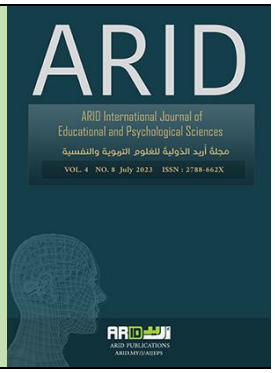
ARID Journals

ARID International Journal of Educational and Psychological Sciences (AIJEPS)

Journal home page: http://arid.my/j/aijeps



مَجلةُ أُريد الدَّوليةُ للعُلومِ التربوية والنفسية

العدد 8، المجلد 4، تموز 2023 م

الشيخوخة العادية للدماغ بين المطواعية العصبية وتراجع الوظائف المعرفية

نوال اليوبي* بنعيسى زغبوش

مختبر السوسيولوجيا والسيكولوجيا، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، فاس، المغرب

Normal Aging of the Brain between Neuroplasticity and Impairment of Cognitive Functions

Naoual El YOUBI* Benaissa ZARHBOUCH

Psychological, Sociological and Cultural Studies laboratory, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco

naoual.elyoubi@usmba.ac.ma
arid.my/0007-7400
https://doi.org/10.36772/arid.aijeps.2023.488

ARTICLE INFO

Article history:
Received 21/12/2022
Received in revised form 20/02/2023
Accepted 16/05/2023
Available online 15/07/2023
https://doi.org/10.36772/arid.aijeps.2023.488

ABSTRACT

The concept of "successful aging" has become a key interest for researchers in general and neuro-cognitive psychologists in particular. They have tried to find a way to get elderly people to maintain a healthy, unimpaired life, especially after the steadily increase of people over 60 years on the global and Moroccan levels and the effects of aging in the decline of their cognitive abilities and its corresponding psychological sufferings, which might decrease the quality of their life.

From this standpoint, this study aims to explore some possibilities by which a (healthy) individual can resist the aging factor and consequently enjoy a successful aging. In this sense, we bring into discussion scientific justifications based on brain imaging techniques to explain the characteristics of normal aging of the brain and the nature of its implications on the cognitive functions. On this basis, we could monitor the relationship between neurophysiological changes that occur in the brain and the decline that occurs in the various cognitive functions. To achieve this end, we will examine the relationship between a "destructive" factor (aging) that leads to a decline in people's cognitive abilities and "restorative" factor that helps an individual resist the normal neuro-cognitive manifestations of aging. The matter is related to the concept of "neuroplasticity", as an innate ability for adaption that enables the brain to reorganize itself to adapt to the surrounding variables. Such adoption is activated according to the external circumstances and stimuli. Therefore, the brain activation differs from one person to another. In this context, we will evoke the concept of cognitive "reserve" and its central role in explaining the aforementioned inter-individual differences.

Key words: normal neurological aging, normal cognitive aging, brain, Neuroplasticity, reserve

الملخص

أضحى مفهوم "الشيخوخة الناجحة"، مفهوما مركزيا يحظى باهتمام الباحثين عموما، ونظرائهم في مجال السيكولوجيا العصبية-المعرفية على وجه مخصوص، في سبيل الوصول بالأشخاص المتقدمين في السن إلى الحفاظ على حياة صحية سليمة، خصوصا بعد التزايد المضطرد للأشخاص الذين تفوق أعمارهم 60 سنة: عالميا ومغربيا، وما ينتج عنه من تدهور قدراتهم المعرفية، وما يرافق ذلك من معاناة نفسية، قد تؤدي إلى انخفاض جودة حياتهم.

ومن هذا المنطلق، تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف بعض الإمكانيات التي يستطيع معها الفرد (السليم) مقاومة عامل التقدم في السن، وبالتالي، التمتع بشيخوخة ناجحة. سبيلنا في ذلك، استحضار مسوغات علمية تعتمد تقنيات التصوير الدماغي، لتوضيح خصائص الشيخوخة العادية للدماغ، وطبيعة انعكاسها على الوظائف المعرفية، ومن ثم، رصد العلاقة بين التحولات العصبية-الفيزيولوجية التي تحدث على مستوى الدماغ، والتراجع الذي يحدث على مستوى مختلف الوظائف المعرفية. ولتحقيق هذه الغاية، سنبحث في العلاقة القائمة بين عامل "مُهدّم" (التقدم في السن) يفضي إلى تراجع القدرات المعرفية للأشخاص، وعامل "مُرمّم" يساعد الفرد على مقاومة مظاهر الشيخوخة العصبية-المعرفية العادية. يتعلق الأمر بمفهوم "المطواعية العصبية"، باعتبارها قدرة فطرية على التكيف، تمكن الدماغ من إعادة تنظيم نفسه للتكيف مع متغيرات المحيط، ويتم تفعيلها وفقا للظروف والمحفزات الخارجية، مما يحيل على اختلاف نشاطها من شخص إلى آخر. وفي هذا الإطار، سنستحضر مفهوم "الاحتياطي"، ودوره المركزي في تفسير الاختلافات بين-الفردية المذكورة.

الكلمات المفتاحية: الشيخوخة العصبية العادية، الشيخوخة المعرفية العادية، الدماغ، المطواعية العصبية، الاحتياطي

1. مقدمة

يعرف العالم منذ منتصف القرن العشرين، وبوثيرة مضطردة، تزايد نسبة المسنين الذين تبلغ أعمارهم 60 سنة فما فوق، ويتوقع استمرار هذا الارتفاع خلال النصف الأول من القرن الواحد العشرين، ليصل إلى حدود 22 في المائة في أقف سنة 2050 (المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي/ المغرب، 2015)، ويعزى ذلك إلى ارتفاع متوسط العمر المتوقع، الراجع إلى تجويد الخدمات الصحية (الوقائية منها والعلاجية)، بالإضافة إلى اعتماد أنماط حياة صحية (التقرير العالمي حول الشيخوخة والصحة، 2016). وهذا، ما جعل من الاهتمام بهذه الشريحة الاجتماعية أمرا ملحا، خصوصا بعد ظهور مختلف مظاهر "الشيخوخة السيئة" أو "التشيخ السيئ"، التي تعتبر الصعوبات المعرفية اليومية أهمها، مثل: فقدان الكلمات، والعجز المؤقت عن تذكر الأمكنة، أو مكان وضع الأشياء اليومية، ومشاكل تدبير الميزانية... ناهيك عن تفاقم الأمراض التنكسية العصبية، ونخص بالذكر منها، مرض الزهايمر بوصفه الأكثر انتشارا (Gil, 2018)، مما يؤثر سلبا في جودة حياة الأشخاص.

وبناء على ذلك، أصبح الحفاظ على استقلالية الأشخاص المسنين، من بين اهتمامات السلطات العامة بشكل خاص (المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي/ المغرب، 2015)، مما جعل من مفهوم "الشيخوخة الناجحة» مفهوما مركزيا، يحظى باهتمام الباحثين عموما، ونظرائهم المتخصصين في مجال السيكولوجيا العصبية - المعرفية على وجه مخصوص، لاسيما أن الحفاظ على الاستقلالية الذاتية للأشخاص، رهين بسلامة الاشتغال العصبي - المعرفي، في سبيل الوصول بالأشخاص إلى عيش حياة سليمة، رغم تقدمهم في السن.

ومن هذا المنطلق، ومادام الدماغ بمثابة القاعدة العصبية التي تسند الوظائف المعرفية، سنعتمد في هذه الدراسة، نتائج أبحاث علمية أنجزت في هذا المجال، بمساعدة تقنيات التصوير الدماغي، في محاولة منا لاستكشاف بعض الإمكانيات المرتبطة بنمط الحياة، التي يستطيع معها الأشخاص مقاومة التراجع المعرفي العادي المقرون بالتقدم في السن، وبالتالي، التمتع بشيخوخة ناجحة.

ولتحقيق هدف الدراسة، سنناقش ثلاث نقاط أساس: أولا، رصد طبيعة العلاقة بين الشيخوخة العصبية والشيخوخة المعرفية؛ ثانيا، البحث ضمن هذه العلاقة، عن الدور الذي تلعبه المطواعية العصبيةNeural Plasticity؛ ثالثا، تسليط الضوء، على مفهوم " الاحتياطي المعرفي Cognitive Reserve" في علاقته بالمطواعية العصبية ودوره المركزي في تفسير الاختلافات البينفردية.

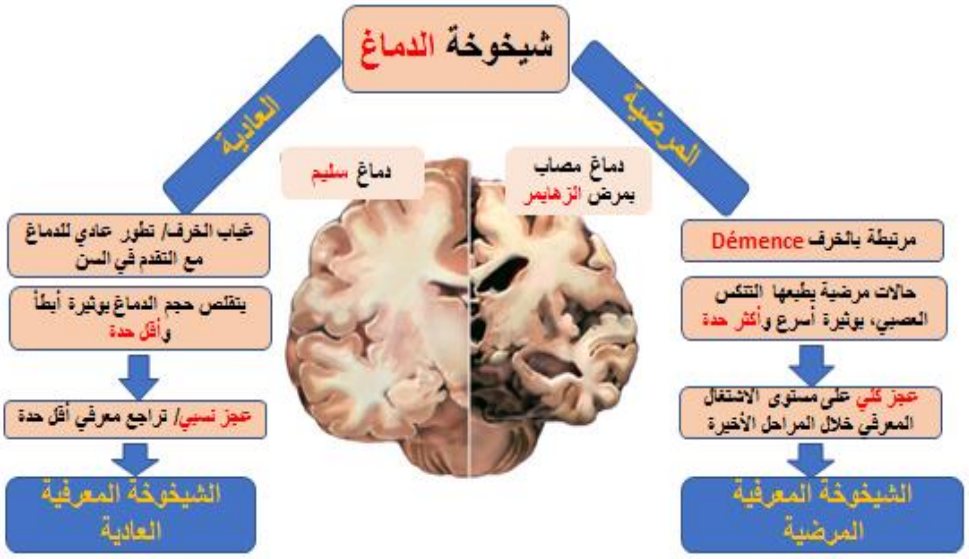
2. الشيخوخة العصبية-المعرفية العادية

في إطار ما يسمى بالشيخوخة العادية، المقرونة بالتقدم في السن، وحسب دوفور Dufour وآخرون (2018: 01)، يعرف الأشخاص الأسوياء، الذين هم في منأى عن الأمراض المرتبطة بالشيخوخة الخلوية، تغيرات فيزيائية وفيزيولوجية ونفسية عديدة، بالإضافة إلى التغيرات التي تحدث فيزيولوجيا على مستوى إفراز العديد من الهرمونات (هرمون النمو (GH)، الهرمونات الجنسية، هرمونات الغدة الدرقية، هرمونات الغدة النخامية...) (Duclos, 2006, 194)، وتعد التغيرات المذكورة، بمثابة عوامل اختطار Facteurs de risque بيولوجية، من شأنها تعزيز الهشاشة النفسية للأشخاص (دوفال Duval، 2020: 27). فما المقصود بهذه المفاهيم؟

يمكن توضيح هذه المسألة، من خلال محورين:

- **الشيخوخة العصبية العادية**: على غرار جل الأنظمة الفيزيولوجية للجسم، يعرف النظام العصبي في شقيه: المحيطي والمركزي، تغيرات مع التقدم في السن، سواء على المستوى البنيوي أو الوظيفي (في غياب الأمراض التنكسية العصبية Les maladies neurodégénératives)، وتنعكس التغيرات العصبية التي تطال الدماغ على الاشتغال المعرفي في إطار ما يسمى بالشيخوخة المعرفية العادية، مما يفضي إلى تراجع بعض الوظائف المعرفية، مثل: الانتباه، والذاكرة، والوظائف التنفيذية... (Dufour, 2008, 01)، ويمكن لهذا التراجع أن يظهر ابتداء من سن الثلاثين (سالتوز Saltouse 2009، نقلا عن: دوفور Dufour وآخرون، 2018: 02)، كما تظل الشيخوخة العصبية عامل اختطار رئيسي لمرض الزهايمر (Loubet, & Michel, 2004).

- **الشيخوخة المعرفية العادية:** وهنا نستحضر، التمييز بين الشيخوخة المعرفية العادية، والشيخوخة المعرفية المرضية المرتبطة بالخرف "Démence"، حيث يستعمل هذا المصطلح لوصف حالات مرضية يطبعها التنكّس العصبي، تتعرض خلالها مناطق الدماغ المختلفة إلى التدمير التدريجي، وبوتيرة أسرع وأكثر حدة، مقارنة مع الشيخوخة العادية، مما يؤدي في نهاية المطاف إلى عجز كلي على مستوى الاشتغال المعرفي (Buée, & Maurage, 2008)، وهو ما نوضحه من خلال الشكل 1 الموالي:



شكل (1): الحدود الفاصلة بين الشيخوخة المعرفية العادية والشيخوخة المعرفية المرضية

وعلاقة بما سبق، يستدعي الاشتغال الجيد للوظائف المعرفية سلامة بنية الدماغ وسلامة اشتغاله، وفي هذا الصدد، وبعد أن كان الحصول على مقاييس للحجم العصبي، حسب راز Raz وآخرون (2005، نقلا عن: إسانغريني Isingrini وأنجل Angel 2015: 304)، رهينا فقط بإنجاز أبحاث ما بعد الوفاة، ظهرت تقنيات التصوير بالرنين المغناطيسي (IRM)، التي سمحت برصد أدق للتحولات التي تطرأ على حجم الدماغ مع التقدم في السن، معتمدة في ذلك، على التدرج أمامي/ خلفي (antérieur/postérieur)، وبالتالي، استطاعت إلى جانب تقنيات التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (IRMf) أن تجيب عن عديد من تساؤلات الباحثين في مجال السيكولوجيا العصبية-المعرفية، خصوصا ما تعلق منها بتحديد طبيعة العلاقة القائمة بين البنيات الدماغية والاشتغال المعرفي عموما، وبين الشيخوخة المعرفية والتغيرات العصبية: البنيوية والوظيفية، المرتبطة بها على وجه مخصوص. فما المظاهر البنيوية والوظيفية التي تطبع الشيخوخة العادية للدماغ؟

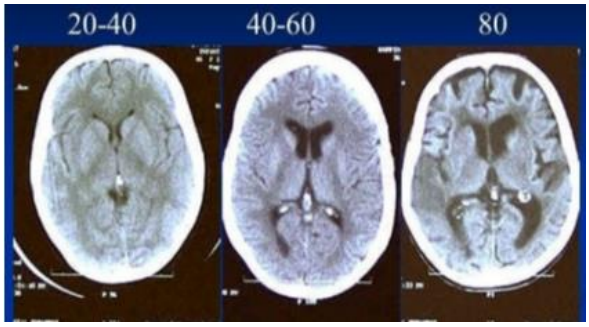
3. الشيخوخة العادية للدماغ والتحولات البنيوية والوظيفية

تظهر الشيخوخة العادية للدماغ، من خلال التغيرات التشريحية، والنسيجية histologiques، والاستقلابية، التي تحدث فيه، ناهيك عن تضرر الأوعية الدموية، مما يحيل على احتمالية ضمور الحجم العصبي مع التقدم في السن. ونوضح هذه المسألة من خلال النقاط التالية:

1.3. الشيخوخة العادية للدماغ والتحولات العصبية-البنيوية (المورفولوجية)

لتوضيح هذه العلاقة، نستحضر ثلاثة عناصر أساس:

- **الحجم العصبي والسمك القشري:** للإلمام الجيد بالتحولات العصبية البنيوية ومظاهرها، استعمل الباحثون وسائل وتقنيات مختلفة. وفي هذا الصدد، أشار جيل Gil (2018: 723) إلى تراجع عدد الخلايا العصبية (حوالي 100 مليار خلية عصبية)، واتخاذه منحى تنازليا حتى حوالي 86 مليار خلية عصبية (حسب نتائج تحليل عينات من أمخاخ الجثث)، مما يفضي إلى الانخفاض التدريجي للحجم العصبي مع التقدم في السن (انظر الشكل: 2). كما أكدت نتائج الدراسات المنجزة لرصد التحولات العصبية البنيوية المرتبطة بالتقدم في السن، والتي تحققت بواسطة تقنية voxel par voxel (أي رصد تحولات سمك الرداء القشري manteau cortical مع التقدم في السن)، إلى حدوث تبدل تفاضلي لحجم القشرة ما قبل- الجبهية، مما يدعم فرضية التنفيذ - الجبهي Execution-frontale (Desgrangers, Faure, & Eustache, 2014, 336). وبناء على الدراسات المعتمدة على التصوير الدماغي البنيوي، لاحظ سيكسو Siksou (2012: 38) حدة تقلص حجم الدماغ، على مستوى البنيات الأمامية antérieures، مقابل انخفاضها التدريجي، كلما اتجهنا نحو الباحات القفوية occipitaux. وفي الاتجاه نفسه، يعتبر كل من إسانغريني Isingrini وأنجل Angel (2015: 304)، القشرة الجبهية بمثابة المنطقة العصبية الأكثر حساسية لعامل التقدم في السن، متبوعة بالفصوص الجدارية، فالفصوص الصدغية، ثم الفصوص القفوية.



شكل (2): صور مقطعية تبين تدرج أحجام الدماغ(Atrophie) مع التقدم في السن

وارتباطا بالموضوع نفسه، شكل الحصين Hippocampe موضوع أبحاث عدة، تباينت من حيث نتائجها، مما جعل من منحى تطور حجم هذا الأخير على مدار الحياة موضوع نقاش. فبينما تؤكد بعض معطيات التصوير بالرنين المغناطيسي على الضمور الحصيني للأشخاص المسنين غير المصابين بأي نوع من أنواع الخرف، يشير البعض الآخر إلى الانخفاض النسبي لحجم هذا الأخير بغض النظر عن سن الشخص (Dufour et al., 2018, 03). وفي هذا الإطار، بينت بعض الدراسات المستخلصة من نتائج الدراسة الكلية للدماغ (voxel par voxel)، أن الجزء الخلفي من الحصين يعتبر الأكثر حساسية لعامل التقدم في السن، مقارنة مع الجزء الأمامي.(Desgrangers et al., 2014, 337) وفي الميدان نفسه، يعرف حجم المخيخ تقلصا معتدلا في الحجم مع التقدم في السن، نسبته حوالي 2 في المائة (Chéron, 2006, 03)، فيما يعد المهاد (وبالأخص الأنوية الجانبية) ، أكثر المناطق العصبية مقاومة لعامل التقدم في السن (Kalpouzos et al., 2008, 103).

- **المادة البيضاء Substance blanche (المحاور العصبية):** يتبع تطور حجم المادة البيضاء على مدار الحياة، منحى على شكل U معكوس، على اعتبار أن هذا الأخير، يأخذ منحى تصاعديا إلى حدود بداية سن النضج، حيث يعرف استقرارا لسنوات، لينحدر بعدها مع التقدم في السن (كندي Kennedy وآخرون، 2007، نقلا عن: إسانغريني Isingrini وأنجل Angel، 2015: 305)، ويتخذ النقصان الملاحظ على مستوى حجم المادة البيضاء (التي تتشكل أساسا من المحاور العصبية)، وتيرة أسرع وأشمل، مقارنة مع نظيره المتعلق بحجم المادة الرمادية، مع ظهور علامات فقدان Démyélinisation الميلانين (Siskou, 2012, 38).

- **المستوى العصبي- الكيميائي (الدوبامين Dopamine):** وعلى غرار التغيرات البنيوية، تتأثر الخصائص العصبية-الكيميائية بدورها مع التقدم في السن، وذلك على مستوى بعض أنظمة النواقل العصبية neurotransmetteurs، ونخص بالذكر هنا، تأثر النظام الدوباميني، الذي يلعب دورا حاسما على مستوى الوظائف المعرفية، خصوصا منها عالية المستوى (Isingrini, & Angel, 2015, 305)، وذلك في شكل تبدلات على مستوى كل من المستقبلات الخاصة بالدوبامين، وحويصلات التخزين vésicules de stockage (Siskou, 2012, 38)، ويلاحظ هذا الفقدان الدوباميني، على مستوى مختلف المناطق العصبية، مثل القشرات الجبهية، والصدغية، والقفوية، إلى جانب الحصين، والمهاد (باكمان Backman، 2000، نقلا عن: إسانغريني وأنجل، 2015: 305)، كما تعتبر مسارات الدوبامين التي تعمل على إسقاط المادة السوداء من جدع الدماغ إلى القشرة-الجبهية، أكثر حساسية لعامل التقدم في السن، مما يعزز الضمور القشري على مستوى المنطقة المذكورة خلال مرحلة الشيخوخة العادية (Dufour et al., 2018, 03).

2.3. الشيخوخة المعرفية والتحولات العصبية- الوظيفية (الاستقلابية Métaboliques)

أجمعت الدراسات التي ركزت على التبدلات العصبية المرتبطة بالتقدم في السن، على الإصابة العصبية - البنيوية-الوظيفية للقشرة الجبهية (كالبوزوس Kalpouzos وآخرون، 2008: 102). وإضافة إلى ما توصلنا إليه بخصوص التغيرات العصبية- البنيوية، وبالموازاة مع التقدم في السن، تعرف بعض البنيات الدماغية تغيرات استقلابية، كشفت عنها تقنيات تقييم التغيرات الكمية لتدفق الدم عبر مختلف البنيات العصبية، أوما يسمى بالاستجابة الدموية- الحركية - العصبية réponse hémodynamique cérébrale، والتي تعكس، حسب هودي Houdé وآخرون (2010)، الاختلافات التي تطبع نشاط الخلايا العصبية، من حيث احتياجاتها الضرورية للطاقة (كلوكوز وأوكسجين)، لضمان الحفاظ على اشتغال أمثل، بالنظر إلى التزايد الملحوظ للاحتياجات الطاقية للمناطق العصبية المجندة لإنجاز مهمة معرفية محددة (Dufour et al., 2018: 04)، والذي يتزامن، حسب بينيكو Pénicaud وآخرون (2016)، مع ازدياد نشاطها، مما يستلزم ارتفاع نسبة الصبيب الدموي القادم إلى البنيات العصبية المتدخلة، بهدف تزويدها بالكليكوز، الذي يلعب دورا مركزيا على مستوى مراقبة الاستجابات الغددية، والعصبية المختلفة، وتضبيط نشاط الخلايا العصبية.

وفي هذا الصدد، تشير المعطيات المسجلة من خلال الدراسات المعتمدة على تقنية التصوير المقطعي البوزيتوني (TEP)، إلى وجود علاقة ترابطية سلبية بين التقدم في السن واستقلاب الكلوكوز، على مستوى القشرة ما قبل-الجبهية، والتلفيف الحزامي الأمامي؛ كما تظهر البيانات الناتجة عن الدراسات التي جمعت بين تقنيتي: التصوير بالرنين المغناطيسي البنيوي IRM، وتقنية (TEP)، أن الفص ما قبل– الجبهي هو المنطقة العصبية الأكثر تضررا، خلال مرحلة الشيخوخة العادية، ويتمثل الضرر المذكور، حسب كالبوزوس Kalpouzos وآخرون (2009، نقلا عن: دوفورDufour وآخرون، 2018: 05)، في ضمور على مستوى المادتين: البيضاء والرمادية، وبالموازاة مع ذلك، تعرف البنية العصبية المذكورة، نقصا استقلابيا للكاربوهيدرات hypométabolisme glucidique في حالة الراحة، مما يفضي إلى أداء أقل في حالة الاشتغال.

4. الشيخوخة العادية للدماغ وتراجع الوظائف المعرفية

بناء على ما سبق، ومادام تقلص حجم بنية عصبية معينة يفضي، حسب أوجارد Picp, & Aujard وآخرون (2009: 60)، إلى تراجع الوظيفة المعرفية المرتبطة بأساسها العصبي، وباعتبار القشرة ما قبل- الجبهية بمثابة المنطقة العصبية الأكثر حساسية لعامل التقدم في السن، ينعكس ذلك سلبا على اشتغال الوظائف التنفيذية، وذاكرة العمل، والذاكرة الإبيزودية Isingrini, & Angel, 2015, 304 ; Rajah, 2005).

وينعكس ضمور حجم المخيخ المقرون بالتقدم في السن، حسب أوجارد Picp, & Aujard وآخرون (2009: 60) على مستوى توازن الجسم والتعلم الحسي - الحركي، مع العلم أن دور المخيخ لا يقتصر فقط على المظاهر الحركية، حيث أكدت نتائج الدراسات التي أنجزت بهذا الخصوص باستعمال تقنيات التصوير الدماغي الوظيفي، تدخل هذا الأخير في وظيفة ذاكرة العمل، والتعلم في شقيه: الضمني والصريح، بالإضافة إلى اللغة. وقد اقترح في هذا السياق، مفهوم "اختلال الفكرDysmétrie de la pensée"، في إطار المتلازمة المعرفية – العاطفية - المخيخية Syndrome cognitif et affectif cérébelleux (Chéron, & Bengoetxea, 2006)، مما يرجح إمكانية تأثر سيرورة التعلم، واشتغال ذاكرة العمل، من جراء التبدل العصبي المذكور (Picp, & Aujard et al., 2009, 60).

وفي السياق ذاته، ربط الباحثون العجز الحاصل على مستوى الدوبامين، بالتراجع المرتبط بمهام الذاكرة الإبيزودية وسرعة المعالجة (باكمان Backman، 2000، نقلا عن: إسانغريني وأنجل 2015: 305). كما تصاحب التبدلات التي تعرفها المادة البيضاء مع التقدم في السن، والتي تنتشر بشكل أوسع على مستوى المناطق الجبهية، أداءات ضعيفة على مستوى المهام المرتبطة بسرعة معالجة المعلومة، والوظائف التنفيذية، والذاكرة (Isingrini, & Angel, 2015, 305).

وبناء عليه، تتجلى مظاهر الشيخوخة المعرفية من خلال تراجع الأداءات المعرفية، الناتج عن انخفاض مستوى الاشتغال المعرفي، مما ينعكس سلبا على جودة حياة الأشخاص مع التقدم في السن، بسبب الصعوبات التي تعترضهم من جراء ذلك، ويظهر هذا التراجع المعرفي بالموازاة مع تبدل البنيات العصبية (بالط Baltes، 1999، نقلا عن: سيكسو Siksou، 2012: 38)، ليتخذ، حسب إسانجريني Isingrini وطاكونا Taconnat (1998: 62)، طابعا انتقائيا، يعكس الطبيعة الانتقائية، للتحولات التي تطال مناطق الدماغ الداعمة للوظائف المعرفية، بدليل تراجع بعض الوظائف المعرفية، وانحفاظ أخرى (أنجل وآخرون 2010، نقلا عن: طاكونا Taconnatولومير Lemaire، 2014)، مما يدفعنا إلى التساؤل عن النمط المميز للشيخوخة العصبية - المعرفية العادية، من حيث تأثيرها في الأفراد: فما طبيعة تأثير الشيخوخة المعرفية على مستوى الأفراد؟ وهل تؤثر الشيخوخة المعرفية في الأفراد بشكل متكافئ؟ أم بشكل انتقائي؟

5. الشيخوخة المعرفية العادية والاختلافات البيفردية

انطلاقا من الملاحظات الناتجة عن بعض الدراسات التي عملت، على مقارنة الأشخاص المسنين ببعضهم البعض على مستوى اشتغالهم المعرفي، ومقارنة الشيوخ بالشباب على المستوى نفسه، وحسب جوانيت Joinnette وسكا(285:2006) Ska، تم استنتاج أن تطور الكفاءات المعرفية لهؤلاء الأشخاص، لا يتبع دائما نمطا زمنيا « pattern temporel»، بدليل احتفاظ بعضهم بمستوى عالي من الكفاءة المعرفية، يضاهي نظيره لدى الشباب، مقابل تراجع هذه الأخيرة لدى البعض الآخر، وبشكل مبكر في بعض الأحيان. وفي هذا السياق، وحسب فان دير لندن Van der Linden (2017)، أثبتت بعض الدراسات الطولية تزايد الاختلافات المسجلة على مستوى الأداءات المعرفية للأشخاص مع التقدم في السن، مع اختلاف طبيعة التغيرات المعرفية الملحوظة لدى هؤلاء الأشخاص، حيث يجد بعضهم صعوبة في تنفيذ مهمتين متزامنتين، في حين يجد البعض الآخر صعوبة أكبر في إنجاز المهام البصرية-المكانية Joinnette,)

(Ska, 2006, 285 &، ويعزى ذلك، حسب لومير Lemaire ودوبوا Dubois (2010: 16)، إلى توافر الدماغ على مطواعية Plasticité من شأنها، حسب أسانجريني Isingrini وأنجل Angel (2015: 308)، تعويض التبدلات العصبية التي تحدث مع التقدم في السن. ويشير مفهوم "التعويض العصبي" إلى أن استعمال الشبكات العصبية البديلة من لدن الأشخاص المسنين، يسمح لهم بتقليص حدة التأثير السلبي للشيخوخة العادية، ويظهر ذلك من خلال تحسن أداءاتهم المعرفية.

وهذا ما يمنحنا مشروعية التساؤل حول خصائص هذه المطواعية وميكانيزماتها، مادام الفهم الجيد لهذه الأخيرة، يساهم في تفسير طبيعة العلاقة بين التغيرات العصبية-البنيوية-الوظيفية المرتبطة بالتقدم في السن، والأداءات المعرفية لدى الأشخاص المسنين، من حيث اختلافها من شخص إلى آخر (الاختلافات البيفردية). فما مطواعية الدماغ؟ وما ميكانيزماتها وخصائصها؟ وما علاقتها بالشيخوخة؟

6. الشيخوخة المعرفية العادية والمطواعية العصبية

تعد المطواعية العصبية، حسب غريسونس Gressens (98:2015)، بمثابة خاصية دينامية، تجعل الدماغ عضوا طيعا، يتأثر بالتجربة، ويتكيف مع المحيط، مما يساهم في تطوير الطريقة التي يعتمدها لمعالجة المعلومات مع التقدم في السن، وبالتالي، ضمان سلامة الاشتغال العصبي على امتداد الحياة (Martin, 2010, 26). فمن شأن المطواعية المذكورة إذن، تعزيز قدرة الدماغ على التكيف وفقا للتغيرات البيئية، مما يجعل منه بنية متغيرة باستمرار (Siskou, 2012, 39)، خصوصا وأن الدماغ، وكما تصفه كيلباني (Quelbani2017)، عضو تفاعلي بامتياز. وفي السياق ذاته، يعتبر مارتان Martin (2010: 28) المطواعية العصبية قدرة فطرية على التكيف، يتم تفعيلها وفقا للظروف والمحفزات الخارجية، بما يفيد، حسب غريسونس (2015: 99)، اختلافها من شخص إلى آخر، بدلالة ما يسمى بالفوق تكويني épigénétique (أي: التفاعل بين البرنامج الوراثي والعوامل البيئية)، مما يفيد تدخل عدد من العوامل، الداخلية منها والخارجية، في عملية تضبيط المطواعية. فحسب مارتان Martin (2010: 28)، تعتير الوراثة (غير المتأثرة بعامل إعادة التأهيل بشكل مباشر)، والتغذية، والبيئة بصفة عامة (كم المحفزات الخارجية وجودتها)، والإفرازات الهرمونية في علاقتها مع الضغط النفسي... من أهم العوامل التي من شأنها أن تغير المسار الطبيعي لتطور المطواعية العصبية مع التقدم في السن.

وفي هذا الإطار، يمكن استخلاص، إمكانية تدخل مختلف العوامل الخارجية المذكورة (كما سنرى ذلك لاحقا)، قصد توجيه عمل الجينات لضمان استمرارية سلامة الاشتغال العصبي، مما يفيد أن تأثير عامل التقدم في السن في القدرات الفطرية (على مستوى القشرة الدماغية) يظل نسبيا، وقابلا للمعكوسية réversible (Martin, 2010)، مما يدفعنا إلى استبعاد فكرة ثبات طريقة اشتغال الدماغ (الكلاسيكية) بمجرد وصوله درجة النضج، وتعزيز فكرة دينامية الدماغ. ومن ثم، تتجلى المطواعية العصبية في حدوث تغيرات على مستوى التنشيط العصبي أثناء إنجاز مهام معرفية، تتأرجح طبيعتها بين ما هو كمي وما هو كيفي، أو هما معا، وذلك، بهدف مقاومة تراجع وظيفة الدماغ مع التقدم في السن، وتحقيق أداءات معرفية من لدن كبار السن، تضاهي نظيرتها لدى الشباب. تنجز هذه العملية فعل تجنيد سيرورات تعويضية، كلما وضع الشخص في وضعيات مركبة معرفيا، أو كلما واجهته تحديات معرفية معينة تستدعي تكيفه، بهدف تحقيق اشتغال معرفي مثالي (التعلمات المكثفة منذ الطفولة، اكتساب قدرات جديدة في مرحلة الرشد..). يتعلق الأمر، إذن، باستجابة طبيعية للدماغ بهدف التكيف مع وضعية ملحة، وليست باستجابة محددة وخاصة بالتغيرات الفيزيولوجية والذهنية المصاحبة لمرحلة الشيخوخة (Collette, 2019, 24).

وبناء على الدراسات التي أنجزت في هذا المجال، لا يصل إلى الهدف المذكور جميع الأفراد المنتمين إلى الفئة العمرية نفسها، بالنظر إلى الطبيعة المرنة التي تطبع العلاقة بين درجة الإصابات الدماغية والأداءات المعرفية، من حيث تغيرها بشكل ملموس من شخص لآخر، مما يوحي باحتمال تدخل عوامل من شأنها أن تؤثر في أوجه عمل المطواعية العصبية وآلياتها مع التقدم في السن، لتحول دون انعكاس مكان الإصابة الدماغية ودرجتها على الأداءات المعرفية لبعض الأشخاص دون غيرهم، أو بعبارة أخرى، عوامل قد

تساعد على مقاومة الأضرار الدماغية، مما يحول دون ترجمتها سلوكيا لدى البعض فقط، مقابل فشل البعض الآخر في مقاومة التحولات العصبية السابق ذكرها، مما ينعكس سلبا على مستوى أداءاتهم المعرفية، من جراء تراجع وتيرة الاشتغال المعرفي كما وكيفا. وهذا في نظرنا ما يمنحنا مشروعية التساؤل: ما العوامل المؤثرة في المطواعية العصبية مع التقدم في السن؟ أو بعبارة أخرى: ما العوامل المسؤولة عن ظهور اختلافات بيفردية على مستوى الأداءات المعرفية؟

7. الشيخوخة العصبية ـ المعرفية العادية والاحتياطي

1.7. مفهوم الاحتياطي

ظهر مفهوم الاحتياطي لأول مرة أواخر الثمانينيات، بعدما لاحظ الباحثون درجات شفاء متباينة لدى مرضى يعانون من إصابات دماغية مماثلة، وهو ما يجعله مرتبطا بمفهوم المطواعية العصبية (de Boyson, 2010). ويفيد هذا المفهوم، تميز الأشخاص المقاومين لعامل التقدم في السن، بالقدرة على تغيير منحى العلاقة القائمة بين نسبة الإصابة الدماغية والأداءات المعرفية. وفي الإطار نفسه، وحسب بيلفيل Belleville(2021)، يعتبر الوصول إلى فهم جيد للاختلافات البيفردية المذكورة، من بين أهم أهداف العلوم العصبية المعرفية، الرامية إلى تحديد الظروف الملائمة، التي تسمح للمسنين بالتمتع بقدرات معرفية جيدة. ولأجل تفسير التباينات البيفردية، تم اقتراح مفهوم "الاحتياطي" في شقيه: العصبي (Réserve cérébrale)، والمعرفي (réserve cognitive)، من قبل ستيرن Stern (2009، 2002)؛ بناء على كمية الاحتياطي المتوفرة لدى الأشخاص، من خلال التحولات العصبية-الفيزيولوجية، والعصبية– التشريحية، والعصبية-المعرفية المرتبطة بالتقدم في السن (Taconnat, & Bouazzaoui, 2021).

وفي هذا السياق، يعرف ديسكرانجر Desgrangers وآخرون (333:2013) الاحتياطي، باعتباره قدرة الفرد المسن على تحسين أداءاته المعرفية، سواء عبر توظيف أشمل للشبكة العصبية التي يتم توظيفها لدى الشباب، أو عن طريق توظيف شبكة عصبية مختلفة، تعكس تطوير استراتيجيات معرفية بديلة، من شأنها تعويض التحولات العصبية المرتبطة بالشيخوخة العادية، وبالتالي، فتح إمكانية تعديل الاشتغال المعرفي، وتغيير منحاه التراجعي، من خلال سلوكات الأشخاص، والعوامل المرتبطة بتجاربهم الشخصية (Guerrero-Sastoque, & Bouazzaoui, et al, 2021)، ومن أهمها، مستوى التعلم في شقيه: الاجتماعي – العاطفي، والنفس – حركي (بهتان، 2017، 195 – 196، نقلا عن: بهتان وحرقاس، 2021، 100)، الأمر الذي يتضح حسب Guerrero-Sastoque, & Bouazzaoui، وآخرون (2021)، من خلال ارتفاع الأداءات المعرفية لدى الأشخاص المسنين ذوي مستوى تعليمي عالي، مقارنة مع أقرانهم ذوي مستوى تعليمي، وهذا، ما يوحي بظهور اختلافات بيفردية على مستوى تنفيذ آليات المطواعية العصبية، التي تعكس بدورها اختلاف أنماط الحياة المتعلقة بالأشخاص (Belleville, 2021).

ومن تم، فإن قدرة الدماغ على إنشاء شبكات تعويضية جديدة، يتم تحفيزها من خلال تجارب الفرد، وتساهم أيضا، حسب ستيرن Stern (2009، نقلا عن: سيسكو Siskou، 2012) في تحفيز إعادة التنظيم الوظيفي للدماغ، ناهيك عن دورها الوقائي، مما يسمح للأشخاص بالاحتفاظ بالاحتياطي مدى الحياة. وتعتبر العوامل البيئية، أو التباينات المصاحبة لنمط الحياة، حسب بيلفيل Belleville وآخرون (2014)، بمثابة مؤشرات الاحتياطي، وبناء على ذلك، يمكن اعتبار الاحتياطي بمثابة سيرورة دينامية، تعزز القدرات المعرفية، مما يسمح بتحسين الأداءات، وتقليل حدة التأثير السلبي للشيخوخة (Taconnat, & Bouazzaoui, 2021).

وإلى جانب تحقيق نوع من الحيوية المعرفية، والانتعاش الفكري لدى الأشخاص المسنين المتمتعين بنمط حياة نشيطة (Collette, 2019, 24)، يساهم الوسط الغني بالمحفزات، حسب كرامر Kramer (2004، نقلا عن: سيسكو Siskou، 2012)، في انخفاض قابلية الإصابة بالأمراض العصبية المرتبطة بالتقدم في السن أيضا؛ بما فيها الحالات المرتبطة بالخرف Démence (فولكير Volkers وآخرون، 2011، نقلا عن: سيسكو Siskou، 2012).

2.7. الأساس العصبي- الوظيفي للاحتياطي

من أجل فهم القاعدة العصبية-المعرفية للاحتياطي، تم اقتراح نوعين أساسين من النماذج النظرية، يتعلق الأمر بكل من النماذج غير النشيطةpassifs (احتياطي ذو مميزات عصبية- تشريحية)، والنماذج النشيطة actifs (أنظمة معرفية أو شبكات دماغية تعويضية).

1.2.7. النماذج غير النشيطة للاحتياطي (الاحتياطي العصبي)

حسب النماذج غير النشيطة للاحتياطي، تؤدي الاختلافات الفردية على مستوى الخصائص البنيوية للدماغ (حجم المادة الرمادية، وعدد الخلايا العصبية، وارتفاع نقاط الاشتباك العصبي synapses...)، إلى اختلاف درجات الاحتياطي، وبناء على ذلك، لا تتمظهر الأعراض السريرية للمرض أو الشيخوخة العادية، لدى من يتوفرون على احتياطي عصبي كبير، إلا بعد تجاوز درجة الإصابة الدماغية لعتبة معينة، وذلك وفقا لنظرية العتبة Théorie du seuil (Belleville, & Boller, et al., 2014)، التي مفادها عدم ظهور آثار الإصابة الدماغية، أو التغيرات العصبية-البيولوجية على مستوى السلوك، إلا إذا وصل حجم الدماغ لعتبة معينة، مما يفيد تأخر وصول الأشخاص المتوفرين ماكروسكوبيا على حجم عصبي أكبر، أو ميكروسكوبيا على عدد أكبر من الخلايا العصبية، إلى هذه العتبة (Belleville, & Boller, et al., 2016)، أو لنقل، يمكن للشخص الذي يمتلك منذ البداية، كمية أكبر من المادة العصبية، أن يتحمل الفقدان العصبي بشكل أفضل، مقارنة مع من يملك كمية عصبية أقل (Belleville, & Boller, et al., 2014)، مما يفسح المجال أمام تجنيد المزيد من الخلايا العصبية، في حال تعرض بعضها إلى التلف من جراء الإصابة، وذلك قبل تمظهر أعراض العجز الوظيفي (Stéphane, & Bonsang, et al., 2013).

ويمكن القول حسب هذه النظرية، إن الأفراد الذين ينشأون في بيئة مليئة بالمثيرات، ويتبعون نمط حياة حافل بعديد من التحفيزات المعرفية، يظهرون حجما عصبيا أكبر، وسمكا قشريا أكثر أهمية على مستوى مختلف المناطق العصبية، مما يساعد على تعويض التغيرات العصبية المورفولوجية المصاحبة للشيخوخة العادية؛ وبناء على ذلك، يمكن ربط الاختلافات البيفردية بالاختلافات على مستوى أحجام البنيات العصبية، وذلك، تبعا لمؤشرات الاحتياطي (Belleville, & Boller, et al., 2014) .

2.2.7. النماذج النشيطة للاحتياطي (الاحتياطي المعرفي)

يعتمد الاحتياطي المعرفي، حسب فيلنوف Villeneuveوبيلفيل Belleville (2010)، على الميكانيزمات النورومعرفية التي تتحقق بواسطتها مهمة معينة. وحسب النماذج النشيطة، يختلف الأشخاص باختلاف قدراتهم على تنشيط الاشتغال المعرفي، أو الشبكات العصبية الأمثل، عند قيامهم بمهمة معرفية، حيث يمكن للأشخاص المتوفرين على احتياطي مرتفع، اللجوء إلى شبكات عصبية أكثر مطواعية، أو استراتيجيات معرفية أكثر نجاعة، مما يسمح لهم بنشاط معرفي مثالي، بالرغم من التغيرات العصبية المصاحبة للتقدم في السن، فضلا عن كون هؤلاء الأشخاص هم الأكثر كفاءة في توظيف شبكات بديلة عند الإصابات الدماغية.

ووفقا للنماذج النشيطة للاحتياطي، وحسب بيلفيل Belleville وآخرون (2014)، يختلف تنظيم المشابك العصبية، أو كيفية تنشيط الشبكات العصبية من فرد إلى آخر، فكلما ارتفع الاحتياطي، تحسنت معه جودة ومرونة الشبكات العصبية المتدخلة في الاشتغال المعرفي، لتصبح أكثر ملاءمة لتجنيد الشبكات التعويضية عند حدوث تلف في الدماغ، وبالتالي، الحفاظ على مستوى من الكفاءة الوظيفية.

8. الاحتياطي العصبي-المعرفي والشيخوخة الناجحة

إن ما يثير اهتمامنا بشكل خاص، هو ارتباط الاحتياطي العصبي - المعرفي بشكل وثيق بتجارب الفرد، مثل: مستوى التعليم، ونوع المهنة، والمشاركة ضمن الأنشطة المحفزة معرفيا (مؤشرات الاحتياطي) (Stern, 2009). وفي هذا الإطار، توحي النماذج المذكورة، أن المستويات العليا من التعليم المنظم، والانخراط في المهن الأكثر تعقيدا، ناهيك عن المشاركة في الأنشطة الاجتماعية المحفزة على المستوى المعرفي، من شأنها وقاية الأفراد من تأثيرات الإصابات الدماغية، وذلك، من خلال مساعدتهم على مقاومتها عبر تجنيد

سيرورات تعويضية (سكارموس Scarmeas وستيرن، 2003، نقلا عن: فونتانا Fantana، 2017)، كما ذهب بعض الباحثين إلى اعتبار الاحتياطي المعرفي، بمثابة "احتياطي عصبي سلوكي"، بدليل مساهمة بعض السلوكات وتجارب الحياة، في الرفع من الاحتياطي (فالونزويلا Valenzuela وساشديف Sachdev، 2006، نقلا عن: فونتانا Fantana ، 2017).

يمكن القول، إذن، بإمكانية الرفع من مستوى الاحتياطي عبر إعادة تنظيمه، من خلال الحفاظ على نمط حياة غني على مستوى المحفزات المعرفية، التي تعتبر بمثابة عوامل وقائية، من شأنها أن تعزز من تكثيف الشبكات العصبية البديلة، التي تسمح بمقاومة الإصابات الدماغية (Belleville, & Bianca, 2010)، ومن ثم، الحفاظ على أداءات معرفية جيدة، من خلال مقاومة التراجع المعرفي الذي يطبع مرحلة الشيخوخة العادية (Guerrero- Sastoque & Bouazzaoui,et al, 2021)

وارتباطا بما سبق، تجدر الإشارة إلى أن التراجع الذي يطبع الشيخوخة المعرفية، لم يعد حتميا، مما يتيح إمكانية ما يسمى" التشيخ الجيد Bien vieillir "، وهو مفهوم مرادف لمفهوم "الشيخوخة الناجحة"، ويشكل، حسب بريشا Bréchat وآخرون (2008، 476)، أساسا لتغيير التمثلات الاجتماعية لمواجهة النظرة السلبية لمفهوم الشيخوخة، في إطار تغيير مفاهيمي لمقاربة هذه المرحلة الأخيرة من الحياة بشكل إيجابي، ومتعدد الأبعاد (معرفيا، ونفسيا، واجتماعيا، واقتصاديا).

خلاصة

ساهمت مختلف تقنيات التصوير الدماغي في استكشاف التغيرات العصبية، والبنيوية، والوظيفية، التي تحدث على مستوى الدماغ مع التقدم في السن، مما ساهم في تفسير الاختلافات الفردية المرصودة على مستوى الاشتغال المعرفي، وذلك من خلال الوقوف عند أهمية ما يسمى بالاحتياطي في شقيه: العصبي والمعرفي، باعتباره محددا مركزيا للفروق المذكورة، ومفسرا لها، وذلك في علاقته مع المطواعية العصبية، بوصفها القدرة الدينامية التي تميز الدماغ، والتي تسمح له بالتكيف مع مستجدات المحيط ومثيراته؛ مما قادنا إلى الوقوف عند أهم مؤشرات الاحتياطي، في ارتباطها بنمط حياة الأشخاص، وبوصفها العوامل المسؤولة عن ظهور الاختلافات البين-فردية المذكورة.

وفي هذا الصدد، ومن خلال استحضار نتائج عديد من الدراسات المتخصصة، الرامية إلى محاولة استكشاف سبل التخفيف أو الحد من مضاعفات التقهقر المعرفي المرتبط بمرحلة الشيخوخة، خلصنا إلى أن اتباع أسلوب حياة صحي (نشاط بدني منظم، وتغذية متوازنة، وأنشطة اجتماعية مكثفة، وتمديد النشاط المهني أو التطوعي، وتمديد سنوات الدراسة...)، يمكن اعتباره وسيلة ناجعة من شأنها المساهمة في الوقاية من الاضطرابات المعرفية المرتبطة بعامل التقدم في السن، وذلك من خلال الرفع من مستوى الاحتياطي بنوعيه، في علاقته مع المطواعية العصبية، ومساهمتها الفعالة في مواجهة المضاعفات العصبية-المعرفية، المرتبطة بالتقدم في السن، وبالتالي، تعزيز مقاومة الأشخاص المسنين للآثار السلبية للشيخوخة العصبية-المعرفية؛ مما ينعكس إيجابا على جودة أداءاتهم المعرفية، من حيث تحسنها، وارتقاؤها في كثير من الحالات إلى مستويات تضاهي نظيرتها لدى الشباب؛ ومما يساهم، أيضا، بشكل كبير في تجويد حياتهم، والمضي بهم قدما نحو تحقيق شيخوخة ناجعة وسليمة، أو "التشيخ الجيد".

إن ما يثير انتباهنا من خلال هذه الدراسة، وقوفنا عند الخاصية المتغيرة التي تطبع الشيخوخة العادية للدماغ، بوصفها سيرورة طبيعية تخضع لعاملي التأثير والتأثر، في علاقة دينامية دائمة بين ما هو داخلي (فطري)، وما هو خارجي (مكتسب)، بين عامل "مُهدّم" (التقدم في السن) ينتج عنه تقهقر على مستوى الاشتغال المعرفي، وعامل "مُرمّم" (المطواعية العصبية وتفاعلها الإيجابي مع مؤشرات الاحتياطي)، مما يساهم في مقاومة مظاهر الشيخوخة المعرفية لدى من يتوفرون على احتياطي أكبر، وبالتالي تحقيقهم لشيخوخة ناجحة. وهذا، ما يجعل من الشيخوخة العادية للدماغ، سيرورة غير متجانسة بامتياز، يمكن تفسيرها بمفهومي: الاحتياطي والمطواعية، وتفسير الاختلافات الفردية من خلالها، أيضا.

قائمة المراجع

- تقرير المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي (2015). الأشخاص المسنون في المغرب. اللجنة الدائمة المكلفة بالقضايا الاجتماعية والتضامن.

- بهتان، عبد القادر. (2017). جودة البحث العلمي لدى الأستاذ الباحث: مقاربة نفسية. مجلة دراسات نفسية وتربوية. جامعة ابليدة2. (عدد 15).

- بهتان، عبد القادر وحرقاس، وسيلة. (2021). تقييم الأستاذ الجامعي لنظام التعليم عن بعد في ظل جائحة كورونا. مجلة أوريد الدولية للعلوم التربوية والنفسية. المجلد2. (عدد 3).

- Angel, L., & Isingrini, M. (2015). Le vieillissement Neurocognitif: Entre Pertes et Compensation. *L'année psychologique*, 115, 289 – 324.

- Belleville, S. (2021). Plasticité cérébrale. Réserve, compensation dans le vieillissement et la phase prodromique de la maladie d'Alzheimer, *Revue Neurologique*,177, S143.

-Bier, B. & Belleville, S. (2010). Optimiser le fonctionnement cognitif au cours du vieillissement: facteurs de réserve, stimulation cognitive et plasticité cérébrale. *Revista Neuropsychologia Latinoamericana*, 2, 37 – 47.

- Boller, B., & Belleville, S. (2016). Capacité de réserve et entrainement cognitif dans le vieillissement: similarité des effets protecteurs sur la cognition et le cerveau. *Revue de Neuropsychologie*, (8), 245 – 252.

- Bréchat, P. H.; Vogel, T .; Bérard, A. ; Lonsdorfer, g .; Kaltenbach, M., & Berthel, M. (2008). Quelles actions de prévention et quelles organisations pour un vieillissement réussi? *Santé Publique*, 20, 475 – 487.

- Buée, L., & Maurage, C. A. (2008). Le vieillissement: Des Molécules et des Structures Cérébrales en Involution. *Neuropsychologie du vieillissement normal et pathologique,* 11 -26.

-Chatard, H., & Delfosse, G. (2015). Plasticité cérébrale chez l'adulte et la personne âgée: quels enjeux dans la prise en charge ophtalmologique et orthoptique? *Revue francophone d'orthoptie*, 1 – 9.

- Chéron, G., & Bengoetxea, A. (2006). Vieillissement et contrôle cérébral de l'exercice, *Science et Sport*. 21, 204 – 208.

-Collette, F. (2019). Les modifications cognitives associées au vieillissement normal: d'une conception déficitaire à une vision de compensation. In: *Revue de Neurologie*, 11, 23 – 25.

-de Boysson, C. (2010). *La plasticité cérébrale dans le vieillissement normal: effet de l'éducation formelle et de l'entrainement cognitif sur les mesures de potentiels évoqués. Neuropsychologie*, Thèse de Doctorat présentée à la Faculté de Médecine – Université de Montréal-, Canada.

-Desgranges, B. ; Kalpouzos, G. ; Chételat, G., & Eustache, F. (2007). Imagerie cérébrale et mémoire épisodique dans le vieillissement normal et pathologique. *Revue Neurologique. 235 – 236.*

-Desgranges, B. ; Kalpouzos, G., & Eustache, F. (2008). Imagerie cérébrale du vieillissement normal: contraste avec la maladie d'Alzheimer. *Revue Neurologique*, S102 – S107.

-Duclos, M. (2006). Sport, hormones et vieillissement. *Revue générale – SIENCE&SPORT*-, 194 – 198.

– Durchame – Laliberté, G. ; Boller, B., & Belleville, S. (2014). Bases cérébrales et neuro-fonctionnelles de la réserve dans le vieillissement normal. NPG *Neurologie – Psychiatrie – Gériatrie*, 1- 5.

- Duval, F. (2020). Vieillissement, modification hormonale, et vulnérabilité psychique. *NPG Neurologie – psychiatrie – Gériatrie,* 22 – 27.

- Eustache, F. ; Faure, S. & Desgranges, B. (2013). *Manuel de* neuropsy*chologie*. Molokoff: Dunod, de Boeck.

- Gil, R. (2018). Neuropsychologie du vieillissement normal et des syndromes démentiels. *Neuropsychologie, 417 – 540,* (7e édition). Paris: Elsevier Masson.

– Gressens, P. (2015). Protéger le cerveau en comprenant et mobilisant ses capacités de plasticité. *Motricité cérébrale*, 98 – 101.

- Guerrero - Sastoque, B.; Bouazzaoui, B.; Burger, L., & Taconnat, L. (2021). Effet du niveau d'études sur les performances en mémoire épisodique chez des adultes âgés: rôle médiateur de la métamémoire. *Psychologie française.*

- Houdé, O.; mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2010). *Cerveau et psychologie*. Presses Universitaires de France (puf).

- Isingrini, M., & Taconnat, L. (1998). Altérations de l'intelligence fluide et de la mémoire épisodique au cours du vieillissement: des mécanismes indépendants? *L'année psychologique*, 98, 61 – 80.

- Kalpouzos, G.; Eustache, F., & Desgrangers, B. (2008). La mémoire prospective au cours du vieillissement: déclin ou préservation? NPG *Neurologie – Psychologie – Gériatrie*, 25 – 31.

- Lemaire, P., & Bherer, L. (2005). *Psychologie de vieillissement*. Belgique: de Boeck.

-Lemaire, P., & Dubois, B. (2010). Le vieillissement cognitif. *Centre d'analyse stratégique*, 12-20.

- Lithfous, S.; Després, O., & Dufour, A. (2018). La cognition spatiale: premier signe d'alerte d'un vieillissement pathologique. In: *Le vieillissement Neurodégénératif: Méthodes de Diagnostic Différentiels*, https://doi.org/10.1016/c2016/c2016-0-02064-8, 27 - 34, France: Elsevier-Masson.

- Martin, E. (2010). Plasticité cérébrale et équilibration: Proposition de protocole en masso - kinésithérapie pour la présentation des chutes de la personne âgée. *Kinésithérapie*, La revue, 10, 24 – 29.

- Michel, B. F., & Loubet, A. (2004). Modèles cognitifs du vieillissement cérébral. *Revue Neurologique*. 160, 962.

– Pénicaud, L.; Benani, A.; Brénachot, X.; Chrétien, C.; Carneiro, L., & Fioramonti, X. (2016). Détection cérébrale du glucose, plasticité neuronale et métabolisme énergétique. *Cahiers de nutrition et de diététique*.

– Picp, J.L.; Aujard, F.; Volk, A., & Dhenain, M. (2009). Atrophie cérébrale et altérations cognitives chez le microcèbe, un modèle primate du vieillissement cérébral. *Revue Neurologique*, 165, 59 – 62.

- Quelbani, M. (2017). *Le cerveau comme enjeu philosophique*. Université de Tunis – Nirvana, Impression: *SIMPACT*.

-Rapport mondial sur Le vieillissement et La santé. *Organisation Mondiale de La santé* (2016). Bibliothèque de l'OMS, *Genève (Suisse)*.

- Sern, Y. (2009). *Cognitive reserve. Neuropsychologia*, 47, 2015 – 2028.

- Siskou, M. (2012). Introduction à la neuropsychologie clinique. Paris*:* Dunod.

- Ska, B., & Joanette, Y. (2006). Vieillissement normal et cognition. *Médicine sciences*, 22(3), 284-287.

- Stéphane, A.; Bonsang, E.; Grotz, C., & Pereman, S. (2013). Occupational activity and cognitive reserve: implications in terms of prevention of cognitive aging and Alzheimer's disease. *Clinical Interventions in aging*. Dove Medical Press Limited.

- Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society, 8*, 448 – 460.

- Taconnat, L. & Lemaire, P. (2014). Fonctions exécutives, vieillissement cognitif et variation stratégiques, *Psychologie Française*, 59, 89 – 100.

- Taconnat, L., & Bouazzaoui, B. (2021). Diversité des facteurs de réserve. *Psychologie Françaises* 66(2). DOI: 10.1016/j.psfr.2021.03.003. France: Elsevier Masson.

- Van der Linden, M. (2017). Le vieillissement cérébral et cognitif: une approche plurifactorielle et Lifespan, *Psychologie du développement*, 411 – 417.

- Villeneuve, S. & Belleville, S. (2010). Cognitive reserve and neuronal changes associated with aging. *Psychologie & Neuropsychiatrie du vieillissement*, 2(8) 133-140.