



**HAL**  
open science

## Pour une meilleure compréhension des liens réciproques entre émotion et posture

Angélique Lebert, Dorine Vergillino-Perez, Laurence Chaby

### ► To cite this version:

Angélique Lebert, Dorine Vergillino-Perez, Laurence Chaby. Pour une meilleure compréhension des liens réciproques entre émotion et posture. *Revue de Neuropsychologie*, A paraître, 10.1684/nrp.2019.0524 . hal-02484418

**HAL Id: hal-02484418**

**<https://hal.science/hal-02484418v1>**

Submitted on 19 Oct 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## ■ Introduction

Les interactions sociales qui débutent dès la naissance et se poursuivent tout au long de la vie nécessitent la perception, la production et l'intégration de nombreux signaux sociaux et se caractérisent par une réciprocité des actions [1]. Les expressions du visage et de la voix, la direction du regard, les gestes et les changements de postures sont des indices sociaux de l'état émotionnel et intentionnel d'une personne et contribuent à la compréhension des états mentaux d'autrui. Ainsi, une interaction dite sociale peut être considérée comme une relation dynamique, qui se caractérise par une synchronie interactionnelle, nécessitant une adaptation constante à son partenaire et permettant à chacun d'adapter ses comportements à son environnement.

Dès notre plus jeune âge, nous apprenons à reconnaître et à interpréter l'état émotionnel d'autrui. Cette compétence se développe de manière graduelle au cours de l'enfance, s'affine progressivement jusqu'à la fin de l'adolescence et serait prédictive à l'âge adulte de la qualité des relations sociales [2]. En revanche, une gestion inadéquate des émotions conduirait à des relations sociales de moins bonne qualité [3]. Les capacités motrices, telles que la capacité de se mouvoir et d'interagir en régulant sa posture, ainsi que l'exécution et la coordination du mouvement, jouent également un rôle crucial dans les domaines socioémotionnels. En revanche, des difficultés motrices peuvent être invalidantes, réduire l'estime de soi et être à l'origine de problèmes socioémotionnels [4].

Après une synthèse de l'approche motivationnelle des émotions, cette revue fait le point sur la littérature montrant des liens entre les émotions et la régulation posturale chez l'individu en bonne santé. Dans une deuxième partie, sont abordés des travaux auprès de patients porteurs de différentes pathologies entraînant des difficultés socioémotionnelles et posturales.

## ■ Approche motivationnelle des émotions

L'émotion (littéralement « mettre en mouvement », *emovere*) peut être considérée comme un processus complexe, constituée de plusieurs composantes [5] : les processus d'évaluation cognitive de la situation, les réactions physiologiques, l'expérience subjective qui correspond à la prise de conscience de son état émotionnel, les comportements expressifs permettant de communiquer l'émotion, et enfin les comportements motivationnels qui engendrent des tendances à l'action spécifiques (approche, évitement, incapacité de bouger ou *freezing*).

## ■ Tendances à l'action et régulation posturale

Les tendances à l'action correspondent à l'activation de schémas moteurs qui ont le plus souvent un caractère

non intentionnel rapide et relativement automatique [6], ce qui rend délicate leur étude en laboratoire. Dans un contexte d'interaction sociale, elles conduisent notamment à la régulation de la distance interpersonnelle en modifiant la relation entre l'individu et son environnement. Ainsi, la perception de stimuli plaisants ou déplaisants est souvent associée à des tendances à l'action susceptibles de provoquer des comportements tels que l'approche ou l'évitement (respectivement, réduction ou augmentation de la distance à l'autre). Un comportement d'immobilisation (*freezing*) [7] peut également être observé qui permettrait de détecter, dans un premier temps, les informations pertinentes puis de mobiliser l'ensemble du corps pour déclencher ultérieurement un comportement de lutte ou de fuite [8].

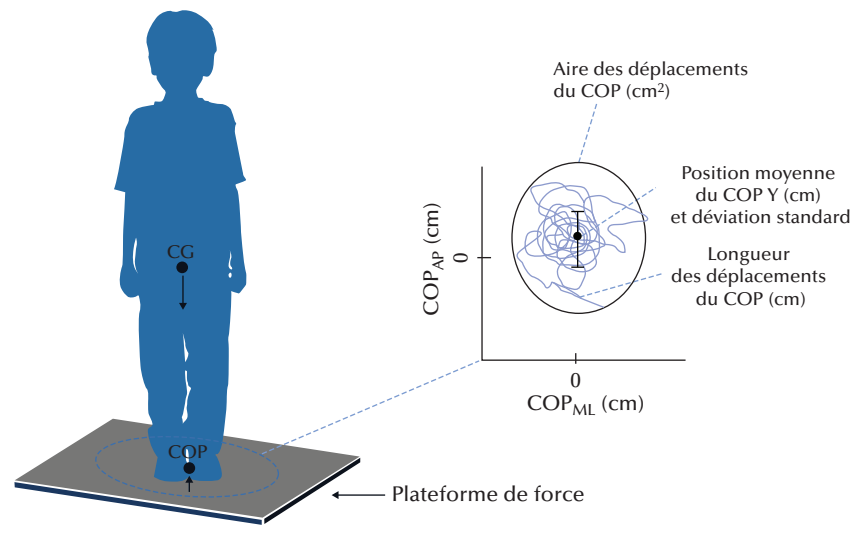
Les tendances à l'action en réponse à des stimuli émotionnels ont été initialement évaluées en laboratoire à l'aide de tests papier-crayon (e.g., BIS/BAS) [9] ou à l'aide de tâches manuelles, par exemple en demandant au participant d'effectuer des mouvements du bras à l'aide d'un joystick qu'il faut tirer (activation du système motivationnel d'approche) ou pousser (activation du système motivationnel d'évitement) [10]. Toutefois, en raison de leur manque de reproductibilité et de l'ambiguïté de leur interprétation, une mesure plus directe des tendances à l'action, telle que la posturographie, s'est récemment développée (voir pour revue [11]).

## ■ La posturographie comme mesure des tendances à l'action

La posturographie permet de quantifier la régulation posturale qui se caractérise par un ajustement coordonné des différents segments corporels, grâce au tonus musculaire, dont les multiples fonctions comprennent l'équilibration, la stabilisation et la préparation à l'action [12]. En posturographie, une des mesures les plus utilisées est la position du centre de pression (COP) recueillie chez l'individu grâce à un plateau muni de capteurs. Elle permet notamment de quantifier la préparation à l'action en posture debout passive [13] ou l'action elle-même (i.e. ou l'initiation d'un pas en avant/en arrière [14, 15] ou la locomotion [16]).

Le COP a pour avantage de résumer en un seul point la répartition des pressions des pieds sur le sol (*figure 1*). Ainsi, les mesures objectives des oscillations du corps entier retrouvées le plus fréquemment dans la littérature sont :

- le déplacement (en cm) de la position moyenne du COP sur l'axe médiolatéral (COP X) ou antéropostérieur (COP Y) ;
- la déviation standard du COP, qui représente l'importance de la variation d'oscillations par rapport à la position moyenne sur l'axe X ou Y ;
- l'aire des déplacements du COP (en cm<sup>2</sup>) couverte par la trajectoire du COP sur l'axe X et Y ;
- la longueur des déplacements du COP (en cm).



**Figure 1.** Principaux paramètres posturaux (aire en  $\text{cm}^2$ , position du COP en cm, déviation standard, longueur des déplacements en cm) pris en compte lors d'études du contrôle postural, réalisées chez le participant debout sur plateforme de force. CG : centre de gravité ; COP : centre de pression ; AP : axe antéropostérieur (Y) ; AM : axe médiolatéral (X).

Au cours de cette dernière décennie, des études chez l'adulte sain ont montré que l'observation de stimuli sociaux émotionnels en station debout pouvait affecter le contrôle postural, se traduisant par des changements subtils du balancement postural, reflétés par des variations du COP dans la direction antéropostérieure (COP Y). Ainsi, il a été montré que la présentation d'images émotionnelles agréables induit un léger balancement du corps vers l'avant (approche), tandis que la présentation d'images désagréables induit un léger balancement du corps vers l'arrière (évitement) [7]. Cependant, d'autres études soutiennent que les images plaisantes comme déplaisantes induisent une déviation du COP vers l'arrière [17]. Certaines données suggèrent également que face à des stimuli déplaisants (e.g., mutilations) les adultes présentent des réactions d'immobilisation posturale (*freezing*) se traduisant par une réduction de la déviation standard du COP [18, 19]. Chez l'enfant au développement typique, il semble également que le contrôle postural soit affecté par la présentation de stimuli émotionnels. Quelques études récentes ont montré, chez des enfants d'âge scolaire, une augmentation du balancement postural lors de l'observation de films à forte intensité émotionnelle de la même manière que chez l'adulte [13].

Ainsi, l'ensemble de ces études démontre un effet de la perception des émotions sur la régulation de la conduite posturale. Chez l'enfant comme chez l'adulte, un même contexte émotionnel peut se traduire par des tendances à l'action différentes (approche, évitement, *freezing*, instabilité posturale). Ces différences comportementales pourraient s'expliquer par la présence de traits individuels spécifiques qui viendraient moduler les tendances à l'action [20, 21].

## ■ Les traits individuels comme modulateurs des tendances à l'action

Des études ont montré que les individus ayant une tendance générale à l'évitement rapportaient plus d'affects négatifs, un haut niveau d'anxiété, un sentiment de solitude et moins de contact avec leurs pairs, tandis que les individus ayant une tendance à l'approche rapportaient plus souvent un niveau élevé de bien-être et de nombreux contacts avec leurs pairs [22]. Réciproquement, plusieurs études ont mis en évidence l'influence de variables individuelles, telles que les traits de personnalité (e.g., extraversion, névrosisme, trait d'anxiété, trait d'agressivité) ou plus globalement l'expérience personnelle du sujet (e.g., dépression), sur le comportement face aux situations sociales de la vie quotidienne et notamment sur les tendances à l'action [23].

Un haut niveau d'anxiété serait associé chez l'adulte à un comportement de type *freezing* (réduction du balancement postural et du rythme cardiaque) face à des visages de colère [20], tandis que chez l'enfant d'âge scolaire (8-12 ans), l'anxiété conduirait au contraire à une plus grande instabilité posturale [24]. Les adultes avec un trait de « colère » élevé auraient une tendance au comportement d'approche (manifestant une tendance à l'agression) face à une situation hostile [25]. L'extraversion serait également associée à un comportement d'approche tandis que le névrosisme (*i.e.*, tendance à l'instabilité émotionnelle et à ressentir des émotions négatives) serait plutôt associé à un comportement d'évitement [26]. La présence de traits psychopathiques, impliquant une faible

empathie, conduirait également à la mise à distance (*i.e.* augmentation de la distance interpersonnelle) de personnes exprimant la peur [27] ou la tristesse [28]. Enfin, la présence de troubles dépressifs (*i.e.* diminution de l'énergie, retrait social et perte de la capacité à ressentir du plaisir) ne serait associée à aucune tendance dominante à l'action en présence de stimuli émotionnels [21].

À la lecture de ces résultats, il apparaît essentiel de prendre davantage en compte les différences individuelles dans les relations entre émotion et régulation posturale. Dans ce contexte, une analyse de réponse individuelle plutôt que de comparaisons de moyennes de groupe semble également plus adaptée.

### ■ Regard clinique sur les liens entre émotion et posture

Le développement de l'enfant est marqué par l'établissement précoce d'un couplage perception-action. Les habiletés motrices permettent à l'enfant d'agir sur son environnement et d'interagir avec celui-ci de façon de plus en plus complexe au cours du développement, et cette interaction renseigne l'enfant sur le monde qui l'entoure. Plusieurs études longitudinales ont rapporté que de bonnes compétences motrices seraient de bons prédicteurs des compétences socioémotionnelles futures, ainsi que du statut social avec les pairs [4]. En retour, le développement sensorimoteur de l'enfant est un processus essentiel qui repose sur des échanges imitatifs, une coordination avec les pairs et une synchronie interactionnelle permettant une adaptation de l'enfant aux comportements de son partenaire [29]. Cette synchronie est un précurseur important du comportement prosocial et joue un rôle majeur dans le développement de la régulation affective, de l'empathie et de la théorie de l'esprit [30].

Cette perspective dynamique des liens entre système sensorimoteur et système socioémotionnel implique qu'une perturbation, même minime, dans l'un des systèmes peut avoir des effets non négligeables sur l'autre système. Ainsi, différentes pathologies associent des perturbations sensorimotrices et socioémotionnelles, à des degrés plus ou moins sévères. Certaines pathologies chez l'enfant ou l'adulte avec, au cœur de la symptomatologie, des perturbations socioémotionnelles ou des interactions sociales ont des répercussions variables sur le plan sensorimoteur et postural. Réciproquement, des déficits sur le plan sensorimoteur peuvent conduire à une perturbation de l'ajustement postural qui se répercuterait au quotidien dans les interactions sociales, engendrant des comportements sociaux inadaptés ou des troubles socioémotionnels. Enfin, des pathologies liées à des atteintes plus spécifiques de structures cérébrales telles que les noyaux gris centraux ou le cervelet, impliqués à la fois dans les aspects moteurs et les aspects cognitifs

et socioémotionnels, sont également à considérer dans ces liens réciproques entre émotion et posture. La coexistence de ces difficultés au sein de différentes pathologies souligne l'importance d'évaluer finement ces domaines afin de les diagnostiquer et de les prendre en charge de manière optimale.

### ■ Troubles du spectre autistique

Les troubles du spectre autistique (TSA) sont des troubles neurodéveloppementaux qui se caractérisent, entre autres, par des difficultés dans les interactions sociales et la communication associées à des intérêts stéréotypés et limités. Des déficits d'intégration sensorimotrice, qui font partie des troubles associés chez les enfants et chez les adultes atteints de TSA, peuvent concerner de nombreux aspects du contrôle postural (coordination, posture, démarche et préparation motrice) et participent aux difficultés dans les activités de la vie quotidienne, pour appréhender leur environnement, maîtriser leur motricité fine (*e.g.*, écrire, faire ses lacets) ou participer à des activités sociales (*e.g.*, jeux ou sport d'équipe) [31]. Dziuk *et al.* ont montré que les difficultés praxiques prédisaient de manière significative les déficits sociaux, communicatifs et comportementaux présents dans cette pathologie [32].

Des études ont également constaté que les enfants atteints de TSA présentaient une augmentation des oscillations posturales, comparativement à des enfants typiques, dans des situations basiques (*i.e.*, yeux ouverts, debout) [33]. Cette instabilité serait majorée lors du visionnage des stimuli sociaux comparativement à des stimuli non sociaux [34]. Une plus grande instabilité posturale a également été observée chez des jeunes adultes atteints de TSA et serait majorée dans des conditions où les entrées sensorielles (visuelles et proprioceptives) sont perturbées [35]. Ces perturbations posturales pourraient s'expliquer par un défaut de régulation entre les différentes forces musculaires, avec une dominance de l'extension, se traduisant par une cambrure au niveau du dos. Ainsi, lorsqu'un aménagement postural est mis en place (*i.e.*, en position assise avec une garantie d'appui des pieds), il est relevé une amélioration de l'accrochage visuel permettant à l'enfant d'être plus sensible aux événements se déroulant en face de lui [36].

Enfin, une autre étude portant plus spécifiquement sur l'interaction enfant-robot durant une tâche d'attention conjointe (*i.e.*, l'enfant est debout face au robot, les mouvements de l'enfant sont enregistrés *via* une Kinect) a révélé la présence d'une instabilité motrice chez des enfants atteints de TSA, se traduisant par la présence de micromouvements, lesquels invisibles pour l'œil du clinicien, pourraient jouer un rôle dans les difficultés des patients dans leurs interactions sociales [37].

## ■ Troubles développementaux des coordinations

Les troubles développementaux des coordinations (TDC) regroupent un ensemble hétérogène de formes de dyspraxie qui entrave l'enfant dans ses capacités motrices et visuospatiales [38]. Ces difficultés qui concernent plus spécifiquement la motricité globale (e.g., posture, équilibre), la motricité fine (e.g., graphisme, utilisation de ciseaux) ou les comportements sociaux (e.g., imitation) viennent s'inscrire dans la trajectoire développementale de l'enfant gênant la mise en place d'interactions sociales de qualité et contribuant à les placer en retrait des autres enfants [39]. Par ailleurs, il a été souligné chez ces enfants la présence de déficits de coordination rythmique reflétée par une incapacité à coupler au cours du temps les différentes entrées sensorielles à l'exécution motrice souhaitée [29].

La stabilisation de la posture debout étant une fonction motrice de base moins affectée par l'expérience que les tâches motrices plus axées sur l'habileté, l'analyse de la posture s'avère appropriée lorsqu'il s'agit d'étudier la fonction motrice de base chez les enfants atteints de TDC [40]. Des études longitudinales ont montré que la majorité des enfants atteints de TDC continuent d'éprouver des difficultés de coordination motrice tout au long de l'adolescence et de l'âge adulte, et bon nombre de leurs limitations fonctionnelles sont fortement corrélées à des difficultés du contrôle postural [41]. Il a été observé chez ces enfants des déficits au niveau du contrôle postural, conduisant à une augmentation des oscillations posturales comparativement à des enfants typiques, en condition debout les yeux fermés ou les yeux ouverts dans différentes situations perceptives, par exemple dans une tâche impliquant la dénomination d'objets [42].

Les répercussions de ces perturbations motrices dans la vie quotidienne sont importantes, la faible intégration sociale chez les enfants TDC étant une plainte extrêmement fréquente [43]. Par ailleurs, des comorbidités psychosociales associées au TDC sont parfois rapportées, telles qu'une symptomatologie anxieuse et/ou dépressive, ainsi qu'une faible estime de soi [44]. Quelques études cliniques ont également mis en évidence une association fréquente entre les TDC et les troubles psychoaffectifs [45]. Dans ce contexte, plusieurs auteurs ont signalé chez les TDC une altération de la reconnaissance des expressions faciales émotionnelles ainsi qu'un déficit d'empathie [46].

## ■ Anomalie des noyaux gris centraux

Les noyaux gris centraux, de par leurs multiples connexions cortico-sous-corticales, sont liés à l'intégration des capacités motrices, cognitives et socioémotionnelles [47]. Chez l'enfant, les pathologies des noyaux gris centraux ont été impliquées dans la pathogenèse du trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité [48]. Une atteinte de cette structure peut également conduire à des perturbations

de l'équilibre [49] et contribuer à la présence de troubles d'opposition/provocation, de comportements agressifs et d'une anxiété excessive [50].

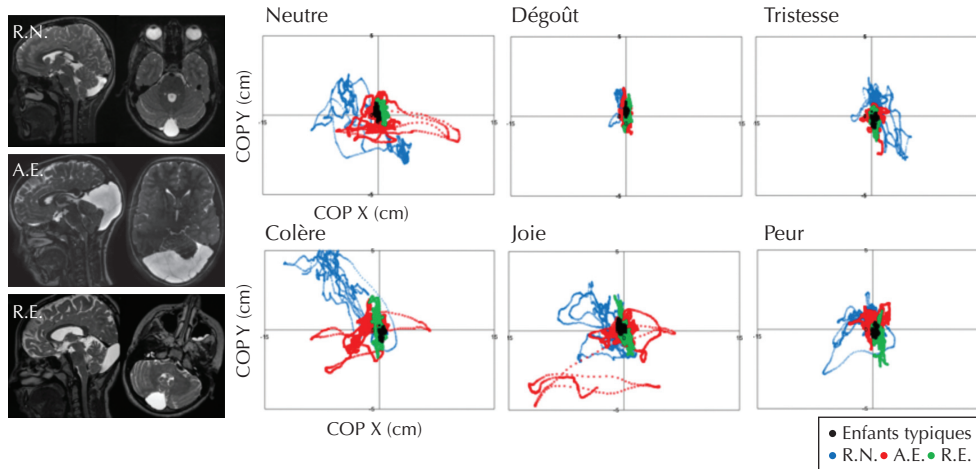
Un dysfonctionnement des noyaux gris centraux est également observé dans la maladie de Parkinson [51]. Des difficultés sur le plan postural et socioémotionnel sont retrouvées dans cette pathologie et plusieurs auteurs ont souligné l'influence délétère des troubles affectifs sur la motricité contribuant aux difficultés de locomotion [51] et à une posture plus voûtée [52]. De façon intéressante, après traitement de la dépression dans le cadre de cette pathologie, une amélioration sur le plan postural a pu être observée [51].

## ■ Pathologies du cervelet

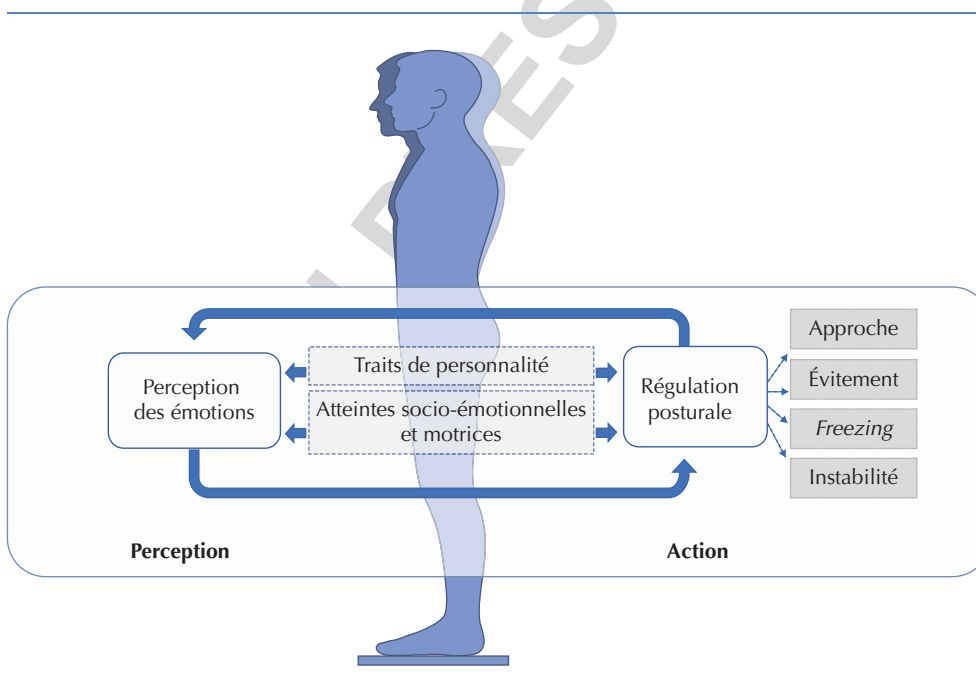
Le cervelet, situé dans la fosse cérébrale postérieure, est divisé en une partie médiane, le vermis, et deux parties latérales, les hémisphères cérébelleux. Les connexions du cervelet sont multiples, notamment au niveau cortical, via des boucles fermées cérébello-cortico-cérébelleuses [53]. Son rôle a été initialement associé aux fonctions motrices (i.e., coordination du mouvement volontaire, programmation motrice, contrôle du tonus et de l'équilibre), puis plus récemment étendu au traitement cognitif et affectif (i.e., reconnaissance des émotions d'autrui, régulation émotionnelle). Plus spécifiquement, une atteinte de la partie antérieure du cervelet conduit généralement à des déficits moteurs et une atteinte de la partie médiale et postérieure à des déficits cognitifs, ainsi qu'à une dysrégulation affective connue sous le nom de « syndrome cérébelleux cognitivo-affectif » [54].

Des malformations néonatales de la fosse postérieure impliquant le cervelet, telles que le syndrome de Joubert, sont associées à une diversité des profils de développement avec des difficultés non seulement sur plan moteur (e.g., hypotonie, instabilité posturale, tremblements, troubles de la coordination des mouvements), mais également sur le plan cognitif (e.g., troubles exécutifs, de la cognition spatiale et du langage, avec ou sans déficience intellectuelle) ainsi qu'au niveau affectif et comportemental (e.g., troubles de la socialisation et des interactions sociales) [55]. Des malformations congénitales, de type agénésie du vermis chez l'enfant, ont également été associées à d'importantes difficultés motrices, à une déficience intellectuelle et à des difficultés d'interactions sociales [56].

De façon intéressante, quelques études plus récentes ont également mis en évidence des déficits plus subtils du comportement moteur et socio-affectif, chez des enfants atteints de malformations bénignes prénatales, telles que les kystes arachnoïdiens de la fosse cérébrale postérieure (KFP). La présence d'un kyste, par compression du cervelet, peut se révéler délétère conduisant à une maladresse, des troubles visuospatiaux et de la motricité fine, ainsi que des problèmes de comportement, avec une efficacité intellectuelle le plus souvent préservée ; ces dif-



**Figure 2.** Gauche : kystes arachnoïdiens de la fosse cérébrale postérieure (KFP) visibles sur l’IRM en coupes sagittales et axiales. Droit : déplacements (en cm) du centre de pression dans les directions X et Y (COP X, Y) pour les six enfants typiques (en noir) et chacun des trois patients : R.N. (bleu), A.E. (rouge), R.E. (vert).



**Figure 3.** Modèle des liens réciproques entre émotions et tendances à l’action dans la boucle perception-action, en fonction des traits de personnalité. Le rôle de pathologies associant des perturbations sensorimotrices et socioémotionnelles à des degrés plus ou moins sévères est également schématisé dans ce modèle.

ficultés sont toutefois atténuées en post-chirurgical après drainage du kyste [57]. Les premiers résultats de l’une de nos études menée chez trois enfants porteurs d’un KFP montre que, contrairement aux enfants typiques, deux des trois patients présentent une instabilité posturale au repos, qui est majorée pour les stimuli sociaux émotion-

nels (figure 2). Ce pattern posturographique est associé à d’importants troubles de la socialisation pour l’ensemble des patients. L’enfant présentant la plus grande instabilité posturale présente également des difficultés cognitives (*i.e.*, exécutive) et comportementales (*i.e.* agressivité, anxiété) [58].

## Conclusion

L'ensemble des travaux présentés ici souligne les liens réciproques entre les émotions ou, plus globalement, le fonctionnement socioémotionnel et les compétences motrices, notamment les tendances à l'action visibles sur le plan postural, chez les enfants et les adultes en bonne santé et dans le cadre de certaines pathologies développementales ou dégénératives. Ces liens réciproques sont modélisés sur la *figure 3*, et suggèrent qu'une meilleure compréhension des liens qui unit émotion et posture s'impose.

Chez le sujet sain, il s'agit d'affiner la compréhension des boucles entre perception et action. En effet, lorsqu'un individu est confronté à un stimulus à contenu affectif, différentes tendances comportementales peuvent émerger, telles l'approche, l'évitement ou l'immobilisation. La littérature a longtemps tenté de faire émerger des patterns comportementaux attribuables à l'ensemble des individus en lien avec différentes émotions. Plus récemment, l'étude des différences individuelles a permis de mettre en évidence des comportements différenciés, qui pourraient dépendre des traits de personnalité ou de l'expérience de chacun. Dans le futur, il semble également fondamental de mieux prendre en compte comment, en retour, nos tendances à l'action peuvent affecter notre perception du monde dans un contexte social.

De plus, certaines pathologies du développement, en particulier les TSA, les TDC ou certaines pathologies des

noyaux gris centraux et du cervelet sont marquées à la fois par des atteintes sensorimotrices et/ou posturales, ainsi que par des perturbations socioémotionnelles et comportementales qui ne sont pas toujours bien évaluées dans la pratique clinique mais peuvent avoir des répercussions sur le plan scolaire ou dans la vie quotidienne. Dans les troubles du développement de l'enfant, il s'agit d'être vigilant dans la pratique clinique sur la présence de différentes comorbidités et ne pas sous-estimer le poids des difficultés socioémotionnelles ou des troubles sensorimoteurs et posturaux au quotidien. Ces dernières années, plusieurs travaux ont montré l'intérêt des technologies du numérique (*i.e.*, jeux sérieux, robots sociaux) dans la prise en charge des troubles socioémotionnels, notamment dans les TSA, en permettant de recréer des situations de la vie réelle et fournir au thérapeute des situations de travail pour la prise en charge des patients [59, 60]. D'un autre côté, des mesures fines de l'instabilité motrice et posturale devraient être mieux évaluées dans la pratique clinique, avec des outils issus du traitement du signal (*e.g.*, vidéos, Kinect) ou des mesures posturographiques (plateforme de force), permettant d'améliorer le bilan de certains patients en offrant des indices parfois invisibles à l'œil du clinicien mais avec des répercussions dans les interactions sociales quotidiennes. ■

## Liens d'intérêt

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts en rapport avec cet article.

## Références

- Chaby L, Chetouani M, Plaza M, *et al.* Exploring multimodal social-emotional behaviors in autism spectrum disorders: an interface between social signal processing and psychopathology. In : ASE/IEEE International Conference on Social Computing, SocialCom/PASSAT, 2012, p. 950-4.
- Engelberg E, Sjöberg L. Emotional intelligence, affect intensity, and social adjustment. *Pers Individ Differ* 2004 ; 37 : 533-42.
- Lopes PN, Salovey P, Cote S, *et al.* Emotion regulation abilities and the quality of social interaction. *Emotion* 2005 ; 5 : 113-8.
- Leonard HC, Hill EL. Review: the impact of motor development on typical and atypical social cognition and language: a systematic review. *Child Adolesc Ment Health* 2014 ; 19 : 163-70.
- Sander D, Scherer KR. *Traité de psychologie des émotions*. Paris : Dunod, 2014.
- Ferguson M, Hassin R, Bargh J. Implicit motivation: past, present, and future. In : *Handbook of motivation science* New-York (US) : Guilford press, 2008. pp. 150-66.
- Eerland A, Guadalupe TM, Franken IHA, *et al.* Posture as index for approach-avoidance behavior. *PLoS One* 2012 ; 7 : e31291.
- Bradley MM, Codispoti M, Sabatinelli D, *et al.* Emotion and motivation II: sex differences in picture processing. *Emotion* 2001 ; 1 : 300.
- Elliot AJ, Thrash TM. Approach and avoidance temperament as basic dimensions of personality. *J Pers* 2010 ; 78 : 865-906.
- Rinck M, Becker ES. Approach and avoidance in fear of spiders. *J Behav Ther Exp Psychiatry* 2007 ; 38 : 105-20.
- Lelard T, Stins J, Mouras H. Postural responses to emotional visual stimuli. *Neurophysiol Clin* 2019 ; 19 : 109-14.
- Massion J. Postural control system. *Curr Opin Neurobiol* 1994 ; 4 : 877-87.
- de Freitas Brandão A, Palluel E, Olivier I, *et al.* Effects of emotional videos on postural control in children. *Gait Posture* 2016 ; 45 : 175-80.
- Gélat T, Coudrat L, Le Pellec A. Gait initiation is affected during emotional conflict. *Neurosci Lett* 2011 ; 497 : 64-7.
- Bouman D, Stins JF. Back off! The effect of emotion on backward step initiation. *Hum Mov Sci* 2018 ; 57 : 280-90.
- Vernazza-Martin S, Longuet S, Damry T, *et al.* When locomotion is used to interact with the environment: investigation of the link between emotions and the twofold goal-directed locomotion in humans. *Exp Brain Res* 2015 ; 233 : 2913-24.
- Perakakis PE, Idrissi S, Vila J, *et al.* Dynamical patterns of human postural responses to emotional stimuli. *Psychophysiology* 2012 ; 49 : 1225-9.
- Facchinetti LD, Imbiriba LA, Azevedo TM, *et al.* Postural modulation induced by pictures depicting prosocial or dangerous contexts. *Neurosci Lett* 2006 ; 410 : 52-6.
- Lelard T, Montalan B, Morel MF, *et al.* Postural correlates with painful situations. *Front Hum Neurosci* 2013 ; 7 : 4.
- Roelofs K, Hagensmaars MA, Stins J. Facing freeze: social threat induces bodily freeze in humans. *Psychol Sci* 2010 ; 21 : 1575-81.
- Radke S, Güths F, André JA, *et al.* In action or inaction? Social approach-avoidance tendencies in major depression. *Psychiatry Res* 2014 ; 219 : 513-7.
- Eronen S, Nurmi JE, Salmela-Aro K. Planning-oriented, avoidant, and impulsive social reaction styles: a person-oriented approach. *J Res Pers* 1997 ; 31 : 34-57.
- Elliot AJ, McGregor HA. Test anxiety and the hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. *J Pers Soc Psychol* 1999 ; 76 : 628-44.
- Stins J, Ledebt A, Emck C, *et al.* Patterns of postural sway in high anxious children. *Behav Brain Funct* 2009 ; 5 : 42.



25. Veenstra L, Schneider IK, Bushman BJ, *et al.* Drawn to danger: trait anger predicts automatic approach behaviour to angry faces. *Cogn Emot* 2016; 31 : 765-71.
26. Smits PD, Boeck DJM. From BIS/BAS to the big five. *Eur J Pers* 2006; 270 : 255-70.
27. Hammer JL, Marsh AA. Why do fearful facial expressions elicit behavioral approach? Evidence from a combined approach-avoidance implicit association test. *Emotion* 2015; 15 : 223.
28. Vieira JB, Tavares TP, Marsh AA, *et al.* Emotion and personal space: neural correlates of approach-avoidance tendencies to different facial expressions as a function of cold hearted psychopathic traits. *Hum Brain Mapp* 2017; 38 : 1492-506.
29. Xavier J, Magnat J, Sherman A, *et al.* A developmental and clinical perspective of rhythmic interpersonal coordination: from mimicry toward the interconnection of minds. *J Physiol Paris* 2017; 110 : 420-6.
30. Meltzoff AN, Decety J. What imitation tells us about social cognition: a rapprochement between developmental psychology and cognitive neuroscience. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2003; 358 : 491-500.
31. Fournier KA, Hass CJ, Naik SK, *et al.* Motor coordination in autism spectrum disorders: a synthesis and meta-analysis. *J Autism Dev Disord* 2010; 40 : 1227-40.
32. Dziuk MA, Larson JG, Apostu A, *et al.* Dyspraxia in autism: association with motor, social, and communicative deficits. *Dev Med Child Neurol* 2007; 49 : 734-9.
33. Chang CH, Wade MG, Stoffregen TA, *et al.* Visual tasks and postural sway in children with and without autism spectrum disorders. *Res Dev Disabil* 2010; 31 : 1536-42.
34. Ghanouni P, Memari AH, Gharibzadeh S, *et al.* Effect of social stimuli on postural responses in individuals with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord* 2017; 47 : 1305-13.
35. Doumas M, McKenna R, Murphy B. Postural control deficits in autism spectrum disorder: the role of sensory integration. *J Autism Dev Disord* 2016; 46 : 853-61.
36. Kloeckner A, Jutard J, Bullinger A, *et al.* Intérêt de l'abord sensorimoteur dans les pathologies autistiques sévères I : introduction aux travaux d'André Bullinger. *Neuropsychiatr Enfance Adolesc* 2009; 57 : 154-9.
37. Anzalone SM, Tilmont E, Boucenna S, *et al.* How children with autism spectrum disorder behave and explore the 4-dimensional (spatial 3D+ time) environment during a joint attention induction task with a robot. *Res Autism Spectr Disord* 2014; 8 : 814-26.
38. Costini O, Roy A, Faure S, *et al.* La dyspraxie développementale : actualités et enjeux. *Rev Neuropsychol* 2013; 5 : 200.
39. Cummins A, Piek JP, Dyck MJ. Motor coordination, empathy, and social behaviour in school-aged children. *Dev Med Child Neurol* 2005; 47 : 437-42.
40. Geuze RH. Postural control in children with developmental coordination disorder. *Neural Plast* 2005; 12 : 172-83.
41. Losse A, Henderson SE, Elliman D, *et al.* Clumsiness in children: do the grow out of it? A 10-year follow-up study. *Dev Med Child Neurol* 1991; 33 : 55-68.
42. Laufer Y, Ashkenazi T, Josman N. The effects of a concurrent cognitive task on the postural control of young children with and without developmental coordination disorder. *Gait Posture* 2008; 27 : 347-51.
43. Lemonnier E. La psychopathologie de l'enfant dyspraxique. *Arch Pediatr* 2010; 17 : 1243-8.
44. Campbell C, Missiuna C, Vaillancourt T. Peer victimization and depression in children with and without motor coordination difficulties. *Psychol Sch* 2012; 49 : 328-41.
45. Missiuna C, Cairney J, Pollock N, *et al.* Psychological distress in children with developmental coordination disorder and attention-deficit hyperactivity disorder. *Res Dev Disabil* 2014; 35 : 1198-207.
46. Piek JP, Bradbury GS, Elsley SC, *et al.* Motor coordination and social-emotional behaviour in preschool-aged children. *Int J Disabil Dev Educ* 2008; 55 : 143-51.
47. Qiu A, Adler M, Crocetti D, *et al.* Basal ganglia shapes predict social, communication, and motor dysfunctions in boys with autism spectrum disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2010; 49 : 539-51.
48. Shaw P, De Rossi P, Watson B, *et al.* Mapping the development of the basal ganglia in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2014; 53 : 780-9.
49. Leisman G, Braun-Benjamin O, Melillo R. Cognitive-motor interactions of the basal ganglia in development. *Front Syst Neurosci* 2014; 8 : 16.
50. Yaryura-Tobias JA, Rabinowitz DC, Neziroglu F. Possible basal ganglia pathology in children with complex symptoms. *J Clin Psychiatry* 2003; 64(12) : 1495-501.
51. Avanzino L, Lagravinese G, Abbruzzese G, *et al.* Relationships between gait and emotion in Parkinson's disease: a narrative review. *Gait Posture* 2018; 65 : 57-64.
52. Kim Y, Cheon SM, Youm C, *et al.* Depression and posture in patients with Parkinson's disease. *Gait Posture* 2018; 61 : 81-5.
53. Strick PL, Dum RP, Fiez JA. Cerebellum and nonmotor function. *Annu Rev Neurosci* 2009; 32 : 413-34.
54. Stoodley CJ, Schmahmann JD. Evidence for topographic organization in the cerebellum of motor control *versus* cognitive and affective processing. *Cortex* 2010; 46 : 831-44.
55. Vanwalleghe S, Sacco S, Doummar D, *et al.* Profil développemental et cognitif d'enfants et d'adolescents atteints du syndrome de Joubert. *Rev Neuropsychol* 2017; 9 : 195-202.
56. Tavano A, Grasso R, Gagliardi C, *et al.* Disorders of cognitive and affective development in cerebellar malformations. *Brain* 2007; 130 : 2646-60.
57. Cuny ML, Pallone M, Piana H, *et al.* Neuropsychological improvement after posterior fossa arachnoid cyst drainage. *Childs Nerv Syst* 2017; 33 : 135-41.
58. Lebert A, Chaby L, Cuny ML, *et al.* Interaction entre émotion et contrôle postural chez des enfants et des adolescents porteurs d'un kyste de la fosse postérieure. *Neurophysiol Clin* 2018; 48 : 319-20.
59. Grossard C, Hun S, Serret S, *et al.* Rééducation de l'expression émotionnelle chez l'enfant avec trouble du spectre autistique grâce aux supports numériques : le projet JEMImE. *Neuropsychiatr Enfance Adolesc* 2017; 65 : 21-32.
60. Cohen D, Grossard C, Grynszpan O, *et al.* Autisme, jeux sérieux et robotique : réalité tangible ou abus de langage ? *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique* 2017; 175(5) : 438-45.