

Conclusion

Cette expérimentation a mis une nouvelle fois en évidence l'efficacité du conflit socio-cognitif. Une interaction conflictuelle très forte (impossibilité d'échapper au conflit tactilo-kinesthésique et obligation de le résoudre pour poursuivre la tâche) a permis aux sujets de progresser dans la construction de la notion Droite/Gauche.

Ajoutons que des progrès beaucoup moins importants ont été enregistrés dans des expérimentations (que nous n'avons pas relatées ici) dans lesquelles les dispositifs permettaient aux sujets de prendre conscience de leurs désaccords uniquement par la visualisation du résultat de leur action, sans aucune possibilité de confrontation des gestes opérés pour déplacer l'objet.

Ceci montre bien que, dans le cas d'une construction comme celle de la notion Droite/Gauche, le plus efficace est un conflit qui n'oppose pas les sujets uniquement à propos du résultat de leur action, mais qui les oppose aussi à propos de la procédure gestuelle de réalisation de la tâche. C'est bien quand il y a un conflit de procédures que l'efficacité de l'interaction est la plus grande. C'est parce qu'ils ont à dépasser ce conflit social de procédures gestuelles de réalisation que les sujets sont amenés à reconsidérer leur façon de réaliser la tâche. Grâce à la contradiction apportée par l'autre, l'enfant prend conscience du fait que, selon la position de la voiture sur le circuit, la Droite ou la Gauche de l'objet ne correspondent pas obligatoirement à une projection directe de sa propre Droite et de sa propre Gauche. Cette contradiction sociale l'incite à modifier sa représentation de la Droite et de la Gauche de l'objet orienté. L'efficacité de l'interaction sociale, dans le cas de ce conflit socio-cognitif particulièrement saillant qu'est le conflit tactilo-kinesthésique, tient donc à son influence particulièrement marquée à la fois sur la représentation de la Droite et de la Gauche et sur les procédures de réalisation mobilisées par la tâche.

RÉSOLUTION DE PROBLÈMES EN DYADES ET PROGRÈS COGNITIFS CHEZ DES ENFANTS DE 11 À 13 ANS: DYNAMIQUES INTERACTIVES ET MÉCANISMES SOCIO-COGNITIFS

Michel GILLY, Jacques FRAISSE et Jean-Paul ROUX

C'est sur la tranche d'âge de 5 à 8 ans que porte l'essentiel des travaux concernant l'influence des interactions entre pairs sur les constructions cognitives. Les trois recherches expérimentales évoquées et discutées dans ce chapitre apportent une contribution dans ce domaine avec des élèves de fin d'école primaire et de début de cycle secondaire, c'est-à-dire à l'âge charnière à partir duquel on a coutume de considérer que les enfants deviennent progressivement capables de raisonnements de type formel.

Contrairement à la perspective la plus souvent adoptée, il ne s'agit pas, dans les études présentées, d'accélérer la genèse de structures opératoires, le passage d'un stade à un autre, mais seulement d'améliorer la compétence de sujets à résoudre un type donné de tâches. On cherchera donc seulement à voir si, après les séquences interactives, les sujets sont devenus plus efficaces dans la résolution de tâches à mêmes logiques de construction que celles ayant servi aux entraînements.

Nous présenterons d'abord rapidement le principe de chacune des trois recherches (tâches utilisées et conditions expérimentales) et nous comparerons aux post-tests les effets des conditions interactives d'entraînement à ceux des conditions individuelles. Nous nous demanderons ensuite pourquoi les interactions ont été bénéfiques en nous plaçant successivement du point de vue de la dynamique interactive (ce qui se passe pendant les interactions) et des mécanismes par lesquels cette dernière favorise les progrès individuels (articulations entre "socio-cognitif" et "cognitif"). Nos résultats confirmeront des

constats déjà bien établis (voir notamment les ouvrages de Perret-Clermont, 1979/96; Doise et Mugny, 1981; Fleller, 1981; Mugny, 1985) concernant les effets aux post-tests et la dynamique interactive, mais nous conduiront aussi à discuter de la nécessité ou non de conflits avérés dans les échanges entre pairs pour générer des progrès. Du point de vue des articulations entre "socio-cognitif" et "cognitif", nous verrons que les modalités mêmes de l'interaction et leurs effets éventuels dépendent du type de fonctionnement cognitif induit par les situations-problèmes. Nous verrons aussi que l'étude de l'effet des confrontations socio-cognitives, sur la représentation de la tâche et sur les procédures (au sens large) de résolution, offre une voie intéressante à la compréhension des mécanismes par lesquels ces confrontations sont bénéfiques aux individus.

Trois constats d'efficacité

Le paradigme expérimental général est le même dans les trois recherches relatées: les sujets sont affectés, à partir de leurs résultats à un ou plusieurs prétests, à diverses conditions expérimentales d'"entraînement" (travail individuel ou travail en dyade) dans lesquelles il leur est demandé de résoudre une tâche; les effets des entraînements sont appréciés par des post-tests à même logique de construction que les tâches d'entraînement. Dans les trois cas, les dyades ont été constituées d'enfants ayant obtenu des résultats sensiblement égaux aux prétests (dyades homogènes), les facteurs classe scolaire et sexe des sujets ayant toujours été neutralisés dans la planification des expériences.

Dans les trois cas également, les séances d'entraînement ont fait l'objet d'observations: soit à partir de grilles d'observation sans support audiovisuel (expériences 1 et 2), soit à partir d'enregistrements vidéo (expérience 3).

Première expérimentation: ordination d'objets à partir de leurs propriétés

Dans cette première expérimentation (Gilly et Roux, 1984), on proposait à des élèves de fin d'école primaire (11-12 ans) un "jeu cognitif" dont la résolution reposait sur l'ordination d'objets à partir de leurs propriétés. Le jeu proposé dans les entraînements était un jeu de circulation, comportant douze exercices successifs, dans lequel les enfants avaient à trouver l'ordre de passage de plusieurs fournis se présentant ensemble à un carrefour. Cet ordre dépendait de différences très facilement perceptibles, portant sur trois critères à deux modalités concernant les fournis elles-mêmes et la route. Cette tâche était reprise dans un premier post-test immédiat et un second post-test différé. Le second post-test comportait en plus une tâche de nature différente, composée de 20 exercices, dans laquelle il fallait trouver dans quel ordre des personnages avaient à se saluer. Cet ordre dépendait également de différences facilement perceptibles concernant trois critères à deux modalités. Dans les deux tâches, les règles de construction (intra-critères et inter-critères) étaient totalement arbitraires et permettaient l'établissement d'un ordre total.

Les enfants ont été répartis dans quatre conditions d'entraînement à partir de leurs résultats à deux prétests d'intelligence logique. Dans la condition 1, l'entraînement était individuel; l'expérimentateur donnait les règles par écrit, les expliquait au début des séries d'exercices et les rappelait en cas d'erreur avant de passer à l'exercice suivant. Dans les trois autres conditions, aucune règle n'était donnée. Les enfants devaient découvrir eux-mêmes les solutions en explorant un fichier comportant un nombre suffisant d'exemples pour qu'il soit théoriquement possible d'en induire le système de règles. Dans la condition 2, les enfants travaillaient seuls (*découverte en individuel*). Dans la condition 3 (*découverte côte à côte sans co-élaboration*) les enfants travaillaient côte à côte, avec invitations pressantes à regarder le travail de l'autre, mais interdiction de discuter, chacun ayant son jeu et son fichier. Dans la condition 4 (*découverte à deux en co-élaboration*) les enfants n'avaient qu'un seul jeu et un seul fichier et devaient

trouver les solutions en discutant, avec consigne de se mettre d'accord avant de donner les réponses. Dans les trois conditions (2,3,4) en "découverte", la consigne demandait aux sujets de trouver les bonnes solutions et les règles du jeu. Cette consigne était fréquemment rappelée en cours de route.

Les résultats de cette première expérimentation ont montré deux choses: 1) les sujets ont eu de meilleures performances aux post-tests quand ils ont bénéficié d'un entraînement qui les amenait à découvrir les solutions à partir de l'exploitation d'exemples que lorsqu'ils avaient à appliquer des règles données; 2) c'est lorsque l'activité de recherche s'est faite en co-élaboration (condition 4) que le bénéfice a été le plus important. On remarquera notamment, en comparant les conditions 3 et 4, qu'il n'a pas suffi qu'un enfant puisse voir ce que faisait l'autre pour en tirer profit, mais qu'il a fallu qu'il interagisse avec lui au cours même de la résolution du problème. L'effet bénéfique de l'interaction a été particulièrement net dans la tâche du post-test différé, de nature différente (transfert), ainsi qu'en témoignent les résultats du tableau 1 extraits des données de Gilly et Roux (1984). On a trouvé, par ailleurs, que les sujets de la condition 4 (en co-élaboration) manifestaient une légère supériorité dans la découverte des règles de construction de la tâche, mais cette supériorité ne s'est pas avérée statistiquement significative et ne concernait que les règles intra-critères. Les règles inter-critères n'ont été qu'exceptionnellement énoncées. En tout état de cause, l'interaction a favorisé la découverte de procédures mais n'a pas eu d'effet sensible, dans les conditions de l'expérience, sur l'élaboration d'un savoir réflexif sur les procédures de résolution mises en oeuvre.

Tableau 1

Expérience I: Résultats au post-test différé avec une tâche à même logique de construction que celle de l'entraînement mais de nature différente

	Conditions d'entraînement	Valeurs quartiles		
		Q.3	Q.2	Q.1
C.1	Individuel avec règles données	7	8	9.5
C.2	Individuel: découverte avec fichier	6.5	10	14.5
C.3	Côte à côte: découverte avec fichier	6.5	10	13
C.4	Co-action: découverte avec fichier	15	17.5	18.5

Note: les différences entre la condition 4 et les autres conditions (1,2,3) sont statistiquement significatives à .001, .02, .02.

Deuxième expérimentation: raisonnement par récurrence

Cette seconde recherche, extraite d'un ensemble d'expérimentations utilisant une tâche de raisonnement par récurrence (Fraisse, 1985, 1987), avait pour but d'étudier l'influence du type de fonctionnement cognitif, induit par la situation, sur l'efficacité ou non du travail en confrontation socio-cognitive. Le type de tâche choisi avait fait antérieurement l'objet d'une étude génétique des stratégies utilisées par des enfants de 4 à 13 ans (Dami, 1975) sur laquelle il a été possible de s'appuyer. Deux adversaires jouent avec des allumettes (exercices successifs à 4, 5, 6, 7 ou 10 allumettes dans l'expérience relatée ici). Ils prennent, à tour de rôle, 1 ou 2 allumettes. Celui qui prend la dernière allumette a gagné. Le jeu est totalement prévisible: pour gagner, il faut laisser à son

adversaire, à chaque coup joué, un nombre d'allumettes multiple de trois. L'objectif du jeu est de trouver la stratégie gagnante.

Cinquante et un enfants de 5e année primaire (CM2) ont été répartis dans quatre conditions d'entraînement, établies par croisement de deux facteurs expérimentaux et s'appuyant sur une épreuve de combinatoire tirée d'une partie du test de Longeot (1969) et sur deux autres exercices. Dans les quatre conditions les enfants jouaient contre un ordinateur. Le premier facteur expérimental concernait ce dernier: il était programmé pour jouer "juste" ou "au hasard". Le second facteur expérimental concernait les sujets: ils jouaient seuls ou à deux contre l'ordinateur, en étant informés du type de programmation. La tâche proposée aux enfants était de trouver, sachant qui commençait, quel était l'adversaire (eux ou l'ordinateur) qui pouvait être sûr de gagner dès le début de la partie, et quel était le premier coup gagnant. Les sujets disposaient de papier et de crayons et, quand ils travaillaient à deux, ils avaient pour consigne de discuter et de se mettre d'accord avant de jouer leurs coups. Les temps de recherche étaient libres. Les enfants pouvaient jouer autant de parties qu'ils le voulaient pour chaque problème (à 4, 5, 6, 7 ou 10 allumettes) jusqu'à ce qu'ils pensent avoir trouvé la stratégie gagnante. Les enfants étaient vus ensuite, individuellement, à deux post-tests, immédiat et différé, avec des épreuves à même type de logique de résolution mais différentes par l'"habillage" et/ou le nombre d'objets pouvant être pris à chaque coup joué (seulement 1 ou 2, ou 1, 2 ou 3). Les résultats obtenus ont montré que, conformément aux attentes, le travail en co-résolution n'avait d'effet que lorsque l'ordinateur était programmé au hasard. Nous y reviendrons plus loin à propos des rapports entre fonctionnement cognitif induit par la tâche et effet des confrontations socio-cognitives. Comme dans l'expérimentation précédente, c'est dans les épreuves les moins semblables à celles de l'entraînement (post-test différé) que les effets ont été les plus nets (tableau 2). Peut-être faut-il y voir l'influence d'un effet "plafond" ou encore d'un apprentissage spécifique suffisant, quelle que soit la condition expérimentale, pour résoudre les tâches les plus semblables à celle de l'entraînement. On a noté également que les effets aux post-tests

étaient plus marqués, en général, pour les sujets à niveau initial moyen. Les différences au premier post-test deviennent alors statistiquement significatives ainsi que celles au deuxième exercice du post-test différé mentionné dans le tableau 2.

Tableau 2

Expérience II: Résultats au post-test différé des sujets ayant joué contre l'ordinateur programmé au hasard

Epreuves	Conditions d'entraînement	Moyenne	Ecart-type	Signification statistique
1er exercice	Individuelle Dyadique	3,1 4,2	1,9 1	p < .05
2e exercice	Individuelle Dyadique	1,9 2,3	0,6 0,9	N.S.
Total	Individuelle Dyadique	5,6 6,5	1,6 1,7	p < .01

Troisième expérimentation: tâche complexe de pesées fictives

L'un des objectifs de cette troisième expérimentation (Roux et Gilly, 1986) était de pouvoir disposer de phases relativement longues de résolution à deux, afin d'en pouvoir mieux étudier le déroulement séquentiel. D'où le choix d'une tâche qui a permis de faire travailler des sujets pendant 30 minutes avec un engagement soutenu. Les enfants avaient devant eux huit cubes rigoureusement identiques et une pseudo balance faite de deux soupapes. Il leur était dit que tous les cubes avaient en réalité le même poids mais que l'on allait faire "comme si" l'un d'entre eux était plus léger. La tâche consistait alors à faire "comme si" on disposait d'une vraie balance et à "trouver une solution",

"une façon de faire" permettant, "à coup sûr", de trouver le plus léger. Après avoir bien expliqué la consigne, insisté sur le caractère fictif de la situation et invité les sujets à utiliser cubes et soucoupes en faisant "comme si", l'expérimentateur demandait aux sujets de l'appeler, dès qu'ils auraient trouvé une façon de faire, et se retirait derrière un écran. A chaque appel, et à chaque fois qu'une solution possible était énoncée, les enfants étaient félicités et il leur était demandé de trouver une autre solution, "avec moins de pesées"; dans le cas contraire, l'expérimentateur rappelait la consigne et encourageait à continuer la recherche. La fin de l'entraînement était suivie d'un post-test individuel immédiat avec 12 cubes.

Deux techniques ont été utilisées en prétest: une épreuve spécifique (construite avec l'aide de F. Halbwachs) avec laquelle ont été éliminés tous les sujets ne sachant pas mettre en oeuvre les deux principes fondamentaux de la balance Roberval (symétrie et double pesée); un test de facteur G afin d'égaliser les deux conditions expérimentales. Dans la première condition, 32 sujets ont travaillé en dyade avec consigne de discuter ensemble et de se mettre d'accord sur une solution avant d'appeler l'expérimentateur.

Nous ne pouvons pas décrire ici les nombreuses procédures de résolution utilisables et utilisées. Disons seulement que, dans ce type de tâche, la découverte de la façon de faire la plus économique (nombre de pesées minimum) suppose la mise en oeuvre du "schème cognitif" suivant: quand une collection d'objets est divisée en trois sous-ensembles, la comparaison entre deux sous-ensembles donne de l'information sur le troisième sous-ensemble. Avec une tâche voisine de la nôtre, Richard (1985) remarque que des sujets adultes, tout à fait capables de construire une telle connaissance, ne l'utilisent cependant qu'à la fin de la démarche de résolution du problème posé. Sa mise en oeuvre se heurte, en effet, au schème pragmatique habituel qui conduit à diviser en deux, et non en trois, les collections d'objets dans les opérations courantes de comparaisons par pesées. Dans notre cas, le fait de travailler à deux a permis aux sujets d'échapper plus facilement à la prégnance de cet automatisme. Au post-test nous constatons en

effet, entre autres, que le "schème économique" est mis en oeuvre nettement plus fréquemment dans le groupe de sujets ayant travaillé en dyades que dans celui où les sujets ont travaillé individuellement pendant la phase d'entraînement (Tableau 3). Il s'ensuit que la solution qualitativement la meilleure (pesée en trois coups avec le "schème économique") a également été donnée plus fréquemment par les sujets de la condition "dyades".

Tableau 3

Expérience III. Nombre de sujets ayant mis en oeuvre le schéma cognitif "économique" lors du post-test

Conditions d'entraînement	Absence du schème	Présence du schème	Total
Dyadique	7	25	32
Individuelle	9	9	16

Note: différence entre les deux conditions statistiquement significative à .05.

Pourquoi les interactions ont-elles été efficaces?

Constaté que des interactions entre pairs ont pu avoir des effets individuels bénéfiques est une chose. Comprendre pourquoi en est une autre. Dans l'ensemble des travaux expérimentaux du courant de psychosociologie génétique initié par Doise, Mugny et Perret-Clermont (cités ci-dessus), l'explication proposée est celle du conflit socio-cognitif. Dans ces recherches, rappelons-le, il s'agit de faire varier expérimentalement les conditions d'interaction sociale pour générer des progrès du développement de l'intelligence. Les auteurs se réfèrent à la théorie piagétienne sans remettre en cause l'aspect

structuraliste (ce que Schubauer-Leoni et Perret-Clermont 1980 et 1985 feront ailleurs à l'occasion d'autres tâches). Mais ils s'attachent à montrer que les variables sociales n'interviennent pas uniquement comme facteurs externes du développement, et qu'elles jouent aussi un rôle central dans le mécanisme même de la construction de l'intelligence. La thèse du "conflit socio-cognitif" proposée concerne à la fois la dynamique de l'interaction (aspect interindividuel) et le mécanisme par lequel cette dynamique agit pour provoquer des progrès intellectuels (rapports entre aspect interindividuel et aspect individuel).

La dynamique du conflit socio-cognitif suppose que les sujets s'engagent activement dans une confrontation cognitive et que cette confrontation soit l'occasion de différences et oppositions manifestes entre les réponses des sujets. Carugati *et al.* (1980-81) ont montré que, pour que cette dynamique soit efficace, il faut que la recherche d'un dépassement des oppositions ne se fasse pas sur un mode purement relationnel (complaisance, adoption passive du point de vue d'un leader), mais sur un mode socio-cognitif. En d'autres termes, il faut que les sujets acceptent de coopérer activement à la recherche de solution et de dépasser leurs oppositions afin de parvenir à une réponse commune.

Le mécanisme par lequel cette dynamique est efficace peut être résumé comme suit. La situation sociale à laquelle participe l'enfant est révélatrice de différences et est ainsi l'occasion d'une prise de conscience de l'existence de réponses autres que la sienne. Il en résulte un double déséquilibre: entre les réponses des sujets, donc interindividuel, mais aussi pour chacun des sujets invité à douter de sa propre réponse du fait de la prise de conscience d'une autre réponse possible, donc intra-individuel. Il va de soi que la résolution sur un mode socio-cognitif du conflit entre les sujets ne pourra intervenir qu'à partir des conséquences qu'il a sur le travail cognitif individuel de chacun des sujets. Mais le problème à résoudre n'est cependant pas réductible à un problème cognitif individuel (un sujet seul face à une tâche). Il est social et c'est pour cela que les enfants vont être conduits, pour maintenir leur relation avec autrui, à essayer de coordonner leurs points de vue en un nouveau système qui

permette un accord entre eux. C'est dans la recherche d'un dépassement du déséquilibre cognitif interindividuel que l'enfant est amené à un dépassement de son déséquilibre cognitif intra-individuel. Ce sera alors par "intériorisation de coordinations sociales" (Mugny et Doise, 1983, p. 96) que pourront se mettre en place de nouvelles coordinations intra-individuelles.

Par rapport à cette thèse, que nous apportent les observations pratiquées dans nos trois expérimentations? C'est ce que nous allons maintenant examiner en nous rappelant bien deux choses:

1) les expérimentations en question ne visaient pas à générer un progrès de l'"intelligence" mais seulement des progrès dans la résolution de types de problèmes donnés; 2) les trois situations n'induisaient pas expérimentalement des oppositions de réponses ou points de vue, comme dans la plupart des travaux ayant servi à étayer la thèse du conflit socio-cognitif. Elles étaient plus proches des situations courantes du travail à deux, les consignes invitant seulement les sujets à chercher ensemble, discuter et se mettre d'accord pour une réponse commune. Il ne pouvait donc y avoir confrontation entre points de vue que si des différences apparaissaient effectivement à ce sujet.

A propos de la dynamique interactive

Soumission et imitation: des dynamiques inefficaces

Dans les trois expérimentations, nos observations confirment que lorsque les dyades ont fonctionné sur un mode social dissymétrique, avec un sujet dominant et un sujet dominé qui se borne à adopter le point de vue de l'autre, l'interaction a rarement été bénéfique, et en tout cas jamais pour le sujet dominé. On retrouve là l'inefficacité de ce mode d'organisation socio-relationnelle soulignée par Carugati *et al.* (1980-1981).

Dans la première expérience (ordination d'objets), le peu d'efficacité de la condition 3 (*découverte côte à côte sans collaboration*) est moins banal (tableau 1). Dans cette

expérimentation, faite d'une suite de petits exercices brefs où chacun avait juste à poser à chaque fois un objet, la condition 3 permettait aux sujets de prendre de l'information sur les performances successives de l'autre. Or, leurs résultats en post-test ne sont pas meilleurs que ceux des sujets de la condition 2 (*découverte en individuelle*). Ce résultat rejoint les observations faites par Blaye (1986) avec des enfants plus jeunes. Il ne suffit pas de disposer d'informations sur le résultat de l'action d'un autre pour progresser, même si ce résultat est juste. Ainsi que le montre la condition 4 (*découverte en co-élaboration*), il faut que les divergences de réponses donnent lieu à des confrontations pendant la phase de réalisation de la tâche. C'est la confrontation au moment de la mise en oeuvre de procédures de réalisation qui paraît déterminante et non la seule observation d'un résultat différent du sien.

Mais que font les sujets quand ils cherchent ensemble? En quoi consistent les confrontations quand elles existent? Y en a-t-il qui soient plus efficaces que d'autres? C'est ce que nous allons examiner maintenant.

Qu'observe-t-on quand les sujets travaillent ensemble?

La forme même de la tâche, dans la première expérimentation, induisait des moments d'interaction beaucoup trop brefs pour qu'il ait été possible de les décrire avec suffisamment de fiabilité (Gilly et Roux, 1984). Nous nous appuierons ici sur les observations pratiquées pendant les seconde et troisième expérimentations aux phases d'interaction beaucoup plus longues (30 mn dans la troisième expérimentation).

Dans tous les protocoles de dyades (33 au total), on observe une alternance entre des séquences de travail cognitif individuel et des séquences de travail interactif. Les sujets cherchent pour eux-mêmes, chacun de leur côté; puis, pour des raisons diverses (tâtonnement, proposition de solution, ...), l'un des deux sujets ouvre une séquence qui prend statut de séquence interactive parce qu'elle détermine une réaction de l'autre à ce qu'a fait ou

dit le premier. Cette séquence terminée (de quelques secondes à plusieurs minutes), parce qu'elle aboutit à une impasse, ou à une solution déjà proposée ou insatisfaisante pour les sujets, ces derniers retournent à leur recherche individuelle jusqu'à ce que l'un des deux ouvre une nouvelle séquence. D'un point de vue purement formel, on peut décrire alors quatre types de co-élaborations, une même séquence pouvant parfois en comporter plusieurs.

Dans le premier type de co-élaboration, l'un des deux sujets (sujet A) élabore seul une solution, ou amorce de solution, et la propose à l'autre (sujet B) qui, sans opposition ni désaccord, écoute et fournit des feedbacks d'accord (gestuels ou verbalisés). Le sujet B n'est pas passif, il suit ce que fait l'autre et semble construire "en parallèle" une réponse semblable à celle de A. Son adhésion n'est pas feinte, elle traduit un véritable accord cognitif. On a là une forme de *co-élaboration acquiesçante* où les acquiescements de B ont valeur de contrôle et de renforcement positif de la solution proposée par l'un mais reconnue aussi par l'autre. Il est difficile de savoir si le sujet B fonctionne ainsi parce qu'il n'avait rien à proposer ou si, bien qu'étant en mesure de proposer quelque chose, il laisse à A l'initiative de l'expression. D'autant plus difficile à dire qu'il arrive que, dans ce type de co-élaboration, les rôles de A et de B s'intervertissent dans la suite du travail.

Dans le second type de co-élaboration (assez fréquent), on assiste à une véritable *co-construction* sans qu'il y ait non plus de manifestations observables de désaccords ou contradictions. Le sujet A commence une action, ou une phrase, reprise par B, qui poursuit ce qui est commencé; puis A prend de nouveau le relais et ainsi de suite. On ne peut savoir si chacun des deux sujets serait parvenu à la même construction s'il avait travaillé seul. Mais, ce qui est décelable à travers ce que font et/ou disent les sujets, c'est qu'ils élaborent au fur et à mesure une solution à deux. Chacun paraît renforcer l'autre; mais l'apparente harmonie n'exclut pas que les interventions de l'un puissent perturber la démarche de l'autre, et l'orienter vers une action et/ou idée qu'il n'aurait pas eue sans cela. Ce type de co-élaboration est donc susceptible d'avoir un double effet pour chacun des sujets:

ouverture du champ des possibles et perturbation dans la démarche de résolution.

Le troisième type de co-élaboration est assez fréquent aussi dans nos protocoles d'observation. Il s'agit de *confrontations avec désaccords*. Le sujet A propose quelque chose que n'accepte pas le sujet B. Celui-ci exprime son désaccord mais sans argumenter ni proposer lui-même autre chose. La fonction perturbatrice est évidente: ou bien le sujet A se retire alors dans une phase de travail individuel, ou bien il cherche à justifier son point de vue en le répétant ou en l'exprimant d'une autre manière.

Le quatrième type de co-élaboration est le moins fréquent dans nos protocoles. Il s'agit cette fois-ci de véritables *confrontations contradictoires*. Le sujet A émet une proposition (plus ou moins partielle ou élaborée) à laquelle le sujet B réagit par un désaccord argumenté et/ou une autre proposition de procédure. Il y a bien, dans ce cas, opposition de réponses et pas uniquement désaccord. Cette situation déclenche alors une phase de confrontation pour essayer de dépasser l'opposition, phase qui débouche: soit sur une impasse (les sujets restent sur leurs positions et retournent à une phase de réflexion individuelle); soit sur un accord (proposition initiale de l'un ou de l'autre, ou nouvelle proposition); soit souvent aussi sur une tentative de vérification "expérimentale" pour éprouver une hypothèse de résolution.

Existe-t-il un prototype de dynamique interactive efficace?

Dans leur étude critique de quelques-uns des travaux étudiant les interactions, Beaudichon et Vandenplas-Holper (1985) ont bien souligné déjà les difficultés que pose cette question: difficultés qui tiennent à la pertinence des catégories comportementales à sélectionner, aux possibilités techniques de repérer et quantifier des indices ad hoc (verbaux et non verbaux), et à la nécessité de tenir compte à la fois des relations de simultanéité et de succession des comportements observés. Chercher à caractériser l'ensemble de la dynamique socio-

cognitive pendant l'entraînement est par ailleurs difficile du fait que les séances de résolution en dyade diffèrent à la fois par la répartition des moments de travail en individuel et en co-élaboration et par la variété et la succession des types de co-élaboration en jeu. Par ailleurs, il serait vain de vouloir expliquer l'efficacité éventuelle de la co-élaboration uniquement par sa forme indépendamment de son *objet* et de la *nature cognitive* des échanges.

Ceci dit, dans le cas au moins du raisonnement par récurrence (2ème expérimentation), nous faisons un constat du même type que ceux de Flieller (1981) avec des pré-adolescents, ou de Bearison (1986) et Glachan (1982) avec des enfants plus jeunes. Fraisse (1985) n'observe pas de liaison entre la fréquence des désaccords non argumentés pendant l'entraînement et les résultats aux post-tests. Il n'y a de liaison positive que dans le cas des désaccords argumentés. Mais il faut ajouter que cette liaison s'explique en partie par les différences de niveau initial entre les dyades. C'est dans les dyades à niveau initial le plus élevé qu'il y a le plus de désaccords argumentés et ce sont les sujets de ces dyades qui tendent également à réussir le mieux aux post-tests. Il y a influence du niveau initial des sujets à la fois sur leur compétence sociale à la confrontation socio-cognitive et leur compétence à résoudre la tâche. La corrélation partielle (à niveau initial constant) est discrète: elle n'est plus que de .33 (Fraisse, 1985).

Mais nos observations montrent aussi qu'il n'a pas été nécessaire, dans de nombreux cas, que la co-élaboration ait un caractère social conflictuel pour avoir de l'effet. Dans la seconde, comme dans la troisième expérimentation, nous avons observé des dynamiques interactives efficaces organisées par un mode social exclusivement coopératif (co-élaborations de types 1 et 2), sans aucune présence d'opposition entre les sujets. L'absence de conflit social exprimé n'exclut pas que l'action ou le dire de l'un des deux sujets puisse perturber le déroulement de l'action ou de la pensée de l'autre. La perturbation occasionnée peut suffire à provoquer un dépassement, un changement dans la façon de faire. Dans les dynamiques de type 1, la fonction de l'autre est essentiellement une fonction d'activation

et de renforcement. La co-élaboration paraît alors avoir surtout un effet de stimulation et de mobilisation cognitive. Même si les sujets ont moins de chances de pouvoir en tirer bénéfice, car cette forme de co-élaboration n'invite pas à des remises en cause dans la façon de voir et traiter le problème, nos observations nous rappellent qu'il faut se garder d'en négliger les effets. En bref, nous retiendrons qu'il faut que la dynamique interactive s'établisse sur la base d'un engagement actif des sujets, dans un fonctionnement social de collaboration cognitive, pour avoir quelque chance d'efficacité. Sans exclure les effets bénéfiques éventuels dus à son caractère stimulant et renforçateur de l'activité individuelle, la co-élaboration risque cependant d'être plus efficace si elle introduit des perturbations et déstabilisations dans les façons de faire réciproques des sujets, et plus encore si elle les conduit à s'opposer à propos des justifications ("hypothèses") relatives à ces façons de faire. Ceci n'est pas contradictoire avec la thèse princeps du "conflit socio-cognitif" mais conduit à mettre l'accent sur une palette plus diversifiée d'aspects fonctionnels de la co-élaboration (stimulation, renforcement, élargissement du champ, perturbation, déstabilisation) dont le conflit socio-cognitif au sens strict, susceptibles de jouer un rôle actif dans les tâches du type des nôtres.

A propos des conditions de situation et des mécanismes par lesquels la co-élaboration peut être bénéfique

Si nous voulons aller plus loin dans la compréhension des mécanismes par lesquels l'interaction peut être bénéfique aux individus, il est nécessaire de tenir compte de la nature des tâches en jeu et des conditions précises de situation. Nous allons d'abord illustrer, en nous appuyant sur la troisième expérimentation (tâche complexe de pesées fictives), l'effet possible du travail à deux sur la représentation de la tâche, en particulier sur sa représentation initiale. Nous proposerons ensuite, à partir de la seconde expérimentation (raisonnement par récurrence), un modèle de compréhension des mécanismes qui articule trois aspects: les *conditions de présentation du problème* aux sujets, le type de *fonctionnement cognitif*

individuel généré et le type de *fonctionnement socio-cognitif* de la dyade.

Effet de l'interaction sur la représentation du problème

Les effets de la co-élaboration sur la représentation initiale du problème apparaissent nettement dans la tâche de pesées fictives (3ème expérimentation) du fait de sa relative complexité. Ils sont repérables par deux manifestations concernant, d'une part, ce que les sujets disent lorsqu'ils appellent l'expérimentaliste pour proposer une solution et, d'autre part, ce que les sujets se disent pendant la première séquence interactive.

Quand la recherche se fait en individuel, il y a plus d'un sujet sur trois qui propose une mauvaise solution renvoyant clairement à une mauvaise représentation de la tâche. Cela se traduit le plus souvent par le fait que les sujets n'ont pas intégré qu'il fallait faire "comme si". Pour ces sujets, il *existe vraiment* un objet qui pèse moins lourd et ils cherchent à le déceler en soupesant manuellement les cubes ou par d'autres procédés (voir par exemple le sujet M., de l'exemple ci-dessous). Ils ne s'engagent donc pas dans l'exploration de diverses hypothèses pour trouver à *coup sûr* une manière de faire par des simulations de pesées, mais dans la recherche d'un cube réellement différent des autres par son poids. En dépit du fait que l'expérimentaliste redonne alors la consigne, en insistant sur les aspects de l'énoncé mal compris, on a noté que cette mauvaise représentation a persisté, dans certains cas, jusqu'à au moins quatre propositions successives de solutions. Le nombre de dyades témoignant, dans leurs propositions de solutions, d'une mauvaise représentation des éléments du problème est trois fois moins important et la ré-énonciation des consignes par l'expérimentaliste la fait disparaître plus vite que dans le cas de la recherche en individuel. La différence entre les deux conditions expérimentales s'explique très bien quand on regarde ce qui se passe dans les dyades pendant leur première séquence de co-élaboration. Dans presque tous les cas les échanges comportent des éléments de reformulation du problème

susceptibles de lever des ambiguïtés de représentation ainsi qu'en témoigne le fragment d'échange ci-dessous entre François et Michel.

F.: *On va essayer de... si il y en a un des deux qui pèse pas pareil, ça sera celui-là qui est le plus léger.*

M.: *On en prend un dans chaque main (fait le geste de soupeser)*

F.: *Mais non, ils ont tous le même poids, c'est donc à nous de trouver comment il y en a un de plus léger..., de faire un raisonnement (silence) j'ai une petite idée, là (silence)*

M.: *Sinon, on en prend un, on le tient, et celui qui tombe le plus vite c'est le plus lourd.*

F.: *Mais non, y'en a pas de plus lourd, c'est nous qui devons faire un raisonnement pour trouver que...*
(Etc.)

(M. finira par modifier sa représentation grâce à F.)

Conditions de présentation du problème, fonctionnement cognitif et fonctionnement socio-cognitif

La deuxième expérimentation (raisonnement par récurrence) montre qu'il existe des rapports étroits et indissociables entre conditions de présentation du problème (c'est-à-dire caractère même de la tâche), fonctionnement cognitif et fonctionnement socio-cognitif. Nous allons voir que la façon dont l'ordinateur était programmé pour jouer juste ou au hasard contre les sujets (seuls ou à deux) a eu un effet à la fois sur le fonctionnement cognitif individuel et sur la dynamique socio-cognitive des dyades. Ce qui veut dire qu'une dynamique interactive efficace ne peut pas s'installer à n'importe quelles conditions de fonctionnement cognitif et que ce dernier dépend, à compétence identique vis-à-vis de la tâche dans notre cas, des conditions de résolution dans lesquelles cette dernière est présentée.

Qu'ils aient joué seuls ou à deux contre l'ordinateur, l'analyse des protocoles montre que les stratégies de recherche des sujets n'ont pas été les mêmes selon que l'ordinateur jouait juste ou au hasard. Quand l'ordinateur était programmé pour gagner, les joueurs (seuls ou en dyade) ont fait plus de parties et consacré moins de temps à chaque partie. C'est ce que reflètent les données du tableau 4 concernant le rapport entre le nombre de parties effectuées par les sujets et le temps total passé à la recherche. Une valeur élevée signifie que les sujets ont fait un nombre important de parties avec la machine en peu de temps et une valeur faible qu'il en ont fait moins mais en consacrant plus de temps à chaque partie.

Tableau 4

Expérience II: Raisonnement par récurrence. Valeurs moyennes du rapport "nombre de parties/temps" aux quatre derniers exercices de la phase d'entraînement (Individuels + Dyades).

Conditions	Parties		
	5 all.	6 all.	7 all. 10 all.
"ordinat. juste"	0.87	0.80	0.91 0.83
"ordinat. hasard"	0.85	0.62	0.65 0.61

Le problème n'a pas été traité de la même manière dans les deux conditions. En condition "ordinateur juste" les sujets (seuls ou en dyades) ont cherché à tirer le maximum d'informations du jeu de la machine en la faisant jouer davantage. En condition "ordinateur hasard", ils ont consacré plus de temps à l'analyse des informations données par la machine, à la réflexion au cours de chaque partie. Ceci se confirme lorsqu'on analyse en détail les stratégies utilisées dans les deux conditions, en particulier dans le cas des parties les plus difficiles (à 7 ou 10 allumettes). La stratégie au premier coup de la partie est un indicateur intéressant. En condition "ordinateur juste", les joueurs alternent presque systématiquement leur premier coup (prise d'une ou deux allumettes) au cours des premières parties pour connaître l'effet

gagnant ou perdant de cette stratégie. En condition "ordinateur hasard" on observe rarement cette alternance. D'autre part, lorsqu'une stratégie gagnante est découverte en condition "juste", les sujets cherchent à la reproduire, en la répétant aux parties suivantes. Ce n'est pas le cas, en général, en condition "hasard".

Tout ceci nous montre bien où sont les différences essentielles de fonctionnement des sujets entre les deux conditions. En condition "juste", après un tâtonnement initial, les sujets cherchent, par un fonctionnement de type essais-erreurs, à adapter une stratégie qui s'est avérée gagnante aux variations des coups de la machine pendant la partie. Ils font donc un nombre important de parties pour que l'ordinateur leur apporte un maximum d'informations. En condition "hasard", par contre, devant la difficulté d'interprétation des informations apportées par l'ordinateur (une partie gagnante est très équivoque), les sujets sont amenés à réfléchir en utilisant moins la réponse de la machine - et son éventuelle contradiction - pour envisager l'ensemble des possibilités de jeu de l'adversaire à chaque état de la partie. Cette condition favorise davantage des tentatives de raisonnement de type hypothético-déductif et conduit les sujets à jouer pour vérifier le bien-fondé de leurs prévisions.

Le fonctionnement cognitif induit par la condition "juste" peut se contenter de formes relativement peu discutantes de travail en commun puisqu'il s'agit de multiplier des essais face à un adversaire qui laisse peu d'incertitude à traiter. Ce n'est plus vrai dans le cas de la condition "hasard". Le fonctionnement cognitif suscité, orienté vers la recherche de l'ensemble des coups possibles de l'adversaire-machine, est d'une qualité supérieure. Il peut donc être davantage bénéfique. Mais chez les enfants de 11-12 ans, il est encore difficile à mettre en œuvre seul, ce qui invite à accepter ou rechercher la collaboration de l'autre comme un moyen social intéressant pour la découverte d'une solution. On comprend alors l'intérêt de la situation d'interaction. Les différences de tentatives, de points de vue et d'hypothèses émises font obstacle à la mise en place d'un travail cognitif du type essais-erreurs et favorisent au contraire le

passage à un registre de fonctionnement collectif de type hypothético-déductif sur la situation. Ainsi qu'on peut le voir dans l'extrait ci-dessous à propos d'une partie à 7 allumettes jouée par Pierre et Laurent, cela se traduit souvent par une variété de fonctions des partenaires: contrôle, augmentation des hypothèses émises, contradictions, explications, etc. P., envisage une suite possible de coups et L. opère un contrôle. Puis, devant la conclusion fautive de P. à une deuxième hypothèse de jeu, L. argumente un désaccord en proposant une autre possibilité de succession de coups. Devant le doute de P., L. propose une phase de vérification expérimentale. C'est probablement la multiplicité et la combinaison des diverses fonctions réciproques des partenaires qui confèrent à la structure interactive son efficacité à produire des changements dans les modes de fonctionnement des sujets qui collaborent à l'interaction.

P.: Si on en prend 2 la première fois, lui il va en prendre 2, nous on en prend 2, lui 1.

L.: Il a gagné

P.: Si nous on en prend 1, il en prend 2, on en prend 2, lui 2, il est obligé de gagner.

L.: Non regarde: Si nous on en prend 1, lui 2, nous 1, on gagne.

P.: Oui, mais lui s'il ne joue pas ce que t'as dit?

L.: On va essayer

(Etc.)

Conclusion

Les données expérimentales rapportées montrent que l'interaction entre pairs à 11-13 ans peut être efficace pour permettre des progrès individuels dans des résolutions de problèmes assez diversifiés. Elles confirment l'importance d'un traitement sur un mode socio-cognitif, et non purement

relationnel, de la situation problème. Les observations des comportements de résolution à deux invitent à penser que la co-élaboration tire ses effets bénéfiques de différents types de fonctions que les partenaires jouent réciproquement l'un pour l'autre, et qu'il n'est pas toujours nécessaire qu'elle s'établisse sur le mode typique du "conflit socio-cognitif" au sens strict, même si ce mode de fonctionnement peut avoir un caractère particulièrement efficace. Avec ou sans conflit social exprimé, il semble qu'il faille que la co-élaboration soit susceptible de perturber ou déstabiliser les fonctionnements individuels. Mais cette déstabilisation prend d'autant mieux son sens qu'elle s'insère dans une structure interactive où elle se combine avec d'autres fonctions des partenaires: stimulation, renforcement, contrôle, élargissement du champ des possibles, notamment.

Dans nos tâches, la déstabilisation opérée par les interventions réciproques des partenaires s'est avérée efficace par son action sur des aspects du fonctionnement cognitif ayant trait tout autant à la représentation du problème qu'aux procédures et/ou stratégies de résolution. Nous avons vu notamment, dans la troisième expérimentation, que les échanges interactifs ont permis à de nombreux sujets de rectifier une représentation initiale incorrecte de la tâche et, du même coup, de réorienter leurs tentatives de résolution dans des directions plus pertinentes.

Un autre élément de compréhension important qui se dégage des analyses présentées concerne l'existence de rapports de dépendance très étroits entre conditions de présentation du problème (ou caractéristiques de la tâche), fonctionnement cognitif individuel et dynamique socio-cognitive. L'effet de l'interaction est à comprendre par référence à un *modèle systémique* de fonctionnement socio-cognitif au sein duquel ces trois aspects semblent indissociables. Il est apparu clairement, dans la seconde expérimentation, que des variations dans les caractéristiques de la tâche induisent des modes de fonctionnement cognitif individuels différents, et que la façon dont s'organisent les échanges socio-cognitifs est elle-même très dépendante de ces modes de fonctionnement individuels. Ce n'est que si le type de fonctionnement cognitif induit par la

situation-problème y invite, du fait de ses caractéristiques propres et d'une maîtrise individuelle encore insuffisante, que pourra s'installer une dynamique interactive ad hoc susceptible en retour de favoriser la mise en oeuvre du fonctionnement en question et d'accroître la compétence des sujets.