

Adaptation visuo-motrice et représentations corporelles :

De la négligence au SYNDROME DOULOUREUX REGIONAL COMPLEXE

Visuo-motor adaptation and bodily representations:

From neglect to COMPLEX REGIONAL PAIN SYNDROME

Jacquin-Courtois S^{1,2}, Legrain V^{3,4}, Sumitani M⁵, Miyauchi S⁶, Rossetti Y^{1,2}

¹ImpAct, Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon, Inserm U1028, CNRS UMR 5092, Université Claude Bernard Lyon 1, Bron, France

²Rééducation Neurologique, Mouvement et Handicap, Hôpital Henry Gabrielle, Hospices Civils de Lyon, Lyon, France

³Department of Experimental Clinical and Health Psychology, Ghent University, Ghent, Belgium

⁴Institute of Neuroscience, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve and Brussels, Belgium

⁵Osaka University, Graduate School of Medicine, and Center for Pain Management, Osaka University Hospital, Osaka, Japon

⁶Kobe Advanced ICT Research Center, National Institute of Information and Communications Technology, Kobe, Japon

Auteur correspondant: **Yves Rossetti**

Téléphone: 04 72 91 34 16

Email : yves.rossetti@inserm.fr

Résumé :

Cet article est une revue résumant les données les plus récentes concernant les symptômes apparentés à la négligence que l'on peut observer chez les patients présentant un syndrome douloureux régional complexe (CRPS). Certains de ces patients ont en effet tendance à ignorer le membre affecté, ou à en avoir une représentation mentale altérée. Les CRPS incluent de fait une altération de l'image du corps et du schéma corporel et traduisent un possible effet top-down (descendant) de l'attention visuo-spatiale sur l'intégration somesthésique et nociceptive, avec élément d'hyperattention dirigée. L'adaptation prismatique, par la modification de l'attention visuo-spatiale, peut agir sur le schéma corporel et l'intégration somesthésique mais aussi sur la douleur et la motricité, ouvrant ainsi de possibles perspectives thérapeutiques permettant de court-circuiter les niveaux cognitifs les plus élevés et en particulier la prise de conscience ou le contrôle intentionnel.

Abstract :

This publication is an invited topical review that summarizes the recent findings regarding the neglect-like symptoms observed in patients with complex regional pain syndrome (CRPS). Some of these patients tend to ignore or have an altered mental representation of the affected limb. CRPS include bodily schema and image alterations and reflect a potential top-down effect of visuo-spatial attention on somesthetic and nociceptive integration, linked to a directed hyperattention. Prismatic adaptation could act not only on bodily schema through visuo-spatial attention change, but also on pain and motricity. This opens potential therapeutic perspectives bypassing higher cognitive levels and especially consciousness and intentional control.

Mots clés: algodystrophie – adaptation prismatique – négligence – schéma corporel

Key words: CRPS – prism adaptation – neglect – bodily schema

L'espace est une dimension fondamentale intervenant dans la perception et les liens entre cerveau et espace posent la question de savoir comment sont représentées, mémorisées, perçues et utilisées les relations spatiales des objets entre eux, et des objets par rapport au corps. L'intégration de la dimension spatiale, qui ne peut s'établir qu'à partir des actes sensoriels, moteurs et cognitifs engagés, permet de guider les interactions avec le monde extérieur. Ce dialogue sensori-moteur contribue finalement autant à l'élaboration des représentations spatiales que corporelles.

Le cerveau est capable de traiter les informations spatiales selon différents cadres de référence. Une première dissociation, théorique, peut être faite entre représentations égocentriques et allocentriques [1]. Le cadre de référence égocentrique, c'est-à-dire centré sur le sujet, permet la représentation spatiale des objets selon leur position relative par rapport au corps de l'observateur. Dans ce contexte, la droite et la gauche sont définies par rapport au milieu du corps ou d'une partie spécifiée du corps. Dans le cas de représentations allocentriques, la perception de la position dans l'espace est indépendante de l'observateur. L'espace est alors perçu en termes de relations positionnelles entre les objets ou entre les différentes parties d'objets.

Un autre élément de distinction important à prendre en compte dans la perception spatiale est la dissociation entre espaces personnel, péripersonnel et extrapersonnel [2]. L'espace personnel correspond à l'espace du corps, le péripersonnel à l'espace rapproché permettant la manipulation directe d'objets proches (espace de préhension) et l'extrapersonnel à un espace plus éloigné dans lequel les objets peuvent être atteints grâce aux mouvements corporels.

Chez l'homme, ce cadre théorique et ces dissociations sont notamment documentés par les investigations neuropsychologiques réalisées chez des patients présentant un syndrome de négligence spatiale unilatérale, pathologie de la cognition spatiale par excellence fréquemment observée après lésion consécutive à un accident vasculaire cérébral [3-6]. Ce trouble singulier de l'utilisation et de la conscience de l'espace est un phénomène durable, consécutif le plus souvent à une lésion hémisphérique droite, notamment pariétale [7] et plus particulièrement autour du lobule pariétal inférieur, c'est-à-dire autour d'une région jouant le rôle d'une interface multi-sensorielle et sensori-motrice entre perception spatiale et action [8, 9]. Syndrome polymorphe, il associe un défaut de prise en compte des informations sensorielles issues de la partie de l'espace situé du côté opposé à la lésion cérébrale, une modification de l'orientation et des réactions et des actions réalisées en direction de celui-ci, ainsi que des manifestations comportementales résultant de l'altération de la conscience qu'a le patient de ces perturbations. Il constitue ainsi un trouble du comportement avec décalage systématisé du côté de la lésion cérébrale. Le patient qui en est atteint ne prêtera pas attention à un interlocuteur situé à sa gauche, ne lira que les colonnes de droite d'un journal ou oubliera de se raser ou se maquiller la partie gauche du visage. Mais celui-ci éprouvera aussi des difficultés pour explorer et se représenter mentalement la totalité de l'espace. Ce syndrome est fréquemment associé à une hémiparésie, à une hémianesthésie et à une hémianopsie gauches dont il peut majorer l'intensité (et réciproquement), ainsi qu'à des troubles praxiques et des troubles de la mémoire topographique. Selon la partie de l'espace ou la modalité sensorielle concernée, différentes formes cliniques peuvent être décrites. Le déficit se manifeste le plus fréquemment dans l'espace extracorporel et en particulier dans l'espace proche (ou de préhension). C'est d'ailleurs dans cette partie

de l'espace que sont réalisés la plupart des tests d'évaluation. Le déficit peut également affecter les autres parties de l'espace (l'espace extracorporel éloigné, l'espace corporel ou l'espace imaginé). De nombreuses observations de dissociations ont été rapportées témoignant que ces différentes parties de l'espace dépendent de réseaux neuronaux distincts [3, 5, 10]. La négligence de l'espace éloigné peut être mise en évidence par des épreuves de dénombrement visuel, de bissection ou de barrage réalisées avec un pointeur laser par exemple.

La négligence corporelle peut se manifester par exemple par des oublis lors du rasage ou du maquillage sur la moitié gauche du visage, des difficultés ou même une stase des aliments dans la cavité buccale au cours de la déglutition [11]. Lorsque le trouble affecte la totalité de l'hémicorps, il peut être révélé par des oublis par le patient de son membre atteint qui le plus souvent est également paralysé et anesthésié : par exemple le patient pourra être allongé ou assis sur son membre supérieur sans s'en rendre compte. Parmi les outils d'évaluation, outre les tests neuropsychologiques papier-crayon (bissection de lignes, copie de dessin et barrage notamment), la mesure du droit-devant manuel (mouvement de pointage dit en boucle ouverte) permet d'objectiver l'atteinte des référentiels corporels, avec un décalage de la position finale de pointage du côté de la lésion.

Dans ce contexte théorique particulier, le lien schéma corporel et image du corps peut ainsi être mis en défaut, avec la mise en évidence, au cas par cas, d'une déviation du regard, d'éléments d'hypokinésie voire d'akinésie (diminution voire absence de mouvement), de défaut de conscience du trouble (anosognosie), parfois de convictions délirantes centrées sur l'hémicorps paralysé (somatoparaphrénie) voire d'allochirie (trouble de la perception se traduisant par un transfert de la

sensation sensorielle d'un côté vers l'autre côté de l'espace, dans le cas de la négligence du côté contralésionnel vers le côté ipsilésionnel).

Parmi les stratégies thérapeutiques proposées dans le cadre de ce syndrome, une approche sensori-motrice, de type 'bottom-up' (c'est à dire consistant à agir sur les systèmes de cognition spatiale par l'intermédiaire de leurs projections issues des systèmes sensori-moteurs, sur un mode plus « automatique » ou ascendant), consiste à utiliser des lunettes prismatiques permettant de dévier le champ visuel des patients vers la partie de l'espace située du côté ipsilésionnel [12-14]. Cette méthode permet ainsi de tromper le cerveau (décalage vers le côté ipsilésionnel entre position réelle et position visuelle de la cible lors d'un mouvement de pointage) et oblige à compenser, soit à opérer une réorientation des mouvements de la main vers le côté contralésionnel lors de la réalisation d'une série de pointages itératifs selon un mécanisme d'adaptation de bas niveau qui produit des effets indirects sur les fonctions supérieures (Figure 1). Les effets consécutifs directs sont évalués au moyen de la mesure de mouvements de pointage visuels, du droit devant manuel et/ou visuel, et se traduisent par une réduction du décalage ipsilésionnel (Figure 2).

-----insérer ici Figures 1 et 2-----

Cette procédure d'adaptation prismatique a montré des effets positifs concernant des tâches visuo-manuelles (bissection de lignes, barrage de lignes, copie de dessin ; Figure 1), mais également l'extinction tactile, l'imagerie mentale, l'équilibre postural, la conduite du fauteuil roulant, la dysgraphie spatiale, l'intention motrice ou la bissection de nombres [voir revue in 13, 15]. Ces résultats montrent que les effets de l'adaptation prismatique ne sont pas seulement restreints aux tâches visuo-motrices (engageant des modalités impliquées dans le processus adaptatif) mais peuvent également affecter la perception dans une modalité sensorielle non adaptée. De façon inattendue, cet effet peut s'étendre jusqu'à la

modalité auditive et produire une amélioration de la perception de matériel verbal présenté à l'oreille gauche en condition d'écoute dichotique [16]. Des effets somesthésiques ont également été obtenus, notamment sur la réduction des seuils tactiles du côté controlésionnel [17]. Le mécanisme de cette généralisation intermodale pourrait prendre place à un niveau d'intégration multisensoriel.

Ainsi, sur la question des relations entre négligence et référentiels corporels, plusieurs points peuvent être retenus. Il existe dans le cadre de ce syndrome une altération de l'image du corps et du schéma corporel [18], comme en témoignent de façon diversement associés les symptômes que peuvent présenter les patients. Cette sémiologie singulière rend compte d'un possible effet top-down de la cognition spatiale sur l'intégration somesthésique. Enfin, dans le cadre de l'approche rééducative, l'utilisation des prismes déviant l'environnement visuel et les effets consécutifs qui découlent de cette procédure démontrent que l'adaptation prismatique peut modifier la cognition spatiale et agir sur le schéma corporel et l'intégration tactile [19].

De façon intéressante, certains liens pourraient être envisagés entre ces éléments sémiologiques et le syndrome douloureux régional complexe (CRPS). Prolongeant l'intuition clinique classique selon laquelle la sous utilisation du bras du CRPS pouvait être rapprochée de la négligence motrice, il a effectivement été mis en évidence qu'au cours de ce type de syndrome, il existe également une altération de la représentation et de l'image du corps. De prime abord, le fait que le traitement de l'information nociceptive et la perception de douleur soient fortement influencés par l'attention spatiale [20, 21] et par les informations proprioceptives et visuelles à propos de l'état du corps [22-24] supporte l'idée que l'information nociceptive est

probablement intégrée au sein de représentations multimodales et péripersonnelles du corps [25]. Ces éléments sont renforcés par l'observation clinique des patients présentant un CRPS: la représentation visuelle de la main douloureuse est agrandie [26], une hypokinésie voire une akinésie peuvent être observées [27], le seuil de discrimination tactile est augmenté du côté douloureux, la réduction ou l'augmentation de la taille visuelle de la main réduit ou accroît la douleur [28].

Ainsi, parallèlement aux symptômes usuels du CRPS (douleur, œdème et modifications cutanées), certains patients peuvent également ignorer leur membre affecté ou en avoir une représentation mentale altérée (somatoparaphrénie), avoir des difficultés pour reconnaître leur propre membre [26] et/ou estimer sa position [29], sa taille [30] et son orientation [31]. Un phénomène d'extinction peut parfois également être observé, la stimulation du membre affecté étant difficile à percevoir lorsque le membre sain est stimulé de façon quasi simultanée [32]. A partir de ces éléments, il semblerait donc que les symptômes sensori-moteurs observés dans le cadre du CRPS pourraient ne pas être liés uniquement à la douleur, se traduisant par un comportement de type négligent [33]. Plusieurs auteurs comparent ainsi le CRPS à la négligence [27, 32, 34-36]. Mais quels sont les éléments communs des symptômes de type négligent observés dans le cadre du CRPS et ceux de la négligence après lésion cérébrale, quelles sont les éléments d'intégration spatiale capables de rendre compte de cette sémiologie, que peut on apprendre de ces patients de la perception spatiale de la douleur ? Les symptômes de négligence des patients CRPS sont modifiés par la vision du membre [28, 29]. Les patients présentent des erreurs de localisation du membre affecté et parfois également du membre sain [29]. Moseley et al [32] ont par ailleurs montré que durant une stimulation mécanovibratoire simultanée des deux mains (en l'absence de vision), il

existe, en position habituelle, une tendance à l'extinction des stimulations de la main pathologique. De façon surprenante, ce pattern est inversé lorsque les bras sont croisés de part et d'autre de la ligne médiane du corps: les patients ont alors tendance à négliger les stimulations du membre non affecté. Ces éléments suggèrent fortement que l'atteinte corticale en lien avec le CRPS ne consiste pas en une simple modification des voies sensori-motrices [37] et implique une altération des représentations plus complexes et multimodales de l'espace corporel intégrées au niveau cortical. Ces données impliquent également que les patients avec CRPS ne négligent pas spécifiquement le membre affecté mais plutôt le côté de l'espace dans lequel le membre affecté est normalement situé, suggérant une atteinte d'un cadre de référence qui n'est pas dépendant de la représentation somatotopique du corps, soit qui n'est pas dépendant des projections anatomiques des voies sensorielles afférentes [38]. Il a été ainsi proposé que les symptômes de type négligent du CRPS, et les modifications corticales sous-jacentes, résultent d'une réorganisation maladaptative implicite du système sensori-moteur afin d'éviter la provocation douloureuse du membre affecté, conduisant ainsi à une représentation altérée de ce membre [33].

Or cette unique hypothèse a été récemment rejetée [39]. En effet, cette altération de la perception de l'espace ne semble pas restreinte au côté du membre affecté. En effet, certaines données montrent que les patients CRPS peuvent avoir une perception spatiale altérée de stimuli visuels présentés à distance du corps et que la direction de la négligence spatiale peut parfois être inversée par rapport à ce qui a pu être précédemment rapporté, à savoir que les patients CRPS peuvent avoir tendance à négliger la perception de la partie de l'espace correspondante au côté sain du corps, et non au côté pathologique [34, 35]. Sumitani et al [34, 35] ont utilisé

une tâche de pointage du milieu subjectif du corps, dont on sait qu'elle produit des erreurs vers le côté ipsilésionnel dans le cas de patients négligents suite à une lésion cérébrale [40]. Lors de cette tâche, un point lumineux est projeté sur un écran situé à 2 m du patient, et il est demandé au patient de déplacer ce point vers la position estimée comme correspondant au milieu du corps, selon l'axe sagittal du tronc. La tâche était réalisée successivement en lumière ambiante ou dans l'obscurité, cette dernière condition permettant d'évaluer les performances dans un cadre de référence purement égocentrique du fait de l'absence d'indices externes visuels. Les résultats montrent des performances normales dans la condition lumineuse, alors qu'à l'inverse dans la condition d'obscurité, les jugements étaient nettement déviés vers le côté du membre affecté. Ce pattern de réponse n'était retrouvé ni chez les sujets sains, ni dans le cadre d'autres types de syndromes douloureux chroniques avec douleur unilatérale. Ceci pourrait être interprété comme un déséquilibre de la balance attentionnelle entre les données sensorielles issues des deux hémicorps, avec éléments d'hyperattention en direction du côté affecté, ce qui est clairement en opposition avec l'hypothèse d'une ignorance implicite du membre affecté [33]. Il semble en plus exister dans le cadre des CRPS des interactions complexes entre éléments visuo-attentionnels et somesthésiques supportant l'idée d'une intégration multimodale de l'information douloureuse [25].

Dans une perspective de réduction des symptômes, il a été montré que la réalisation de blocs nerveux permettait de réduire ces symptômes [34]. Partant des constatations faites dans le cadre de l'adaptation prismatique chez les patients négligents cérébrlésés, l'idée a été d'appliquer cette procédure à des patients présentant un CRPS afin d'essayer de réduire cette déviation vers l'hémiespace du

membre affecté. L'utilisation de prismes déviant le champ visuel du côté de l'espace correspondant au côté du membre sain permet ainsi de réduire les erreurs de jugement du milieu du corps en les rééquilibrant du côté de l'espace correspondant au membre sain. Cette procédure permet de réduire les éléments douloureux et les caractéristiques pathologiques associés, avec une spécificité directionnelle et de façon reproductible (Figure 3). De façon très intéressante, les manifestations végétatives locales (œdème, trophicité, rougeur) et la mobilité articulaire étaient significativement améliorées chez chaque patient inclus. De plus, le suivi longitudinal d'une patiente a permis de démontrer la spécificité de l'adaptation prismatique, de la direction et de l'amplitude de l'adaptation dans les effets thérapeutiques obtenus. Bultitude et Rafal [36] ont plus récemment reproduits ces résultats et proposent que la douleur observée dans ce cadre pathologique puisse être une conséquence et non la cause de la perturbation de la représentation du corps. L'immobilisation en lien avec la pathologie causale (et non la douleur) pourrait ainsi être à l'origine d'une réorganisation des circuits sensori-moteurs chez des sujets potentiellement prédisposés. La limitation des mouvements volontaires pourrait ainsi être envisagée non pas comme une conséquence de la douleur ou de la faiblesse, mais plutôt comme un dérangement de la représentation corporelle rendant certaines postures indisponibles.

-----insérer ici Figure 3-----

Ainsi, CRPS et représentation corporelle semblent très intimement liées. Les CRPS incluent de fait une altération de l'image du corps et du schéma corporel et traduisent un possible effet top-down de l'attention visuo-spatiale sur l'intégration somesthésique et nociceptive, avec élément d'hyperattention dirigée. L'adaptation prismatique, par la modification de l'attention visuo-spatiale, peut agir sur le schéma corporel et l'intégration somesthésique mais aussi sur la douleur et la motricité,

ouvrant ainsi de possibles perspectives thérapeutiques permettant de court-circuiter les niveaux cognitifs les plus élevés et en particulier la prise de conscience ou le contrôle intentionnel. L'étude du processus nociceptif et de la perception de la douleur en lien avec la perception spatiale est pertinente non seulement du point de vue théorique pour la compréhension du rôle de la douleur dans les liens entre détection de la menace et réaction défensive, mais aussi d'un point de vue thérapeutique dans une perspective de développement de nouvelles approches neuropsychologiques pour le traitement de la douleur chronique.

Références

- [1] Paillard J (1991) Motor and representation framing of space. In: Paillard J (ed), *Brain and space*. Oxford University Press, Oxford, pp 163–82.
- [2] Rizzolatti G, Matelli M, Pavesi G (1983) Deficits in attention and movement following the removal of postarcuate (area 6) and prearcuate (area 8) cortex in macaque monkeys. *Brain* 106:655–73.
- [3] Bisiach E, Perani D, Vallar G, Berti A (1986) Unilateral neglect: personal and extra personal. *Neuropsychologia* 24:759–67.
- [4] Halligan PW, Marshall JC (1991) Left neglect for near but not for far space in man. *Nature* 350:498–500.
- [5] Guariglia C, Padovani A, Pantano P, Pizzamiglio L (1993) Unilateral neglect restricted to visual imagery. *Nature* 363:235–7.
- [6] Moscovitch M, Behrmann M (1994) Coding of spatial information in the somatosensory system: evidence from patients with neglect following parietal lobe damage. *J Cogn Neurosci* 6:151–5.
- [7] Mort D, Malhotra P, Mannan S, et al (2003). The anatomy of visual neglect. *Brain* 126:1986-97.
- [8] Andersen R.A, Bracewell RM, Barash S, et al (1990) Eye position effects on visual, memory, and saccade-related activity in areas LIP and 7a of macaque. *J Neurosci* 10:1176–96.
- [9] Buneo CA, Andersen RA (2006) The posterior parietal cortex: sensorimotor interface for the planning and online control of visually guided movements. *Neuropsychologia* 44:2594-606.

- [10] Bartolomeo P, D'Erme P, Gainotti G (1994) The relationship between visuospatial and representational neglect. *Neurology* 44:1710-4.
- [11] André JM, Beis JM, Morin N, Paysant J (2000) Buccal hemineglect. *Arch Neurol* 57:1734-41.
- [12] Rossetti Y, Rode G, Pisella L, et al (1998) Prism adaptation to a rightward optical deviation rehabilitates left hemispatial neglect. *Nature* 395:166-9.
- [13] Rode G, Pisella L, Rossetti Y, et al (2003) Bottom-up transfer of sensory-motor plasticity to recovery of spatial cognition: visuomotor adaptation and spatial neglect. *Prog Brain Res* 142:273-87.
- [14] Pisella L, Rode G, Farnè A, et al (2006) Prism adaptation in the rehabilitation of patients with visuo-spatial cognitive disorders. *Curr Opin Neurol* 19:534-42.
- [15] Luauté J, Halligan P, Rode G, et al (2006) Prism adaptation first among equals in alleviating left neglect. A review. *Restor Neurol Neurosci* 24: 409-18.
- [16] Jacquin-Courtois S, Rode G, Pavani F, et al (2010) Effect of prism adaptation on left dichotic listening deficit in neglect patients : glasses to hear better ? *Brain* 133: 895-908.
- [17] Maravita A, Posteraro L, Husain M, et al (2007) Looking at human eyes affects contralesional stimulus processing after right hemispheric stroke. *Neurology* 69:1619-21.
- [18] Rode G, Vallar G, Jacquin-Courtois S, et al (2010) Bodily representations disorders and sensory manipulations *Rev Neuropsychol* 2:235-43.

Rossetti Y., Rode G., Farnè. A., Rossetti A. (2005) Implicit body representation in action: a neuropsychological approach. De Preester H. & Knockaert V. (ed) **Body image and body schema**. Benjamins Amsterdam,

- [20] Legrain V, Guérit JM, Bruyer R, Plaghki L (2002) Attentional modulation of the nociceptive processing into the human brain: selective spatial attention, probability of

stimulus occurrence, and target detection effects on laser evoked potentials. *Pain* 99:21–39.

[21] Van Ryckeghem DML, Van Damme S, Crombez G, et al (2011) The role of spatial attention in attentional control over pain: an experimental investigation. *Exp Brain Res* 208:269-75.

[22] Longo MR, Betti V, Aglioti SM, Haggard P (2009) Visually induced analgesia: seeing the body reduces pain. *J Neurosci* 29:12125–30.

[23] Gallace A, Torta DME, Moseley GL, Iannetti GD (2011) The analgesic effect of crossing the arms. *Pain* 152:1418–23.

[24] Mancini F, Longo MR, Kammers MP, Haggard P (2011) Visual distortion of body size modulates pain perception. *Psychol Sci* 22:325–30.

[25] Legrain V, Iannetti GD, Plaghki L, Mouraux A (2011) The pain matrix reloaded. A salience detection system for the body. *Prog Neurobiol* 93:111–24.

[26] Moseley GL (2004) Why do people with complex regional pain syndrome take longer to recognize their affected hand? *Neurology* 64:2182–6.

[27] Galer BS, Jensen M (1999) Neglect-like symptoms in complex regional pain syndrome: results of a self-administrated survey. *J Pain Symptom Manage* 18:213–7.

[28] Moseley GL, Parsons TJ, Spence C (2008) Visual distortion of a limb modulates the pain and swelling evoked by movement. *Curr Biol* 18:R1047-8.

[29] Lewis JS, Kersten P, McPherson KM, et al (2010) Wherever is my arm? Impaired upper limb position accuracy in complex regional pain syndrome. *Pain* 149:463–9.

[30] Moseley GL (2005) Distorted body image in complex regional pain syndrome. *Neurology* 65:773.

- [31] Schwoebel J, Friedman R, Duda N, Coslett HB (2001) Pain and the body schema. Evidence for peripheral effects on mental representations of movement. *Brain* 124:2098–104.
- [32] Moseley GL, Gallace A, Spence C (2009) Space-based, but not arm-based, shift in tactile processing in complex regional pain syndrome and its relationship to cooling of the affecting limb. *Brain* 132:3142–51.
- [33] Marinus J, Moseley GL, Birklein F, et al (2011) Clinical features and pathophysiology of complex regional pain syndrome. *Lancet Neurol* 10:637–48.
- [34] Sumitani M, Rossetti Y, Shibata M, et al (2007) Prism adaptation to optical deviation alleviates pathologic pain. *Neurology* 68:128–33.
- [35] Sumitani M, Shibata M, Iwakura T, et al (2007) Pathologic pain distorts visuospatial perception. *Neurology* 68:152–4.
- [36] Bultitude JH, Rafal RD (2010) Derangement of body representation in complex regional pain syndrome: report of a case treated with mirror and prisms. *Exp Brain Res* 204:409–18.
- [37] Schwenkreis P, Maier C, Tegenthoff M (2009) Functional imaging of central nervous system involvement in complex regional pain syndrome. *AJNR Am J Neuroradiol* 30:1279–84.
- [38] Legrain V (2011) Where is my pain? *Pain* 152:467–8.
- [39] Legrain V, Bultitude JH, De Paepe A, Rossetti Y (2012) Pain, body, and space. What do patients with complex regional pain syndrome really neglect? *Pain*. 2012
- [40] Heilman KM, Bowers D, Watson RT (1983) Performance on hemispatial pointing task by patients with neglect syndrome. *Neurology* 33:661–4.

Légendes des figures.

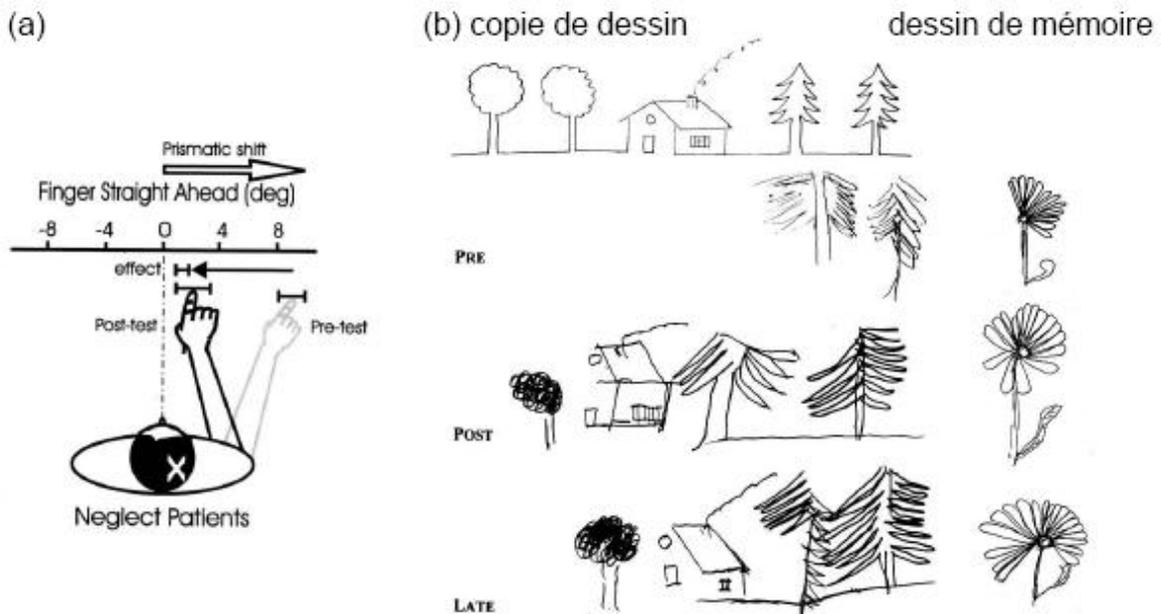


Figure 1. Exemples d'effets cliniques de l'adaptation prismatique chez des patients négligents.

effets consécutifs proprioceptifs mesurés par le droit devant visuel (déviations pré-test [avant adaptation prismatique] et post-test [immédiatement après adaptation prismatique]) (tiré de Rossetti et al, 1998)

effets sur la copie de dessin et sur le dessin de mémoire (avant adaptation [pre], immédiatement après [post] et 2h après [late])

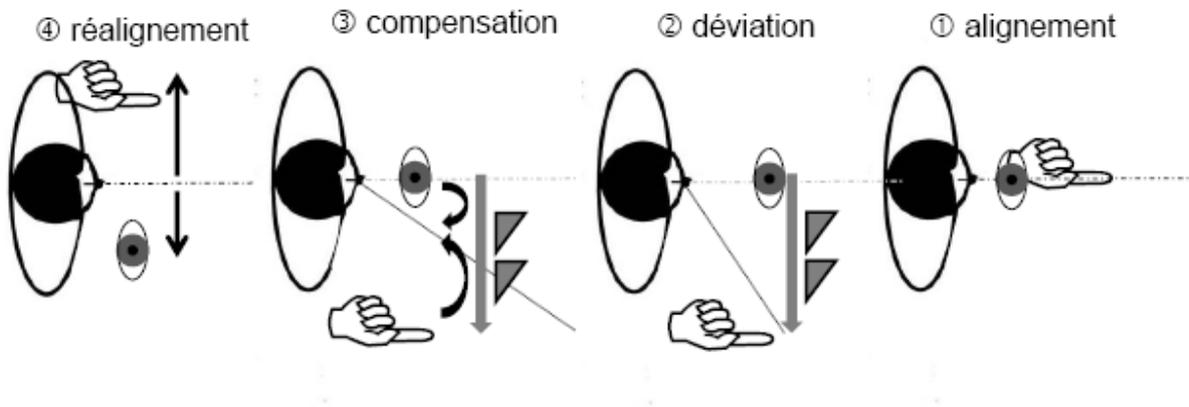


Figure 2. Représentation de la mise en jeu des différentes composantes au cours de la procédure d'adaptation prismatique et effets consécutifs (visuels et proprioceptifs).

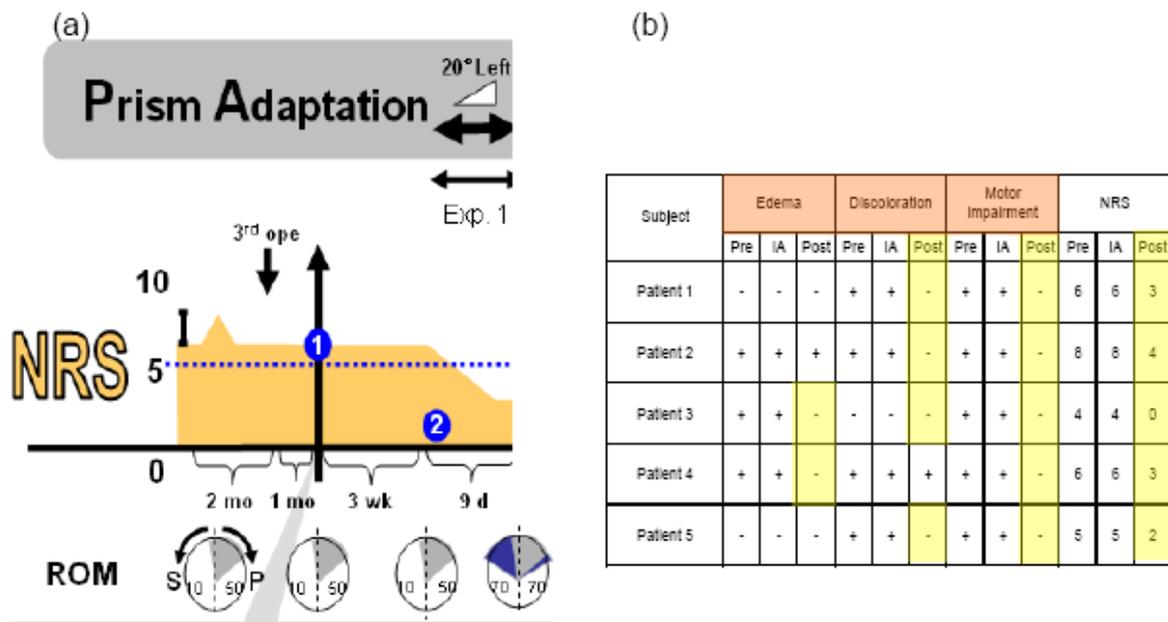


Figure 3. Effets de l'adaptation prismatique dans le cadre du CRPS (tiré de Sumitani et al, 2007 a, b)

(a) suivi clinique avant et après adaptation prismatique (exposition à une déviation de 20° vers la gauche); changement dans le droit devant subjectif (au dessus de la ligne pointillée = vers la droite; en dessous =vers la gauche); intensité de la douleur par une échelle numérique (NRS) (de 0 à 10); degré de mouvement possible au niveau du poignet (ROM) (S Supination, P Pronation)

(b) amélioration de la douleur et des caractéristiques pathologiques cliniques (œdème, décoloration, impotence fonctionnelle)