



## Le sommaire de ce numéro

<http://www.john-libbey-eurotext.fr/fr/revues/medecine/nrp/sommaire.md?type=text.html>

JL John Libbey  
EUROTEXT  
[www.revuedeneuropsychologie.com](http://www.revuedeneuropsychologie.com)

Société de  
Neuropsychologie  
de Langue  
Française

**Montrouge, le 30-06-2016**

Emilie Schmetz

**Vous trouverez ci-après le tiré à part de votre article au format électronique (pdf) :**  
Le point sur les processus visuo-perceptifs chez les enfants atteints de paralysie cérébrale

**paru dans**

Revue de neuropsychologie, 2016, Volume 8, Numéro 2

**John Libbey Eurotext**

*Ce tiré à part numérique vous est délivré pour votre propre usage et ne peut être transmis à des tiers qu'à des fins de recherches ou scientifiques. En aucun cas, il ne doit faire l'objet d'une distribution ou d'une utilisation promotionnelle, commerciale ou publique. Tous droits de reproduction, d'adaptation, de traduction et de diffusion réservés pour tous pays.*

© John Libbey Eurotext, 2016

# Le point sur les processus visuo-perceptifs chez les enfants atteints de paralysie cérébrale

## Visual Perceptual processes in children with cerebral palsy

Emilie Schmetz, Laurence Rousselle

Unité de neuropsychologie,  
Faculté de psychologie, de logopédie,  
et des sciences de l'éducation,  
Université de Liège, Quartier Agora,  
Place des Orateurs 1, Bâtiment B33,  
4000 Liège, Belgique  
<emilie.schmetz@ulg.ac.be>

Pour citer cet article : Schmetz E, Rousselle L. Le point sur les processus visuo-perceptifs chez les enfants atteints de paralysie cérébrale. *Rev Neuropsychol* 2016 ; 8 (2) : 137-49 doi:10.1684/nrp.2016.0374

### Résumé

Les troubles visuo-perceptifs, appartenant aux troubles neurovisuels, affectent la reconnaissance visuelle des stimuli (objets, images, etc.). Ils ont de multiples répercussions négatives sur les activités de la vie quotidienne, les apprentissages scolaires et les interactions sociales. Cependant, il n'existe pas actuellement de consensus concernant la terminologie utilisée, leur conceptualisation et leur évaluation chez l'enfant. Ces troubles sont particulièrement fréquents chez les enfants atteints de paralysie cérébrale. Les études sur les fonctions visuo-perceptives chez les enfants avec paralysie cérébrale ont mis en évidence un déficit développemental global ou spécifique d'une ou plusieurs fonctions visuo-perceptives. Les résultats des différentes études sont extrêmement variables en raison de différences méthodologiques et du type de variables considérées (atteintes motrices, troubles neurovisuels, etc.). A l'heure actuelle, cette hétérogénéité constitue un obstacle majeur pour caractériser les troubles visuo-perceptifs chez les enfants avec paralysie cérébrale. Dans de futures recherches, il est indispensable de prendre en compte l'influence des différents facteurs liés à la paralysie cérébrale (atteinte motrice, prématurité, lésion cérébrale, etc.). Enfin, il serait important d'évaluer l'ensemble des processus visuo-perceptifs à l'aide d'outils spécifiques, sensibles et adaptés aux enfants présentant des pathologies neuro-développementales.

**Mots clés :** enfant • paralysie cérébrale • trouble visuo-perceptif

### Abstract

*Visual perceptual impairment (VPI), part of cerebral visual impairment, challenges the visual recognition of different types of stimuli (objects, pictures, faces, letters, etc.). VPI has many negative consequences on daily life activities, on school learning and on social interactions. Nevertheless, for now there is no consensus about the processes involved in visual cognition, the VPI definition and their assessment in children. VPI are particularly frequent in children with Cerebral Palsy (neuro-motor syndrome). Researches on VPI in cerebral palsied children evidence either a global deficit or a particular deficit of one or more visual perceptual processes. However, results reported in the literature are extremely variable depending on the methodological choices (sampling differences, tests selection) and on the controlled variables (motor deficits, prematurity, epilepsy, brain injury or cerebral visual impairment). This heterogeneity prevent from drawing a clear picture of visual perceptual impairment in children with cerebral palsy. Accordingly, future research must to take into account the influence of the different factors that could affect visual perceptual processes (motor deficit, prematurity or brain damages). Moreover, this review outlines the growing need for sensitive and theoretically founded assessment tools specifically designed for testing children with neurodevelopmental pathologies.*

**Key words:** children • cerebral palsy • visual-perceptual impairment

doi: 10.1684/nrp.2016.0374

**Correspondance :**  
E. Schmetz

La vision joue un rôle essentiel dans le développement moteur, cognitif, émotionnel et social de l'enfant dès son plus jeune âge [1]. L'ensemble des processus visuels sont impliqués dans la mise en place du contrôle postural et gestuel, dans les interactions sociales (échanges d'informations non verbales, reconnaissance des visages et des émotions) et dans la construction des représentations spatiales dès les premiers déplacements. Durant la scolarité, ces processus visuels sont également impliqués dans l'apprentissage de la lecture (identification des mots et suivi des lignes), de l'écriture (coordination des mouvements des yeux et de la main) et des mathématiques (dénombrement, calcul écrit, comparaison des quantités et géométrie).

Ces processus visuels, pourtant essentiels au développement, peuvent être atteints à des degrés divers chez les enfants présentant des troubles neuro-développementaux, tels que la paralysie cérébrale [2], l'épilepsie [3], la prémature [4] et les syndromes génétiques comme le syndrome de Williams [5] ou la micro-délétion 22q11.2 [6]. On parle alors de troubles neurovisuels (en anglais : *cerebral visual impairment* [CVI]). Cette appellation désigne les déficits de la fonction visuelle qui surviennent en l'absence de trouble oculaire majeur et qui sont consécutifs à une lésion ou un dysfonctionnement des régions cérébrales postérieures au chiasma optique [7-9]. Les régions corticales et sous-corticales concernées sont notamment impliquées dans la transmission des informations extraites au niveau de la rétine (radiations optiques), dans l'identification (voie ventrale) et la localisation (voie dorsale) des stimuli visuels et dans la planification du mouvement (cortex pré-moteur). Selon la localisation et l'amplitude de la lésion, les manifestations cliniques des troubles neurovisuels peuvent être extrêmement variées tant dans leur nature que dans leur intensité [10]. Chokron [7] distingue trois catégories de troubles neurovisuels : les *atteintes de la vision élémentaire* (amputations du champ visuel), les *troubles oculomoteurs* (fixation, poursuite, saisie visuelle) et enfin les *troubles de la cognition visuelle* (altérations des étapes d'analyse et d'intégration des informations visuelles), aussi connus sous le terme de troubles visuo-perceptifs [11, 12]. Ces derniers n'ont été ajoutés à la définition originale des troubles neurovisuels qu'en 2001 [13]. Ces trois catégories de troubles ne sont pas strictement indépendantes. En effet, plusieurs auteurs ont démontré les effets délétères des atteintes du champ visuel et des troubles oculomoteurs sur les performances aux tests évaluant les processus visuo-perceptifs [1, 11, 14]. Ces troubles neurovisuels sont à l'origine de troubles d'apprentissages (lecture, calcul, etc.) et peuvent gravement perturber la réalisation des activités quotidiennes, la communication non verbale et les interactions sociales (reconnaissance des visages, des mimiques et des expressions faciales). Ils peuvent même engendrer des troubles du comportement de type autistique se traduisant par un repli sur soi ou par de l'évitement [15, 16].

Il est également important de souligner que les enfants atteints de troubles neurovisuels sont particulièrement vulnérables aux troubles neurovisuels car ils partagent des étiologies communes dont les plus fréquentes sont les épisodes d'hypoxie néonatale et la prémature. En effet, plus de 60 % des enfants avec paralysie cérébrale causée par des lésions hypoxo-ischémiques souffrent de troubles neurovisuels associés. Des leucomalacies périventriculaires plus ou moins importantes selon la durée de l'hypoxie et/ou du degré de prémature sont objectivées à l'IRM tant dans la paralysie cérébrale que dans les troubles neurovisuels. La paralysie cérébrale (appelée également *infirmité motrice cérébrale* et en anglais *Cerebral Palsy*) est une pathologie définie par des troubles permanents du mouvement et de la posture résultant de lésions non progressives du cerveau en développement du fœtus ou du jeune enfant [17]. Des crises d'épilepsie et des atteintes musculo-squelettiques sont fréquemment observées [18]. En plus des troubles moteurs, cette pathologie s'accompagne régulièrement et à des degrés divers, de troubles de la communication, de la perception, du comportement et des apprentissages scolaires. Les enfants atteints de paralysie cérébrale (PC) forment donc un groupe extrêmement hétérogène à tout point de vue, tant au niveau du type d'atteintes motrices et cognitives, que de l'étiologie (origine pré-, néo- ou post-natale) ou encore de la sévérité des troubles [19, 20].

Le profil cognitif des enfants atteints de PC est généralement marqué par des troubles visuo-perceptifs importants. Les difficultés scolaires qui en résultent sont bien connues : ces enfants montrent fréquemment des difficultés de perception et d'intégration des informations visuelles présentées en classe (ex. orientation des lignes, reconnaissance des formes et des caractères), de construction d'une représentation dans l'espace, d'imagerie mentale et d'interprétation des schémas et graphiques [21]. L'apprentissage des gestes de la vie quotidienne (utiliser ses couverts, s'habiller) est souvent laborieux, marqué par un retard et une maladresse persistante. La pathologie perceptive visuelle d'origine cérébrale de ces enfants s'aggrave avec les expériences visuelles et motrices pathologiques accumulées au cours du temps. Ils en viennent à développer une représentation de leur environnement très différente de celle des enfants au développement typique, laquelle est à l'origine de nombreuses difficultés dans leur vie quotidienne et dans leur parcours scolaire. Leurs difficultés visuo-perceptives sont donc profondément ancrées dans leur développement et conditionnent les apprentissages futurs [22]. Une meilleure connaissance des troubles visuo-perceptifs est donc cruciale pour parvenir à repérer le plus tôt possible les difficultés de ces enfants. Mieux les comprendre devrait permettre de mieux cibler les prises en charge et de justifier les aménagements à mettre en place au cours de leur scolarité. À l'heure actuelle, la littérature fait état d'un manque de consensus quant à la nature des processus de traitement visuo-perceptif. La diversité des conceptions se traduit non seulement par une importante hétérogénéité au niveau de la terminologie utilisée pour qualifier les troubles mais également au niveau de

tionnances dans les évaluations. La façon dont s'articulent les traitements perceptifs et moteurs demande également à être clarifiée. En l'absence de cadre théorique unifié, il est donc extrêmement difficile de dresser un tableau clair des troubles visuo-perceptifs possibles. Cet article propose un essai d'intégration des différentes conceptualisations des processus visuo-perceptifs et tente de faire le point sur l'état des connaissances actuelles quant à la nature des troubles visuo-perceptifs présentés par les enfants atteints de PC.

## ■ Les processus visuo-perceptifs

Dans son acceptation plus restreinte, les processus visuo-perceptifs sont impliqués dans le traitement et la reconnaissance des éléments visuels et sont pris en charge par la voie ventrale, occipito-temporale [7, 23-26]. Dans ce cadre, de nombreux auteurs s'accordent pour dire que les processus visuo-perceptifs impliquent deux étapes : les processus perceptifs et les processus associatifs des éléments visuels [7, 12, 26, 27]. Le modèle de Humphreys et Riddoch [24] demeure la conceptualisation qui en donne une description la plus complète à l'heure actuelle. Dans leur modèle, Charnallet [28] propose de distinguer trois niveaux de traitement au sein des processus perceptifs. Le premier est l'analyse précoce qui correspond au *traitement des traits géométriques locaux* et au *traitement de la forme globale* du modèle, à savoir, l'analyse des caractéristiques physiques des objets (longueur, taille, orientation, etc.). Le second est l'analyse intermédiaire qui permet l'élaboration d'une *description de l'objet dépendante du point de vue*. À ce stade, les processus mis en œuvre permettent d'identifier des objets présentés dans des conditions peu optimales. Enfin, le dernier niveau est l'analyse tardive qui aboutit à la *description épisodique et abstraite de l'objet* et il permet la construction d'une représentation de l'objet indépendante du point de vue. Par la suite, les processus associatifs, basés sur les représentations résultant des processus perceptifs, permettent la dénomination des éléments visuels. Cette étape permet l'accès à la signification des images grâce à l'association des représentations visuelles prototypiques élaborées lors de l'étape de catégorisation perceptive avec les connaissances sémantiques et structurelles stockées en mémoire à long terme.

Rivée sur les processus de reconnaissance, la place des traitements visuo-spatiaux reste très limitée dans cette conception. En effet, celle-ci n'explique pas la manière dont les individus traitent la position des éléments dans l'espace ni leur disposition les uns par rapport aux autres. En outre, la façon dont s'articulent les traitements visuo-perceptifs avec les traitements visuo-moteurs et visuo-constructifs n'est pas spécifiée. Pourtant, ces traitements moteurs et visuo-constructifs sont largement dépendants de la capacité de l'individu à percevoir les informations visuelles [23]. C'est pourquoi, d'autres auteurs parlent des traitements visuo-perceptifs dans une acception beaucoup plus large, et

processus de reconnaissance des objets mais aussi les traitements visuo-spatiaux, visuo-constructifs et visuo-moteurs [9, 11, 12, 29].

Chokron [8] détaille l'association des processus indispensables à la cognition visuelle, partant de la sélection des informations visuelles à l'adéquation des gestes grâce à la vision. En premier lieu, *la détection, l'exploration et l'attention visuelles* représentent un pré-requis nécessaire aux traitements visuels ultérieurs car elles permettent le déplacement attentionnel dans l'environnement, la sélection des informations pertinentes et la fixation de l'attention sur ces informations afin de réaliser une analyse visuelle fine [30]. En second lieu, *l'organisation et la représentation de l'espace* permettent une reconstruction fidèle de la position des éléments les uns par rapport aux autres. Elles constituent une étape intermédiaire qui influence les processus d'identification et de réalisation des actes moteurs. En troisième lieu, *la reconnaissance visuelle* permettant l'identification du stimulus comprend les processus de catégorisation perceptive et sémantique, tels que définis dans la conception d'Humphreys et Riddoch [24]. Enfin, la *coordination visuo-motrice* permet à l'individu d'ajuster son action à ce qu'il voit et perçoit en fonction des modifications continues de l'environnement [30]. Cette conceptualisation [7, 31] propose donc une première articulation des traitements visuo-perceptifs, visuo-spatiaux et visuo-moteurs. Elle reflète clairement la distinction, largement reconnue dans la littérature, entre les traitements visuo-spatiaux (localisation des points dans l'espace, orientation topographique, analyse des directions et des distances), dépendant de la voie dorsale (occipito-pariétale) et les processus de reconnaissance, pris en charge par la voie ventrale (occipito-temporale). Ces processus sont toutefois positionnés comme séquentiels dans le modèle. En outre, les processus moteurs se limitent à la coordination visuo-motrice.

À cet égard, Chaix et Albaret [23] proposent une modélisation dissociant les processus purement perceptifs des traitements ayant une implication motrice. Les processus perceptifs englobent les traitements visuo-perceptifs et les traitements visuo-spatiaux. Les traitements moteurs comprennent les traitements visuo-moteurs, c'est-à-dire les activités motrices qui reposent sur des rétroactions visuelles et les traitements visuo-constructifs par lesquels les éléments visuels sont intégrés en un tout cohérent au travers d'une réponse motrice. Dutton parle quant à lui de *guidance visuelle du mouvement* pour désigner les processus qui ajustent les mouvements du corps (membres inférieurs et supérieurs) aux informations en provenance des voies visuelles [10].

Les processus neurovisuels sont évidemment influencés par une série de facteurs généraux non spécifiques qui affectent les capacités attentionnelles déployées. Ces influences ont été prises en compte dans le modèle hiérarchique de la perception visuelle et du comportement de Zuidhoek [32] qui met l'accent sur l'impact de

chroniques intrinsèques (motivation, émotions, besoins) sur la mise en œuvre des processus attentionnels généraux qui, sous le contrôle exécutif, opèrent la sélection des informations pertinentes entre les différentes modalités sensorielles. Ces processus attentionnels généraux se répercutent à leur tour sur les processus attentionnels spécifiques à la modalité visuelle et sur les traitements visuels qui en découlent. Au sein de la cognition visuelle, les étapes d'analyse et d'intégration des informations visuelles supposent, en effet, des capacités d'attention et d'exploration visuelles qui permettent de focaliser son attention sur des éléments spécifiques d'une scène visuelle [10]. Dans le modèle hiérarchique, les capacités d'attention spécifique à la modalité visuelle reposent elles-mêmes sur des facteurs exogènes et endogènes qui vont tous deux influencer la taille du périmètre attentionnel et donc déterminer ce qui est perçu. Les facteurs exogènes correspondent à la taille et au type d'objet ou de scène visuelle (mots, images, visages, environnement complexe) alors que les facteurs endogènes correspondent aux attentes, buts et expériences antérieures de la personne (par exemple, l'enfant va réaliser une analyse visuelle complètement différente en fonction de la consigne de l'exercice, dire ce que l'image représente ou trouver un élément spécifique au sein de cette image) [32].

La *figure 1* présente un essai d'intégration des différentes conceptions revues jusqu'à présent au sein d'un modèle uniifié. Les processus neurovisuels comprennent les fonctions oculomotrices, l'intégrité du champ visuel et les traitements impliqués au sein de la cognition visuelle. Ce modèle positionne les traitements impliqués dans la cognition visuelle et la guidance visuelle des mouvements au sein des fonctions visuelles supérieures [10]. Les processus attentionnels généraux et spécifiques à la modalité visuelle sont représentés en amont des processus perceptifs composés des deux voies de traitement, la voie ventrale de reconnaissance des objets (aussi appelée la voie du *Quoi*) et la voie dorsale de traitement des informations spatiales (aussi appelée la voie du *Où*). Ces traitements qui font partie intégrante de la cognition visuelle forment les étapes préalables nécessaires à la guidance visuelle du mouvement (aussi nommée la voie du *Comment*) [32].

## ■ Du côté des enfants avec paralysie cérébrale

Auparavant, la paralysie cérébrale était définie exclusivement par la présence de troubles moteurs, alors que les troubles sensoriels, perceptifs et cognitifs étaient relégués au rang de troubles associés. Depuis 2007, la définition de Bax *et al.* [18], actuellement la plus référencée au sein de la littérature, intègre les troubles perceptifs au sein même du tableau clinique. En effet, de manière générale, les troubles neurovisuels sont particulièrement fréquents chez les enfants avec paralysie cérébrale (60 à 70 %)

comparativement aux autres composantes des processus neurovisuels en fonction de la localisation et l'étendue des lésions cérébrales. Les atteintes du champ visuel et les troubles oculomoteurs sont très répandus et ont été étudiés à de nombreuses reprises [34, 35]. Par exemple, l'étude de Salati *et al.* [35] montre, au sein d'un échantillon d'enfants atteints de PC avec un diagnostic de trouble neurovisuel, que 46 % des enfants présentent un nystagmus et 86 % souffrent de strabisme. La prévalence des troubles oculomoteurs varie de 21 à 29 % selon la nature du trouble (poursuite visuelle, fixation oculaire, exploration visuelle ou saccades visuelles). Les amputations du champ visuel et les troubles oculomoteurs (tels que strabisme, nystagmus ou encore troubles de la fixation) s'accompagnent également dans plus de 70 % des cas d'une acuité visuelle binoculaire inférieure à la normale [1]. Les effets délétères des atteintes du champ visuel et des troubles oculomoteurs sur les performances aux tests évaluant les processus visuo-perceptifs ont pourtant déjà été démontrés [1, 11, 14]. Les troubles de la motilité oculaire affectent notamment l'exploration visuelle, les saccades oculaires et les capacités de fixation et ils ont donc une influence négative sur les performances visuo-perceptives. Ces troubles peuvent en effet jouer un rôle causal dans la genèse des troubles visuo-perceptifs en empêchant une saisie visuelle correcte des informations [1]. Par exemple, un nystagmus peut provoquer des difficultés de discrimination figure-fond et de reconnaissance de position dans l'espace [11]. Le strabisme a, quant à lui, des répercussions négatives sur l'ensemble des tâches présentées aux enfants [11, 14].

En revanche, très peu d'études ont tenté de caractériser les troubles visuo-perceptifs dans une population composée exclusivement d'enfants avec PC. En effet, les troubles visuo-perceptifs ont été plus largement étudiés chez des enfants souffrant de troubles neurovisuels dans le cadre de pathologies mixtes dont la paralysie cérébrale [36]. Parmi les études qui ont spécifiquement étudié les troubles visuo-perceptifs chez l'enfant atteint de PC, il est par ailleurs très difficile de dégager des résultats clairs et reproductibles et de comparer les études compte-tenu de la variabilité importante des méthodologies utilisées. Cette variabilité se retrouve à tous les niveaux de la recherche, de la sélection des tests et des enfants à l'analyse des résultats. Premièrement, le choix des tests est très hétérogène. En effet, les différentes batteries utilisées ne mettent pas en jeu les mêmes processus visuo-perceptifs, ce qui rend les comparaisons difficiles. De plus, les fondements théoriques sous-jacents aux différentes batteries utilisées ne sont pas les mêmes, ce qui induit une variabilité importante dans la construction, le choix et les modalités de présentation des items. Enfin, certaines tâches font intervenir simultanément plusieurs processus. En cas de trouble, il n'est donc pas possible de déterminer avec précision quel est le traitement déficitaire.

En outre, la taille des échantillons et les critères de sélection des enfants sont très variables d'une étude à l'autre.

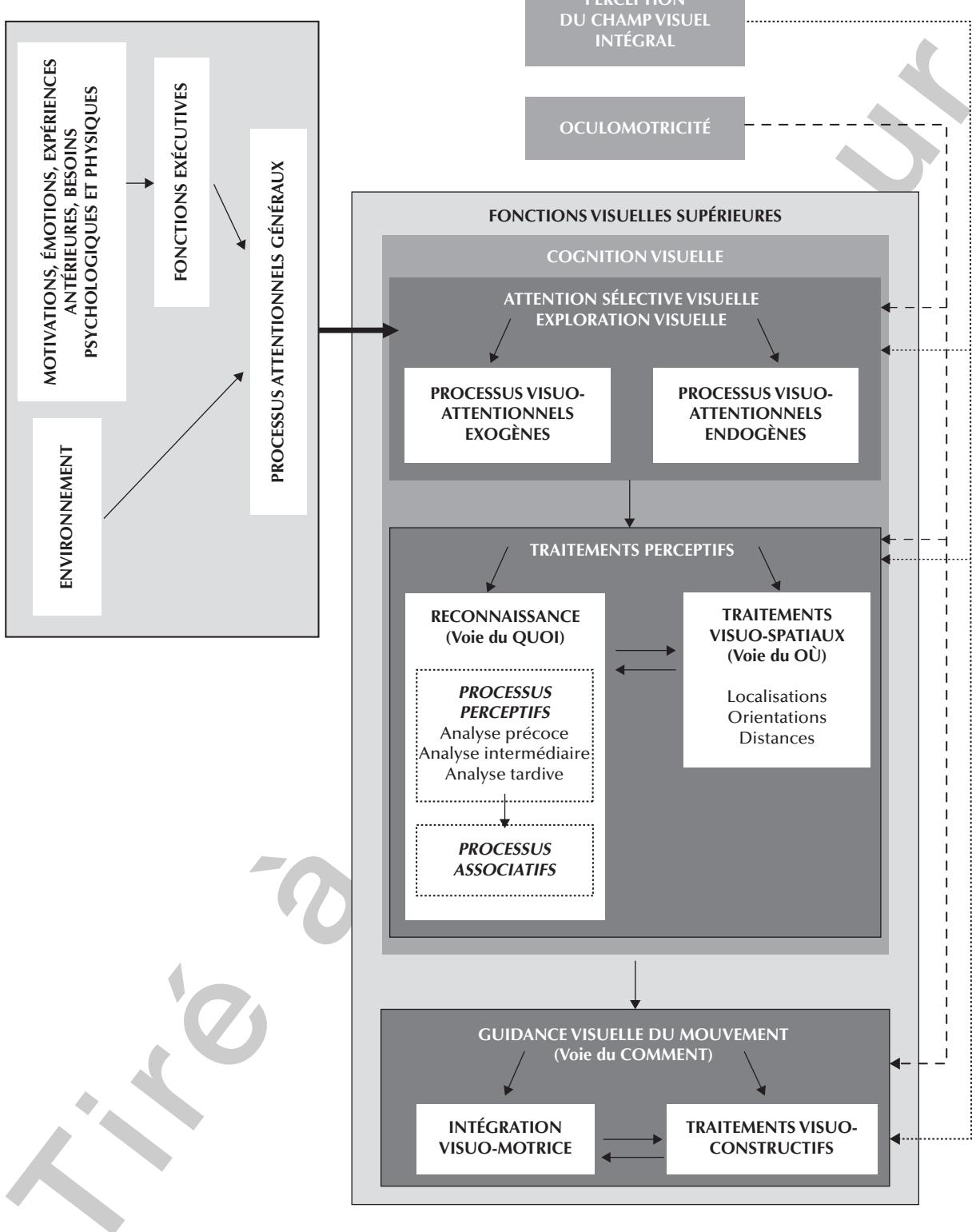


Figure 1. Représentation des processus neurovisuels.

sur un échantillon de quatre-vingt enfants (45,5 % de 2 enfants avec PC) [37-39] malgré l'importante hétérogénéité de la population des enfants avec PC.

Concernant les critères de sélection utilisés, quelques études se sont focalisées sur les enfants avec diplégie spastique [9, 11, 14, 38, 40, 41] alors que les autres n'ont spécifié aucune restriction préalable quant au type d'atteinte motrice ou à sa localisation. Quelques études ont sélectionné les enfants avec PC sur base de la présence de leucomalacie périventriculaire [9, 11, 14, 42, 43]. Seules cinq études ont sélectionné des enfants avec PC ayant une acuité visuelle normale ou corrigée [9, 11, 41, 44, 45]. Enfin, le fonctionnement intellectuel des enfants étant très souvent variable, certaines études incluent des enfants présentant un retard mental léger à modéré [9, 11, 40, 44] alors que d'autres ne sélectionnent que les enfants ayant un fonctionnement intellectuel supérieur à 80 [37, 46, 48]. Dans ces conditions, il est difficile de tirer des conclusions sur base des résultats obtenus car ces particularités méthodologiques remettent en question les possibilités de généraliser les résultats à d'autres enfants atteints de PC.

Le type d'atteinte motrice (spasticité, dyskinésie, athéose) et sa localisation (diplégie, hémiplégie, quadriplégie et tétraplégie) sont des facteurs qui semblent également influencer les performances des enfants atteints de PC. En effet, seule la moitié des enfants dyskinésiques présentent un déficit dans une tâche de jugement d'orientation de lignes alors que 89 % des enfants avec forme mixte et 100 % des enfants spastiques présentent un déficit dans cette même tâche [41]. En revanche, aucun déficit visuo-perceptif n'a pu être mis en évidence à l'aide de la batterie L94 chez les enfants atteints de PC avec dyskinésie ou forme mixte alors que les enfants spastiques obtiennent des résultats déficitaires à un ou plusieurs sous-tests de la L94 évaluant la reconnaissance d'images présentées sous des points de vue inhabituels [29]. Concernant la localisation de l'atteinte motrice, il a été montré que la proportion d'enfants atteints de PC présentant une réduction des quotients visuo-perceptifs et visuo-spatiaux à la batterie ABCDEFV est plus importante chez les enfants quadriplégiques (66 et 70 % respectivement) que chez les enfants hémiplégiques (43 et 40 % respectivement) ou diplégiques (16 et 26 % respectivement) [46].

L'étude de Fazzi [33] marque une première avancée sur le plan méthodologique car elle s'est attachée à prendre en compte les variables citées ci-dessus dans le but de caractériser de manière fidèle la fréquence des troubles neurovisuels – dont les troubles visuo-perceptifs – des enfants avec paralysie cérébrale. Son dispositif méthodologique lui permet de décrire le tableau clinique de l'ensemble de ces troubles au sein d'un même échantillon de 129 enfants avec PC en tenant compte de la localisation de l'atteinte motrice (diplégie, hémiplégie et tétraplégie). Peu d'enfants atteints de PC avec diplégie présentent une stéréopsie de bonne qualité (18 %). En revanche, la majorité de ces enfants montrent des troubles de la réfraction (74 %), tels que

les scotomas, la fixation (25 %), la poursuite (30 %), et les saccades oculaires (86 %) sont altérées. Sur le plan visuo-perceptif, 30 % des enfants obtiennent un quotient perceptif global moyen inférieur (QP entre 80 et 90) au DTVP II et 30 % ont un quotient faible à déficitaire (QP inférieur à 80). Les enfants atteints de PC avec hémiplégie présentent une réduction unilatérale des champs visuels (65 %), l'absence de stéréopsie (59 %), un nystagmus (59 %) et des troubles de la réfraction (88 %). Sur le plan oculomoteur, la fixation (23 %), la poursuite (59 %) et les saccades (59 %) sont altérées. Sur le plan visuo-perceptif, à peine 7 % des enfants ont un quotient perceptif global largement déficitaire (inférieur à 70). Enfin, le profil des enfants PC avec tétraplégie est caractérisé par des troubles de la réfraction (79 %), un nystagmus (87 %) et un strabisme (67 %). Sur le plan oculomoteur, la fixation (79 %), la poursuite (98 %) et les saccades (100 %) sont donc atteintes chez la grande majorité de ces enfants. Sur le plan visuo-perceptif, les enfants avec tétraplégie n'ont pas pu être évalués à l'aide du DTVP II en raison de l'importance de leurs atteintes visuelles et motrices. Si cette étude donne une première indication de la fréquence des troubles visuo-perceptifs en fonction de l'atteinte motrice, elle ne permet cependant pas de spécifier la nature des troubles visuo-perceptifs car elle se réfère à un quotient visuo-perceptif global basé sur des tests évaluant des processus très différents. Cette critique s'applique également à d'autres études qui basent leurs analyses sur des quotients globaux ou sur des notes composites regroupant les performances obtenues à plusieurs tests, ce qui ne permet pas de discerner les profils visuo-perceptifs sous-jacents [14, 29, 44, 45, 47]. Ce choix méthodologique se traduit par une hétérogénéité très importante dans les résultats. En effet, les déficits mis en évidence varient de 12,5 à 100 % pour les quotients visuo-perceptifs et de 25 à 85 % pour les quotients visuo-moteurs des enfants atteints de PC. Dans l'ensemble, ces études confirment donc la présence de déficits des traitements visuo-perceptifs, visuo-spatiaux et/ou visuo-moteurs auprès de la majorité des enfants atteints de PC. Néanmoins, aucun profil de déficits et de compétences spécifiques ne peut être dégagé.

Par ailleurs, l'étude de Fazzi *et al.* [33], tout comme une grande majorité d'études sur le sujet, n'a pas sélectionné de groupe contrôle et compare directement les performances des enfants atteints de PC aux normes existantes [11, 14, 41, 44-48], soit un appariement très grossier sur base de l'âge chronologique. Parmi les études qui ont eu recours à un groupe de référence, seules deux études utilisent des règles strictes d'appariement sur l'âge chronologique [39, 49] et trois études utilisent un appariement sur l'âge mental [29, 39, 43]. Pourtant l'intérêt de ce critère d'appariement a été démontré à plusieurs reprises [2, 50, 51]. En effet, l'intelligence non verbale est inférieure à l'intelligence verbale dans de nombreux troubles neurologiques précoces, tels que la paralysie cérébrale, l'hydrocéphalie et les lésions de leucomalacie périventriculaire. Le fait de comparer les enfants atteints de PC à des

d'intelligence verbale peut alors provoquer un biais dans l'interprétation des résultats aux tests visuo-perceptifs caractérisé par une augmentation du nombre et de l'importance des troubles. En revanche, l'utilisation de l'âge mental non verbal comme ligne de base pour comparer les performances visuo-perceptives des enfants avec PC permet d'atténuer, voire de supprimer ce biais d'interprétation et de mettre en évidence les troubles visuo-perceptifs réels de l'enfant compte tenu de son niveau de raisonnement non verbal.

Enfin, si l'étude de Fazzi *et al.* [33] contrôle le type d'atteinte motrice, elle laisse de côté toute une série de variables qui peuvent néanmoins influencer les résultats. De manière générale, les études prennent souvent le soin de caractériser leur échantillon d'enfants avec PC (prémature, type et localisation de l'atteinte motrice, troubles neurovisuels, genre, épilepsie, etc.) mais très peu utilisent ces caractéristiques dans leurs analyses pour dissocier des profils de performances, notamment du fait de la petite taille des échantillons. Concernant l'âge gestationnel par exemple, Pagliano *et al.* [14] ont pourtant mis en évidence un effet de la prémature sur les traitements visuo-perceptifs chez les enfants PC à l'aide du DTVP II. Les enfants nés à terme obtiennent des quotients visuo-perceptifs et visuomoteurs équivalents aux enfants au développement typique. En revanche, les enfants nés prématûrement présentent des quotients visuo-perceptifs et visuomoteurs déficitaires, respectivement dans 12 et 25 % des cas.

Afin de limiter l'hétérogénéité des échantillons inhérente à la PC, plusieurs auteurs [9, 11, 38, 40] se sont focalisés sur les enfants prématûres atteints de diplégie spastique. Les processus visuo-perceptifs (analyses intermédiaire et tardive), visuo-spatiaux, visuo-moteurs et visuo-constructifs ont été évalués auprès de deux échantillons d'enfants âgés de cinq à huit ans [11] et de six à 15 ans [9]. Au sein des traitements perceptifs et plus particulièrement de l'analyse intermédiaire (Cf. figure 1), le groupement perceptif (23 à 65 % des enfants, respectivement) et la discrimination figure-fond (25 à 64 % des enfants, respectivement) sont déficitaires. La reconnaissance des positions dans l'espace, utilisée pour évaluer les traitements visuo-spatiaux est déficitaire chez 45 % des enfants. Au sein de la guidance visuelle du mouvement, la coordination oculo-manielle, évaluant l'intégration visuo-motrice, est déficitaire chez 75 % des enfants de cinq à huit ans. Au sein des processus visuo-constructifs, 50 à 75 % des enfants sont respectivement en difficulté lors de la copie de figures et 55 % des enfants de six à 15 ans sont déficitaires pour la reproduction de modèles basés sur des relations topologiques. Malgré le fait que les auteurs se soient focalisés sur une sous-population très spécifique d'enfants atteints de PC, une grande variabilité subsiste dans les résultats. Celle-ci est probablement encore imputable au fait que ni l'âge mental non verbal ni la présence de troubles neurovisuels ne sont pris en considération dans l'analyse des résultats de ces deux échantillons d'enfants.

De nombreux tests disponibles sur le marché ne sont pas adaptés à l'évaluation des fonctions visuelles supérieures chez l'enfant avec PC susceptible de cumuler des limitations spécifiques telles que des troubles moteurs pouvant entraver la manipulation, des troubles visuels pouvant restreindre la saisie visuelle des informations ou encore des troubles langagiers pouvant limiter la compréhension des consignes et l'énonciation des réponses. Afin de fournir une vue synthétique des différents tests disponibles, ceux-ci ont été répertoriés dans le tableau 1 en fonction du plus haut niveau de traitement requis dans l'épreuve. Il est important de noter qu'aucun des tests repris n'évalue sélectivement un seul processus visuel isolé. Néanmoins, ces tests fournissent un grand nombre d'informations pertinentes pour l'établissement du profil spécifique de l'enfant grâce à l'analyse et l'observation qualitatives de leur réalisation et des stratégies utilisées dans les différentes tâches [52]. Pour chacun de ces tests papier-crayon, le type de réponse à fournir et le type de matériel à analyser est explicité afin de pouvoir opérer le choix le plus adapté aux particularités motrices, neurovisuelles, intellectuelles et cognitives des enfants PC.

Pour chaque niveau de traitement, les enfants atteints de PC peuvent être en difficulté dans leur passation pour différentes raisons et de différentes manières. Pour commencer, l'atteinte motrice de l'enfant avec PC a une influence délétère sur processus impliqués dans la guidance visuelle du mouvement et donc, sur toutes les tâches pour lesquelles les modalités de réponse impliquent une composante motrice comme la tenue d'un crayon, le pointage, la désignation et la manipulation du matériel. Il est donc fréquemment nécessaire, voire indispensable d'adapter le mode de passation. Il est par exemple possible de proposer à l'enfant d'utiliser un marqueur tampon au lieu d'un crayon dans les épreuves de barrage (comme c'est le cas dans la WPPSI-IV) ou encore de pointer la place de la bonne réponse au lieu de devoir manipuler lui-même les cartes réponses. Ces adaptations simples permettent à l'enfant de ne pas dépenser de l'énergie et des ressources cognitives inutilement. L'atteinte motrice peut également provoquer une dysarthrie chez l'enfant avec PC, qui selon son degré de gravité, rendra le langage de cet enfant plus ou moins intelligible. Si l'examinateur éprouve des difficultés à le comprendre, il devra soit demander à un parent ou un thérapeute de l'accompagner (avec les distorsions que cela peut impliquer) soit choisir un test évaluant le même processus mais dont la modalité de réponse est l'appariement (désignation). Sur le plan langagier, une problématique de retard simple de langage ou de dysphasie peut entraîner un retard d'acquisition du vocabulaire. Dans ce cas, il est également préférable d'opter pour les tâches d'appariement plutôt que pour les tâches de dénomination.

Concernant les troubles neurovisuels, les atteintes du champ visuel (vision tubulaire, vision périphérique,

Niveaux d'analyse	Tests	Âges	Mode de réponse	Matériel présenté
<b>Processus visuels élémentaires</b>	Champs visuels EVA (2009) [53, 54]	4 ans à 6 ans	Conduite oculaire	Visage de l'expérimentateur et crayon-jouet
	Poursuite visuelle EVA [53, 54]	4 ans à 6 ans	Conduite oculaire	Crayon-jouet
	Fixation oculaire EVA [53, 54]	4 ans à 6 ans	Pointage	Visage de l'expérimentateur
	Extinction visuelle EVA [53, 54]	4 ans à 6 ans	Pointage	Visage de l'expérimentateur et 2 crayons-jouet
<b>Attention sélective visuelle et exploration visuelle</b>	Barrages WPPSI IV (2014) [55]	2 ans 6 mois à 7 ans 7 mois	Barrage	Animaux et objets quotidiens
	Barrages WISC IV (2005) [56]	6 ans à 16 ans 11 mois	Barrage	Animaux et objets quotidiens
	Attention sustained LEITER III (2013) [57]	3 ans à 75 ans et plus	Barrage	
	Attention visuelle NEPSY (2003) [58]	3 ans à 12 ans 11 mois	Barrage	Animaux et objets quotidiens
	Barrages EVA [53, 54]	4 ans à 6 ans	Barrage	Animaux et objets quotidiens, « A » orientés
<b>Processus perceptifs</b>	Appariement de formes EVA [53, 54]	4 ans à 6 ans	Appariement	Objets quotidiens et figures géométriques
<b>Analyse précoce</b>	Visual perception BEERY VMI (2010) [59]	2 ans à 18 ans	Appariement	Figures géométriques
	Matching LEITER R (1997) [60]	2 ans à 10 ans 11 mois	Appariement	Animaux, objets quotidiens, figures géométriques
	Visual discrimination TVPS 3 (2006) [61]	3 ans à 18 ans 11 mois	Appariement	Figures géométriques
<b>Analyse intermédiaire</b>	Closure K ABC II (2008) [62]	3 ans à 12 ans 11 mois	Dénomination	Animaux et objets quotidiens
Groupement perceptif	Closure DTVPIII (2013) [63]	4 ans à 12 ans 11 mois	Appariement	Figures géométriques
	Form completion LEITER III [57]	3 ans à 75 ans et plus	Appariement	Animaux et objets quotidiens
	Closure TVPS 3 [61]	3 ans à 18 ans 11 mois	Appariement	Figures géométriques
Discrimination figure-fond	Figure-ground DTVPIII [63]	4 ans à 12 ans 11 mois	Appariement	Figures géométriques
	Figure-ground LEITER III [57]	3 ans à 75 ans et plus	Appariement	Animaux et objets quotidiens

Niveaux d'analyse	Tests	Âges	Mode de réponse	Matériel présenté
	Figures enchevêtrées EVA [53, 54] Visual figure-ground TVPS 3 [61]	4 ans à 6 ans 3 ans à 18 ans 11 mois	Dénomination Appariement	Animaux et objets quotidiens Figures géométriques
<b>Analyse tardive</b>	Form constancy DTVP III [63]	4 ans à 12 ans 11 mois	Désignation	Figures géométriques
Constance de formes	Form constancy TVPS 3 [61]	3 ans à 18 ans 11 mois	Désignation	Figures géométriques
	Puzzle d'images NEPSY 2 (2012) [64]	7 ans à 16 ans 11 mois	Désignation	Photographies de paysage
Complètement d'objets	Complètement d'images WPPSI IV [55] Complètement d'images WISC IV [56]	2 ans 6 mois à 7 ans 7 mois 6 ans à 16 ans 11 mois	Dénomination Dénomination	Animaux et objets quotidiens Animaux et objets quotidiens
<b>Processus associatifs</b>	Dénomination d'images WPPSI IV [55] Picture context LEITER R [60]	2 ans 6 mois à 7 ans 7 mois 2 ans à 5 ans 11 mois	Dénomination Désignation	Animaux et objets quotidiens Animaux et objets quotidiens
	Dénomination d'images WISC IV [56]	6 ans à 16 ans 11 mois	Dénomination	Animaux et objets quotidiens
<b>Traitements visuo-spatiaux</b>	Flèches NEPSY 2 [64] Orientation NEPSY 2 [64] Puzzles géométriques NEPSY 2 [64] Dénombrément cubes K ABC II [62] Position in space DTVP II (1993) [65] Paper folding LEITER R [60] Figure Rotation LEITER R [60]	5 ans à 16 ans 11 mois 5 ans à 12 ans 11 mois 5 ans à 16 ans 11 mois 5 ans à 12 ans 11 mois 4 ans à 10 ans 11 mois 6 ans à 20 ans 11 mois 11 ans à 20 ans 11 mois	Pointage Pointage Appariement Dénomination Appariement Appariement Appariement	Cibles et flèches Plan Figures géométriques Figures géométriques (représentation en 2D½) Figures géométriques Figures géométriques Figures géométriques
<b>Traitements visuo-moteurs</b>	Précision visuo-motrice NEPSY 2 [64] Eye Hand coordination DTVP III [63]	5 ans à 12 ans 11 mois 4 ans à 12 ans 11 mois	Tracé Tracé	Chemins avec chronomètre Chemins sans chronomètre
<b>Traitements visuo-constructifs</b>	Copie de figures NEPSY 2 [64] Copy BEERY VMI [59] Copy DTVP III [63]	5 ans à 16 ans 11 mois 2 ans à 18 ans 11 mois 4 ans à 12 ans 11 mois	Copie Copie Copie	Figures géométriques Figures géométriques Figures géométriques

Niveaux d'analyse	Tests	Âges	Mode de réponse	Matériel présenté
	Figure de Rey (2009) [66]	3 ans à adultes	Copie et mémoire	Figures géométriques
	Spatial relations DTVP II [65]	4 ans à 10 ans 11 mois	Copie	Figures géométriques au sein de points de repères
	Cubes NEPSY 2 [64]	5 ans à 16 ans 11 mois	Construction	Cubes
	Triangles K ABC II [62]	3 ans à 12 ans 11 mois	Construction	Figures géométriques à manipuler
	Cubes WPPSI IV [55]	2 ans 6 mois à 7 ans 7 mois	Construction	Cubes
	Cubes WISC IV [56]	6 ans à 16 ans 11 mois	Construction	Cubes
	Assemblage d'objets WPPSI IV [55]	2 ans 6 mois à 7 ans 7 mois	Puzzle	Animaux et objets quotidiens

hémianopsie) ont également une influence significative sur les performances cognitives des enfants. L'impossibilité de percevoir dans l'entièreté du champ visuel empêche l'enfant d'avoir une vision complète et unifiée de tout matériel visuel. Il perçoit donc l'environnement comme morcelé car il ne peut analyser qu'une partie à la fois sans systématiquement faire le lien entre les différentes parties perçues. L'intégrité du champ visuel doit donc impérativement être vérifiée avant toute évaluation neuropsychologique chez les enfants atteints de PC sous peine de biaiser significativement les résultats. Par exemple, à une épreuve de barrage (recherche visuelle de cibles parmi des distracteurs), l'enfant dont le champ visuel est amputé ne percevra pas les stimuli du côté de cette amputation (la moitié gauche ou droite en fonction du type d'hémianopsie) quand son point de fixation se situe au centre de la page. Il devra donc déplacer ce point de fixation vers le côté amputé afin de percevoir les stimuli. Les troubles oculomoteurs, tels que les troubles de l'organisation du regard (fixation, saccades, etc.) ont également des répercussions négatives sur la réalisation des différentes épreuves proposées. En effet, dans les épreuves de barrage (attention sélective visuelle), les enfants PC risquent d'oublier certains endroits de la page et passer à plusieurs reprises à d'autres. Dans les épreuves d'appariement d'une cible avec une des possibilités de réponse (en fonction de différents critères), l'enfant risque d'omettre une ou plusieurs possibilités de réponses, voire un ou plusieurs items s'ils sont présentés sur une même page. L'examinateur doit donc être particulièrement vigilant, pointer du doigt et s'assurer que l'enfant passe chaque possibilité de réponse dans son champ visuel. Cette adaptation permet de s'assurer que le résultat obtenu par l'enfant reflète bel et bien ses performances réelles à la tâche d'appariement et non l'absence de prise en considération de réponses ou d'items en rai-

son d'un trouble oculomoteur ou d'un déficit du champ visuel.

Durant toute évaluation de l'enfant atteint de PC, il est important d'être particulièrement attentif aux caractéristiques de l'environnement telles que le lieu (école, domicile, bureau, hôpital), les autres rendez-vous de la journée, la disposition du bureau et la présence de distracteurs auditifs et visuels qui peuvent, plus que chez d'autres enfants, influencer la performance. Du fait de leur histoire médicale et de leurs expériences antérieures des situations de tests, les enfants peuvent parfois aborder les évaluations avec un niveau de motivation et des affects différents comparativement aux enfants au développement typique. Il en va de même pour l'état physique de l'enfant (installation confortable, douleurs, faim, fatigue) qui, selon le handicap, peut être source d'inconfort pour des périodes de tests prolongées. Ces facteurs doivent impérativement être pris en considération au moment de l'évaluation et lors de l'analyse des résultats.

Au sein de la cognition visuelle, un trouble de l'attention sélective visuelle et de l'exploration visuelle peut provoquer des déficits au sein de l'évaluation des traitements perceptifs et de la guidance visuelle du mouvement. En effet, une saisie des informations visuelles de mauvaise qualité ou une exploration insuffisante de l'environnement vont empêcher la prise en considération de la totalité des informations visuelles disponibles et nécessaires pour les niveaux de traitement ultérieurs. Ces traitements, basés sur des informations incomplètes ou imprécises, ne pourront donc pas réaliser d'analyses perceptives et/ou spatiale efficaces. Pendant le bilan, l'examinateur doit donc, comme dans le cas de troubles oculomoteurs, s'assurer que l'enfant prend bien toutes les informations visuelles en considération grâce au pointage ou la mise en place de codes couleurs par exemple.

reconnaissance vont évidemment avoir un effet significatif sur l'ensemble des traitements nécessitant une reconnaissance préalable, tels que les traitements visuo-spatiaux, l'intégration visuo-motrice et les traitements visuo-constructifs. Par exemple, comment pourrait-on prendre en main une bouteille en plastique en ajustant le déplacement du bras, l'ouverture de la main et sa pression si cette bouteille n'a pas été reconnue en tant que telle. De même, une atteinte des traitements visuo-spatiaux risque également d'altérer l'intégration visuo-motrice et les traitements visuo-constructifs. En effet, comment l'enfant pourrait-il manipuler de manière optimale le matériel s'il ne perçoit pas correctement leur orientation et/ou les distances entre les différentes pièces. Comment réaliser un puzzle si l'enfant ne peut pas localiser ou agencer les pièces les unes par rapport aux autres sur base d'un modèle. Il faut donc à ce niveau faire la distinction entre les différentes causes possibles de résultat déficitaire aux tests visuo-moteurs et visuo-constructifs. L'enfant a-t-il échoué en raison de troubles de l'analyse spatiale sans atteinte motrice ni praxique, en raison de troubles moteurs consécutifs à sa paralysie cérébrale ou encore en raison de troubles praxiques. Cette distinction, rendue possible par la comparaison et l'observation qualitative des différents tests réalisés, est essentielle pour la mise en place d'un programme thérapeutique autour de l'enfant.

## ■ Conclusion

La présence de troubles visuo-perceptifs chez les enfants avec paralysie cérébrale a donc été confirmée par de nombreuses études. Toutefois, des différences méthodologiques importantes entre les études donnent un tableau encore très imprécis des troubles visuo-perceptifs chez les enfants atteints de PC. Enfin, les facteurs associés à la PC, tels que le type d'atteinte motrice, sa localisation, l'étiologie ou encore la présence d'une déficience intellectuelle ou de troubles neurovisuels n'ont souvent pas été pris en compte. L'impact de ces facteurs sur les résultats est encore très largement

ment en fonction des critères de sélection des enfants et des épreuves utilisées.

À ce stade, il reste à déterminer si les difficultés des enfants atteints de PC décrites dans la littérature témoignent d'un retard global dans le développement des processus visuo-perceptifs ou de troubles visuo-perceptifs spécifiques plus circonscrits. La nécessité de pousser plus loin l'analyse des profils d'enfants atteints de PC appelle la création d'outils d'évaluation précis permettant l'analyse de l'ensemble des processus visuo-perceptifs en jeu. Ces batteries de tests devront être spécifiquement adaptées à l'évaluation des enfants au développement typique, mais surtout aux particularités des enfants atteints de troubles neuro-développementaux qui sont plus vulnérables aux troubles neurovisuels et plus spécifiquement aux troubles visuo-perceptifs. Par exemple, les modalités de présentation des items et les modalités de réponses devraient être simplifiées. Dans le cadre de ces troubles neurovisuels, les temps de présentation des items ne devraient pas être limités afin de laisser le temps aux enfants d'analyser visuellement les informations. Enfin, les outils d'évaluation doivent viser à l'analyse des différents niveaux de traitement visuo-perceptif afin de définir des profils de déficits et de compétences complets et fiables, tenant compte des caractéristiques de l'enfant (atteintes motrices, troubles neurovisuels, étiologie et déficience intellectuelle associée) et de permettre d'orienter le choix des stratégies de réadaptation. ■

## Remerciements

Je remercie tout particulièrement le fonds de soutien Marguerite-Marie Delacroix, la fondation belge de la Vocation, l'ANAH et les clubs Rotary participants pour leur soutien financier dans cette recherche.

## Liens d'intérêts

les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt en rapport avec cet article.

## Références

1. Guzzetta A, Mercuri E, Cioni G. Visual disorders in children with brain lesions: 2. Visual impairment associated with cerebral palsy. *Eur J Paediatr Neurol* 2001; 5: 115-9.
2. Stiers P, De Cock P, Vandenbussche E. Separating visual perception and non-verbal intelligence in children with early brain injury. *Brain Dev* 1999; 21: 397-406.
3. Bouïs C, Cavézian C, Chokron S. Les troubles neurovisuels dans l'épilepsie de l'enfant : un état des lieux. *Rev Neuropsychol* 2011; 3: 155-60.
4. Larroque B, Ancel P-Y, Marret S, et al. Neurodevelopmental disabilities and special care of 5-year-old children born before 33 weeks of gestation (the EPIPAGE study): a longitudinal cohort study. *Lancet* 2008; 371: 813-20.
5. Thibaut J-P, Fayasse M. *Approche neuropsychologique du syndrome de Williams : aspects visuo-spatiaux*. *Traité neuropsychologie l'enfant*. Marseille : Solal, 2009, 549-72.
6. Oskarsdóttir S, Belfrage M, Sandstedt E, Viggedal G, Uvebrant P. Disabilities and cognition in children and adolescents with 22q11 deletion syndrome. *Dev Med Child Neurol* 2005; 47: 177-84.
7. Chokron S. Approche neuropsychologique des troubles neurovisuels chez l'enfant. *Rev Neuropsychol* 2015; 7: 41-9.
8. Chokron S, Demonet J-F, Collectif J-F. *Approche neuropsychologique des troubles des apprentissages*. Marseille : Solal Éditeurs, 2010, 382 p.

leukomalacia. *Dev Med Child Neurol* 2009 ; 51 : 974-81.

**10.** Dutton GN, Lueck AH. Impairment of vision due to damage to the brain. In : *Vision and the brain: understanding cerebral visual impairment in children*. New York : AFB Press, 2015.

**11.** Fazzi E, Bova SM, Uggetti C, et al. Visual-perceptual impairment in children with periventricular leukomalacia. *Brain Dev* 2004 ; 26 : 506-12.

**12.** Stiers P, van den Hout BM, Haers M, et al. The variety of visual perceptual impairments in pre-school children with perinatal brain damage. *Brain Dev* 2001 ; 23 : 333-48.

**13.** Good WV, Jan JE, Burden SK, Skoczenski A, Candy R. Recent advances in cortical visual impairment. *Dev Med Child Neurol* 2001 ; 43 : 56-60.

**14.** Pagliano E, Fedrizzi E, Erbetta A, et al. Cognitive profiles and visuoperceptual abilities in preterm and term spastic diplegic children with periventricular leukomalacia. *J Child Neurol* 2007 ; 22 : 282-8.

**15.** Chokron S, Pieron M, Zalla T. Troubles du spectre de l'autisme et troubles de la fonction visuelle : revue critique, implications théoriques et cliniques. *Inf Psychiatr* 2015 ; 90 : 819-26.

**16.** Pawleko T, Chokron S, Dutton G. Considerations in behavioral diagnoses: issues, cautions, and potential outcomes. In : *Impairment of vision due to disorders of the visual brain in childhood: a practical approach*. American Foundation for the Blind (AFB) Press. New York : Amanda Hall Lueck, Gordon N. Dutton, 2015.

**17.** Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl* 2007 ; 109(suppl 109) : 8-14.

**18.** Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Dev Med Child Neurol* 2005 ; 47 : 571-6.

**19.** Arents A, Cans C, Marchal F. Études épidémiologiques relatives aux troubles neuropsychologiques dans la paralysie cérébrale. *ANAE Approche Neuropsychol Apprentissage Chez l'Enfant* 2013 : 500-10.

**20.** Straub K, Obrzut JE. Effects of cerebral palsy on neuropsychological function. *J Dev Phys Disabil* 2009 ; 21 : 153-67.

**21.** Mazeau M, Lostec CL. *L'enfant dyspraxique et les apprentissages*, 1re éd.. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2010, 216 p.

**22.** Zabalia M. Espaces psychiques et cognition de l'espace chez des enfants atteints d'infirmité motrice d'origine cérébrale. *Neuropsychiatr Enfance Adolesc* 2004 ; 52 : 160-5.

**23.** Chaix Y, Albaret J-M. Trouble de l'acquisition de la coordination et déficits visuo-spatiaux. *Développements* 2014 ; 32-43.

**24.** Humphreys GW, Riddoch M. *Visual object processing: A cognitive neuropsychological approach*. Issy-les-Moulineaux : Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 1987.

**25.** Irani F. Visuoperceptual. In : Kreutzer JS, DeLuca J, Caplan B, éds. *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology*. New York : Springer, 2011, p. 2654-6.

**26.** Mazeau M, Pouhet A. *Neuropsychologie et troubles des apprentissages chez l'enfant : du développement typique aux dys*, 2<sup>e</sup> édition. Paris : Elsevier Masson, 2014, 432 p.

**27.** Humphreys GW, Riddoch MJ. *To see but not to see: a case study of visual agnosia*. Paris : Psychology Press, 1987.

**28.** Charnallet A. Evaluation des agnosies visuelles. *Vis Asp Perceptifs Cogn Marseille Solal* 1998 : 279-301.

**29.** Stiers P, Vanneste G, Coene S, Vandebussche E. Visual-perceptual impairment in a random sample of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2002 ; 44 : 370-82.

**30.** Dutton GN. The brain and vision. In : *Vision and the Brain: understanding cerebral visual impairment in children*. New York : AFB Press, 2015.

**31.** Chokron S, Cavézian C, de Agostini M. Troubles neurovisuels chez l'enfant : sémiologie, retentissement sur les apprentissages et dépistage. *Développements* 2010 : 17-25.

**32.** Zuidhoeck S. The role of attention and executive brain functions in seeing and behavior in children with CVI. In : *Vision and the brain: understanding cerebral visual impairment in children*. New York : AFB Press, 2015.

aspects. *Dev Med Child Neurol* 2012 ; 54 : 730-6.

**34.** Guzzetta A, Fazzi B, Mercuri E, et al. Visual function in children with hemiplegia in the first years of life. *Dev Med Child Neurol* 2001 ; 43 : 321-9.

**35.** Salati R, Borgatti R, Giannì G, Jacobson L. Oculomotor dysfunction in cerebral visual impairment following perinatal hypoxia. *Dev Med Child Neurol* 2002 ; 44 : 542-50.

**36.** Ortibus E, Lagae L, Casteels I, Demaerel P, Stiers P. Assessment of cerebral visual impairment with the L94 visual perceptual battery: clinical value and correlation with MRI findings. *Dev Med Child Neurol* 2009 ; 51 : 209-17.

**37.** Barca L, Pezzulo G, Castelli E. Egocentric and allocentric spatial references in children with Cerebral Palsy. In : Ohlsson S & Catrambone R (Eds.). *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Austin : Cognitive Science Society, 2010 : 831-5.

**38.** Fedrizzi E, Anderloni A, Bono R, et al. Eye-movement disorders and visual-perceptual impairment in diplegia children born preterm: a clinical evaluation. *Dev Med Child Neurol* 1998 ; 40 : 682-8.

**39.** Schmetz E, Detraux J-H, Barisnikov K. Fonctions visuoperceptives chez les enfants IMC âgés de sept à 14 ans : groupement perceptif et discrimination figure-fond. *Mot Cérébrale Readapt Neurol Dev* 2013 ; 34 : 87-96.

**40.** Koeda T, Inoue M, Takeshita K. Constructional dyspraxia in preterm diplegia: isolation from visual and visual perceptual impairments. *Acta Paediatr* 1997 ; 86 : 1068-73.

**41.** Pueyo R, Junqué C, Vendrell P, Narberhaus A, Segarra D. Neuropsychologic impairment in bilateral cerebral palsy. *Pediatr Neurol* 2009 ; 40 : 19-26.

**42.** Haard A-L, Niklasson A, Svensson E, Hellström A. Visual function in school-aged children born before 29 weeks of gestation: a population-based study. *Dev Med Child Neurol* 2000 ; 42 : 100-5.

**43.** Van den Hout BM, de Vries LS, Meiners LC, et al. Visual perceptual impairment in children at 5 years of age with perinatal haemorrhagic or ischaemic brain damage in relation to cerebral magnetic resonance imaging. *Brain Dev* 2004 ; 26 : 251-61.

**44.** Kozeis N, Anogeianaki A, Mitova DT, Anogianakis G, Mitov T, Klisarova A. Visual function and visual perception in cerebral palsied children. *Ophthalmic Physiol Opt* 2007 ; 27 : 44-53.

**45.** Tsai L, Lin K, Liao H, Hsieh C. Reliability of two visual-perceptual tests for children with cerebral palsy. *Am J Occup Ther* 2009 ; 63 : 473-80.

**46.** Barca L, Cappelli FR, Di Giulio P, Staccioli S, Castelli E. Outpatient assessment of neurovisual functions in children with Cerebral Palsy. *Res Dev Disabil* 2010 ; 31 : 488-95.

**47.** Haard A-L, Aring E, Hellström A. Subnormal visual perception in school-aged ex-preterm patients in a paediatric eye clinic. *Eye* 2004 ; 18 : 628-34.

**48.** Fazzi E, Signorini SG, Bova SM, et al. Spectrum of visual disorders in children with cerebral visual impairment. *J Child Neurol* 2007 ; 22 : 294-301.

**49.** Menken C, Cermak SA, Fisher A. Evaluating the visual-perceptual skills of children with cerebral palsy. *Am J Occup Ther* 1987 ; 41 : 646-51.

**50.** Zuidhoeck S, Hyvarinen L, Jacob N, Henriksen A. Assessment of functional vision: assessment of visual processing in children with CVI. In : *Vision and the brain: understanding cerebral visual impairment in children*. New York : AFB Press, 2015.

**51.** Stiers P, Vandebussche E. The dissociation of perception and cognition in children with early brain damage. *Brain Dev* 2004 ; 26 : 81-92.

**52.** Ortibus EL, De Cock PP, Lagae LG. Visual perception in preterm children: what are we currently measuring? *Pediatr Neurol* 2011 ; 45 : 1-10.

**53.** Vilayphonh M, Cavezian C, Laloum L, et al. Évaluation des troubles visuo-attentionnels chez l'enfant de quatre à six ans. *Rev Neuropsychol* 2009 ; 1 : 110-9.

**54.** Chokron S. Evaluation of visuo-spatial abilities (EVA): a simple and rapid battery to screen for CVI in young children. In : *Impairment of vision due to disorders of the visual brain in childhood: a practical approach*. American Foundation for the Blind (AFB) Press. New York : Amanda Hall Lueck, Gordon N. Dutton, 2015.

tion for the Blind (AFB) Press. New York : ECPA, les Éd. du Centre de psychologie appliquée, 2014.

**56.** Wechsler D. *WISC-IV Échelle d'Intelligence de Wechsler pour enfants et adolescents - quatrième édition*. American Foudation for the Blind (AFB) Press. New York : ECPA, les Éd. du Centre de psychologie appliquée, 2005.

**57.** Roid GH, Miller LJ, Pomplun M, Koch C. *Leiter International Performance Scale*. Third Edition (Leiter-3). Stoelting, 2013.

**58.** Korkman M, Kirk U, Kemp SL, Plaza M. *Nepsy, bilan neuropsychologique de l'enfant*. American Foudation for the Blind (AFB) Press. New York : ECPA, les Éd. du Centre de psychologie appliquée, 2003.

**59.** Beery KE, Buktenica NA, Beery NA. *Beery VMI-6th Edition*. Pearson, 2010.

**60.** Roid GH, Miller LJ. *Leiter International Performance Scale-Revised (Leiter-R)*. American Foudation for the Blind (AFB) Press. New York : Stoelting, 1997.

**62.** Kaufman AS, Kaufman NL. *KABC-II Batterie pour l'examen psychologique de l'enfant- Deuxième édition*. American Foudation for the Blind (AFB) Press. New York : ECPA, les Éd. du Centre de psychologie appliquée, 2008.

**63.** Hammil DD, Pearson NA, Voress JK. *Developmental Test of Visual Perception: Third Edition (DTVP III)*. American Foudation for the Blind (AFB) Press. New York : Pro-Ed, 2013.

**64.** Korkman M, Kemp SL, Kirk U. *Bilan neuropsychologique de l'enfant [NEPSY-III]*. American Foudation for the Blind (AFB) Press. New York : In ECPA, 2012.

**65.** Hammil DD, Pearson NA, Voress JK. *Developmental test of visual perception: second edition (DTVP-II)*. American Foudation for the Blind (AFB) Press. New York : Western Psychological services, 1993.

**66.** Rey A, Wallon P, Mesmin C. *Test de la Figure Complexe de Rey*. American Foudation for the Blind (AFB) Press. New York : ECPA, les Éd. du Centre de psychologie appliquée, 2009.

Tiré à part