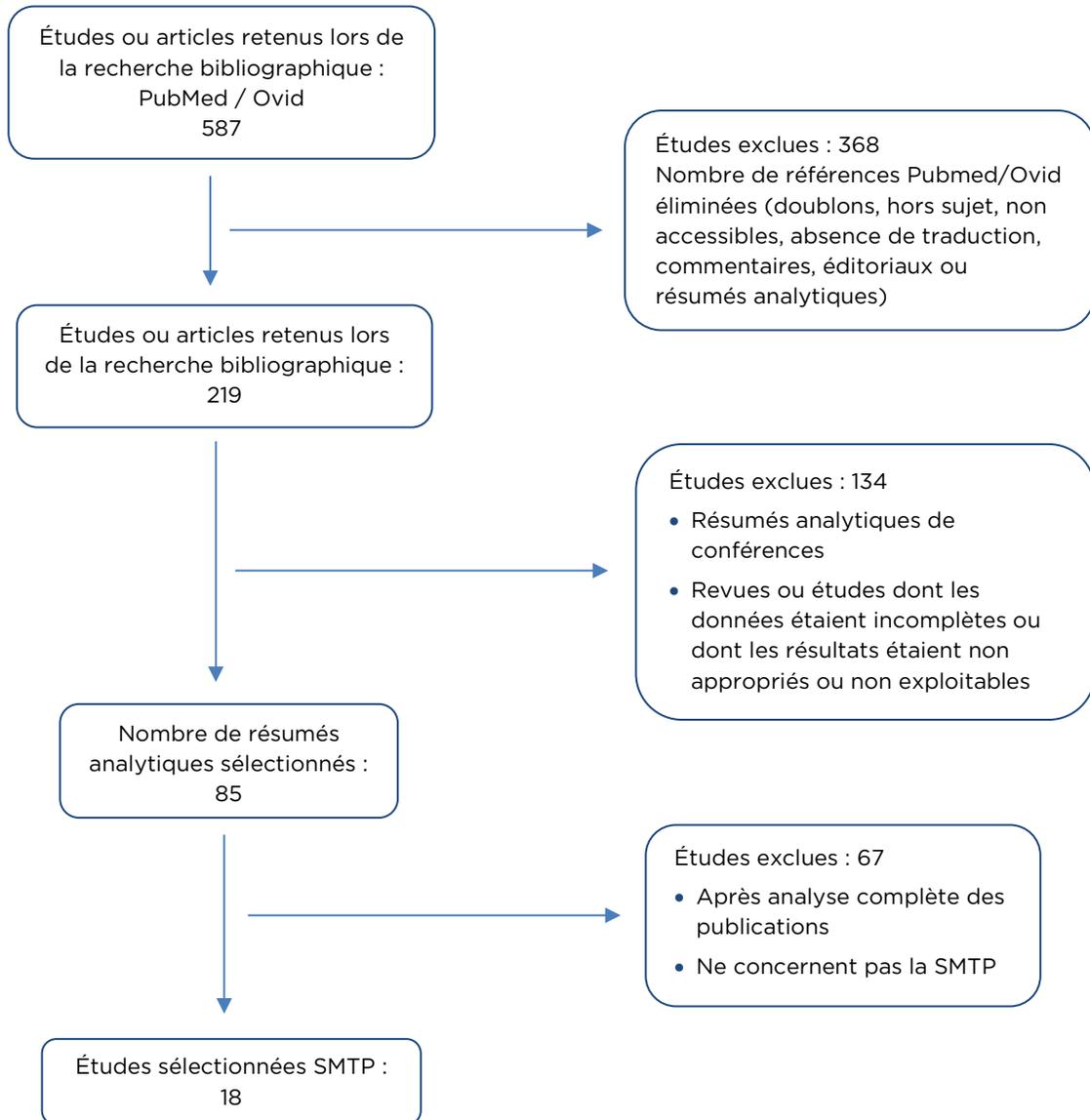
Database : EBM Reviews - Cochrane Database of Systematic Reviews <2005 to November 19, 2020>, EBM Reviews - Database of

Abstracts of Reviews of Effects <1st Quarter 2016>, EBM Reviews - Health Technology Assessment <4th Quarter 2016>, EBM

Reviews - NHS Economic Evaluation Database <1st Quarter 2016>, Ovid MEDLINE(R) <1946 to November Week 3 2020>

## ANNEXE B - PROCESSUS DE SÉLECTION DES ÉTUDES

---



## ANNEXE C – ÉTUDES EXCLUES

### Études exclues des sélections Pubmed et Ovid : 134

AUTEURS / ANNÉE	TITRES	REMARQUES
Allan 2011	Allan CL, Ebmeier KP. The use of ECT and MST in treating depression. <i>Int Rev Psychiatry</i> . 2011 Oct;23(5):400-12. doi: 10.3109/09540261.2011.614223. PMID: 22200130.	HS
Aboodarda 2018	Aboodarda SJ, Greene RM, Philpott DT, Jaswal RS, Millet GY, Behm DG. The effect of rolling massage on the excitability of the corticospinal pathway. <i>Appl Physiol Nutr Metab</i> . 2018 Apr;43(4):317-323. doi: 10.1139/apnm-2017-0408. Epub 2017 Oct 30. PMID: 29084391.	HS
Abujadi 2018	Abujadi C, Croarkin PE, Bellini BB, Brentani H, Marcolin MA. Intermittent theta-burst transcranial magnetic stimulation for autism spectrum disorder: an open-label pilot study. <i>Braz J Psychiatry</i> . 2018 Jul-Sep;40(3):309-311. doi: 10.1590/1516-4446-2017-2279. Epub 2017 Dec 11. PMID: 29236921; PMCID: PMC5995664.	HS
Allan 2011	Allan CL, Ebmeier KP. The use of ECT and MST in treating depression. <i>Int Rev Psychiatry</i> . 2011 Oct;23(5):400-12. doi: 10.3109/09540261.2011.614223. PMID: 22200130.	HS
Allen 2017	Allen CH, Kluger BM, Buard I. Safety of Transcranial Magnetic Stimulation in Children: A Systematic Review of the Literature. <i>Pediatr Neurol</i> . 2017 Mar;68:3-17. doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2016.12.009. Epub 2017 Jan 4. PMID: 28216033; PMCID: PMC5346461.	HS
Amminger 2017	Amminger GP, Berger M, Rice SM, Davey CG, Schäfer MR, McGorry PD. Novel biotherapies are needed in youth mental health. <i>Australas Psychiatry</i> . 2017 Apr;25(2):117-120. doi: 10.1177/1039856217698237. Epub 2017 Mar 7. PMID: 28375061.	HS
Antal 2017	Antal A, Alekseichuk I, Bikson M, Brockmüller J, Brunoni AR, Chen R, Cohen LG, Dowthwaite G, Ellrich J, Flöel A, Fregni F, George MS, Hamilton R, Haeisen J, Herrmann CS, Hummel FC, Lefaucheur JP, Liebetanz D, Loo CK, McCaig CD, Miniussi C, Miranda PC, Moliadze V, Nitsche MA, Nowak R, Padberg F, Pascual-Leone A, Poppendieck W, Priori A, Rossi S, Rossini PM, Rothwell J, Rueger MA, Ruffini G, Schellhorn K, Siebner HR, Ugawa Y, Wexler A, Ziemann U, Hallett M, Paulus W. Low intensity transcranial electric stimulation: Safety, ethical, legal regulatory and application guidelines. <i>Clin Neurophysiol</i> . 2017 Sep;128(9):1774-1809. doi: 10.1016/j.clinph.2017.06.001. Epub 2017 Jun 19. PMID: 28709880; PMCID: PMC5985830.	HS
Arumugham 2016	Arumugham SS, Thirthalli J, Andrade C. Efficacy and safety of combining clozapine with electrical or magnetic brain stimulation in treatment-refractory schizophrenia. <i>Expert Rev Clin Pharmacol</i> . 2016 Sep;9(9):1245-52. doi: 10.1080/17512433.2016.1200971. Epub 2016 Jun 24. PMID: 27322602.	G
Aust 2015	Aust S, Palm U, Padberg F, Bajbouj M. Transkranielle Gleichstromstimulation bei depressiven Störungen [Transcranial direct current stimulation for depressive disorders]. <i>Nervenarzt</i> . 2015 Dec;86(12):1492-9. German. doi: 10.1007/s00115-015-4322-9. PMID: 26573660.	HS
Bajbouj 2014	Bajbouj M, Padberg F. A perfect match: noninvasive brain stimulation and psychotherapy. <i>Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci</i> . 2014 Nov;264 Suppl 1:S27-33. doi: 10.1007/s00406-014-0540-6. Epub 2014 Sep 25. PMID: 25253645.	HS
Baeken 2019	Baeken C, Brem AK, Arns M, Brunoni AR, Filipčić I, Ganho-Ávila A, Langguth B, Padberg F, Poulet E, Rachid F, Sack AT, Vanderhasselt MA, Bennabi D. Repetitive	G

AUTEURS / ANNÉE	TITRES	REMARQUES
	transcranial magnetic stimulation treatment for depressive disorders: current knowledge and future directions. <i>Curr Opin Psychiatry</i> . 2019 Sep;32(5):409-415. doi: 10.1097/YCO.0000000000000533. PMID: 31145145; PMCID: PMC6688778.	
Bergmann 2016	Bergmann TO, Karabanov A, Hartwigsen G, Thielscher A, Siebner HR. Combining non-invasive transcranial brain stimulation with neuroimaging and electrophysiology: Current approaches and future perspectives. <i>Neuroimage</i> . 2016 Oct 15;140:4-19. doi: 10.1016/j.neuroimage.2016.02.012. Epub 2016 Feb 13. PMID: 26883069.	G
Berlim 2011	Berlim MT, McGirr A, Beaulieu MM, Turecki G. High frequency repetitive transcranial magnetic stimulation as an augmenting strategy in severe treatment-resistant major depression: a prospective 4-week naturalistic trial. <i>J Affect Disord</i> . 2011 Apr;130(1-2):312-7. doi: 10.1016/j.jad.2010.10.011. Epub 2010 Nov 5. PMID: 21056475.	15 patients HS
Beynel 2019	Beynel L, Appelbaum LG, Luber B, Crowell CA, Hilbig SA, Lim W, Nguyen D, Chrapliwy NA, Davis SW, Cabeza R, Lisanby SH, Deng ZD. Effects of online repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) on cognitive processing: A meta-analysis and recommendations for future studies. <i>Neurosci Biobehav Rev</i> . 2019 Dec;107:47-58. doi: 10.1016/j.neubiorev.2019.08.018. Epub 2019 Aug 29. PMID: 31473301; PMCID: PMC7654714.	G
Block 2014	Block SG, Nemeroff CB. Emerging antidepressants to treat major depressive disorder. <i>Asian J Psychiatr</i> . 2014 Dec;12:7-16. doi: 10.1016/j.ajp.2014.09.001. Epub 2014 Sep 16. PMID: 25277330.	HS
Boes 2018	Boes AD, Uitermarkt BD, Albazron FM, Lan MJ, Liston C, Pascual-Leone A, Dubin MJ, Fox MD. Rostral anterior cingulate cortex is a structural correlate of repetitive TMS treatment response in depression. <i>Brain Stimul</i> . 2018 May-Jun;11(3):575-581. doi: 10.1016/j.brs.2018.01.029. Epub 2018 Jan 31. PMID: 29454551; PMCID: PMC6136654.	HS
Brunoni 2013	Brunoni AR, Valiengo L, Baccaro A, Zanão TA, de Oliveira JF, Goulart A, Boggio PS, Lotufo PA, Benseñor IM, Fregni F. The sertraline vs. electrical current therapy for treating depression clinical study: results from a factorial, randomized, controlled trial. <i>JAMA Psychiatry</i> . 2013 Apr;70(4):383-91. doi: 10.1001/2013.jamapsychiatry.32. PMID: 23389323.	HS
Brunoni 2011	Brunoni AR, Valiengo L, Baccaro A, Zanao TA, de Oliveira JF, Vieira GP, Bueno VF, Goulart AC, Boggio PS, Lotufo PA, Bensenor IM, Fregni F. Sertraline vs. Electrical Current Therapy for Treating Depression Clinical Trial--SELECT TDCS: design, rationale and objectives. <i>Contemp Clin Trials</i> . 2011 Jan;32(1):90-8. doi: 10.1016/j.cct.2010.09.007. Epub 2010 Sep 18. PMID: 20854930.	HS
Buchachenko 2016	Buchachenko A. Why magnetic and electromagnetic effects in biology are irreproducible and contradictory? <i>Bioelectromagnetics</i> . 2016 Jan;37(1):1-13. doi: 10.1002/bem.21947. PMID: 26769167.	HS
Burke 2019	Burke MJ, Kaptchuk TJ, Pascual-Leone A. Challenges of differential placebo effects in contemporary medicine: The example of brain stimulation. <i>Ann Neurol</i> . 2019 Jan;85(1):12-20. doi: 10.1002/ana.25387. Epub 2019 Jan 8. PMID: 30521083; PMCID: PMC6342627.	G
Castrillon 2020	Castrillon G, Sollmann N, Kurcyus K, Razi A, Krieg SM, Riedl V. The physiological effects of noninvasive brain stimulation fundamentally differ across the human cortex. <i>Sci Adv</i> . 2020 Jan 31;6(5):eaay2739. doi: 10.1126/sciadv.aay2739. PMID: 32064344; PMCID: PMC6994208.	G
Cha 2016	Cha YH, Urbano D, Pariseau N. Randomized Single Blind Sham Controlled Trial of Adjunctive Home-Based tDCS after rTMS for Mal De Debarquement Syndrome: Safety, Efficacy, and Participant Satisfaction Assessment. <i>Brain Stimul</i> . 2016 Jul-Aug;9(4):537-44. doi: 10.1016/j.brs.2016.03.016. Epub 2016 Mar 30. PMID: 27117283.	HS

AUTEURS / ANNÉE	TITRES	REMARQUES
Cocchi 2018	Cocchi L, Zalesky A, Nott Z, Whybird G, Fitzgerald PB, Breakspear M. Transcranial magnetic stimulation in obsessive-compulsive disorder: A focus on network mechanisms and state dependence. <i>Neuroimage Clin.</i> 2018 May 23;19:661-674. doi: 10.1016/j.nicl.2018.05.029. PMID: 30023172; PMCID: PMC6047114.	G
Croarkin 2011	Croarkin PE, Wall CA, Lee J. Applications of transcranial magnetic stimulation (TMS) in child and adolescent psychiatry. <i>Int Rev Psychiatry.</i> 2011 Oct;23(5):445-53. doi: 10.3109/09540261.2011.623688. PMID: 22200134.	HS
Croarkin 2019	Croarkin PE, MacMaster FP. Transcranial Magnetic Stimulation for Adolescent Depression. <i>Child Adolesc Psychiatr Clin N Am.</i> 2019 Jan;28(1):33-43. doi: 10.1016/j.chc.2018.07.003. Epub 2018 Aug 31. PMID: 30389074; PMCID: PMC6221455.	HS
Dale 2015	Dale R, Stacey B. Multimodal Treatment of Chronic Pain. <i>Med Clin North Am.</i> 2016 Jan;100(1):55-64. doi: 10.1016/j.mcna.2015.08.012. Epub 2015 Oct 17. PMID: 26614719.	HS
Dean 2018	Dean OM, Gliddon E, Van Rheenen TE, Giorlando F, Davidson SK, Kaur M, Ngo TT, Williams LJ. An update on adjunctive treatment options for bipolar disorder. <i>Bipolar Disord.</i> 2018 Mar;20(2):87-96. doi: 10.1111/bdi.12601. Epub 2018 Jan 25. PMID: 29369487.	HS
Dell'Osso 2018	Dell'Osso B, Cremaschi L, Oldani L, Altamura AC. New Directions in the Use of Brain Stimulation Interventions in Patients with Obsessive-Compulsive Disorder. <i>Curr Med Chem.</i> 2018;25(41):5712-5721. doi: 10.2174/0929867324666170505113631. PMID: 28474552.	G
Demirtas-Tatlidede A 2012	Demirtas-Tatlidede A, Vahabzadeh-Hagh AM, Pascual-Leone A. Can noninvasive brain stimulation enhance cognition in neuropsychiatric disorders? <i>Neuropharmacology.</i> 2013 Jan;64:566-78. doi: 10.1016/j.neuropharm.2012.06.020. Epub 2012 Jun 28. PMID: 22749945; PMCID: PMC3725288.	G
Deng 2017	Deng L, Sun X, Qiu S, Xiong Y, Li Y, Wang L, Wei Q, Wang D, Liu M. Interventions for management of post-stroke depression: A Bayesian network meta-analysis of 23 randomized controlled trials. <i>Sci Rep.</i> 2017 Nov 28;7(1):16466. doi: 10.1038/s41598-017-16663-0. PMID: 29184194; PMCID: PMC5705605.	G
Dieler 2014	Dieler AC, Dresler T, Joachim K, Deckert J, Herrmann MJ, Fallgatter AJ. Can intermittent theta burst stimulation as add-on to psychotherapy improve nicotine abstinence? Results from a pilot study. <i>Eur Addict Res.</i> 2014;20(5):248-53. doi: 10.1159/000357941. Epub 2014 Jun 11. PMID: 24924851.	HS
Doruk Camsari 2018	Doruk Camsari D, Kirkovski M, Croarkin PE. Therapeutic Applications of Noninvasive Neuromodulation in Children and Adolescents. <i>Psychiatr Clin North Am.</i> 2018 Sep;41(3):465-477. doi: 10.1016/j.psc.2018.05.003. PMID: 30098658; PMCID: PMC6413505.	HS
Doruk Camsari D 2019	Doruk Camsari D, Lewis CP, Sonmez AI, Nandakumar AL, Gresbrink MA, Daskalakis ZJ, Croarkin PE. Transcranial Magnetic Stimulation Markers of Antidepressant Treatment in Adolescents With Major Depressive Disorder. <i>Int J Neuropsychopharmacol.</i> 2019 Jul 1;22(7):435-444. doi: 10.1093/ijnp/pyz021. PMID: 31095686; PMCID: PMC6600470.	HS
Dougherty 2018	Dougherty DD, Brennan BP, Stewart SE, Wilhelm S, Widge AS, Rauch SL. Neuroscientifically Informed Formulation and Treatment Planning for Patients With Obsessive-Compulsive Disorder: A Review. <i>JAMA Psychiatry.</i> 2018 Oct 1;75(10):1081-1087. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2018.0930. PMID: 30140845.	G
Dunlop 2017	Dunlop K, Hanlon CA, Downar J. Noninvasive brain stimulation treatments for addiction and major depression. <i>Ann N Y Acad Sci.</i> 2017 Apr;1394(1):31-54. doi: 10.1111/nyas.12985. Epub 2016 Feb 5. PMID: 26849183; PMCID: PMC5434820.	G

AUTEURS / ANNÉE	TITRES	REMARQUES
Fan 2019	Fan J, Tso IF, Maixner DF, Abagis T, Hernandez-Garcia L, Taylor SF. Segregation of salience network predicts treatment response of depression to repetitive transcranial magnetic stimulation. <i>Neuroimage Clin.</i> 2019;22:101719. doi: 10.1016/j.nicl.2019.101719. Epub 2019 Feb 13. PMID: 30776777; PMCID: PMC6378906.	HS
Fitzgerald 2018	Fitzgerald PB, Hoy KE, Elliot D, Susan McQueen RN, Wambeek LE, Daskalakis ZJ. Accelerated repetitive transcranial magnetic stimulation in the treatment of depression. <i>Neuropsychopharmacology.</i> 2018 Jun;43(7):1565-1572. doi: 10.1038/s41386-018-0009-9. Epub 2018 Feb 5. PMID: 29467437; PMCID: PMC5983543.	HS
Fryml 2019	Fryml LD, Pelic CG, Acierno R, Tuerk P, Yoder M, Borckardt JJ, Juneja N, Schmidt M, Beaver KL, George MS. Exposure Therapy and Simultaneous Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation: A Controlled Pilot Trial for the Treatment of Posttraumatic Stress Disorder. <i>J ECT.</i> 2019 Mar;35(1):53-60. doi: 10.1097/YCT.0000000000000505. PMID: 29952863.	HS
Euser 2017	Euser AM, Stapert AF, Oosterhoff M, van Balkom IDC, Figeo M. Systematische review: transcraaniële magnetische stimulatie voor obsessieve-compulsieve stoornis [Transcranial magnetic stimulation in obsessive-compulsive disorder: a systematic review]. <i>Tijdschr Psychiatr.</i> 2017;59(10):617-625. Dutch. PMID: 29077137.	Allemand 17 ECR avec 502 patients
Fabbri 2019	Fabbri, C., Kasper, S., Kautzky, A., Bartova, L., Dold, M., Zohar, J. Serretti, A. (2019). Genome-wide association study of treatment-resistance in depression and meta-analysis of three independent samples. <i>British Journal of Psychiatry</i> , 214(1), 36-41. doi:10.1192/bjp.2018.256.	HS
Freire 2020	Freire RC, Cabrera-Abreu C, Milev R. Neurostimulation in Anxiety Disorders, Post-traumatic Stress Disorder, and Obsessive-Compulsive Disorder. <i>Adv Exp Med Biol.</i> 2020;1191:331-346. doi: 10.1007/978-981-32-9705-0_18. PMID: 32002936.	HS
Goetz 2017	Goetz SM, Deng ZD. The development and modelling of devices and paradigms for transcranial magnetic stimulation. <i>Int Rev Psychiatry.</i> 2017 Apr;29(2):115-145. doi: 10.1080/09540261.2017.1305949. Epub 2017 Apr 26. PMID: 28443696; PMCID: PMC5484089.	G
Grant 2016	Grant JE, Fineberg N, van Ameringen M, Cath D, Visser H, Carmi L, Pallanti S, Hollander E, van Balkom AJ. New treatment models for compulsive disorders. <i>Eur Neuropsychopharmacol.</i> 2016 May;26(5):877-84. doi: 10.1016/j.euroneuro.2015.11.008. Epub 2015 Nov 18. PMID: 26621260.	HS
Guo 2017	Guo Q, Li C, Wang J. Updated Review on the Clinical Use of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation in Psychiatric Disorders. <i>Neurosci Bull.</i> 2017 Dec;33(6):747-756. doi: 10.1007/s12264-017-0185-3. Epub 2017 Oct 24. PMID: 29064064; PMCID: PMC5725388.	G
Haddad 2015	Haddad PM, Talbot PS, Anderson IM, McAllister-Williams RH. Managing inadequate antidepressant response in depressive illness. <i>Br Med Bull.</i> 2015 Sep;115(1):183-201. doi: 10.1093/bmb/ldv034. Epub 2015 Aug 26. PMID: 26311502.	HS
Hameed 2017	Hameed MQ, Dhamne SC, Gersner R, Kaye HL, Oberman LM, Pascual-Leone A, Rotenberg A. Transcranial Magnetic and Direct Current Stimulation in Children. <i>Curr Neurol Neurosci Rep.</i> 2017 Feb;17(2):11. doi: 10.1007/s11910-017-0719-0. PMID: 28229395; PMCID: PMC5962296.	G
Hartmann 2018	Hartmann A, Millet B. Repetitive movements and behaviors in neurological and psychiatric practice: Distinctions and similarities between Tourette disorder and obsessive-compulsive disorder. <i>Rev Neurol (Paris).</i> 2018 Apr;174(4):199-202. doi: 10.1016/j.neurol.2018.01.364. Epub 2018 Mar 30. PMID: 29606319.	HS

AUTEURS / ANNÉE	TITRES	REMARQUES
He 2011	He LL, Zheng Z, Cai DJ, Zou K. [Randomized controlled trial on comorbid anxiety and depression treated with electroacupuncture combined with rTMS]. Zhongguo Zhen Jiu. 2011 Apr;31(4):294-8. Chinese. PMID: 21528592.	Chinois
Higuera-Hernández 2018	Higuera-Hernández MF, Reyes-Cuapio E, Gutiérrez-Mendoza M, Rocha NB, Veras AB, Budde H, Jesse J, Zaldivar-Rae J, Blanco-Centurión C, Machado S, Murillo-Rodríguez E. Fighting obesity: Non-pharmacological interventions. Clin Nutr ESPEN. 2018 Jun;25:50-55. doi: 10.1016/j.clnesp.2018.04.005. Epub 2018 Apr 18. PMID: 29779818.	HS
Howland 2011	Howland RH, Shutt LS, Berman SR, Spotts CR, Denko T. The emerging use of technology for the treatment of depression and other neuropsychiatric disorders. Ann Clin Psychiatry. 2011 Feb;23(1):48-62. PMID: 21318196.	G
Hu 2011	Hu SH, Wang SS, Zhang MM, Wang JW, Hu JB, Huang ML, Wei N, Zhou WH, Qi HL, Xu WJ, Xu Y. Repetitive transcranial magnetic stimulation-induced seizure of a patient with adolescent-onset depression: a case report and literature review. J Int Med Res. 2011;39(5):2039-44. doi: 10.1177/147323001103900552. PMID: 22118010.	G Effets indésirables
Huang 2012	Huang ML, Luo BY, Hu JB, Wang SS, Zhou WH, Wei N, Hu SH, Xu Y. Repetitive transcranial magnetic stimulation in combination with citalopram in young patients with first-episode major depressive disorder: a double-blind, randomized, sham-controlled trial. Aust N Z J Psychiatry. 2012 Mar;46(3):257-64. doi: 10.1177/0004867411433216. Epub 2012 Jan 5. PMID: 22391283.	HS
Huang 2011	Huang ML, Xu Y, Hu JB, Zhou WH, Wei N, Hu SH, Qi HL, Luo BY. [Repetitive transcranial magnetic stimulation combined with antidepressant medication in treatment of first-episode patients with major depression]. Zhejiang Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. 2011 May;40(3):286-90. Chinese. PMID: 21671489.	CHINOIS
Isserles 2011	Isserles M, Rosenberg O, Dannon P, Levkovitz Y, Kotler M, Deutsch F, Lerer B, Zangen A. Cognitive-emotional reactivation during deep transcranial magnetic stimulation over the prefrontal cortex of depressive patients affects antidepressant outcome. J Affect Disord. 2011 Feb;128(3):235-42. doi: 10.1016/j.jad.2010.06.038. Epub 2010 Jul 21. PMID: 20663568.	HS
Iwabuchi 2017	Iwabuchi SJ, Raschke F, Auer DP, Liddle PF, Lankappa ST, Palaniyappan L. Targeted transcranial theta-burst stimulation alters fronto-insular network and prefrontal GABA. Neuroimage. 2017 Feb 1;146:395-403. doi: 10.1016/j.neuroimage.2016.09.043. Epub 2016 Sep 17. PMID: 27651067.	HS
Jahangard 2016	Jahangard L, Haghighi M, Shyayganfard M, Ahmadpanah M, Sadeghi Bahmani D, Bajoghli H, Holsboer-Trachsler E, Brand S. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Improved Symptoms of Obsessive-Compulsive Disorder, but Also Cognitive Performance: Results from a Randomized Clinical Trial with a Cross-Over Design and Sham Condition. Neuropsychobiology. 2016;73(4):224-32. doi: 10.1159/000446287. Epub 2016 Jun 15. PMID: 27299900.	10 patients
Jorge 2011	Jorge RE, Robinson RG. Treatment of late-life depression: a role of non-invasive brain stimulation techniques. Int Rev Psychiatry. 2011 Oct;23(5):437-44. doi: 10.3109/09540261.2011.633501. PMID: 22200133; PMCID: PMC3619934.	G
Jovicić 2014	Jovicić M, Radovanović S, Marić NP, Kostić V. [Repetitive transcranial magnetic stimulation as an adjuvant method in the treatment of depression: preliminary results]. Srp Arh Celok Lek. 2014 May-Jun;142(5-6):280-5. Serbian. doi: 10.2298/sarh1406280j. PMID: 25033581.	Serbe
Jung 2016	Jung NH, Gleich B, Gattinger N, Hoess C, Haug C, Siebner HR, Mall V. Quadri-Pulse Theta Burst Stimulation using Ultra-High Frequency Bursts - A New Protocol to Induce Changes in Cortico-Spinal Excitability in Human Motor Cortex. PLoS One. 2016 Dec 15;11(12):e0168410. doi: 10.1371/journal.pone.0168410. PMID: 27977758; PMCID: PMC5158069.	HS

AUTEURS / ANNÉE	TITRES	REMARQUES
Kang 2017	Kang N, Cauraugh JH. Does non-invasive brain stimulation reduce essential tremor? A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2017 Sep 28;12(9):e0185462. doi: 10.1371/journal.pone.0185462. PMID: 28957367; PMCID: PMC5619788.	HS
Kaskie 2018	Kaskie RE, Ferrarelli F. Investigating the neurobiology of schizophrenia and other major psychiatric disorders with Transcranial Magnetic Stimulation. Schizophr Res. 2018 Feb;192:30-38. doi: 10.1016/j.schres.2017.04.045. Epub 2017 May 3. PMID: 28478887.	HS
Khedr 2015	Khedr EM, Kotb HI, Mostafa MG, Mohamad MF, Amr SA, Ahmed MA, Karim AA, Kamal SM. Repetitive transcranial magnetic stimulation in neuropathic pain secondary to malignancy: a randomized clinical trial. Eur J Pain. 2015 Apr;19(4):519-27. doi: 10.1002/ejp.576. Epub 2014 Aug 21. PMID: 25142867.	HS
Kittel-Schneider 2016	Kittel-Schneider S, Reif A. Behandlung psychischer Störungen in Schwangerschaft und Stillzeit : Psychotherapie und andere nichtmedikamentöse Therapien [Treatment of psychiatric disorders during pregnancy and the breast feeding : Psychotherapy and other nondrug therapies]. Nervenarzt. 2016 Sep;87(9):967-73. German. doi: 10.1007/s00115-016-0177-y. PMID: 27448177.	HS Allemand
Kito 2019	Kito S, Miyazi M, Nakatani H, Matsuda Y, Yamazaki R, Okamoto T, Igarashi Y. Effectiveness of high-frequency left prefrontal repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with treatment-resistant depression: A randomized clinical trial of 37.5-minute vs 18.75-minute protocol. Neuropsychopharmacol Rep. 2019 Sep;39(3):203-208. doi: 10.1002/npr2.12066. Epub 2019 Jun 25. PMID: 31240870; PMCID: PMC7292276.	HS
Koran 2018	Koran M L, Aboujaoude E. Promising Treatments for Obsessive-Compulsive Disorder: A Call for Additional Research. Curr Med Chem. 2018;25(41):5690-5697. doi: 10.2174/0929867324666170526120916. PMID: 28552055.	G
Kraus 2019	Kraus C, Kadriu B, Lanzenberger R, Zarate CA Jr, Kasper S. Prognosis and improved outcomes in major depression: a review. Transl Psychiatry. 2019 Apr 3;9(1):127. doi: 10.1038/s41398-019-0460-3. PMID: 30944309; PMCID: PMC6447556.	HS
Kreuzer 2016	Kreuzer PM, Poeppel TB, Bulla J, Schlee W, Lehner A, Langguth B, Schecklmann M. A proof-of-concept study on the combination of repetitive transcranial magnetic stimulation and relaxation techniques in chronic tinnitus. J Neural Transm (Vienna). 2016 Oct;123(10):1147-57. doi: 10.1007/s00702-016-1588-4. Epub 2016 Jun 17. PMID: 27315823.	HS
Krishna 2018	Krishna V, Sammartino F, Rezai A. A Review of the Current Therapies, Challenges, and Future Directions of Transcranial Focused Ultrasound Technology: Advances in Diagnosis and Treatment. JAMA Neurol. 2018 Feb 1;75(2):246-254. doi: 10.1001/jamaneurol.2017.3129. PMID: 29228074.	HS
Krstić 2014	Krstić J, Buzadžić I, Milanović SD, Ilić NV, Pajić S, Ilić TV. Low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation in the right prefrontal cortex combined with partial sleep deprivation in treatment-resistant depression: a randomized sham-controlled trial. J ECT. 2014 Dec;30(4):325-31. doi: 10.1097/YCT.000000000000099. PMID: 24625704.	HS
Kuhnt 2013	Kuhnt D, Bauer MH, Ganslandt O, Nimsky C. Functional imaging: where do we go from here? J Neurosurg Sci. 2013 Mar;57(1):1-11. PMID: 23584216.	HS
Lage 2019	Lage C, Wiles K, Shergill SS, Tracy DK. A systematic review of the effects of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on cognition. J Neural Transm (Vienna). 2016 Dec;123(12):1479-1490. doi: 10.1007/s00702-016-1592-8. Epub 2016 Aug 8. Erratum in: J Neural Transm (Vienna). 2019 Nov;126(11):1517. PMID: 27503083; PMCID: PMC5110586.	G

AUTEURS / ANNÉE	TITRES	REMARQUES
Lefaucheur 2011	Lefaucheur JP, André-Obadia N, Poulet E, Devanne H, Haffen E, Londero A, Cretin B, Leroi AM, Radtchenko A, Saba G, Thai-Van H, Litré CF, Vercueil L, Bouhassira D, Ayache SS, Farhat WH, Zouari HG, Mylius V, Nicolier M, Garcia-Larrea L. Recommandations françaises sur l'utilisation de la stimulation magnétique transcrânienne répétitive (rTMS) : règles de sécurité et indications thérapeutiques [French guidelines on the use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): safety and therapeutic indications]. <i>Neurophysiol Clin.</i> 2011 Dec;41(5-6):221-95. French. doi: 10.1016/j.neucli.2011.10.062. Epub 2011 Nov 10. PMID: 22153574.	HS Mise à jour 2020
Lefaucheur 2020	Lefaucheur JP, Aleman A, Baeken C, Benninger DH, Brunelin J, Di Lazzaro V, Filipović SR, Grefkes C, Hasan A, Hummel FC, Jääskeläinen SK, Langguth B, Leocani L, Londero A, Nardone R, Nguyen JP, Nyffeler T, Oliveira-Maia AJ, Oliviero A, Padberg F, Palm U, Paulus W, Poulet E, Quartarone A, Rachid F, Rektorová I, Rossi S, Sahlsten H, Schecklmann M, Szekely D, Ziemann U. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): An update (2014-2018). <i>Clin Neurophysiol.</i> 2020 Feb;131(2):474-528. doi: 10.1016/j.clinph.2019.11.002. Epub 2020 Jan 1. Erratum in: <i>Clin Neurophysiol.</i> 2020 May;131(5):1168-1169. PMID: 31901449.	G
Litvinenko 2012	Litvinenko IV, Khalimov RR, Trufanov AG, Krasakov IV, Khaïmov DA. [New approach to gait disorders therapy in late stages of Parkinson's disease]. <i>Adv Gerontol.</i> 2012;25(2):267-74. Russian. PMID: 23130517.	HS
Lodovighi 2015	Lodovighi MA, Palomba A, Belzeaux R, Adida M, Azorin JM. Symptômes négatifs de la schizophrénie: nouvelles approches pharmacologiques [Negative symptoms in schizophrenia: new pharmacological approaches]. <i>Encephale.</i> 2015 Dec;41(6 Suppl 1):6S41-9. French. doi: 10.1016/S0013-7006(16)30010-0. PMID: 26776392.	G
Loo 2011	Loo C, Katalinic N, Mitchell PB, Greenberg B. Physical treatments for bipolar disorder: a review of electroconvulsive therapy, stereotactic surgery and other brain stimulation techniques. <i>J Affect Disord.</i> 2011 Jul;132(1-2):1-13. doi: 10.1016/j.jad.2010.08.017. Epub 2010 Sep 21. PMID: 20858566.	G
Luber 2017	Luber BM, Davis S, Bernhardt E, Neacsu A, Kwapil L, Lisanby SH, Strauman TJ. Using neuroimaging to individualize TMS treatment for depression: Toward a new paradigm for imaging-guided intervention. <i>Neuroimage.</i> 2017 Mar 1;148:1-7. doi: 10.1016/j.neuroimage.2016.12.083. Epub 2017 Jan 3. PMID: 28062252; PMCID: PMC5344760.	HS
Lucena 2019	Lucena MFG, Teixeira PEP, Bonin Pinto C, Fregni F. Top 100 cited noninvasive neuromodulation clinical trials. <i>Expert Rev Med Devices.</i> 2019 Jun;16(6):451-466. doi: 10.1080/17434440.2019.1615440. Epub 2019 May 26. PMID: 31092060; PMCID: PMC6565369.	G
Maalouf 2011	Maalouf FT, Atwi M, Brent DA. Treatment-resistant depression in adolescents: review and updates on clinical management. <i>Depress Anxiety.</i> 2011 Nov;28(11):946-54. doi: 10.1002/da.20884. Epub 2011 Sep 2. PMID: 21898710.	G
Maestú 2013	Maestú C, Blanco M, Nevado A, Romero J, Rodríguez-Rubio P, Galindo J, Bautista Lorite J, de las Morenas F, Fernández-Argüelles P. Reduction of pain thresholds in fibromyalgia after very low-intensity magnetic stimulation: a double-blinded, randomized placebo-controlled clinical trial. <i>Pain Res Manag.</i> 2013 Nov-Dec;18(6):e101-6. doi: 10.1155/2013/270183. PMID: 24308025; PMCID: PMC3917800.	HS
Mainberger 2016	Mainberger F, Langer S, Mall V, Jung NH. Impaired synaptic plasticity in RASopathies: a mini-review. <i>J Neural Transm (Vienna).</i> 2016 Oct;123(10):1133-8. doi: 10.1007/s00702-016-1609-3. Epub 2016 Aug 26. PMID: 27565148.	HS
Martin 2016	Martin DM, McClintock SM, Forster J, Loo CK. Does Therapeutic Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Cause Cognitive Enhancing Effects in Patients with Neuropsychiatric Conditions? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised	HS

AUTEURS / ANNÉE	TITRES	REMARQUES
	Controlled Trials. <i>Neuropsychol Rev.</i> 2016 Sep;26(3):295-309. doi: 10.1007/s11065-016-9325-1. Epub 2016 Sep 8. PMID: 27632386; PMCID: PMC5949868.	
Martinotti 2019	Martinotti G, Montemitto C, Pettorruso M, Viceconte D, Alessi MC, Di Carlo F, Lucidi L, Picutti E, Santacroce R, Di Giannantonio M. Augmenting pharmacotherapy with neuromodulation techniques for the treatment of bipolar disorder: a focus on the effects of mood stabilizers on cortical excitability. <i>Expert Opin Pharmacother.</i> 2019 Sep;20(13):1575-1588. doi: 10.1080/14656566.2019.1622092. Epub 2019 May 31. PMID: 31150304.	HS
Martiny 2017	Martiny K. Novel Augmentation Strategies in Major Depression. <i>Dan Med J.</i> 2017 Apr;64(4):B5338. PMID: 28385173.	HS
Mattoo 2019	Mattoo B, Tanwar S, Bhatia R, Tripathi M, Bhatia R. Repetitive transcranial magnetic stimulation in chronic tension-type headache: A pilot study. <i>Indian J Med Res.</i> 2019 Jul;150(1):73-80. doi: 10.4103/ijmr.IJMR_97_18. PMID: 31571632; PMCID: PMC6798618.	HS
McClintock 2011	McClintock SM, Tirmizi O, Chansard M, Husain MM. A systematic review of the neurocognitive effects of magnetic seizure therapy. <i>Int Rev Psychiatry.</i> 2011 Oct;23(5):413-23. doi: 10.3109/09540261.2011.623687. PMID: 22200131; PMCID: PMC3638750.	HS
Medina 2013	Medina FJ, Túnez I. Mechanisms and pathways underlying the therapeutic effect of transcranial magnetic stimulation. <i>Rev Neurosci.</i> 2013;24(5):507-25. doi: 10.1515/revneuro-2013-0024. PMID: 24077617.	G
Micoulaud-Franchi 2013	Micoulaud-Franchi JA, Richieri R, Lancon C, Vion-Dury J. Protocoles de rTMS interactives en psychiatrie [Interactive rTMS protocols in psychiatry]. <i>Encephale.</i> 2013 Dec;39(6):426-31. French. doi: 10.1016/j.encep.2013.04.009. Epub 2013 Jun 28. PMID: 23810752.	HS
Mikuni 2015	Mikuni M. [Toward the Introduction of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation in Japan to Treat Antidepressant-resistant Depression]. <i>Seishin Shinkeigaku Zasshi.</i> 2015;117(2):120-5. Japanese. PMID: 26514051.	Japonais
Mikell 2015	Mikell CB, Sinha S, Sheth SA. Neurosurgery for schizophrenia: an update on pathophysiology and a novel therapeutic target. <i>J Neurosurg.</i> 2016 Apr;124(4):917-28. doi: 10.3171/2015.4.JNS15120. Epub 2015 Oct 30. PMID: 26517767.	HS
Miniussi 2002	Miniussi, C 1; Bignotti, S 1; Bonato, C 1; Gazzoli, A 1; Busonero, G 1; Tura, G B. 1; Rossini, P M. 1.2 . Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS): A novel therapeutic approach for major, drug-resistant depression. <i>Journal of Psychophysiology.</i> 16(4):221-222, 2002.	G
de Moraes 2020	de Moraes, Rui Jr.; Pereira da Cruz, Rosiberton; Manso Melchiades, Adriana; Arantes Tiraboschi, Gabriel; Rodrigues da Silva, Izabel Cristina; de Souza, Wania Cristina. Increased Sensitivity for Happy Faces in Depressed Patients Following 15 Hz Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) Over the Left Dorsolateral Prefrontal Cortex. <i>Psychology &amp; Neuroscience.</i> 13(1):19-31, March 2020. [Articles] AN: 01433346-202003000-00002.	HS
Morvai 2016	Morvai S, Nagy A, Kovács A, Móré CE, Berecz R, Frecska E. UNANSWERED QUESTIONS IN THE TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION TREATMENT OF PATIENTS WITH DEPRESSION. <i>Ideggyogy Sz.</i> 2016 Jan 30;69(1-2):4-11. doi: 10.18071/isz.69.0004. PMID: 26987235.	HS
Mutz 2019	Mutz J, Vipulanathan V, Carter B, Hurlemann R, Fu CHY, Young AH. Comparative efficacy and acceptability of non-surgical brain stimulation for the acute treatment of major depressive episodes in adults: systematic review and network meta-analysis. <i>BMJ.</i> 2019 Mar 27;364:l1079. doi: 10.1136/bmj.l1079. PMID: 30917990; PMCID: PMC6435996.	G

AUTEURS / ANNÉE	TITRES	REMARQUES
Najib 2011	Najib U, Bashir S, Edwards D, Rotenberg A, Pascual-Leone A. Transcranial brain stimulation: clinical applications and future directions. <i>Neurosurg Clin N Am.</i> 2011 Apr;22(2):233-51. ix. doi: 10.1016/j.nec.2011.01.002. PMID: 21435574; PMCID: PMC3547606.	G
Nakamura 2012	Nakamura M. [Therapeutic application of repetitive transcranial magnetic stimulation for major depression]. <i>Seishin Shinkeigaku Zasshi.</i> 2012;114(11):1231-49. Japanese. PMID: 23367835.	Japonais
Naro 2019	Naro A, Billeri L, Cannavò A, De Luca R, Portaro S, Bramanti P, Calabrò RS. Theta burst stimulation for the treatment of obsessive-compulsive disorder: a pilot study. <i>J Neural Transm (Vienna).</i> 2019 Dec;126(12):1667-1677. doi: 10.1007/s00702-019-02098-6. Epub 2019 Oct 24. PMID: 31650286.	10 patients
Ni 2019	Ni Z, Udupa K, Hallett M, Chen R. Effects of deep brain stimulation on the primary motor cortex: Insights from transcranial magnetic stimulation studies. <i>Clin Neurophysiol.</i> 2019 Apr;130(4):558-567. doi: 10.1016/j.clinph.2018.10.020. Epub 2018 Nov 30. PMID: 30527386; PMCID: PMC6411433.	G
Nord 2019	Nord CL, Halahakoon DC, Limbachya T, Charpentier C, Lally N, Walsh V, Leibowitz J, Pilling S, Roiser JP. Neural predictors of treatment response to brain stimulation and psychological therapy in depression: a double-blind randomized controlled trial. <i>Neuropsychopharmacology.</i> 2019 Aug;44(9):1613-1622. doi: 10.1038/s41386-019-0401-0. Epub 2019 Apr 30. PMID: 31039579; PMCID: PMC6784995.	HS
Nuñez 2019	Nuñez M, Zinbarg RE, Mittal VA. Efficacy and mechanisms of non-invasive brain stimulation to enhance exposure therapy: A review. <i>Clin Psychol Rev.</i> 2019 Jun;70:64-78. doi: 10.1016/j.cpr.2019.04.001. Epub 2019 Apr 6. PMID: 30986744.	G
Padberg 2017	Padberg F, Kumpf U, Mansmann U, Palm U, Plewnia C, Langguth B, Zwanzger P, Fallgatter A, Nolden J, Burger M, Keeser D, Rupprecht R, Falkai P, Hasan A, Egert S, Bajbouj M. Prefrontal transcranial direct current stimulation (tDCS) as treatment for major depression: study design and methodology of a multicenter triple blind randomized placebo controlled trial (DepressionDC). <i>Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci.</i> 2017 Dec;267(8):751-766. doi: 10.1007/s00406-017-0769-y. Epub 2017 Feb 28. PMID: 28246891.	HS
Pallanti 2014	Pallanti S, & Hollander E. (2014). Pharmacological, experimental therapeutic, and transcranial magnetic stimulation treatments for compulsivity and impulsivity. <i>CNS Spectrums</i> , 19(1), 50-61. doi:10.1017/S1092852913000618	G
Pepper 2015	Pepper J, Hariz M, Zrinzo L. Deep brain stimulation versus anterior capsulotomy for obsessive-compulsive disorder: a review of the literature. <i>J Neurosurg.</i> 2015 May;122(5):1028-37. doi: 10.3171/2014.11.JNS132618. Epub 2015 Jan 30. PMID: 25635480.	HS
Perera 2019	Perera MPN, Bailey NW, Herring SE, Fitzgerald PB. Electrophysiology of obsessive-compulsive disorder: A systematic review of the electroencephalographic literature. <i>J Anxiety Disord.</i> 2019 Mar;62:1-14. doi: 10.1016/j.janxdis.2018.11.001. Epub 2018 Nov 14. PMID: 30469123.	HS
Peter 2019	Peter N, Kleinjung T. Neuromodulation for tinnitus treatment: an overview of invasive and non-invasive techniques. <i>J Zhejiang Univ Sci B.</i> 2019 Feb.;20(2):116-130. doi: 10.1631/jzus.B1700117. Epub 2018 Mar 12. PMID: 29770647; PMCID: PMC6380997.	HS
Philip 2018	Philip NS, Barredo J, Aiken E, Carpenter LL. Neuroimaging Mechanisms of Therapeutic Transcranial Magnetic Stimulation for Major Depressive Disorder. <i>Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging.</i> 2018 Mar;3(3):211-222. doi: 10.1016/j.bpsc.2017.10.007. Epub 2017 Nov 11. PMID: 29486862; PMCID: PMC5856477.	HS

AUTEURS / ANNÉE	TITRES	REMARQUES
Prikryl 2013	Prikryl R, Kucerova HP. Can repetitive transcranial magnetic stimulation be considered effective treatment option for negative symptoms of schizophrenia? J ECT. 2013 Mar;29(1):67-74. doi: 10.1097/YCT.0b013e318270295f. PMID: 23303418.	HS
Poon 2012	Poon SH, Sim K, Sum MY, Kuswanto CN, Baldessarini RJ. Evidence-based options for treatment-resistant adult bipolar disorder patients. Bipolar Disord. 2012 Sep;14(6):573-84. doi: 10.1111/j.1399-5618.2012.01042.x. PMID: 22938165.	HS
Rapinesi 2019	Rapinesi C, Kotzalidis GD, Ferracuti S, Sani G, Girardi P, Del Casale A. Brain Stimulation in Obsessive-Compulsive Disorder (OCD): A Systematic Review. Curr Neuropharmacol. 2019;17(8):787-807. doi: 10.2174/1570159X17666190409142555. PMID: 30963971; PMCID: PMC7059162.	G
Reyes-López 2018	Reyes-López J, Ricardo-Garcell J, Armas-Castañeda G, García-Anaya M, Arango-De Montis I, González-Olvera JJ, Pellicer F. Clinical improvement in patients with borderline personality disorder after treatment with repetitive transcranial magnetic stimulation: preliminary results. Braz J Psychiatry. 2018 Jan-Mar;40(1):97-104. doi: 10.1590/1516-4446-2016-2112. Epub 2017 Jun 12. PMID: 28614492; PMCID: PMC6899410.	HS
Richieri 2010	Richieri R, Adida M, Dumas R, Fakra E, Azorin JM, Pringuey D, Lancon C. Troubles affectifs et stimulation magnétique transcrânienne répétée : innovations thérapeutiques [Affective disorders and repetitive transcranial magnetic stimulation: Therapeutic innovations]. Encephale. 2010 Dec;36 Suppl 6:S197-201. French. doi: 10.1016/S0013-7006(10)70057-9. PMID: 21237356.	G
Rubio 2016	Rubio B, Boes AD, Laganieri S, Rotenberg A, Jeurissen D, Pascual-Leone A. Noninvasive Brain Stimulation in Pediatric Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD): A Review. J Child Neurol. 2016 May;31(6):784-96. doi: 10.1177/0883073815615672. Epub 2015 Dec 10. PMID: 26661481; PMCID: PMC4833526.	HS
Sahlsten 2019	Sahlsten H, Holm A, Rauhala E, Takala M, Löyttyniemi E, Karukivi M, Nikkilä J, Ylitalo K, Paavola J, Johansson R, Taiminen T, Jääskeläinen SK. Neuronavigated Versus Non-navigated Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Chronic Tinnitus: A Randomized Study. Trends Hear. 2019 Jan-Dec;23:2331216518822198. doi: 10.1177/2331216518822198. PMID: 30803387; PMCID: PMC6327327.	HS
Sathappan 2019	Sathappan AV, Luber BM, Lisanby SH. The Dynamic Duo: Combining noninvasive brain stimulation with cognitive interventions. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry. 2019 Mar 8;89:347-360. doi: 10.1016/j.pnpbp.2018.10.006. Epub 2018 Oct 9. PMID: 30312634.	HS
Scantamburlo 2020	Scantamburlo G, Salado AL. Approches thérapeutiques innovantes en psychiatrie : neuromodulation Pour qui ? Pour quoi ? Comment ? [Innovative therapeutic approaches in psychiatry : neuromodulation. For whom, why and how ?]. Rev Med Liege. 2020 May;75(5-6):426-431. French. PMID: 32496692.	G
Shayganfard 2016	Shayganfard M, Jahangard L, Nazaribadie M, Haghghi M, Ahmadpanah M, Sadeghi Bahmani D, Bajoghli H, Holsboer-Trachsler E, Brand S. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Improved Symptoms of Obsessive-Compulsive Disorders but Not Executive Functions: Results from a Randomized Clinical Trial with Crossover Design and Sham Condition. Neuropsychobiology. 2016;74(2):115-124. doi: 10.1159/000457128. Epub 2017 Mar 24. PMID: 28334708.	HS
Schneider 2011	Schneider MK, Retz W, Gougleris G, Verhoeven WM, Tulen JH, Rösler M. Effects of long-acting methylphenidate in adults with attention deficit hyperactivity disorder: a study with paired-pulse transcranial magnetic stimulation. Neuropsychobiology. 2011;64(4):195-201. doi: 10.1159/000326693. Epub 2011 Sep 9. PMID: 21912187.	HS
Schoiswohl 2019	Schoiswohl S, Agrawal K, Simoes J, Neff P, Schlee W, Langguth B, Schecklmann M. RTMS parameters in tinnitus trials: a systematic review. Sci Rep. 2019 Aug	HS

AUTEURS / ANNÉE	TITRES	REMARQUES
	21;9(1):12190. doi: 10.1038/s41598-019-48750-9. PMID: 31434985; PMCID: PMC6704094.	
Spagnolo 2017	Spagnolo PA, Goldman D. Neuromodulation interventions for addictive disorders: challenges, promise, and roadmap for future research. <i>Brain</i> . 2017 May 1;140(5):1183-1203. doi: 10.1093/brain/aww284. PMID: 28082299; PMCID: PMC6059187.	HS
Spijker 2019	Spijker J, Meeuwissen JAC, Aalbers S, van Avendonk M, van Bon M, Huson A, van der Lande J, Oudijk M, Bockting C, Ruhé HG. De zorgstandaard Depressieve stoornissen [The care standard 'Depressive disorders']. <i>Tijdschr Psychiatr</i> . 2019;61(2):112-120. Dutch. PMID: 30793272.	G Allemand
Spina 2017	Spina A, Mortini P, Alemanno F, Houdayer E, Iannaccone S. Trigeminal Neuralgia: Toward a Multimodal Approach. <i>World Neurosurg</i> . 2017 Jul;103:220-230. doi: 10.1016/j.wneu.2017.03.126. Epub 2017 Apr 2. PMID: 28377244.	HS
Sun 2018	Sun Y, Blumberger DM, Mulsant BH, Rajji TK, Fitzgerald PB, Barr MS, Downar J, Wong W, Farzan F, Daskalakis ZJ. Magnetic seizure therapy reduces suicidal ideation and produces neuroplasticity in treatment-resistant depression. <i>Transl Psychiatry</i> . 2018 Nov 23;8(1):253. doi: 10.1038/s41398-018-0302-8. PMID: 30470735; PMCID: PMC6251931.	HS
Taib 2019	Taib S, Ory-Magne F, Brefel-Courbon C, Moreau Y, Thalamas C, Arbus C, Simonetta-Moreau M. Repetitive transcranial magnetic stimulation for functional tremor: A randomized, double-blind, controlled study. <i>Mov Disord</i> . 2019 Aug;34(8):1210-1219. doi: 10.1002/mds.27727. Epub 2019 Jun 10. PMID: 31180620.	HS
Taylor 2019	Taylor JL, Hambro BC, Strossman ND, Bhatt P, Hernandez B, Ashford JW, Cheng JJ, Iv M, Adamson MM, Lazzeroni LC, McNerney MW. The effects of repetitive transcranial magnetic stimulation in older adults with mild cognitive impairment: a protocol for a randomized, controlled three-arm trial. <i>BMC Neurol</i> . 2019 Dec 16;19(1):326. doi: 10.1186/s12883-019-1552-7. PMID: 31842821; PMCID: PMC6912947.	HS
Theodoroff 2017	Theodoroff SM, Griest SE, Folmer RL. Transcranial magnetic stimulation for tinnitus: using the Tinnitus Functional Index to predict benefit in a randomized controlled trial. <i>Trials</i> . 2017 Feb 9;18(1):64. doi: 10.1186/s13063-017-1807-9. PMID: 28183355; PMCID: PMC5301432.	HS
Ueno 2012	Ueno S. Studies on magnetism and bioelectromagnetics for 45 years: from magnetic analog memory to human brain stimulation and imaging. <i>Bioelectromagnetics</i> . 2012 Jan;33(1):3-22. doi: 10.1002/bem.20714. Epub 2011 Oct 19. PMID: 22012916.	HS
Valiengo 2013	Valiengo LC, Benseñor IM, Lotufo PA, Fraguas R Jr, Brunoni AR. Transcranial direct current stimulation and repetitive transcranial magnetic stimulation in consultation-liaison psychiatry. <i>Braz J Med Biol Res</i> . 2013 Oct;46(10):815-23. doi: 10.1590/1414-431X20133115. Epub 2013 Oct 2. PMID: 24141608; PMCID: PMC3854309.	G
Vanderhasselt 2017	Vanderhasselt M-, Dedoncker J, Arns M, Baeken C. Niet-invasieve hersenstimulatie bij psychiatrische stoornissen: beïnvloedende factoren en combinatie van interventies [Non-invasive brain stimulation techniques in psychiatric disorders: influential factors and combination of interventions]. <i>Tijdschr Psychiatr</i> . 2017;59(10):594-599. Dutch. PMID: 29077133.	Néerlandais
Wagner 2019	Wagner E, Wobrock T, Kunze B, Langguth B, Landgrebe M, Eichhammer P, Frank E, Cordes J, Wölwer W, Winterer G, Gaebel W, Hajak G, Ohmann C, Verde PE, Rietschel M, Ahmed R, Honer WG, Siskind D, Malchow B, Strube W, Schneider-Axmann T, Falkai P, Hasan A. Efficacy of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation in schizophrenia patients with treatment-resistant negative symptoms treated with clozapine. <i>Schizophr Res</i> . 2019 Jun;208:370-376. doi: 10.1016/j.schres.2019.01.021. Epub 2019 Jan 29. PMID: 30704862.	HS

AUTEURS / ANNÉE	TITRES	REMARQUES
Wall 2016	Wall CA, Croarkin PE, Maroney-Smith MJ, Haugen LM, Baruth JM, Frye MA, Sampson SM, Port JD. Magnetic Resonance Imaging-Guided, Open-Label, High-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Adolescents with Major Depressive Disorder. <i>J Child Adolesc Psychopharmacol</i> . 2016 Sep;26(7):582-9. doi: 10.1089/cap.2015.0217. Epub 2016 Feb 5. PMID: 26849202; PMCID: PMC5035831.	HS
Wang 2013	Wang H, Xue Y, Chen Y, Zhang R, Wang H, Zhang Y, Gan J, Zhang L, Tan Q. Efficacy of repetitive transcranial magnetic stimulation in the prevention of relapse of depression: study protocol for a randomized controlled trial. <i>Trials</i> . 2013 Oct 17;14:338. doi: 10.1186/1745-6215-14-338. PMID: 24135054; PMCID: PMC4016597.	G
Wilkinson 2019	Wilkinson ST, Holtzheimer PE, Gao S, Kirwin DS, Price RB. Leveraging Neuroplasticity to Enhance Adaptive Learning: The Potential for Synergistic Somatic-Behavioral Treatment Combinations to Improve Clinical Outcomes in Depression. <i>Biol Psychiatry</i> . 2019 Mar 15;85(6):454-465. doi: 10.1016/j.biopsych.2018.09.004. Epub 2018 Sep 20. PMID: 30528745; PMCID: PMC6380941.	HS
Zandvakili 2019	Zandvakili A, Philip NS, Jones SR, Tyrka AR, Greenberg BD, Carpenter LL. Use of machine learning in predicting clinical response to transcranial magnetic stimulation in comorbid posttraumatic stress disorder and major depression: A resting state electroencephalography study. <i>J Affect Disord</i> . 2019 Jun 1;252:47-54. doi: 10.1016/j.jad.2019.03.077. Epub 2019 Mar 30. PMID: 30978624; PMCID: PMC6520189.	HS
Zhao 2019	Zhao X, Li Y, Tian Q, Zhu B, Zhao Z. Repetitive transcranial magnetic stimulation increases serum brain-derived neurotrophic factor and decreases interleukin-1 $\beta$ and tumor necrosis factor- $\alpha$ in elderly patients with refractory depression. <i>J Int Med Res</i> . 2019 May;47(5):1848-1855. doi: 10.1177/0300060518817417. Epub 2019 Jan 7. PMID: 30616482; PMCID: PMC6567781.	HS
Zorzo 2019	Zorzo C, Banqueri M, Higarza SG, Pernía AM, Arias JL. Current State of Transcranial Magnetic Stimulation and its use in Psychiatry. <i>Actas Esp Psiquiatr</i> . 2019 May;47(3):110-20. Epub 2019 May 1. PMID: 31233209.	G

G = Général  
HS = Hors sujet

#### Études exclues après analyse complète de la publication

AUTEURS	TITRES	STATUT
Allen 2017	Allen CH, Kluger BM, Buard I. Safety of Transcranial Magnetic Stimulation in Children: A Systematic Review of the Literature. <i>Pediatr Neurol</i> . 2017 Mar;68:3-17. doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2016.12.009. Epub 2017 Jan 4. PMID: 28216033; PMCID: PMC5346461.	HS
Bailey 2018	Bailey NW, Hoy KE, Rogasch NC, Thomson RH, McQueen S, Elliot D, Sullivan CM, Fulcher BD, Daskalakis ZJ, Fitzgerald PB. Responders to rTMS for depression show increased fronto-midline theta and theta connectivity compared to non-responders. <i>Brain Stimul</i> . 2018 Jan-Feb;11(1):190-203. doi: 10.1016/j.brs.2017.10.015. Epub 2017 Oct 27. PMID: 29128490.	HS
Bergfeld 2016	Bergfeld IO, Mantione M, Hoogendoorn ML, Ruhé HG, Notten P, van Laarhoven J, Visser I, Figuee M, de Kwaasteniet BP, Horst F, Schene AH, van den Munckhof P, Beute G, Schuurman R, Denys D. Deep Brain Stimulation of the Ventral Anterior Limb of the Internal Capsule for Treatment-Resistant Depression: A Randomized Clinical Trial. <i>JAMA Psychiatry</i> . 2016 May 1;73(5):456-64. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2016.0152. PMID: 27049915.	HS

AUTEURS	TITRES	STATUT
Berlim 2014	Berlim MT, Van den Eynde F, Tovar-Perdomo S, Chachamovich E, Zangen A, Turecki G. Augmenting antidepressants with deep transcranial magnetic stimulation (DTMS) in treatment-resistant major depression. <i>World J Biol Psychiatry</i> . 2014 Sep;15(7):570-8. doi: 10.3109/15622975.2014.925141. Epub 2014 Jul 22. PMID: 25050453.	17 patients
Boes 2016	Boes AD, Stern AP, Bernstein M, Hooker JE, Connor A, Press DZ, Pascual-Leone A. H-Coil Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Induced Seizure in an Adult with Major Depression: A Case Report. <i>Brain Stimul</i> . 2016 Jul-Aug;9(4):632-3. doi: 10.1016/j.brs.2016.04.013. Epub 2016 Apr 19. PMID: 27160470; PMCID: PMC5592734.	1 cas HS
Brunoni 2019	Brunoni AR, Sampaio-Junior B, Moffa AH, Aparício LV, Gordon P, Klein I, Rios RM, Razza LB, Loo C, Padberg F, Valiengo L. Noninvasive brain stimulation in psychiatric disorders: a primer. <i>Braz J Psychiatry</i> . 2019 Jan-Feb;41(1):70-81. doi: 10.1590/1516-4446-2017-0018. Epub 2018 Oct 11. PMID: 30328957; PMCID: PMC6781710.	G
Chistyakov 2015	Chistyakov AV, Kreinin B, Marmor S, Kaplan B, Khatib A, Darawsheh N, Koren D, Zaaroor M, Klein E. Preliminary assessment of the therapeutic efficacy of continuous theta-burst magnetic stimulation (ctBS) in major depression: a double-blind sham-controlled study. <i>J Affect Disord</i> . 2015 Jan 1;170:225-9. doi: 10.1016/j.jad.2014.08.035. Epub 2014 Sep 1. PMID: 25261629.	< 30
Cook 2019	Cook IA, Wilson AC, Corlier J, Leuchter AF. Brain Activity and Clinical Outcomes in Adults With Depression Treated With Synchronized Transcranial Magnetic Stimulation: An Exploratory Study. <i>Neuromodulation</i> . 2019 Dec;22(8):894-897. doi: 10.1111/ner.12914. Epub 2019 Jan 13. PMID: 30637862.	HS
Cornejo 2020	Cornejo, B.J., McCready, H., Rabin, S. et al. Clinical Off-Label Use of Deep Transcranial Magnetic Stimulation in Psychiatric Conditions. <i>Curr Treat Options Psych</i> 7, 576–588 (2020). <a href="https://doi.org/10.1007/s40501-020-00230-y">https://doi.org/10.1007/s40501-020-00230-y</a> .	G
Cullen 2016	Cullen KR, Jasberg S, Nelson B, Klimes-Dougan B, Lim KO, Croarkin PE. Seizure Induced by Deep Transcranial Magnetic Stimulation in an Adolescent with Depression. <i>J Child Adolesc Psychopharmacol</i> . 2016 Sep;26(7):637-41. doi: 10.1089/cap.2016.0070. Epub 2016 Jul 22. PMID: 27447245; PMCID: PMC5118961	1 cas
Doruk Camsari 2019	Doruk Camsari D, Lewis CP, Sonmez AI, Nandakumar AL, Gresbrink MA, Daskalakis ZJ, Croarkin PE. Transcranial Magnetic Stimulation Markers of Antidepressant Treatment in Adolescents With Major Depressive Disorder. <i>Int J Neuropsychopharmacol</i> . 2019 Jul 1;22(7):435-444. doi: 10.1093/ijnp/pyz021. PMID: 31095686; PMCID: PMC6600470.	HS
Dumas 2012	Dumas R, Padovani R, Richieri R, Lançon C. Stimulation magnétique transcrânienne répétée dans la prise en charge des épisodes dépressifs majeurs : facteurs prédictifs de réponse thérapeutique [Repetitive transcranial magnetic stimulation in major depression: response factor]. <i>Encephale</i> . 2012 Sep;38(4):360-8. French. doi: 10.1016/j.encep.2011.08.004. Epub 2011 Oct 11. PMID: 22980479.	HS
Dunlop 2020	Dunlop K, Sheen J, Schulze L, Fettes P, Mansouri F, Feffer K, Blumberger DM, Daskalakis ZJ, Kennedy SH, Giacobbe P, Woodside B, Downar J. Dorsomedial prefrontal cortex repetitive transcranial magnetic stimulation for treatment-refractory major depressive disorder: A three-arm, blinded, randomized controlled trial. <i>Brain Stimul</i> . 2020 Mar-Apr;13(2):337-340. doi: 10.1016/j.brs.2019.10.020. Epub 2019 Oct 31. PMID: 31711880.	HS
Engelhardt 2020	Engelhardt M, Picht T. 1Hz Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation of the Primary Motor Cortex: Impact on Excitability and Task Performance in Healthy Subjects. <i>J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg</i> . 2020 Mar;81(2):147-154. doi: 10.1055/s-0040-1701624. Epub 2020 Feb 11. PMID: 32045942.	HS
Fabbri 2019	Fabbri C; Kasper S; Kautzky A; Bartova L; Dold M; Zohar J; Souery D; Montgomery S; Albani D; Raimondi I; Dikeos D; Rujescu D; Uher R; Lewis CM; Mendlewicz J; Serretti	HS

AUTEURS	TITRES	STATUT
	A. Genome-wide association study of treatment-resistance in depression and meta-analysis of three independent samples. <i>British Journal of Psychiatry</i> . 214(1):36-41, 2019 01.	
Feifel 2016	Feifel D, Pappas K. Treating Clinical Depression with Repetitive Deep Transcranial Magnetic Stimulation Using the BrainsWay H1-coil. <i>J Vis Exp</i> . 2016 Oct 4;(116):53858. doi: 10.3791/53858. PMID: 27768049; PMCID: PMC5092131.	G
Filipčić 2018	Filipčić I, Šimunović Filipčić I, Gajšak T, Milovac Ž, Sučić S, Ivezić E, Zečević Penić S, Orgulan I, Šebo D, Jeleč V, Bajić Ž. Efficacy and safety of repetitive transcranial magnetic stimulation using an H1-coil or figure-8-coil in the treatment of unipolar major depressive disorder: A study protocol for a randomized controlled trial. <i>Psychiatr Danub</i> . 2018 Mar;30(1):41-46. doi: 10.24869/psyd.2018.41. PMID: 29546857.	HS
Fineberg 2020	Fineberg NA, Hollander E, Pallanti S, Walitza S, Grünblatt E, Dell'Osso BM, Albert U, Geller DA, Brakoulias V, Janardhan Reddy YC, Arumugham SS, Shavitt RG, Drummond L, Grancini B, De Carlo V, Cinosi E, Chamberlain SR, Ioannidis K, Rodriguez CI, Garg K, Castle D, Van Ameringen M, Stein DJ, Carmi L, Zohar J, Menchon JM. Clinical advances in obsessive-compulsive disorder: a position statement by the International College of Obsessive-Compulsive Spectrum Disorders. <i>Int Clin Psychopharmacol</i> . 2020 Jul;35(4):173-193. doi: 10.1097/YIC.0000000000000314. PMID: 32433254; PMCID: PMC7255490.	HS
Garnaat 2018	Garnaat SL, Yuan S, Wang H, Philip NS, Carpenter LL. Updates on Transcranial Magnetic Stimulation Therapy for Major Depressive Disorder. <i>Psychiatr Clin North Am</i> . 2018 Sep;41(3):419-431. doi: 10.1016/j.psc.2018.04.006. PMID: 30098655; PMCID: PMC6979370.	G
Ge 2019	Ge R, Downar J, Blumberger DM, Daskalakis ZJ, Lam RW, Vila-Rodriguez F. Structural network integrity of the central executive network is associated with the therapeutic effect of rTMS in treatment resistant depression. <i>Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry</i> . 2019 Jun 8;92:217-225. doi: 10.1016/j.pnpbp.2019.01.012. Epub 2019 Jan 25. PMID: 30685322.	HS
Georges 2013	George MS, Taylor JJ, Short EB. The expanding evidence base for rTMS treatment of depression. <i>Curr Opin Psychiatry</i> . 2013 Jan;26(1):13-8. doi: 10.1097/YCO.0b013e32835ab46d. PMID: 23154644; PMCID: PMC4214363.	G
Gold 2019	Gold AK, Ornelas AC, Cirillo P, Caldieraro MA, Nardi AE, Nierenberg AA, Kinrys G. Clinical applications of transcranial magnetic stimulation in bipolar disorder. <i>Brain Behav</i> . 2019 Oct;9(10):e01419. doi: 10.1002/brb3.1419. Epub 2019 Sep 30. PMID: 31566935; PMCID: PMC6790310.	Résultats publiés par d'autres auteurs
Gomez-Tames 2020	Gomez-Tames J, Hamasaka A, Hirata A, Laakso I, Lu M, Ueno S. Group-level analysis of induced electric field in deep brain regions by different TMS coils. <i>Phys Med Biol</i> . 2020 Jan 17;65(2):025007. doi: 10.1088/1361-6560/ab5e4a. PMID: 31796653.	HS
Guo 2020	Guo YJ, Shan YM, Wang ZJ, Shen ZF. Efficacy of transcranial magnetic stimulation and fluoxetine in the treatment of postpartum depression: a protocol for systematic review and meta-analysis. <i>Medicine</i> 2020;99 :21(e20170).	HS
Harel 2014	Harel EV, Rabany L, Deutsch L, Bloch Y, Zangen A, Levkovitz Y. H-coil repetitive transcranial magnetic stimulation for treatment resistant major depressive disorder: An 18-week continuation safety and feasibility study. <i>World J Biol Psychiatry</i> . 2014 May;15(4):298-306. doi: 10.3109/15622975.2011.639802. Epub 2012 Feb 7. PMID: 22313023.	29 patients
Harmelech 2020	Tal Harmelech Aron Tandler, Yiftach Roth, Abraham Zangen. Do comorbid OCD-MDD patients need two separate dTMS protocols? <i>Brain Stimulation</i> 13 (2020) 1000 - 1001.	HS

AUTEURS	TITRES	STATUT
Isseries 2013	Isserles M, Shalev AY, Roth Y, Peri T, Kutz I, Zlotnick E, Zangen A. Effectiveness of deep transcranial magnetic stimulation combined with a brief exposure procedure in post-traumatic stress disorder--a pilot study. <i>Brain Stimul.</i> 2013 May;6(3):377-83. doi: 10.1016/j.brs.2012.07.008. Epub 2012 Aug 18. PMID: 22921765.	HS
Jahangard 2016	Jahangard L, Haghghi M, Shyayganfard M, Ahmadpanah M, Sadeghi Bahmani D, Bajoghli H, Holsboer-Trachsler E, Brand S. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Improved Symptoms of Obsessive-Compulsive Disorder, but Also Cognitive Performance: Results from a Randomized Clinical Trial with a Cross-Over Design and Sham Condition. <i>Neuropsychobiology.</i> 2016;73(4):224-32. doi: 10.1159/000446287. Epub 2016 Jun 15. PMID: 27299900.	10 patients
Kang 2016	Kang JI, Lee H, Jung K, Kim KR, An SK, Yoon KJ, Kim SI, Namkoong K, Lee E. Frontostriatal Connectivity Changes in Major Depressive Disorder After Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation: A Randomized Sham-Controlled Study. <i>J Clin Psychiatry.</i> 2016 Sep;77(9):e1137-e1143. doi: 10.4088/JCP.15m10110. PMID: 27379563.DM.	24 patients HS
Kedzior 2016	Kedzior KK, Gierke L, Gellersen HM, Berlim MT. Cognitive functioning and deep transcranial magnetic stimulation (DTMS) in major psychiatric disorders: A systematic review. <i>J Psychiatr Res.</i> 2016 Apr;75:107-15. doi: 10.1016/j.jpsychires.2015.12.019. Epub 2015 Dec 22. PMID: 26828370.	HS
Kedzior 2017	Kedzior KK, Schuchinsky M, Gerkenmeier I, Loo C. Challenges in comparing the acute cognitive outcomes of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (HF-rTMS) vs. electroconvulsive therapy (ECT) in major depression: A systematic review. <i>J Psychiatr Res.</i> 2017 Aug;91:14-17. doi: 10.1016/j.jpsychires.2017.03.002. Epub 2017 Mar 2. PMID: 28288306.2017.	HS
Kedzior 2018	Kedzior KK, Gerkenmeier I, Schuchinsky M. Can deep transcranial magnetic stimulation (DTMS) be used to treat substance use disorders (SUD)? A systematic review. <i>BMC Psychiatry.</i> 2018 May 18;18(1):137. doi: 10.1186/s12888-018-1704-0. PMID: 29776355; PMCID: PMC5960210.	HS
Klein 2015	Klein MM, Treister R, Raj T, Pascual-Leone A, Park L, Nurmikko T, Lenz F, Lefaucheur JP, Lang M, Hallett M, Fox M, Cudkowicz M, Costello A, Carr DB, Ayache SS, Oaklander AL. Transcranial magnetic stimulation of the brain: guidelines for pain treatment research. <i>Pain.</i> 2015 Sep;156(9):1601-14. doi: 10.1097/j.pain.0000000000000210. PMID: 25919472; PMCID: PMC4545735.	HS
Kreuzer 2019	Kreuzer PM, Downar J, de Ridder D, Schwarzbach J, Scheckmann M, Langguth B. A Comprehensive Review of Dorsomedial Prefrontal Cortex rTMS Utilizing a Double Cone Coil. <i>Neuromodulation.</i> 2019 Dec;22(8):851-866. doi: 10.1111/ner.12874. Epub 2018 Nov 8. PMID: 30411429.	HS
Krstić 2014	Krstić J, Buzadžić I, Milanović SD, Ilić NV, Pajić S, Ilić TV. Low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation in the right prefrontal cortex combined with partial sleep deprivation in treatment-resistant depression: a randomized sham-controlled trial. <i>J ECT.</i> 2014 Dec;30(4):325-31. doi: 10.1097/YCT.0000000000000099. PMID: 24625704.	HS
Lerner 2019	Lerner AJ, Wassermann EM, Tamir DI. Seizures from transcranial magnetic stimulation 2012-2016: results of a survey of active laboratories and clinics. <i>Clin Neurophysiol</i> 2019. <a href="https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.03.016">https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.03.016</a> .	Effets indésirables HS
Li 2014	Li H, Wang J, Li C, Xiao Z. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for panic disorder in adults. <i>Cochrane Database Syst Rev.</i> 2014 Sep 17;2014(9):CD009083. doi: 10.1002/14651858.CD009083.pub2. PMID: 25230088; PMCID: PMC6885044.	HS
Lindholm 2016	Lindholm P, Lamusuo S, Taiminen T, Virtanen A, Pertovaara A, Forssell H, Hagelberg N, Jääskeläinen S. The analgesic effect of therapeutic rTMS is not mediated or	HS

AUTEURS	TITRES	STATUT
	predicted by comorbid psychiatric or sleep disorders. <i>Medicine (Baltimore)</i> . 2016 Nov;95(44):e5231. doi: 10.1097/MD.0000000000005231. PMID: 27858874; PMCID: PMC5591122.	
Linsam Barth 2019	Linsam Barth S, Jeria A, Avirame K, Todder D, Riquelme R, Stehberg J. Deep Transcranial Magnetic Stimulation for the Treatment of Negative Symptoms in Schizophrenia: Beyond an Antidepressant Effect. <i>J ECT</i> . 2019 Dec;35(4):e46-e54. doi: 10.1097/YCT.0000000000000592. PMID: 31764455.	HS
Lonergan 2018	Lonergan B, Nguyen E, Lembo C, Hinchman C, Morales OG, Press DZ, Pascual-Leone A, Stern AP. Patient- and Technician-Oriented Attitudes Toward Transcranial Magnetic Stimulation Devices. <i>J Neuropsychiatry Clin Neurosci</i> . 2018 Summer;30(3):242-245. doi: 10.1176/appi.neuropsych.17070146. Epub 2018 Jan 25. PMID: 29366375; PMCID: PMC6060026.	G HS
Malm 2020	Malm E, Struckmann W, Persson J, Bodén R. Pain trajectories of dorsomedial prefrontal intermittent theta burst stimulation versus sham treatment in depression. <i>BMC Neurol</i> . 2020 Aug 20;20(1):311. doi: 10.1186/s12883-020-01881-3. PMID: 32819321; PMCID: PMC7439669.	Effets indésirables HS
Marques 2019	Marques RC, Vieira L, Marques D, Cantilino A. Transcranial magnetic stimulation of the medial prefrontal cortex for psychiatric disorders: a systematic review. <i>Braz J Psychiatry</i> . 2019 May 30;41(5):447-457. doi: 10.1590/1516-4446-2019-0344. PMID: 31166547; PMCID: PMC6796817.	G HS
McCathern 2020	McCathern AG, Mathai DS, Cho RY, Goodman WK, Storch EA. Deep transcranial magnetic stimulation for obsessive-compulsive disorder. <i>Expert Rev Neurother</i> . 2020 Oct;20(10):1029-1036. doi: 10.1080/14737175.2020.1798232. Epub 2020 Aug 1. PMID: 32684005.	G
McGirr 2015	McGirr A, Van den Eynde F, Tovar-Perdomo S, Fleck MP, Berlim MT. Effectiveness and acceptability of accelerated repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for treatment-resistant major depressive disorder: an open label trial. <i>J Affect Disord</i> . 2015 Mar 1;173:216-20. doi: 10.1016/j.jad.2014.10.068. Epub 2014 Nov 11. PMID: 25462419.	< 30
Möbius 2017	Möbius M, Lacomblé L, Meyer T, Schutter DJLG, Gielkens T, Becker ES, Tendolkar I, van Eijndhoven P. Repetitive transcranial magnetic stimulation modulates the impact of a negative mood induction. <i>Soc Cogn Affect Neurosci</i> . 2017 Apr 1;12(4):526-533. doi: 10.1093/scan/nsw180. PMID: 28008080; PMCID: PMC5390712.	HS
Morvai 2016	Morvai S, Nagy A, Kovács A, Móre CE, Berecz R, Frecska E. UNANSWERED QUESTIONS IN THE TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION TREATMENT OF PATIENTS WITH DEPRESSION. <i>Ideggyogy Sz</i> . 2016 Jan 30;69(1-2):4-11. doi: 10.18071/isz.69.0004. PMID: 26987235.	HS
Naro 2019	Naro A, Billeri L, Cannavò A, De Luca R, Portaro S, Bramanti P, Calabrò RS. Theta burst stimulation for the treatment of obsessive-compulsive disorder: a pilot study. <i>J Neural Transm (Vienna)</i> . 2019 Dec;126(12):1667-1677. doi: 10.1007/s00702-019-02098-6. Epub 2019 Oct 24. PMID: 31650286.	< 30
Pallanti 2016	Pallanti S, Marras A, Salerno L, Makris N, Hollander E. Better than treated as usual: Transcranial magnetic stimulation augmentation in selective serotonin reuptake inhibitor-refractory obsessive-compulsive disorder, mini-review and pilot open-label trial. <i>J Psychopharmacol</i> . 2016 Jun;30(6):568-78. doi: 10.1177/0269881116628427. Epub 2016 Feb 3. PMID: 26843373.	HS
Paz 2018	Paz Y, Friedwald K, Levkovitz Y, Zangen A, Alyagon U, Nitzan U, Segev A, Maoz H, Koubi M, Bloch Y. Randomised sham-controlled study of high-frequency bilateral deep transcranial magnetic stimulation (dTMS) to treat adult attention hyperactive disorder (ADHD): Negative results. <i>World J Biol Psychiatry</i> . 2018 Oct;19(7):561-566. doi: 10.1080/15622975.2017.1282170. Epub 2017 Jan 31. PMID: 28090806.HS.	< 26 HS

AUTEURS	TITRES	STATUT
Perera 2016	Perera T, George MS, Grammer G, Janicak PG, Pascual-Leone A, Wirecki TS. The Clinical TMS Society Consensus Review and Treatment Recommendations for TMS Therapy for Major Depressive Disorder. <i>Brain Stimul.</i> 2016 May-Jun;9(3):336-346. doi: 10.1016/j.brs.2016.03.010. Epub 2016 Mar 16. PMID: 27090022; PMCID: PMC5612370.	G HS
Philip <sup>25</sup> 2016	Philip NS, Dunner DL, Dowd SM, Aaronson ST, Brock DG, Carpenter LL, Demitrack MA, Hovav S, Janicak PG, George MS. Can Medication Free, Treatment-Resistant, Depressed Patients Who Initially Respond to TMS Be Maintained Off Medications? A Prospective, 12-Month Multisite Randomized Pilot Study. <i>Brain Stimul.</i> 2016 Mar-Apr;9(2):251-7. doi: 10.1016/j.brs.2015.11.007. Epub 2015 Nov 25. PMID: 26708778.	HS
Rossi 2020	Rossi S, Antal A, Bestmann S, Bikson M, Brewer C, Brockmøller J, et al. Safety and recommendations for TMS use in healthy subjects and patient populations, with updates on training, ethical and regulatory issues: expert Guidelines. <i>Clin Neurophysiol</i> 2020. <a href="https://doi.org/10.1016/j.clinph.2020.10.003">https://doi.org/10.1016/j.clinph.2020.10.003</a> .	G
Schulze 2018	Schulze L, Feffer K, Lozano C, Giacobbe P, Daskalakis ZJ, Blumberger DM, Downar J. Number of pulses or number of sessions? An open-label study of trajectories of improvement for once-vs. twice-daily dorsomedial prefrontal rTMS in major depression. <i>Brain Stimul.</i> 2018 Mar-Apr;11(2):327-336. doi: 10.1016/j.brs.2017.11.002. Epub 2017 Nov 7. PMID: 29153439.	HS
Shayganfard 2016	Shayganfard M, Jahangard L, Nazaribadie M, Haghighi M, Ahmadpanah M, Sadeghi Bahmani D, Bajoghli H, Holsboer-Trachsler E, Brand S. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Improved Symptoms of Obsessive-Compulsive Disorders but Not Executive Functions: Results from a Randomized Clinical Trial with Crossover Design and Sham Condition. <i>Neuropsychobiology.</i> 2016;74(2):115-124. doi: 10.1159/000457128. Epub 2017 Mar 24. PMID: 28334708.	< 10 patients
Spagnolo 2019	Spagnolo PA, Wang H, Srivanthapoom P, Schwandt M, Heilig M, Hallett M. Lack of Target Engagement Following Low-Frequency Deep Transcranial Magnetic Stimulation of the Anterior Insula. <i>Neuromodulation.</i> 2019 Dec;22(8):877-883. doi: 10.1111/ner.12875. Epub 2018 Oct 29. PMID: 30370983; PMCID: PMC6488455.	Effets indésirables HS
Tang 2015	Tang Q, Li G, Wang A, Liu T, Feng S, Guo Z, Chen H, He B, McClure MA, Ou J, Xing G, Mu Q. A systematic review for the antidepressant effects of sleep deprivation with repetitive transcranial magnetic stimulation. <i>BMC Psychiatry.</i> 2015 Nov 14;15:282. doi: 10.1186/s12888-015-0674-8. PMID: 26573324; PMCID: PMC4647580.	HS
Tendler 2014	Tendler A.; DeLuca M.; DeLuca L.; DeBlasio K.; Lasalle-Ricci V.H.; Allsup H. et al. Supra threshold deep repetitive transcranial magnetic stimulation (dTMS): case series. <i>Brain Stimulat.</i> 2014; 7: e25 <a href="https://doi.org/10.1016/j.brs.2014.07.029">https://doi.org/10.1016/j.brs.2014.07.029</a> .	Série de cas Résultats non disponibles G
Tendler 2016	Tendler A, Barnea Ygael N, Roth Y, Zangen A. Deep transcranial magnetic stimulation (dTMS) - beyond depression. <i>Expert Rev Med Devices.</i> 2016 Oct;13(10):987-1000. doi: 10.1080/17434440.2016.1233812. Epub 2016 Sep 27. PMID: 27601183.	G
Tendler 2018	Tendler A, Gersner R, Roth Y, Zangen A. Alternate day dTMS combined with SSRIs for chronic treatment resistant depression: A prospective multicenter study. <i>J Affect Disord.</i> 2018 Nov;240:130-136. doi: 10.1016/j.jad.2018.07.058. Epub 2018 Jul 23. PMID: 30071416.	HS

<sup>25</sup> Philip NS, Dunner DL, Dowd SM, Aaronson ST, Brock DG, Carpenter LL, Demitrack MA, Hovav S, Janicak PG, George MS. Can Medication Free, Treatment-Resistant, Depressed Patients Who Initially Respond to TMS Be Maintained Off Medications? A Prospective, 12-Month Multisite Randomized Pilot Study. *Brain Stimul.* 2016 Mar-Apr;9(2):251-7. doi: 10.1016/j.brs.2015.11.007. Epub 2015 Nov 25. PMID: 26708778.

AUTEURS	TITRES	STATUT
Tendler 2020	Tendler A, Harmelech T, Gersner R, Roth Y. Seizures provoked by H-coils from 2010 to 2020. <i>Brain Stimul.</i> 2020 Nov 14;14(1):66-68. doi: 10.1016/j.brs.2020.11.006. Epub ahead of print. PMID: 33197655.	Effets indésirables HS
Tendler 2018	Tendler A, Roth Y, Zangen A. Rate of inadvertently induced seizures with deep repetitive transcranial magnetic stimulation. <i>Brain Stimulat</i> 2018;11:1410e4. <a href="https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.09.001">https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.09.001</a> .	Effets indésirables : convulsions
Thibaut 2017	Thibaut A, O'Brien AT, Fregni F. Strategies for replacing non-invasive brain stimulation sessions: recommendations for designing neurostimulation clinical trials. <i>Expert Rev Med Devices.</i> 2017 Aug;14(8):633-649. doi: 10.1080/17434440.2017.1352470. Epub 2017 Jul 31. PMID: 28681660.	G
Wang 2013	Wang H, Xue Y, Chen Y, Zhang R, Wang H, Zhang Y, Gan J, Zhang L, Tan Q. Efficacy of repetitive transcranial magnetic stimulation in the prevention of relapse of depression: study protocol for a randomized controlled trial. <i>Trials.</i> 2013 Oct 17;14:338. doi: 10.1186/1745-6215-14-338. PMID: 24135054; PMCID: PMC4016597.	Chine Pas de résultats
Yates 2016	Yates E; Balu G. . Deep Transcranial Magnetic Stimulation: A Promising Drug-Free Treatment Modality in the Treatment of Chronic Low Back Pain. <i>Ovid MEDLINE(R) Delaware Medical Journal.</i> 88(3):90-2, 2016 Mar. [Journal Article. Research Support, Non-U.S. Gov't] [2016/05/25 06 00] UI: 27215046.	G
Yip 2017	Yip AG, George MS, Tendler A, Roth Y, Zangen A, Carpenter LL. 61% of unmedicated treatment resistant depression patients who did not respond to acute TMS treatment responded after four weeks of twice weekly deep TMS in the BrainsWay pivotal trial. <i>Brain Stimul.</i> 2017 Jul-Aug;10(4):847-849. doi: 10.1016/j.brs.2017.02.013. Epub 2017 Mar 10. PMID: 28330592.	24 patients
Young 2020	Young JR, Smani SA, Mischel NA, Kritzer MD, Appelbaum LG, Patkar AA. Non-invasive brain stimulation modalities for the treatment and prevention of opioid use disorder: a systematic review of the literature. <i>J Addict Dis.</i> 2020 Apr-Jun;38(2):186-199. doi: 10.1080/10550887.2020.1736756. Epub 2020 Mar 17. PMID: 32469286.	HS
Zhang 2019	Zhang T, Zhu J, Xu L, Tang X, Cui H, Wei Y, Wang Y, Hu Q, Qian Z, Liu X, Tang Y, Li C, Wang J. Add-on rTMS for the acute treatment of depressive symptoms is probably more effective in adolescents than in adults: Evidence from real-world clinical practice. <i>Brain Stimul.</i> 2019 Jan-Feb;12(1):103-109. doi: 10.1016/j.brs.2018.09.007. Epub 2018 Sep 14. PMID: 30237010.	HS

G = Général

HS = Hors sujet

## ANNEXE D – ÉTUDES INCLUSES

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODOLOGIES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
Begemann 2020 [7]	Évaluation des effets de différentes SMT Indications variées.	Pour le TDM <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ullrich, H., et coll. (2012<sup>26</sup>) : double left DLPFC / Sham</li> <li>• Wajdik et coll. (2014)<sup>27</sup> : simple left DLPFC / Sham</li> <li>• Cheng et coll. (2016)<sup>28</sup> : double iTBS; left DLPFC - cTBS; right DLPFC - iTBS + cTBS; bilateral DLPFC / Sham</li> <li>• Kaster et coll. (2018<sup>29</sup>) : double DLPFC, VLPFC / Sham</li> <li>• Kavanaugh et coll. (2018<sup>30</sup>) : double left DLPFC / Sham</li> <li>• Myczkowski et coll. (2018<sup>31</sup>) : double left DLPFC / Sham</li> <li>• + 8 autre études publiées avant 2010</li> </ul>	Échelle standard <sup>32</sup>	Les auteurs ont noté que la SMT et la tDCS avaient un effet faible, mais significatif sur la mémoire de travail chez les patients souffrant de troubles cérébraux par rapport au traitement factice.  La tDCS a également montré un effet supérieur sur l'attention et la vigilance. Les résultats n'étaient pas significatifs pour les domaines cognitifs restants.  Les résultats étaient similaires dans les différents troubles cérébraux pour les deux techniques.

<sup>26</sup> Ullrich, H., Kranaster, L., Sigges, E., Andrich, J., & Sartorius, A. (2012). Ultra-high-frequency left prefrontal transcranial magnetic stimulation as augmentation in severely ill patients with depression: A naturalistic sham- controlled, double-blind, randomized trial. *Neuropsychobiology*, 66(3), 141-148. <https://doi.org/10.1159/000339561>.

<sup>27</sup> Wajdik C, Claypoole KH, Fawaz W, Holtzheimer PE 3rd, Neumaier J, Dunner DL, Haynor DR, Roy-Byrne P, Avery DH. No change in neuropsychological functioning after receiving repetitive transcranial magnetic stimulation treatment for major depression. *J ECT*. 2014 Dec;30(4):320-4. doi: 10.1097/YCT.000000000000096. PMID: 24625717; PMCID: PMC4162863.

<sup>28</sup> Cheng CM, Juan CH, Chen MH, Chang CF, Lu HJ, Su TP, Lee YC, Li CT. Different forms of prefrontal theta burst stimulation for executive function of medication- resistant depression: Evidence from a randomized sham-controlled study. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. 2016 Apr 3;66:35-40. doi: 10.1016/j.pnpbp.2015.11.009. Epub 2015 Nov 22. PMID: 26593273.

<sup>29</sup> Kaster TS, Daskalakis ZJ, Noda Y, Knyahnytska Y, Downar J, Rajji TK, Levkovitz Y, Zangen A, Butters MA, Mulsant BH, Blumberger DM. Efficacy, tolerability, and cognitive effects of deep transcranial magnetic stimulation for late-life depression: a prospective randomized controlled trial. *Neuropsychopharmacology*. 2018 Oct;43(11):2231-2238. doi: 10.1038/s41386-018-0121-x. Epub 2018 Jun 18. PMID: 29946106; PMCID: PMC6135812.

<sup>30</sup> Kavanaugh BC, Aaronson ST, Clarke GN, Holtzheimer PE, Johnson CW, McDonald WM, Schneider MB, Carpenter LL. Neurocognitive Effects of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation With a 2-Coil Device in Treatment-Resistant Major Depressive Disorder. *J ECT*. 2018 Dec;34(4):258-265. doi: 10.1097/YCT.0000000000000494. PMID: 29613944

<sup>31</sup> Myczkowski ML, Fernandes A, Moreno M, Valiengo L, Lafer B, Moreno RA, Padberg F, Gattaz W, Brunoni AR. Cognitive outcomes of TMS treatment in bipolar depression: Safety data from a randomized controlled trial. *J Affect Disord*. 2018 Aug 1;235:20-26. doi: 10.1016/j.jad.2018.04.022. Epub 2018 Apr 3. PMID: 29631203.

<sup>32</sup> Voir les résultats des études correspondantes.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODOLOGIES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
Carmi 2018 [20]	Évaluation de l'activité mPFC-ACC induite par la SMTP sur les symptômes du TOC.  Enregistrement de l'essai : ClinicalTrials.gov NCT01343732.	Les participants présentant un TOC résistant au traitement ont été traités avec : <ul style="list-style-type: none"> <li>• une haute fréquence (HF; 20 Hz);</li> <li>• une basse fréquence (LF; 1 Hz);</li> <li>• une simulation de SMTP du mPFC et de l'ACC pendant 5 semaines, en double aveugle.</li> </ul> Tous les traitements ont été administrés à la suite de la provocation des symptômes, et des mesures EEG pendant une tâche Stroop ont été prises pour examiner les changements dans l'activité liée à l'erreur.  La réponse clinique au traitement a été évaluée à l'aide de l'échelle Yale-Brown-Obsessive-Compulsive (YBOCS).	41 patients.  L'analyse intermédiaire a révélé que les scores YBOCS s'étaient significativement améliorés après HF (n = 7), mais pas après la stimulation LF (n = 8), par rapport à la simulation (n = 8), et donc le recrutement pour le groupe LF a été interrompu.  À l'issue de l'étude, le taux de réponse dans le groupe HF (n = 18) était significativement plus élevé que celui du groupe simulé (n = 15) pendant au moins un mois après la fin du traitement.  La réponse clinique dans le groupe HF était en corrélation avec une augmentation de la négativité liée à l'erreur (ERN) dans la tâche Stroop, une composante électrophysiologique attribuée à l'activité ACC.	La SMTP à haute fréquence sur le mPFC-ACC atténue les symptômes du TOC et peut être utilisée comme une nouvelle intervention thérapeutique.  Nonobstant d'autres explications, cela peut provenir de la capacité de la SMTP à modifier directement l'activité ACC.
Carmi 2019 [21]	Évaluation de l'effet thérapeutique de la SMTP dans une étude multicentrique contrôlée en double aveugle et contrôlée.	Étude multicentrique contrôlée en double aveugle.  11 centres, 99 patients atteints de TOC ont été répartis au hasard pour un traitement par SMTP à haute fréquence (20 Hz) ou simulé et ont reçu des traitements quotidiens après une provocation individuelle des symptômes, pendant 6 semaines.  La réponse clinique au traitement a été déterminée à l'aide de l'échelle Yale-Brown Obsessive-Compulsive Scale (YBOCS), et le critère principal d'efficacité était le changement du score entre l'évaluation initiale et l'évaluation post-traitement.  Les taux de réponse (définis comme une réduction $\geq$ 30 % du score YBOCS) lors de l'évaluation post-traitement et après un autre mois de suivi ont aussi été mesurés.	89 % du groupe de traitement actif et 96 % du groupe de traitement simulé ont terminé l'étude.  La réduction du score YBOCS chez les patients ayant reçu un traitement actif de SMTP était significativement plus importante que chez les patients ayant reçu un traitement fictif (réductions de 6,0 points et 3,3 points, respectivement), avec des taux de réponse de 38,1 % et 11,1 % respectivement.  À 1 mois, les taux de réponse étaient de 45,2 % dans le groupe de traitement actif et de 17,8 % dans le groupe de traitement simulé. Des différences significatives entre les groupes ont été maintenues lors du suivi.	La SMTP à haute fréquence sur le cortex préfrontal médian et le cortex cingulaire antérieur a significativement amélioré les symptômes du TOC et peut être considéré comme un traitement potentiel pour les patients qui ne répondent pas de manière adéquate aux interventions pharmacologiques et psychologiques.
Feffer 2017 [35]	Évaluation de l'efficacité de la SMTP dans la pratique réelle, en tant que traitement d'appoint pour la dépression résistante.	Étude de cohorte rétrospective.  40 patients ambulatoires adultes souffrant de dépression, tous prenant des médicaments psychiatriques, ont subi 20 traitements de SMTP sur une période de 4 à 6 semaines.  Évaluation au départ (T0), visite 10 (T1) et visite 20 (T2).  Mesures par :	Les symptômes dépressifs (score total HDRS-21) ont diminué de manière significative après le traitement.  Le score total HDRS est passé d'une moyenne de 21,22 ( $\pm$ 6,09) à T0 à 13,95 ( $\pm$ 7,24) à T2.  De même, à T2, 32,5 % répondaient au traitement et 20 % étaient en rémission, sur la base du HDRS-21.  Le traitement a été bien toléré, avec un taux d'arrêt de 7,5 %. Alors que les symptômes dépressifs au départ ne prédisaient pas la rémission ou une réponse à T2, des	Des effets antidépresseurs significatifs ont été observés.  Les résultats suggèrent que chez les patients atteints de TRD, la sévérité de l'épisode dépressif est associée à un effet thérapeutique positif de la SMTP.  La gravité initiale de l'épisode dépressif pourrait guider les

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODOLOGIES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• échelle de gravité de l'impression globale clinique (CGI-S);</li> <li>• échelle d'amélioration de l'impression globale clinique (CGI-I) à T1 et T2;</li> <li>• échelle d'évaluation de la dépression de Hamilton (HDRS-21) à T0 et T2 seulement;</li> <li>• Quick Inventory of Depressive Symptoms-Self-Report (QIDS-SR) à T0, T1 et T2.</li> </ul>	<p>scores HDRS plus élevés à T0 étaient associés à une diminution plus importante des symptômes dépressifs au cours de l'étude.</p>	<p>cliniciens dans l'orientation des patients pour la SMTP.</p>
Filipčić 2019 [37]	<p>Évaluation ds résultats cliniques des deux protocoles de rSMT approuvés par la FDA et délivrés par H1-coil et la figure 8-coil, chez des patients MDD.</p> <p>Cliniques : Clinicaltrials.gov NCT02917499.</p>	<p>ERC en simple aveugle, indépendant de l'industrie, contrôlé e et randomisée, afin d'évaluer les résultats cliniques des deux protocoles de rSMT approuvés par la FDA délivrés par H1-coil et la f 8-coil, chez des patients MDD.</p>	<p>228 patients MDD ont été randomisés pour 20 séances de H1-coil ou 8-coil en complément de la pharmacothérapie standard de soins, ou de la pharmacothérapie standard de soins seule. La gravité initiale des symptômes de TDM était presque la même dans les 3 groupes.</p> <p>Le score moyen de l'échelle d'évaluation de la dépression de Hamilton (HAM-D17) était de 17 (5,3) dans le groupe H1, 17 (5,4) dans le 8-coil et 19 (6,1) dans le groupe témoin. Le critère de jugement principal était la proportion de patients obtenant une rémission définie par un score HAM-D17 <math>\leq 7</math> à la fin du traitement à la semaine 4. Dans l'analyse en intention de traiter, le rapport de cotes pour la rémission était de 1,74 (IC de 95 %, 0,79-3,83) dans H1-coil par rapport au groupe 8-coil.</p> <p>La différence entre deux protocoles de rSMT n'était pas significative. Le taux de rémission était significativement plus élevé dans les deux groupes HF-rSMT par rapport au témoin : 60 % (IC de 95 %, 48-71 %), 43 % (IC de 95 %, 31-55 %) et 11 % (IC de 95 %, 5-20 %), respectivement.</p> <p>La réponse était significativement meilleure dans H1-coil que dans le groupe 8-coil : OR = 2,33; IC de 95 %, 1,04-5,21 (<math>p = 0,040</math>). Le HAM-D17 a été abaissé de 59 % dans la bobine H1, de 41 % dans la bobine 8 (<math>P = 0,048</math>) et de 17 % dans le groupe témoin (<math>P &lt; 0,001</math> par rapport à bobine H1; <math>P = 0,003</math> par rapport à bobine 8.</p>	<p>L'innocuité, la tolérance et les changements de qualité de vie étaient comparables.</p> <p>Un meilleur taux de réponse et une plus grande réduction de la sévérité de la dépression ont été observés dans le groupe H1-coil, mais sans différence significative du taux de rémission entre les deux modalités de rSMT.</p>
Gellersen 2019 [43]	<p>Évaluer et comparer systématiquement la rSMT avec la bobine en forme de huit (F8) et la SMTP avec la bobine H1 dans le trouble dépressif majeur unipolaire (TDM).</p>	<p>La recherche électronique dans Medline et PsycInfo a permis de relever 19 études avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• une fréquence de stimulation de 18-20 Hz utilisant une bobine F8 (k = 8 essais contrôlés randomisés, ECR, k = 3 en ouvert; n = 168 patients);</li> <li>• ou bobine H1 (k = 1 ECR, k = 7 en ouvert; n = 200).</li> </ul>	<p>Les résultats de la méta-analyse ont révélé :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une réduction importante de la gravité de la dépression, 29 % de réponse et 15 % des taux de rémission après 10 séances de stimulation active avec l'une ou l'autre des bobines par rapport à la ligne de base.</li> <li>• La réduction de la sévérité de la dépression était plus importante dans les études menées auprès de</li> </ul>	<p>Lorsqu'elle est adaptée à la fréquence, la stimulation à intensité plus élevée et moins focale avec la bobine H1 réduit davantage la dépression que la stimulation à intensité plus faible et plus focale avec la bobine F8.</p>

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODOLOGIES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
		<p>Critère de jugement principal : la sévérité de la dépression (le).</p> <p>Résultats secondaires : les taux de réponse et de rémission ont été évalués à la séance 10<sup>33</sup>.</p>	<p>patients plus jeunes utilisant l'une ou l'autre des bobines.</p> <p>La comparaison entre les bobines a révélé une réduction plus importante de la gravité de la dépression dans les études sur les bobines H1 par rapport aux bobines F8 (indépendamment de la conception de l'étude ou de la pharmacothérapie concomitante) et une tendance vers des taux de rémission plus élevés dans les études sur les bobines F8 par rapport aux bobines H1.</p> <p>Ces effets sont basés sur un faible volume d'études, ne sont pas contrôlés pour le placebo et peuvent ne pas être pertinents cliniquement.</p> <p>Les protocoles de stimulation différaient systématiquement, car la stimulation était plus focale, mais moins intense (80-110 % du seuil moteur au repos, MT) dans les études sur bobine F8, et moins focale, mais plus intense (120 % MT) dans les études sur bobine H1.</p> <p>Deux crises sont survenues dans les études sur la bobine H1, contre aucune dans les études sur la bobine F8.</p>	<p>Des études sont nécessaires pour comparer les résultats concernant les effets antidépresseurs de F8-coil et de H1-coil pour déterminer quels sont les protocoles de stimulation les plus optimaux pour obtenir une efficacité aiguë et plus durable.</p>
<p>Grammer 2020 [47]</p>	<p>Évaluation de l'impact de l'extension du traitement de SMTP sur les patients atteints de TOC.</p>	<p>175 sites cliniques.</p> <p>Le critère de jugement principal était la réponse, définie par une réduction d'au moins 30 % du score sur la Yale Brown Obsessive Compulsive Scale (YBOCS), de la ligne de base au point final.</p> <p>Les mesures de résultats secondaires comprenaient la première réponse, définie comme la première fois que le score YBOCS répondait aux critères de réponse, et la réponse soutenue, qui correspondait à deux scores YBOCS consécutifs répondant aux critères de réponse.</p> <p>Les analyses comprenaient le taux de réponse au point final, après 29 séances de SMTP, le nombre de séances et le nombre de jours nécessaires pour atteindre la première réponse durable.</p>	<p>22/175 (13 %) sites cliniques avec des bobines H7 ont fourni des données sur les détails du traitement et les mesures des résultats (YBOCS), sur un total de 192 patients.</p> <p>180 patients qui avaient au moins une mesure de YBOCS après l'inclusion ont été inclus dans les analyses.</p> <p>Les taux de réponse au point final et de réponse soutenue étaient de 73,2 % et 62,2 %, respectivement.</p> <p>Le taux de réponse était de 58 % après 29 séances de SMTP.</p> <p>La première réponse a été obtenue en moyenne après 18 séances (SD1/49,4) ou 28 jours (SD1/422,4).</p> <p>Une réponse soutenue a été obtenue après 19 séances (SD1/49,6) ou 30 jours (SD1/424,5).</p> <p>Les scores YBOCS moyens ont démontré une réduction continue avec un nombre croissant de séances de SMTP.</p>	<p>L'amélioration commence généralement dans les 20 séances et l'extension du traitement au-delà de 29 séances entraîne une réduction continue des symptômes du TOC, augmentant la perspective de la valeur de protocoles de traitement prolongés chez les non-répondeurs.</p> <p>Financement : BrainsWay.</p> <p>Divulgations : les auteurs ont un intérêt financier dans BrainsWay ou ont un intérêt financier dans la TM commerciale.</p> <p>Financement : BrainsWay.</p> <p>Divulgations : Aron Tendler, Abraham Zangen, Yiftach Roth et Tal Harmelech ont un intérêt financier dans BrainsWay. Aron Tendler, Kemal Arikian, Mark DeLuca, Ryan Vidrine, David Kent, Owen</p>

<sup>33</sup> Levkovitz et coll., 2009; Rosenberg et coll., 2010 [16]; Rosenberg et coll., 2010 [17]. Isserles et coll., 2011; Harel et coll., 2014; Levkovitz et coll., 2015; Rapinesi et coll., 2015; Rapinesi et coll., 2015.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODOLOGIES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
				Muir, Carlene MacMillan, Leah Casuto, Deborah Kim, Brent Peterson, Geoffrey Grammer, William Sauve, Kellie Tolin, Steven A. Harvey, Misty Borst, Robert Rifkin, Manish Sheth, Brandon Cornejo, Raul Rodriguez, Saad Shakir, Taylor Porter, Piper Buersmeyer, Julia Swofford et Brendan Roe ont un intérêt financier dans la TM commerciale.
Harvey 2020 [52]	Évaluation de l'efficacité de la SMTP pour le trouble dépressif majeur (TDM) dans la pratique clinique réelle.	Recueil de données de traitement et de résultats de sites* utilisant une bobine H1. Mesures des résultats : échelles cliniques (CGI-S, HDRS-21 et MADRS) et auto-questionnaires (PHQ-9, BDI, IDS). Les analyses comprenaient : <ul style="list-style-type: none"> <li>• les taux de rémission et de réponse après 20 et 30 séances de SMTP;</li> <li>• le nombre de séances et de jours nécessaires pour atteindre la première réponse;</li> <li>• la première rémission;</li> <li>• la réponse soutenue et la rémission soutenue.</li> </ul> *Tous les sites SMTP se sont vus offrir une compensation.	29/481 (6 %) des sites H1 ont soumis des données sur le traitement et les résultats pour 1040 patients. Les taux de rémission (réponse) étaient de 36,2 % (65,1 %) et de 48,1 % (72,5 %) après 20 et 30 séances de SMTP, respectivement. Les taux de rémission étaient les plus élevés lorsqu'ils étaient évalués à l'aide de la HDRS. Le nombre moyen de séances (jours) pour la première réponse était de 10,3 (18,6) avec CGI-S, 14,9 (24,9) avec PHQ-9, 18,0 (33,3) avec BDI et 17,1 (28,3) avec la HDRS. Le nombre moyen de séances (jours) pour la première rémission était de 14,4 (28,5) avec CGI-S, 21,8 (45,0) avec PHQ-9, 20,6 (42,8) avec BDI et 18,1 (30,7) avec la HDRS. Les taux de patients ayant obtenu la première rémission (réponse) étaient de 50,5 % (62,1 %) avec CGI-S, 58,9 % (84,6 %) avec PHQ-9, 75,3 % (86,7 %) avec BDI et 78,5 % (89,7 %) avec la HDRS. Les taux de patients qui ont obtenu une rémission soutenue (réponse) étaient de 61,4 % (90,0 %) avec CGI-S, 47,0 % (80,0 %) avec PHQ-9, 65,9 % (79,5 %) avec BDI et 70,9 % (83,2 %) avec la HDRS.	La majorité des patients présentant un TDM bénéficient de la SMTP, l'amélioration débutant avant la 20 <sup>e</sup> séance. De nombreux non-répondeurs initiaux bénéficient d'un traitement plus long. Limites : Financement : BrainsWay. Les auteurs ont soit un intérêt avec la compagnie BrainsWay ou un intérêt financier dans la SMT commerciale.
Isserles 2011 [58]	Évaluation de la bobine H1-SMTP comme un complément aux antidépresseurs dans le traitement des patients souffrant de DM et son impact sur la procédure cognitive-émotionnelle.	57 patients ont été inclus dans l'étude, qui comprenait 4 semaines de séances de stimulation quotidiennes à 20 Hz et 4 séances hebdomadaires supplémentaires en tant que courte phase d'entretien. 2 sous-groupes de patients ont reçu une réactivation cognitive-émotionnelle positive ou négative avec les séances de stimulation.	21 des 46 patients (46 %) qui ont reçu au moins 10 séances de stimulation ont obtenu une réponse (amélioration $\geq$ 50 % dans l'échelle d'évaluation de la dépression de Hamilton (HDRS)) et 13 d'entre eux (28 %) ont obtenu une rémission (HDRS-24 $\leq$ 10) à la fin de la phase de traitement quotidien. Les améliorations étaient plus faibles dans le groupe réactivé négativement et les scores de l'inventaire de dépression de Beck ne s'étaient pas significativement améliorés dans ce groupe.	La SMTP sur le PFC s'est avérée sûre et efficace pour augmenter l'effet des médicaments antidépresseurs. Une réactivation cognitive émotionnelle négative peut perturber l'effet thérapeutique de la SMTP. Une grande ERC est nécessaire pour établir l'efficacité de la SMTP dans le rôle de la réactivation cognitive pendant la stimulation.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODOLOGIES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
Kaster 2018 [61]	Évaluation de l'efficacité, la tolérance et les effets cognitifs de la SMTP à haute dose dans la dépression tardive.	ERC Patients adultes âgés entre 60 et 85 ans atteints de trouble dépressif majeur (TDM) à une SMR fictive ou profonde active (bobine H1, 6012 impulsions, 18 Hz, 120 % du seuil moteur au repos) administrée sur les voies du cortex préfrontal dorsolatéral et ventrolatéral. 5 jours par semaine pendant 4 semaines. Le critère de jugement principal était la rémission de la dépression dans une analyse en intention de traiter. Évaluation du changement du fonctionnement cognitif avec le traitement de rSMT et la tolérance en fonction des effets indésirables.	52 participants ont été randomisés pour recevoir des traitements avec une bobine active (n = 25) ou factice H1 (n = 27). Le taux de rémission était significativement plus élevé avec la SMTr active que simulée (40,0 % contre 14,8 %) avec un nombre de patients à traiter de 4,0 (IC de 95 % : 2,1-56,5). Il n'y a eu aucun changement sur aucune mesure de la fonction exécutive et aucun événement indésirable grave. Les profils d'effets indésirables étaient similaires entre la SMTr active et fictive, à l'exception des rapports faisant état d'une douleur significativement plus fréquente dans la condition active (16,0 % contre 0 %).	La SMTP à haute dose semble sûre, bien tolérée et efficace dans le traitement de la LLD. Déclaration de conflit d'intérêts. Soutien à la recherche de l'Université de Toronto et du programme de clinicien-chercheur du Département de psychiatrie de l'Université de Toronto. Au cours des 3 dernières années, ZJD a reçu un soutien en nature pour la recherche et l'équipement pour une étude initiée par un chercheur par l'intermédiaire de BrainsWay Inc. et Magventure Inc.
Kedzior 2015 [65]	Évaluation de l'efficacité de la SMTP avec des bobines H dans la dépression majeure.	Revue systématique et méta-analyse quantitative. Recherche sur Medline, PsycInfo et Google Scholar (jusqu'en novembre 2014). Les mesures des résultats étaient la différence moyenne standardisée appariée (Cohen's d) dans les scores de dépression sur l'échelle d'évaluation de la dépression de Hamilton (HDRS), les taux de réponse, de rémission et d'abandon après un traitement de SMTP aigu par rapport au départ.	17 études sur « SMTP ou H-coil » et « dépression » ont été relevées. Les données de 9 études ouvertes ont été incluses dans une méta-analyse à l'aide d'un modèle à effets aléatoires avec des poids à variance inverse. Effet antidépresseur important après 20 séances de SMTP aiguës à haute fréquence par rapport à la valeur initiale selon les scores de changement de la HDRS (moyenne globale pondérée d = 2,04, intervalle de confiance de 95 % : 1,53-2,55; neuf études; 150 patients). Les taux de réponse, de rémission et d'abandon pondérés globaux étaient de 60 %, 29 % et 18 %, respectivement. Les scores de changement sur la HDRS et les taux de réponse avaient tendance à être plus élevés dans 4 études avec 68 patients sous antidépresseurs concomitants par rapport à 2 études avec 26 patients ayant reçu une SMTP en monothérapie.	La SMTP à haute fréquence semble avoir des effets antidépresseurs aigus après 20 séances chez les patients principalement unipolaires et résistants au traitement. Un traitement concomitant avec des antidépresseurs pourrait améliorer l'efficacité de la SMTP. Limites : ces résultats sont basés sur les données d'un petit nombre d'études ouvertes.
Levkovitz 2015 [72]	Évaluation de l'efficacité et l'innocuité de la SMTP dans le MDD.	ERC multicentrique en double aveugle. 181 patients ambulatoires MDD, âgés de 22 à 68 ans, qui étaient résistants à 4 traitements antidépresseurs ou qui n'avaient pas toléré au moins deux traitements antidépresseurs. Assignement aléatoire à une monothérapie avec SMTP active ou simulée. (89/92). 20 séances de SMTP (18 Hz sur le cortex préfrontal) ont été appliquées pendant 4	La SMTP a induit une amélioration de 6,39 points sur l'échelle HDRS-21, tandis qu'une amélioration de 3,28 points a été observée dans le groupe factice (p = 0,008), ce qui a donné une taille d'effet de 0,76. Les taux de réponse et de rémission étaient plus élevés dans la SMTP que dans le groupe simulé (réponse : 38,4 % contre 21,4 %, p = 0,013; rémission : 32,6 % contre 14,6 %, p = 0,005).	Ces résultats suggèrent que la SMTP est efficace et sûre chez les patients ne répondant pas aux antidépresseurs, et que l'effet reste stable pendant 3 mois de traitement d'entretien.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODOLOGIES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
		<p>semaines de manière aiguë, puis toutes les deux semaines pendant 12 semaines.</p> <p>Les critères d'efficacité primaires et secondaires étaient le changement du score sur l'échelle de dépression de Hamilton (HDRS-21) et des taux de réponse et de rémission à la semaine 5, respectivement.</p>	<p>Ces différences entre le traitement actif et le traitement simulé étaient stables pendant la phase d'entretien de 12 semaines.</p> <p>La SMTP était associée à des effets secondaires peu nombreux et mineurs, en dehors d'une crise chez un patient où une violation du protocole s'est produite.</p> <p>71 patients ont terminé l'étude.</p>	
Myczkowski 2018 [83]	Évaluation des effets cognitifs de la SMT H1-coil (profonde) chez des patients souffrant de dépression bipolaire résistante au traitement.	<p>43 patients ont été randomisés pour recevoir 20 séances de SMT active (55 trains, 18 Hz, 120 % d'intensité du seuil moteur au repos) ou de SMT simulée dans le cadre d'une étude contrôlée en double aveugle.</p> <p>20 évaluations neuropsychologiques ont été réalisées au départ et après 4 et 8 semaines de début de l'essai.</p> <p>6 domaines (attention et vitesse de traitement, mémoire de travail et fonction exécutive, contrôle inhibiteur, langage, mémoire verbale immédiate et mémoire verbale à long terme).</p> <p>Les symptômes dépressifs ont été évalués à l'aide de l'échelle d'évaluation de Hamilton à 17 points pour la dépression.</p>	<p>Une amélioration cognitive a été démontrée pour tous les domaines cognitifs. Elle s'est produite indépendamment du groupe d'intervention et de l'amélioration de la dépression.</p> <p>Pour le domaine du langage, une plus grande amélioration a été observée dans le groupe simulé au fil du temps. Aucune corrélation entre la dépression (au départ ou pendant le traitement) et l'amélioration cognitive n'a été trouvée.</p> <p>Limitations : absence de groupe témoin sain.</p>	<p>Les résultats de cette étude exploratoire fournissent des preuves sur la sécurité cognitive de la SMT H1-coil pour les patients BD.</p> <p>Les effets procognitifs putatifs de la rSMT dans la DP n'ont pas été observés et devraient donc être étudiés plus en détail.</p>
Nordenskjöld 2016 [88]	Évaluation de l'efficacité de la SMTP avec la bobine Hesel (bobine H) pour la dépression. Le rapport comprend également une évaluation des aspects éthiques et économiques impliqués.	<p>Revue systématique.</p> <p>Évaluation à l'aide de GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation).</p>	<p>1 ERC a été identifiée.</p> <p>212 participants souffrant de dépression majeure qui n'avaient pas répondu aux médicaments antidépresseurs.</p> <p>Aucune différence statistiquement significative : seulement une supériorité en 2 points dans l'échelle d'évaluation de la dépression de Hamilton a été observée dans le groupe SMTP par rapport au groupe factice à 4 semaines.</p> <p>Aucun événement indésirable grave n'a été signalé, en dehors de rares cas de crises d'épilepsie.</p>	<p>Le soutien scientifique existant pour la thérapie de SMTP H-coil pour la dépression majeure est insuffisant.</p> <p>Sur le plan clinique, cela implique que l'utilisation de la SMTP dans la dépression doit être limitée au cadre d'études cliniques en attendant d'autres études.</p> <p>Des études sont en cours.</p>
Roth 2020 [106]	Analyser les données d'une étude clinique multicentrique en double aveugle utilisant la SMTP chez des patients TOC (Carmi et coll., 2019) pour déterminer si un nombre élevé de traitements médicamenteux et une TCC antérieure limitent l'efficacité	<p>Dans 11 centres, 99 patients atteints de TOC.</p> <p>Traitement de SMTP à haute fréquence (20 Hz) ou simulée et traitements quotidiens après une provocation individuelle des symptômes, pendant 6 semaines.</p> <p>La réponse clinique au traitement a été déterminée à l'aide de la Yale-Brown Obsessive Compulsive Scale (YBOCS).</p>	<p>La réponse après le traitement était significativement plus élevée dans le groupe SMTP que dans le groupe simulé dans les cohortes plus importantes de 3 médicaments et plus (SMTP : 41,4 %; simulacre : 8,3 %; p = 0,0109) et de la TCC antérieure (SMTP : 33,3 %; simulacre : 3,3 %; p = 0,0041).</p> <p>Voir l'étude de Carmi (2019).</p>	<p>Cette analyse démontre que la SMT profonde est une option de traitement efficace pour les patients souffrant de TOC, indépendamment de la non-réponse antérieure aux SRI ± antipsychotiques ou aux séances de TCC.</p> <p>Déclaration de conflit d'intérêts.</p>

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODOLOGIES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
	potentielle de la SMTP dans le TOC.	<p>Le critère principal d'efficacité était le changement du score entre l'évaluation initiale et l'évaluation post-traitement.</p> <p>D'autres mesures évaluaient les taux de réponse (définis comme une réduction de &gt; 30 % du score YBOCS) lors de l'évaluation post-traitement et après un autre mois de suivi.</p> <p>La population a été divisée en groupes contenant des sujets ayant une réponse insuffisante à un ou 2 médicaments (cohorte 1-2 médicaments) et des sujets ayant une réponse insuffisante à 3 médicaments ou plus (cohorte 3+ médicaments).</p> <p>Cohortes qui ont reçu une TCC avant (au moins 2 mois avec un thérapeute) ou n'ont pas reçu de TCC avant (TCC antérieure/pas de TCC).</p>	<p>Carmi, L., Tendler, A., Bystritsky, A., Hollander, E., Blumberger, D.M., Daskalakis, J., Ward, H., Lapidus, K., Goodman, W., Casuto, L., Feifel, D., Barnea-Ygael, N., Roth, Y., Zangen, A., Zohar, J. Efficacy and Safety of Deep Transcranial Magnetic Stimulation for Obsessive-Compulsive Disorder: A Prospective Multicenter Randomized Double-Blind Placebo-Controlled Trial. <i>Am J Psychiatry</i>. 2019 Nov 1;176(11):931-938. doi: 10.1176/appi.ajp.2019.18101180. Epub 2019 May 21. PMID: 31109199.</p>	<p>Déclaration d'intérêt concurrentiel : le Dr Roth et le professeur Zangen sont les principaux inventeurs de la SMTP et ont un intérêt financier dans BrainsWay; le Dr Barnea-Ygael est un employé de BrainsWay; le Dr Carmi a reçu un soutien de recherche et de voyage de BrainsWay; le Dr Tendler est le médecin-chef de BrainsWay et a un intérêt financier dans BrainsWay; le Dr Storch n'a aucun conflit d'intérêts.</p>
Roth Real-Word 2020 [107]	Évaluation de l'efficacité de la SMTP pour le TOC dans les pratiques du monde réel.	<p>Toutes les cliniques de SMTP ont été invitées à fournir leurs données sur les détails du traitement et les mesures des résultats.</p> <p>Le critère de jugement principal était la réponse, définie par une réduction d'au moins 30 % du score Yale Brown Obsessive Compulsive Scale (YBOCS), de la ligne de base au point final.</p> <p>Les mesures de résultats secondaires comprenaient la première réponse, définie comme la première fois que le score YBOCS répondait aux critères de réponse, et au moins un mois de réponse soutenue.</p> <p>Les analyses comprenaient le taux de réponse au point final (après 29 séances de SMTP), le nombre de séances et de jours nécessaires pour atteindre la première réponse et une réponse soutenue.</p>	<p>22 sites cliniques.</p> <p>SMTP avec des bobines H7.</p> <p>219 patients.</p> <p>167 patients qui avaient au moins une mesure de YBOCS après l'inclusion ont été inclus dans les analyses principales.</p> <p>Les taux globaux de première réponse et de réponse soutenue étaient de 72,6 % et 52,4 %, respectivement.</p> <p>Le taux de réponse était de 57,9 % chez les patients qui avaient des scores YBOCS après 29 séances de SMTP.</p> <p>La première réponse a été obtenue en moyenne après 18,5 séances (SD = 9,4) ou 31,6 jours (SD = 25,2).</p> <p>Le début d'une réponse soutenue à un mois a été obtenu en moyenne après 20 séances (ET = 9,8) ou 32,1 jours (ET = 20,5).</p> <p>Les scores YBOCS moyens ont démontré une réduction continue avec un nombre croissant de séances de SMTP.</p>	<p>Dans la pratique clinique réelle, la majorité des patients atteints de TOC ont bénéficié de la SMTP, et le début de l'amélioration survient généralement dans les 20 séances.</p> <p>La prolongation du traitement au-delà de 29 séances entraîne une réduction continue des symptômes du TOC, augmentant la perspective de la valeur pour des protocoles de traitement prolongés chez les non-répondants.</p> <p>Limites :</p> <p>Le Dr Roth est le directeur scientifique (CSO) de BrainsWay.</p>

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODOLOGIES	RÉSULTATS	CONCLUSIONS
Tavares 2017 [114]	Évaluation de l'efficacité de la stimulation magnétique transcrânienne profonde (SMTP) avec une bobine H1 dans la dépression unipolaire.	<p>ERC pour évaluer l'efficacité et l'innocuité de la SMTP chez les patients atteints de DB résistant au traitement.</p> <p>Les patients ont reçu 20 séances de SMTP active ou simulée sur le cortex préfrontal dorsolatéral gauche (bobine H1, 55 18 Hz 2 s 120 % MT).</p> <p>Le critère de jugement principal était les changements de score sur l'échelle d'évaluation de la dépression de Hamilton à 17 éléments (HDRS-17) entre le départ et le point final (semaine 4).</p> <p>Les critères de jugement secondaires étaient les changements entre le départ et la fin de la phase de suivi (semaine 8) et les taux de réponse et de rémission.</p> <p>L'innocuité a été évaluée à l'aide d'un questionnaire sur les effets indésirables de la SMTP et de la Young Mania Rating Scale pour évaluer l'interrupteur maniaque émergent du traitement (TEMS).</p>	<p>Sur 50 patients, 43 ont terminé l'étude. Il y avait respectivement 2 et 5 abandons dans les groupes factice et actif.</p> <p>La SMTP active était supérieure au simulacre au point final (différence en faveur de la SMTP = 4,88; IC de 95 % 0,43 à 9,32, p = 0,03), mais pas au suivi. Il y avait également une tendance à des taux de réponse plus élevés dans les groupes actifs (48 %) par rapport aux simulés (24 %) (OR = 2,92; IC de 95 % = 0,87 à 9,78, p = 0,08). Les taux de rémission n'étaient pas statistiquement différents.</p> <p>Aucun épisode TEMS n'a été observé.</p>	La SMTP est un traitement d'appoint potentiellement efficace et bien toléré chez les patients dépressifs bipolaires résistants recevant une pharmacothérapie adéquate.
Zibman 2019 [134]	Analyser les implications théoriques et cliniques de ces différences entre les deux bobines et comparer les preuves de leur innocuité et de leur efficacité dans le traitement du TDM.	<p>Les principes de conception des bobines, les défis d'identification, de recherche et de stimulation de la cible cérébrale optimale de chaque individu (à la fois du point de vue fonctionnel et de la connectivité), et l'implication possible de la stimulation en dehors de cette cible.</p> <p>Il n'y a qu'une seule étude qui a effectué une comparaison directe entre l'efficacité clinique des deux bobines, en utilisant les protocoles standards approuvés par la FDA chez les patients MDD.</p>	<p>Cette étude a indiqué la supériorité clinique de la bobine H1, mais n'a pas mesuré les effets à long terme.</p> <p>Les données post-commercialisation suggèrent que les deux bobines ont un profil de sécurité similaire en pratique clinique, tandis que les comparaisons de taille d'effet des deux essais pivots respectifs de la FDA suggèrent que la bobine H1 peut avoir un avantage sur le plan de l'efficacité.</p>	Nous concluons que d'autres expériences en tête-à-tête sont nécessaires, en particulier celles qui compareront les effets à long terme et l'utilisation de paramètres de stimulation temporelle similaires et un nombre similaire d'impulsions.

## ANNEXE E – ÉTUDES SUR L’UTILISATION DE LA STIMULATION MAGNÉTIQUE TRANSCRÂNIENNE DANS LES TDM ET LES TOC

AUTEURS	DESRIPTIF	COMMENTAIRES / CONCLUSIONS
Aguirre 2011	N = 34 patients rSMT (à basse fréquence : LF-SMT) TDM	Seuls les patients plus jeunes ont bénéficié de la LF-rSMT comme traitement adjuvant aux antidépresseurs dans cette étude.  Limites : échantillon de petite taille et hautement réfractaire.
Arumugham 2018	N = 40 patients LF-rSMT sur aire motrice présupplémentaire bilatérale (pré-SMA) TOC peu ou pas répondant au traitement.	La rSMT à basse fréquence par rapport à la pré-SMA peut ne pas être efficace chez les répondeurs partiels ou pauvres aux SRI.  Cette étude souligne la nécessité d’explorer d’autres protocoles de rSMT dans le TOC.
Berlim 2013	Méta-analyse : N = 6 études; 392 patients) DM HF-rSMT (rSMT à haute fréquence)	La HF-rSMT est un traitement acceptable et une stratégie prometteuse pour accélérer la réponse clinique aux antidépresseurs dans la DM, offrant des avantages cliniquement significatifs comparables à ceux d’autres agents, tels que la triiodothyronine et le pindolol.
Blumberger 2016	N = 121 patients LF-SMT DM	Les résultats suggèrent que la rSMT bilatérale séquentielle est supérieure à la rSMT fictive; cependant, l’ajustement de la distance bobine-cortex n’a pas donné de taux d’efficacité amélioré.  Limites de l’étude :  Le nombre d’impulsions ou de séances dans le groupe unilatéral était un peu plus faible dans notre étude que dans les études plus récentes, et la condition fictive n’impliquait pas de stimulation active.
Blumberger 2018	N = 205 patients iTBS par rapport à la rSMT 10 Hz standard TDM	L’iTBS était non inférieure à 10 Hz pour le traitement de la dépression par rSMT.  Les 2 traitements présentaient un faible nombre d’abandons et des profils d’effets secondaires, d’innocuité et de tolérance similaires.  L’utilisation de l’iTBS permettrait d’augmenter le nombre de patients traités par jour avec les dispositifs de rSMT actuels, sans compromettre l’efficacité clinique.
Brunelin 2014 NCT00714090	N = 170 patients (18 centres) rSMT et de la venlafaxine Dépression unipolaire	La rSMT à basse fréquence semble aussi efficace que la venlafaxine et aussi efficace que la combinaison des deux traitements.  En raison de la courte durée de la séance (8,5 min) et de son innocuité, la rSMT lente pourrait être une alternative de traitement pour les patients atteints de DM unipolaire.
Bulteau 2017 NCT02376491	N = 60 patients iTBS Dépression unipolaire	Pas de résultats publiés.

AUTEURS	DESRIPTIF	COMMENTAIRES / CONCLUSIONS
Bulteau 2020 NCT03701724	N = 318 patients âgés Étude coût-efficacité comparative entre deux stratégies thérapeutiques de rSMT supplémentaires par rapport à la SMT adjuvante au traitement habituel seul dans la DM Unipolaire R	Date de fin de l'étude : 30 décembre 2023.
Dai 2020	N = 103 patients âgés rSMT DM	Les résultats montrent que la rSMT associée à un traitement médicamenteux de routine a montré un effet à début rapide pour améliorer les symptômes cliniques et réduire les idées suicidaires chez les patients âgés souffrant de dépression.
Duprat 2016	N = 50 patients iTBS accéléré DM R	Les résultats indiquent que seulement 4 jours de traitement iTBS accéléré appliqué au DLPFC gauche dans la DMR améliorent significativement les symptômes dans les 2 semaines suivant la SMT.
Elbeh 2016	N = 45 patients rSMT à différentes fréquences dans le cortex préfrontal dorsolatéral droit (DLPFC) TOC	La rSMT à haute fréquence sur le cortex préfrontal médian et le cortex cingulaire antérieur a significativement amélioré les symptômes du TOC et peut être considérée comme un traitement potentiel pour les patients qui ne répondent pas de manière optimale aux médicaments et à la psychothérapie.
Filipic 2017	N = 93 patients rSMT TDMR	Il semble que la rSMT soit plus efficace sur les symptômes de dépression et d'anxiété que le traitement standard dans le TDM, avec une sécurité et une tolérance égale. Des ERC sont nécessaires.
Filipčić 2019 NCT02917499	N = 228 patients rSMT par une bobine H1 par rapport à une bobine en figure de 8 TDM	L'innocuité, la tolérance et les changements de qualité de vie étaient comparables. Un meilleur taux de réponse et une plus grande réduction de la sévérité de la dépression ont été observés dans le groupe bobine H1, sans différence significative pour le taux de rémission.
Fitzgerald 2020a Australian, New Zealand Clinical Trials Registry : ACTRN :12616000443493	N = 74 patients iTBS et rSMT standard TDM R	iTBS semble avoir une efficacité semblable à la rSMT standard. Les taux de réponse globaux dans les deux groupes de cette étude étaient limités, probablement par les doses totales fournies dans les deux divisions de l'étude.
Fitzgerald 2016	N = 49 patients rSMT Dépression bipolaire	Cette étude ne fournit aucun soutien à l'utilisation de la rSMT bilatérale séquentielle active dans le traitement de la phase dépressive du trouble affectif bipolaire.
Fitzgerald 2018	N = 115/138 rSMT accélérée par rapport à rSMT TDM	Il est possible de fournir un traitement rSMT accéléré pour les patients ambulatoires souffrant de dépression, ce qui est susceptible de produire des effets antidépresseurs significatifs.
Fitzgerald 2020b ACTRN12612000321842	N = 300 patients HF-rSMT gauche par rapport à LF-rSMT droit TDM	Pas d'association cohérente entre l'effet antidépresseur de la rSMT et le nombre d'impulsions de SMT fournies. L'augmentation du nombre d'impulsions de SMT lors de séances individuelles semble peu

AUTEURS	DESCRIPTIF	COMMENTAIRES / CONCLUSIONS
		susceptible d'améliorer considérablement les résultats cliniques. Autres recherches futures nécessaires.
Harika-Germaneau 2019	N = 28/30 patients Continuous theta burst stimulation (cTBS) sur la zone motrice supplémentaire (SMA) TOC R	L'utilisation de cTBS sur le SMA est sûre, mais insuffisante pour améliorer les symptômes du TOC. Des études supplémentaires sont nécessaires.
Hawken 2016 NCT00616486	N = 22 patients LF-rSMT bilatéralement et simultanément sur la zone appliquée sensorimotrice TOC R	La rSMT semblait améliorer de manière significative les symptômes du TOC des patients traités au-delà de la période de traitement. D'autres études sont nécessaires pour la généralisation des résultats cliniques.
Hegde	N = 14/17 patients LF-rSMT (zone pré-SMA) TOC R	La LF-rSMT sur la zone motrice pré-SMA ne semble pas être efficace dans le traitement des TOC réfractaires. D'autres études sont nécessaires.
Hsu 2019 NCT01887782	rSMT (2 types) TDM	3 échecs de traitement ou plus peuvent être associés à des taux de rémission plus faibles avec la rSMT.
Karyotaki 2016	Revue systématique Données des ACE des traitements courants et rSMT DM	Une grande variabilité a été observée dans les résultats des études, ce qui est attribuable à des différences dans la population, les interventions ou les périodes de suivi. D'importantes lacunes en matière de données économiques demeurent dans le domaine du TDM.
Kaster 2020 ACTRN12616000443493 et ACTRN 12613000044729	N = 189 patients rSMT accélérée DLPFC et rSMT standard TDM	Les données fournissent des preuves supplémentaires confirmant qu'il existe des trajectoires de réponse distinctes aux symptômes dépressifs avec une rSMT administrée au DLPFC gauche.
Kavanaugh 2018	N = 84 patients rSMT (2 bobines) TDM	Le dispositif de rSMT à 2 bobines est un traitement cognitivement sûr pour la dépression résistante au traitement qui peut présenter des capacités épisodiques d'amélioration de la mémoire. La mémoire épisodique de base peut être un prédicteur important de la réponse ou de la rémission ultérieure au traitement de la dépression à la rSMT.
Kedzior 2015	Méta-analyse (16 études) HF-rSMT (> 1 Hz) du cortex préfrontal dorsolatéral gauche TDM	LHF-SMTr à haute fréquence n'a qu'un faible effet antidépresseur pendant le suivi après un traitement aigu court (5 à 15 séances) en l'absence de traitement d'entretien actif. Cet effet dépend de la gravité de la maladie, diminue avec le temps et semble être renforcé par les antidépresseurs.
Liu 2014	Méta-analyse rSMT TDM	La rSMT augmente considérablement l'effet des antidépresseurs. C'est une stratégie sûre avec des événements indésirables relativement faibles et un faible taux d'abandon.

AUTEURS	DESCRIPTIF	COMMENTAIRES / CONCLUSIONS
McClintock 2018	Revue de la littérature 17 experts rSMT TDM	Les résultats publiés soutiennent l'innocuité et l'efficacité du traitement antidépresseur rSMT.  Ces recommandations consensuelles, élaborées par le groupe de travail NNDC rSMT et le groupe de travail APA-CoR fournissent des informations complètes pour l'application clinique sûre et efficace de la rSMT dans le traitement du TDM.
OHTAQ 2016	Analyse coût-efficacité rSMT TDM	Impact budgétaire potentiel de divers niveaux de mise en œuvre de la rSMT en Ontario : la rSMT peut être rentable par rapport au traitement simulé en fonction du seuil de consentement à payer.
O'Reardon 2007 NCT00104611	N = 301 rSMT/cortex préfrontal dorsolatéral gauche (DLPFC) TDM	La rSMT était efficace dans le traitement du TDM avec des effets secondaires minimes. La rSMT serait une nouvelle option pour le traitement du TDM.
Pelissolo 2016	N = 40 patients LF-rSMT sur la zone présupplémentaire TOC R	La LF-rSMT appliquée à la zone présupplémentaire semble inefficace pour le traitement du TOC.  Des recherches supplémentaires sont nécessaires.
Philip 2019	N = 120 patients rSMT	Ces résultats étayaient les résultats relatifs à la rSMT comme modalité de stimulation cérébrale non invasive.  D'autres recherches sont nécessaires.
Rehn 2018	Méta-analyse : 18 études rSMT TOC	La rSMT semble offrir une efficacité à long terme. Les résultats suggèrent que les futures études à grande échelle se concentrent sur la zone motrice supplémentaire et incluent des périodes de suivi de 12 semaines ou plus.
Sehatzadeh 2019	Méta-analyse : 33 études rSMT TDM unipolaire	Les résultats suggèrent que la rSMT a des effets antidépresseurs modérés dans le traitement à court terme du TDM unipolaire.
Sonmez 2019	Revue systématique SMT accélérée (aSMT)/rSMT TDM	Les résultats de la méta-analyse suggèrent que la SMT diminue la gravité des symptômes dépressifs.
Taylor 2017	N = 62/81 (10 centres) rSMT TDM	La rSMT démontre son efficacité dans la pratique clinique au sein du NNDC, bien que les taux de rémission semblent légèrement inférieurs par rapport à d'autres études récentes.
Thaleritis 2017	N = 98 patients HF-rSMT TDM	La HF-rSMT active administrée 2x/jour pourrait être plus efficace qu'une fois par jour ou que la stimulation fictive.
Trevizol 2016	Revue systématique : 15 études; 483 patients rSMT TOC	La rSMT active était supérieure à la stimulation fictive pour diminuer les symptômes du TOC.  D'autres ECR avec des échantillons de plus grande taille sont fondamentalement nécessaires.

AUTEURS	DESCRIPTIF	COMMENTAIRES / CONCLUSIONS
Vallejo-Torres 2015	Analyse coût-efficacité ECT contre rSMT TDMR	L'ECT est probablement l'option la plus rentable dans le traitement de la dépression sévère résistante pour une volonté de payer de 30 000 € par QALY.
Voigt 2019	Revue systématique rSMT TDMR (résistant ≤ 1)	L'utilisation de la rSMT dans le traitement du TDMR doit être envisagée.
Wang 2017	N = 281 rSMT TDM	Les effets de la rSMT administrée seule ou en traitement supplémentaire sont supérieurs à ceux des antidépresseurs pour prévenir les rechutes et récurrences dépressives, en particulier dans les TDM (1 <sup>er</sup> épisode). La rSMT peut augmenter le risque de certains effets secondaires.
Wang 2017	N = 43/48 patients rSMT + paroxétine TDM (premier épisode) lorsqu'ils sont associés à des antidépresseurs	Ces résultats indiquent que la rSMT à 10 Hz a accéléré le début de l'action et augmenté la réponse à la paroxétine pour les patients déprimés du premier épisode.
Yang 2019	N = 52 patients rSMT Dépression bipolaire	À court terme, la rSMT peut améliorer la fonction cognitive chez les patients atteints de DB.
Yesavage 2018	N = 164 patients rSMT TDMR	Amélioration cliniquement significative entraînant une rémission des symptômes dépressifs chez 39,0 % des patients (vétérans). Aucune preuve de différence dans les taux de rémission entre les traitements actifs et simulés. Importance d'une surveillance clinique étroite et d'un suivi rigoureux des médicaments concomitants. Voir protocole de l'étude de Mi (2017 <sup>34</sup> ) : NCT01191333
Zhou 2017	Revue systématique : 20 études; 791 patients rSMT TOC	Les analyses de sous-groupes ont indiqué que les patients qui n'étaient pas résistants au traitement ne présentaient pas de trouble dépressif majeur concomitant (TDM) et recevaient une rSMT à seuil d'intensité ont présenté des effets thérapeutiques plus importants que les sous-groupes correspondants. Les analyses de méta-régression ont révélé qu'aucune des variables continues n'était significativement associée aux effets thérapeutiques. Limite : seuls les effets thérapeutiques à court terme ont été évalués dans cette étude.

<sup>34</sup> Mi Z, Biswas K, Fairchild JK, Davis-Karim A, Phibbs CS, Forman SD, Thase M, Georgette G, Beale T, Pittman D, McNerney MW, Rosen A, Huang GD, George M, Noda A, Yesavage JA. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for treatment-resistant major depression (TRMD) Veteran patients: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2017 Sep 2;18(1):409. doi: 10.1186/s13063-017-2125-y. PMID: 28865495; PMCID: PMC5581925.

## ANNEXE F – RAPPORTS ET LIGNES DIRECTRICES PUBLIÉS PAR LES AUTRES AGENCES EN SANTÉ ET LES ASSOCIATIONS SCIENTIFIQUES (DEPUIS 2010)

AGENCES EN SANTÉ ET ASSOCIATIONS SCIENTIFIQUES	TYPE DE SMT	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	ANNÉE DE PUBLICATION
AETNA <a href="http://www.aetna.com/cpb/medical/data/400_499/0469.html">http://www.aetna.com/cpb/medical/data/400_499/0469.html</a>	rSMT	Aetna considère la SMT comme expérimentale pour les indications dont le trouble bipolaire et le trouble obsessionnel-compulsif, car sa valeur et son efficacité n'ont pas été établies (pas une liste exhaustive).	2020
HTA Unit at the University of Calgary (Alberta)	rSMT	Une évaluation de l'Unité d'évaluation des technologies de la santé de l'Université de Calgary <sup>35</sup> note que, chez les adultes atteints de TRD, la rSMT est plus efficace que l'absence de traitement. Les auteurs ajoutent que l'évaluation a révélé que peu d'études ont rendu compte de l'efficacité de la rSMT par rapport à l'ECT.  L'évaluation a conclu que l'efficacité de la rSMT par rapport à l'ECT reste incertaine. L'évaluation a également conclu que l'efficacité chez les jeunes et les jeunes adultes est incertaine.	2014
Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé (ACMTS/CADTH), Canada <a href="https://www.cadth.ca/repetitive-transcranial-magnetic-stimulation-patients-depression-review-clinical-effectiveness-cost">https://www.cadth.ca/repetitive-transcranial-magnetic-stimulation-patients-depression-review-clinical-effectiveness-cost</a>	rSMT	L'évaluation a conclu que « les preuves sont généralement incohérentes et de faible qualité ».	2014/2015
Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ), États-Unis <a href="http://www.ahrq.gov">http://www.ahrq.gov</a> <a href="https://www.albertahealthservices.ca/assets/about/scn/ahs-scn-amh-proj-update-rTMS.pdf">https://www.albertahealthservices.ca/assets/about/scn/ahs-scn-amh-proj-update-rTMS.pdf</a> <a href="https://www.cadth.ca/repetitive-transcranial-magnetic-stimulation-patients-depression-review-clinical-effectiveness-cost">https://www.cadth.ca/repetitive-transcranial-magnetic-stimulation-patients-depression-review-clinical-effectiveness-cost</a>	rSMT	La FDA déclare que la rSMT est indiquée pour le traitement du trouble dépressif majeur chez les patients adultes qui n'ont pas réussi à obtenir une amélioration satisfaisante par rapport à un antidépresseur antérieur à ou au-dessus de la dose minimale efficace et de la durée de l'épisode en cours.	2018
Alberta Health Services. Addiction Mental Health Strategic Clinical Network <a href="https://www.albertahealthservices.ca/assets/about/scn/ahs-scn-amh-proj-update-rtms.pdf">https://www.albertahealthservices.ca/assets/about/scn/ahs-scn-amh-proj-update-rtms.pdf</a>	rSMT	L'Addiction Mental Health SCN™ (AMH SCN™) soutient le déploiement provincial de la rSMT pour les adultes atteints de TDM pharmacorésistant.	Mars 2020

<sup>35</sup> Leggett LE, Coward S, Soril LJ, et al. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Treatment Resistant Depression. A Health Technology Assessment. Calgary, AB: Health Technology Assessment Unit, University of Calgary; November 25, 2014.

AGENCES EN SANTÉ ET ASSOCIATIONS SCIENTIFIQUES	TYPE DE SMT	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	ANNÉE DE PUBLICATION
American Psychiatric Association (APA) Practice guideline for the treatment of patients with major depressive disorder. 3rd ed. Arlington, VA: APA; 1993 (revised October 2010; reaffirmed October 31, 2015).	rSMT	Pour les patients qui n'ont pas répondu de manière adéquate aux médicaments, l'ECT reste la forme de traitement la plus efficace et devrait être envisagée. Sur la base des résultats d'une ERC sur la SMT à haute fréquence sur le cortex préfrontal dorsolatéral gauche, la SMT a été autorisée par la FDA en 2008 pour un trouble dépressif n'ayant pas eu de réponse satisfaisante à au moins un essai avec les antidépresseurs dans l'épisode en cours de la maladie.	2015
European Network for Health Technology Assessment (EUNEHTA) <a href="https://5026.makemeweb.net/sites/default/files/Assessment_rTMS_final.pdf">https://5026.makemeweb.net/sites/default/files/Assessment_rTMS_final.pdf</a>	rSMT	Les preuves actuelles ne sont pas suffisantes pour prouver que la rSMT est aussi efficace et sûre que l'ECT. En raison de la faible qualité des preuves, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour étayer les résultats avec des preuves de haute qualité.	2017
<a href="http://www.hqontario.ca/Portals/0/Documents/evidence/reports/economic-analysis-rtms-en.pdf">http://www.hqontario.ca/Portals/0/Documents/evidence/reports/economic-analysis-rtms-en.pdf</a>	rSMT	Les auteurs ont conclu que l'ensemble des preuves favorisait l'ECT pour le traitement des patients résistant au traitement. La méta-analyse a montré l'effet positif à court terme de la rSMT. Cependant, les auteurs avaient soulevé un potentiel biais de publication avec les études comportant un échantillon populationnel de petite taille.	2016
Centre fédéral d'expertise des soins de santé (KCE), Belgique <a href="https://kce.fgo.v.be/fr">https://kce.fgo.v.be/fr</a>	rSMT	En raison du manque de données probantes, il n'est pas possible d'affirmer que la rSMT est aussi efficace et sûre que l'ECT.	2017
<a href="https://www.pppshp.fi/dokumentit/Kehitys%20ja%20tutkimus%20sisltyyppi/Aivojen%20magneettistimulaatio%20masennuksen%20hoidossa_VE_summary%202017.pdf">https://www.pppshp.fi/dokumentit/Kehitys ja tutkimus sisltyyppi/Aivojen magneettistimulaatio masennuksen hoidossa_VE_summary 2017.pdf</a> Finlande	rSMT	Les preuves des études à court terme indiquent que la SMTr est un traitement sûr et efficace, en particulier pour la dépression pharmacorésistante.	2018
Haute autorité de la santé <a href="https://www.has-sante.fr/plugins/ModuleXitiKLEE/types/FileDocument/doXiti.jsp?id=p_3212034">https://www.has-sante.fr/plugins/ModuleXitiKLEE/types/FileDocument/ doXiti.jsp?id=p_3212034</a>	rSMT	L'objectif de ce travail sera d'évaluer l'apport thérapeutique de la SMTr dans la dépression unipolaire et pharmacorésistante. En cas d'intérêt clinique démontré, les conditions optimales de réalisation de l'acte seront alors définies. Validation du Collège et rédaction de l'avis : janvier-février 2021.	Février 2021
Institut national d'excellence en santé et services sociaux (INESSS), Québec, Canada COVID-19 et la phase de rétablissement à la pandémie pour les personnes avec des problèmes ou des troubles de santé mentale. Réponse rapide. 8 mai 2020	rSMT	Les trois technologies jugées comme prometteuses par ces chercheurs sont : la stimulation magnétique transcrânienne répétitive (SMTr/rSMT), approuvée par la FDA pour cette maladie, la stimulation transauriculaire du nerf vague (taVNS) et la stimulation transcrânienne à courant direct (tDCS). Les chercheurs précisent toutefois que l'efficacité de ces traitements à domicile reste à démontrer.	2020

AGENCES EN SANTÉ ET ASSOCIATIONS SCIENTIFIQUES	TYPE DE SMT	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	ANNÉE DE PUBLICATION
<p>Centre fédéral d'expertise belge (KCE)  <a href="http://www.eunetha.eu/outputs/ca-ja3-wp4-repetitive-transcranial-magnetic-stimulation-treatment-resistant-major-depression">http://www.eunetha.eu/outputs/ca-ja3-wp4-repetitive-transcranial-magnetic-stimulation-treatment-resistant-major-depression</a></p>	rSMT	<p>En 2017, dans son rapport d'expertise, le Centre fédéral d'expertise belge (KCE) conclut qu'étant donné le manque de données probantes, il n'est pas possible d'affirmer que la rSMT est aussi efficace et sûre que l'ECT dans le traitement du TDM.</p> <p>La stimulation magnétique transcrânienne répétitive (rSMT) est généralement sans danger et bien tolérée</p> <p>Comparée à une intervention factice, la rSMT entraîne une légère amélioration de la dépression à court terme (&lt; 6 mois, niveau de preuve bas à très bas). Cet effet n'a pas pu être objectivé à long terme, les données de suivi étant limitées de 1 à 6 mois.</p> <p>Étant donné le manque de données probantes, il est impossible d'affirmer que la rSMT est aussi efficace et sûre que l'électroconvulsivothérapie (ECT).</p>	2017
<p>Medical Services Advisory Committee (MSAC), Australie  <a href="http://www.msac.gov.au">http://www.msac.gov.au</a>            Application No. 1196.3 - Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) for the treatment of depression - Resubmission</p>	rSMT	<p>Le MSAC avait déjà soutenu le financement public pour le traitement initial avec la rSMT. Le MSAC a soutenu le financement public pour un traitement unique de retraitement avec la rSMT chez les patients qui ont répondu au traitement initial et qui ont rechuté.</p>	Novembre 2019
<p>National Institute for Health and Care Excellence (NICE), Royaume-Uni            Transcranial magnetic stimulation for obsessive-compulsive disorder: Interventional procedures guidance Published: 5 August 2020.  <a href="http://www.nice.org.uk/guidance/ipg676">www.nice.org.uk/guidance/ipg676</a></p>	rSMT	<p>Les preuves de l'innocuité de la SMT pour les troubles obsessionnels ne soulèvent aucun problème majeur de sécurité. Cependant, les preuves de son efficacité sont insuffisantes en quantité et en qualité. Par conséquent, cette procédure ne doit être utilisée que dans le cadre de la recherche.</p> <p>Les preuves de l'innocuité de la SMTr pour les TOC ne soulèvent aucun problème majeur. Cependant, les preuves de son efficacité sont insuffisantes en quantité et en qualité. Par conséquent, cette procédure ne doit être utilisée que dans le cadre de la recherche.</p>	2015 2020
<p>National Network of Depression Centers, American Psychiatric Association Council on Research (NNDC et APA-CoR)</p>	rSMT	<p>En 2018, le NNDC et APA-CoR notent que plusieurs publications soutiennent l'innocuité et l'efficacité du traitement antidépresseur de la rSMT.</p>	2018
<p>Swedish Agency for Health Technology Assessment and Assessment of Social Services  <a href="https://www.sbu.se/en/publications/sbu-assesses/treatment-of-depression/">https://www.sbu.se/en/publications/sbu-assesses/treatment-of-depression/</a></p>	rSMT	<p>La stimulation magnétique transcrânienne (SMT) et la stimulation du nerf vague (VNS) sont des traitements expérimentaux qui manquent de bases scientifiques suffisantes pour une utilisation dans les soins médicaux de routine (SBU).</p>	2004

## ANNEXE G – LES DIFFÉRENTES BOBINES UTILISÉES EN SMT ET LEURS INDICATIONS, SELON LE FABRICANT BRAINSWAY

Tableau : Résumé des caractéristiques des différentes bobines utilisées en STM et de leurs indications, selon le fabricant BrainsWay

TYPE DE BOBINE	ÉTATS CLINIQUES
<p>La bobine H1 (H1-Coil)<sup>36</sup> Zones d'action : cortex préfrontal et orbitofrontal, avec une préférence hémisphérique gauche. <b>Stimulation</b> jusqu'à une profondeur de 3 cm.</p>	<p>Dépression majeure Trouble bipolaire Schizophrénie (symptômes négatifs) Trouble de stress post-traumatique</p>
<p>La bobine HPCCMCI (HPCCMCI-Coil) Zones d'action : <b>Stimulation</b> jusqu'à une profondeur de 4 cm.</p>	<p>Déficience cognitive légère Maladie d'Alzheimer</p>
<p>La bobine HAC (HAC-Coil), comme H7<sup>37</sup> Zones d'action : cortex préfrontal médian et orbitofrontal, et cortex cingulaire antérieur. <b>Stimulation</b> jusqu'à une profondeur de 4 cm.</p>	<p>Trouble obsessionnel-compulsif Douleur chronique Dépendance</p>
<p>La bobine HPAR (HPAR-Coil) Zones d'action : bilatéralement, les cortex préfrontal médial et latéral, ainsi que le cortex orbitofrontal. <b>Stimulation</b> jusqu'à une profondeur de 3 cm.</p>	<p>Maladie de Parkinson.</p>
<p>La bobine HALZ (HALZ-Coil) Zones d'action : bilatéralement, les cortex préfrontal, orbitofrontal et temporal. <b>Stimulation</b> jusqu'à des profondeurs de 3 cm.</p>	<p>Maladie d'Alzheimer.</p>
<p>La bobine HADD (HADD-Coil), comme la bobine H4 Zones d'action : cortex insulaire droit et gauche, cortex préfrontal. <b>Stimulation</b> jusqu'à une profondeur de 3 cm.</p>	<p>Toxicomanie (cocaïne, opiacé, cannabis, benzodiazépine, amphétamine) Alcoolisme Dépendance à la nicotine<sup>38</sup> Troubles de l'alimentation</p>

<sup>36</sup> Levkovitz Y, Isserles M, Padberg F, Lisanby SH, Bystritsky A, Xia G, et al. Efficacy and safety of deep transcranial magnetic stimulation for major depression: a prospective multicenter randomized controlled trial. *World Psychiatr* 2015;14:64e73. <https://doi.org/10.1002/wps.20199>.

<sup>37</sup> Carmi L, Tendler A, Bystritsky A, Hollander E, Blumberger DM, Daskalakis J, et al. Efficacy and safety of deep transcranial magnetic stimulation for obsessive-compulsive disorder: a prospective multicenter randomized double-blind placebo-controlled trial. *Am J Psychiatr* 2019: appiajp201918101180. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2019.18101180>.

<sup>38</sup> BrainsWay a reçu l'autorisation 510 (k) de la Food and Drug Administration (FDA) des États-Unis pour le système Deep TMS® pour son utilisation comme aide à l'arrêt du tabac à court terme chez les adultes.