

Pour une théorie "motrice" de la simulation

Joëlle Proust

Directeur de Recherche au C.N.R.S.

CREA, Ecole Polytechnique

Résumé :

La genèse de la mentalisation, souvent expliquée par la maîtrise progressive ou innée d'un ensemble de concepts mentaux, peut être plus économiquement comprise à partir de l'exercice de procédures primitivement liées à la simulation de l'agir. Le présent article s'attache à démontrer comment, dans le cadre d'une approche dite "radicale" de la simulation, l'information sur l'action pourrait structurer les situations dans lesquelles un sujet s'engage pour jouer, pour simuler autrui ou pour planifier une action dans des circonstances inhabituelles. Les perturbations de la mentalisation dans l'autisme pourraient être liées à une difficulté primaire à s'engager mentalement dans des situations non familières.

Mots-clés : simulation, autisme, mentalisation, raisonnement contrefactuel.

Summary :

The development of mental attributions is often explained in terms of a progressive or innate mastery of a set of mental concepts; it may more economically be explained in terms of processes primarily related to the simulation of action. The present article aims at showing how, in the framework of a "radical" theory of simulation, information on action might structure situations in which a subject engages himself in pretend-play, in other-oriented simulation, and in action-planning in unusual circumstances. Perturbations of mentalisation in autism could be linked to a primary difficulty in mentally engaging in non-familiar situations.

Keywords : simulation, autism, mentalisation, counterfactual reasoning.

Les travaux récents sur l'apparition de la mentalisation ont conduit à l'émergence de deux façons assez différentes d'expliquer ce qui permet à un individu humain, à partir de quatre et ans et demie, d'attribuer à autrui des états mentaux, en particulier des intentions, des désirs et des croyances. Ce problème comprend au moins à première vue deux aspects :

(1) comment un enfant peut-il attribuer des états mentaux à autrui ?

(2) comment un enfant peut-il identifier correctement le contenu des états mentaux d'autrui ?

La théorie de la simulation (TS) constitue l'une des réponses possibles à la question de la manière dont un enfant parvient à résoudre (1) et (2), l'autre type de réponse étant celle de la théorie dite "théorique" (ou TT), selon laquelle l'attribution d'états mentaux s'effectue sur la base de la possession (innée ou acquise) de concepts mentaux organisés en théorie.

Il existe aujourd'hui plusieurs versions de la théorie de la simulation pour expliquer la genèse de la mentalisation, de même qu'il existe diverses versions de la théorie théorique. Dans le cadre de la TT, la théorie modulaire fait l'hypothèse que la maîtrise des concepts mentaux provient de la maturation d'un module spécialisé (Leslie, 1987), tandis que la théorie du "petit savant" avance que l'enfant construit ces concepts dans le cadre d'hypothèses en vue d'expliquer le comportement d'autrui, sur la base de son expérience acquise (Gopnik, 1996). L'idée commune aux diverses versions de la théorie de la simulation est que l'attribution de croyances est affaire de procédure, de *know-how*, plutôt que de théorie. Lorsqu'on comprend autrui, on simule le point de vue de l'autre, et l'on utilise le résultat du processus de simulation pour *comprendre* l'autre et *prédire* son comportement, tout en maintenant ce résultat dans un fichier distinct de ce qui concerne le soi. En d'autres termes, la simulation opère "hors-circuit", d'une manière qui n'engage pas directement une réponse motrice ; mais la simulation exploite les *autres* réponses qui sont provoquées par la représentation de la situation d'autrui en première personne : en particulier les réponses cognitives (fondées sur les catégorisations pertinentes pour la situation et les inférences qui en découlent), les réponses émotionnelles et enfin les évaluations (réponses normatives) qui sont associées aux catégorisations et aux inférences en question.

Comme on le sait, la manière dont on explique la mentalisation a un impact direct sur la compréhension de l'autisme, dans la mesure où les sujets affectés par ce syndrome ont une perturbation spécifique de l'attribution d'états mentaux à autrui

comme à eux-mêmes (Frith, 1989). Alors que les partisans de TT font l'hypothèse que les autistes ont un déficit primaire dans le développement du module ou dans le processus d'apprentissage permettant la formation de concepts mentaux (Perner, 1991), les partisans de TS pensent que c'est parce que les enfants autistes ne peuvent pas adopter le point de vue d'autrui - le simuler - qu'ils ne parviennent que tardivement (voire échouent) à acquérir une théorie de l'esprit (Riggs et al., 1998).

L'une des questions que la théorie de la simulation doit tenter de résoudre est de savoir quelle est la contribution respective, dans la simulation, de l'information concernant l'action a) observée en troisième personne ou b) exécutée par soi-même. Trois cas sont possibles ;

1) la simulation pourrait être essentiellement assimilative et égocentrique, c'est-à-dire porter une information de type perspectival, en première personne et relative à la position du sujet dans le monde. Simuler Napoléon à Ste Hélène, par exemple, consiste à se mettre soi-même dans la situation caractéristique : Napoléon est vaincu, prisonnier, etc..

2) la simulation pourrait être essentiellement projective, c'est à dire porter une information dans la perspective de la personne simulée. Dans ce cas, la simulation implique la transformation du simulateur dans le simulé : il "est" Napoléon, il voit la situation sous le point de vue de Napoléon.

3) la simulation peut enfin être neutre, dans son contenu, quant au sujet que ce contenu concerne. Simuler n'implique pas de transfert de perspective. Son contenu est seulement celui de la situation simulée.

Pour tenter de déterminer les mérites de chaque théorie, il semble pertinent d'examiner le rôle que joue dans la simulation la représentation de l'action à simuler. Curieusement, les théoriciens ont jusqu'à présent été plus sensibles à la composante strictement psychologique de la simulation (en termes de croyances et de désirs) qu'au contenu pragmatique commun à la simulation et à l'action¹, (à savoir à la présence d'une situation donnée où il faut agir de manière déterminée et exploiter au mieux les "affordances"). Les théoriciens ont également été plus attentifs à analyser les effets de la simulation que ses mécanismes. Or l'hypothèse selon laquelle la simulation mentale de l'action serait un puissant outil sémantique et procédural de structuration des situations simulées semble découler assez naturellement de ce que l'on sait de l'interconnection entre préparation motrice, simulation du mouvement, et compréhension de l'action distale (Decety et al., 1991, Carey, 1991, Jeannerod, 1997, Berthoz, 1997). En outre, l'examen de ces mécanismes

¹ A l'exception notable de Currie, G., & Ravenscroft, I., (1997).

permet de préciser le type de structure du processus simulatoire qui, *ex hypothesi*, préside à l'attribution mentale.

Simulation : la théorie classique

Dans sa formulation la plus classique, telle qu'on la trouve exposée par exemple dans les travaux de Goldman (Goldman, 1989, 1992), simuler autrui consiste à épouser la perspective de l'autre sur le monde, c'est-à-dire à se projeter dans la situation que rencontre à autrui, et à produire "de manière déconnectée" (*offline*) les réponses (décisions, états émotionnels) que l'on produirait soi-même dans cette situation. Ce qui distingue l'activation d'une représentation mentale quelconque d'une simulation, c'est que celle-ci passe par une série d'étapes modélisantes afin d'atteindre dynamiquement un état final (dont certaines des propriétés sont les cibles de la simulation). Selon les termes de Goldman (1992) : " la simulation est un processus mental qui est, ou vise à être, isomorphe sous certains aspects pertinents avec le processus cible qu'il vise à imiter". (108)

Lorsque l'on simule, on utilise ainsi selon cet auteur ses propres états mentaux, sa propre expérience vécue en première personne, pour attribuer des états mentaux à autrui. L'argument qui est avancé par Goldman pour ancrer la simulation dans les états internes de l'attributeur mérite d'être souligné, dans la mesure où il conditionne l'ensemble de la théorie : C'est selon lui "dans la sphère de la première personne que résident les principaux éléments de la saisie des concepts mentaux" (Goldman, 1989, 183).

Il résulte de cette thèse fondamentale deux conséquences importantes pour cette version de la TS. D'une part, c'est par *introspection* - en examinant ses propres contenus mentaux, c'est-à-dire en catégorisant conceptuellement les réactions que l'on éprouve dans une situation donnée - que l'on peut interpréter autrui. D'autre part, comme la simulation suppose que le sujet ait déjà l'expérience de l'état mental attribué à autrui, ainsi que la capacité auto-attributive correspondant à cette expérience, elle ne peut servir à *établir* les conditions constitutives de la possession d'états mentaux ou d'attitudes propositionnelles (Goldman, 1989, 182). Pour simuler les états mentaux d'autrui, il faut déjà être capable d'appliquer les concepts mentaux correspondants à son propre vécu interne. On ne peut donc - dans cette version - *acquérir les concepts mentaux* sur la base de la simulation d'autrui. L'apprentissage inductif est ce qui permet d'acquérir ces concepts, et constitue d'ailleurs tout au long de la vie une méthode alternative de prédiction des comportements d'autrui.

Le simulationnisme radical

L'idée forte qui fait l'intérêt théorique de la théorie de la simulation radicale de Robert Gordon² réside dans l'idée que l'on peut simuler autrui sans encore disposer de concepts mentaux. La pièce centrale du dispositif qui convertit la simulation en un processus d'acquisition de connaissances sur autrui, débouchant finalement sur une compréhension psychologique conceptuelle, consiste dans ce que Gordon a appelé "la routine de la montée [sémantique]" (*ascent routine*). Comme l'avait déjà suggéré Gareth Evans, "quand on s'auto-attribue une croyance, on a pour ainsi dire et quelque fois littéralement les yeux fixés sur le monde" (Evans, 1982, 225). Pour savoir si *je crois que p*, il suffit que "je mette en oeuvre le processus par lequel je répons à la question de savoir si *p*." (Evans, 1982, 225). Il s'agit d'une routine de montée sémantique parce que de *P*, soit un fait que je tiens pour vrai dans le monde, je peux dériver un fait me concernant, que j'énonce en disant "je crois que *P*". En disant cela, toutefois, le sujet peut se contenter d'exprimer ce qu'il tient pour vrai, en empruntant à la conversation ordinaire une forme linguistique ("je crois que ..") dont il ne comprend pas nécessairement le sens psychologique précis. Comme Gareth Evans et Robert Gordon y insistent tous deux, cette procédure ne présuppose ni ne fournit une compréhension pleine et entière du contenu du jugement "Je crois que *P*". Evans admet que l'enfant qui applique la montée sémantique peut n'avoir pas encore maîtrisé la condition dite de généralité, qui s'applique à tous les concepts, psychologiques ou non; cette condition impose que le sujet puisse comprendre que ce que *je crois* peut être également cru ou non par d'autres. Le sujet peut en outre n'avoir pas réalisé que croire implique que l'on aspire à la vérité ; que cette aspiration peut être ou non confortée par les données pertinentes, etc.. La routine de la montée sémantique, selon Evans, a surtout l'intérêt d'écarter l'idée que l'information portant sur soi ait une source intérieure, à laquelle l'introspection pourrait seule donner accès.

Quel est le lien entre cette procédure de montée sémantique et simulation ? C'est que l'on peut simuler l'état mental d'autrui sans avoir besoin de passer par l'examen de ses propriétés psychologiques "internes" ; *il suffit de se placer dans la situation où autrui se trouve*. Il n'est ainsi pas nécessaire, selon cette approche, d'avoir des concepts d'états mentaux pour simuler autrui. Il suffit d'avoir la capacité correspondante d'activer des croyances et des désirs *en réponse à une situation*, c'est-à-dire de former des représentations, pour être capable d'en attribuer.

Les théoriciens du simulationnisme radical nient corrélativement que l'introspection conçue comme examen de ses propres réactions à une situation joue

² Cf. Gordon (1987), (1996a), (1996b)

un rôle dans la simulation (Gordon, 1992), et que la simulation présuppose la maîtrise antécédente des concepts mentaux. Gordon s'appuie sur l'existence de mécanismes imitatifs précoces, tel celui de l'imitation du regard (*gaze mimicry*) pour estimer que la disposition à simuler est un "module activé automatiquement par la perception de conspécifiques et peut-être par les membres d'autres espèces". Ainsi, la simulation est de son point de vue un processus relativement élémentaire, qui ne suppose pas la mise en oeuvre préalable de concepts mentaux mais qui au contraire en conditionne l'acquisition. Ce que la simulation permet d'acquérir est, d'après lui, l'idée d'une "perspective mentale". Par exemple, si Jean simule Pierre, il examine la situation depuis le point de vue de Pierre, (littéralement, en se situant là où est Pierre) et stocke en mémoire "ce qui est un fait pour Pierre". En changeant de perspective, le simulateur peut rassembler les diverses réponses qui sont données à la même question selon le point de vue adopté. Il apprend ainsi que certains faits sont connus de tous, ou de quelques uns, ou d'un seul. Ce qu'il ne peut pas apprendre, de cette manière, c'est que certains faits ne correspondent à aucune perspective, c'est-à-dire ne sont connus de personne, ni même envisagés par personne. C'est certainement un problème pour acquérir le concept de croyance dans sa généralité ; mais il est très plausible que beaucoup d'individus humains aient un concept "ordinaire" de croyance selon lequel un fait qui n'est connu ni connaissable par quiconque n'est pas un fait du tout.

Il reste bien entendu à comprendre dans le détail comment cette théorie peut expliquer la formation de concepts mentaux. Pour qu'un penseur maîtrise le concept de croyance, il doit non seulement être capable de former des croyances, en changeant éventuellement de perspective, il doit être capable de comprendre que toutes les croyances, y compris les siennes, sont sémantiquement évaluables c'est-à-dire peuvent être vraies ou fausses. Or la routine de la montée sémantique donne lieu à des croyances qui sont tenues pour vraies. Comment le sujet peut-il être contraint à reconnaître l'éventualité de l'erreur à propos de ses propres croyances ? Voilà ce qu'écrit Gordon :

Pour qu'un enfant envisage ses propres croyances présentes comme distinctes des faits, il faut qu'il simule un autre penseur pour lequel les faits sont différents - ou, plus généralement, qu'il adopte une perspective d'où les faits sont différents, que cette perspective soit ou non celle de quelqu'un - puis se simuler lui-même à partir de cette perspective. (Gordon, 1995, p. 62).

Cette perspective critique sur soi peut d'ailleurs être aussi fournie, selon Gordon, de manière non simulatoire, en se servant seulement de l'expérience de ses propres

erreurs passées. J'ai cru qu'il y avait un caillou sur la table, mais c'était une éponge³ ; je dois effacer de ma mémoire le pseudo-fait qu'il y avait un caillou, et le remplacer par le nouveau fait. C'est là une expérience marquante dont je me souviendrai.

Cette présentation schématique de l'acquisition de concepts mentaux laisse encore beaucoup de points dans l'ombre. Un premier problème, souvent évoqué dans la littérature, consiste dans le fait que le simulateur peut difficilement s'engager dans la situation pertinente pour comprendre autrui sans avoir déjà sélectionné les prémisses qui seront acceptées par le simulé. Par exemple, si nous prenons une expérience comme le test du tube de Hood⁴, à quel bout Pierre attendra-t-il sa balle? A l'ouverture qui est juste au-dessous de l'entrée, ou a l'extrémité qui est effectivement connectée avec l'ouverture ? Pour prédire ce que Pierre va considérer comme étant la situation pertinente pour son action, je dois savoir si Pierre est capable de se représenter les contraintes dynamiques du trajet de la balle, ou si Pierre préfère une hypothèse fondée sur la distance ou sur l'emplacement à la verticale. On voit mal comment on peut apprécier quelles prémisses sont pertinentes dans une situation donnée sans présupposer que le sujet à interpréter ait des croyances et des désirs propres qui déterminent son action.

En outre, il reste à déterminer comment l'enfant passe de la simulation de situations dans lesquelles les croyances d'autrui ou les siennes sont fausses au *concept* de croyance. En quoi suffirait-il de se simuler soi-même du point de vue d'autrui pour détacher la *croyance* du *fait* sur laquelle elle porte ? Il semble que pour Gordon, l'acquisition du concept de croyance coïncide avec la catégorisation de la classe des événements dans lesquels le sujet tient quelque chose pour vrai de manière justifiée. Mais cette catégorisation faite sur la base de l'expérience, préalablement à l'usage d'un concept en bonne et due forme, reste problématique⁵. Troisièmement, selon cette théorie enfin, le sujet qui simule "laisse ses pensées être contrôlées par l'information" relative à une situation particulière, selon les termes d'Evans (1982, 362). Quand il s'engage dans la situation simulée, le sujet suspend ses réactions d'incrédulité à l'égard du contenu simulé, sans pour autant former une croyance en bonne et due forme. Cette capacité d'inhiber les propriétés de la situation présente ainsi que les conséquences qui en découlent au profit de la

³ Cf. le test "apparence-réalité", présenté dans Flavell, J., Green, F. & Flavell, E., (1986), dont les résultats coïncident temporellement avec celui qui est obtenu dans les tâches d'attribution de croyance fausse.

⁴ Cf. Hood (1995).

⁵ L'enfant ne peut acquérir le concept de croyance s'il n'a pas la maîtrise pratique de l'acceptation d'une hypothèse ou, en d'autres termes, de l'engagement dans une situation. Quoique l'enfant n'ait évidemment pas ces termes à sa disposition, on peut estimer qu'il leur correspond des expressions comme "on dirait que"; ou "on ferait semblant", ou plus simplement l'usage d'un verbe au conditionnel ("je serais le docteur").

situation simulée - ses propriétés et les inférences qui en dépendent - est évidemment une caractéristique fondamentale de la simulation, déjà reconnue dans la théorie classique. L'idée nouvelle que la théorie radicale doit développer et préciser, c'est que simuler est une attitude distincte de croire (tenir pour vrai) ou d'affirmer (présenter inconditionnellement comme vrai). Nous définirons donc la simulation comme l'*engagement* dans une situation non présente (réelle - i.e. passée - ou contrefactuelle).

Les mécanismes de la simulation

Même si la théorie de la simulation radicale a l'intérêt de montrer qu'il existe un niveau préthéorique de compréhension du mental, dans lequel on peut éprouver l'état mental d'autrui sans pour autant disposer explicitement de *concepts* d'états mentaux, et sans théoriser à leur sujet, elle laisse dans l'indétermination les mécanismes qui permettent à l'interprète de "se mettre à la place d'autrui". Quoique les mécanismes d'inférence jouent un rôle crucial dans l'appréciation et dans l'évaluation de la situation simulée, nous nous bornerons pour l'instant à faire une liste des mécanismes qu'il faut postuler pour que le simulateur s'engage mentalement dans une situation non réalisée ou contrefactuelle (c'est-à-dire contraire à la réalité) :

- 1 - une procédure P1 d'engagement simulé dans la situation S' contrefactuelle ;
- 2 -une procédure P2 de suspension provisoire d'engagement dans la situation présente S ;
- 3 -une procédure de décision séparée relative aux situations S et S' et aux motivations correspondantes de l'agent qui s'y trouve ;
- 4 - une mémorisation séparée des décisions relatives à S et à S' ;
- 5 -un rappel en mémoire distinct des procédures effectuées en mode de simulation et en mode d'engagement courant.

On ne peut évidemment s'attendre à ce que ces mécanismes parviennent immédiatement à un fonctionnement optimal et cohérent. Comme on le sait, ce n'est pas avant l'âge de trois ans et demie que les enfants deviennent capables de résoudre la tâche dite de la croyance fausse⁶, tâche qui exige que le sujet inhibe le

⁶Dans la conception initiale de la tâche, (Wimmer & Perner, 1983), on montre aux enfants une marionnette nommée Maxi, qui range un chocolat dans une boîte avant de s'en aller jouer. Pendant son absence, la mère de Maxi enlève le chocolat de la boîte et le place dans le placard. Où Maxi cherchera-t-il le chocolat à son retour ? Les enfants de trois ans répondent qu'il le cherchera dans le placard, c'est-à-dire là où eux-mêmes savent qu'il se trouve, tandis que les enfants de quatre ans et plus sont capables de prédire qu'il le cherchera dans la boîte.

savoir dont il dispose sur la situation S pour se la représenter comme S', c'est-à-dire comme la voit un autre sujet mal informé. Les théoriciens de la théorie ont invoqué soit le caractère progressif de l'exercice des capacités inférentielles et inhibitrices requises, soit la maturation d'un module spécialisé dans l'attribution d'attitudes propositionnelles. La TS, de son côté, se justifie en démontrant l'existence d'étapes développementales allant d'une simulation élémentaire vers une simulation plus complexe; ces étapes - obtenues dans un contexte essentiellement interactif - refléteraient une capacité croissante de s'engager dans des situations de plus en plus éloignées de la situation présente. Ainsi Paul Harris (Harris 1992) distingue-t-il quatre étapes de simulation, qui correspondent respectivement aux stades de l'attention conjointe (12 mois), l'ostension dirigée (16 mois), l'imagination du point de vue intentionnel d'autrui dans le monde réel (2-3 ans), et enfin l'imagination du point de vue intentionnel d'autrui dans des situations contrefactuelles (4-5 ans). Nous tenterons plus loin d'esquisser l'analyse de ces différentes étapes du point de vue de l'engagement qu'elles impliquent. Nous avons pour l'instant une tâche plus pressante devant nous, qui est de justifier l'existence même de la procédure *d'engagement simulé dans la situation d'autrui*.

L'étape de l'engagement simulé dans la situation d'autrui

En effet, comme le savent depuis longtemps les spécialistes d'Intelligence Artificielle, le rappel du type de structure informationnelle pertinent pour interpréter une situation arbitraire donnée achoppe sur ce qu'on appelle le problème du cadre (*frame problem*) (Pylyshyn, 1987). Il y a un nombre considérable de situations éventuellement pertinentes pour la simulation ; les examiner toutes pose de redoutables problèmes d'explosion combinatoire. Comment sélectionner la situation pertinente dans laquelle il convient de s'engager "par la pensée"?

La théorie esquissée par Gallese et Goldman (1998) offre un moyen d'aborder la difficulté en restreignant l'ensemble des situations pertinentes possibles. En substance, ils mettent en évidence le rôle potentiel de certains groupes de neurones -- appelés "neurones-miroirs" -- dans le mécanisme initial par lequel le sujet s'engage dans la situation d'autrui. Découverts dans le cortex prémoteur ventral du macaque, dans les aires F4 et F5, ces neurones ont une activité corrélée à des actes particuliers de la main et de la bouche, actes dirigés vers un but (et non pas définis en termes musculaires ou purement sensorimoteurs). Par exemple, des neurones de saisie-

avec-la-main, saisie-avec-la-bouche, de manipulation ou de déchirement d'objet ont entre autres pu être identifiés (Rizzolatti et coll., 1988).

Ces neurones ont deux propriétés très intéressantes pour le théoricien de la simulation. D'une part, ils manifestent le codage d'une action *en fonction de son but* et non selon le mouvement particulier qui est effectué pour y parvenir. Ainsi ces neurones permettent-ils de catégoriser les actions *à un niveau intentionnel*. D'autre part, ces neurones répondent aussi bien en situation d'observation que d'exécution d'une action. En d'autres termes, ils peuvent être activés soit parce que le sujet effectue une action d'un certain type vers un certain objet, soit parce qu'il observe la même action en train d'être effectuée par un congénère ou par un humain.

Ces neurones-miroirs semblent être également présents dans le cerveau humain. Des travaux de stimulation magnétique transcrânienne effectués sur l'homme par Fadiga (Fadiga et al., 1995) montrent que lorsqu'un sujet observe une action particulière, les potentiels évoqués moteurs relatifs aux muscles correspondants sont sélectivement amplifiés chez le sujet qui observe, comme s'il se préparait à accomplir lui-même l'action observée, relativement à un sujet qui contemple des objets ou qui détecte un changement de luminance dans une diode.

Sans s'avancer dans des spéculations hardies, on peut supposer que, comme le soutiennent Rizzolatti et son équipe, le système-miroir constitue l'une des conditions de la mentalisation. L'individu pourvu de ce système, et capable par ailleurs de classer les types d'action en fonction de leurs objets - c'est là le rôle des neurones dits "canoniques"-, devient capable de prédire le comportement d'autrui, en ce sens qu'il analyse l'action selon l'objet visé et selon la manière dont il est utilisé (pour le saisir, le déchirer, le cueillir, le porter à la bouche, etc.). En termes gibsoniens, on pourrait dire que ce système détermine un univers d'*affordances*, où le sujet et ses compétiteurs ont à découvrir les cibles d'action, les types de mouvements adaptés et à anticiper l'attitude des rivaux (Rizzolatti et Gallese, 1997). On l'a vu plus haut, la simulation d'un congénère peut être définie comme l'activation d'un processus isomorphe dans l'observation et dans la participation à l'action. Etant activé à la fois lorsque le sujet effectue l'action et lorsqu'il observe son exécution par autrui, ce mécanisme de classement des actions est indéniablement de type simulatoire.

Le système des neurones-miroirs permet ainsi de répondre à la question de ce qui permet au sujet de *s'engager simulatoirement* dans une situation possible S' distincte de celle dans laquelle il opère lui-même. Il peut le faire dans la mesure où il dispose du moyen de percevoir ce que la situation offre à autrui d'objets à saisir ou à consommer. En outre, dans la mesure où la représentation de l'objet active à son tour un ensemble de motivations et d'associations sémantiques ou motrices, le

système miroir permet l'actualisation d'un schème d'action contextuellement adapté, et du système d'inférences que celui-ci contient (Gallese & Goldman, 1998).

La représentation du but de l'action n'est pas une représentation d'état mental

Toutefois Gallese et Goldman entendent donner au système des neurones-miroirs une fonction de simulation beaucoup plus générale, en supposant que ce qui vaut de l'interprétation du *but de l'action* a de manière générale une pertinence explicative pour l'interprétation des *désirs* et des *croyances*. Le point commun entre tous ces domaines d'interprétation est du point de vue de la TS que l'interprète utilise ses propres états -- "naturels" ou seulement "prétendus" -- pour répliquer ou mimer *l'état mental dans lequel se trouve autrui*. (ce qui satisfait la condition 1 du système fonctionnel de la simulation évoqué plus haut). En même temps, les conséquences motrices de l'action observée sont inhibées chez l'observateur (ce qui répond bien à la condition 2). Mais du fait que le système des neurones-miroirs ne concerne, on l'a vu, *que* la perception des actions, la généralisation de la simulation à l'ensemble des états mentaux doit être justifiée, ce que la théorie proposée ne peut pas faire en l'état.

Une deuxième difficulté de la théorie générale de la simulation mentale qu'esquisse l'article de Gallese et Goldman concerne le rapport entre la simulation à l'oeuvre dans l'activité des neurones-miroirs et la perception d'un autre agent. Dans la théorie défendue par Goldman, c'est sur la base d'une expérience *psychologique* faite en première personne que s'effectue la simulation d'autrui. Simuler passe par l'effort de répliquer, de mimer ou de s'identifier à (*impersonate*) la vie mentale de l'agent-cible" (Gallese & Goldman, 1998, 497). Ainsi la compréhension de la signification des actions de l'autre, selon cette théorie, suppose la conversion de l'acte observé en troisième personne en un acte prétendu en première personne, qui donne lieu à une expérience mentale distinctive. Par exemple, observer l'autre en train de prendre un aliment produit une expérience en première personne qu'on pourrait dire "déférentielle" - par sujet interposé - à la fois sur le plan intentionnel, moteur, et motivationnel : le sujet qui observe l'action en troisième personne n'en saisit le contenu intentionnel que parce qu'il active en lui-même sur le mode simulatoire un ensemble de motivations et de connaissances pratiques portant sur la situation de recherche de nourriture.

Cette remarque montre pourtant les limites de la théorie de la simulation ainsi comprise. Car même si l'on peut légitimement attribuer au macaque une "vie mentale", des intentions, des désirs et des croyances, on doit bien admettre que

selon toute probabilité, il ne dispose pas de concepts mentaux pour catégoriser son expérience interne. Ainsi, comme le reconnaissent les auteurs, le macaque n'est intéressant pour l'acquisition des capacités mentalisatrices qu'à titre de chaînon phylogénétique, - marqué par l'apparition d'une information portant sur le repérage d'*affordances* par ses congénères - et non parce qu'il instancierait des capacités de mentalisation.

L'engagement selon la théorie radicale

L'existence du système des neurones-miroirs prend une pertinence tout autre si l'on adopte le point de vue du simulationnisme radical (Gordon, 1992). Dans cette optique, simuler n'implique pas nécessairement que l'on réplique un congénère ou qu'on s'imagine être lui, mais seulement que l'on s'engage dans la situation où autrui se trouve. Cet engagement n'a pas à s'effectuer de manière déférentielle, c'est-à-dire en s'appuyant explicitement sur la présence d'un congénère doté de capacités mentales. Il suffit que la situation visuellement associée au congénère soit simulée pour que les diverses réponses motivationnelles, intentionnelles, et prémotrices soient également activées, sur un mode "déconnecté" (*off line*). Dans cette version de la TS, l'introspection conçue comme examen de ses propres réactions à une situation ne joue aucun rôle (Gordon, 1992). Plutôt que d'invoquer une expérience mentale en première personne, Gordon fait l'hypothèse que le bénéfice de la simulation réside dans le raisonnement pratico-hypothétique qu'elle permet. Réduit à son schéma élémentaire, le raisonnement pratique consiste dans l'articulation entre attitudes propositionnelles -- le désir d'obtenir P et la croyance que pour obtenir P il faut faire Q -- pour dériver la décision de tenter d'exécuter Q. Ce raisonnement pratique, effectué automatiquement dans d'innombrables cas de décision réelle dite "*on line*", peut aussi s'appliquer à des cas hypothétiques, non réalisés. En fait, ce type de raisonnement pratico-hypothétique est celui que met en oeuvre le jeu de faire-semblant : l'enfant s'imagine qu'il est dans une situation déterminée - par exemple il est chef indien ou maître d'école - et doit chercher à agir dans la situation considérée conformément à son rôle -- planifier une attaque contre les envahisseurs ou distribuer les mauvaises notes. Il n'y a pas de différence fondamentale, du point de vue de Gordon, entre la décision que *l'on fait semblant de prendre* dans le jeu de faire-semblant, et la décision que *l'on attribue à autrui* quand on explique ou prédit son comportement. Les deux types de raisonnement pratique se font sur le mode hypothétique (Gordon, 1987, 138 sq).

La théorie radicale trouve elle aussi dans l'hypothèse d'un système miroir, une solution à la question de l'engagement : l'extraction de l'information *liée à l'action* joue un rôle décisif dans la mentalisation dans la mesure où elle permet de définir et d'activer sélectivement *des situations-types de raisonnement pratique*. Deux mécanismes de socialisation relativement précoces, que l'on s'accorde à considérer comme des étapes fondamentales de la mentalisation, impliquent précisément l'extraction de l'information motrice ; ils pourraient l'un et l'autre dépendre de l'activité de "neurones-miroirs" et de neurones "canoniques". Le premier consiste dans l'*imitation du regard* qui prélude à l'attention conjointe. A 6 mois, un enfant prend le mouvement de la tête et la direction du regard de sa mère comme le signal de la direction où il doit tourner son regard. Soulignons ici que dans le cas de l'imitation du regard comme dans celui de l'observation de l'action, *l'agir est associé à son contenu intentionnel*. Dans le suivi du regard, le bébé produit une *possibilité d'objet* dans l'espace partagé environnant (Butterworth & Jarrett, 70). Vers 12 mois, l'enfant devient capable d'inférer des trajectoires non visibles puis, vers 18 mois, de simuler la perspective visuelle d'autrui. Ce qui apparaît clairement dans ce cas, c'est que l'activité *motrice* de suivi du regard a pour contenu la *saisie d'une situation* : un objet doté de certaines propriétés forme le corrélat intentionnel de l'attention conjointe.

Un second type d'activité, apparaissant ultérieurement dans le développement, représente également une étape cruciale dans le développement de la mentalisation : le *jeu de faire-semblant* (Bretherton, 1984). Piaget (1978) considérerait que le jeu de faire-semblant est un "jeu symbolique" dans la mesure où l'enfant utilise un objet pour en *figurer* un autre. Dans ce type de jeu, le balai *représente* un cheval ; le baton représente une épée, etc. D'autres auteurs, tels que Leslie (1987), estiment que faire-semblant met en jeu un certain type de structure informationnelle, appelée *métareprésentation*., qui forme le support de toute la mentalisation. Dès 18 mois, l'enfant pourrait *découpler* la représentation primaire d'un certain objet ou d'une certaine situation -- par exemple, le constat perceptif que l'objet qu'on manipule est un bâton -- de la représentation secondaire que la représentation primaire est censée représenter -- une épée.

La théorie "motrice" de la simulation que nous venons d'esquisser offre une perspective différente d'analyse : *le jeu de faire semblant est structuré par une gestuelle intentionnellement motivée*. On joue à bercer une poupée, à conduire une voiture, etc. en utilisant ce qu'on pourrait appeler le "script moteur" associé à une situation particulière. Ce qui effectue le découplage bâton/épée ou téléphone/banane, ce sont les gestes particuliers par lesquels on brandit une arme ou l'on passe un coup de fil; ce n'est pas la métareprésentation en vertu de laquelle on signifierait l'un par

l'autre. Les gestes ont pour vertu d'activer leur corrélat intentionnel, soit une situation ainsi que les inférences pratiques qui lui sont liées. Le caractère arbitraire de l'objet permet à l'agent d'exercer sa propre aptitude à créer des situations indépendamment du contexte. Comme l'avait déjà souligné Perner (1991), l'enfant de 18 mois commence à construire des modèles mentaux multiples, à comprendre que les situations présentes sont distinctes des situations passées, et à pouvoir maintenir en mémoire un scénario de faire-semblant en concurrence avec la réalité. La présente théorie ajoute seulement que c'est la représentation de l'action, dans sa composante praxique, qui structure l'engagement dans une modèle mental, et détermine le caractère *simulatoire* - procédural - de ces premières phases de la mentalisation. L'enfant s'engage primitivement dans une situation sur la base d'un script d'action. Ultérieurement, il remplacera l'engagement moteur et pragmatique par un engagement narratif (Bretherton, 1984).

Les engagements enchâssés

On peut objecter à cette version du simulationnisme radical, comme on l'a fait à la TS classique, qu'il ne suffit pas de s'engager dans une situation pour comprendre le point de vue d'autrui, c'est-à-dire pour appréhender une situation de manière mentaliste. On sait par exemple qu'un chimpanzé dispose de la capacité de détecter et de suivre l'orientation du regard d'un congénère. Le fait qu'il voie ce que voit l'autre l'autorise probablement à s'engager dans la situation perçue par l'autre, et à tirer les inférences utiles à partir des saillances perceptives. Mais il ne le conduit pas à déduire que l'autre a acquis une connaissance perceptive (Proust, 2000). Il semble que les primates non humains ne parviennent pas à choisir un partenaire informé de préférence à un partenaire naïf, en effectuant l'inférence *directe* de *percevoir* à *savoir*. (Povinelli, 1996). L'enfant autiste semble éprouver lui aussi des difficultés à passer de l'observation d'autrui percevant à la conclusion d'autrui connaissant (Baron-Cohen & Goodheart, 1994).

Comment un enfant devient-il capable de passer de la simulation "simple" dans laquelle il active la représentation d'une situation absente à la simulation "mentale", dans laquelle il se représente la situation *telle qu'autrui la voit* ? Selon la TS, ce n'est pas parce que la représentation "mentale" de la situation exige le passage de la première à la troisième personne qu'elle est difficile : l'enfant simule aisément (en première personne, mais de manière implicite) les situations qu'il imagine ou qu'on lui raconte. Les théoriciens de la mentalisation caractérisent souvent la difficulté à vaincre comme liée à la prégnance de la situation réelle. Il faut toutefois observer

que, réciproquement, les jeunes enfants ont tendance à tenir pour réels les produits de leur imagination, surtout lorsqu'ils leur font peur (Harris et al., 1991). La confusion semble plutôt s'attacher à la distinction entre le réel et le simulé (étapes 3 et 4 de notre schéma). Il se peut que les enfants achoppent sur la distinction réel/simulé pour des raisons procédurales (parce que les capacités exécutives requises ne sont pas encore présentes (Russell 1996). Mais il est également possible que la distinction échoue parce que les jeunes enfants font des hypothèses fausses sur le lien entre la situation imaginée et la situation réelle, et croient, par exemple, que le jeu de faire semblant peut dans certaines conditions modifier directement la réalité (Harris et al., 1991, 121). Plutôt que d'incriminer uniquement la prépotence du réel, on peut faire l'hypothèse que la difficulté que rencontre l'enfant dans la mentalisation est d'*articuler* deux ensembles d'inférences, ayant respectivement trait à une situation réelle et à une situation imaginée. En d'autres termes, il semble que l'enfant ait du mal à jouer sur deux tableaux, c'est-à-dire à maintenir son engagement dans deux directions incompatibles entre elles.

Si l'on adopte cette approche, on voit que la théorie de la simulation permet d'identifier *deux* conditions de la réussite de la mentalisation. La première condition consiste dans le fait que la simulation de la situation vue et appréciée par autrui doit le cas échéant pouvoir porter sur une éventualité irréaliste du point de vue du simulateur (Harris, 1992, Riggs et al., 1998). La tâche mentaliste n'est pas de simuler une situation familière pour en inférer les conséquences pertinentes pour l'agent qui s'y engage, mais de simuler une situation qui *s'écarte significativement* d'une situation familière.

La seconde condition est de passer du simple "exercice" de la simulation à son "exploitation" (Evans, 1982, Recanati, 1998) : il faut pouvoir maîtriser les inférences selon qu'elles appartiennent au domaine de simulation ou au domaine depuis lequel s'effectue la simulation, puis, ce qui est crucial pour nous, *identifier les conséquences de la simulation contrefactuelle dans le monde réel*. Examinons de plus près cet agencement des inférences.

Dans la première phase, le "mentalisateur" doit simuler une situation contrefactuelle (SC) pour en tirer les conséquences qui, *dans ce cadre*, peuvent être pertinentes pour un agent qui s'y engagerait ; dans la deuxième phase, l'attributeur doit inférer les conséquences *à l'extérieur du cadre* de SC pour la situation réelle SR -- présente ou future -- dans laquelle s'inscrit en dernier ressort l'agent simulé. Par exemple, dans la tâche de transfert inattendu, l'enfant doit se représenter la situation SC selon laquelle l'objet n'a pas été déplacé de t en t' , puis tirer les conséquences de cette situation pour l'action qui serait pertinente dans SC (dans SC, l'objet est en O), et enfin inférer de la situation SC les conséquences pour le monde réel : l'agent

simulé doit se rendre en O même si le simulateur sait que l'objet est désormais en O'.

De même, dans ce qu'on pourrait appeler le mensonge cognitif, le simulateur (en l'occurrence, le menteur) doit produire narrativement (ou d'une autre manière), une situation contrefactuelle telle qu'elle ait certaines propriétés désirables, puis inférer les conséquences de cette situation dans le monde réel pour exploiter les propriétés attendues et enfin réviser les propriétés potentiellement contradictoires avec SC. (Si par exemple un sujet veut cacher le meurtre qu'il a commis, il doit d'une part produire une situation contrefactuelle dans laquelle il était absent du lieu du drame - "avoir un alibi"-- et d'autre part effacer les traces à la fois présentes et futures de son acte qui permettraient d'inférer sa culpabilité.) Le mensonge est réussi si l'agent parvient à exploiter les conséquences réelles de son faire-semblant, tout en parvenant à réviser correctement à la fois la situation réelle et la situation contrefactuelle pour maintenir la cohérence entre elles. Le mensonge cognitif, de même que la réussite à une tâche de mentalisation, sont essentiellement des tâches de raisonnement contrefactuel et de planification de l'action.

L'existence de divers niveaux d'engagement permet de donner un sens fonctionnel précis aux étapes de la simulation distinguées par Paul Harris (Harris 1992) (l'attention conjointe, l'ostension dirigée, l'imagination du point de vue intentionnel d'autrui dans le monde réel, l'imagination du point de vue intentionnel d'autrui dans des situations contrefactuelles). Dans l'attention conjointe, un mécanisme mimétique non cognitif⁷ garantit qu'un jeune enfant puisse s'engager dans la situation occurrente perceptivement saillante pour un autre être humain. Ce mécanisme précognitif de convergence attentionnelle prépare la détermination des éléments pertinents de la situation perçue, et favorise ainsi le développement d'une simulation récurrente des situations.

Dans l'ostension dirigée, l'enfant signale réciproquement une situation, une possibilité d'action, et s'y engage explicitement de manière à focaliser sur elle l'attention d'autrui (pas d'ostension dirigée, par conséquent, sans mécanisme d'attention partagée). Le fait que l'enfant contrôle ici l'attention d'un autre sujet par pointage n'implique évidemment pas qu'il comprenne qu'autrui *prend connaissance* de ce qui est montré. Il suffit que l'enfant apprenne implicitement la fonction conversationnelle de l'ostension dirigée pour qu'il l'incorpore à son répertoire d'actions. Mais en complément du précédent mécanisme, l'ostension permet à l'enfant de s'approprier activement -- et d'élargir -- le domaine des situations pertinentes pour l'engagement.

⁷ Pour l'analyse des mécanismes précurseurs de la mentalisation, cf. Baron-Cohen (1995)

L'imagination réaliste correspond à la simulation cognitive d'une situation réelle passée où le sujet s'engage mentalement (sans indices perceptifs, ou avec des indices partiels) par jeu, par nécessité de planifier etc. Cette imagination réaliste peut s'étayer sur le souvenir de situations vécues, et ne suffit pas à former des simulations de type "psychologique". Selon les termes de Perner, cette imagination "situationniste" reste étroitement confinée dans la connaissance et la réactivation de l'environnement familier. Enfin la simulation contrefactuelle, qui pour Harris forme une étape globale, se divise dans notre analyse en deux types de capacités inégalement atteintes. La première étape consiste à simuler une situation imaginaire incompatible avec la réalité. Par exemple l'enfant peut comprendre des contes, en inventer lui-même, se livrer à des jeux de faire semblant non réalistes, etc. La seconde étape représente notre étape de la simulation enchâssée, où l'enfant doit se représenter non pas seulement une situation hypothétique, mais la paire formée par la situation contrefactuelle et la situation réelle ainsi que les compatibilités et incompatibilités entre la première et la seconde.

L'acquisition des concepts mentaux

Si ce qui est précède est correct, la simulation d'autrui permet de connaître l'articulation entre la représentation des faits et et la représentation de contrefactuels. Grâce à elle, la capacité de mentaliser se développe sous forme d'un raisonnement pratique/schème d'action "à perspective variable". Nous pouvons maintenant, enfin, reposer la question de l'acquisition des concepts mentaux. Plusieurs réponses sont possibles. Une première solution consiste à dire, avec Gordon, qu'il n'y a rien de plus dans la saisie d'un concept mental que la capacité de simuler la situation correspondante ou, à la rigueur, la capacité de simuler que quelqu'un simule la situation où vous vous trouvez vous-même. Malgré l'intérêt économique de cette hypothèse, il faut remarquer, avec Jane Heal (Heal, 1995), que si l'on veut que la simulation fasse progresser la compréhension psychologique, il faut non seulement que la simulation ait lieu ; il faut aussi que le simulateur puisse la reconnaître pour ce qu'elle est.

On peut alors comme Jane Heal faire l'hypothèse que le simulateur catégorise ses propres états simulés de manière indexicale : "croire, c'est se représenter les choses comme *ça*", où *ça* fait référence à une occurrence donnée de simulation (Heal, 1995). Cette solution présente toutefois certains inconvénients techniques - liés au fait que la simulation n'est pas une croyance, mais un engagement dans une situation, qui va à son tour susciter de nombreuses attitudes, épistémiques, motivationnelles,

émotionnelles, etc. Comment identifier le référent indexical sans disposer déjà des concepts psychologiques pertinents ?

Une autre solution est de type Vygotskien. Vygostky (1978) a défendu l'idée que les concepts prennent leur origine dans l'interaction sociale, et sont ultérieurement transformés en concepts maîtrisés individuellement. Dans le même esprit, Andrew Woodfield (1996), soutient que l'enfant acquiert les concepts communs propres à la société dont il fait partie par le truchement du langage socialement partagé. Il n'aurait ainsi qu'à exemplifier ces concepts, sous la direction des adultes, en associant chaque concept à certains aspects particuliers du raisonnement pratique mettant en jeu les croyances ou les désirs des agents. Lors même que l'enfant pourrait avoir une *conception* variable des croyances ou des désirs, selon l'expérience qu'il a acquise en matière de raisonnement pratique, il aurait une représentation stable des *concepts* correspondants en empruntant en quelque sorte à la culture dont il fait partie des repères qu'il ne maîtrise qu'incomplètement.

Conclusion : Compétence exécutive et simulation enchâssée

Nous pouvons donc enfin répondre aux trois questions posées au départ. L'expérience acquise par la simulation ne porte ni sur soi ni sur autrui, mais sur des situations réelles et contrefactuelles et sur leurs combinaisons. Elle a valeur de connaissance parce qu'elle donne accès à des cas de raisonnement pratique que le sujet seul n'aurait pas rencontrés. Enfin, elle conditionne en partie l'acquisition des concepts mentaux du fait de l'expérience qu'elle fournit, et permet ainsi un ancrage des concepts communs issus de la culture sociale.

Si le raisonnement contrefactuel paraît à première vue tirer la compétence simulatoire du côté de la représentation conceptuelle statique, la planification de l'action nous ramène à un processus dynamique contrôlé. On peut ainsi interpréter les deux phases de la simulation en suivant le guidage moteur de l'engagement. Dans la première phase, le simulateur "déclenche" une représentation motrice qui active de manière déconnectée les diverses conséquences qui lui sont associées (une situation "pragmatiquement structurée"). Dans la seconde, il retient en mémoire les conséquences tirées précédemment pour planifier ou prédire l'action d'autrui dans le monde réel.

Cette succession peut être comprise, comme le fait Russell (1997), comme l'application d'une métarègle à une règle. La règle consiste à s'engager dans une situation contrefactuelle. La métarègle stipule que la conséquence de SC ne doit pas être prise comme la sortie décisionnelle, mais *doit elle-même être soumise à une*

manoeuvre correctrice ; par exemple un changement de paramètre spatial, une inférence causale contrainte par de nouvelles conditions, etc. Comme Russell (1997) l'a montré, le changement de critère qui est impliqué par la métarègle met en jeu une capacité exécutive; le sujet "frontal", de même que le patient schizophrène ou l'enfant souffrant d'autisme éprouvent une difficulté notable à articuler une règle et une métarègle.

Dans des travaux plus récents (Biro & Russell, à paraître) , Russell admet que la nature contrefactuelle plus ou moins "arbitraire" de la règle pourrait être plus décisive dans la difficulté de mentaliser que l'aspect exécutif lié à l'enchâssement d'une règle dans l'autre. Par règle arbitraire, il désigne un principe d'action dont la justification instrumentale n'est pas immédiatement compréhensible, ou qui ne donne pas lieu à un changement perceptible dans l'environnement. Ce qui perturbe l'enfant autiste dans la mentalisation, dans cette hypothèse, résiderait dans le fait que le jeune patient ne parvient pas à coder une intention sur la base d'un agir répondant à une règle arbitraire. Or l'agir d'autrui forme un cas de règle arbitraire, quand il repose sur une information différente de celle dont l'observateur dispose.

Interprétée par la TS (contrairement à ce que propose Russell), cette explication revient à dire que l'enfant autiste ne peut s'engager que dans les situations qui lui sont familières. Les situations contrefactuelles résistent à tout ancrage pragmatique *hic et nunc*; elles ne peuvent donc servir de terrain d'exercice à la simulation "réaliste" (la seule, *ex hypothesi*, accessible à l'enfant autiste), ce qui explique en retour que la simulation ne puisse être exploitée, c'est-à-dire examinée dans ses différentes conséquences comportementales. Cette limitation des situations accessibles à la simulation explique peut-être la fascination des enfants autistes pour les mécanismes physiques réguliers, et leur angoisse devant les situations nouvelles.

Qu'elle s'avère être vraie ou fausse, la TS a le grand mérite heuristique de rappeler que l'attribution d'états mentaux est une forme de raisonnement pratique qui commence dès l'origine par les résonances motrices et le repérage des affordances pour culminer avec la modélisation dynamique croisée de situations apparentées mais incompatibles. Dans cette progression, l'imagination des situations possibles et de l'agir pertinent joue indéniablement un rôle crucial. Il reste à vérifier ces hypothèses de TS par les travaux d'imagerie neuronale et par les tests comportementaux appropriés.

Bibliographie

- Baron-Cohen, S. (1995), *Mindblindness, an Essay on Autism and Theory of Mind*, Cambridge, MIT Press.
- Baron-Cohen, S. & Goodheart, F., (1994), The "seeing-leads-to-knowing" deficit in autism, *British Journal of Developmental Psychology*, 12, 397-401.
- Berthoz, A., (1997), *Le sens du mouvement*, Paris, Odile Jacob.
- Biro, S. & et Russell, J., (to appear), The execution of arbitrary procedures by children with autism, manuscript, *Development and Psychopathology*.
- Bonnet, M., Decety, J., Requin, J., & Jeannerod, M., (1997), Mental simulation of an action modulates the excitability of spinal reflex pathways in man, *Cognitive Brain Research*, 5, 221-228.
- Bretherton, I., (1984), Representing the Social World in Symbolic Play : Reality and Fantasy, in I. Bretherton, (ed.), *Symbolic Play*, Orlando, Academic Press, 1-41.
- Butterworth, G., & Jarrett, N., (1991), Minds and space, in : G.E. Butterworth, M.L. Harris, A.M. Leslie & H.M. Wellman, *Perspectives on the Child's Theory of Mind*, Oxford, Oxford University Press, 55-72.
- Carey, D.P., Perrett, D.I. & Oram, M.W., (1991), Recognizing, understanding and reproducing action, in F. Boller & J. Grafman (eds.), *Handbook of Neuropsychology*, 11, 111-128.
- Carruthers, P., & Smith, P.K., (dirs.), (1996), *Theories of Theories of Mind*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Currie, G., & Ravenscroft, I., (1997), Mental Simulation and Motor Imagery, *Philosophy of Science*, 64, 161-180.
- Daprati, E., Franck, N., Georgieff, N., Proust, J., Pacherie, E., Dalery, J. & Jeannerod, M., (1997), Looking for the Agent, an Investigation into Self-consciousness and Consciousness of the Action in Schizophrenic Patients, *Cognition*. Vol. 65, 71- 86.
- Davies, M. & Stone, T., (dirs.), (1995), *Folk Psychology : the Theory of Mind Debate*, Oxford, Blackwell.
- Davies, M. & Stone, T., (dirs.), (1995), *Mental Simulation*, Oxford, Blackwell.
- Decety, J., & Jeannerod, M., (1996), Fitt's law in mentally simulated movements, *Behavioral Brain Research*, 72: 127-134.
- Decety, J., Grezes, J., Costes, N., Perani, D., Jeannerod, M., Procyk, E., Grassi, F. & Fazio, F., (1997), Brain activity during observation of action. Influence of action content and subject's strategy, *Brain*, 120, 1763-1777.
- Decety, J., Jeannerod, M. & Prablanc, C., (1989), The timing of mentally represented actions, *Behavioral Brain Research*, 34, 35-42
- Decety, J., Jeannerod, M., & Prablanc, C., (1989), The timing of mentally represented actions, *Behavioural Brain Research*, 34, 35-42.
- Decety, J., Jeannerod, M., Germain, M. & Pastene, (1991), Vegetative response during imagined movement is proportional to mental effort, *Behavioral and Brain Research*, 42, 1-5.
- Di Pellegrino, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V. & Rizzolatti, G., Understanding motor events, a Neurophysiological study, *Experimental Brain Research*, 1991.
- Evans, G. (1982), *The Varieties of Reference*, Oxford, Clarendon Press.

- Fadiga, L., Fogassi, L., Pavesi, G., Rizzolatti, G., (1995), " Motor facilitation during action observation : a magnetic stimulation study", *Journal of Neurophysiology*, 73, 6, 2608-2611.
- Flavell, J., Green, F. & Flavell, E., (1986), Development of knowledge about the appearance-reality distinction, *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 51.
- Frith, U. (1989) *Autism, Explaining the enigma*. Oxford, Basil Blackwell.
- Gallese, V. & Goldman, A., (1998), Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading, *Trends in Neuroscience*, 2, 12, 493-501.
- Georgieff N. & Jeannerod, M., (1998), Beyond Consciousness of external Reality. A "Who" system for consciousness of action and self-consciousness, *Consciousness and Cognition*, 7, 465-477.
- Goldman, A. I., (1989), Interpretation psychologized, *Mind and Language*, 4, 161-85.
- Goldman, A.I., (1992), In defense of Simulation Theory, *Mind and Language*, 7, 1 & 2 104-119.
- Goldman, A.I., (1993), The Psychology of Folk Psychology, *Behavioral and Brain Sciences*, 16, 15-28.
- Goldman, A.I., (1995), Empathy, Mind and Morals, in Davies, M. & Stone, T., (dirs.), *Mental Simulation*, Oxford, Blackwell, 185-208.
- Gopnik, A. , (1996), Theories and modules : creation myths, developmental realities, and Neurath's boat, in Carruthers, P., & Smith, P.K., (dirs.), *Theories of Theories of Mind*, Cambridge, Cambridge University Press, 169-183.
- Gordon, R.M., (1987), *The structure of Emotions*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gordon, R.M., (1996a), Simulation without introspection or inference from me to you, in Davies, M. & Stone, T., (dirs.), (1995), *Mental Simulation*, Oxford, Blackwell, 53-67.
- Gordon, R.M., (1996b), 'Radical' simulationism, in Carruthers, P., & Smith, P.K., (dirs.), *Theories of Theories of Mind*, Cambridge, Cambridge University Press, 11-21.
- Harris, P.L., (1989), *Children and Emotion, The development of Psychological Understanding*, Oxford, Blackwell.
- Harris, P., (1992), From simulation to Folk Psychology : The Case for Development, *Mind and Language*, 7, 120-144.
- Harris, P., (1993), Pretending and Planning, in S. Baron-Cohe, H. Tager-Flusberg & D.J. Cohen (eds.), *Understanding other Minds : Perspectives from Autism*, Oxford : Oxford University Press.
- Harris, P.L., Brown, E., Marriott, C., Whittall, S. & Harmer, S., (1991), Monsters, ghosts and witches : testing the limits of the fantasy-reality distinction in young children, *British Journal of Developmental Psychology*, 9, 105-123.
- Heal, J., (1995), How to think about thinking, in Davies, M. & Stone, T., (dirs.), *Mental Simulation*, Oxford, Blackwell, 33-52.
- Hood, B., (1995), Gravity rules for 2-4 year olds. *Cognitive Development*, 10, 375-386.
- Jeannerod, M. (1997) *The cognitive neuroscience of action*. Oxford, Basil Blackwell.
- Jeannerod, M., (in press 1999), To act or not to act. Perspectives on the representation of actions, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*.

- Leslie, A. M. (1987), Pretence and representation, The origins of 'theory of mind'. *Psychological Review*, 94, 412-426.
- Nadel, J., & Butterworth, G., (dirs.), (1999), *Imitation in Infancy*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Pacherie, E., (1997), Motor-images, self-consciousness, and autism, in J. Russell (dir.), *Autism as an executive disorder*, Oxford, Oxford University Press, 215-255.
- Perner, J., (1991), *Understanding the representational mind*, Cambridge, MIT Press.
- Piaget, J., (1978), *La formation du symbole chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé.
- Povinelli, D., (1996), Chimpanzee theory of mind ? The long road to strong inference, in Carruthers, P., & Smith, P.K., (dirs.), (1996), *Theories of Theories of Mind*, Cambridge, Cambridge University Press, 293-329.
- Proust, J., (à paraître 2000), Mindreading in non-human primates, *Philosophical Topics*.
- Pylyshyn, Z., (1987), *The Robot's Dilemma, The frame problem in Artificial Intelligence*, Norwood, NJ, Ablex.
- Riggs, K.J., Peterson, D.M., Robinson, E.J., & Mitchell, P., (1998), Are errors in false belief tasks symptomatic of a broader difficulty with counterfactuality ? *Cognitive Development*, 13, 73-90.
- Rizzolati, G., Camarda, R., Fogassi, L., Gentilucci, M., Luppino, G. & Matelli, M., (1988), Functional organization of area 6 in the macaque monkey, II, Area F5 and the control of distal movements, *Experimental Brain Research*, 71, 491-507.
- Rizzolati, G., & Gallese, V., (1997), From action to meaning : a neurophysiological perspective, in Petit, J.L. (ed.), *Les neurosciences et la philosophie de l'action*, Paris, Vrin, 217-229.
- Russell, J. , (dir.), (1997), *Autism as an executive disorder*. Oxford, Oxford University Press.
- Russell, J. , (1996), *Agency, Its role in mental development*. Hove, The Psychology Press.
- Russell, J., (1997), Les racines exécutives (non modulaires) des perturbations de la mentalisation dans l'autisme, in H. Grivois & J. Proust (eds.), *Subjectivité et conscience d'agir: approches clinique et cognitive de la psychose*, Paris, Presses Universitaires de France, 139-206.
- Vygotsky, L.S., (1978), *Mind in society*, Cambridge, Harvard University Press.
- Woodfield, A., (1996), Which theoretical concepts do children use ?, *Philosophical Papers*, XXV, 1, 1-20.
-