Modélisation et simulation & Neurosciences fondamentale et clinique

Carte auto-organisatrice & Sommeil





Sommaire

- 1. Le sommeil
- 2. Synapses inhibitrices
- 3. Hypothèse
- 4. Modèle
- 5. Simulations
- 6. Conclusion

C. Touzet. Sleep: the hebbian reinforcement of the local inhibitory synapses. *Med. Hypotheses*, **85**:359-364, 2015.

1. Le sommeil

Ubiquité du sommeil dans le monde animal (méduse, grenouille, lézard, drosophile, poissons, oiseaux et tous les mammifères – dont le dauphin).

Nécessité du sommeil.

Variation de durées en fonction de l'âge.

2.1 Synapses inhibitrices

Apprentissage hebbien: LTP et LTD (co-activation)

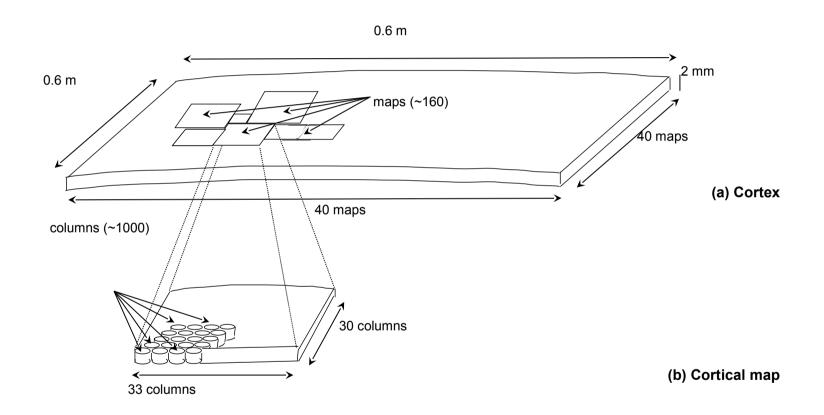
Localisation de l'activité neuronale : une identification per se qui implique l'inhibition.

Cortex: 22% des neurones, 160 000 colonnes dans 160 cartes corticales, 40% des syn. sont inhibitrices.

Organisation corticale (avec inhibition réciproque) est **génétiquement** déterminée.

Homéostasie synaptique (non hebbien) : rôle « secondaire »

2.2 Synapses inhibitrices



3.1 Hypothèse

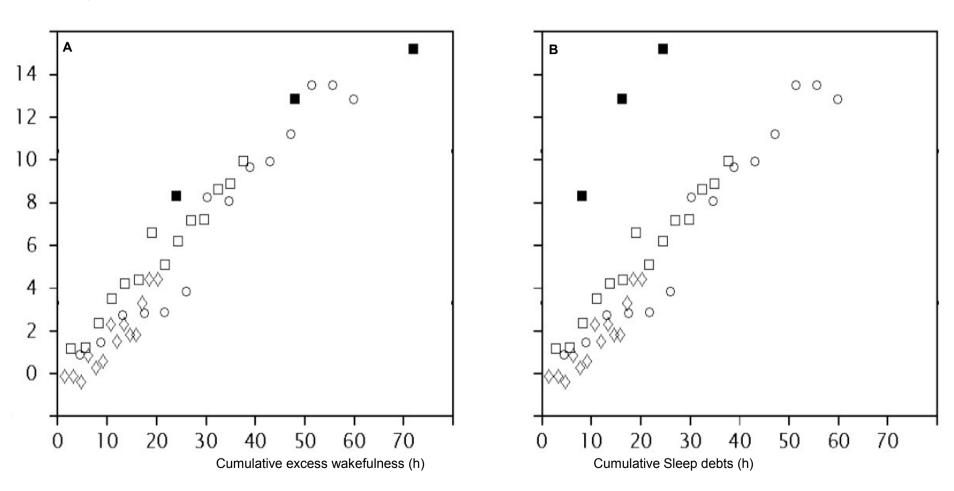
Constat: une synapse inhibitrice efficace est soumise à la LTD, et devient non efficace.

Au cours de la journée, nous perdons en performance cognitive, que nous **retrouvons au réveil** (si le sommeil a été bon).

Cette baisse de performance n'est pas associée à un manque de sommeil, mais à l'augmentation de la durée d'éveil.

3.2 Hypothèse

Psychomotor vigilance task performance lapses



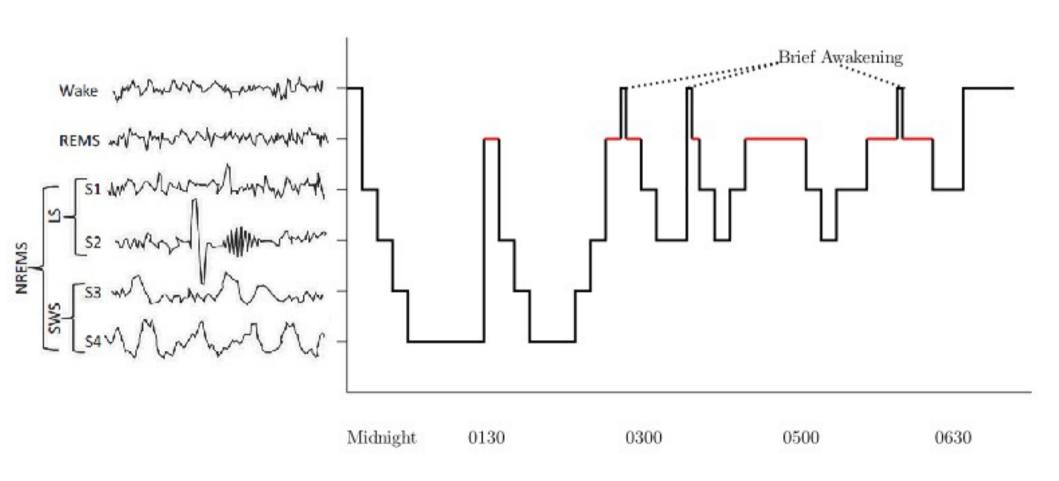
Van Dongen, H. P. A., Maislin, G., Mullington, J. M. & Dinges, D.F. The cumulative cost of additional wakefulness: dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation. *Sleep* **2**:117-126 (2003).

3.3 Hypothèse

"Le sommeil est la période durant laquelle les synapses inhibitrices voient leur efficacité restaurée."

Cette restauration par la LTP est obtenue grâce à l'activation simultanée du neurone inhibiteur et de sa cible lors des périodes de sommeil impliquant des ondes de dépolarisation lentes.

3.4 Hypothèse



3.5 Hypothèse

Le rôle du sommeil paradoxal est de rejouer (plus vite et dans le désordre) les activations de la journée afin d'éviter que le SWS (Slow Waves Sleep) ne les efface.

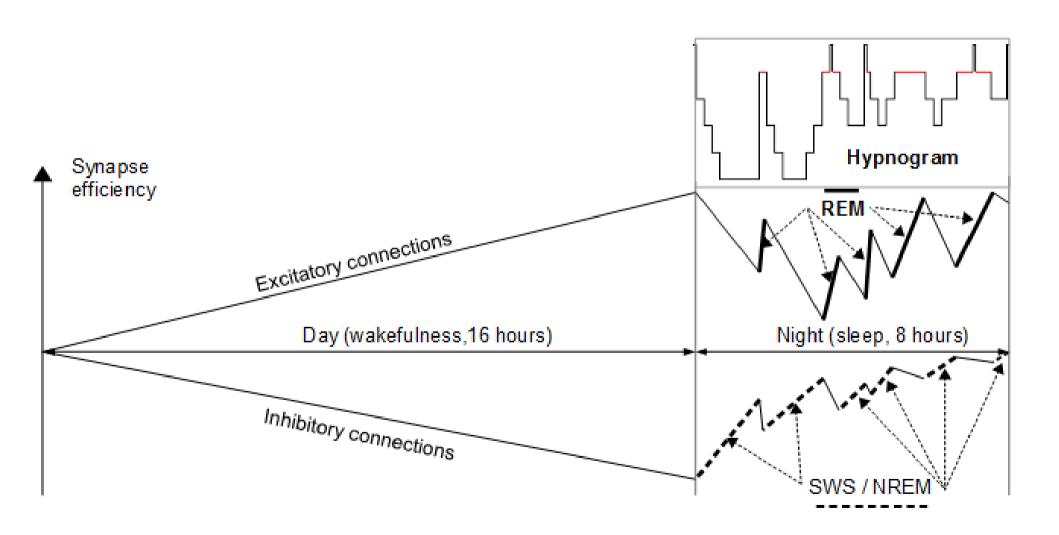
La quantité de sommeil est localisée, dépendante de la quantité d'activation durant l'éveil.

L'immobilité n'est pas un pré-requis pour le sommeil.

Euston, D., Tatsuno, M. & McNaughton, B. Fast-Forward Playback of Recent Memory Sequences in Prefrontal Cortex During Sleep, *Science* **318**, 1147 (2007).

Huber, R., Ghilardi, M. F., Massimini, M. & Tononi, G. Local sleep and learning. *Nature* **430**(6995):78–81 (2004).

3.6 Hypothèse



3.7 Hypothèse

Durée et recrutement des neurones sur 24 heures :

Effect on synapses		citatory and decrease connections		nibitory and decrease connections
Period of the day	Wakefulness	REM	LS (Light Sleep)	sws
Repartition / day	16 hours	1 h 30	3 h 30	3 h
% recruitment	20% (5 times less than REM)	100%	50%	100% (maximal as in REM)
Hours equivalent	3h15	1h30	1h45	3h
100% recruiting	41	145	41:	145

4.1 Modèle

Une carte corticale dédiée à la reconnaissance de chiffres (acalculie, aphasie des nombres).

100 colonnes corticales (voisinage de 4).

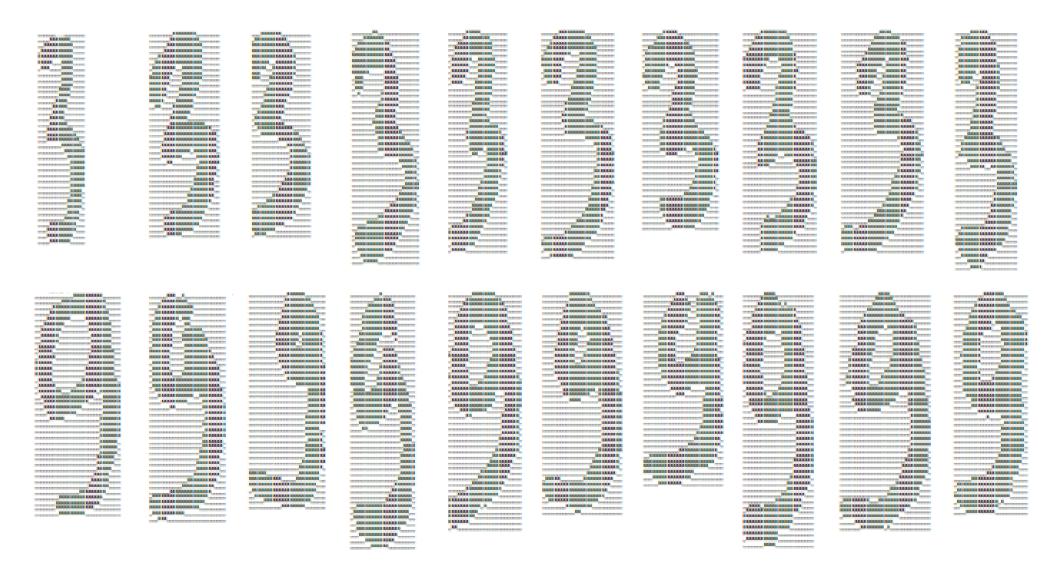
100 exemples d'apprentissage.

Pré-traitement des données.

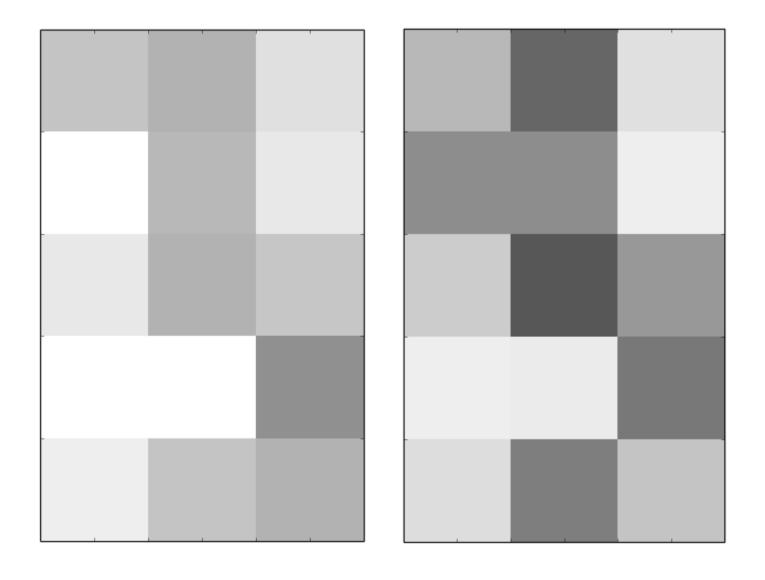
Henschen, S. E. On the function of the right hemisphere of the brain in relation to the left in speech, music and calculation. *Brain*, **49**, 110-123, (1926)

Cohen, L., Wilson, A., Izard, V., & Dehaene, S. Acalculia and Gerstman's syndrome. In *Cognitive and Behavioral Neurology of Stroke*, Cambridge University Press, pages 125-147. (2008).

4.2 Modèle



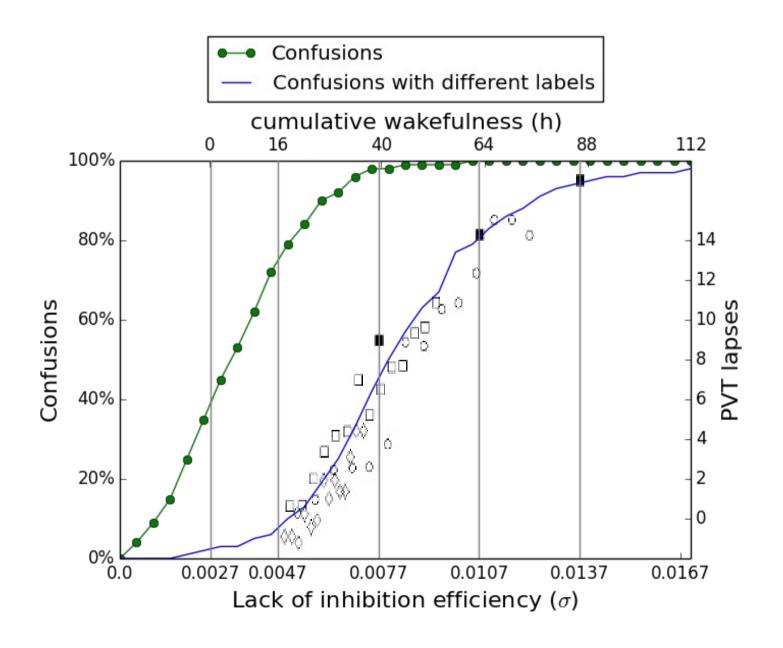
4.3 Modèle



4.4 Modèle

9	_	_	8	7	7	_	6	6	6
9	3	8	_	7	7	6	6	_	6
9	_	_	7	7	7	_	6	4	4
_	9	_	8	7	7	5	5	5	4
_	9	8	_	_	_	5	_	4	_
9	9	8	8	_	8	_	5	_	4
9	_	_	1	_	8	2	_	5	3
0	0	8	_	2	2	_	3	_	3
0	_	2	1	2	_	_	3	_	3
0	2	_	2	1	1	1	_	5	_

5.1 Simulations

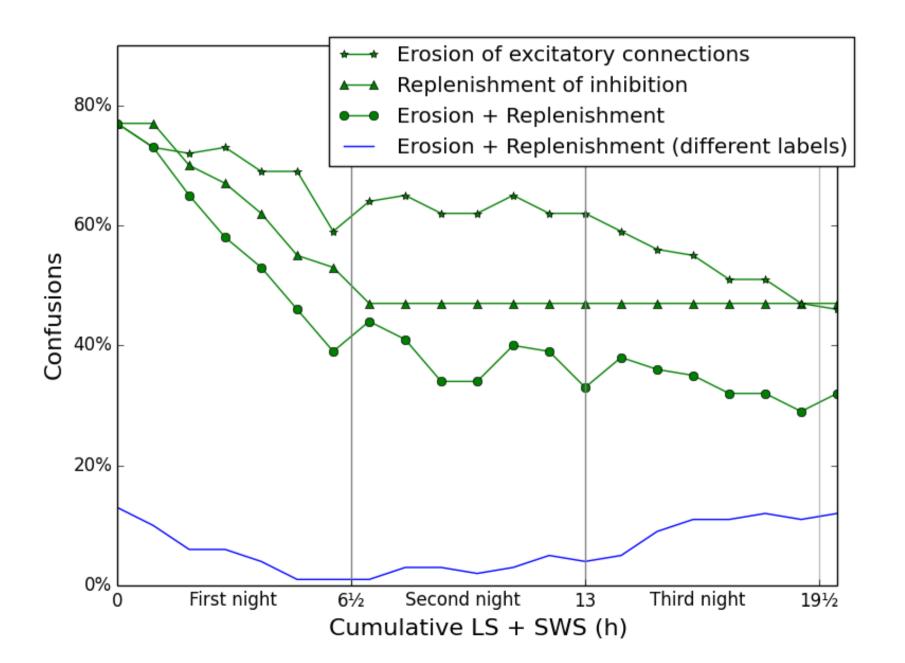


5.2 Simulations

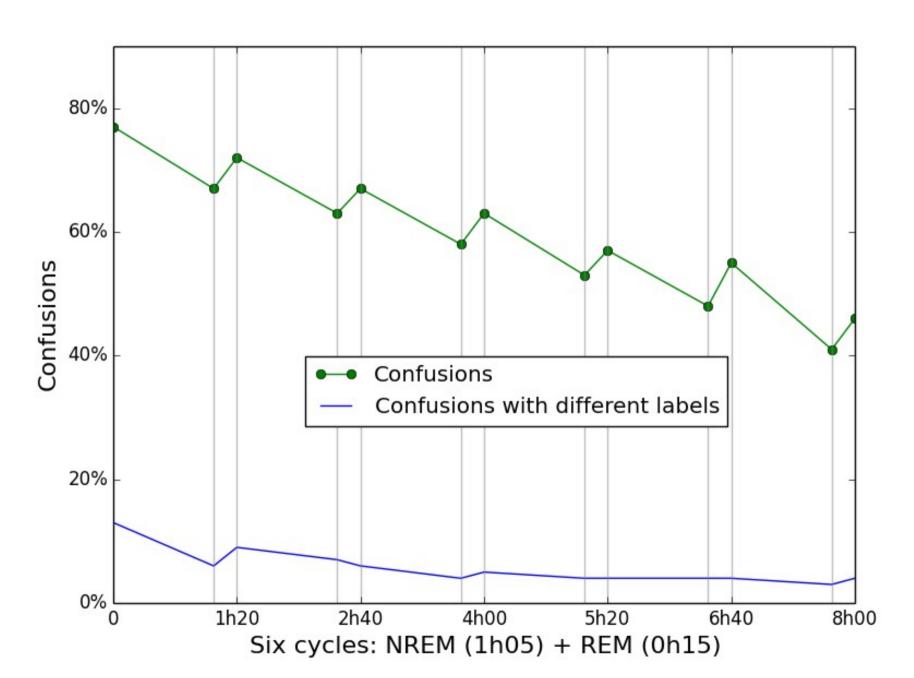
Variations d'excitation et d'inhibition selon les périodes :

Period of the day	Wakefulness	REM	NREM (LS+SWS)
Repartition / day	16 hours	1 h 30	6h30 (3 h 30 + 3h)
nb_iterations_max	100	46	146 (54 + 92)
Inhibition efficiency at the end of the period	-15.0% (from Fig. 6)	-6.9% (46% of 15%)	+21.9% (146% of 15%)
A/ Excitatory efficiency (at the end of the period) for the day events related connections		46% of the value taken from the wakefulness cell on left.	-21.9%
B/ Excitatory efficiency (at the end of the period) for connections not related to any day events		0%	-21.9%

5.3 Simulations



5.4 Simulations

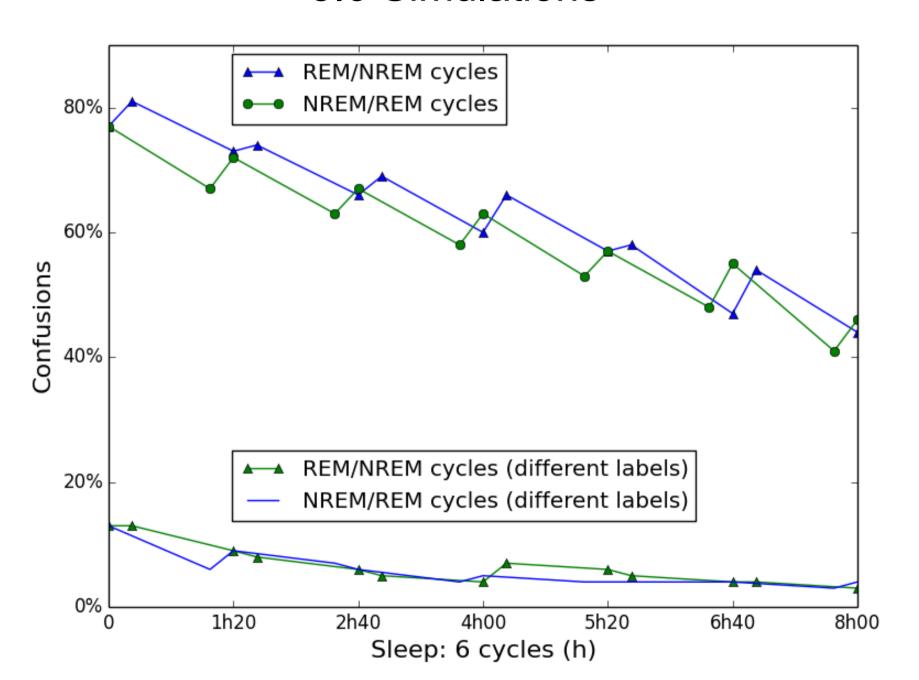


5.5 Simulations

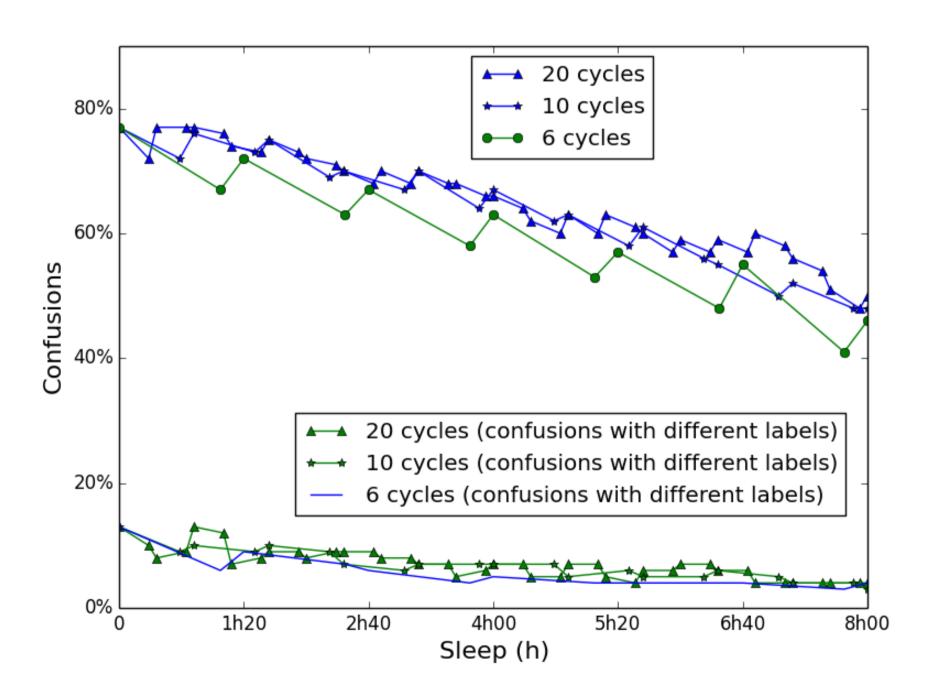
9	9			7	7	7	6	6	6
9	_	9	9	_	_	7	_	6	
9	10	8	•	7	7	7	7	6	6
3/9		8		8	_		5		5
9	8		8	8	2	2	_		5
_	-	8		_	2	2	2	_	5
0	I I	8		2	_	2	_		5
0	0	8	1	_	3	3	4	4	_
0	0/9	1	1	_		_	4	4	4
0	0	1	-	3	3	5	3		4



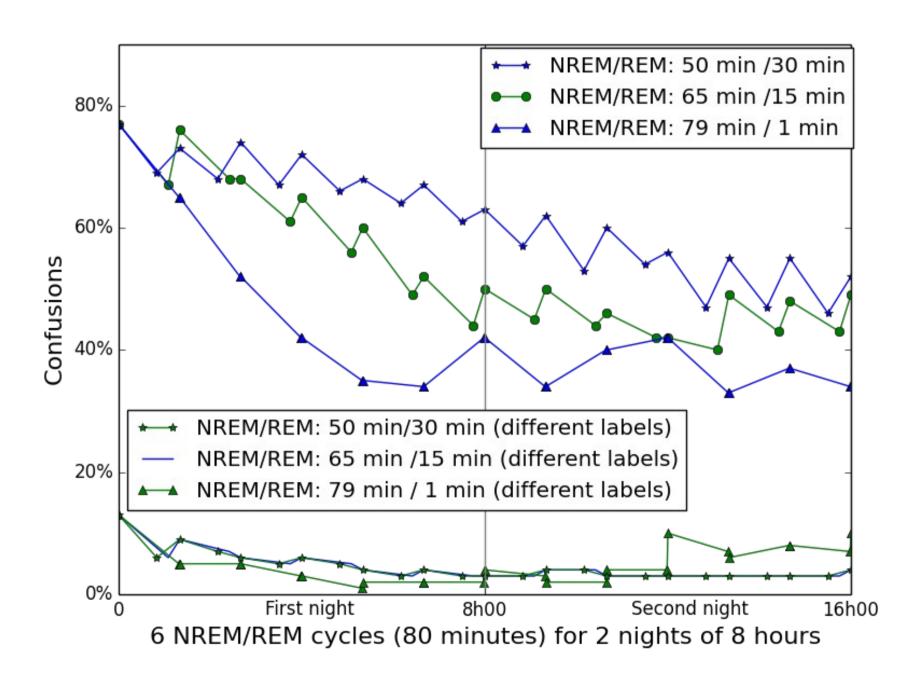
5.6 Simulations



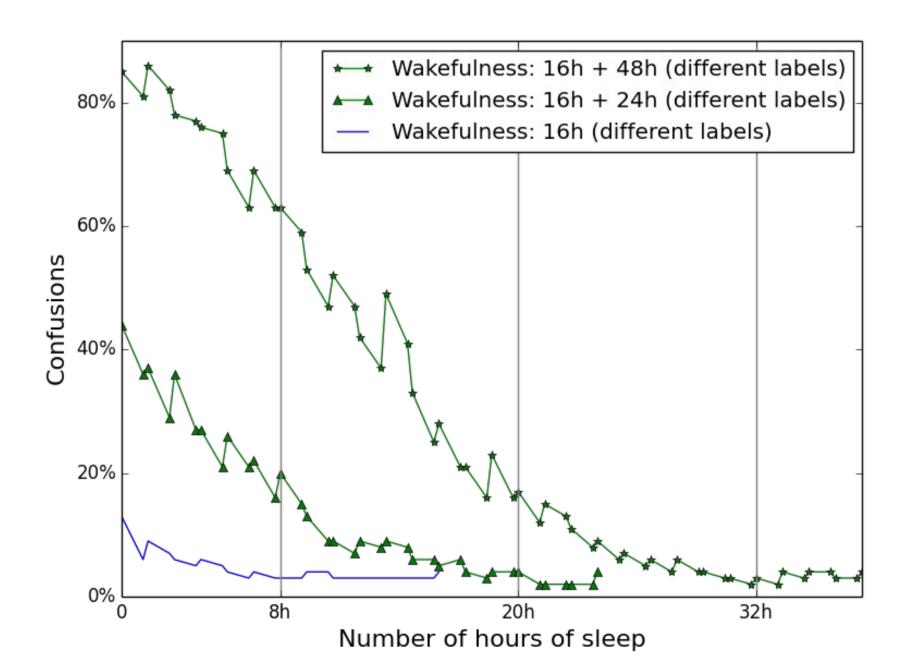
5.7 Simulations



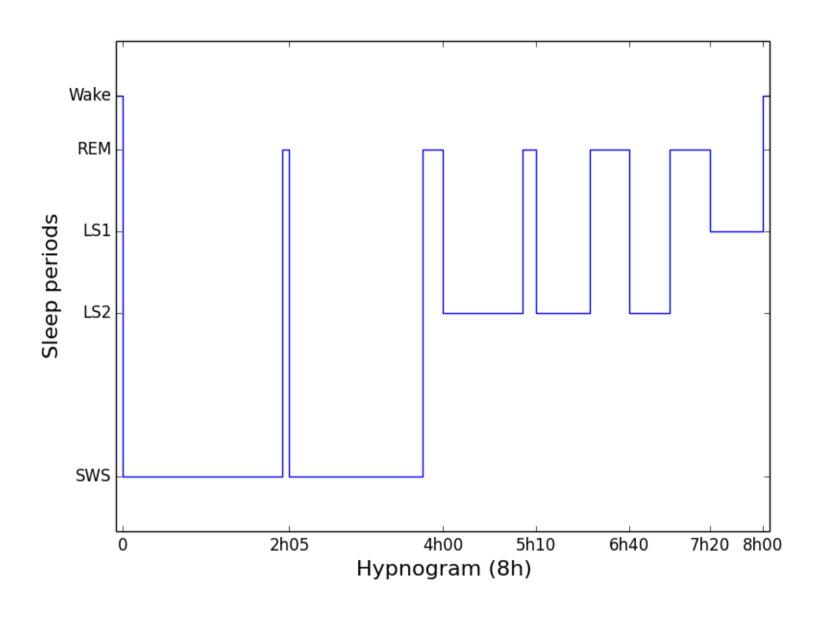
5.8 Simulations



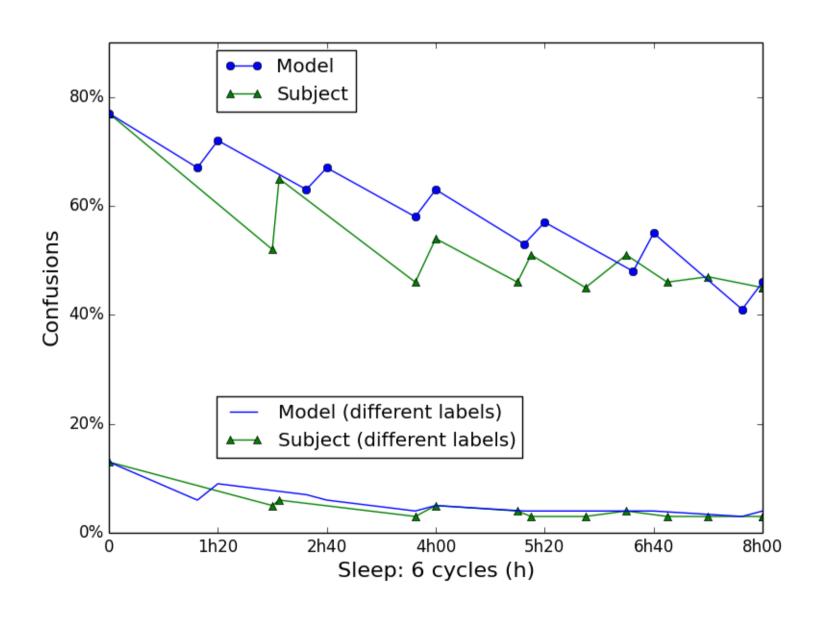
5.9 Simulations



5.10 Un hypnogramme "naturel"



5.11 Naturel vs Modèle

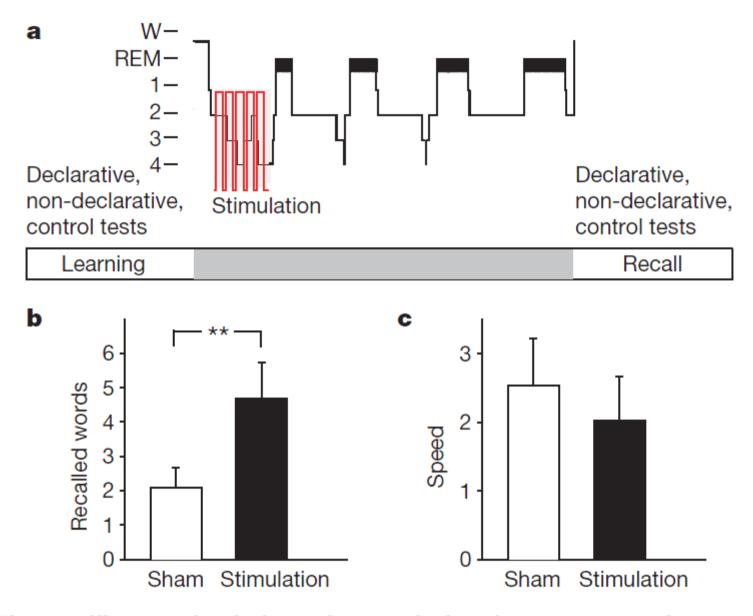


6.1 Conclusion

Les simulations confirment une certaine plausibilité du modèle et confortent les observations (6 cycles, 65/15 min). Trop ou pas assez de NREM/REM ont un impact sur les performances cognitives. Une dette de sommeil doit être remboursée.

Découverte : l'inhibition n'est jamais parfaite.

Prédictions: pourcentage d'érosion des synapses inhibitrices durant l'éveil (15% en 16 h). La récupération (21,9% en 6h30 de NREM sleep).



Slow oscillatory stimulation enhances declarative memory performance.

Marshall, L., Helgadóttir, H., Mölle, M., & Born, J., "Boosting slow oscillations during sleep potentiates memory", Nature, 444(7119), 610-613, 2006.



Applications

Catégories v

Accueil

Populaires

Nouveautés

Mes applications

Acheter

Jeux

Famille

Choix de l'équipe



SSLEEPLAB

Sciences-Cognitives Santé et remise en forme



6 Cette application est compatible avec votre appareil.

Installée

Mon compte

Mon activité Play

Ma liste de souhaits

Utiliser un code

Acheter une carte cadeau

Guide à l'usage des parents

















identifiant	date	evenement	value
47375D46CAF3	2016-02-21 05:36:52	ENDORMIR	20
47375D46CAF3	2016-02-21 00:06:15	ENDORMIR1	51
05C4D444889B	2016-02-23 00:17:00	PERF_TR	1561
6A8585A5F172	2016-02-25 19:12:00	PERF_TR	1104
6A8585A5F172	2016-02-25 19:18:06	ENDORMIR1	51
6A8585A5F172	2016-02-25 19:16:00	TEST_MEMO	34
E80C915ADA25	2016-02-29 09:54:00	PERF_TR	1906
6A8585A5F172	2016-02-26 00:09:10	ENDORMIR1	51
6A8585A5F172	2016-02-27 00:17:22	ENDORMIR	10
6A8585A5F172	2016-02-27 00:27:37	ENDORMIR	10
6A8585A5F172	2016-02-27 00:37:52	ENDORMIR	8
6A8585A5F172	2016-02-27 00:46:12	ENDORMIR	9
6A8585A5F172	2016-02-27 00:56:00	ENDORMIR	10
6A8585A5F172	2016-02-27 01:06:22	ENDORMIR1	51
6A8585A5F172	2016-02-27 07:14:21	REVEILLER1	10
6A8585A5F172	2016-02-28 11:54:00	PERF_TR	953
E80C915ADA25	2016-02-28 23:15:00	PERF_TR	1412

+ infos

- www.sciences-cognitives.org
- Travaux menés en collaboration avec M. Rey, directeur du Centre du sommeil à l'Hôpital de la Timone (APHM Marseille), M. Dumitrescu, IE CNRS au LNIA (UMR 7260) et C. Touzet (MCU – AMU).
- Déclaration d'invention en cours : "Dispositif de réduction de la dette de sommeil et/ou de la durée du sommeil".