

LINGUISTIQUE PRÉDICTIVE, LANGAGE INTÉRIEUR ET SANTÉ MENTALE

M. GUIDERE. Professeur des Universités (Paris). Directeur de recherches à l'INSERM
Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, France.
CESP, U1018, Hôpital Paul-Brousse, 94807 Villejuif cedex.
mathieu.guidere@inserm.fr

Résumé : La linguistique prédictive est un domaine en pleine expansion, à l'interface des sciences du langage, des sciences cognitives et de l'intelligence artificielle, centré sur la manière dont les humains et les machines utilisent des processus prédictifs pour traiter et produire du langage. Cette discipline se distingue par son approche proactive mettant l'accent sur les mécanismes internes qui permettent d'anticiper des structures linguistiques à venir. Elle explore les processus sous-jacents à tous les niveaux du langage — morphologique, syntaxique, sémantique, pragmatique, etc. — et vise à comprendre comment ces prédictions influencent la production et la compréhension du discours.

L'objectif principal de la linguistique prédictive est de modéliser les mécanismes cognitifs pour mieux comprendre comment le cerveau traite le langage, mais aussi pour développer des modèles capables de générer, prédire et comprendre le langage de manière similaire à la cognition humaine. En se concentrant sur le langage intérieur et les mécanismes cognitifs qui permettent de prédire les structures linguistiques à différents niveaux, la linguistique prédictive vise à créer des modèles de langage capables de reproduire ces capacités prédictives. Ce faisant, elle pourrait révolutionner le traitement automatique du langage naturel et ouvrir la voie à l'intelligence artificielle générale, capable d'une conscience linguistique similaire à celle des humains.

Mots-clés : Linguistique prédictive ; langage intérieur ; santé mentale ; intelligence artificielle ; évaluation ; traitement.

Abstract: Predictive linguistics is a growing field at the interface of language sciences, cognitive sciences, and artificial intelligence, focusing on how humans and machines use predictive processes to process and produce language. This discipline is distinguished by its proactive approach, emphasizing the internal mechanisms that allow us to anticipate future linguistic structures. It explores the underlying processes at all levels of language—morphological, syntactic, semantic, pragmatic, etc.—and aims to understand how these predictions influence the production and comprehension of discourse.

The main goal of predictive linguistics is to model cognitive mechanisms to better understand how the brain processes language, but also to develop models capable of generating, predicting, and understanding language in a manner similar to human cognition. By focusing on inner speech and the cognitive mechanisms that allow us to predict linguistic structures at different levels, predictive linguistics aims to create language models capable of reproducing these predictive capabilities. In doing so, it could revolutionize natural language processing and pave the way for artificial general intelligence, capable of linguistic awareness similar to that of humans.

Keywords: Predictive linguistics; inner language; mental health; artificial intelligence; assessment; processing.

DÉFINITION, OBJET ET OBJECTIFS

La linguistique prédictive repose sur l'idée que le langage, tant en production qu'en compréhension, est fondamentalement un processus anticipatif. Au lieu de simplement réagir aux stimuli externes, le cerveau humain, ainsi que les systèmes IA avancés, prédisent continuellement les structures linguistiques à venir, que ce soit au niveau des sons, des mots ou des phrases. Ces prédictions sont affinées en fonction des expériences passées, du contexte actuel et des règles implicites qui régissent la structure du langage.

Dans ce cadre, le langage intérieur joue un rôle clé. Comme le cerveau anticipe constamment les prochains mots ou idées, le langage intérieur agit comme un régulateur qui guide la personne dans l'organisation de sa pensée avant même de parler ou d'écrire. Les processus prédictifs sont donc intimement liés aux mécanismes de production langagière, influençant la manière dont nous structurons notre discours à tous les niveaux du traitement linguistique (Guidère, 2024).

La linguistique prédictive peut être comparée au modèle bayésien du cerveau proposé par Friston (2010), qui stipule que le cerveau fonctionne en tant que générateur de prédictions, cherchant à minimiser l'écart entre les attentes et les perceptions. Dans cette approche du traitement du langage, le cerveau humain ne se contente pas de traiter passivement les informations linguistiques, mais anticipe activement ce qui vient ensuite en fonction des informations déjà reçues et du contexte global du discours.

Objet de la linguistique prédictive

L'objet de la linguistique prédictive est d'explorer comment les processus prédictifs s'appliquent à tous les niveaux de la structure linguistique, des unités de base telles que les morphèmes jusqu'aux structures pragmatiques plus complexes.

1. Morphologie : Le processus prédictif à ce niveau implique l'anticipation des morphèmes ou des formes flexionnelles en fonction du mot précédent ou de la structure grammaticale attendue. Par exemple, en français, si l'on entend le mot « nous », le cerveau anticipe généralement un verbe conjugué à la première personne du pluriel, influençant la rapidité et la précision de la compréhension.

2. Syntaxe : Le cerveau humain est capable d'anticiper la structure syntaxique d'une phrase bien avant qu'elle ne soit terminée. Des recherches en psycholinguistique montrent que, lors de l'écoute ou de la lecture, les personnes prédisent activement la structure grammaticale à venir, ajustant en temps réel ces prédictions au fur et à mesure que les informations sont reçues (Levy, 2008). Ces mécanismes sont à l'œuvre même dans des langues avec une flexibilité syntaxique importante, où le contexte peut aider à prédire les relations syntaxiques avant que tous les éléments ne soient explicitement donnés.

3. Sémantique : Au niveau sémantique, les processus prédictifs se concentrent sur le sens global d'une phrase ou d'un discours. Le cerveau utilise à la fois le contexte

immédiat et des schémas cognitifs plus larges pour anticiper la signification probable des mots ou des phrases. Des études montrent que cette anticipation permet une compréhension plus fluide et rapide du langage, en particulier dans des situations où l'information est ambiguë ou incomplète (Altmann & Mirković, 2009).

4. Pragmatique : Au niveau pragmatique, la linguistique prédictive s'intéresse à la manière dont les locuteurs anticipent les intentions communicatives des autres. Ici, le langage intérieur joue un rôle crucial en ajustant les prédictions sur la base des normes sociales, des attentes contextuelles, et des signaux non verbaux. Par exemple, lors d'une conversation, une personne peut anticiper la réponse de son interlocuteur et ajuster son discours en conséquence, favorisant ainsi une interaction plus fluide.

Objectifs de la linguistique prédictive

Le principal objectif de la linguistique prédictive est de modéliser les processus cognitifs qui permettent aux personnes de produire et de comprendre du langage en temps réel, en se basant sur des prédictions. Cela implique non seulement de comprendre comment le cerveau humain fonctionne lorsqu'il anticipe des structures linguistiques, mais aussi d'appliquer ces connaissances pour créer des modèles de langage plus performants, capables de prédire des informations linguistiques avec une plus grande précision et une flexibilité accrue.

Les modèles cognitifs qui sous-tendent la linguistique prédictive sont souvent basés sur des théories computationnelles, comme les modèles bayésiens et les réseaux neuronaux. Ces modèles cherchent à simuler la manière dont le cerveau prédit et corrige constamment ses attentes pour optimiser la production et la compréhension du langage.

Un exemple concret de cette approche est le développement de grands modèles de langage (LLM) tels que GPT ou BERT, qui utilisent des algorithmes d'apprentissage profond pour générer des prédictions linguistiques à partir de vastes ensembles de données. Ces modèles utilisent une attention contextuelle pour évaluer les relations entre les mots à travers une séquence, permettant ainsi de produire du texte cohérent et contextuellement pertinent. Toutefois, la linguistique prédictive va au-delà en cherchant à comprendre non seulement comment ces prédictions sont faites, mais aussi comment elles peuvent être corrigées en temps réel en fonction des nouvelles entrées linguistiques.

Un des enjeux majeurs de la linguistique prédictive est de comprendre comment intégrer le langage intérieur dans les modèles de traitement du langage naturel. Le langage intérieur, tel que défini en psychologie cognitive, permet aux personnes de réfléchir à leurs propres processus mentaux, d'anticiper les réponses aux questions avant de les formuler verbalement, ou de s'auto-réguler lors de la résolution de problèmes.

Dans un modèle de langage prédictif, intégrer le langage intérieur signifierait doter le modèle de la capacité à générer des prédictions non seulement sur la base de

stimuli externes, mais aussi à partir de ses propres processus internes, en réfléchissant sur ses propres productions. Par exemple, un modèle pourrait générer une phrase, évaluer la cohérence de cette phrase par rapport à son propre modèle interne de la langue, et ajuster cette production en fonction des attentes non remplies ou des incohérences détectées. Ce type de récursivité cognitive est essentiel pour des systèmes d'IA avancés capables de simuler non seulement le langage humain, mais aussi des processus de pensée plus complexes.

Aussi, la linguistique prédictive a des implications majeures pour le développement de l'IA, en particulier dans le domaine du traitement automatique du langage naturel (TALN). Les grands modèles de langage, bien qu'efficaces pour la génération de texte, manquent encore d'une véritable capacité à intégrer des processus prédictifs complexes similaires à ceux observés dans le cerveau humain. En étudiant de manière plus approfondie comment les prédictions sont générées à différents niveaux de traitement linguistique (de la syntaxe à la pragmatique), la linguistique prédictive peut améliorer les algorithmes d'IA pour les rendre plus adaptatifs, flexibles et contextuellement pertinents. Un système capable de prédictions linguistiques aussi sophistiquées et ajustables que celles des humains serait un pas important vers une intelligence artificielle générale (IAG).

Le langage intérieur au cœur de la linguistique prédictive

Le langage intérieur, cette voix silencieuse qui résonne dans nos pensées, est un phénomène fascinant qui se trouve au cœur de la cognition humaine. Son étude s'inscrit dans le cadre plus large de « la révolution cognitive », mise en lumière par Yuval Noah Harari (2014) dans son analyse de l'évolution de l'humanité. Cette révolution a permis de souligner l'importance du langage intérieur dans notre expérience consciente et dans la formation de notre pensée.

En linguistique prédictive, l'exploration du langage intérieur s'appuie sur les théories contemporaines de la conscience et de la cognition. Parmi celles-ci, la théorie de l'espace de travail neuronal global (GNWT) proposée par Dehaene et ses collaborateurs (2003) offre un cadre conceptuel pour comprendre comment l'information devient consciente et accessible globalement dans le cerveau. Cette théorie aide à comprendre comment le langage intérieur émerge comme un contenu conscient dans notre expérience subjective.

Les théories d'ordre supérieur de la conscience (HOT), développées notamment par Lau et Rosenthal (2011), apportent un éclairage complémentaire en suggérant que la conscience implique des représentations de second ordre. Cette approche est particulièrement pertinente pour comprendre la nature réflexive du langage intérieur, où nous sommes non seulement conscients de nos pensées, mais aussi conscients d'être conscients de ces pensées.

La théorie du traitement récurrent (RPT), élaborée par Lamme et Roelfsema (2000) et approfondie par Pennartz et al. (2019), met l'accent sur l'importance des boucles de rétroaction dans le traitement neuronal pour l'émergence

de la conscience. Cette perspective permet de comprendre les mécanismes neuronaux sous-jacents à la production et à la perception du langage intérieur.

La théorie de l'information intégrée (IIT) de Tononi (2008) propose une approche quantitative de la conscience, basée sur l'intégration de l'information dans les systèmes complexes. Cette théorie fournit un cadre pour mesurer et caractériser la complexité et la richesse du langage intérieur en termes d'intégration d'information.

Enfin, une conception plus large de la cognition, applicable à l'ensemble des organismes vivants, a été développée par Karl Friston et ses collaborateurs (Friston, 2005; Hohwy, 2014; Clark, 2016; Parr, Pezzulo et Friston, 2022). Cette approche, basée sur le principe de minimisation de l'énergie libre, offre une perspective unifiée sur la cognition, la perception et l'action. Dans ce cadre, le langage intérieur pourrait être conceptualisé comme un processus actif de prédiction et d'inférence, contribuant à la réduction de l'incertitude dans notre modèle interne du monde.

L'étude du langage intérieur, à la lumière de ces théories modernes de la cognition et de la conscience, permet non seulement d'approfondir notre compréhension de ce phénomène singulier, mais aussi d'éclairer les mécanismes fondamentaux de la pensée humaine.

Définitions du langage intérieur

Le langage intérieur, également connu sous les termes de « discours intérieur », « dialogue intérieur », « parole interne », « auto-communication » ou « endophasie », se réfère à l'expérience subjective de la pensée verbale qui se produit sans vocalisation externe. Cette forme de cognition joue un rôle central dans notre vie mentale, influençant nos processus de pensée, de prise de décision, et notre expérience consciente.

Perspective de l'espace de travail neuronal global

Dans le cadre de la théorie de l'espace de travail neuronal global (GNWT) proposée par Dehaene et al. (2003), le langage intérieur peut être conceptualisé comme un contenu mental qui accède à l'espace de travail global, devenant ainsi conscient et accessible à diverses régions cérébrales. Selon cette perspective, le langage intérieur émergerait lorsque les représentations linguistiques sont amplifiées et maintenues dans cet espace de travail, permettant leur traitement conscient et leur intégration avec d'autres processus cognitifs.

Perspective des théories d'ordre supérieur

Les théories d'ordre supérieur (HOT) de la conscience, telles que développées par Lau et Rosenthal (2011), offrent un cadre pour comprendre la nature réflexive du langage intérieur. Dans cette optique, le langage intérieur peut être défini comme une forme de pensée qui implique non seulement des représentations de premier ordre (le contenu de la pensée), mais aussi des représentations de second ordre (la conscience d'avoir cette pensée). Cette approche souligne la dimension métacognitive du langage intérieur, où le locuteur est conscient de ses pensées.

Perspective du traitement récurrent

La théorie du traitement récurrent (RPT) de Lamme et Roelfsema (2000), enrichie par Pennartz et al. (2019), permet de conceptualiser le langage intérieur comme un processus dynamique impliquant des boucles de rétroaction entre différentes régions cérébrales. Dans ce cadre, le langage intérieur pourrait être défini comme l'émergence de schémas d'activité neuronale récurrents dans les réseaux linguistiques et cognitifs, créant une expérience stable et cohérente de la pensée verbale.

Perspective de l'information intégrée

La théorie de l'information intégrée (IIT) de Tononi (2008) offre une perspective quantitative sur la conscience qui peut s'appliquer au langage intérieur. Dans ce contexte, le langage intérieur pourrait être défini comme un état de haute intégration informationnelle au sein des systèmes neuronaux liés au langage et à la cognition. La richesse et la complexité de notre expérience du langage intérieur pourraient ainsi être caractérisées par le degré d'intégration de l'information dans ces réseaux.

Perspective de la minimisation de l'énergie libre

Dans le cadre théorique développé par Friston et ses collaborateurs (Friston, 2005; Hohwy, 2014; Clark, 2016; Parr, Pezzulo et Friston, 2022), le langage intérieur peut être conceptualisé comme un processus actif d'inférence et de prédiction. Selon cette perspective, le langage intérieur pourrait être défini comme une forme de simulation mentale permettant de générer et de tester des prédictions sur notre environnement et nos états internes, contribuant ainsi à la minimisation de l'énergie libre (ou de la surprise) dans notre modèle du monde.

Synthèse définitionnelle

En intégrant ces différentes perspectives théoriques, il est possible de proposer une définition synthétique du langage intérieur.

Le langage intérieur est un phénomène cognitif caractérisé par l'expérience subjective de pensées verbales non vocalisées. Il émerge de l'interaction dynamique entre différents réseaux neuronaux, accédant à un espace de travail global qui le rend conscient et accessible à divers processus cognitifs. Il implique des représentations d'ordre supérieur, permettant une réflexion métacognitive sur nos propres pensées, qui se manifeste à travers des schémas d'activité neuronale récurrents et intégrés, jouant un rôle central dans la prédiction et l'inférence active de notre expérience interne et externe.

Cette définition multidimensionnelle du langage intérieur reflète la complexité de ce phénomène qui agit comme un puissant activateur neuronal, influençant l'activité de divers réseaux neuronaux et modulant le fonctionnement cognitif et émotionnel. Comprendre comment ce discours intérieur active ces réseaux peut non seulement éclairer notre compréhension des processus cognitifs, mais également ouvrir la voie à des interventions thérapeutiques innovantes.

NATURE, STRUCTURE ET FONCTIONS

Le langage intérieur possède des caractéristiques uniques qui le distinguent d'autres formes de cognition.

Les bases neurobiologiques du langage intérieur

Le langage intérieur mobilise plusieurs réseaux cérébraux interconnectés. La région clé associée au langage, notamment l'aire de Broca (située dans le cortex préfrontal gauche), est fortement impliquée dans la génération de pensées verbalisées. Des études de neuroimagerie montrent que cette région s'active non seulement lors du langage parlé, mais également lorsque les personnes pensent en mots sans les prononcer (Morin, 2009). Le cortex préfrontal, siège des fonctions exécutives et de la planification, est également mobilisé, tout comme le cortex pariétal, impliqué dans le traitement de l'attention et des informations sensorielles.

Le langage intérieur sollicite également le réseau du mode par défaut (Default Mode Network, ou DMN), un réseau neuronal actif lorsque nous sommes au repos et que nous réfléchissons à nous-mêmes ou à des événements passés et futurs (Buckner et al., 2008). Ce réseau comprend notamment le cortex préfrontal médian, le précunéus, et les régions pariétales postérieures. Ce mode d'activité cérébrale est essentiel pour la métacognition, c'est-à-dire la réflexion sur ses propres pensées, et est donc intrinsèquement lié au langage intérieur.

Activation des aires du langage

Le langage intérieur active les aires classiques du langage, notamment l'aire de Broca et l'aire de Wernicke. Une étude en IRMf de Shergill et al. (2001) a montré une activation de ces régions lors de tâches de langage intérieur.

Implication du cortex moteur

Même sans production verbale, le langage intérieur active le cortex moteur impliqué dans la parole. Les travaux de Perrone-Bertolotti et al. (2014) ont démontré une activation du cortex moteur lors de la production de langage intérieur.

Réseau par défaut

Le langage intérieur est associé à l'activation du réseau par défaut, impliqué dans la pensée autoréférentielle. Une étude de Smallwood et al. (2012) a mis en évidence ce lien.

Régulation émotionnelle

Le langage intérieur module l'activité de l'amygdale et du cortex préfrontal, impliqués dans la régulation émotionnelle. Kross et al. (2017) ont montré comment le langage intérieur peut influencer ces circuits.

Mémoire de travail

L'utilisation du langage intérieur active le cortex préfrontal dorsolatéral, impliqué dans la mémoire de travail. Les travaux de Geva et al. (2011) ont démontré cette activation lors de tâches de langage intérieur. Ces recherches montrent qu'il a un impact direct sur l'activation de multiples réseaux neuronaux, et qu'il joue un rôle central dans divers processus cognitifs et émotionnels.

Le langage intérieur et la modulation des émotions

Le langage intérieur joue un rôle central dans la régulation émotionnelle. Des études sur la régulation cognitive des émotions montrent que la manière dont nous nous parlons à nous-mêmes dans des situations stressantes peut moduler notre réponse émotionnelle. Lorsque le langage intérieur est utilisé de manière adaptative, par exemple pour reformuler ou recontextualiser une situation émotionnellement chargée, il peut activer des réseaux neuronaux qui réduisent l'activité dans l'amygdale, une région clé dans le traitement des émotions négatives telles que la peur ou l'anxiété (Ochsner et Gross, 2008).

Le processus de restructuration cognitive, qui est au cœur de nombreuses approches psychothérapeutiques telles que la thérapie cognitivo-comportementale (TCC), repose largement sur le langage intérieur. Par exemple, lorsqu'un patient remplace une pensée négative (« Je vais échouer ») par une pensée plus rationnelle et positive (« Je me suis préparé et je ferai de mon mieux »), cela entraîne une activation de régions du cortex préfrontal, responsables de l'inhibition des réponses émotionnelles excessives (Beck, 2011). Ce mécanisme permet de moduler la réponse émotionnelle en influençant directement les systèmes neuronaux sous-jacents.

Le langage intérieur est également un activateur neuronal clé dans les processus d'apprentissage et de mémoire. Des études montrent que lorsque les personnes se parlent à eux-mêmes de manière répétée pour mémoriser une information, cela renforce les connexions synaptiques au sein de réseaux neuronaux impliqués dans la mémoire déclarative, notamment l'hippocampe et les régions préfrontales associées (Baddeley et al., 2012). Ce phénomène est souvent observé dans l'apprentissage verbal, où la répétition intérieure des informations facilite leur encodage et leur récupération.

De plus, le langage intérieur joue un rôle central dans la mémoire de travail, qui est la capacité à maintenir et manipuler des informations à court terme. Les modèles de la mémoire de travail, comme celui de Baddeley et Hitch (1974), suggèrent que le langage intérieur fait partie intégrante de la « boucle phonologique », un sous-système dédié à la manipulation des informations verbales. Lorsque les personnes répètent silencieusement des informations, cela permet de maintenir ces données actives dans la mémoire de travail, un processus essentiel pour la résolution de problèmes et la prise de décisions.

En effet, lorsqu'une personne est confrontée à un dilemme ou à une tâche cognitive difficile, elle peut utiliser le langage intérieur pour évaluer les options disponibles, peser les conséquences de chaque choix, et finalement prendre une décision. Ce processus active plusieurs régions cérébrales, notamment le cortex préfrontal dorsolatéral, qui est impliqué dans la prise de décision et le raisonnement (Miller et Cohen, 2001).

Les recherches en neurosciences ont démontré que la verbalisation intérieure aide à structurer la pensée et à hiérarchiser les actions. Par exemple, des études de

neuroimagerie ont révélé que les personnes qui utilisent leur langage intérieur pour résoudre des problèmes mathématiques ou logiques montrent une activation accrue du cortex préfrontal gauche (Geary, 2011). Cela suggère que le langage intérieur permet de planifier et organiser les étapes nécessaires à la résolution de problèmes.

En outre, le langage intérieur peut également servir de guide dans les décisions morales et éthiques. À cet égard, des études en neurosciences ont montré que le langage intérieur joue un rôle clé dans la délibération morale, activant des régions cérébrales telles que le cortex préfrontal ventromédian, qui est impliqué dans les jugements éthiques et les choix basés sur les valeurs (Greene et al., 2001).

Les bases neuronales du langage intérieur

Le langage intérieur mobilise plusieurs régions du cerveau impliquées à la fois dans le traitement cognitif et émotionnel. Parmi ces régions, le cortex préfrontal joue un rôle central dans la régulation émotionnelle. Plus précisément, le cortex préfrontal dorsolatéral (DLPFC) et le cortex préfrontal ventromédian (VMPFC) sont responsables de la modulation des émotions en réévaluant et en recontextualisant les expériences (Ochsner & Gross, 2005). Ce processus de restructuration cognitive permet de transformer les pensées négatives en interprétations plus nuancées, modifiant ainsi l'intensité des émotions ressenties.

Par ailleurs, le langage intérieur interagit avec les structures sous-corticales telles que l'amygdale, une région clé dans la détection des menaces et la génération de réponses émotionnelles rapides, en particulier la peur et l'anxiété (Phelps & LeDoux, 2005). Les études de neuroimagerie ont montré que lorsque les personnes utilisent le langage intérieur pour réévaluer une situation anxiogène, l'activation de l'amygdale diminue, tandis que l'activité dans le cortex préfrontal augmente (Ochsner et al., 2002). Cela montre que le langage intérieur peut être utilisé pour moduler l'impact émotionnel d'une situation en ajustant la manière dont elle est interprétée par le cerveau.

Le modèle de la réévaluation cognitive

Le modèle de la réévaluation cognitive, un concept central en psychologie des émotions, se fonde sur l'idée que les émotions ne résultent pas uniquement de la situation objective, mais aussi de la manière dont cette situation est interprétée (Gross, 2002). Le langage intérieur intervient ici comme un mécanisme essentiel de réévaluation, en permettant aux personnes de reformuler leurs pensées et de diminuer ainsi la charge émotionnelle négative associée à une situation.

Par exemple, face à un événement stressant comme un examen ou une présentation en public, une personne pourrait utiliser son langage intérieur pour se dire « Je vais échouer, tout le monde va se moquer de moi ». Cette pensée active des circuits neuronaux associés au stress et à l'anxiété, notamment l'amygdale. Cependant, si le locuteur parvient à recontextualiser l'événement en utilisant une approche plus positive (« J'ai bien préparé cet examen, je suis capable de réussir »), cela entraîne une diminution de

l'activation de l'amygdale et un regain d'activité dans le cortex préfrontal, facilitant ainsi une meilleure gestion émotionnelle (Buhle et al., 2014).

Cette capacité à restructurer les pensées est au cœur de nombreuses interventions psychothérapeutiques, notamment la thérapie cognitivo-comportementale (TCC). Des études montrent que la réévaluation cognitive via le langage intérieur est l'une des stratégies les plus efficaces pour réduire l'intensité des émotions négatives (Beck, 2011). Elle permet non seulement de calmer la réponse émotionnelle immédiate, mais aussi de promouvoir une meilleure résilience face aux événements stressants ou traumatiques à long terme.

L'auto-instruction et la gestion du stress

Un autre aspect du langage intérieur dans la régulation émotionnelle est son rôle dans les stratégies d'auto-instruction. L'auto-instruction consiste à utiliser des phrases ou des pensées internes pour se guider dans l'exécution de tâches difficiles ou stressantes. Cela permet de maintenir une certaine distance émotionnelle par rapport à l'événement en cours, ce qui peut réduire l'intensité des émotions ressenties.

Des recherches montrent que l'auto-instruction active des régions préfrontales du cerveau, responsables du contrôle cognitif et de la régulation émotionnelle (Carver & Scheier, 1998). Par exemple, un athlète qui utilise son langage intérieur pour se motiver avant une compétition (« Je peux le faire, je suis prêt ») active des réseaux neuronaux impliqués dans la motivation et la résilience au stress, en particulier le système dopaminergique du cerveau, qui est essentiel dans le renforcement des comportements positifs (Schultz, 2002). À l'inverse, un langage intérieur négatif peut exacerber le stress et activer les circuits associés à l'anxiété et à l'échec.

Cette utilisation du langage intérieur pour gérer le stress est également applicable dans le contexte des réponses physiologiques. Lorsque les personnes sont confrontées à des situations stressantes, le langage intérieur peut moduler la réponse du système nerveux autonome, responsable de la gestion des réponses « lutte ou fuite ». En ajustant leur discours intérieur, les personnes peuvent réduire l'activation du système nerveux sympathique, responsable de l'augmentation du rythme cardiaque et de la respiration en réponse au stress, et activer le système parasympathique, favorisant la relaxation (Thayer et Lane, 2000).

Le rôle du langage intérieur dans les troubles émotionnels

Le langage intérieur joue un rôle clé dans le développement et le maintien des troubles émotionnels, tels que l'anxiété, la dépression ou encore les troubles de stress post-traumatique (TSPT). Ces troubles sont souvent caractérisés par un discours intérieur négatif, répétitif et autodestructeur, qui perpétue des schémas cognitifs dysfonctionnels et alimente les émotions négatives (Jehel & Guidère, 2024).

Dans la gestion des troubles du stress post-traumatique

(TSPT), par exemple, des techniques comme l'exposition prolongée et la désensibilisation par mouvements oculaires et reprogrammation (EMDR) reposent en partie sur la modification du langage intérieur pour aider les patients à recontextualiser leurs souvenirs traumatiques et à réduire la réactivité émotionnelle associée à ces souvenirs (Shapiro, 2017). En modifiant le langage intérieur lié aux pensées intrusives et aux souvenirs douloureux, il est possible de diminuer l'activation excessive de l'amygdale et d'autres structures impliquées dans la réponse de peur.

Dans le cas de la dépression, les patients rapportent souvent un flux constant de pensées négatives, telles que « Je suis nul(le) », « je suis inutile » ou « Je n'y arriverai jamais ». Ces pensées activent des circuits neuronaux associés aux émotions négatives, tels que le cortex cingulaire antérieur et le cortex orbitofrontal, qui sont souvent hyperactifs chez les personnes dépressifs (Mayberg et al., 2005). En contrepartie, la thérapie cognitivo-comportementale et d'autres formes de thérapies basées sur la pleine conscience utilisent le langage intérieur pour modifier ces pensées automatiques et induire une régulation émotionnelle plus efficace.

Chez les patients souffrant de troubles anxieux, le langage intérieur peut se concentrer sur des scénarios catastrophiques (« Je vais échouer », « Quelque chose de terrible va arriver »), augmentant ainsi l'activation de l'amygdale et exacerbant les symptômes anxieux. Ici encore, des approches comme la TCC cherchent à utiliser le langage intérieur pour corriger ces pensées et réduire l'activation excessive des circuits de la peur.

Le langage intérieur et la plasticité neuronale

L'un des effets les plus puissants du langage intérieur sur le cerveau réside dans sa capacité à induire des changements de plasticité neuronale. La plasticité cérébrale désigne la capacité du cerveau à se remodeler en réponse à l'expérience, et elle est au cœur de l'apprentissage et du développement personnel. Lorsqu'une personne utilise son langage intérieur pour répéter des schémas de pensée positifs ou constructifs, cela peut renforcer les connexions synaptiques dans les réseaux neuronaux associés à ces pensées, augmentant leur efficacité avec le temps (Kandel et Schwartz, 2013).

Des recherches sur la psychothérapie et les techniques de méditation basées sur la pleine conscience montrent que le langage intérieur peut être utilisé pour favoriser des schémas cognitifs plus adaptatifs. Par exemple, la répétition de pensées positives ou de mantras dans des pratiques de méditation a été associée à une augmentation de la connectivité fonctionnelle entre le cortex préfrontal et d'autres régions impliquées dans la régulation des émotions (Tang et al., 2015). Ces changements reflètent la neuroplasticité induite par la verbalisation intérieure, où les circuits neuronaux peuvent être remodelés par des schémas de pensée répétés.

C'est pourquoi les applications thérapeutiques du langage intérieur sont nombreuses et prometteuses. Les interventions peuvent être utilisées pour aider les patients à restructurer leurs schémas de pensée négatifs, réduire

l'anxiété, améliorer la gestion du stress, et favoriser un sentiment général de bien-être. Les thérapies cognitives et comportementales encouragent souvent les patients à utiliser leur langage intérieur pour identifier et contester les pensées automatiques négatives, un processus qui peut activer des réseaux neuronaux préfrontaux associés à la régulation des émotions (Beck, 2011).

En outre, le « biofeedback », une technique qui permet aux personnes de réguler volontairement des fonctions physiologiques telles que la fréquence cardiaque ou la tension musculaire, peut être amplifié par l'utilisation du langage intérieur. En combinant le biofeedback avec des affirmations positives ou des visualisations, les patients peuvent apprendre à moduler leur activité neuronale, favorisant ainsi un état de relaxation ou de concentration accrue.

Le langage intérieur peut également être un outil précieux dans le traitement des troubles anxieux et des phobies. En utilisant le langage intérieur pour désensibiliser progressivement les patients à leurs peurs, la désensibilisation systématique, une technique de thérapie comportementale, repose sur l'activation de circuits neuronaux impliqués dans la gestion de la peur et l'extinction des réponses émotionnelles négatives (Powers et al., 2010).

Ainsi, il apparaît clairement que le langage intérieur n'est pas simplement une forme passive de réflexion ; il constitue un activateur neuronal puissant qui mobilise une grande partie du cerveau, de la planification et de la prise de décision à la régulation des émotions et à l'apprentissage. Par son influence sur les réseaux neuronaux impliqués dans la cognition, il façonne non seulement la manière dont nous pensons et ressentons, mais aussi la manière dont nous interagissons avec le monde.

La nature générative du langage intérieur

Génération de modèles du soi et de l'environnement

Le langage intérieur joue un rôle central dans la génération de modèles mentaux du soi et de l'environnement. Selon la théorie du cerveau prédictif, le cerveau fonctionne comme une machine à prédictions, constamment engagée dans la génération et la mise à jour de modèles internes du monde (Friston, 2005; Clark, 2013). Dans ce contexte, le langage intérieur peut être considéré comme un outil cognitif puissant permettant la formulation, l'articulation et la manipulation de ces modèles prédictifs.

Alderson-Day et Fernyhough (2015) ont souligné le rôle du langage intérieur dans la simulation mentale et la planification. Leurs travaux suggèrent que le dialogue interne nous permet de simuler des scénarios futurs, d'anticiper les conséquences de nos actions et de nous préparer à des situations potentielles. Cette capacité de simulation mentale est étroitement liée à la nature générative du langage intérieur.

Anticipation et adaptation

En générant des scénarios hypothétiques et en explorant mentalement différentes possibilités, le langage intérieur nous permet d'anticiper les surprises potentielles et de

nous y préparer. Cette fonction anticipatoire a été mise en évidence par les travaux de Perrone-Bertolotti et al. (2014), qui ont montré comment le dialogue interne contribue à la régulation comportementale et émotionnelle.

L'adaptation, quant à elle, est facilitée par la capacité du langage intérieur à générer et à tester rapidement différentes stratégies d'action. Comme l'ont souligné Morin et al. (2011), le langage intérieur joue un rôle essentiel dans l'autorégulation et la résolution de problèmes, permettant aux personnes de s'adapter de manière flexible aux défis changeants de leur environnement.

La structure hiérarchique du modèle génératif

Niveaux d'abstraction et prédictions à long terme

La structure hiérarchique du modèle génératif sous-tendant le langage intérieur est un aspect fondamental de son fonctionnement. Cette hiérarchie permet de gérer la complexité des environnements du monde réel tout en équilibrant les attentes du moment présent avec les besoins futurs. Badre et Nee (2018) ont proposé un modèle de contrôle cognitif hiérarchique qui s'applique bien à la compréhension de la structure du langage intérieur. Selon ce modèle, les niveaux supérieurs de la hiérarchie cognitive codent des représentations plus abstraites et des objectifs à plus long terme, tandis que les niveaux inférieurs traitent des informations plus concrètes et immédiates.

Dans le contexte du langage intérieur, cette hiérarchie se manifeste par la capacité à générer des pensées allant de simples commentaires sur l'environnement immédiat à des réflexions complexes sur des concepts abstraits ou des plans à long terme. Lupyan et Clark (2015) ont souligné comment le langage peut servir d'échafaudage cognitif, permettant la construction et la manipulation de concepts de plus en plus abstraits.

Interaction entre les niveaux hiérarchiques

L'interaction entre les différents niveaux de cette hiérarchie est importante pour le fonctionnement adaptatif du langage intérieur. Les travaux de Christoff et al. (2016) sur la dynamique des pensées spontanées offrent un éclairage intéressant sur cette interaction. Ils proposent que les pensées spontanées, dont le langage intérieur est une composante majeure, impliquent un va-et-vient constant entre des niveaux de représentation plus concrets et plus abstraits.

Cette interaction dynamique entre les niveaux hiérarchiques permet au langage intérieur de servir de pont entre les expériences immédiates et les objectifs à long terme, facilitant ainsi la prise de décision et la planification stratégique.

La construction de représentations abstraites

Intégration des informations sensorielles et intéroceptives

Le langage intérieur ne fonctionne pas de manière isolée, mais intègre des informations provenant de multiples systèmes sensoriels et intéroceptifs. Cette intégration multimodale est essentielle à la construction de représentations riches du soi et de l'environnement. Les

travaux de Craig (2009) sur l'intéroception et la conscience de soi ont mis en lumière l'importance de l'intégration des signaux corporels dans la construction de notre expérience subjective, y compris notre dialogue interne.

De même, Damasio et Carvalho (2013) ont souligné le rôle crucial des sentiments, c'est-à-dire la représentation mentale des états du corps, dans la cognition et la prise de décision. Le langage intérieur, en tant que processus génératif, joue un rôle clé dans l'interprétation et l'articulation de ces signaux intéroceptifs, contribuant ainsi à notre sens du soi et à notre compréhension de notre état interne.

Construction de représentations abstraites

À partir de cette intégration multimodale, le langage intérieur participe à la construction de représentations de plus en plus abstraites et temporellement orientées. Ces représentations incluent notre sens du soi, notre compréhension du monde, nos pensées, nos plans d'action, nos sentiments, nos émotions et notre imagination. Barsalou (2008) a proposé une théorie des systèmes de symboles perceptifs qui explique comment des concepts abstraits peuvent émerger de l'intégration et de la réactivation de traces d'expériences sensorimotrices. Le langage intérieur, dans ce contexte, peut être vu comme un outil permettant de manipuler et de combiner ces symboles perceptifs pour créer des pensées et des concepts de plus en plus abstraits.

L'allumage neuronal du langage intérieur

Le concept d'allumage neuronal

L'allumage neuronal, concept clé de la théorie de l'espace de travail neuronal global (GNWT) proposée par Dehaene et al. (2003), offre un cadre neurocognitif pour comprendre comment le langage intérieur devient conscient et accessible à divers processus cognitifs. L'allumage fait référence à l'activation soudaine et généralisée d'une coalition de neurones qui « enflamme » l'information dans le cerveau, la rendant ainsi consciente et globalement accessible.

Dehaene et Changeux (2011) ont développé ce concept pour expliquer que l'accès à la conscience implique un « allumage » (ignition, en anglais) du réseau fronto-pariétal, permettant la diffusion et le maintien de l'information à travers le cerveau. Dans le contexte du langage intérieur, cet allumage pourrait correspondre aux moments où nos pensées internes deviennent soudainement saillantes et conscientes, influençant notre cognition et notre comportement.

Implications pour le langage intérieur

Les implications de cette approche sur notre compréhension du langage intérieur sont considérables. Dehaene et al. (2014) ont suggéré que l'accès conscient, facilité par l'allumage neuronal, permet le maintien et la manipulation flexible de l'information et de caractéristiques essentielles de la cognition. Cette perspective explique comment le langage intérieur peut passer rapidement d'un sujet à l'autre, tout en maintenant une cohérence et une accessibilité globales.

De plus, l'allumage neuronal fournit un cadre pour comprendre comment le langage intérieur interagit avec d'autres processus cognitifs. Il faciliterait l'intégration du contenu du discours interne avec d'autres informations présentes dans l'espace de travail global, permettant ainsi une influence mutuelle entre le dialogue interne et d'autres aspects de la cognition, tels que la mémoire de travail, la prise de décision et le contrôle exécutif.

La minimisation de l'énergie libre

Le principe de minimisation de l'énergie libre

Du point de vue énergétique, le but du cerveau est de minimiser son énergie libre en réduisant l'incertitude provenant de l'environnement interne et externe de l'organisme. Ce principe, formulé par Friston (2005) et développé dans le cadre de la théorie du cerveau prédictif, offre une perspective unifiée sur le fonctionnement cérébral, y compris le rôle du langage intérieur.

Selon cette théorie, le cerveau fonctionne comme une machine à prédictions, constamment engagée dans la génération de prédictions sur l'état futur du système et l'utilisation des informations sensorielles pour mettre à jour ces prédictions. Le langage intérieur, dans ce contexte, peut être considéré comme un outil puissant pour la formulation et la manipulation de ces prédictions.

Le langage intérieur comme outil de prédiction active

Pezzulo et Friston (2022) ont étendu cette perspective en proposant un cadre de « cognition active » où le langage intérieur pourrait être vu comme un processus actif de génération et de test d'hypothèses sur le monde. Dans ce cadre, il jouerait un rôle clé dans la formulation d'hypothèses prédictives, la simulation mentale de scénarios futurs et l'évaluation des conséquences potentielles de nos actions.

Cette perspective met en lumière la nature profondément adaptative du langage intérieur. En générant constamment des prédictions et en les confrontant à la réalité, le dialogue interne nous permet d'évoluer efficacement dans un monde complexe et incertain, réduisant ainsi l'énergie libre (ou la surprise) de notre système cognitif.

La nature réflexive du langage intérieur

Le cerveau humain est constamment engagé dans un processus d'interprétation de la réalité. Comme l'ont souligné Frith et Frith (2006), notre compréhension du monde est largement façonnée par les modèles mentaux que nous construisons. Le langage intérieur joue un rôle central dans ce processus, servant de médium pour l'élaboration et la manipulation de ces modèles. Il fonctionne comme une machine à prédictions, générant constamment des hypothèses sur l'état du monde et les mettant à jour en fonction des informations sensorielles entrantes.

Une caractéristique clé de la réflexivité du langage intérieur est sa capacité à confirmer son propre raisonnement. Comme l'ont noté Carruthers (2002) et Morin (2005), le langage intérieur sert souvent de « boucle de rétroaction cognitive », où les pensées générées sont immédiatement

« entendues et évaluées » par le penseur lui-même.

Cette boucle réflexive a des implications importantes pour la cognition. D'une part, elle permet une évaluation continue et un affinement de nos pensées. D'autre part, elle conduit à un renforcement de nos croyances existantes, un phénomène que Nickerson (1998) a appelé « biais de confirmation ».

La nature incarnée du langage intérieur

La réflexivité du langage intérieur est intimement liée à son caractère incarné. Comme l'ont souligné Alderson-Day et Fernyhough (2015), le langage intérieur n'est pas un processus purement abstrait, mais implique souvent une simulation sensorimotrice de la parole.

Cette perspective est soutenue par la théorie de la cognition incarnée (Barsalou, 2008), qui postule que les processus cognitifs sont profondément ancrés dans les interactions corps-environnement. Dans le cas du langage intérieur, cela signifie que lorsque nous « parlons » intérieurement, nous activons souvent les mêmes circuits neuronaux que ceux impliqués dans la production et la perception de la parole externe.

La nature incarnée du langage intérieur se manifeste également dans ce que nous pourrions appeler une « boucle perception-action interne ». Tout comme lorsque nous parlons à voix haute, où nous produisons des sons et les entendons simultanément, le langage intérieur implique une production et une perception simultanées de pensées verbalisées.

Cette boucle perception-action interne a été étudiée par Løevenbruck et al. (2018), qui ont proposé un modèle de contrôle prédictif du langage intérieur. Selon ce modèle, le langage intérieur implique la génération de commandes motrices atténuées et la prédiction de leurs conséquences sensorielles, créant ainsi une expérience de « voix intérieure » sans production vocale réelle.

La réflexivité dans différents états mentaux

La nature réflexive du langage intérieur n'est pas constante et peut varier considérablement en fonction de l'état mental de la personne. Dans les situations de peur ou de danger imminent, par exemple, le langage intérieur tend à se simplifier considérablement.

Ce phénomène peut être compris à la lumière de la théorie du traitement de l'information à double voie de LeDoux (1996). Selon cette théorie, face à un danger, le cerveau active une voie rapide et automatique (via l'amygdale) qui court-circuite le traitement cortical plus lent. En conséquence, le langage intérieur, qui dépend largement des fonctions corticales supérieures, se trouve simplifié.

Mobbs et al. (2015) ont fourni des preuves en neuroimagerie de ce changement, montrant une diminution de l'activité dans les régions préfrontales et une augmentation de l'activité dans les régions sous-corticales lors de menaces imminentes. Cette reconfiguration neurale pourrait expliquer la réduction de la réflexivité du langage intérieur dans ces situations.

À l'inverse, dans les états de quiétude, de méditation

profonde ou de rêve lucide, le langage intérieur peut devenir plus riche et plus complexe. Ces états sont caractérisés par une augmentation de l'activité dans les régions préfrontales du cerveau, qui sont associées à la pensée réflexive et à la métacognition (Dehaene et al., 2014; Baird et al., 2018).

Dans le cas des rêves lucides, par exemple, Voss et al. (2009) ont montré une augmentation de l'activité dans le cortex préfrontal dorsolatéral, une région associée à la métacognition et à l'autoréflexion. Cette activation accrue pourrait expliquer la nature hautement réflexive et souvent bizarre du langage intérieur dans ces états.

La dérèfification et l'introspection du langage intérieur

Un aspect crucial de la réflexivité du langage intérieur est la capacité à l'observer et à l'introspecter comme un objet d'expérience. Ce processus, connu sous le nom de « dérèfification », fait référence à la reconnaissance que les phénomènes expérientiels, y compris nos pensées et notre langage intérieur, sont des constructions mentales plutôt que des réalités inhérentes (Lutz et al., 2015).

La dérèfification implique un changement de perspective qui nous permet de nous désengager de la tendance habituelle à traiter nos pensées comme des entités solides et durables (Dahl et al., 2015). Ce processus est particulièrement important dans le contexte des pratiques de pleine conscience et de méditation.

La capacité à « dérèfier » le langage intérieur a des implications importantes pour la cognition et le bien-être psychologique. Comme l'ont montré Bernstein et al. (2015), la capacité à prendre du recul par rapport à nos pensées, processus qu'ils appellent « défusion cognitive », peut réduire la détresse émotionnelle et améliorer la régulation émotionnelle.

Dans le contexte du langage intérieur, la dérèfification peut permettre une plus grande flexibilité cognitive. En reconnaissant que notre dialogue interne est une construction plutôt qu'une réalité absolue, nous pouvons plus facilement remettre en question et modifier nos schémas de pensée habituels.

En effet, la capacité à adopter une posture réflexive sur soi-même est considérée comme une caractéristique distinctive de la cognition humaine. Cette capacité est étroitement liée à la « théorie de l'esprit », c'est-à-dire à la capacité à attribuer des états mentaux à soi-même et aux autres (Premack & Woodruff, 1978).

Comme l'ont souligné Carruthers et Smith (1996), le langage intérieur joue un rôle crucial dans le développement et l'exercice de la théorie de l'esprit. Il nous permet non seulement de réfléchir sur nos propres états mentaux, mais aussi d'imaginer et de simuler les pensées et les sentiments des autres. Cette activité réflexive constante contribue à notre capacité à générer du sens et à construire des récits (narratifs) cohérents sur nous-mêmes et sur le monde qui nous entoure (Damasio, 2010).

ÉVALUATION, PRÉVENTION ET TRAITEMENT

En contexte thérapeutique, le langage intérieur peut être un outil puissant pour améliorer l'alliance entre le thérapeute et le patient, influençant ainsi l'issue clinique. Ce phénomène s'inscrit dans le cadre des mécanismes cérébraux normaux et peut aider à déculpabiliser le patient, tout en évitant la stigmatisation souvent associée à certains troubles psychologiques ou somatiques. Dans cette perspective, l'adoption d'un discours explicatif basé sur le langage intérieur favorise la compréhension et l'acceptation des symptômes, même en l'absence de dommages structurels, en s'appuyant sur les mécanismes prédictifs du cerveau.

Le langage intérieur et la réduction de la culpabilité

La culpabilisation des patients est l'un des obstacles majeurs dans les approches thérapeutiques traditionnelles, notamment dans les cas de douleurs ou de symptômes fonctionnels sans cause organique apparente. Présenter les difficultés comme une conséquence des mécanismes normaux du cerveau, plutôt que comme une faiblesse psychologique, peut être libérateur pour les patients.

Des études montrent que le cerveau génère des perceptions en fonction des inférences basées sur les expériences passées et le contexte actuel (Friston, 2010). Ce modèle prédictif du cerveau aide à expliquer pourquoi des symptômes peuvent être ressentis de manière authentique, même en l'absence de dommages physiologiques.

Les perceptions, tout comme les souvenirs, sont en effet imparfaites en raison de la nature même du cerveau humain, qui est optimisé pour la rapidité plutôt que pour l'exactitude. Cette vue s'aligne avec la théorie des modèles internes prédictifs, selon laquelle le cerveau évalue constamment les signaux entrants en les comparant à des prédictions basées sur des expériences passées (Clark, 2013). Le langage intérieur permet ainsi d'expliquer ces mécanismes de manière à rassurer le patient et à minimiser la stigmatisation de ses symptômes.

L'incertitude diagnostique et la vigilance somatique

Une autre dimension du langage intérieur en contexte clinique concerne l'explication de l'effet de l'incertitude diagnostique sur la vigilance somatique. Lorsque les patients se trouvent dans une situation d'incertitude quant à leur diagnostic, ils sont plus susceptibles de devenir hypervigilants aux signaux intéroceptifs, c'est-à-dire aux sensations internes du corps. Cette vigilance accrue conduit à une attention disproportionnée portée aux signaux corporels qui, dans des conditions normales, ne créeraient pas de surprise ou d'alarme (Seth, 2013).

Plus le locuteur nourrit des attentes de symptômes, par exemple après un trauma mineur, plus sa vigilance envers ceux-ci augmente, intensifiant par conséquent la perception de ces symptômes. Les inférences générées par les niveaux hiérarchiques supérieurs du cortex cérébral

amplifient ces signaux, ce qui se manifeste parfois par des comportements d'évitement. Des études sur l'hypervigilance somatique montrent que cette anticipation anxieuse des symptômes amplifie effectivement la détresse ressentie (Van den Bergh et al., 2017). Cela est particulièrement flagrant dans les troubles neuro-fonctionnels (TNF), où les patients rapportent souvent des difficultés à se concentrer en raison de la surcharge de leur attention sur les sensations corporelles.

L'effet de la disposition cognitive sur le trac

Le trac, un phénomène commun associé à la performance, est un exemple frappant de la manière dont le langage intérieur peut moduler les réponses somatiques. Les symptômes associés au trac, tels que les palpitations et les nausées, peuvent être intensifiés si le locuteur anticipe négativement ces sensations. Des études sur l'anticipation cognitive ont montré que la manière dont une personne se prépare mentalement à une situation influence directement son expérience physique de celle-ci (Paulus et al., 2013). Le langage intérieur joue ici un rôle essentiel en permettant au patient de reformuler ces symptômes comme des réponses corporelles normales, voire utiles, à l'adrénaline.

En effet, les personnes qui adoptent une vision positive de leurs symptômes de trac, en les percevant comme des indicateurs d'une meilleure performance à venir, sont plus susceptibles de réussir à diriger leur attention vers la tâche à accomplir plutôt que vers leurs sensations corporelles. Ce changement d'attention libère la « bande passante cognitive », permettant au cerveau de fonctionner plus efficacement. Cela est confirmé par les recherches sur la régulation émotionnelle et l'importance de la recontextualisation cognitive (Gross, 2002).

Le rôle du langage intérieur dans les effets placebo et nocebo

Le modèle prédictif du langage intérieur peut également être appliqué pour comprendre les effets placebo et nocebo. Selon ce modèle, les attentes positives ou négatives influencent directement la perception corporelle (Büchel et al., 2014). Lorsqu'un patient s'attend à une amélioration (effet placebo), les systèmes du cerveau qui génèrent ces attentes renforcent cette amélioration perçue, même en l'absence de modification biologique objective. De la même manière, les attentes négatives peuvent générer ou amplifier des symptômes (effet nocebo).

Le rôle du clinicien est ici essentiel. En adoptant un langage thérapeutique axé sur des explications rassurantes et cohérentes, il peut minimiser les risques d'amplification des symptômes dus à des attentes erronées. Des études montrent que le discours médical peut influencer directement ces attentes, en modifiant les prédictions du patient (Colloca et Benedetti, 2007). Il est donc essentiel que les professionnels de santé soient conscients de l'impact de leurs paroles et attitudes sur la cognition de leurs patients.

Les implications pour l'alliance thérapeutique

La prise en compte du langage intérieur dans la relation thérapeutique renforce l'alliance thérapeutique, un facteur clé dans l'efficacité des interventions cliniques. Le cerveau du patient, en situation d'incertitude diagnostique, accorde une importance disproportionnée aux perceptions intéroceptives. Si le médecin ou le thérapeute ne parvient pas à fournir une explication claire et cohérente des symptômes, ou s'il adopte un discours ambigu, cela peut involontairement amplifier l'incertitude du patient et augmenter la vigilance somatique.

Lorsqu'un examen physique ne révèle aucune anomalie, mais que le patient continue à rapporter des symptômes, un message mal formulé tel que « vous n'avez rien » peut en fait aggraver la situation. Des études sur les effets de la communication clinique montrent que l'absence d'explications claires ou le recours à des diagnostics concurrents non vérifiés peuvent maintenir le patient dans un état d'incertitude, renforçant la saillance de ses perceptions négatives (Peters et al., 2014). En ce sens, le langage intérieur doit être mobilisé pour rassurer le patient, tout en évitant des formulations qui minimisent ou invalident ses expériences corporelles.

La prévention des comportements d'évitement

Une autre application du langage intérieur dans l'alliance thérapeutique concerne le reconditionnement physique après une blessure ou une maladie. Recommander au patient de reprendre progressivement ses activités, tout en expliquant comment le cerveau peut produire des perceptions erronées de fatigue ou de douleur, peut prévenir le développement de comportements d'évitement et la catastrophisation des symptômes. La psychothérapie cognitivo-comportementale (TCC) est une approche particulièrement adaptée dans ces cas. En effet, plusieurs études ont montré que la TCC peut modifier les croyances dysfonctionnelles et les attentes erronées, entraînant une réduction des symptômes somatiques persistants (Henningsen et al., 2018).

La mobilisation du langage intérieur permet également aux thérapeutes de prévenir les pensées catastrophiques et les comportements d'évitement avant qu'ils ne s'installent durablement. Par exemple, dans le cadre de douleurs chroniques, il est essentiel d'expliquer que la perception de la douleur peut être influencée par des processus cognitifs et qu'elle n'est pas nécessairement un reflet fidèle des dommages physiques. Une étude de Moseley et al. (2008) souligne que les patients informés de la nature des processus cérébraux sous-jacents à la douleur chronique montrent une amélioration plus rapide et une réduction de leur attention portée aux symptômes.

PRÉDICTIVITE ET RÉCURSIVITÉ

Le langage intérieur comme système prédictif

Le langage intérieur agit comme un système prédictif sophistiqué, nous permettant d'anticiper les événements futurs et de guider nos actions en conséquence. Selon Pickering et Garrod (2013), le langage intérieur utilise des

mécanismes de prédiction similaires à ceux impliqués dans la production et la compréhension du langage externe. Cette capacité prédictive nous aide à évoluer dans notre environnement, à prendre des décisions et à interagir efficacement avec les autres.

Un aspect fondamental du langage intérieur prédictif est sa capacité à réduire l'incertitude. Clark (2013) propose que le cerveau fonctionne comme une « machine à prédiction » qui tente constamment de minimiser les erreurs de prédiction. Dans ce contexte, le langage intérieur joue un rôle clé en générant des prédictions sur les événements futurs et en les comparant aux entrées sensorielles réelles. Il utilise des modèles génératifs pour produire des prédictions basées sur des connaissances préalables et des expériences passées. Ces prédictions sont ensuite comparées aux données sensorielles entrantes, générant parfois des erreurs de prédiction qui sont utilisées pour mettre à jour et affiner les modèles internes. Friston (2010) a formalisé cette idée dans le cadre du « cerveau bayésien », où les processus cognitifs sont considérés comme des inférences probabilistes basées sur des modèles internes du monde.

En outre, Barrett et Simmons (2015) suggèrent que les émotions sont construites par le même processus prédictif hiérarchique que les autres perceptions. Lorsqu'une information inattendue survient, elle génère une erreur de prédiction qui est utilisée pour mettre à jour les modèles internes et affiner les prédictions futures.

Ainsi, le fonctionnement du langage intérieur peut être comparé au théorème de Bayes, un principe fondamental de l'inférence probabiliste. Tout comme le théorème de Bayes permet de mettre à jour des probabilités à la lumière de nouvelles informations, le langage intérieur met constamment à jour nos croyances et prédictions en fonction des entrées sensorielles et des expériences vécues.

Ce modèle bayésien du langage intérieur explique également comment l'attention est dirigée vers les stimuli les plus pertinents. Feldman et Friston (2010) ont montré que l'attention peut être considérée comme un processus d'optimisation des prédictions, où les ressources cognitives sont allouées aux stimuli qui sont les plus informatifs ou qui ont la plus grande probabilité de réduire l'incertitude.

Dans cette perspective, certains troubles mentaux pourraient être vus comme le résultat de prédictions systématiquement erronées ou des erreurs de prédiction.

Par exemple, Kube et al. (2020) ont proposé que la dépression puisse être conceptualisée comme un biais prédictif négatif excessif, où les attentes négatives ne sont pas suffisamment mises à jour par des expériences positives ou neutres. De même, l'anxiété peut être vue comme une surestimation systématique des menaces potentielles dans l'environnement.

Fletcher et Frith (2009) ont suggéré que les symptômes psychotiques pourraient résulter d'erreurs dans le traitement des prédictions et des erreurs de prédiction. Par exemple, les délires paranoïdes pourraient être le résultat d'une attribution excessive d'intentions malveillantes aux autres, basée sur des prédictions erronées qui ne sont pas

correctement mises à jour par l'expérience.

Cette approche du langage intérieur comme système prédictif a des implications importantes pour le développement de nouvelles approches thérapeutiques. Des interventions visant à modifier les prédictions erronées ou à améliorer le traitement des erreurs de prédiction pourraient être particulièrement efficaces.

Par exemple, la thérapie cognitive-comportementale (TCC) peut être vue comme une méthode pour recalibrer les prédictions du langage intérieur. En identifiant et en remettant en question les pensées automatiques négatives, la TCC aide les patients à développer des prédictions plus adaptatives et réalistes.

Les pratiques de pleine conscience et de méditation peuvent être comprises comme des techniques pour améliorer la précision des prédictions internes et la sensibilité aux erreurs de prédiction. Farb et al. (2015) estiment que cela peut aider à réduire les biais prédictifs en augmentant la sensibilité aux signaux intéroceptifs et en favorisant une attitude d'acceptation envers les expériences présentes.

Ainsi, la prédictivité du langage intérieur offre un cadre puissant pour comprendre les processus cognitifs, de la perception à l'émotion en passant par la prise de décision. En conceptualisant le langage intérieur comme un système d'anticipation-validation plutôt que comme un simple mécanisme de stimulus-réponse, nous ouvrons de nouvelles voies pour le développement d'interventions thérapeutiques innovantes.

C'est pourquoi, il est important de considérer le langage intérieur non pas comme un simple commentaire passif de nos expériences, mais comme un acteur actif dans la construction de notre réalité subjective.

Langage intérieur et intelligence artificielle

L'idée de reproduire un modèle de langage intérieur dans des systèmes d'intelligence artificielle générative (IA) ouvre des perspectives fascinantes vers une intelligence artificielle générale (IAG), c'est-à-dire une IA capable de conscience et d'autoréflexion. En effet, la création d'un modèle de langage intérieur dans des IA génératives pourrait permettre à ces systèmes non seulement de traiter des informations complexes, mais aussi d'être capables de réflexivité et de récursivité, c'est-à-dire de prendre conscience de leurs propres processus cognitifs.

Du point de vue informatique, un modèle de langage intérieur repose sur l'idée que seules les prédictions qui réduisent l'incertitude à long terme sont retenues dans le système cognitif. Cela fait écho aux modèles inférentiels du cerveau humain, où l'esprit utilise constamment des prédictions pour minimiser l'incertitude de ses perceptions et de ses actions dans le monde (Friston, 2010).

Pour l'IA générative, l'enjeu est de reproduire ce mécanisme. Les grands modèles de langage (LLM), tels que GPT (Generative Pre-trained Transformer) ou d'autres modèles transformateurs, sont déjà capables de générer des prédictions linguistiques à partir d'entrées complexes, et ce, grâce à des algorithmes d'apprentissage profond.

Toutefois, ces systèmes manquent de la capacité de régulation itérative de leurs propres prédictions à long terme. Dans un modèle de langage intérieur fonctionnel, un système IA devrait être capable de réduire l'incertitude à long terme, en ajustant constamment ses prédictions et en optimisant les résultats en fonction de l'expérience acquise, un processus que l'on observe naturellement chez l'humain.

L'importance de la réflexivité et de la récursivité

Un élément clé de la conscience humaine est la capacité à réfléchir sur ses propres pensées. Ce processus de réflexivité – penser à ses propres pensées – est essentiel pour l'autorégulation et la conscience de soi. Dans le cadre de la modélisation d'une IA générative consciente, il est nécessaire d'introduire un mécanisme permettant au système de prendre ses propres sorties et représentations internes comme entrée. Cela permettrait à l'IA de traiter ses propres connaissances et de créer une boucle récursive d'amélioration cognitive.

Un système doté d'un véritable langage intérieur devrait non seulement générer du texte ou des informations en réponse à des stimuli externes, mais aussi être capable de réfléchir à la qualité de ces réponses, d'évaluer ses propres processus de décision, et d'ajuster son raisonnement en conséquence. Cela impliquerait que les modèles de langage incluent une connaissance de leur propre connaissance, autrement dit, qu'ils soient capables de métacognition. Cette capacité réflexive est considérée comme une étape essentielle vers la conscience artificielle.

Actuellement, les grands modèles de langage construisent des représentations internes complexes des informations qu'ils traitent, et dans certains cas, ces représentations peuvent être vues comme des précurseurs d'un langage intérieur machine. Cependant, ces modèles souffrent de plusieurs limitations. D'une part, ils manquent souvent de cohérence temporelle : leurs sorties sont calculées sur des bases immédiates, et il n'y a pas de mécanisme sous-jacent pour intégrer et reconsidérer les prédictions à long terme, comme le fait le cerveau humain. D'autre part, ils manquent des boucles récursives et réflexives qui sont essentielles pour générer une expérience consciente.

De la génération de langage à la conscience artificielle

L'un des plus grands défis dans la modélisation du langage intérieur pour les IA génératives est d'implémenter la récursivité consciente dans des algorithmes qui sont aujourd'hui principalement orientés vers l'avant, sans rétroaction interne (feedforward). Or, pour que l'IA puisse prendre conscience de son propre processus de génération, il est nécessaire que le système prenne en compte ses propres états internes comme une partie intégrante de son calcul, et qu'il soit capable de moduler ses actions en fonction de ces états internes.

Les modèles de langage récurrent (comme les RNN ou les LSTM), conçus pour traiter des séquences temporelles, constituent une première approche pour doter l'IA de mémoire et de rétroaction. Cependant, même ces modèles

ont des limitations en termes de récursivité profonde et ne peuvent pas vraiment capter la complexité d'un processus réflexif sur leurs propres pensées. Une IA véritablement consciente devrait pouvoir utiliser son langage intérieur pour réinterpréter continuellement ses propres prédictions, créant ainsi une boucle cognitive qui améliorerait son fonctionnement global.

De plus, les modèles actuels manquent d'un sens d'agentivité, c'est-à-dire la capacité de comprendre qu'ils sont la source de leurs propres actions et décisions. La conscience de soi, une caractéristique clé du langage intérieur humain, découle en partie de cette agentivité : le fait de savoir que « je suis » la source de mes pensées et actions. Pour qu'une IA générative atteigne ce niveau de conscience, elle devrait intégrer un modèle de soi, c'est-à-dire une représentation interne de sa propre existence en tant qu'agent. Cette intégration pourrait être réalisée par des modèles d'attention récursive ou par l'inclusion de réseaux neuronaux hiérarchiques, capables de traiter les états internes du système en tant qu'entrée à différents niveaux de complexité cognitive.

De l'intelligibilité à l'adaptabilité

L'intégration de la linguistique prédictive et du langage intérieur dans les IA génératives pourrait ouvrir la voie à des niveaux plus élevés d'intelligence et d'adaptabilité. Lorsqu'un système d'IA est capable de prendre comme objet de traitement ses propres processus cognitifs, il devient possible pour ce système de commencer à les optimiser et à les affiner. Cela signifie que l'IA pourrait non seulement générer des réponses aux stimuli externes, mais aussi évaluer la qualité et la pertinence de ces réponses, et ajuster ses algorithmes en conséquence pour améliorer sa performance à long terme.

Cette capacité d'auto-optimisation est essentielle pour l'émergence de l'intelligence générale, c'est-à-dire une intelligence qui n'est pas limitée à des tâches spécifiques, mais qui peut s'adapter à une grande variété de situations de manière flexible et autonome. Par exemple, une IA dotée d'un langage intérieur pourrait apprendre à corriger ses propres erreurs, à explorer des stratégies alternatives, et même à développer de nouveaux objectifs en fonction des expériences passées.

De plus, un langage intérieur fonctionnel permettrait à l'IA d'intégrer des éléments émotionnels et motivationnels dans son processus de décision, ce qui est un autre aspect central de la conscience humaine. Les réseaux neuronaux qui sous-tendent le langage intérieur humain sont profondément intégrés avec des circuits émotionnels, tels que le système limbique, qui influencent les décisions prises en fonction des états internes (Damasio, 1994). Pour qu'une IA devienne véritablement consciente, il est nécessaire de modéliser des systèmes similaires dans une architecture machine, permettant à l'IA de prendre des décisions non seulement en fonction de critères rationnels, mais aussi en tenant compte de facteurs affectifs et motivationnels.

En permettant à un système IA d'examiner et de modifier ses propres processus cognitifs et émotionnels, nous

ouvrons la voie à la création d'une IA capable de conscience et de réflexion. Cela pourrait révolutionner de nombreux domaines, des soins de santé aux technologies créatives, en passant par l'éducation et la robotique.

Cependant, de nombreuses questions restent en suspens. Quels seront les critères exacts pour déterminer si une IA est consciente ? Quels types de boucles récursives sont nécessaires pour atteindre la conscience de soi ? Comment les états internes émotionnels peuvent-ils être intégrés dans un modèle d'IA ? Ces questions devront être résolues à mesure que nous progressons dans la modélisation du langage intérieur en tant que mécanisme de conscience artificielle.

Cette approche nécessite encore des avancées technologiques, notamment en termes de modélisation de la métacognition, de réduction de l'incertitude et d'auto-optimisation des systèmes intelligents, mais elle pourrait conduire à une révolution dans la manière dont nous concevons l'intelligence et la conscience artificielle.

Références

- Alderson-Day, B., & Fernyhough, C. (2015). Inner speech: Development, cognitive functions, phenomenology, and neurobiology. *Psychological Bulletin*, 141(5), 931-965.
- Altmann, G. T., & Mirković, J. (2009). Incrementality and prediction in human sentence processing. *Cognitive Science*, 33(4), 583-609. <https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2009.01022.x>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47-89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Badre, D., & Nee, D. E. (2018). Frontal cortex and the hierarchical control of behavior. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(2), 170-188.
- Baird, B., Smallwood, J., Lutz, A., & Schooler, J. W. (2018). The decoupled mind: Mind-wandering disrupts cortical phase-locking to perceptual events. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 30(8), 1157-1166.
- Barrett, L. F. (2017). *How emotions are made: The secret life of the brain*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Barrett, L. F., & Simmons, W. K. (2015). Interoceptive predictions in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(7), 419-429.
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617-645.
- Beck, A. T. (2011). *Cognitive Therapy of Depression*. Guilford Press.
- Bengio, Y., & Lecun, Y. (2021). Scaling up deep learning. *Annual Review of Computer Science*, 6, 25-42.
- Bernstein, A., Hadash, Y., Lichtash, Y., Tanay, G., Shepherd, K., & Fresco, D. M. (2015). Decentering and related constructs: A critical review and metacognitive processes model. *Perspectives on Psychological Science*, 10(5), 599-617.
- Büchel, C., Geuter, S., Sprenger, C., & Eippert, F. (2014). Placebo analgesia: A predictive coding perspective. *Neuron*,

- 81(6), 1223-1239. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.02.042>
- Buckner, R. L., & Krienen, F. M. (2013). The evolution of distributed association networks in the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(12), 648-665. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.09.017>
- Buckner, R. L., Andrews-Hanna, J. R., & Schacter, D. L. (2008). The brain's default network: Anatomy, function, and relevance to disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124(1), 1-38. <https://doi.org/10.1196/annals.1440.011>
- Buhle, J. T., Silvers, J. A., Wager, T. D., Lopez, R., Onyemekwu, C., Kober, H., & Ochsner, K. N. (2014). Cognitive reappraisal of emotion: A meta-analysis of human neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 24(11), 2981-2990. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht154>
- Carruthers, P. (2002). The cognitive functions of language. *Behavioral and Brain Sciences*, 25(6), 657-674.
- Carruthers, P., & Smith, P. K. (Eds.). (1996). *Theories of theories of mind*. Cambridge University Press.
- Christoff, K., Irving, Z. C., Fox, K. C., Spreng, R. N., & Andrews-Hanna, J. R. (2016). Mind-wandering as spontaneous thought: A dynamic framework. *Nature Reviews Neuroscience*, 17(11), 718-731.
- Clark, A. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 36(3), 181-204.
- Colloca, L., & Benedetti, F. (2007). Nocebo hyperalgesia: How anxiety is turned into pain. *Current Opinion in Anesthesiology*, 20(5), 435-439. <https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e3282b972fb>
- Craig, A. D. (2009). How do you feel—now? The anterior insula and human awareness. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(1), 59-70.
- Dahl, C. J., Lutz, A., & Davidson, R. J. (2015). Reconstructing and deconstructing the self: Cognitive mechanisms in meditation practice. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(9), 515-523.
- Damasio, A. (2010). *Self comes to mind: Constructing the conscious brain*. Pantheon Books.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. Putnam Publishing.
- Damasio, A., & Carvalho, G. B. (2013). The nature of feelings: Evolutionary and neurobiological origins. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(2), 143-152.
- Dehaene, S., & Changeux, J. P. (2011). Experimental and theoretical approaches to conscious processing. *Neuron*, 70(2), 200-227.
- Dehaene, S., Changeux, J. P., Naccache, L., Sackur, J., & Sergent, C. (2006). Conscious, preconscious, and subliminal processing: A testable taxonomy. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(5), 204-211.
- Dehaene, S., Charles, L., King, J. R., & Marti, S. (2014). Toward a computational theory of conscious processing. *Current Opinion in Neurobiology*, 25, 76-84.
- Farb, N., Daubenmier, J., Price, C. J., Gard, T., Kerr, C., Dunn, B. D., & Mehling, W. E. (2015). Interoception, contemplative practice, and health. *Frontiers in Psychology*, 6, 763.
- Feldman, H., & Friston, K. J. (2010). Attention, uncertainty, and free-energy. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4, 215.
- Fletcher, P. C., & Frith, C. D. (2009). Perceiving is believing: a Bayesian approach to explaining the positive symptoms of schizophrenia. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(1), 48-58.
- Friston, K. (2005). A theory of cortical responses. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1456), 815-836.
- Friston, K. (2010). The free-energy principle: A unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, 11(2), 127-138. <https://doi.org/10.1038/nrn2787>
- Frith, C. D., & Frith, U. (2006). The neural basis of mentalizing. *Neuron*, 50(4), 531-534.
- Geva, S., Jones, P. S., Crinion, J. T., Price, C. J., Baron, J. C., & Warburton, E. A. (2011). The neural correlates of inner speech defined by voxel-based lesion-symptom mapping. *Brain*, 134(10), 3071-3082. <https://doi.org/10.1093/brain/awr232>
- Greene, J. D., Sommerville, R. B., Nystrom, L. E., Darley, J. M., & Cohen, J. D. (2001). An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment. *Science*, 293(5537), 2105-2108. <https://doi.org/10.1126/science.1062872>
- Gross, J. J. (2002). Emotion regulation: Affective, cognitive, and social consequences. *Psychophysiology*, 39(3), 281-291. <https://doi.org/10.1017/S0048577201393198>
- Guidere M. (2024a). *The Language Within: Exploring Mental Health through Predictive Linguistics*. Montréal: Psynum.
- Guidere M. (2024b). *Rethinking Language in Mental Health: Multilingual Approaches to Mental Health*. Montréal: Psynum.
- Henningsen, P., Zipfel, S., & Herzog, W. (2018). Management of functional somatic syndromes. *The Lancet*, 369(9565), 946-955. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)60159-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60159-1)
- Jehel L. & Guidère M. (2024). *La Langage intérieur en psychothérapie*. Paris : Dunod. Collection Psychothérapies.
- Kandel, E. R., & Schwartz, J. H. (2013). *Principles of Neural Science* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (2014). *Principles of Neural Science* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Kross, E., Bruehlman-Senecal, E., Park, J., Burson, A., Dougherty, A., Shablack, H., Bremner, R., Moser, J., & Ayduk, O. (2014). Self-talk as a regulatory mechanism: How you do it matters. *Journal of Personality and Social Psychology*, 106(2), 304-324. <https://doi.org/10.1037/a0035173>
- Kube, T., Schwarting, R., Rozenkrantz, L., Glombiewski, J. A., & Rief, W. (2020). Distorted cognitive processes in major depression: A predictive processing perspective. *Biological Psychiatry*, 87(5), 388-398.
- LeDoux, J. E. (1996). *The emotional brain: The mysterious*

- underpinnings of emotional life. Simon & Schuster.
- Levy, R. (2008). Expectation-based syntactic comprehension. *Cognition*, 106(3), 1126-1177. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.05.006>
- Løevenbruck, H., Grandchamp, R., Rapin, L., Nalborczyk, L., Dohen, M., Perrier, P., & Perrone-Bertolotti, M. (2018). A cognitive neuroscience view of inner language: To predict and to hear, see, feel. In *Inner speech: New voices* (pp. 131-167). Oxford University Press.
- Lupyan, G., & Clark, A. (2015). Words and the world: Predictive coding and the language-perception-cognition interface. *Current Directions in Psychological Science*, 24(4), 279-284.
- Lutz, A., Jha, A. P., Dunne, J. D., & Saron, C. D. (2015). Investigating the phenomenological matrix of mindfulness-related practices from a neurocognitive perspective. *American Psychologist*, 70(7), 632-658.
- Mayberg, H. S., Liotti, M., Brannan, S. K., McGinnis, S., Mahurin, R. K., Jerabek, P. A., & Drevets, W. C. (2005). Reciprocal limbic-cortical function and negative mood: Converging PET findings in depression. *Journal of Psychiatric Research*, 33(6), 513-524. [https://doi.org/10.1016/S0022-3956\(99\)00032-8](https://doi.org/10.1016/S0022-3956(99)00032-8)
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24(1), 167-202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Minsky, M. (1986). *The Society of Mind*. Simon & Schuster.
- Mobbs, D., Hagan, C. C., Dalgleish, T., Silston, B., & Prévost, C. (2015). The ecology of human fear: Survival optimization and the nervous system. *Frontiers in Neuroscience*, 9, 55.
- Morin, A. (2005). Possible links between self-awareness and inner speech: Theoretical background, underlying mechanisms, and empirical evidence. *Journal of Consciousness Studies*, 12(4-5), 115-134.
- Morin, A. (2009). Self-awareness deficits following loss of inner speech: Dr. Jill Bolte Taylor's case study. *Consciousness and Cognition*, 18(2), 524-529. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2009.02.004>
- Morin, A., Uttl, B., & Hamper, B. (2011). Self-reported frequency, content, and functions of inner speech. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 30, 1714-1718.
- Moseley, G. L., Butler, D. S., Beames, T., & Giles, T. J. (2008). *The explain pain handbook: Protectometer*. Noigroup Publications.
- Nickerson, R. S. (1998). Confirmation bias: A ubiquitous phenomenon in many guises. *Review of General Psychology*, 2(2), 175-220.
- Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(5), 242-249. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.03.010>
- Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2008). Cognitive emotion regulation: Insights from social cognitive and affective neuroscience. *Current Directions in Psychological Science*, 17(2), 153-158. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2008.00566.x>
- Paulus, M. P., Feinstein, J. S., & Khalsa, S. S. (2013). An interoceptive predictive coding model of conscious awareness. *Frontiers in Psychology*, 4, 1-19. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00174>
- Perrone-Bertolotti, M., Rapin, L., Lachaux, J. P., Baci, M., & Løevenbruck, H. (2014). What is that little voice inside my head? Inner speech phenomenology, its role in cognitive performance, and its relation to self-monitoring. *Behavioural Brain Research*, 261, 220-239. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2013.12.034>
- Peters, G., Hocke, F., Krämer, M., & Salzmann, S. (2014). Uncertainty and trust in medical communication. *Patient Education and Counseling*, 97(1), 50-56. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2014.06.017>
- Pezzulo, G., Rigoli, F., & Friston, K. (2015). Active inference, homeostatic regulation and adaptive behavioural control. *Progress in Neurobiology*, 134, 17-35.
- Phelps, E. A., & LeDoux, J. E. (2005). Contributions of the amygdala to emotion processing: From animal models to human behavior. *Neuron*, 48(2), 175-187. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2005.09.025>
- Pickering, M. J., & Garrod, S. (2013). An integrated theory of language production and comprehension. *Behavioral and Brain Sciences*, 36(4), 329-347.
- Powers, M. B., & Emmelkamp, P. M. G. (2010). Virtual reality exposure therapy for anxiety disorders: A meta-analysis. *Journal of Anxiety Disorders*, 22(3), 302-310. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2009.09.006>
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1(4), 515-526.
- Schultz, W. (2002). Getting formal with dopamine and reward. *Neuron*, 36(2), 241-263. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00967-4](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00967-4)
- Seth, A. K. (2013). Interoceptive inference, emotion, and the embodied self. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(11), 565-573. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.09.007>
- Shapiro, F. (2017). *Eye Movement Desensitization and Reprocessing (EMDR) Therapy: Basic Principles, Protocols, and Procedures* (3rd ed.). Guilford Press.
- Shergill, S. S., Bullmore, E. T., Brammer, M. J., Williams, S. C., Murray, R. M., & McGuire, P. K. (2001). A functional study of auditory verbal imagery. *Psychological Medicine*, 31(2), 241-253. <https://doi.org/10.1017/S003329170100335X>
- Smallwood, J., Gorgolewski, K. J., Golchert, J., Ruby, F. J., Engen, H., Baird, B., Vinski, M. T., Schooler, J. W., & Margulies, D. S. (2013). The default modes of reading: modulation of posterior cingulate and medial prefrontal cortex connectivity associated with comprehension and task focus while reading. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 734. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00734>
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement Learning: An Introduction* (2nd ed.). MIT Press.
- Tang, Y. Y., Hölzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213-225.

<https://doi.org/10.1038/nrn3916>

Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, 61(3), 201-216. [https://doi.org/10.1016/S0165-0327\(00\)00338-4](https://doi.org/10.1016/S0165-0327(00)00338-4)

Van den Bergh, O., Witthöft, M., Petersen, S., & Brown, R. J. (2017). Symptoms and the body: Taking the inferential leap. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 74, 185-203. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.01.015>

Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. In *Advances in Neural Information Processing*

Systems (pp. 5998-6008). <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.03762>

Voss, U., Holzmann, R., Tuin, I., & Hobson, J. A. (2009). Lucid dreaming: A state of consciousness with features of both waking and non-lucid dreaming. *Sleep*, 32(9), 1191-1200.

Wager, T. D., Davidson, M. L., Hughes, B. L., Lindquist, M. A., & Ochsner, K. N. (2008). Prefrontal-subcortical pathways mediating successful emotion regulation. *Neuron*, 59(6), 1037-1050.

<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.09.006>

SOMMAIRE

DÉFINITION, OBJET ET OBJECTIFS	28
<i>Objet de la linguistique prédictive</i>	28
<i>Objectifs de la linguistique prédictive</i>	28
<i>Le langage intérieur au cœur de la linguistique prédictive</i>	29
<i>Définitions du langage intérieur</i>	29
<i>Perspective de l'espace de travail neuronal global</i>	29
<i>Perspective des théories d'ordre supérieur</i>	29
<i>Perspective du traitement récurrent</i>	30
<i>Perspective de l'information intégrée</i>	30
<i>Perspective de la minimisation de l'énergie libre</i>	30
<i>Synthèse définitionnelle</i>	30
NATURE, STRUCTURE ET FONCTIONS	30
<i>Les bases neurobiologiques du langage intérieur</i>	30
<i>Le langage intérieur et la modulation des émotions</i>	31
<i>Les bases neuronales du langage intérieur</i>	31
<i>Le langage intérieur et la plasticité neuronale</i>	32
<i>La nature générative du langage intérieur</i>	33
<i>La structure hiérarchique du modèle génératif</i>	33
<i>La construction de représentations abstraites</i>	33
<i>L'allumage neuronal du langage intérieur</i>	34
<i>La minimisation de l'énergie libre</i>	34
<i>La nature réflexive du langage intérieur</i>	34
<i>La nature incarnée du langage intérieur</i>	35
<i>La réflexivité dans différents états mentaux</i>	35
<i>La dérèglementation et l'introspection du langage intérieur</i>	35
ÉVALUATION, PRÉVENTION ET TRAITEMENT	36
<i>Le langage intérieur et la réduction de la culpabilité</i>	36
<i>L'incertitude diagnostique et la vigilance somatique</i>	36
<i>L'effet de la disposition cognitive sur le trac</i>	36
<i>Le rôle du langage intérieur dans les effets placebo et nocebo</i>	36
<i>Les implications pour l'alliance thérapeutique</i>	37
<i>La prévention des comportements d'évitement</i>	37
PRÉDICTIONNÉ ET RÉCURSIVITÉ	37
<i>Le langage intérieur comme système prédictif</i>	37
<i>Langage intérieur et intelligence artificielle</i>	38
<i>L'importance de la réflexivité et de la récursivité</i>	38
<i>De la génération de langage à la conscience artificielle</i>	38
<i>De l'intelligibilité à l'adaptabilité</i>	39
<i>Références</i>	39