

# Les Fonctions attentionnelles

Les fonctions attentionnelles et exécutives sont actuellement considérées d'une manière intégrée tant ces deux domaines fonctionnels sont difficilement séparables, le système attentionnel étant composé lui-même d'un sous-système exécutif. Nous les présenterons toutefois en parties séparées pour des raisons de clarté d'exposé.

Les différentes remarques sur l'attention telles « Mais fais donc attention ! », « Faites bien attention à cela », « Manque d'attention et de concentration », « Une mouche qui vole le distrait », etc.... réfèrent en fait à différents processus constituant le *système attentionnel*.

Ainsi, la remarque « Manque d'attention et de concentration » réfère à deux des trois dimensions du système attentionnel : respectivement, les dimensions *sélectivité* et *Intensité*.

## Le système attentionnel

On distingue trois grandes fonctions attentionnelles (alerte, orientation, l'attention exécutive) supportées par trois réseaux neuronaux, distribués à grande échelle, distincts. Elles constituent les trois dimensions du système attentionnel : la dimension *Intensité* qui recouvre la fonction et son réseau neuronal dit *Alerte* ; la dimension *sélectivité* qui recouvre la fonction et son réseau neuronal dit *Orientation* ; la dimension *exécutive* qui recouvre la fonction et son réseau neuronal dit *réseau attentionnel exécutif*<sup>97a, 1b</sup>.

### La fonction d'alerte (Alerting, i.e. dimension Intensité)

Elle est impliquée dans l'élévation et le maintien d'un état d'alerte préparatoire à l'apparition imminente d'un stimulus. Elle recouvre *l'alerte tonique* (contrôle cognitif général de l'éveil, *intrinsic alertness/arousal*), *l'alerte phasique* (réaction évaluée par son temps, à l'apparition d'un stimulus simple, *phasic alertness*), *la vigilance* (*Vigilance*) et *l'attention soutenue* (*Sustained attention*) se définissant comme un haut niveau d'alerte sur de longs intervalles de temps (supérieurs à 8 minutes). Le nombre de stimuli est faible en situation de vigilance, élevé dans l'attention soutenue.

### La fonction d'orientation (Orienting, i.e. dimension Sélectivité)

Elle recouvre l'attention sélective, l'attention sélective visuo-spatiale, l'attention partagée et l'attention alternée.

*L'attention sélective* (*focussed attention*) traduit la capacité à focaliser ses ressources attentionnelles sur le stimulus tout en inhibant les distracteurs. Elle permet de sélectionner l'information spécifique pertinente à la réalisation de la tâche, ceci parmi de multiples autres stimuli dont la prise en compte est inhibée.

---

97 a : Van Zomeren, A.H. & Brouwer ; W.H. (1994). *Clinical Neuropsychology of Attention*. New York : Oxford University Press.

1b : Posner, M.I. & Raichle, M.E. (1998). *L'esprit en image*. Bruxelles : De Boeck Université.

*L'attention sélective visuo-spatiale* est une forme particulière d'attention sélective mobilisée par la recherche d'un stimulus-cible en explorant un espace.

*L'attention partagée (divided attention)* recouvre la capacité de focaliser son attention sur deux sources de stimuli simultanément (écouter et regarder).

*L'attention alternée* recouvre la capacité de focaliser son attention alternativement sur deux sources de stimuli (surveiller les autres automobilistes à gauche et à droite de sa voiture).

### **La fonction exécutive attentionnelle (exécutive attention) :**

Elle recouvre le SAS (système attentionnel superviseur)<sup>98</sup>. Le contrôle exécutif de l'attention est impliqué dans des opérations cognitives complexes correspondant à la fois au contrôle et à la résolution de conflits entre des occurrences informationnelles en provenance de divers réseaux neuronaux (par exemple dans la tâche d'interférence de Stroop (voir p. 28) où le sujet doit nommer la couleur de l'encre (par exemple « rouge ») dans laquelle est écrit le mot « vert », VERT). C'est pourquoi ce réseau exécutif attentionnel est parfois appelé « *conflict network* ».

Ce contrôle exécutif attentionnel est en étroite relation avec le contrôle cognitif de l'activité, la mémoire de travail et la vitesse de traitement de l'information.

## **La mise en jeu des fonctions attentionnelles**

On distingue *l'orientation exogène* et *l'orientation endogène* de l'attention. *L'orientation exogène* est déclenchée par l'apparition d'un stimulus inattendu dans son environnement, par exemple, un éclair d'orage. Elle est automatique, brève et interrompt l'activité en cours. Cette forme d'orientation attentionnelle est ainsi dirigée par les événements.

*L'orientation endogène* est, quant à elle, volontaire et intentionnelle. Elle est contrôlée par la personne et reliée à des effets d'attente ; elle permet de se préparer à traiter l'information attendue et à y répondre rapidement. Par exemple quand un photographe animalier attend qu'un papillon se pose sur la fleur cible.

### *Indépendance et relations entre ces trois dimensions*

Un certain nombre de travaux<sup>99a,4b,4c</sup> mettent en évidence des interactions entre les différentes fonctions attentionnelles et les réseaux neuronaux spécifiques les supportant. En particulier, ces différents auteurs ont montré que la fonction d'alerte comme la fonction d'orientation pouvaient améliorer ou interférer négativement avec l'attention exécutive. Par ailleurs, l'efficacité fonctionnelle de l'alerte améliore celle de la fonction d'orientation. Ces interactions entre les différents processus attentionnels ont été corroborées par les travaux

---

2 : Shallice, T. (1995). Symptômes et modèles en neuropsychologie : des schémas aux réseaux. Paris : PUF

99a : Fan, J & Candliss, B.D. (Fan J, Mc Candliss BD. (2002) Testing the efficiency and independence of attentional networks. Journal of Cognition and Neurosciences, 14:340-7.

4b : Callejas A, Lupianez J, Funes MJ, Tudela P. (2004). The three attentional networks : On their independence and interactions. Brain and Cognition, 54:225-227.

4c : Posner, MI. et al., (2006). Analyzing and shaping human attentional networks. Neural Networks 19 : 1422-1429

en neuro imagerie montrant le recrutement des réseaux neuronaux concernés en chevauchement simultané.

## Données développementales

Il a été montré que si l'existence de sous-systèmes attentionnels est confirmée tant chez l'enfant que chez l'adulte, cela ne signifie pas pour autant que les soubassements neurophysiologiques de ces réseaux soient identiques tout au long du développement.

En effet, à l'instar des autres fonctions cognitives, le développement des fonctions attentionnelles dépend de façon majeure de la maturation cérébrale, notamment relative à la synaptogenèse et au processus de myélinisation allant du postérieur vers l'antérieur. Ceci permet d'éclairer le fait que la dimension exécutive du système attentionnel notamment poursuit sa maturation jusqu'en fin d'adolescence, la synaptogenèse des lobes frontaux n'arrivant guère à maturité qu'à cette époque-là<sup>100</sup>.

Cela éclaire aussi que l'on observe une diminution constante des temps de réaction en fonction de l'âge dans les tâches attentionnelles, la vitesse de traitement de l'information étant étroitement liée à la myélinisation permettant une transmission neuronale de plus en plus rapide.

### De la naissance à 12 mois

Les durées de fixation sur un stimulus observées chez le bébé sont considérées comme des témoins d'une activité attentionnelle, mais non comme reflétant des durées d'attention. En effet, chez le bébé, l'hypothèse d'une *difficulté dans le maintien endogène* de l'attention au cours de sa première année semble relativement bien corroborée. Cette difficulté peut être due soit 1) à une faible résistance aux distracteurs externes 2) soit à un défaut d'inhibition des représentations mentales déjà présentes.

J.F. Camus conclut de l'analyse d'un ensemble conséquent de travaux que si « les principaux processus du système attentionnel se mettent en place au cours de la première année (...) la possibilité de maintenir durablement une orientation attentionnelle semble faire défaut à cet âge »<sup>101</sup>.

M.I. Posner et al. (2006)<sup>4c</sup> considère dans le même sens que les données à disposition permettent de considérer que des capacités rudimentaires de fonction attentionnelle exécutive émergent au cours de la première année, mais ne sont pas réellement fonctionnelles en dessous de 2 ans.

Au plan de l'*orientation exogène* maintenant :

Comme nous l'avons vu à propos des méthodes d'étude de la cognition des bébés (voir *Introduction*), ce qui caractérise le bébé, c'est sa surexcitation face à la nouveauté, l'inconnu,

---

100 : Huttenlocher, P.R. et Dabholkar, A. S. (1997). Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *Journal of Comparative Neurology*, 387, 2, 167-178

101 : Camus, J.F. (1996). *La psychologie cognitive de l'attention*. Paris : Armand Colin

l'étrange, le structuré, le visage humain ou encore une stimulation excessive => la fonction d'orientation exogène est alors fortement mobilisée.

De nombreux auteurs ont montré que les bébés régulaient leurs états émotionnels en mobilisant leurs capacités de désengagement et de déplacement de leur attention sélective. Ce serait même là un des processus fondamentaux de cette régulation émotionnelle.

Avant 4 mois, ils sont capables de focaliser leur attention sélective, mais ils éprouvent plus de difficultés à la désengager et à la déplacer ailleurs. Dès 3-4 mois, les bébés possèdent ces processus de désengagement et de déplacement d'une façon tout à fait fonctionnelle.

Ces capacités de désengagement, déplacement, réengagement ailleurs, ont un rôle majeur dans l'évolution de nombreuses étapes cognitives et socio-cognitives importantes, comme, par exemple, aller des nouvelles données à apprendre aux données précédemment acquises la discrimination, la régulation des émotions et le développement de l'attention conjointe.

NB : S.E. Bryson et al (2010)<sup>102</sup> et R. Landry et S.E. Bryson (2004)<sup>103</sup> ont montré que les enfants présentant un autisme ont des temps de réaction beaucoup plus longs que les enfants témoins du même âge pour désengager leur attention visuelle ceci entraînant une prépondérance de l'angoisse associée à leur trouble et un accroissement de leurs conduites d'évitement (fuite du regard d'autrui, respiration rapide et peu profonde, excès de grimaces). C'est ainsi que dans les recherches sur les nourrissons à risque menées sur une fratrie plus âgée atteinte d'autisme, ces problèmes de désengagement observés à 12 mois précisent un diagnostic plus tardif. Il faut préciser enfin que ces problèmes de désengagement-déplacement observés chez les enfants présentant un autisme se retrouvent chez eux à l'âge adulte.

Entre 9 et 12 mois, émerge la capacité de l'enfant de regarder ce que l'adulte regarde sans que ce dernier ne le lui montre du doigt (c'est « suivez mon regard... »).

Il est donc bien établi que l'attention sélective visuo-spatiale joue un rôle précoce en permettant aux bébés de s'orienter de façon sélective vers les personnes et les données de leur environnement, ceci leur permettant de réguler leurs réactions émotionnelles aux informations sensorielles reçues.

## **A partir de 2 ans**

C'est à partir de 2 ans qu'émergent et se développent les processus implicites et endogènes de l'attention (contrôle volontaire, orientation délibérée avec maintien durable dans le temps).

L'amélioration significative de ces capacités d'orientation endogène de l'attention va avoir une grande importance dans l'émergence d'activités cognitives ou cognitivomotrices plus soutenues, guidées pro activement en lien avec le développement du contrôle attentionnel (organisation, flexibilité (c'est-à-dire capacité de changer le plan en fonction de ce qui se passe) et meilleure capacité d'inhibition des distracteurs).

---

102 : Bryson, S.E. (2010). Le développement précoce de l'attention visuo-spatiale. *Encyclopédie sur le développement des jeunes enfants*, CEDJE / RSC-DJE

103 : Landry, R. & Bryson, S.E. (2004). Impaired disengagement of attention in young children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45 (6), 1115-1122.

C'est ainsi que l'ensemble des processus composant le système attentionnel est en place vers la fin de la deuxième année.

De 2 à 15-16 ans, les diverses fonctions attentionnelles vont se développer de façon quasi continue (progression linéaire).

La fonction d'Alerte arrive à maturité, c'est-à-dire à un niveau fonctionnel comparable à celui du jeune adulte, autour de 10 ans. Les processus d'attention soutenue (i.e. concentration) et ceux de la dimension sélectivité (attention sélective / sélective visuo-spatiale, attention partagée / alternée) arrivent à maturité vers 11-12 ans. La dimension exécutive du système attentionnel (le contrôle attentionnel) arrive à maturité vers 15 ans.

F. Waszak et al. (2010)<sup>104</sup> rapportent ainsi une maturation effective de l'attention exécutive vers l'âge de 15 ans environ. Ces auteurs expliquent cette lenteur relative en comparaison des autres processus attentionnels, tel l'orientation, par les processus de maturation neurophysiologique du cortex frontal se faisant tardivement (voir P.R. Huttenlocher et al (1997).

Enfin, M.R. Rueda et al (2004)<sup>105</sup> ont montré qu'un important développement du réseau neuronal soutenant le contrôle attentionnel, réseau impliquant le cingulaire antérieur et les régions préfrontales latérales, se produisait entre 3 et 7 ans avec une forte amélioration de 4 à 6 ans, sous l'influence simultanée de données génétiques (notamment du DAT1) et de données éducatives ou environnementales. Ils avancent des données en faveur de l'efficacité de l'entraînement cognitif de l'attention exécutive à ces âges là, ce qui est important à considérer comme stratégie d'intervention auprès des enfants présentant un TDAH.

## Troubles des fonctions attentionnelles

Le trouble des fonctions attentionnelles le plus connu est le TDAH (trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité-impulsivité) comprenant, selon le DSM-IV-TR, les trois sous-types : Déficit de l'Attention (DA) dominant, Hyperactivité Impulsivité (HI) dominant et Mixte.

C'est la psychologue canadienne Virginia I. Douglas qui, en 1972, a considéré l'incapacité de s'arrêter, de regarder et/ou d'écouter, comme constituant le véritable problème des enfants hyperactifs.

Un déficit de l'attention fut donc considéré comme la pierre angulaire de ce qui est devenu alors un syndrome de déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité-impulsivité, conception reprise dans le DSM – III en 1980 et les suivants jusqu'au DSM –V (mai 2013) instaurant même un sous-type «inattentif strict ».

---

104 : Waszak F., Li, S-C, Hommel, B. (2010). The Development of Attentional Networks : Cross-Sectional Findings From a Life Span Sample. *Developmental Psychology*, 46 (2), 337-349.

105 : Rueda, M.R. et al (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*, 42, 1029-1040.

**Définition : DSM – V (mai 2013)**

*Dans sa section A 06 Attention Deficit /Hyperactivity Disorder, le TDAH est sub-divisé en 4 sous-types reprenant les 3 précédents tout en y ajoutant le sous-type « Inattentive Presentation (Restrictive) », c'est-à-dire la prise en compte de la possibilité de présenter un déficit de l'attention isolé (ne doit pas comporter plus de deux items d'hyperactivité-impulsivité et être bien présent depuis au moins 6 mois). Ceci nous semble très important, car correspondant à une réelle clinique attentionnelle.*

Relativement à la dimension attentionnelle du TDAH, R. Gupta & B.R. Kar (2009)<sup>106</sup> étudiant le développement des processus attentionnels chez l'enfant présentant un TDAH et un groupe témoin entre 6 et 9 ans, *ont trouvé des différences significatives dans la maturation des réseaux neuronaux d'alerte (il n'est pas mature à 9 ans pour TDAH versus normal), et d'orientation endogène à 9 ans.*

Par ailleurs, V. Leclercq et al., (2006)<sup>107</sup>, ont mis en évidence l'existence d'un trouble du contrôle attentionnel chez des enfants prématurés d'âge gestationnel compris entre 28 et 34 semaines, les poids de naissance se situant entre 1100 et 2310 grammes. Il existe également chez ces enfants une interférence entre les systèmes d'alerte et de contrôle « évoquant une moindre autonomie de ces deux systèmes ». Pour ces auteurs, « ce dysfonctionnement pourrait expliquer, au moins en partie, la plus grande prévalence des troubles des apprentissages retrouvée chez les enfants prématurés ».

En outre, B.D. McCandliss et al. (2003)<sup>108</sup>, M.I. Posner et M.K. Rothbart (2007)<sup>109</sup>, ont montré la très grande importance du réseau d'attention sélective dans les apprentissages scolaires tant en français qu'en arithmétique. Ces données rejoignent celles exposées par L. Meltzer et K. Krishnan (2007)<sup>110</sup> à propos des relations étroites entre les dysfonctions exécutives et les troubles spécifiques des apprentissages.

Enfin, nous avons déjà évoqué l'impact des dysfonctionnements de l'attention sélective, sélective visuo-spatiale et de l'attention exécutive dans différents domaines relatifs au développement socio-cognitif de l'enfant (voir paragraphe précédent).

---

106 : Gupta, R. & Kar, B.R. (2009). Development of attentional processes in ADHD and normal children. *Progress in Brain Research : Attention*, (ed. N. Srinivasan), Vol. 176, 259-276.

107 : Leclercq, V. et al. (2006). Trouble du contrôle attentionnel et prématurité. *Revue de Neuropsychologie*, vol. 16, n° 1, 41-64

108 : McCandliss, B.D., Beck, I., Sandak, R., & Perfetti, C. (2003). Focusing attention on decoding for children with poor reading skills: A study of the Word Building intervention. *Scientific Studies of Reading*, 7(1), 75-105.

109 : Posner, M. I., and Rothbart, M. K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annu. Rev. Psychol.* 58, 1-23.

110 : Meltzer, L., & Krishnan, K. (2007). Executive function and learning disabilities. In L. Meltzer (Ed.), *Executive function in education: From theory to practice* (pp. 77-105). New York, NY: The Guilford Press.

## Petite bibliographie pour aller plus loin

Camus J.F. (1996). *La psychologie cognitive de l'attention*. Paris : Armand Colin / Masson.

Camus, J.F. & El Massioui F. (2003). *L'attention : aspects théoriques*. *Psychologie française*, mars 2003, T. 48- n° 1 (PUG).

Posner M.I., Rothbart M.K. (1991). *Les mécanismes de l'attention et l'expérience consciente*. *Revue de Neurologie*, 2, 85-115.

Sturm W. (1999). *Rééducation des troubles de l'attention*. In : Azouvi P, Perrier D, Van der Linden M, eds. *La rééducation en neuropsychologie : études de cas*. Marseille : Editeur Solal ; 125-137.

Zimmermann, P. (2002). *L'évaluation informatisée de l'attention*. In J. Couillet, M. Leclercq, C. Moroni, & P. Azouvi (eds), *La neuropsychologie de l'attention*. Marseille : Solal, éditeur, pp. 103-125.

(Douglas, V.I. (1972). *Stop, look and listen : The problem of sustained attention and impulse control in hyperactive and normal children*, in *Canadian Journal of Behavioral Science*, 4, 259-281).