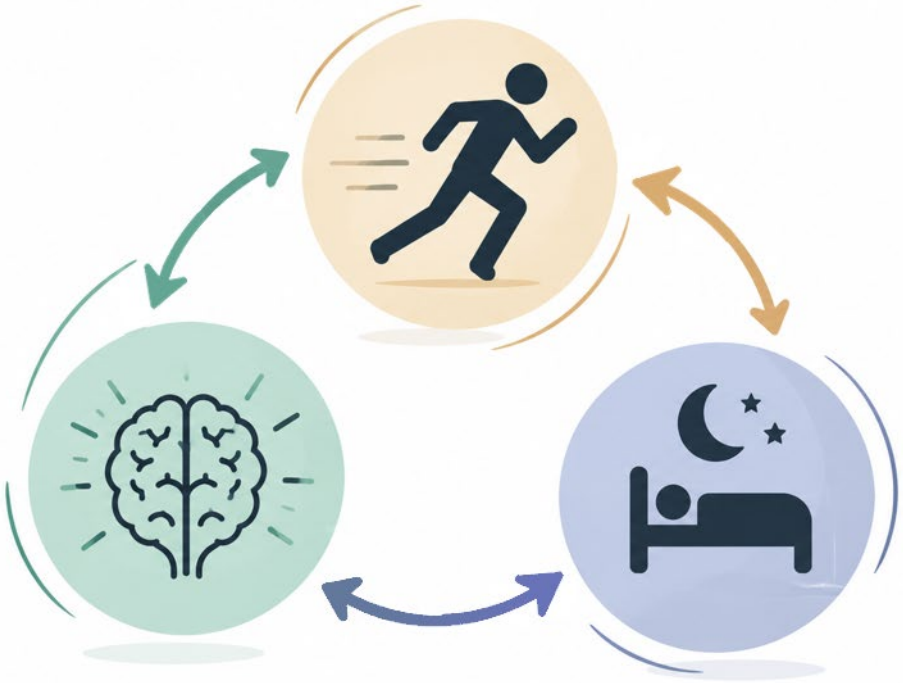


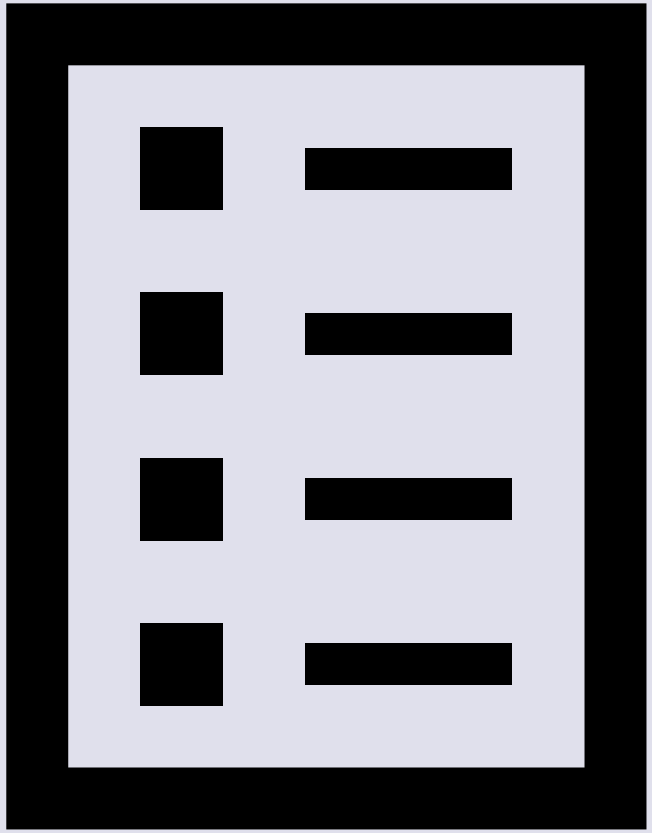
Relations entre l'activité physique, le sommeil et le cerveau vieillissant

Selin Scherrer & Dr. Sven Egger
selin.scherrer@unifr.ch; sven.egger@unifr.ch

Nom du projet: «*Promoting the modulatory capacity of intracortical inhibition in young and old: interrelation of physical exercise and sleep*» soutenu par le Fonds National Suisse.

Partenaires: Prof. Dr. Wolfgang Taube, Dr. Benedikt Lauber, Dr. Sven Egger, Selin Scherrer, Dr. Lijing Xin, Dr. Xinyu Liu, Prof. Dr. Björn Rasch, Dr. Anna Wick

SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION



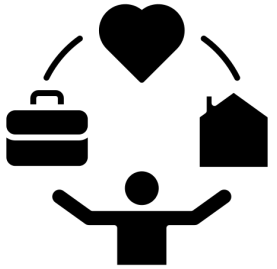
Contenu

- **Introduction générale**
- Quelques chiffres et faits sur le projet
- Rétrospective
- Liste des publications
- Publications et principaux messages de l’étude
- Remerciements

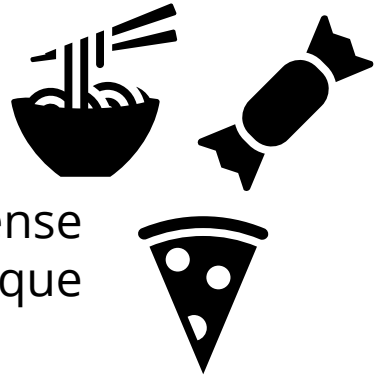
Raisons de bouger

Renforcement et maintien de la musculature



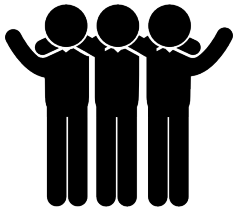


Meilleur Work-Life-Balance



Dépense calorique





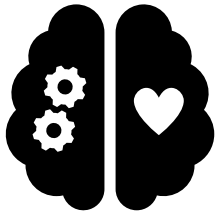
Maintien des contacts sociaux



Santé physique



Amélioration de la perception de soi

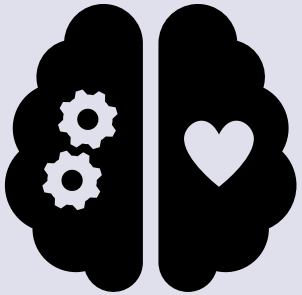


Santé cérébrale

Activité physique et le cerveau

Meilleures performances cognitives

Vieillissement cérébral sain



Santé cérébrale

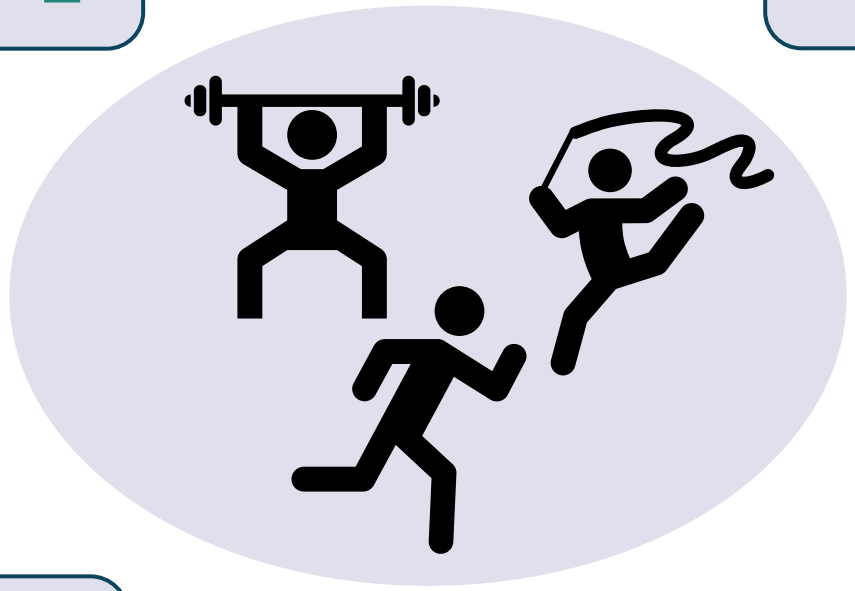
Amélioration de l’apprentissage et de la mémoire

Risque réduit de maladies neurologiques

Comment l'activité physique agit-elle sur le cerveau

Plasticité cérébrale ↑

Perfusion cérébrale ↑



Protection neuronale ↑

Inflammation chronique ↓

Neurotransmetteurs
Facteurs de croissance ↑

Contrôle et appren-tissage moteurs ↑

Vecchio et al. (2018)

Effets de l’entraînement de l’équilibre



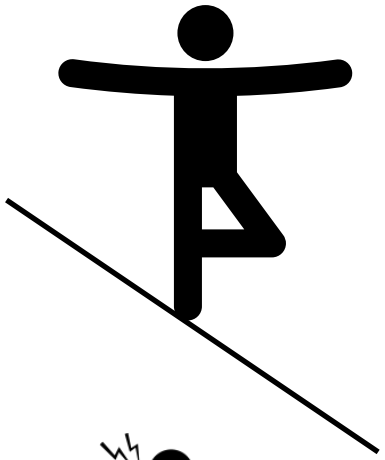
Amélioration force explosive

Gruber & Gollhofer (2004)
Gruber et al. (2007)



Prévention des blessures

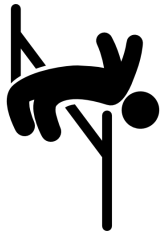
Verhagen et al. (2004)





Prévention des chutes

Sherrington et al. (2008)



Amélioration capacité de saut

Taube et al. (2007)



Soulage les douleurs cervicales

Beinert & Taube (2013)

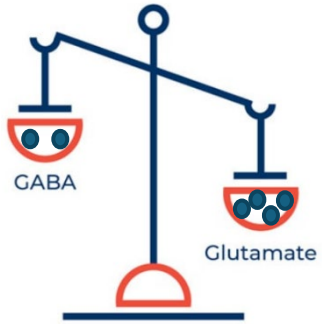


Récupération plus rapide

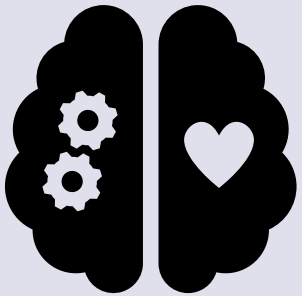
Freeman et al. (1965)

Adaptations neuronales à l'entraînement de l'équilibre

Avant l'entraînement

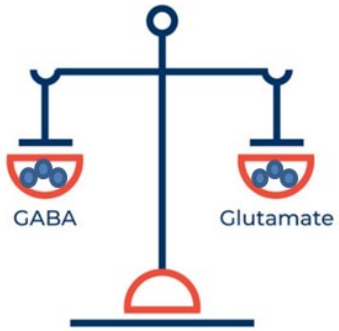


Plus d'activation que d'inhibition neuronale



Influence de l'entraînement de l'équilibre sur le cerveau

Avant l'entraînement

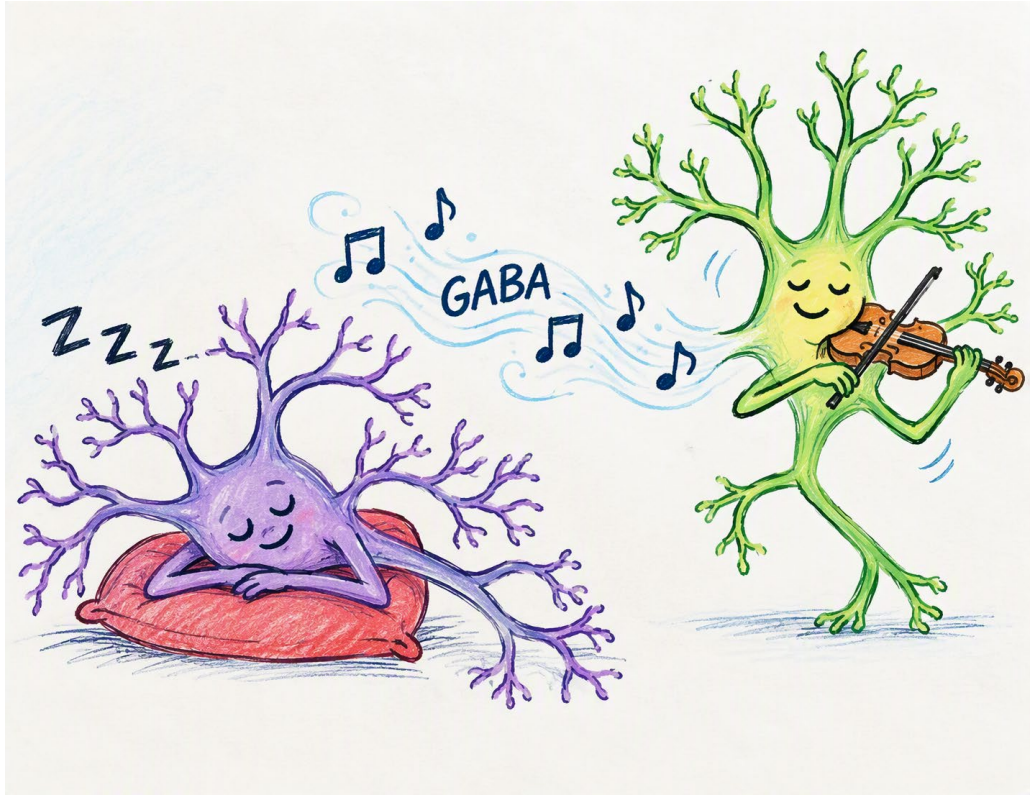


Équilibre entre l'activation et l'inhibition

L'entraînement de l'équilibre peut améliorer la **fonction des neurones inhibiteurs (GABA)**

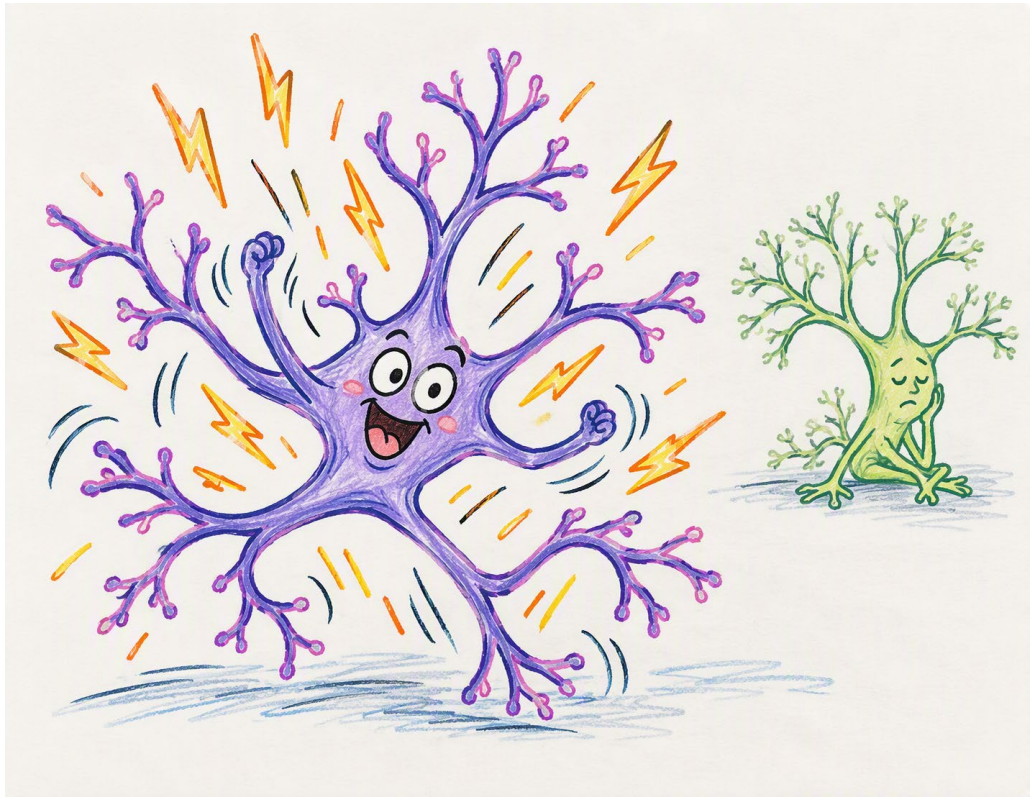
Mouthon & Taube (2019)
Kuhn et al. (2024)

Communication neuronale - neurones inhibiteurs

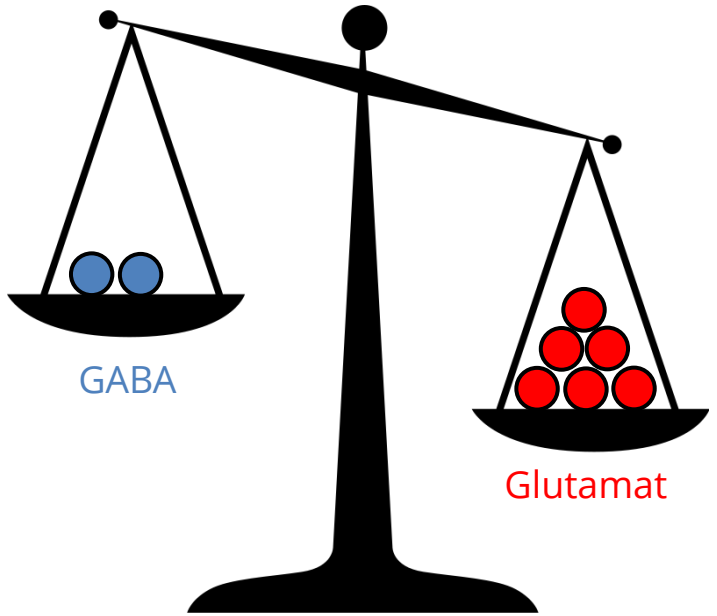


GABA *est le principal neurotransmetteur inhibiteur du cerveau. Il est libéré par les* ***neurones inhibiteurs*** *et aide à* ***réguler*** *et à* ***contrôler*** *l'activité des cellules nerveuses. Le GABA exerce un* ***effet apaisant*** *et est souvent considéré comme le «* ***frein*** *»* ***du cerveau****.*

Communication neuronale – Déséquilibre

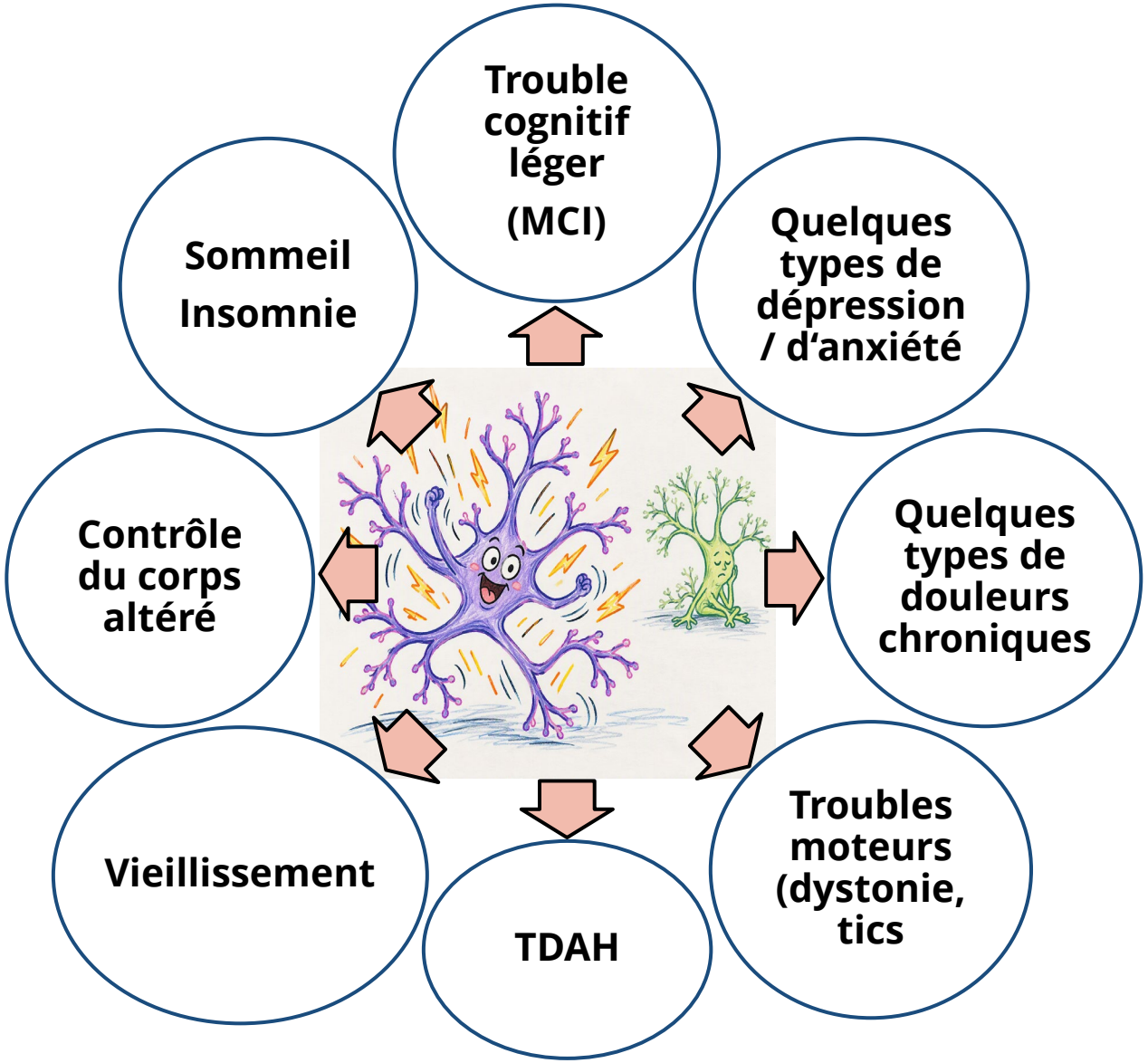


Déséquilibre entre
l'activation …

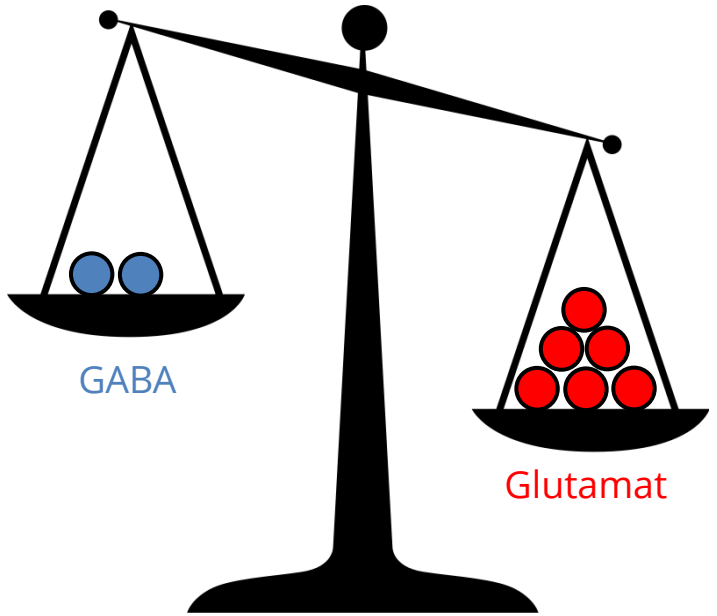


… et l'inhibition.

Conséquences du déséquilibre

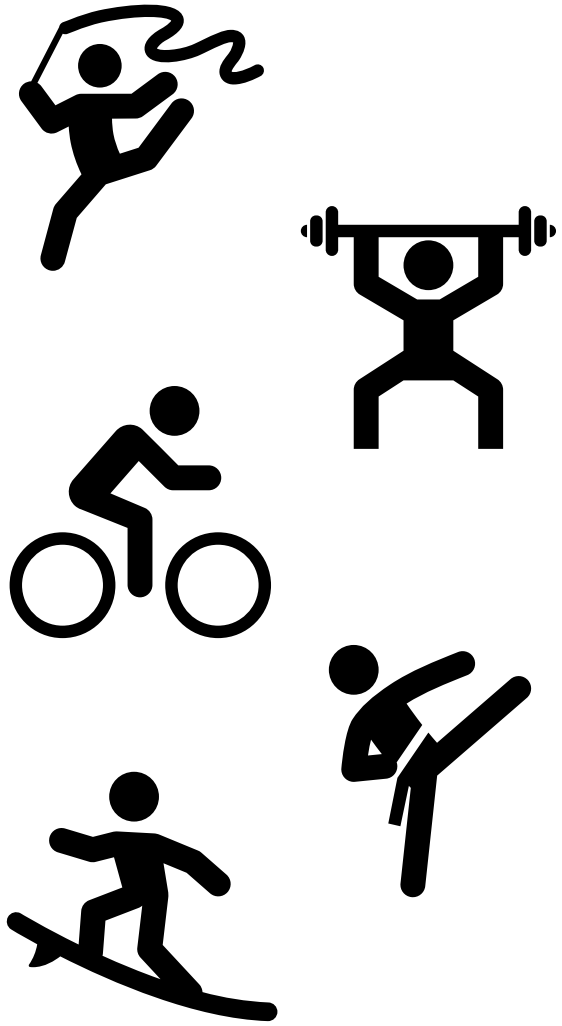


Déséquilibre entre l'activation …



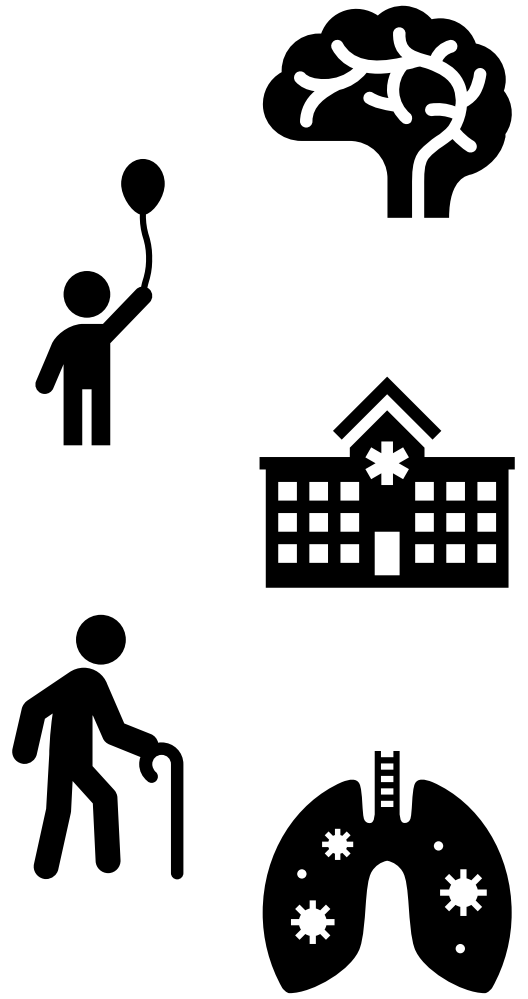
… et l'inhibition.

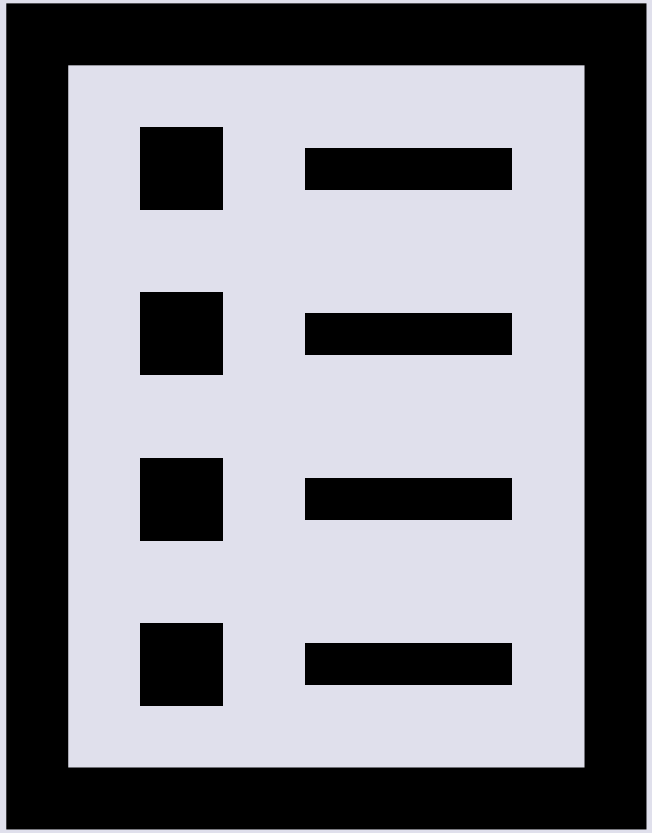
L’activité physique comme médecine et prévention



Quelle activité physique est bénéfique pour le corps, le cerveau et la santé ?

Quelle activité physique pour quelle «pathologie» ?

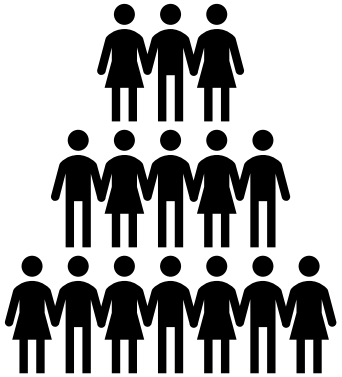




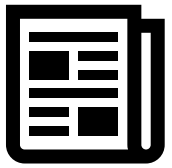
Contenu

- Introduction générale
- **Quelques chiffres et faits sur le projet**
- Rétrospective
- Liste des publications
- Publications et principaux messages de l’étude
- Remerciements

Quelques chiffres et faits sur le projet



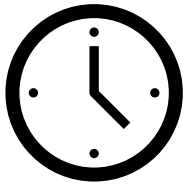
95
Participants



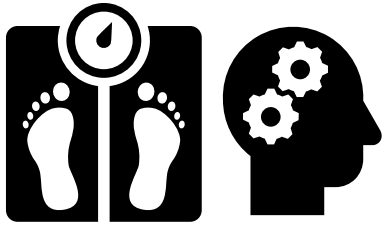
10
Publications scientifiques



285
Mesures du sommeil nocturne



~2200h pour l'enregistrement, correspondant à plus de **260** jours de travail



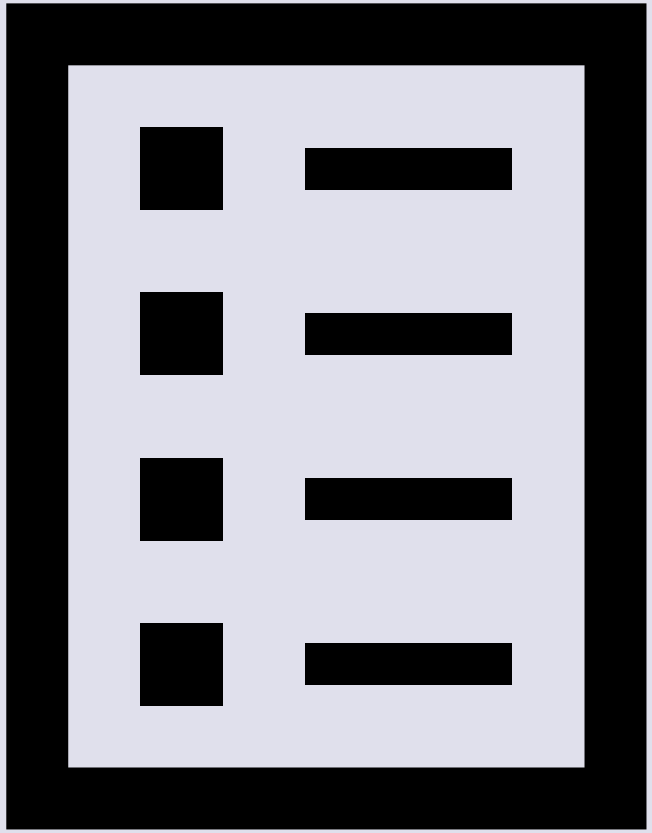
190
Mesures au laboratoire de Fribourg



190
Mesures au scanner



300
entraînement proposés

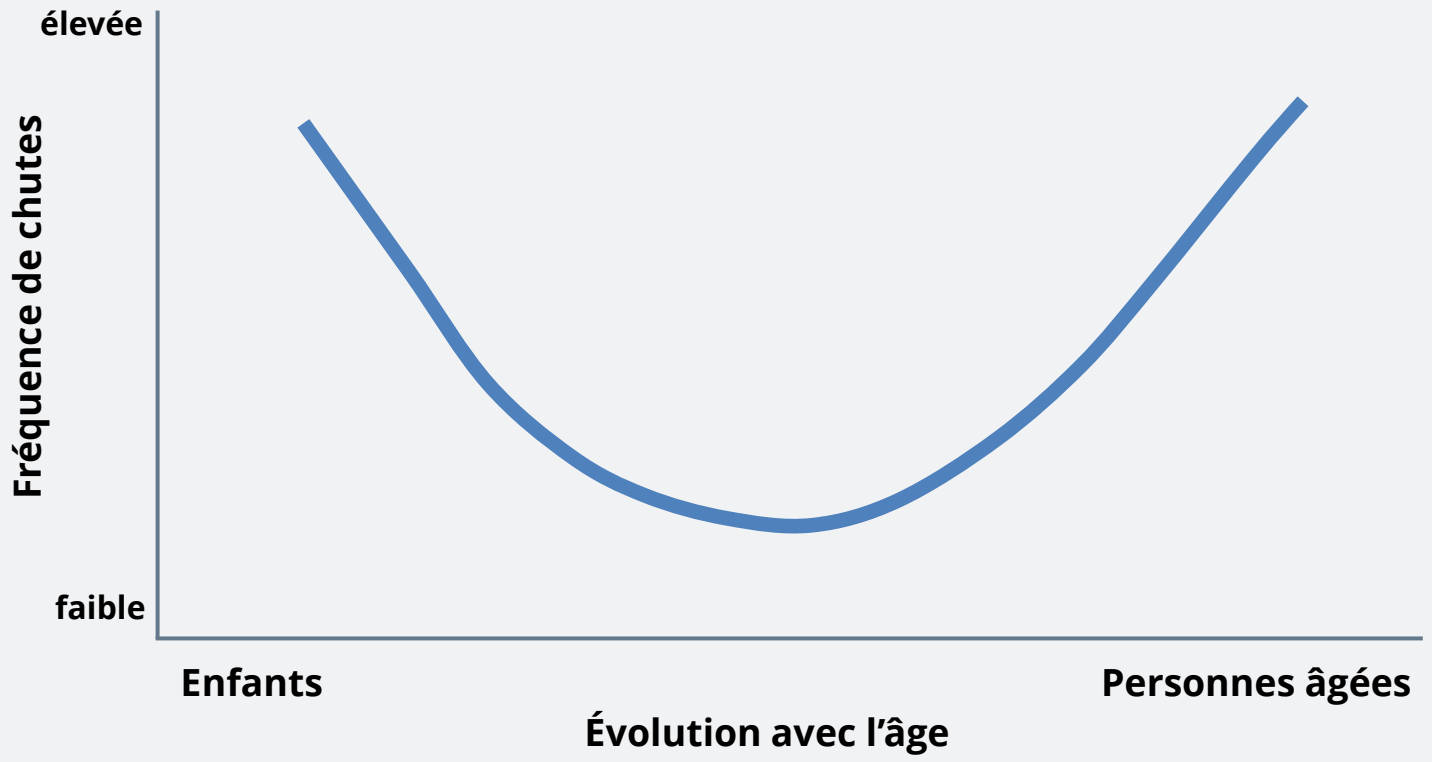


Contenu

- Introduction générale
- Quelques chiffres et faits sur le projet
- **Rétrospective**
- Liste des publications
- Publications et principaux messages de l’étude
- Remerciements

Rétrospective - Contexte théorique

Incidence des chutes selon l'âge



Par Granacher et al. (2011)

Enfance

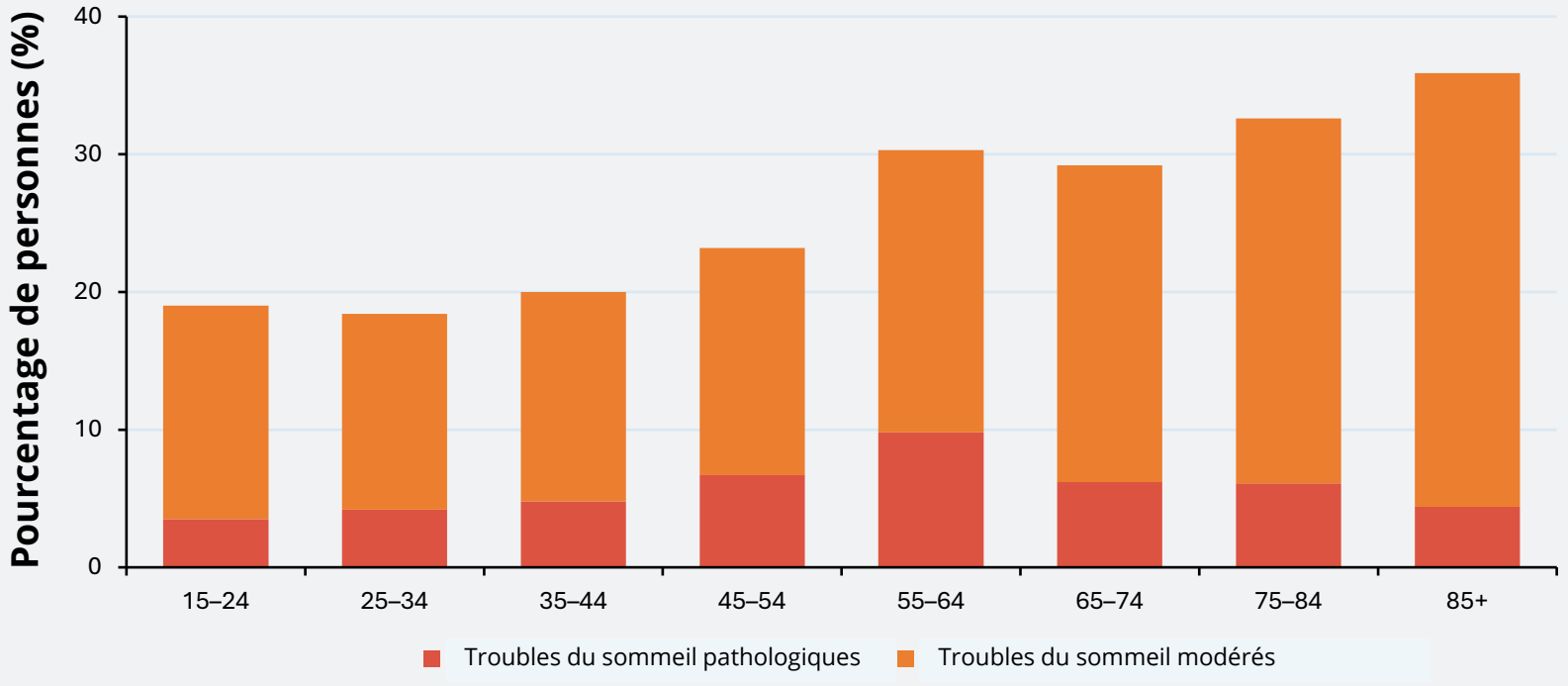
Risque de chute accru pendant l'apprentissage de l'équilibre et de la marche.

Âge avancé

Environ **un tiers** des personnes de plus de 65 ans chutent au moins une fois par an. Les chutes peuvent entraîner des blessures et des limitations dans la vie quotidienne.

Rétrospective - Contexte théorique

Fréquence des troubles du sommeil, 2012



BFS – SGB12, Neuchâtel (2015)

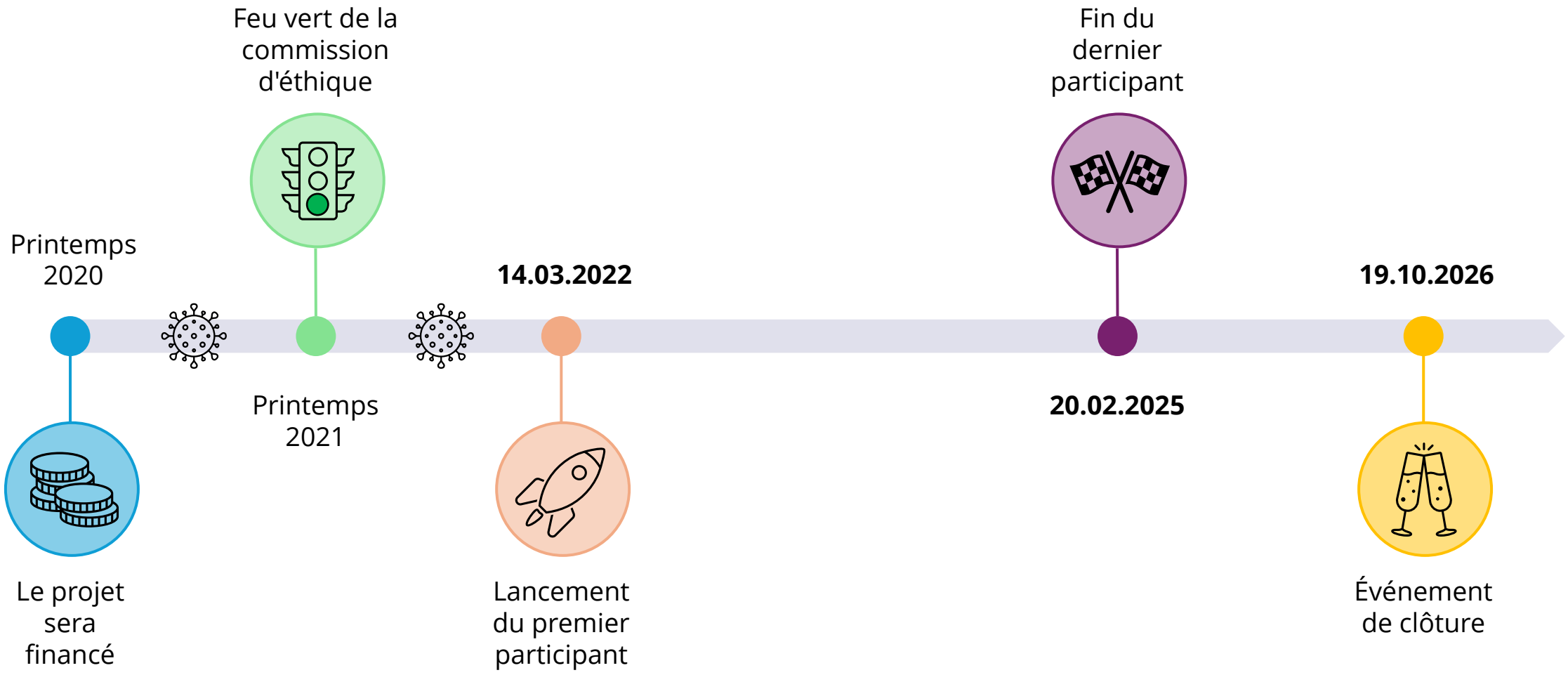
À partir de 55 ans

Un tiers des personnes présentent des troubles du sommeil modérés.

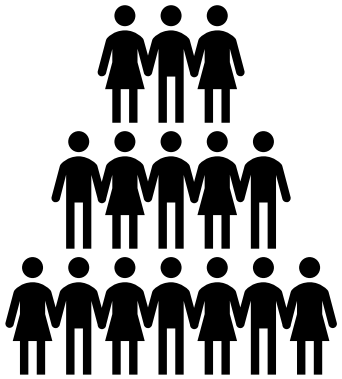
Pourquoi est-ce important?

Les troubles du sommeil peuvent être liés à la fatigue, aux difficultés de concentration et à un risque accru de démence.

Rétrospective - Évolution du projet



Rétrospective - Répartition des groupes



95
Participants



60 participants

70.4 ans (64 – 81)

31 femmes

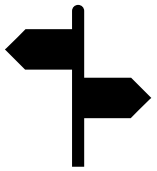
29 hommes



Entraînement à l'équilibre



Muscu-lation



Pas d'entraînement spécifique



35 participants

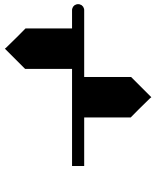
26.5 ans (18 – 35)

23 femmes

12 hommes



Entraînement à l'équilibre



Pas d'entraînement spécifique

Rétrospective - Plan de l’étude

Session d’information

Mesure d’entrée



Fonctions corporelles et cérébrales



Chimie et structure du cerveau



Qualité du sommeil

<u>Intervention de 12 semaines</u>

2-3 fois par semaine



Entraînement à l'équilibre



Entraînement de la force



Pas d'entraînement spécifique

Mesure de sortie



Fonctions corporelles et cérébrales



Chimie et structure du cerveau



Qualité du sommeil

-2 **0** **12** **14**

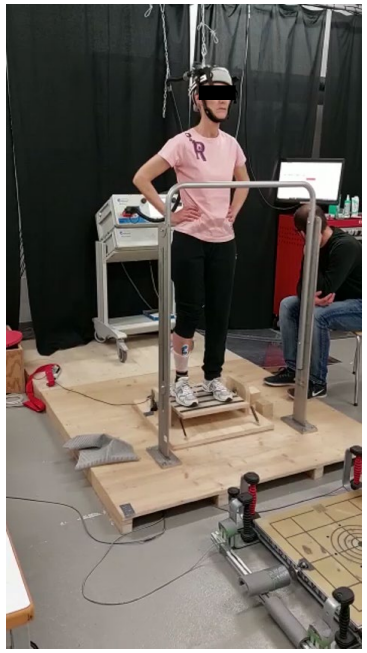
Durée en semaines

Mesures

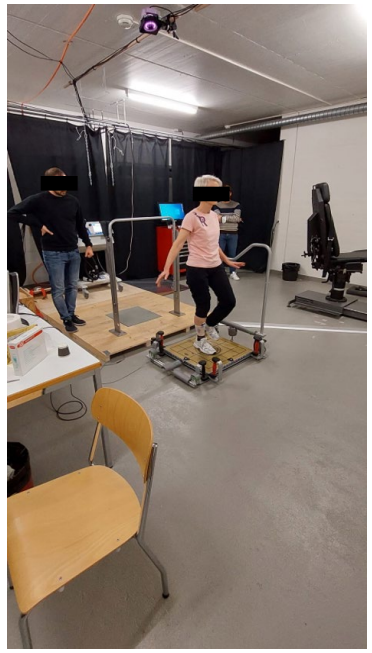
Fonctions corporelles et cérébrales

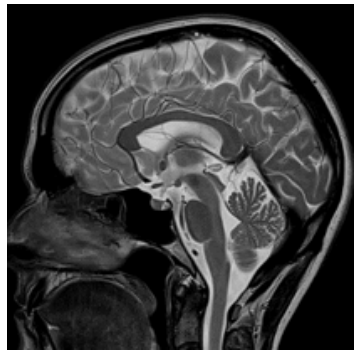
Chimie et structure du cerveau

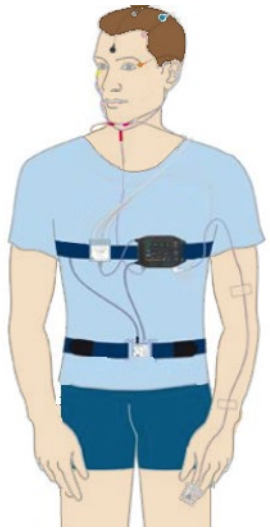
Qualité du sommeil





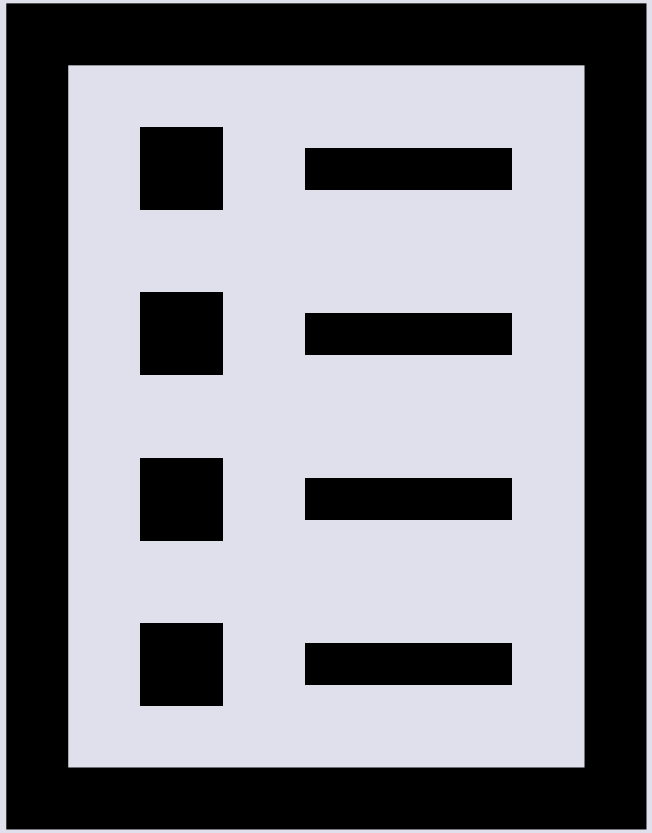












Contenu

- Introduction générale
- Quelques chiffres et faits sur le projet
- Rétrospective
- **Liste des publications**
- Publications et principaux messages de l’étude
- Remerciements

Aperçu des publications

1. Liu, X., Nossa, G., Xiao, Y., Scherrer, S., Egger, S., Lauber, B., Taube, W., Dydak, U., & Xin, L. (2026). Age-dependent macromolecule signals in the human motor cortex and thalamus: implications for metabolites quantification at 7 T. *Magma*. https://doi.org/10.1007/s10334-026-01419-7

2. Liu, X., Scherrer, S., Egger, S., Lim, S. I., Lauber, B., Jelescu, I., ... & Xin, L. (2024). Rebalance the inhibitory system in the elderly brain: Influence of balance learning on GABAergic inhibition and functional connectivity. Human brain mapping, 45(16), e70057. https://doi.org/10.1002/hbm.70057

3. Scherrer, S., Egger, S., Liu, X., Wick, A. Z., Rasch, B., Xin, L., Lauber, B., & Taube, W. (2026). Improved subjective sleep quality in older adults by enhancing the GABAergic system in the sensorimotor cortex. *The Journal of physiology, 604*(15), 6506-6546. https://doi.org/10.1113/jp290164

4. Scherrer, S., Egger, S., Liu, X., Wick, A. Z., Rasch, B., Xin, L., Lauber, B., & Taube, W. (2026). Reduced sensorimotor lactate concentration and improved sleep efficiency following resistance training in older adults. *Geroscience*. https://doi.org/10.1007/s11357-026-02519-x

5. Scherrer, S., Egger, S., Wick, A. Z., Xin, L., Lauber, B., Rasch, B., & Taube, W. (in preparation). Bridging the Objective-Subjective Sleep Quality Gap: Evidence for Age-Specific Predictors of Sleep Perception

6. Liu, X., Egger, S., Scherrer, S., Pavan, T., Marques, J. P., Jelescu, I., Lauber, B., Taube, W., & Xin, L. (2026). Effects of strength and balance training on the structure of the aging brain. *NeuroImage, 339*, 122188. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2026.122188

7. Liu, X., Scherrer, S., Egger, S., Lauber, B., Taube, W., & Xin, L. (2026). Functional and structural connectome-based predictive modelling of balance in elderly adults. *Scientific reports, 16*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-026-43724-0

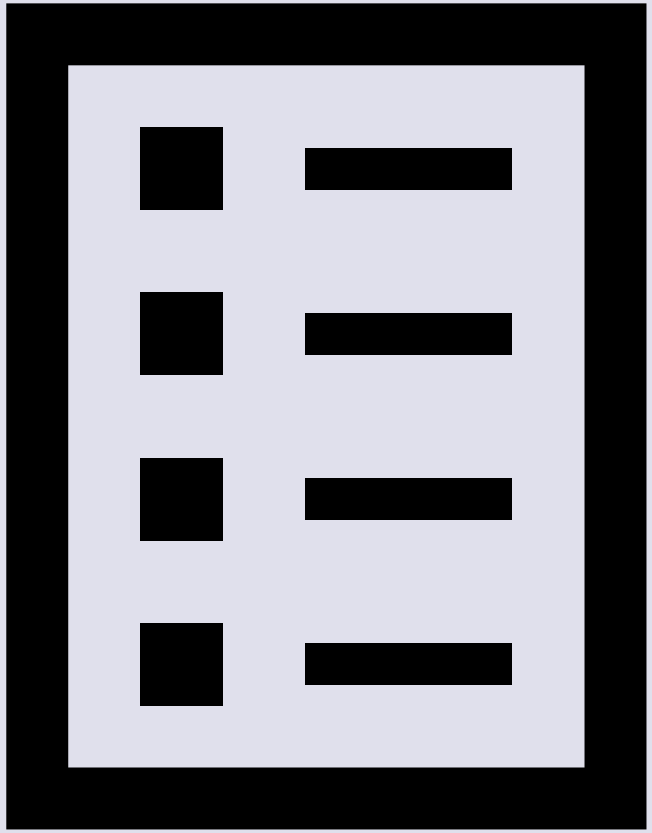
Autres publications liées au projet

8. Egger, S., Wälchli, M., Rüeger, E., & Taube, W. (2023). Short-term balance consolidation relies on the primary motor cortex: A rTMS study. *Scientific Reports*, *13*, 5169. https://doi.org/10.1038/s41598-023-32065-x

9. Taube, W., & Lauber, B. (2026). The ageing brain: Cortical overactivation – How does it evolve? *The Journal of Physiology*, *604*(2), 813–828. https://doi.org/10.1113/JP286891

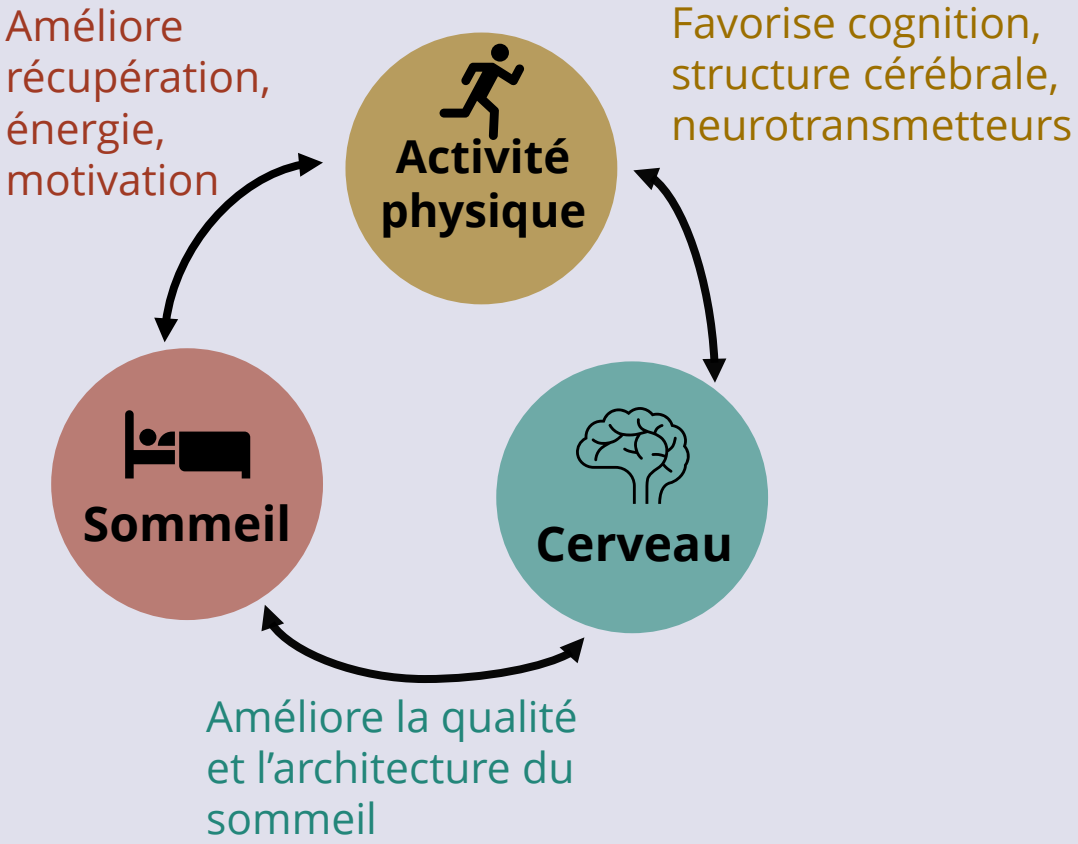
10. Taube, W., & Lauber, B. (2026). Changes in the cortical GABAergic inhibitory system with ageing and ageing-related neurodegenerative diseases. *The Journal of Physiology*, *604*(2), 689–706. https://doi.org/10.1113/JP285656





Contenu

- Introduction générale
- Quelques chiffres et faits sur le projet
- Rétrospective
- Liste des publications
- **Publications et principaux messages de l’étude**
- Remerciements



Modifications liées au vieillissement normal

Fonction motrice

- Moins de force
- Moins d'équilibre
- Apprentissage moteur ralenti

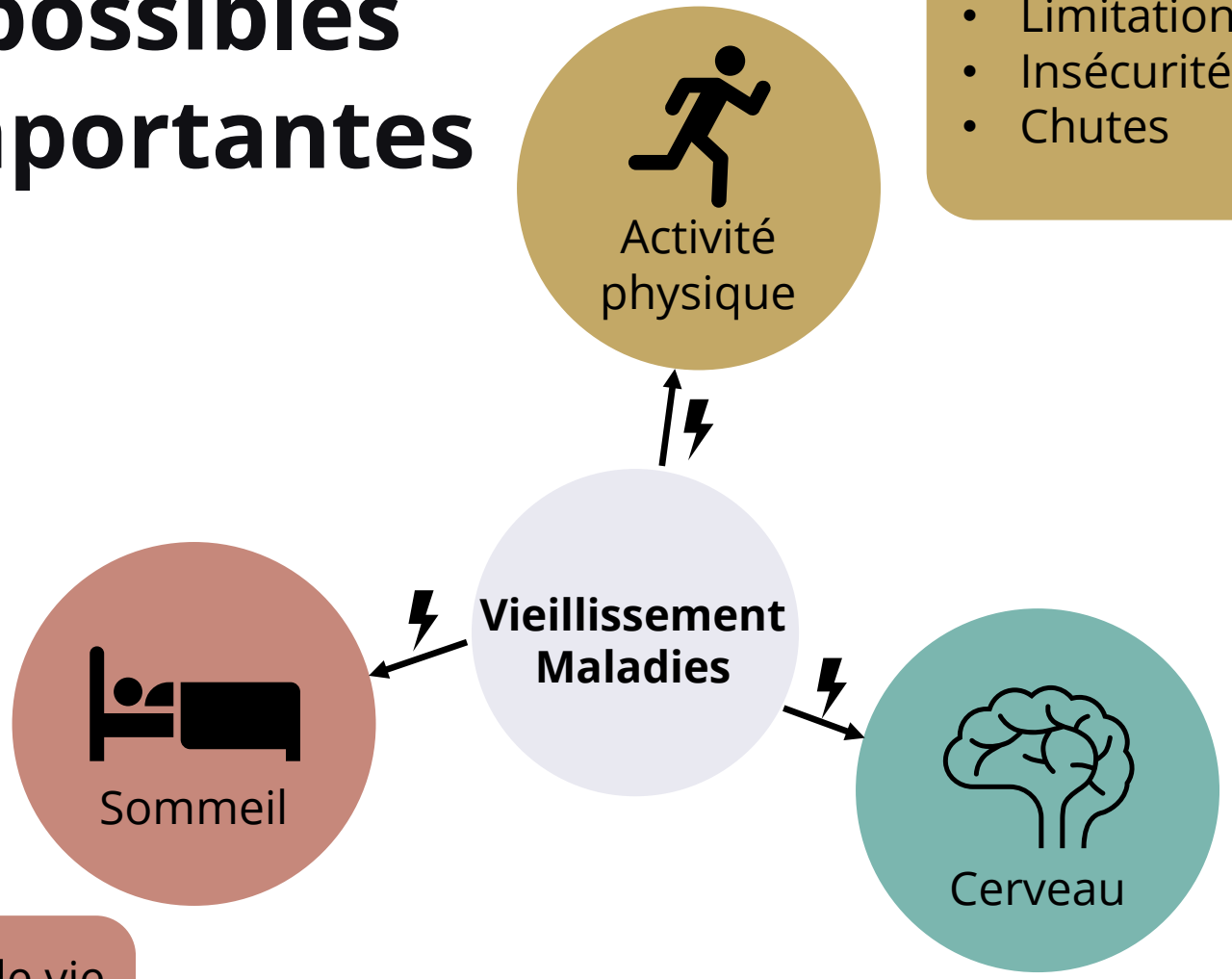
Sommeil

- Sommeil plus léger, plus court et fragmenté
- Troubles du sommeil plus fréquents

Cerveau

- Moins d'inhibition cérébrale (GABA) et de communication cérébrale
- Métabolisme énergétique aérobie moins efficace

Conséquences possibles d'altérations importantes



- Limitations motrices
- Insécurité et dépendance
- Chutes

- Diminution de la qualité de vie
- Augmentation du risque de maladies (démence)

- Facteurs de risque de maladies
- Mémoire réduite

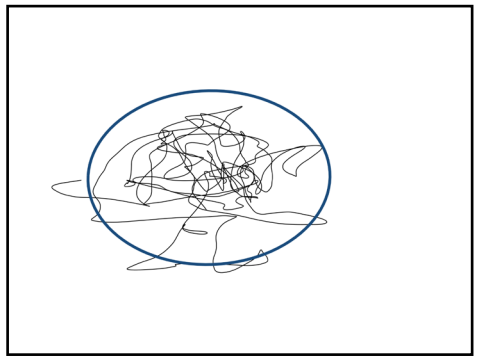
Début de l’étude : différences motrices

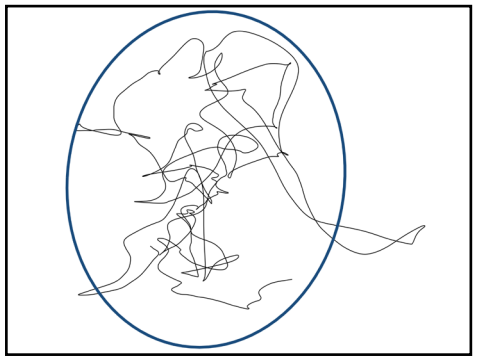




Planche d’équilibre



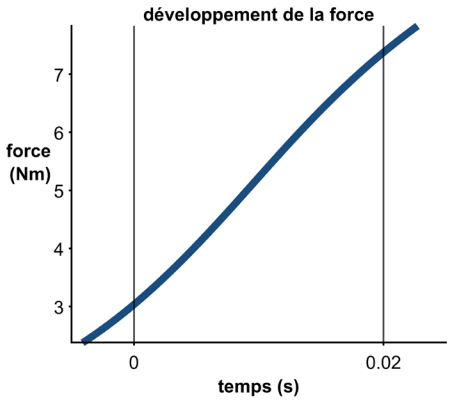


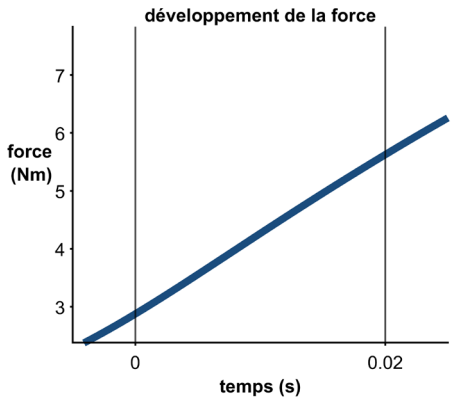


Le groupe plus âgé s'est déplacé sur une surface **34 %** plus grande

Levons le pied le plus vite possible







Le groupe plus âgé développe sa force **17 %** plus lentement

Début de l'étude : différences de sommeil





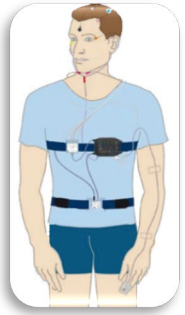
Perception de la qualité du sommeil

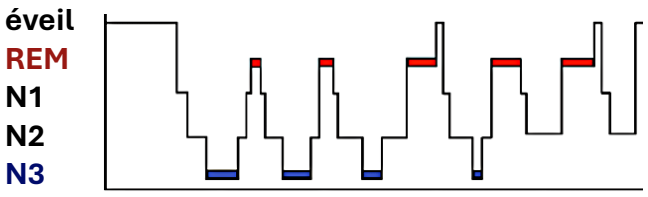


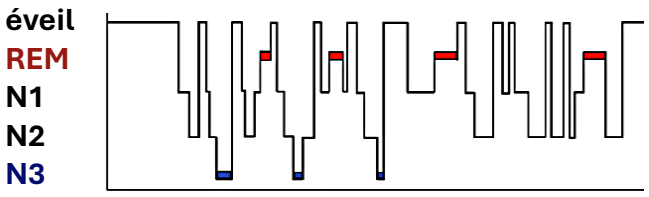


Le groupe plus âgé a jugé son sommeil de **17 %** moins bon

Mesure objective du sommeil







Le groupe plus âgé :
12 % sommeil plus court
89 % plus éveillé
42 % moins de sommeil profond

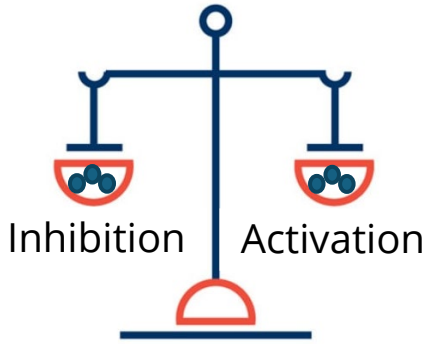
Début de l’étude : différences de fonction cérébrale

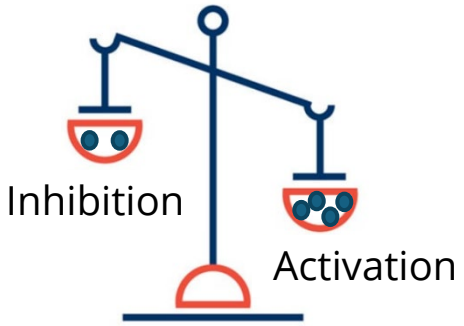




Inhibition fonctionnelle



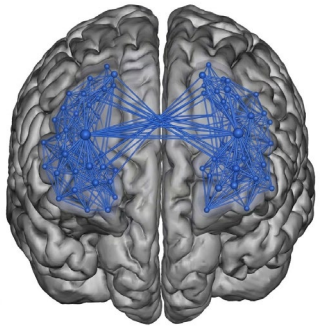


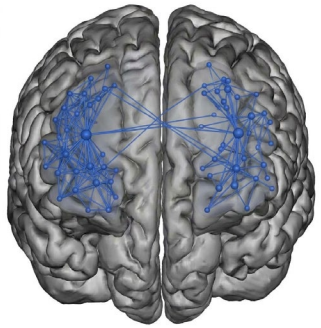


Le groupe plus âgé avait **61 %** moins d'inhibition pendant l'exercice d'équilibre.

Communication entre les hémisphères cérébraux







Le groupe plus âgé présentait une communication interhémisphérique réduite de **24 %**

Limites des connaissances actuelles

La plupart des études examinent le « sport » ou l'« activité physique » de manière générale. Elles ne distinguent pas les effets spécifiques des différentes formes d'entraînement sur le cerveau et le vieillissement en bonne santé.

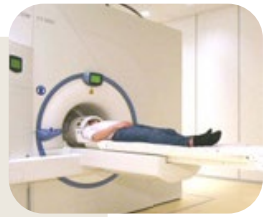
Nous comparons deux formes d'entraînement afin d'examiner comment un entraînement ciblé influence positivement le cerveau vieillissant et le sommeil.

Entraînement de l'équilibre	Entraînement de la force
3 mois d'entraînement pour améliorer la coordination et la stabilité	3 mois d'entraînement pour développer la masse musculaire et la force musculaire

Mesures : fonction cérébrale, métabolisme cérébral, qualité du sommeil, structure cérébrale, ...

De meilleures mesures pour une meilleure recherche





Méthode : Spectroscopie par résonance magnétique (SRM)

Personnes : parmi tous les groupes

Analyse : analyse à l'aide de différentes données de référence

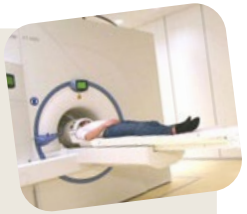
Les résultats des mesures peuvent être fortement faussés si l'on utilise des données de référence provenant d'autres tranches d'âge ou d'autres régions du cerveau.

Pour mesurer correctement les changements réels, les **données de référence doivent être adaptées à l’âge et à la région cérébrale** afin d’éviter des imprécisions.



PUBLICATION 2 · LIU ET AL., 2024, HUMAN BRAIN MAPPING

L’entraînement de l’équilibre modifie la fonction cérébrale



Méthodes : SRM; Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf)

Personnes : groupes de seniors (équilibre et contrôle)

Analyse : Comment l'entraînement influence-t-il le cerveau ?

Plus de GABA

Le niveau de GABA, essentiel à la régulation cérébrale, a augmenté.

Meilleure connexion

La communication entre les deux hémisphères cérébraux s’est améliorée.

Fonction cérébrale « rajeunie » grâce à l’entraînement de l’équilibre

La fonction cérébrale se rapprochait davantage de celle d’un cerveau plus jeune après trois mois d’entraînement de l’équilibre.

PUBLICATION 3 · SCHERRER ET AL., 2026, THE JOURNAL OF PHYSIOLOGY

L’entraînement de l’équilibre améliore le sommeil





Méthodes : sommeil subjectif, TMS pendant la sieste

Personnes : groupes de seniors (équilibre et contrôle)

Analyse: Comment le sommeil évolue-t-il grâce à l’entraînement ?

Une inhibition cérébrale accrue lors de l’endormissement était associée à une **meilleure perception du sommeil**.

L’entraînement de l’équilibre peut **améliorer le sommeil**, sans médicament ni effet secondaire. La perception subjective du sommeil est un facteur important de la qualité de vie.

PUBLICATION 4 · SCHERRER ET AL., 2026, GEROSCIENCE

Musculation : moins de lactate, meilleur sommeil



Méthodes : sommeil objectif, SRM

Personnes : groupes de seniors (force et contrôle)

Analyse: Comment l'entraînement modifie-t-il le sommeil ?

- **Métabolisme énergétique cérébral** plus efficace
- Meilleure **efficacité du sommeil**, moins **d'éveils nocturnes** et **durée totale** de **sommeil** plus longue

L'entraînement de la force peut améliorer le sommeil de façon objective, sans être nécessairement perçu. Un meilleur sommeil et métabolisme contribuent à la **prévention de la démence**.





La perception de la qualité du sommeil évolue avec l’âge



Méthodes : sommeil subjectif et objectif

Personnes : dans l’ensemble des groupes

Analyse: La perception du sommeil évolue-t-elle avec l’âge ?

Jeunes adultes

Plus ils dormaient **long-temps**, mieux ils évaluaient leur sommeil.

Adultes âgés

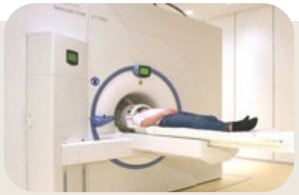
La proportion de **sommeil réparateur** déterminait la qualité du sommeil.

La qualité du sommeil est définie différemment avec l’âge

Avec l’âge, le sommeil profond et le sommeil paradoxal (REM) semblent être des déterminants clés de la qualité du sommeil.

PUBLICATION 6 · LIU ET AL., 2026, NEUROIMAGE

Les deux types d’entraînement protègent la structure cérébrale



Méthodes : IRMf

Personnes : L’ensemble des groupes âgés

Analyse: Comment l’entraînement modifie-t-il la structure cérébrale ?



Entraînement de l’équilibre

Préservation des connexions neuronales grâce aux défis de coordination

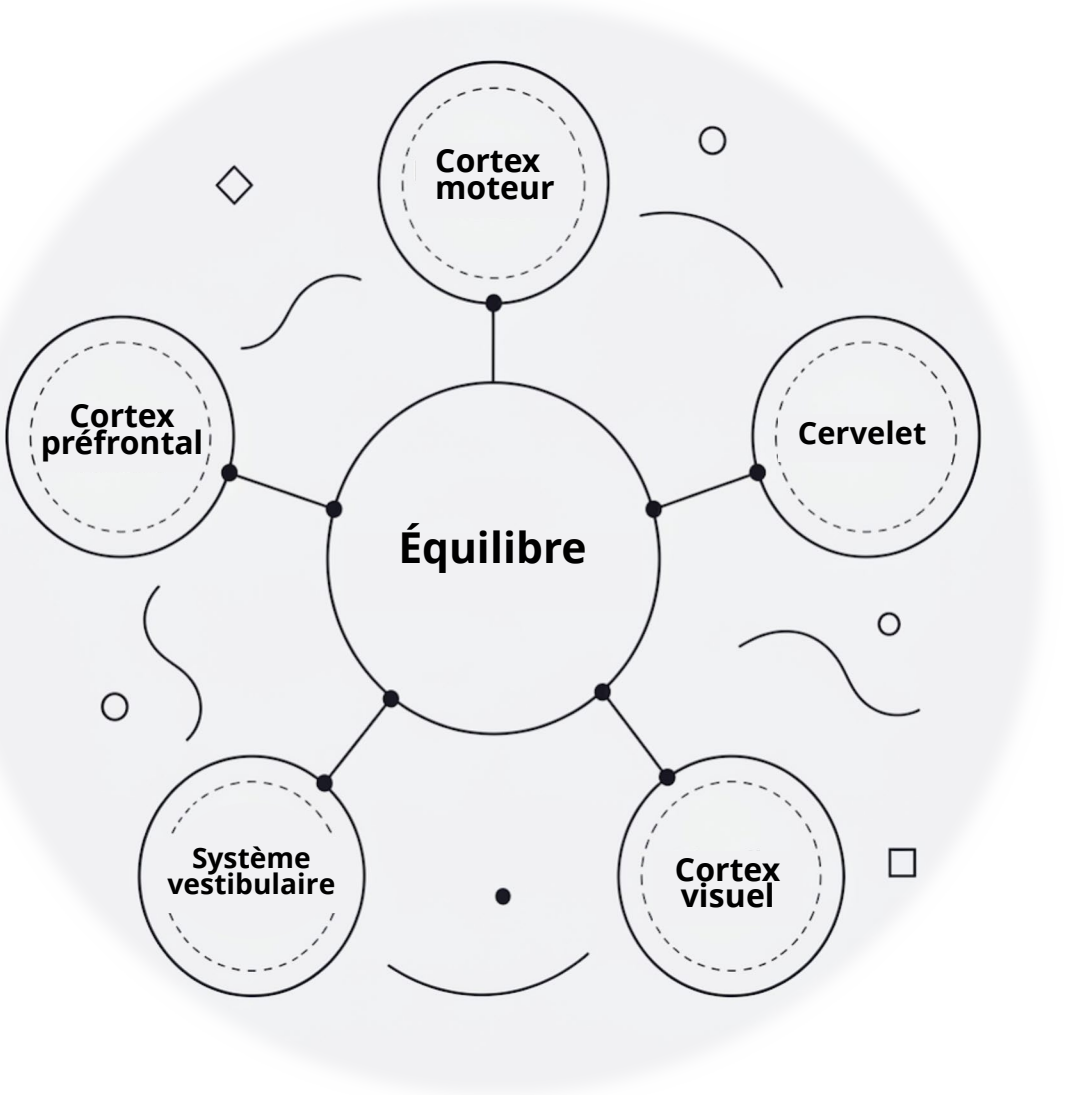
Entraînement de la force

Préservation de la structure cérébrale grâce à l’exercice physique

Les deux formes d’entraînement ralentissent le **déclin des connexions** cérébrales lié à l’âge et favorisent la **santé cérébrale**.

PUBLICATION 7 · LIU ET AL., 2026, SCIENTIFIC REPORTS

Qu’est-ce qui détermine un bon équilibre ?





Méthodes : IRMf

Personnes : L’ensemble des groupes âgés

Analyse: Recherche de connexions structurelles et fonctionnelles associées aux performances d’équilibre.

Les analyses cérébrales modernes montrent qu’un **bon équilibre** ne dépend pas d’une seule région du cerveau. Il résulte plutôt de la **collaboration de nombreuses régions agissant en réseau.**

Ce n’est pas une seule région, mais un **réseau** cérébral qui est responsable d’un bon équilibre.

L’entraînement favorise un vieillissement en bonne santé.

Le type d’entraînement détermine l’adaptation.

Entraînement de l’équilibre

- Améliore **l’inhibition** et la **coordination** au sein du **cerveau**
- Améliore la **qualité subjective du sommeil**

Entraînement de la force

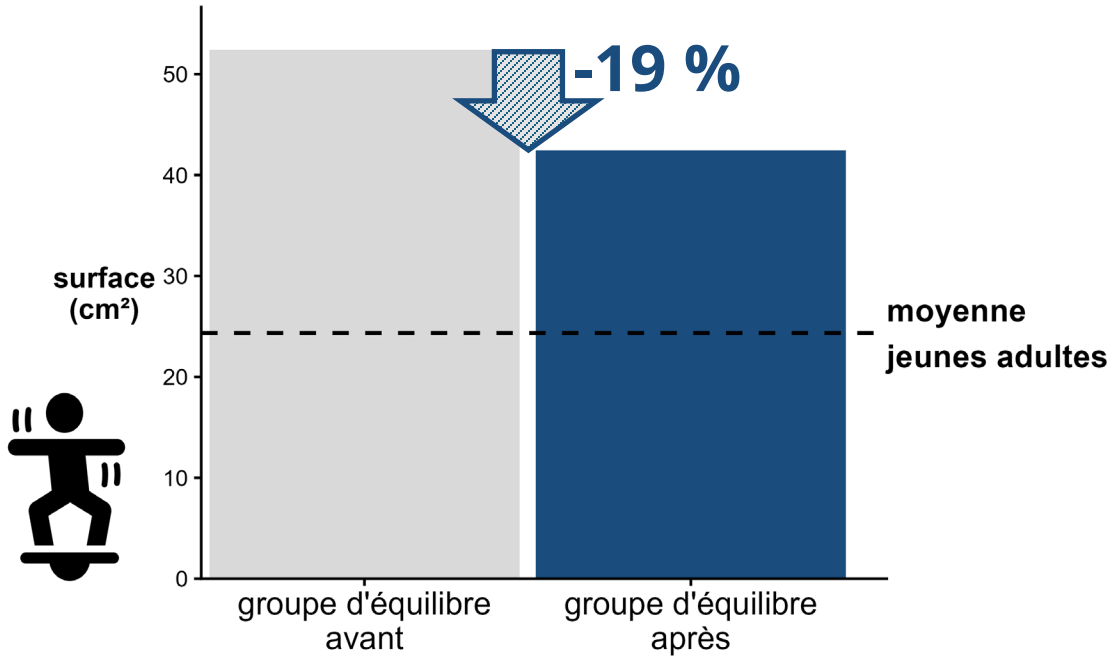
- Améliore le **métabolisme énergétique** cérébral
- Améliore la **continuité du sommeil**

Les deux entraînements

- Préservent la **structure** et la **communication** cérébrales
- Soutiennent un **vieillissement** en **bonne santé**

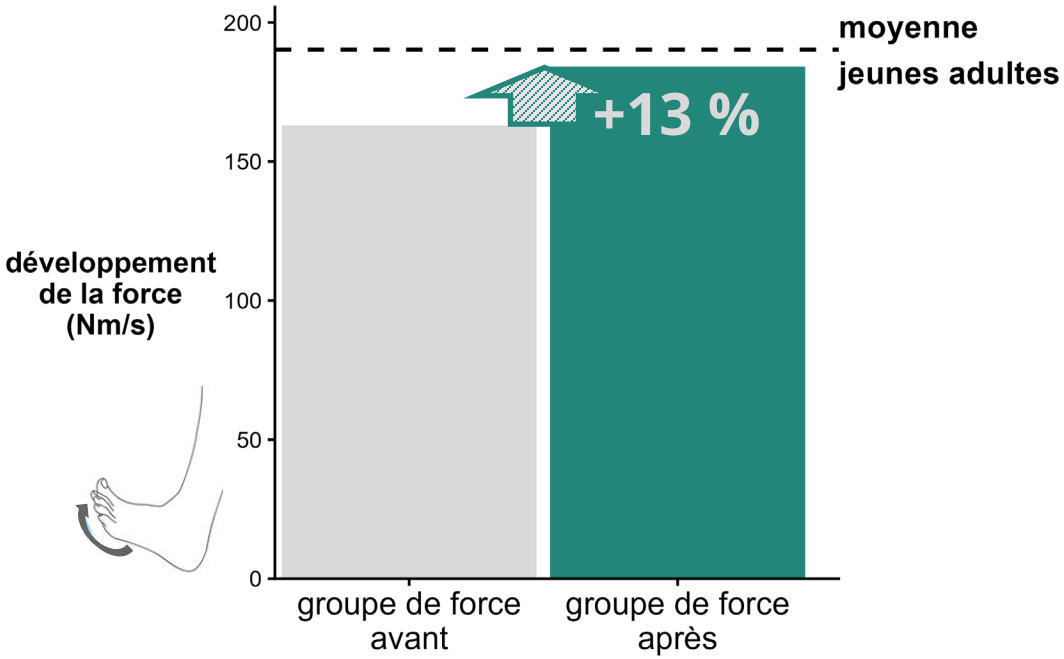
Les différences motrices liées à l’âge diminuent

Après l’entraînement, les performances d’équilibre des seniors se rapprochent du niveau du groupe plus jeune.



Entraînement de l’équilibre

Après l’entraînement, les performances de force des seniors se rapprochent du niveau du groupe plus jeune.

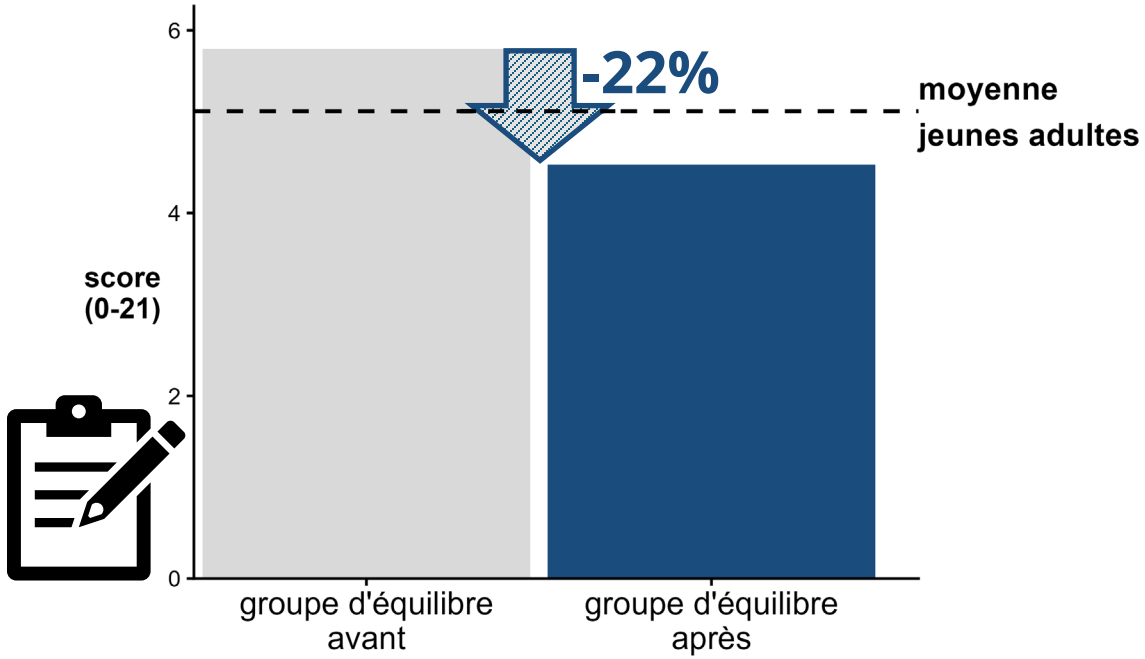


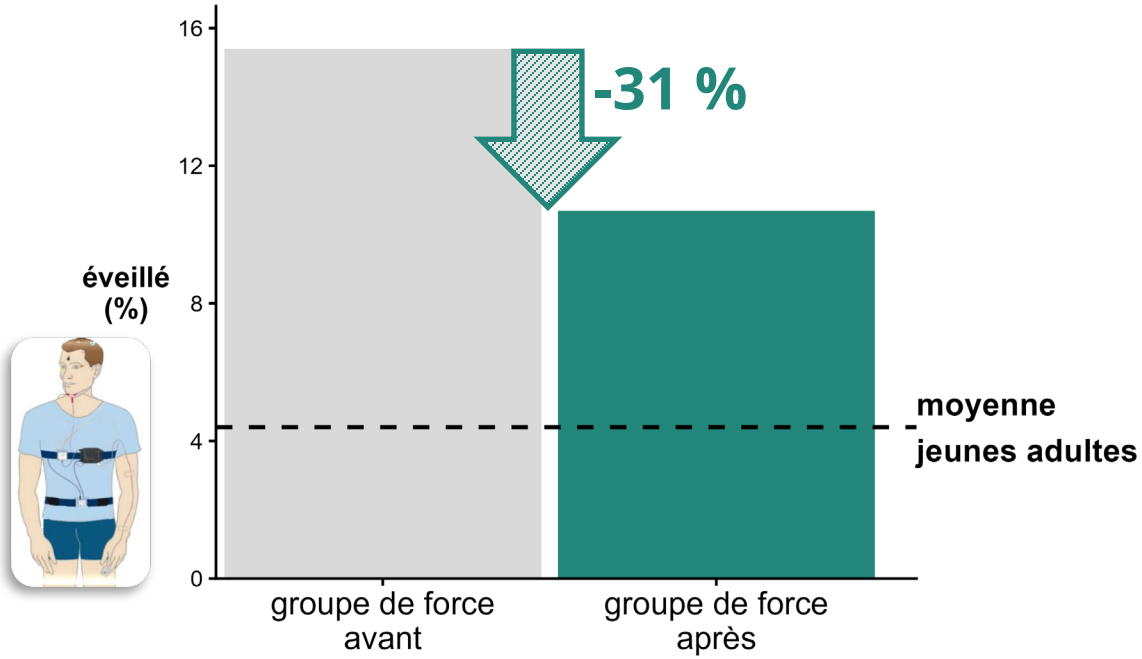
Entraînement de la force

Les différences de sommeil liées à l'âge diminuent

Après l'entraînement d'équilibre, la perception de la qualité du sommeil des seniors **est même meilleure** que celle du groupe plus jeune

Les paramètres de sommeil mesurés chez les seniors se rapprochent de ceux du groupe des jeunes adultes.

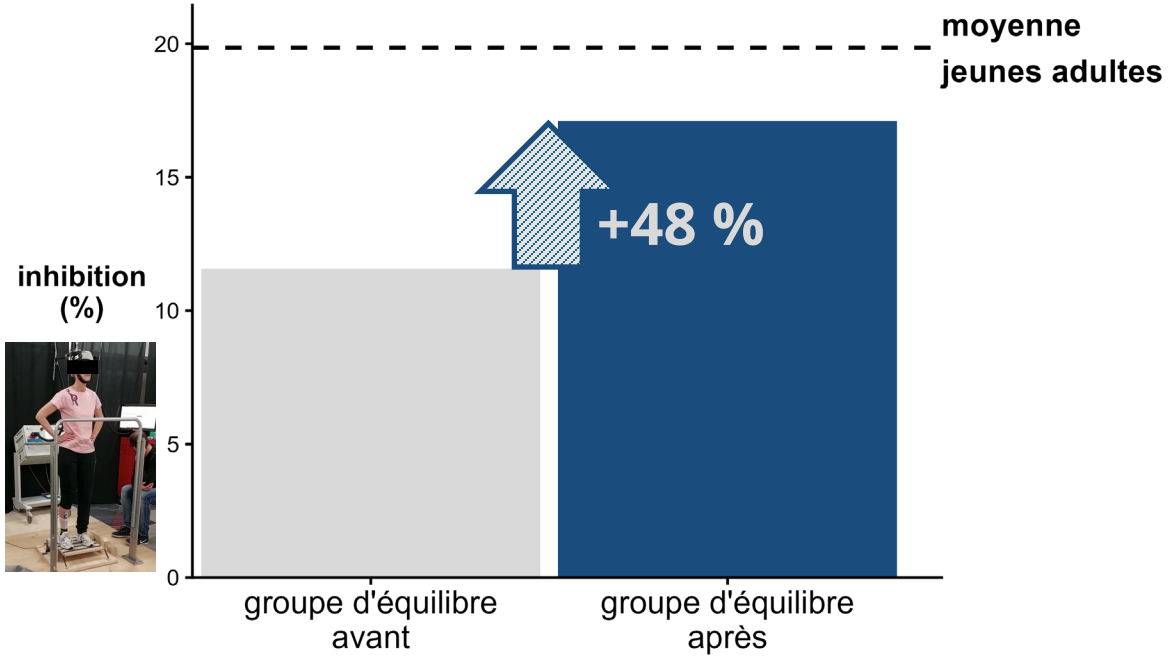


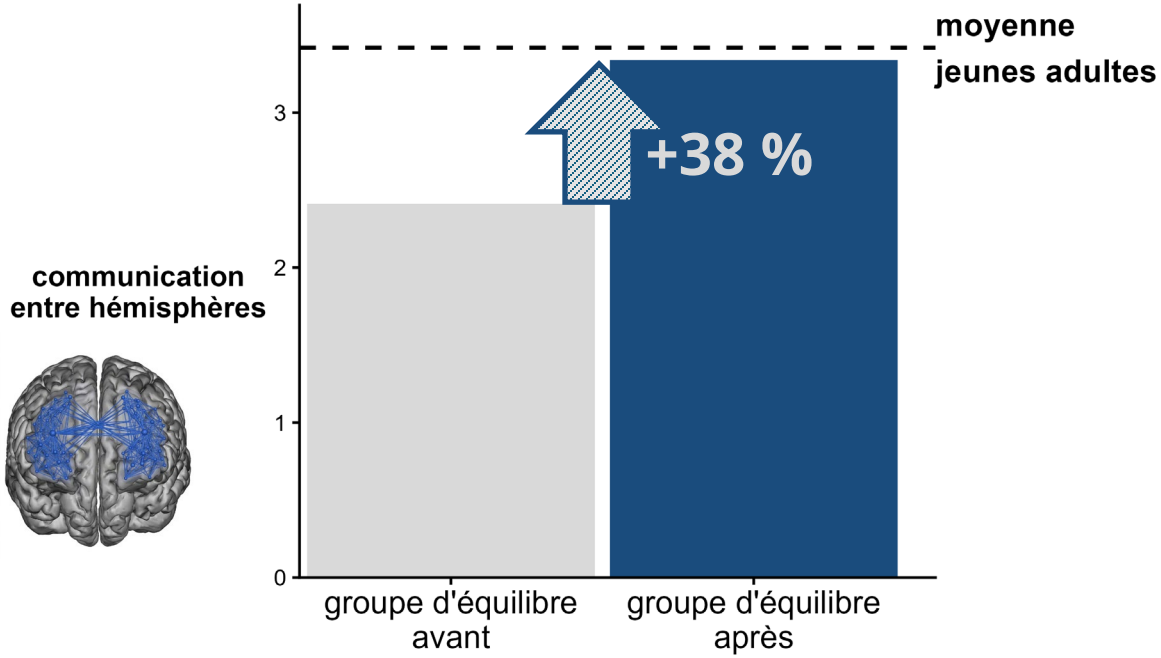


Les différences cérébrales liées à l'âge diminuent

L'inhibition pendant la tâche d'équilibre se rapproche du niveau du groupe des jeunes adultes.

La communication entre les deux hémisphères cérébraux atteint presque le niveau du groupe des jeunes adultes.





Messages clés

Des adaptations spécifiques apparaissent déjà après trois mois d'entraînement de l'équilibre ou de la force. Idéalement, les deux devraient être combinées.



Non invasif, sans médicament ni effet secondaire



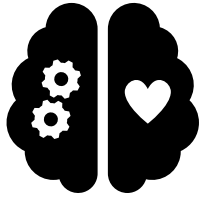
Effets bénéfiques sur le sommeil



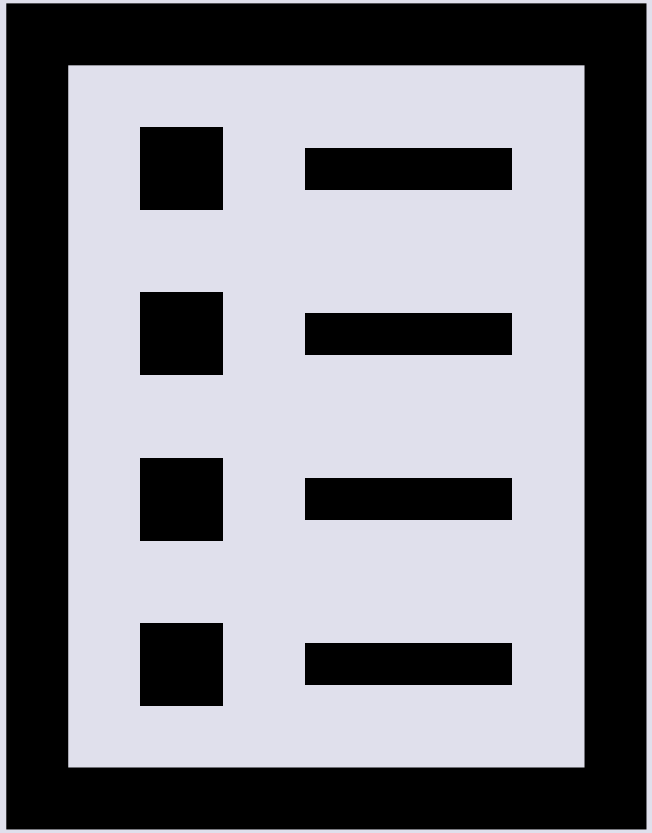
Améliore la stabilité & réduit le risque de blessure



Accessible et réalisable pour la plupart des personnes âgées



Le cerveau conserve sa capacité d'apprentissage et d'adaptation tout au long de la vie



Contenu

- Introduction générale
- Quelques chiffres et faits sur le projet
- Rétrospective
- Liste des publications
- Publications et principaux messages de l’étude
- **Remerciements**

Merci à toutes et à tous !







Y compris aux participants des groupes témoins !

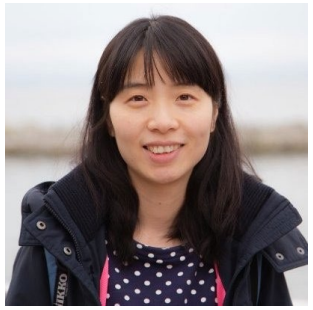
Merci à toutes les personnes impliquées

Équipe scientifique


Prof. Dr. Wolfgang Taube


Dr. Sven Egger


Prof. Dr. Björn Rasch


Dr. Lijing Xin


PD Dr. Benedikt Lauber


Selin Scherrer


Dr. Anna Wick

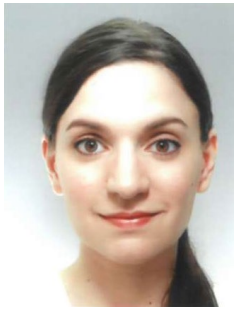

Dr. Xinyu Liu

Équipe d'entraînement


Franziska Peier


Mathilde Truffer


Alexandra Perroud


Melanie Lema

Soutenu par : FNSNF Swiss National Science Foundation

Collaboration entre : UNI FR EPFL

Références

- IA:
  - Certaines illustrations ont été générées avec l’aide de Gemini et de Microsoft Copilot
- Icônes:
  - Icône miroir (diapositive 3) : conçue par Hajicon sur Flaticon
  - Work-life balance (diapositive 3): conçue par logisstudio sur Flaticon
  - Contacts sociaux (diapositive 3): conçue par Magnific sur Flaticon
  - Prévention des chutes (diapositive 6): Shutterstock
  - Récupération (diapositive 6): conçue par Magnific sur Flaticon
  - Douleurs cervicales (diapositive 6): iStock
  - Capacité de saut (diapositive 6): conçue par Magnific sur Flaticon