

Elisabetta Zibetti*, Charles Tijus et Sébastien Poitrenaud

La Construction de la Représentation de l'Action Perçue ¹

L'interprétation de l'action perçue dépendrait des propriétés des objets engagés dans l'action. En variant les caractéristiques physiques (taille et forme) des figures géométriques animées du matériel expérimental de Heider et Simmel (1944), nous avons testé cette hypothèse en observant si ces changements ont pour effet l'attribution d'actions différentes alors que les déplacements des figures demeurent identiques.

Les résultats montrent que lorsque les caractéristiques physiques des objets sont modifiées, on observe de grandes différences dans l'interprétation d'un même événement en termes d'actions, ce qui se traduit par la production de scénarios différents. Ces résultats sont interprétés dans le cadre de C.A.D.S. (Compréhension par Assignment Dynamique de Signification) un modèle de la catégorisation en contexte, qui repose sur le réseau sémantique PROCOPE (Poitrenaud, 1995, 1998) et le Treillis de Galois qui lui est associé.

Mots clés. L'action perçue, caractéristiques physiques, figures géométriques, Compréhension par Assignment Dynamique, PROCOPE.

The construction of representations of perceived action. Our hypothesis is that the interpretation of the action depends more on properties of objects than on elementary events themselves. By varying physical characteristics of the figures (size and shape) of geometrical figures of the Heider and Simmel's 1944 film, we have tested if these changes cause different attributions of action, although displacements remain identical.

Results show: random displacements on the screen of the geometrical figures are not interpreted as simple displacements, but as actions that appears rich of intentional implications. In addition, when physical characteristics of implied objects are modified, the interpretation of the

* Laboratoire CNRS -ESA – 7021, Cognition & Activités Finalisées, Université de Paris VIII, 2, rue de la Liberté, 93526 Saint-Denis Cedex 02 FRANCE
Tel : 00 33 1 49 40 64 79, Fax : 00 33 1 49 40 67 54
E-mail : Elisabetta.Zibetti@univ-paris8. fr

¹ La recherche reportée ici a été soutenue par le CNRS. Les auteurs remercient Anh Nguyen-Xuan pour ses suggestions et ses commentaires avisés ainsi que les deux lecteurs de la revue.

Pour la correspondance, s'adresser à Elisabetta Zibetti

same event as action differs, thus providing the production of different narrative scenarios. These results are consistent with C.A.D.S. (- Dynamic Allocation Model of Meaning - *Compréhension par Assignment Dynamique de Signification*), a model of categorisation in context based on the PROCOPE semantic network (Poitrenaud, 1995, 1998) and its associated Galois Lattice.

Key words: Interpretation of action, physical characteristics, geometrical figures, Dynamic Allocation Model of Meaning, PROCOPE.

I. INTRODUCTION

Supposons « deux animaux qui se *déplacent* rapidement l'un derrière l'autre sur une pelouse ». Un observateur interprétera probablement leurs mouvements en accord avec les données dont il dispose. Si l'animal qui court à l'avant est un lapin, et celui qui est derrière un chien, cet observateur va probablement percevoir « un chien qui *chasse* un lapin qui *s'enfuit* ». Si au contraire l'animal qui est devant est un grand lapin et celui qui suit un petit lapin, l'observateur va interpréter ce même déplacement non pas en termes de « *chasser et s'enfuir* » mais plutôt en termes de « *suivre et guider* » (Heider et Simmel 1944). L'interprétation sera encore différente si notre observateur sait que le chien et le lapin de notre premier exemple ont été élevés ensemble et ont l'habitude de jouer, ou encore que le petit lapin de notre second exemple est un lapin agressif.

L'information qu'un observateur perçoit est constituée d'informations sur les objets, sur l'événement auquel les objets participent et sur le contexte (environnemental et temporel). Associée aux connaissances, cette information est intégrée pour aboutir à la construction d'une représentation qui permet d'interpréter la situation en cours. Ainsi, l'exemple ci-dessus illustre bien: les actions ne sont pas des entités directement percevables. Elles relèvent d'interprétations cognitives d'événements déterminés par le contexte des objets et leur mouvement, c'est-à-dire par les propriétés relationnelles et contextuelles qu'ont les objets dans la situation perçue.

L'interprétation d'événements perçus en termes d'action est un phénomène cognitif qui relève d'une activité humaine qui est absolument nécessaire, pour comprendre, mais aussi pour diagnostiquer et anticiper le déroulement des actions et des plans développés par un ou plusieurs agents.

Comment « perçoit-on l'action » à partir d'événements?

La relation, entre ce qui est perçu et l'interprétation qui en est faite, a été souvent discutée et a conduit, entre autres, à la conclusion que la perception nécessite quatre catégories primitives : les objets, les attributs, les états et les événements : « *The analysis of perception*

seems to require at least four primitive categories : objects and attributes, states and events [...]. Events are perceived when changes occur ; not all changes are perceived as events, of course, but all events involve changes of some kind [...]. The generic term for the thing that changes in "state"» (Miller et Johnson-Laird, 1976, p. 85).

Parmi ces quatre catégories primitives, l'événement est défini physiquement comme un changement intervenu sur un objet dans l'espace et dans le temps. Par exemple, percevoir une porte s'ouvrir, c'est percevoir le changement de place de la porte et l'interpréter comme « une porte qui s'ouvre »² puisqu'un lieu se trouve alors ouvert.

L'action, au contraire, n'est pas basée directement sur des observables du monde physique. Elle relève d'une certaine interprétation qui implique, outre la présence d'un agent, l'attribution d'une intention et d'une cause. Elle est de nature cognitive. On « percevra » ainsi « Pierre ouvre la porte » à partir de la présence de Pierre près d'un côté de la porte, sa main sur la poignée, et la porte qui change de place ; alors que d'autres conjectures sont possibles : la porte s'ouvre automatiquement, la porte est ouverte par quelqu'un d'autre situé de l'autre côté...

La question centrale est alors celle de savoir comment arrive-t-on à percevoir l'action à partir de la perception de l'événement. Notre point de vue est le suivant. Les objets sont perçus à travers leurs propriétés. Quand un événement a lieu, c'est-à-dire lorsqu'un changement intervient au niveau des propriétés d'un objet (ex. , le changement de la place qu'il occupe), ce changement devient une propriété de l'objet qui permet de le catégoriser et, par là, d'inférer l'action (ex., « la porte qui change de place » est « une porte ouverte par quelqu'un »). L'action devient à son tour une propriété de l'objet (ex., « ouverte par quelqu'un - ici, Pierre »). Ce qui permet finalement de pouvoir désigner l'objet par cette propriété d'action (ex., « la porte ouverte par Pierre »).

Ce point de vue, qui est basé sur la catégorisation, est nouveau. Toutefois, s'il existe bien un certain nombre de recherches sur la compréhension de l'action décrite avec le langage (ex. : Miller et Johnson-Laird, 1976), en linguistique où on envisage, par exemple, de décrire la signification du verbe comme interprétation d'un mouvement sur une scène (ex: Baudet 1990; Desclés, et al 1998; Enjalbert, 1996; Rastier, 1987, 1996; Victorri et Fuchs, 1996), sur la planification de l'action (ex. : Schank et Abelson, 1977 ; Wilensky 1983), sur l'attribution d'intentionnalité (ex. : Thommen, 1991 ; Premack, 1990 et 1995 ; Gergely et al., 1995 ; Csibra, et al., 1999),

² « la porte s'ouvre » est en effet une figure de style puisque c'est la pièce qui s'ouvre et pas la porte.

ou encore des propositions de modélisation informatique en I.A. dans le domaine de l'interprétation du « mouvement visuel » [visual motion] (ex. : Bobick, 1997 ; Rosales et Sclaroff, 1998 ; Intille et Bobick, 1998), il en existe peu qui étudient l'interprétation d'événements en action perçue.

Par ailleurs, on trouve des recherches en neurosciences compatibles avec notre approche. Senior et al. (2000), par exemple, montrent que lorsqu'on regarde des photos, qui sont des images fixes représentant un mouvement, on active les mêmes aires corticales que celles qui collaborent avec les aires responsables de la perception du mouvement. Ce résultat, selon les auteurs, suggère que « *the higher-order information that interacts with representational momentum is processed within the "object identification" ventral pathway without the need for "executive" involvement.* » (p. 20). En effet nous considérons que l'interprétation de l'action perçue se base avant tout sur l'identification des objets et le traitement de leurs propriétés afin de pouvoir affecter les actions à des catégories.

Parmi les quelques rares travaux en psychologie, les plus nombreux sont ceux qui traitent de la segmentation d'événements en unités discrète d'actions (ex: Newton, 1973 ; Newton et Enquist, 1976 ; Newton et al, 1977 ; Newton et Rinder, 1979; Massad, et al., 1979 ; Heft, 1996; Zibetti, et al., 1999). Aucun à notre connaissance n'a considéré jusqu'à présent le rôle des propriétés d'objets dans le processus de compréhension et d'interprétation d'événements en termes d'actions.

Dans cet article, nous présentons et discutons d'abord les travaux qui ont été menés afin d'étudier la manière dans laquelle s'effectue l'interprétation de l'action perçue, avant de défendre l'idée que cette activité repose tout d'abord sur un mécanisme de catégorisation des objets de la scène visuelle à partir de leurs propriétés physiques.

Dans un second temps, nous rapportons les résultats de l'expérimentation que nous avons menée en reprenant le paradigme expérimental de Heider et Simmel (1944) avec l'hypothèse de travail que l'interprétation de l'action perçue se construit à partir des propriétés des objets, à partir des transformations de ces propriétés (événement) et à partir des transformations de propriétés qui sont visées (les buts).

Enfin, pour illustrer concrètement la manière avec laquelle ce mécanisme de catégorisation des objets intervient dans la construction de la représentation de l'action perçue, on montrera le fonctionnement du modèle C.A.D.S. (Tijus & Moulin, 1997) à l'aide de STONE (Poitrenaud, 1998) un programme qui construit automatiquement des réseaux sémantiques de catégories d'objets selon le formalisme mathématique des treillis Galois (Barbut et Monjardet ? 1970). On verra alors comment à partir des objets présents sur la scène visuelle et de leurs propriétés, se construit un

réseau sémantique dynamique, c'est à dire qui évolue avec l'état de la situation, et qui montre le passage de l'événement perçu à l'activité inférée.

I. 1. L'interprétation de « l'action perçue »

S'il y a peu de travaux sur « l'action perçue », l'intérêt pour ce domaine d'études s'est toutefois manifesté très tôt. Dès 1909, Münsterberg s'est intéressé à l'interprétation de l'action. Il a montré que le récit de l'observation d'une simple séquence d'actions, peut être complètement différent selon les individus. Les recherches se sont alors focalisées sur les effets de distorsion de la mémoire, de l'attention ou sur l'attente de la perception de simples événements, mais pas sur l'interprétation de ces événements.

Ce n'est que dans les années 50 que reprend l'étude de l'interprétation des événements visuellement perçus avec Heider et Simmel (1944), puis avec Michotte (1963) qui étudie la perception de la causalité pour montrer l'importance des relations régulières et licites, entre les perceptions. Michotte présentait par exemple aux sujets la scène suivante : *un carré qui s'approche d'un deuxième et puis s'arrête, ensuite après un délai plus ou moins important, le deuxième carré se déplace dans la même direction dans laquelle s'était déplacé le premier*. Alors même que le premier carré ne touche pas le deuxième, la plupart des sujets disent que le déplacement du deuxième carré est attribuable au premier. Notons que ce phénomène d'attribution d'action, de cause et d'intention est très général, c'est celui qui a lieu, par exemple, en regardant un dessin animé dans lesquels les objets peuvent être très abstraits et exprimer cependant les relations causales, qu'on trouve avec des objets réels, et les intentions, qu'on trouve avec des personnes.

Selon Gregory (1966), qui commente les travaux de Michotte, les organes de sens reçoivent des arrangements, des schémas plein d'énergie, que nous percevons comme des objets. Ces objets ont une grande quantité de caractéristiques, mais leur perception dépasse leur aspect sensoriel. Ils peuvent se modifier, avoir des influences les uns sur les autres, et possèdent des aspects cachés qui se révèlent dans différentes conditions. Ces influences et aspects cachés relèvent selon nous du processus de catégorisation. Ainsi, par exemple, lorsqu'un carré, qui est une figure géométrique inanimée, commence à se déplacer dans l'espace, sans être soumis à l'effet de l'action d'un agent, on lui attribue les caractéristiques propres aux objets animés pour remplir les conditions nécessaires à la réalisation de l'action. Ceci revient, de notre point de vue à le catégoriser comme « objet animé » parce qu'on lui attribue la propriété de se déplacer comme le font les « objets animés ».

Les travaux les plus importants sur ce phénomène psychologique, qui nous permet de percevoir bien plus que l'information proprement sensorielle, sont ceux de Heider et Simmel (1944). Leur matériel est

un film d'animation avec des figures géométriques qui se déplacent à des vitesses différentes sur un écran (Figure 1).

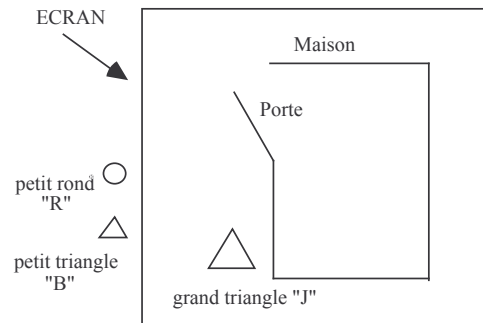


Figure 1. Les trois figures géométriques sont un grand triangle jaune (gtJ), un petit triangle (ptB), un petit rond (prR) et il y a un grand rectangle, dont une section d'une des longueurs s'ouvre et se ferme, à un moment donné, comme le ferait une porte.

Heider et Simmel (1944) trouvent que les sujets attribuent des actions aux figures (ex. : « *attaquer* », « *poursuivre* », etc.) alors que les déplacements sont réalisés au hasard. Comment se construisent de telles interprétations? Comment l'information qui nous parvient sur les événements est-elle transformée en action?

1.2. Le rôle du but, du plan d'action, du schéma, et l'intentionnalité dans l'interprétation de l'action perçue

D'après la littérature (ex. : Cohen et Ebbesen, 1978 ; Morris et Murphy, 1990 ; Zack et Tversky, 1997), il semble que le but et les schémas ont un rôle organisateur central dans la compréhension de l'action. C'est ce qu'on trouve, par exemple, avec les études sur la compréhension de texte : la compréhension des séquences d'événements a lieu en les organisant globalement en termes de buts et plans d'actions (Stein et Glenn 1979 ; Trabasso et al., 1981 ; Stein et Trabasso, 1982 ; Trabasso, et al., 1992).

L'intention est considérée, par plusieurs chercheurs, comme une fonction de la reconstruction du plan et des buts des acteurs sur la base de leurs actions (ex., Schank et Abelson, 1977 ; Schmitz et al., 1978 ; Bruce et Newman, 1979). Pour ces auteurs, l'interprétation de l'action est souvent explicable en termes de reconnaissance et d'identification de plans. Autrement dit, les actions attribuées aux acteurs sont très étroitement liées aux intentions qui leurs sont attribuées, aux attentes par rapport à l'ordre des événements, particulièrement pour les actions qui sont orientées par un but, et au schéma adopté par l'observateur. Ceci permettrait ainsi d'orienter l'interprétation des événements en fonction des buts qui sont

attribués aux acteurs. C'est, par exemple, l'idée avancée Lichtenstein et Brewer (1980) et Brewer et Dupree (1983) : les actions orientées par un but, sont interprétées à l'aide un schéma-plan. Ce schéma-plan permet à l'observateur d'organiser les séquences d'actions à partir de la composante fondamentale du schéma qu'est le but. Dans cette vision, les actions contribuent à l'attente du but. Les actions qui précèdent une action-but sont exécutées de façon à rendre l'action-but possible. Par exemple, considérant que quelqu'un veut « *entrer dans sa maison* », (l'action-but), toutes les actions comme « *s'approcher de la porte* », « *sortir les clés* », « *mettre la main sur la poignée* », « *ouvrir la porte* », sont vues comme une séquence d'actions qui sont nécessaires pour « *entrer dans la maison* ». De même, si un observateur a l'idée que le but de quelqu'un est de « *entrer dans la maison* », la perception des événements qui précèdent cette action est probablement orientée par une interprétation fondée sur ce but.

Plus précisément, Trabasso et al., (1992) dans une recherche menée auprès d'enfants (de 3, 4 et 5 ans) et auprès d'adultes sur la façon de rapporter une séquence d'événements illustrés, montrent que, tout au long du développement, les enfants donnent progressivement une cohérence narrative aux événements de l'histoire du point de vue de l'événement considéré comme central. Dès 5 ans, les enfants montrent clairement l'utilisation de buts et d'intentions pour interpréter et rapporter les actions. Quand on leur demande quels sont les événements importants de l'histoire, les enfants de tout âge, comme les adultes, montrent qu'ils attribuent des intentions pour interpréter et rapporter les actions qu'ils perçoivent. Enfin, que les séquences d'actions soient rapportées de façon descriptive, ou de façon temporelle, elles sous-tendent toujours une relation en termes de causes et de buts. C'est aussi ce que trouve Thommen (1991) dans une étude de la compréhension du mouvement apparent, à partir du film d'animation de Heider et Simmel (1944). Elle montre que « *les enfants de 11 et 12 ans centrent leur description du film sur les interactions causales et sur les comportements d'êtres intentionnels. Les enfants commencent à relier les actions des figures à des motifs internes, manifestant par-là une capacité à percevoir une causalité qui va au-delà des apparences* » (p.216). Pour décrire les déplacements et les interactions entre les figures géométriques, les enfants se servent de verbes habituellement utilisés pour décrire les actions effectuées par des êtres humains qu'ils désignent par des noms de personnes (ex. : le cambrioleur, la maman, etc.).

Si les enfants, comme les adultes, utilisent des actions humaines et des noms de personnes pour décrire les déplacements des figures géométriques, c'est qu'il faut évidemment une cohérence entre le but attribué et l'objet auquel on attribue ce but. Peut-on en effet dissocier l'interprétation de l'action de celle de l'objet ?

A cet égard, le rôle des propriétés d'objets nous paraît primordial dans les situations d'interprétation d'événements qui sont alors perçus comme des actions riches d'implication intentionnelle. Un rôle, qu'aucun des travaux sur l'interprétation de l'action perçue n'a, à notre connaissance, souligné jusqu'ici.

I.3. L'action comme propriété d'objet

Pour tenter de rendre compte de la manière dont s'effectue l'interprétation de l'action perçue, nous avons l'hypothèse que l'action n'est pas dissociable des propriétés - physiques et fonctionnelles - de l'objet qui l'exécute (l'agent), et/ou de celui que la subit (le patient).

Il s'agit d'une idée tout à fait différente, par exemple, de celle de Thibadeau (1986) qui a proposé un modèle informatique qui simule la compréhension de l'action perçue et, qui pour le tester, a lui aussi repris la célèbre animation de Heider et Simmel (1944). Thibadeau considère que l'interprétation de l'action, à partir de la perception du déplacement, peut être faite sans tenir compte des objets (p. 118). Son modèle dérivé de la théorie « componentielle » de Miller et Johnson-Laird (1976), traite des transformations et non la nature des objets. Les événements et leur interprétation en actions sont considérés comme des unités cognitives indépendantes des objets auxquels elles font référence. De la sorte, Thibadeau dissocie l'interprétation de l'action de celle de l'objet, ce qui correspond à l'approche classique en Intelligence Artificielle avec les systèmes experts qui séparent les connaissances procédurales des connaissances déclaratives.

Contrairement à Thibadeau, nous pensons que la perception des objets (ex., le déplacement d'un objet) et la perception d'événements sont fondamentalement liées pour l'interprétation de l'action perçue. L'action serait une propriété cognitivement attribuée aux objets à partir de la perception des objets, puis de la perception du mouvement de ces objets. Pour *interpréter* les déplacements de plusieurs objets comme relevant d'*actions*, on doit probablement extraire, parmi les éléments physiques directement perceptibles, ce qui permet de transformer l'événement perçu en action ayant de la signification pour les objets impliqués. Si par exemple l'objet qui se déplace est une voiture, on interprétera son déplacement comme « *rouler* » alors que s'il s'agit d'une personne ce serait plutôt « *marche* ». Ce qui rejoint l'idée que Heider et Simmel, dans leur article « An Experimental study of apparent behavior », avaient déjà émise : ce n'est que lorsque les mouvements sont perçus avec les objets qu'ils acquièrent la signification d'actions.

Considérer que l'action est une propriété d'objet revient à considérer que les actions peuvent servir à construire des catégories et de la sorte, des relations entre l'action et les autres propriétés. Nous pensons que les actions sont en quelque sorte des propriétés « secondes » qui synthétisent les propriétés que possède l'objet,

celles qui sont les pré-requis ou conditions pour l'action : les objets qu'on peut « prendre » sont des objets qui ont des propriétés prenables (mobile, pas trop lourd, pas trop grand, etc.). Enfin, on notera que la signification des verbes dépend des objets auxquels ils s'appliquent, ce qui est un argument supplémentaire pour considérer l'action comme une propriété fonctionnelle de l'objet. Ainsi le sens de « saisir » va dépendre de l'objet qu'on saisit : « saisir un meuble » versus « saisir des données », versus « saisir la signification d'une phrase ».

Inversement, ne pas prendre en considération l'objet et ses propriétés pour rendre compte de l'interprétation d'événements en termes d'action perçue, ne permet pas d'envisager l'hypothèse que lorsqu'on change les propriétés d'objets, il se pourrait que l'interprétation de l'action soit changée (l'exemple de deux animaux donnés au début de cet article)

I.4. Le paradigme expérimental de Heider et Simmel

Heider et Simmel (1944) ont étudié la perception du mouvement avec l'objectif de trouver les conditions qui permettent la production et la compréhension de l'action perçue. Pour cela, ils présentent un film d'animation dans lequel des figures géométriques se déplacent au hasard à des vitesses différentes (Figure 1). Le film est divisé en 12 scènes. Les auteurs en donnent une description anthropomorphisée (Tableau 1) afin d'en simplifier la compréhension.

Avec cette animation, les auteurs ont réalisé trois expériences. Lors de la première expérience, ils ont demandé aux sujets de décrire ce qui se passait dans l'animation, *sans aucune autre suggestion*. Les résultats montrent que les différentes séquences sont interprétées comme des actions effectuées par des « êtres vivants » (un seul sujet avait décrit le film en termes géométriques).

Ce phénomène d'attribution en termes d'actions est facilement repérable dans les interprétations des verbes « entrer » et « sortir ». Ces mouvements qui peuvent être définis en termes topologiques comme « être dans » et « quitter » la région de la maison, donnent lieu à plusieurs sortes d'interprétations. Le mouvement correspondant à « entrer » prend différents noms : « se cacher », « être forcé à », « être piégé », etc. Le mouvement correspondant à « sortir » prend aussi diverses appellations : « s'échapper », « s'enfuir », « être laissé sortir », comme dans « il l'a laissé sortir », etc...

1a	Le gtJ va vers la maison	MSUSC
1b	ouvre la porte	MSICP
1c	va dans la maison et	MSUSC
1d	et ferme la porte.	MSICP
2a	Le ptB et le prR apparaissent sur l'écran	MSUSC
2b	font le tour	MSISC
2c	et se placent près de la porte.	MSISC
3a	Le gtJ sort de la maison	MSUSC
3b	et va vers le ptB.	MSUSC
4a	Le gtJ et le ptB se bagarrent	MSUCM
4b	le gtJ gagne	MSUSC
4c	pendant la bagarre le prR va dans la maison.	MSUSC
5a	Le gtJ va dans la maison	MSUSC
5b	et ferme la porte.	MSICP
6a	Le gtJ chasse le prR à l'intérieur de la maison	MSUSC
6b	le ptB bouge le long du mur extérieur de la maison	MSUSC
7a	Le ptB ouvre la porte	MSICP
7b	et le prR sort de la maison	MSUSC
7c	et le ptB et le prR ferment/bloquent la porte	MSICP
8a	Le gtJ semble essayer de sortir de la maison	MSUCM
8b	mais il n'arrive pas à ouvrir la porte	MSUCM
8c	le ptB et le prR se déplacent autour de la maison	MSISC
8d	et se touchent plusieurs fois	MSUCM
9a	Le gtJ ouvre la porte	MSICP
9b	et sort de la maison	MSUSC
10	Le gtJ pourchasse le ptB et le prR autour de la maison	MSISC
11	Le ptB et le prR s'en vont	MSISC
12	Le gtJ casse le mur de la maison	MSUCM

Tableau 1 : La description de l'animation donnée par Heider et Simmel.

Note. L'action est divisée en 12 scènes. Nous avons divisé chaque séquence, correspondant au découpage effectué par Heider et Simmel, en sous-séquences, de telle sorte que chacune ne contienne qu'une action. Les trois objets animés sont un grand triangle jaune (gtJ), un petit triangle (ptB) et un petit rond (prR). Heider et Simmel (1944) ont recensé quatre catégories de déplacement des objets : mouvements successifs avec contacts momentanés (MSUCM), mouvements simultanés avec contacts prolongés (MSICP), mouvements simultanés sans aucun contact (MSISC) et mouvements successifs sans aucun contact (MSUSC).

Dans la seconde et plus importante des expériences, les sujets reçoivent la consigne de décrire les déplacements des figures comme des actions faites par des personnages. Après une deuxième projection du film, dix questions leur sont posées. Les trois premières visent à recueillir la description que les sujets font des trois figures animées, et la dixième question consiste à raconter l'histoire du film en quelques phrases. Les autres questions

concernent les causes éventuelles qui pourraient expliquer le comportement des figures géométriques.

Les auteurs ont pu aisément regrouper les réponses données par les sujets. D'une part, tous les sujets ont construit une véritable histoire avec un thème central qui fournit les causes qui ont produit les événements. D'autre part, tous les récits ont en commun deux éléments. Le premier élément est que le grand triangle Jaune (gtJ) et le petit triangle Bleu (ptB) se bagarrent. Le second élément est que le petit triangle Bleu (ptB) et le petit rond Rose (prR) sont ensemble et sont opposés au grand triangle Jaune (gtJ). La bagarre entre « gtJ » et « ptB » apparaît comme l'événement central du film, si bien que les diverses interprétations de l'histoire peuvent être catégorisées selon la cause de cette bagarre. Dans la plupart des cas, les sujets relatent que la cause de la bagarre est liée à la personnalité de « gtJ », qui est considéré comme agressif car il attaque « ptB » et/ou « prR », soit parce qu'il est avec « ptB », l'un de deux hommes qui se disputent à propos d'une fille (prR), soit parce qu'il cherche à attraper les deux petits (ptB et prR) qui sont décrits comme étant deux enfants.

Notons que les différents thèmes sont basés sur des traits attribués aux figures géométriques. Par exemple, dans la plupart des cas, le « gtJ » est décrit comme quelqu'un d'agressif même dans le cas où la cause de la bagarre est attribuée à « ptB » et « prR », pour avoir dérangé « gtJ ». Le « ptB » est souvent décrit comme quelqu'un de courageux. Selon les auteurs, cette interprétation est faite à partir de sa *taille* par rapport à celle de « gtJ ». De plus, il est considéré comme plus actif et indépendant que « prR ». Enfin le « prR » est décrit par une grande majorité de sujets comme quelqu'un qui est pacifiste, dépendant, et apeuré. Pour plus de la moitié des sujets, il s'agit d'une femme ou d'une fille.

Selon les auteurs, ces résultats montrent la possibilité d'étudier la perception du comportement d'autrui. Alors que les stimuli ne sont que des figures géométriques et des caractères temporels, les événements et les personnages acquièrent de la signification à partir du moment où ils sont reliés les uns les autres par une relation de causalité.

La question principale reste alors celle de savoir comment surgit l'interprétation des événements en termes d'actions. Heider et Simmel mettent l'accent sur l'importance que joue l'interprétation causale dans l'organisation des événements d'une histoire, mais également sur les données perceptives, c'est à dire sur les objets et sur les déplacements effectués par les figures géométriques. Ce qui influence fortement l'interprétation des actions est, selon Heider et Simmel, l'attribution de l'origine du déplacement, à savoir l'objet perçu comme étant à l'origine du déplacement. Toutefois, ils considèrent surtout que l'interprétation peut dépendre des caractéristiques du déplacement lui-même, mais tout en le considérant du point de vue des ses propriétés en relation avec celles

des objets environnants. Ils dégagent ainsi quatre catégories de déplacement (Tableau 1) qui servent à coder les séquences pour en permettre l'analyse : (1) mouvements successifs avec contacts momentanés (MSUCM), (2) mouvements simultanés avec contacts prolongés (MSICP), (3) mouvements simultanés sans aucun contact (MSISC), et (4) mouvements successifs sans aucun contact (MSUSC). Cependant, selon Heider et Simmel, les catégories ne sont pas suffisantes pour « étudier » la motivation du déplacement en lui-même. De notre point de vue, ce qui nous donnerait accès à la motivation qui pousse un acteur à faire une action déterminée, c'est l'interprétation des événements précédents et suivants, c'est à dire le contexte temporel (Zibetti et al., 1999). Ce qui correspond pour une part à l'établissement de relations causales qui sont fondamentales dans l'interprétation de l'action (Black et Bower 1980 ; Trabasso et Van den Broek, 1985 ; Trabasso et Sperry, 1985).

En reprenant le paradigme expérimental de Heider et Simmel (1944), nous avons voulu mettre en évidence que la source de l'interprétation de l'action provient surtout des propriétés des objets manipulés et moins des événements élémentaires eux-mêmes comme le soutient, par exemple, Thibadeau (1989). Pour vérifier cette hypothèse, nous avons procédé à une comparaison des interprétations fournies par les sujets lorsqu'ils perçoivent la même animation, mais avec des figures géométriques qui ne diffèrent que par un ou deux attributs physiques.

II. EXPERIENCE

Le caractère dépouillé du film d'animation de Heider et Simmel (1944) offre de nombreux avantages, dont celui de fournir relativement peu d'indices par rapport à une situation de la vie quotidienne et ainsi de pouvoir contrôler plus facilement ce qui sert de base à l'interprétation de l'action perçue. Afin de tester l'hypothèse que l'interprétation de l'action se fait à partir des caractéristiques des objets impliqués dans l'action, nous avons conçu trois conditions expérimentales. Dans la condition expérimentale que nous avons appelée *heider*, nous avons repris exactement l'animation de Heider et Simmel (1944) avec les mêmes figures géométriques : un grand triangle Jaune, un petit triangle Bleu, et un petit rond Rose. Dans la condition expérimentale appelée *égaux*, les trois figures ont la même taille et la même forme que le grand triangle jaune de la condition « heider ». Enfin, dans la condition expérimentale *inverse*, on a inversé les caractéristiques physiques (taille et forme) des objets par rapport à la condition « heider » : on a ainsi un petit rond Jaune, un grand rond Bleu, et un grand triangle Rose (Figure 2). Dans ces trois conditions expérimentales, alors que les propriétés physiques des objets changent, leurs déplacements demeurent identiques.

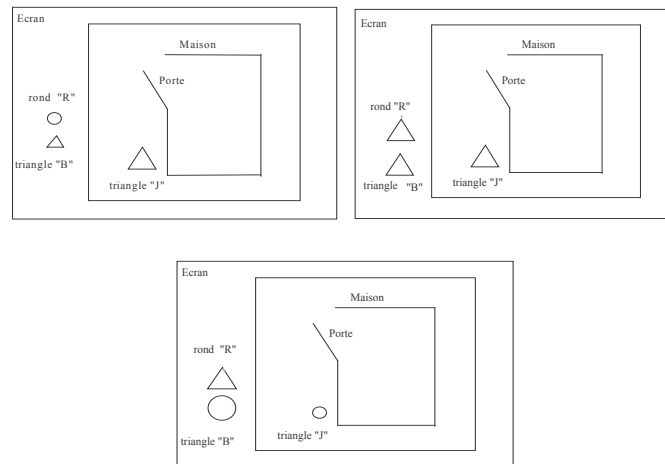


Figure 2. Le matériel des trois conditions expérimentales. De gauche à droite : la condition « heider » où les propriétés des objets sont celles du film de Heider et Simmel (1944), la condition « égaux » où les trois objets ont la même taille et la même forme et la condition « inverse » où la taille et la forme des objets sont inversées par rapport à la condition heider.

Ainsi si l'interprétation de l'action « découle » de l'assignation catégorielle des objets, et si celle-ci est déterminée tout d'abord par les propriétés physiques des objets, alors les interprétations des sujets devraient varier lorsqu'on varie les caractéristiques physiques des objets, alors même que les déplacements des objets demeurent identiques dans les trois conditions.

Sur la base de cette hypothèse, selon les conditions expérimentales, on s'attend à une différence dans les interprétations en termes (i) de scénarios d'histoires élaborés par les sujets pour décrire l'animation, (ii) de descriptions des objets animés, (iii) de catégories verbales employées pour décrire les mêmes événements.

II.1. Méthode

II.1.1. Sujets

48 volontaires ont participé à cette expérience. Ils ont été recrutés parmi les étudiants de l'Université Paris 8. Il y a à peu près autant de filles que de garçons, âgés entre 19 et 37 ans. Trois groupes expérimentaux de 16 sujets ont été constitués ($S_{16} < C_3 >$).

II.1.2. Matériel

Le matériel reproduit l'animation de Heider et Simmel (1944) dans laquelle 3 figures géométriques de couleur différente (Jaune, Bleu et Rouge) se déplacent dans un espace bi-dimensionnel à des

vitesse différentes. Dans la condition expérimentale *heider*, on a un grand triangle jaune (gtJ), un petit triangle bleu (ptB), et un petit rond rouge (prR). Dans la condition expérimentale *égaux*, les trois figures J, B, et R ont la même taille et la même forme que le J de la condition « heider ». On a ainsi trois grands triangles : un grand triangle jaune (gtJ), un grand triangle bleu (gtB), et un grand triangle rouge (gtR). Dans la condition expérimentale *inverse*, on a inversé les caractéristiques physiques des objets par rapport à la condition « heider ». On a ainsi un petit rond jaune (prJ), un grand rond bleu (grB), et un grand triangle rose (gtR).

Dans ces trois variantes du matériel, l'environnement et les déplacements des trois figures géométriques (J, B, R) sont exactement les mêmes. Seules varient les caractéristiques physiques des trois figures géométriques que sont la taille et la forme. La couleur reste inchangée (Figure 2).

Les animations d'une durée de 4 minutes sont présentées en utilisant le programme Claris Works installé sur un Macintosh Power PC, à la vitesse de 2 images par seconde. Elles ont été construites et enregistrées pour être rediffusées par le programme lors de la passation.

II.1.3. Procédure expérimentale

La passation est individuelle, sa durée a rarement excédé une demi-heure. L'expérimentateur et le sujet sont assis côte à côte face à l'ordinateur. La consigne est la suivante : « *Tu vas voir une petite animation, et tu dois observer ce qui se passe. Quand l'animation sera terminée, je te demanderai de me raconter dans le détail ce que tu as vu* ». Le sujet est averti qu'il verra deux fois l'animation, qu'il ne s'agit pas d'une épreuve de mémorisation, et que s'il le souhaite, il peut demander à la voir une troisième fois.

Quand la deuxième présentation est terminée, l'expérimentateur pose trois questions au sujet, qui sont les trois premières questions posées aux sujets de la deuxième expérience de Heider et Simmel : « *Quel type de personne ou de personnage est selon toi le Jaune ?* », « *Quel type de personne ou de personnage est selon toi le Bleu ?* », « *Quel type de personne ou de personnage est selon toi le Rose ?* ». Puis, l'expérimentateur lui demande de rapporter ce qu'il a vu. La description des personnages donnée par les sujets et leur description de l'animation sont enregistrées sur un magnétophone et retranscrites littéralement.

II.1.4. Traitement des Données

Nous avons analysé les effets des propriétés d'objets (*heider*, *inverse*, *égaux*) sur (1) l'interprétation de l'animation en scénarios, (2) la description des objets (J, B, R), (3) les catégories de verbes utilisées par les sujets pour décrire ce qu'ils ont vu dans l'animation

et, plus précisément, selon les 4 catégories de mouvements (MSUCM, MSICP, MSISC, MSUSC) définies par Heider et Simmel (Tableau 1).

Les verbalisations des sujets ont été décomposées en propositions. Pour chaque proposition, on a codé le verbe d'action, l'agent (celui qui agit et qui peut être plusieurs personnages : « *le bleu et le jaune se promènent* ») et le patient (celui qui subit l'action : « *le jaune embête le rouge* »). Enfin, la correspondance entre les personnages de l'histoire fournie par les sujets et les figures géométriques de l'animation a été faite à partir des réponses données par les sujets lorsqu'on leur demandait « quel type de personne ou de personnage est selon toi le bleu, etc.. ».

Pour les catégories verbales, nous avons recensé l'ensemble des verbes d'action utilisés par les sujets dans les propositions qui décrivent l'animation. A cette fin, du contenu des propositions, nous n'avons gardé que les verbes. Tous les verbes ont été mis à la forme infinitive et la liste des verbes a été réduite pour ne garder qu'une seule occurrence d'un même verbe, soit 143 verbes différents³.

Chacun des 143 verbes a été classé par 5 juges dans l'une des 6 catégories verbales définies par Desclés, et al., (1998) comme relevant de champs sémantiques distincts : « *déplacement* » (40 verbes), « *construction* » (39), « *coopération* » (17), « *agression* » (24), « *mentaux* » (12) et « *autres* » (11). La fidélité inter-correcteurs a été calculée pour chaque catégorie verbale : le Kappa (Cohen, 1960) obtenu est de .96 pour les verbes de « *déplacement* », .7 pour les verbes de « *construction* », .86 pour les verbes de « *coopération* », .81 pour les verbes « *d'agression* », .84 pour les verbes « *mentaux* ».

Pour chacun des sujets de chaque condition (heider, égaux, inverse), les données de base sont la proportion d'emploi des verbes de chaque catégorie, et la proportion de fois où chaque figure géométrique a été citée comme « *agent* » ou « *patient* » dans les propositions qui décrivent l'animation.

³ L'agent et l'objet ont été supprimés pour plusieurs raisons. La première est qu'il n'est pas très aisé d'analyser l'utilisation des 143 verbes au niveau des prédications car le nombre d'occurrences à considérer est alors très élevé. La seconde est une raison de fond. On ne s'intéresse pas prioritairement aux différentes acceptions de tel ou tel verbe, mais surtout à l'organisation des significations portées par un ensemble de verbes suffisant pour permettre d'identifier les grands domaines de signification. Il n'est donc pas nécessaire de choisir le niveau de la prédication, il suffit de se situer au niveau de l'item lexical. Certes, un verbe donné risque de ne pas être considéré par tous les sujets selon la même acception, mais cet inconvénient est minimisé par le fait que l'on s'intéresse essentiellement à l'utilisation de groupes de verbes jugés ailleurs de signification voisine par les sujets (Desclés, Flageul, Kekenbosch, Meunier, et Richard, 1998).

III. RESULTATS

III.1. L'Effet des propriétés physiques sur l'élaboration de scénarios d'histoires.

Suivant la procédure de Heider et Simmel, toutes conditions confondues, nous avons classé les récits en répondant à la question : « *c'est une histoire de...* ». Chez nos sujets, comme chez ceux de Heider et Simmel, peu de sujets (4 sujets sur 48) n'ont pas construit une histoire avec un thème central et ont décrit l'animation en termes de déplacements topographiques des figures géométriques. Parmi ces 4 sujets, 3 d'entre eux sont des sujets de la condition *égaux* qui décrivent J, B et R, non pas comme des « êtres animés », mais comme des figures géométriques.

Globalement, parmi les 48 sujets, 22 (46%) d'entre eux attribuent la cause de la situation à « l'hostilité » de « J » envers « B-R » alors que pour 13 autres (27%), la cause de la situation réside dans « l'hostilité » (moins violente) de « B-R » envers « J ». Cette attribution de la cause de l'hostilité est très différenciée selon la condition. Que la cause soit « l'hostilité » de « J » vers « B-R » est donnée par 12 sujets (75%) dans la condition *heider*, 7 (44%) dans la condition *égaux*, et 2 (12%) dans la condition *inverse*. Inversement que la cause soit « l'hostilité » de « B-R » vers « J » est fournie par 6 sujets (37%) dans la condition *inverse*, 3 (19%) dans la condition *égaux* et 2 (12%) dans la condition *heider*. Cette différence de point de vue entre les 3 conditions est significative ($X^2=13$, $df=4$, $p=.01$).

III.1.1. La condition *heider*

Dans la condition *heider*, les 16 sujets ont vu une histoire basée sur une situation de « deux contre un ». Parmi les 12 sujets qui imputent à « J » la cause de la bagarre, 9 d'entre eux attribuent des caractéristiques négatives à « J » (agressif, méchant), et des caractéristiques positives (gentillesse, union, complicité) à « B » et « R », caractéristiques qui leur permettent de faire face à l'agression de « J ». Les 3 autres sujets, qui considèrent « J » comme responsable de la situation, ne le définissent pas pour autant comme « un méchant, agressif ». Enfin le dernier sujet considère « J » comme « un grand qui cherche à attraper deux petits ».

Notons que, comme Heider et Simmel, on retrouve également des scénarios qui décrivent « J » et « B » comme deux hommes qui se disputent à propos d'une fille « R » (6 sujets). Dans cette catégorie d'histoires, on observe plusieurs versions, certains sujets imputant à « R » la responsabilité de la situation, d'autres à « J » qui décide arbitrairement de « séparer », voire « agresser », les deux autres personnages.

III.1.2. La condition égaux

Dans la condition égaux, la cause de la bagarre est attribuée à la personnalité de « J » par 7 sujets. Notons que ce n'est que dans cette condition qu'on trouve des scénarios qui envisagent une relation entre les trois personnages sous forme de jeux.

III.1.3. La condition inverse

Dans la condition inverse, parmi les 16 sujets, outre les 6 qui attribuent à « B » et « R » la cause de la bagarre - la « victime » étant en quelque sorte le « J » qui « devient » alors agressif pour pouvoir protéger sa maison sous la menace de « B » et « R », les 10 autres sujets décrivent l'animation comme une relation entre un enfant et deux adultes ou deux enfants plus grands. Pour 3 d'entre eux, il s'agit de retrouvailles entre l'enfant et les parents, pour 2 d'une « histoire de jalousie d'un enfant pour la relation entre les parents », et enfin pour les autres sujets d'histoires dans lesquelles « deux grands refusent de jouer avec un petit (parfois embêtant), le fuient, et enfin l'abandonnent ». Ce scénario est quasiment inexistant dans les deux autres conditions : on le trouve auprès d'un seul sujet dans la condition égaux.

En résumé, la nature des scénarios produits par les sujets diffère grandement selon la condition expérimentale et, dans chaque condition, on retrouve un type d'interprétation spécifique.

III.2. La description des personnages selon les caractéristiques des objets

III.2.1. Les objets

Procédant comme Heider et Simmel, nous avons regroupé les descriptions des personnages en différentes catégories à partir des réponses données par les sujets lorsqu'il leur était demandé « *quel type de personne, ou personnage, est selon toi le Jaune, le Bleu et le Rose* ».

En accord avec les résultats obtenus par Heider et Simmel, toutes conditions confondues, 46 sujets (96%) interprètent les différentes séquences comme des actions effectuées par des « êtres vivants » (des personnes ou des animaux) et seulement 2 (4%), dans la condition égaux, ont décrit les objets en termes géométriques.

Entre les conditions expérimentales, il y a une différence significative dans la manière de considérer les 3 objets soit simplement comme des « formes » (ex. : triangle, rond), soit comme des « animaux » (ex. : souris, canard, etc.), soit comme des « personnes » (ex. : l'homme, la mère, l'ami, etc.), soit simplement par un « trait de caractère » (ex. : « méchant », « gentil », « victime », etc.) ($X^2=22.7$, $df=6$, $p<.01$). Par exemple, dans la

condition *inverse* tous les sujets ont interprété les différents mouvements comme des actions effectuées par des « personnes », contre 12 (75%) dans *égaux*, et 8 (50%) dans *heider*.

III.2.2. Les traits de caractère

Un second codage a été effectué sur la base des traits de caractère attribués aux agents de l'animation, on a ainsi trois connotations possibles : « positive » (ex. : courageux, gentil, gardien, etc.), « négative » (ex. : agressif, méchant, cambrioleur, exclu, etc.) et « neutre » (ex. : personnage principal, garçon, solitaire, animal, triangle, etc.). Entre les conditions expérimentales, il y a une différence significative dans l'attribution des traits aux 3 objets ($X^2=19.4$, $df=4$, $p<.001$). Ainsi, dans la condition *heider*, où le « Jaune » a une taille plus grande que le « Bleu » et le « Rose », il est décrit avec des traits positifs, négatifs et neutres respectivement par 1 sujet, 8 sujets et 7 sujets ; contre respectivement 12 sujets, 1 sujet, 3 sujets dans la condition *inverse* et par 4 sujets, 4 sujets, et 8 sujets dans la condition *égaux*.

III.2.3. Les catégories d'objets

Un troisième codage des données verbales a été réalisé en rangeant pour chaque objet, leurs descriptions en 8 catégories : « forme », « animal », « personne », « enfant », « garçon », « fille », « homme », « femme », afin de tenir compte de la taille des personnages. On constate une description contrastée des personnages selon les conditions expérimentales : alors que les différences ne sont pas significatives pour le « Rose » ($X^2=21.7$, $df=14$, $p<.08$), elles le sont pour le « Jaune » ($X^2=29.5$, $df=10$, $p<.001$) où on constate l'absence des catégories « fille » et « femme », et pour le « Bleu » ($X^2=25.1$, $df=12$, $p=.01$) où on constate l'absence de la catégorie « enfant ».

Ainsi, dans la condition *inverse*, où il n'y a qu'un objet de petite taille (le « Jaune »), celui-ci est plutôt considéré comme un enfant (50% des sujets). C'est d'ailleurs la seule condition dans laquelle le « Jaune » est considéré comme un enfant. Dans la condition *heider*, où deux objets ont une petite taille (le « Bleu » et le « Rose »), le « Bleu » est considéré par 8 sujets (50%) comme un homme ou un garçon, généralement comme le rival du grand « Jaune » et le copain-amant du « Rose » qui lui est plutôt considéré comme un personnage féminin (femme ou fille) par 7 sujets (44%).

Dans la condition *heider*, où il n'y a qu'un objet de grand taille (le « Jaune »), celui-ci est considéré comme un homme par 8 sujets (50%). Dans la condition *inverse*, où deux objets sont de grande taille (le « Bleu » et le « Rose »), le « Bleu » est considéré comme une femme, souvent comme la mère du petit enfant (le « Jaune ») par 7 sujets (45%) et le « Rose » comme un homme par 6 sujets (37.5%).

Heider et Simmel ont remarqué que tous les sujets rapportent que le « Bleu » et le « Rose » sont ensemble et en opposition au « Jaune ». Dans la condition *égaux*, où les trois objets ont la même taille et la même forme, seuls 6 sujets (37,5%) considèrent le « Bleu » et le « Rose » comme similaires et différents du « Jaune ». En revanche, dans les deux autres conditions *heider* et *inverse*, où le « Bleu » et le « Rose » de même taille, sont soit plus petits, soit plus grands que le « Jaune », on retrouve respectivement 13 (81,25%) et 11 (68,75%) sujets qui les considèrent comme similaires et différents du « Jaune » ($X^2=6.93$, $df=2$, $p=.03$).

III.3. L'effet des propriétés physiques des objets sur les catégories de verbes utilisées pour décrire les déplacements.

Selon les propriétés physiques des objets, le taux d'utilisation des verbes de « construction », « agression », et « coopération » varie. D'une part, on remarque que les sujets de la condition *heider* emploient proportionnellement plus de verbes d'agression (29%) et de coopération (17%) que ceux de la condition *égaux*, (respectivement 25% et 10%). D'autre part, on constate que les sujets de la condition *égaux* emploient proportionnellement plus de verbes de construction (65%) que ceux de la condition *heider* (53%) ($X^2=5.2$, $df=2$, $p=.07$).

Par ailleurs, il n'y a pas de différence significative dans l'emploi des verbes de « construction », « agression », et « coopération » pour les personnages « J », « B », et « R » dans les conditions *inverses* et *égaux* alors qu'il y en a dans la condition *heider* ($X^2=11.2$, $df=4$, $p=.02$).

Plus précisément, les mouvements successifs avec contacts momentanés (MSUCM), ne sont pas interprétés de la même manière selon la condition expérimentale ($X^2=20.4$, $df=10$, $p=.02$). Cette catégorie de mouvements regroupe la séquence de « la bagarre » (séquence 4), qui est considérée par Heider et Simmel comme la séquence la plus importante du film, celle de « la tentative du « J » de sortir de la maison » (séquence 8a et 8b), celle de la « promenade amoureuse » de « B » et « R » (séquence 8d) et celle de « la destruction de la maison » (séquence 12).

A cet égard, l'analyse faite à partir de ces différents types de mouvements est particulièrement instructive. En effet, on peut considérer les catégories de mouvements définies par Heider et Simmel, et reprises ici, comme des événements de base de l'interaction entre personnages. Si l'interprétation des événements en termes d'action perçue était fondée sur les seuls événements de base, on n'aurait pas dû observer de différences entre les conditions expérimentales. Tel n'est pas le cas. Ceci souligne, à notre avis, d'autant plus l'importance des propriétés d'objets.

IV. DISCUSSION GENERALE

Les résultats ci-dessus, montrent que les caractéristiques physiques des objets jouent un rôle dans la catégorisation des personnages, dans l'établissement de leurs relations réciproques et dans l'interprétation des buts qu'ils poursuivent et finalement dans l'interprétation de l'action perçue.

IV.1. Les propriétés physiques des objets et leurs relations dans l'interprétation d'événements en termes d'actions

Heider et Simmel ont déjà noté par exemple, que le fait que le « Bleu » et le « Rose » se déplacent ensemble, et qu'ils soient vus agressés par le « Jaune », conduit les sujets à établir entre ces deux figures une relation de coopération et un antagonisme envers le « Jaune », qui se montre agressif et menaçant à plusieurs reprises. Pour Heider et Simmel, cette relation exprimée en termes de couple « Bleu-Rose », est due au fait que les deux figures se déplacent souvent ensemble. Cependant, nos résultats montrent que lorsque les trois objets animés ont la même taille et la même forme, cette relation en termes de couple « Bleu-Rose en opposition au Jaune » tend à disparaître, bien que les déplacements demeurent inchangés.

Comment concevoir la construction de la représentation de l'action perçue? La représentation mentale d'un objet dépend des propriétés perçues et inférées, mais aussi dans une large mesure des propriétés relationnelles que cet objet entretient avec les autres objets du contexte; ce que montrent les nombreuses études sur la catégorisation (ex., Medin et al., 1993; Goldstone 1994). Supposons deux figures géométriques qui se déplacent côte à côte comme c'est le cas dans nos animations. Ce déplacement n'ayant apparemment pas de causes externes, on les considérera comme des êtres vivants. Les autres attributs physiques permettent alors de spécifier quelle sorte d'êtres vivants. Une grande taille pour l'un et une petite taille pour l'autre, permettent par exemple d'envisager un adulte et un enfant, ou encore un homme et une femme. Des couleurs et des formes différentes permettent également de spécifier les figures en différenciant, entre autres avec l'ajout de propriétés cognitives, c'est à dire non perçues, tels les traits de caractère. A une forme ronde, on associera plutôt un caractère doux, et à une forme triangulaire, on associera plutôt un caractère agressif.

Toutefois, notre propos est de montrer simplement qu'un même événement est interprété différemment lorsque l'on varie les propriétés physiques perçues. En soi, le déplacement de deux figures n'a pas beaucoup de signification. L'instanciation de ces objets dans des catégories connues (enfant, adulte, homme, femme), permet l'attribution de propriétés non perçues, dont les buts qui fournissent de la signification aux déplacements perçus : deux enfants « vont rentrer » de l'école, un homme et une femme « vont se promener

amoureusement », un policier « est en train d'arrêter » un voleur, deux chasseurs « vont chasser », etc. Autant d'activités compatibles avec un même déplacement mais qui dépendent des catégories auxquelles auront été instanciées les figures.

D'ailleurs, comme le montrent souvent les bons romans et films policiers, un même événement peut avoir plusieurs significations, par exemple la personne qui quitte le lieu du crime peut « s'enfuir » mais aussi « aller chercher du secours » comme le montre un film d'Hitchcock. A notre avis, cette attribution de signification ne se détermine pas à partir de l'événement lui-même, mais à partir des propriétés de l'objet, dont les propriétés relationnelles qu'il entretient avec les autres objets, et enfin à partir des buts considérés aussi comme des propriétés d'objet (Poitrenaud, 1995; Zibetti et Tijus, 1997; Richard et Tijus, 1998).

Par exemple, dans l'animation de Heider et Simmel, les déplacements du segment du grand rectangle sont considérés par les sujets de nos expériences comme « une porte » qui a comme propriétés de « s'ouvrir et/ou se fermer ». Par quel processus arrive-t-on à sélectionner un verbe qui désigne un type de déplacement particulier, sinon d'une part par sa fonction, (puisque ce n'est pas la porte qui « s'ouvre » ou « se ferme » mais bien le lieu qui a la porte comme entrée) et, d'autre part, par les propriétés de la porte : on n'ouvre pas une porte ouverte, mais bien une porte qui a la propriété d'être fermée. Cette interprétation est basée sur la connaissance des objets qui intègre à la fois des connaissances structurales (la porte a des gongs, une serrure, etc.), des connaissances fonctionnelles (elle permet de pénétrer dans un lieu, etc.), et procédurales (la manière dont on réalise la fonction de l'objet : la porte se déplace généralement sous l'effet d'un agent). Ces propriétés de types divers participent à l'organisation du réseau sémantique des objets (Cordier et Tijus, sous-presse). On peut ainsi comprendre l'utilisation du verbe « ouvrir », qui est une des caractéristiques fonctionnelles de la porte, par « ouvrir un lieu fermé ». Le déplacement de la porte serait interprété à partir des propriétés structurales (physiques) de la porte pour aboutir à sa fonction et aux actions selon une séquence d'interprétation qui va des propriétés structurales à la fonction puis à l'action. De même, si un mouvement simultané avec contact prolongé (MSICP) a lieu entre deux objets, on sera amené à l'interpréter à partir de la connaissance qu'on a de ces deux objets. Si l'un a été catégorisé comme une porte par ses propriétés et l'autre comme un objet animé, on interprétera l'événement comme « X-animé ouvre la porte » et non simplement comme « deux objets ont changé de place simultanément ».

En rapportant que « X-animé ouvre la porte », le participant à nos expériences attribue à « X » la propriété animée et la propriété « d'ouvrir la porte ». Cet exemple n'a pas à lui-même pour objectif de rendre compte du « pourquoi » et « comment » un événement est

interprété comme une action, mais celui de mettre en évidence, comme le font remarquer Kintsch (1974), Norman et Rumelhart (1975), que l'interprétation des verbes d'actions est faite conjointement avec celle des objets qu'il modifient, et comme le défend Tijus (Tijus & Poitrenaud, 1995; Tijus et al., 1995; Tijus, 1997), que les objets sont aussi catégorisés et interprétés en fonction des contraintes données par l'action, contraintes exprimées verbalement par les verbes.

Enfin, notons que notre théorie basée sur la catégorisation diffère de théories basées sur l'activation de schémas-plans qui s'appliquent d'une manière « top-down ». L'attribution de propriétés par catégorisation ad hoc paraît bien plus souple et sensible à la nouveauté: par catégorisation, les objets perçus acquièrent de nouvelles propriétés, - dont les actions que ces objets peuvent subir et/ou exécuter en relation avec les autres objets du contexte -. Cette acquisition de propriétés a lieu dans un processus d'intégration des événements perçus, où l'attribution des buts se fait à partir des catégories disponibles à un moment donné du processus d'interprétation, c'est à dire, en anticipant des états futurs à partir de l'état actuel de la représentation. En effet, l'interprétation des événements en termes d'actions est aussi contrainte localement par les causes et conséquences immédiates (ex. « *il va se promener* » versus « *il s'enfuit* »), ce qui établit une interaction entre la dynamique des événements et les buts attribués aux agents.

IV. 2. L'assignation catégorielle comme mécanisme d'interprétation de l'action perçue

Dans le modèle C.A.D.S. (compréhension par Assignation Dynamique de Signification), la compréhension des situations dynamiques, tel que les événements, se construit en évoluant avec la situation (Tijus & Moulin, 1997). Au fur et à mesure que les événements s'enchaînent, leur observateur enrichit ses connaissances sur les objets qui y participent (ex. une personne devient un assassin ou bien quelqu'un qui porte du secours).

Avec une approche écologique basée sur une catégorisation ad hoc (Barsalou, 1983 ; Tijus et Moulin, 1997; Tijus et Poitrenaud, 1997 ; Richard et Tijus, 1998), qui est aussi une théorie de l'affordance, et en accord avec les théories qui considèrent que les concepts d'action, indiqués dans le langage par les verbes, sont des propriétés cognitives que les individus attribuent aux objets, il nous semble possible d'essayer d'expliquer comment s'opère l'interprétation de l'action perçue.

La compréhension d'une situation évolutive est envisagée dans C.A.D.S. comme un processus séquentiel où les catégories sont créées ou modifiées au fur et à mesure de l'apparition des objets avec leurs propriétés et où la mise en relation, dans une visée d'intégration, a lieu avec l'activation de catégories superordonnées

communes et l'évocation des propriétés attachées à ces catégories. L'interprétation d'une situation consiste alors à attribuer à un objet et à ses propriétés (dont l'action) l'acception la plus spécifique qui contribue à la cohérence de la situation, ce qui revient à instancier l'objet dans la catégorie la plus spécifique des catégories possibles. C'est ce qu'on trouve avec nos résultats qui montrent l'étroite relation qui s'établit entre les noms désignant des objets et les verbes employés pour décrire l'action.

Comment nos résultats peuvent-ils être interprétés dans le cadre de C.A.D.S. ? Le modèle repose sur le réseau sémantique PROCOPE (Poitrenaud, 1995, 1998) et le treillis de Galois qui lui est associé pour la construction des catégories d'objets. Nous donnons ci-dessous une description du réseau sémantique PROCOPE puis nous montrons comment les opérations du modèle C.A.D.S. décrites ci-dessus se réalisent dans le réseau sémantique pour générer l'interprétation d'événements en termes d'actions.

IV. 3. La modélisation C.A.D.S. à l'aide du réseau sémantique PROCOPE

Formellement, un réseau PROCOPE comprend un ensemble de catégories reliées entre elles par des liens figurant la relation d'inclusion sémantique. Dans un réseau de ce type, si les objets de la catégorie X ont toutes les propriétés des objets de la catégorie Y, les X sont des sortes de Y et la catégorie des X est une sous-catégorie de la catégorie des Y. De plus, puisqu'on traite les buts et les actions comme étant les propriétés fonctionnelles des objets, il faut ajouter à la condition précédente « ...et si on peut faire avec les X tout ce qu'on peut faire avec les Y ». Si les X sont des Y, on dit que les X « héritent » des propriétés des Y. On peut représenter ce type de réseau par un graphe : on obtient alors ce que la théorie des graphes nomme une hiérarchie, c'est-à-dire un graphe orienté sans circuit. Notons qu'il s'agit d'une structure plus générale que celle de l'arbre : dans une hiérarchie, un nœud peut avoir plusieurs antécédents immédiats. Dans un réseau PROCOPE, une catégorie peut donc avoir plusieurs catégories superordonnées immédiates et hériter des propriétés de chacune d'entre elles. On peut dériver une hiérarchie satisfaisant ces exigences à partir de la structure algébrique nommée *treillis de Galois d'une relation binaire* (Barbut & Monjardet, 1970). Étant donné un ensemble d'objets et un ensemble de propriétés, on construit une relation binaire composée de l'ensemble de tous les couples objet-propriété pour lesquels l'objet possède la propriété. La mise en oeuvre du réseau sémantique est faite à l'aide du logiciel STONE (Poitrenaud, 1998).

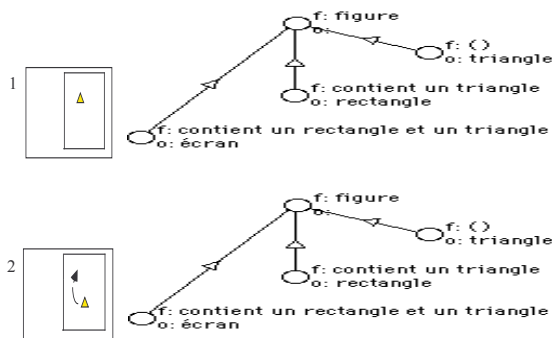
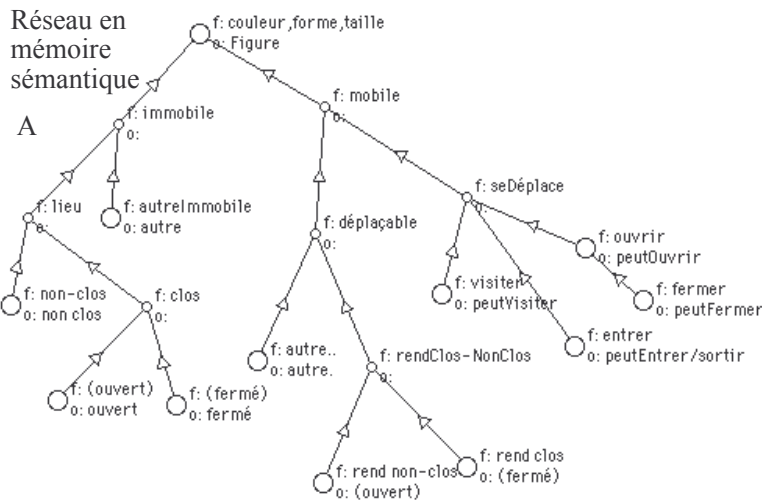
La plupart des modèles de représentation des connaissances sous forme de réseaux sémantiques reposent sur les propriétés structurales, que celles-ci soient considérées comme définissant les catégories ou comme induisant des relations de similitude entre

exemplaires, ou entre exemplaires et prototypes. Les propriétés fonctionnelles correspondant aux connaissances procédurales ne sont, quant à elles, généralement pas considérées comme devant jouer un rôle analogue par rapport aux objets. La plupart des théories font une distinction radicale entre connaissances déclaratives et connaissances procédurales et, par conséquent, les décrivent à l'aide de formalismes différents. La caractéristique la plus importante du réseau sémantique PROCOPE est qu'il opère une complète intégration des deux sortes de connaissances au sein d'un formalisme unique. Ce choix est motivé par l'hypothèse selon laquelle propriétés structurales et propriétés fonctionnelles, attributs physiques et le savoir sur l'action, jouent un rôle fondamentalement équivalent pour ce qui est de la catégorisation des objets.

Dans le modèle PROCOPE, on considère, en effet, que la mise en oeuvre des savoir-faire repose sur le réseau sémantique des objets qui constituent le domaine de l'action. L'originalité de cette approche vient de ce que le réseau est structuré à partir des connaissances sur l'action (buts, plans d'actions, procédures spécifiques) associées aux objets, et que l'exécution d'une action est justifiée, du point de vue du sujet, par les propriétés des objets impliquées dans cette action. Ainsi, le modèle PROCOPE permet de formaliser directement la correspondance entre propriétés physiques et savoir-faire en considérant que les buts atteignables et les actions réalisables à l'aide d'un objet, ou sur un objet, fonctionnent comme des propriétés de cet objet. Ainsi, la correspondance entre les deux sortes de propriétés est manifeste : le plus souvent, c'est l'existence des parties qui autorise la fonction. Par exemple, pour un oiseau, les propriétés *a des ailes* et *a des pattes* sont intimement liées aux propriétés *peut se déplacer en volant* et *peut se déplacer en marchant*.

A l'aide du réseau sémantique PROCOPE, voyons comment s'opère la Compréhension par Assignation Dynamique de Signification (C.A.D.S.). Supposons comme situation l'animation suivante (Figure 3). A l'intérieur d'un cadre (l'écran de l'ordinateur), se trouve un rectangle qui contient un triangle. Une première assignation catégorielle que l'on fera de ces objets est qu'il s'agit de figures inanimées : des figures géométriques. Si le triangle commence à se mouvoir, une nouvelle assignation catégorielle est faite : c'est une sorte d'objet auto-mobile qui a des mouvements intentionnels (une personne animée par exemple). Le rectangle devient alors un lieu clos (une maison) où, par exemple, peut se déplacer un personnage. Le cadre acquiert également une nouvelle signification, et devient un espace où on peut trouver une maison (une place, par exemple). Le déplacement à l'intérieur du rectangle, à ce moment, obtient lui aussi une nouvelle signification en tenant compte des caractéristiques des objets (une personne visite la maison). Si par la suite, le triangle se déplace vers un des côtés et qu'un segment de ce rectangle se déplace, compte tenu des

caractéristiques activées des objets et de la situation, le segment qui s'est déplacé est alors catégorisé comme une porte et son déplacement est interprété comme « la personne ouvre la porte » (« ouvrir » contenant « se déplacer » qui contient « se mouvoir ») et le but associé peut alors être formulé : « la personne va sortir de la maison » ou encore « elle va se promener ». Les objets sont ainsi successivement intégrés dans une même représentation de plus en plus riche pour en fournir une compréhension circonstancielle. De la sorte, se construit progressivement la représentation évolutive de la situation par des catégorisations successives qui donnent plus au moins d'importance aux propriétés par les contraintes du contexte.



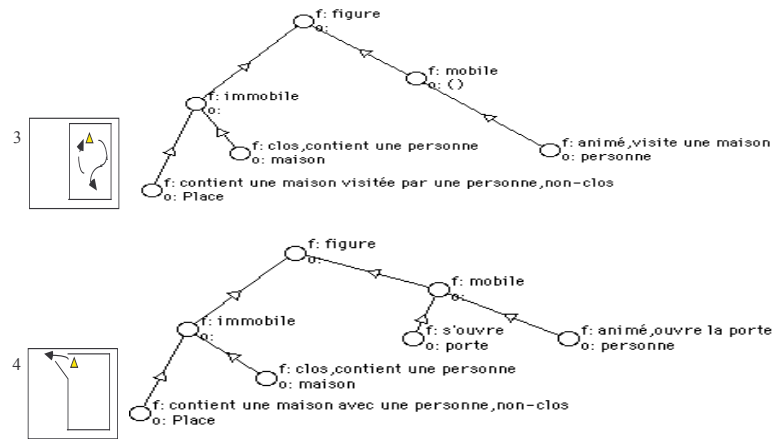


Figure 3: Le réseau A décrit la représentation des connaissances en mémoire sémantique. Les nœuds du réseau représentent des catégories d'objets (o) définies par des propriétés, dont les actions. Les arcs représentent les relations d'implication entre ces catégories. Dans le réseau 1, 2, 3 et 4 sont décrits les processus d'assignation catégorielle des figures de l'animation en tenant compte des données fournies à mesure du déroulement de l'animation. Lorsque apparaît sur l'écran un triangle et un rectangle qui contient le triangle, le triangle et le rectangle sont perçus comme des figures placées sur l'écran (réseau 1). Lorsque le triangle se déplace de lui-même à l'intérieur du rectangle, le triangle est perçu comme un mobile qui est peut-être un animé, par exemple une personne. Le rectangle est perçu comme un lieu clos qui contient une personne. L'écran est perçu comme un lieu non clos (par exemple une place) qui contient un lieu non clos et une personne (réseau 2). La personne continuant à se déplacer, le lieu clos est perçu comme une maison et la personne comme visitant la maison (réseau 3). Lorsque le triangle se déplace vers le côté gauche de la maison et qu'un segment du rectangle-maison se déplace, le segment est alors interprété comme une porte de la maison qui est ouverte par la personne (réseau 4).

V. CONCLUSION

L'objectif principal de cette étude était de mettre en évidence que l'interprétation de l'action dépend plus des propriétés des objets manipulés que des événements élémentaires eux-mêmes.

De façon globale, cette étude nous a permis de mettre en évidence plusieurs phénomènes. Le premier est que la perception d'événements (ici des déplacements), conjointement à celle des objets, donne lieu à l'interprétation en termes d'actions effectuées par des agents. Le second est que cette interprétation varie selon les objets impliqués dans l'événement et plus précisément selon leurs caractéristiques, donnant ainsi lieu à des interprétations spécifiques et particularisées en fonction des caractéristiques des objets. Le troisième est que les actions sont exprimées en attribuant des causes, des buts et des intentions pour donner lieu à une intégration cohérente des interprétations dans un scénario, ces opérations cognitives ayant lieu tout au long de l'interprétation de l'histoire.

Les résultats de cette étude nous portent à conclure que, avec la perception des mouvements, on perçoit des actions, à savoir la motivation ou la nécessité qui pousse les acteurs à agir. Il s'agit d'une construction cognitive. Bien que l'animation ne montre que des figures géométriques, qui ont des mouvements réalisés au hasard, la perception de la réalisation de buts par des personnages qui ont des sentiments, des pensées, et des caractères différents est très forte. C'est celle que nous avons, par exemple, en regardant des dessins animés.

Comme le montrent bien les narrations des récits, les actions des acteurs ne sont pas perçues comme simples mouvements sur l'écran, mais comme des actions riches d'implications intentionnelles. Et celles-ci varient en fonction des caractéristiques qui sont perçues et attribuées aux « personnages ». Ces attributions relèvent à notre avis plus d'un processus de catégorisation dynamique que de l'activation de schémas-plans.

Ce que nous voulons étudier dans nos travaux ultérieurs, ce sont (i) les attributions inadéquates de buts, qui ont lieu lorsque les buts inférés sont ultérieurement infirmés par les événements suivants, et (ii) la ré-attribution de nouveaux buts qui a alors lieu.

Ce phénomène de ré-interprétation de l'action en cours a lieu, par exemple, avec les gags visuels. Par exemple, dans le film « Charlot Émigrant » de Charlie Chaplin, Charlot apparaît de dos, tête dessus bord et est agité de soubresauts sur le pont du bateau où tous les émigrants sont victimes du mal de mer. Dans le plan suivant, il se relève et, surprise : il est en train de pêcher un poisson qui s'agite au bout du fil. Le génie de Chaplin, est bien sûr que ses soubresauts sont identiques à ceux des émigrants malades si bien qu'ils sont interprétés par les spectateurs comme « il est en train de vomir lui aussi » et que dans le deuxième plan, les spectateurs, qui ont été piégés, éclatent en rire.

L'explication fournie par notre approche basée sur la construction de réseaux de catégories ad hoc évoluant avec le déroulement de la situation, s'appliquerait aussi bien à la compréhension de l'action perçue, mais aussi à celle de ces gags purement visuels comme à la compréhension des histoires drôles textuelles (Tijus et Moulin, 1997) tout en fournissant des prédictions aussi plausibles que celles de modèles basés sur les schémas.

Bibliographie

- Barbut, M., & Monjardet, B. (1970). *Ordre et Classification : algèbre et combinatoire*. Paris. Hachette.
- Barsalou, L.W. (1983). Ad Hoc Categories. *Memory and Cognition*, 11, 211-227.

- Baudet, S. (1990). Représentation d'état, d'événement et d'action. *Cognition et Langages*, 100, pp.45-64.
- Black, J. B., & Bower, G.H. (1980). Story understanding as problem solving. *Poetics*, 9, 223-250.
- Bobick, A.F. (1997 February). Movement, Activity, and Action: The Role of Knowledge in Perception of Motion. In *Proceeding of the Royal Society Workshop on Knowledge-based Vision in Man and Machine*.
- Brewer, W. F., & Dupree, D. A. (1983). Use of Plan Schemata in the Recall and Recognition of Goal-directed Actions. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory et Cognition*, 9,117-129.
- Bruce, B., & Newman, D. (1979). Interacting Plans. *Cognitive Science*, 2, 195-233.
- Cohen, C. E., & Ebbesen, E. B. (1978). Observational Goals and Schema Activation : A Theoretical Framework for Behavior Perception. *Journal of Experimental Social psychology* 15, 305-329.
- Cohen, J. (1960). A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20,37-46.
- Cordier, F., & Tijus, C. A. (sous-presse). *Property of objects : typology and organization*. C.P.C., Current Psychology of Cognition.
- Csibra, G., Gergely, G., Biro, S., Koos, O., & Brockbank, M. (1999). Goal Attribution without Agency Cues: The Perception of 'Pure Reason' in Infancy. *Cognition*, 72, 237-267.
- Desclés, J.P., Flageul, V., Kekenbosch, Ch., Meunier, J.M., & Richard, J.F. (1998) Sémantique Cognitive de l'Action : une Approche Théorique et Expérimentale. *Langage*,132, 28-68.
- Enjalbert, P.(1996). De l'interprétation (sens, structure et processus). *Intellectica*, 23, pp.79-120
- Gergely,G., Nadasdy, Z., Csibra, G., & Biro S. (1995).Taking the Intentional Stance of 12 Months of Age. *Cognition*, 56(2),165-193.
- Goldstone, R. L. (1994). Influences of Categorization on Perceptual Discrimination. *Journal of Experimental Psychology : General* 123,178-200.
- Gregory, R. L. (1966). *L'oeil et le cerveaux, La psychologie de la vision*, Ed. L'Univers des Connaissances. Paris Hachette.
- Heft, H. (1996). The Ecological Approach to Navigation : a Gibsonian Perspective. In J. Potugali (ed.), *The Construction of Cognitive Maps*. London : Kluwer Academic Publisher.
- Heider, F., & Simmel, M. (1944). An Experimental Study of Apparent Behavior. *American Journal of Psychology*, 57, 243-259.
- Intille, S. S., & Bobick, A.F. (1998). Representation and Visual Recognition of Complex, Multi-agent Actions using Beliefs Networks. In *Proceeding of the IEEE Computer Society Workshop: The Interpretation of Visual Motion, CVPR'98, Santa Barbara, CA, June 22*. 73-80
- Kintch, W. (1974). *The Representation of Meaning Memory*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Lichtenstein, E., & Brewer, W. F. (1980). Memory of Goal-directed Events. *Cognitive Psychology*, 12,412-445.
- Massad, C. M., Hubbard, M. , & Newton, D. (1979). Selective Perception of Events. *Journal of Experimental Social Psychology*, 15, 513-532.

- Medin D. L., Goldstone, R. L., & Gentner, D. (1993). Respects for Similarity. *Psychological Review*, 100, 254-278.
- Michotte, A.E. (1963). *The Perception of Causality* (E. Miles et T. R. Miles, Trans). New York : Basic Books.
- Miller, G. A., & Johnson-Laird, P. N. (1976). *Language and Perception*. Cambridge, MA : Harvard Univ. Press.
- Morris, M. W., & Murphy, G. L. (1990). Converging Operations on a Basic Level in Event Taxonomies. *Memory and Cognition*, 18 (4), 407-418.
- Münsterberg, H. (1909). *On the Witnessstand*. New York : Doubleday, Page et Co.
- Newton, D. (1973). Attribution and the Unit of Perception of Ongoing Behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 28, 28-38.
- Newton, D., Engquist, G., & Bois, J. (1977). The Objective Basis of Behavior Units. *Personality and Social Psychology*, 35 (12), 847,862.
- Newton, D., & Engquist, G (1976). The Perceptual Organisation of Ongoing Behavior. *Journal of Experimental Social Psychology*, 12, 436-450.
- Newton, D., & Rinder, R. (1979). Variation in Behavior Perception and Ability Attribution. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 1847-1858.
- Norman, D. A., & Rumelhart, D. E. (1975). *Explorations in Cognition*. San Francisco : Freeman.
- Poitrenaud, S. (1995). The Procope Semantic Network: an alternative to action grammars. *International Journal of Human-Computer Studies*, 42, 31-69.
- Poitrenaud, S. (1998). La représentation des PROCédures chez l'OPérateur: Description et mise en oeuvre des savoir-faire. Thèse de Doctorat. Université de Paris 8.
- Premack, D. (1990). The Infant's Theory of Self-propelled Objects. *Cognition*, 36 (2), 1-16.
- Premack, D. (1995). Cause/induced Motion: Intention/spontaneous Motion. In Changeux, J.P., Chavaillon, J. : *Origins of the human brain*. (Eds). Oxford: Clarendon Press.(pp. 286-309).
- Rastier, F. (1996) Problématique du signe et du texte. *Intellectica*, 23, pp.11-52
- Rastier, F. (1987) *Sémantique interprétative*, Puf, Paris.
- Richard, J.F., & Tijus, C. A. (1998). Modelling the Affordances of Objects in Problem Solving. In A.C. Quelhas et F. Pereira (Ed.), *Cognition and Context*. Lisboa ISPA, 293-315.
- Rosales, R., & Sclaroff, S. (1998). Improved Tracking of Multiple Humans with Trajectory Prediction and Occlusion Modelling. In *Proceeding of the IEEE Computer Society Workshop: The Interpretation of Visual Motion, CVPR'98, Santa Barbara, CA, June 22*. 73-80.
- Schank, R. C., & Abelson, R. P. (1977). *Scripts, Plans, Goals, and Understanding*. Hillsdale, N. J. : Erlbaum.
- Schmidt, C. F., Sridharan, N. S., & Goodson, J. L. (1978). The Plan Recognition Problem : An Intersection of Psychology and Artificial Intelligence. *Artificial Intelligence : Special Issue on Applications to the Sciences and Medicine*, 11, 45-83

- Senior, C., Barnes, J., Giampietro, V., Simmons, A., Bullmore, E.T., Brammer, M., & David, A.S. (2000) The functional neuroanatomy of implicit-motion perception or "representational momentum". *Current Biology* 10, 16-22.
- Stein, N. L., & Trabasso, T. (1982). Children's Understanding of Story : A Basis for Moral Judgement and Dilemma Resolution. In C.J. Brainerd et M.Pressley (Ed.), *Verbal processes in children (Vol. 2)*. New York: Springer-Verlag.
- Stein, N. L., & Glenn, C. G. (1979). An Analysis of Story Comprehension in Elementary School Children. In R.O. Freedle (Ed.), *Advances in discourse processes : Vol. 2. New directions in discourse processing*. Norwood, NJ : Ablex.
- Trabasso, T., & Sperry, L.L. (1985). Causal Relatedness and Importance of Story Events. *Journal of Memory and Language*. 24, 612-630.
- Thibadeau, R. (1986). Artificial Perception of Actions, *Cognitive Science*, 10, 177-149.
- Thommen, E. (1991). La Genèse de la Perception de l'Intentionnalité dans le Mouvement Apparent. *Archives de Psychologie*, 59, 195-223.
- Tijus, C.A., Legros, D., & Moulin, F. (1995). Semantic memory of verbs meaning. *Proceedings of the Fourth European Congress of Psychology*. Athènes, Grèce, July 2-7, 1995.(PP. 86).
- Tijus, C. A., & Poitrenaud, S. (1997). Modéliser l'Affordance des Objets. *Actes du 6ème colloque : Sciences Cognitives, Individus et Société*, p 57-65.
- Tijus, C. A., & Moulin, F. (1997). L'Assignment de Signification Étudiée à partir de Textes d' Histoires Drôles. *L'Année Psychologique*, 97, 33-75.
- Tijus, C.A. (1997). Understanding for Interpreting, Interpreting for Understanding: The Cognitive Psychology of the Translating Task. In Y. Gambier, D. Gile & C. Taylor. (Eds), *Conférence Interpreting: Current Trends in Research*. Philadelphia: John Benjamins Publishing Company (pp: 29-49).
- Tijus, C.A., & Poitrenaud, S. (1995). Semantic Networks of Action. In S. Vosniasdou, E. De Corte & H. Mandl (Eds.), *Psychological and Educational Foundations of Technology-Based Learning Environments*. (pp. 250-259). New-York : Springer-Verlag.
- Trabasso, T., & Van den Broek, P. W. (1985). Casual Thinking and the Representation of Narrative Events. *Journal of Memory and Language*. 24, 612-630.
- Trabasso, T., Stein, N. L., & Johnson, L. R.(1981). Children's Knowledge of Events : A Causal Analysis of Story Structure. In G. Bower (Ed.), *Learning and motivation (Vol. 15)*. NewYork : Academic.
- Trabasso, T., Stein, N. L., Rodkin, P. C., Park Munger, M., & Baughn, CR. (1992). Knowledge of Goal and Plans in the On-Line Narration of Events. *Cognitive Development*, 7, 133-170.
- Trabasso, T., Van den Broek, P.W., & Suh, S. (1989). Logical Necessity and Transitivity of Causal Relations in Stories. *Discourse Processes*, 12, 1-25.
- Victorri, B., Fuchs, C. (1996) *La polysémie. Construction dynamique du sens*, Hermès.

- Wilensky, R. (1983). *Planning and Understanding : A Computational Approach to Human Reasoning*. Addison-Wesley Publishing Company Advance Books Program Reading, Massachusett.
- Zibetti, E., & Tijus, C. A. (1997). L'Effet des Propriétés d'Objet sur l'Interprétation de l'Action Perçue. *Actes du Colloque des Journées Internationales d'Orsay sur les Sciences Cognitives, JIOSC 97*. Centre Scientifique d'Orsay, 1-2 décembre 1997. 197-202.
- Zibetti, E., Hamilton, E., & Tijus, C.A. (1999). The Role of Context in Interpreting Perceived Events as Actions. in Bouquet et al. (Ed). *Modeling and Using Context Lecture Notes in Artificial intelligence*, 1688 (pp. 431-441). New York : Springer