

- Wertheimer (M.), Psychomotor coordination of auditory-visual space at birth, *Science*, 1961, 134, 1692.
- Wilson (R. S.), The Louisville Twin Study : developmental synchronies in behavior, *Child Development*, 1983, 54, 298-316.
- Wilson (R. S.), Harpring (E. B.), Mental and motor development in infant twins, *Developmental Psychology*, 1972, 7, 277-281.
- Yarrow (L. J.), Rubenstein (J. L.), Pedersen (F. A.), Janowski (J. R.), Dimension of early stimulation and their differential effects on infant development, *Merill Palmer Quartely*, 1972, 18, 205-218.
- Zelazo (P. R.), The development of walking : new findings and old assumptions, *Journal of Motor Behavior*, 1983, 15 (2) 99-137.
- Zelazo (P. R.), Zelazo (N. A.), Kolb (S.), Walking in the newborn, *Science*, 1972, 176, 314-315.

Esquisse d'un modèle pluraliste du développement cognitif

JACQUES LAUTREY

Université de Paris V
Laboratoire de Psychologie différentielle
41, rue Gay-Lussac, 75005 Paris

Les conceptions du développement cognitif qui ont jalonné l'histoire de la psychologie diffèrent sur bien des points, mais elles ont en commun d'avoir souvent privilégié un modèle unitaire. Qu'elles aient fait référence, au gré des époques et des théories, à l'intelligence, la connaissance, ou à la capacité de traitement de l'information, elles en ont présenté le développement comme celui d'une capacité singulière dont la genèse prendrait une forme identique chez tous les enfants. C'est par exemple le cas du modèle de développement sous-jacent aux échelles de mesure de l'intelligence. Celles-ci visent à situer les enfants les uns par rapport aux autres dans le déroulement d'un processus postulé identique pour tous. Exprimées en âge mental, les différences individuelles se réduisent alors à des différences développementales ; exprimées en QI, elles sont ramenées à des différences de vitesse dans le déroulement d'un processus unique. Cette conception unitaire du développement reste largement implicite dans les échelles de mesure de l'intelligence, mais elle est tout à fait explicite dans la théorie de Piaget. L'unicité vient ici de ce que tous les aspects de la connaissance (perception, image mentale, langage...) sont subordonnés à une seule source de structuration : l'action. Les structures cognitives issues de cette source unique se construisent dans un ordre invariant et chacune, lorsqu'elle se met

en place, tend à s'étendre à l'ensemble des domaines de la connaissance. Ce modèle définit un parcours dans lequel, là encore, les seules différences possibles entre les enfants sont des différences de vitesse.

Mais en faisant de l'action l'unique source de structuration à laquelle l'ensemble du développement cognitif est subordonné, Piaget s'est heurté à trois problèmes auxquels sa théorie n'apporte pas de solution satisfaisante. Le premier est précisément d'expliquer les différences individuelles qui ne peuvent être ramenées à des différences de vitesse. Le second vient des décalages importants qui ont été observés entre des acquisitions en principe sous-tendues par la même structure cognitive. Le troisième, enfin, prend la forme d'un paradoxe dans le modèle de l'équilibration, lorsque celui-ci doit expliquer comment une structure cognitive tirée de la coordination des actions assure son propre dépassement en s'appuyant sur ses seules ressources. Ces problèmes ont été discutés ailleurs (Lautrey, 1981, 1984, 1987) et leur analyse a conduit à leur chercher une solution dans le cadre d'un modèle pluraliste du développement cognitif.

La première partie de ce chapitre présente les grandes lignes de ce modèle et la seconde réunit quelques faits susceptibles de l'étayer. Les problèmes qui viennent d'être soulevés seront repris dans la discussion finale pour examiner si une conception pluraliste du développement est effectivement plus à même de leur apporter une solution.

A / Un modèle pluraliste du développement

Ce modèle part de l'hypothèse que tout sujet dispose d'une pluralité de processus susceptibles de remplir une fonction analogue en traitant des aspects différents de l'information disponible. Il situe dans cette pluralité, et dans les différentes sortes de relations entre processus qu'elle autorise, une des sources du développement cognitif et un des facteurs de différenciation des individus.

1 | LES RELATIONS ENTRE PROCESSUS DANS LE FONCTIONNEMENT COGNITIF

Le premier problème à résoudre, pour spécifier ce modèle, est d'éclaircir la nature des relations que peuvent entretenir des processus de traitement de l'information différents. Nous envisagerons successivement, d'un point de vue théorique, les relations de vicariance, de complémentarité et d'interaction. La vicariance et la complémentarité peuvent expliquer la variabilité intra- et interindividuelle des conduites, mais seule l'interaction peut rendre compte à la fois de la variabilité des conduites et du développement cognitif.

1.1. — La vicariance

Reuchlin (1978) parle de vicariance dans les situations où le sujet dispose de plusieurs processus, qui peuvent se substituer les uns aux autres dans l'élaboration d'une même réponse adaptative. La logique de cette relation de substitution est donc celle du « soit, soit ». Dans l'article cité, Reuchlin justifie de la façon suivante l'importance de la vicariance pour les organismes vivants : « Ce que l'on sait en biologie et spécialement en physiologie nerveuse permet sans doute de considérer que la vicariance, la redondance et donc d'une certaine façon le gaspillage sont des caractères présents dans toutes les modalités de reproduction et d'adaptation des organismes vivants, comme si les pressions sélectives s'étaient exercées en faveur des organismes mettant en œuvre les processus les plus fiables, même si ces processus sont plus coûteux. » Cette hypothèse renoue avec une longue tradition qui lie la psychologie différentielle à la théorie de l'évolution, mais elle donne de ce lien une interprétation différente de celle qui prévalait chez Galton. Concevoir l'évolution des espèces comme le résultat de la sélection des organismes les plus fiables, plutôt que comme le résultat de la sélection des « meilleurs », en un sens plus étroit, a en effet des conséquences importantes. Du point de vue de la théorie de l'évolution, cette conception permet d'expliquer que le processus de sélection ne réduit pas nécessairement le potentiel de variabilité des organismes. Du point de vue de la

psychologie différentielle, elle a pour conséquence de ne pas réduire les différences à des inégalités. Dans le texte cité, Reuchlin relie la vicariance aux différences individuelles de performance par un modèle formalisé, que l'on se contentera ici de résumer par les propositions suivantes :

- 1 / dans certaines situations, chaque individu disposerait de plusieurs processus pour élaborer sa réponse ;
- 2 / certains de ces processus seraient plus facilement évocables que d'autres ;
- 3 / la hiérarchie d'évocabilité des différents processus pourrait cependant être différente d'un individu à l'autre ;
- 4 / cette hiérarchie pourrait aussi être différente d'une situation à l'autre ;
- 5 / enfin, dans une situation donnée, tous ces processus ne seraient pas également efficaces.

Admettons, pour simplifier les choses, que le répertoire des sujets comporte deux processus, A et B. La proposition 2 introduit entre eux une hiérarchie qui, comme c'était le cas dans le modèle de hiérarchie d'habitudes de Maltzmann (1955), repose sur des probabilités d'évocation différentes de A et de B.

En posant que cette hiérarchie d'évocabilité peut être différente chez deux individus I1 et I2, la proposition 3 introduit une source de variabilité *interindividuelle* de la conduite. Il en résulte que, dans une même situation, le sujet I1 peut avoir recours au processus A et le sujet I2 au processus B. Ces « préférences » individuelles peuvent trouver leur source aussi bien dans l'expérience du sujet que dans des dispositions génétiques (le terme de « préférence » n'implique évidemment aucun choix conscient).

La proposition 4 introduit le rôle des situations dans la détermination des probabilités d'évocation des différents processus. Elle pose qu'une situation S1 peut solliciter davantage le processus A que le processus B, alors que ce peut être l'inverse pour une situation S2. Lorsque cette sollicitation l'emporte sur les préférences individuelles des sujets, tous utilisent le processus A en S1 et le processus B en S2. Il existe alors une variabilité *intra-individuelle* de la conduite, qui a la même allure chez tous les sujets : tous passent de l'utilisation du

processus A à celle du processus B lorsque la situation change de S1 à S2.

Jusqu'ici, les effets de la substitution d'un processus à un autre sur la performance n'ont pas été envisagés. En supposant que tous les processus n'ont pas la même efficacité dans une situation donnée, la proposition 5 implique une forme particulière de variabilité de la performance. Lorsque les préférences individuelles indiquées plus haut sont plus fortes que les sollicitations exercées par les situations, on doit observer un effet d'interaction entre les caractéristiques des sujets et celles des situations. Dans ce cas de figure, le sujet I1 maintient le processus A, et le sujet I2 le processus B, dans les deux situations, mais du fait que A est plus efficace en S1 et B en S2, l'ordre de leurs performances dans les deux situations est inversé. Ceci donne lieu à des *différences interindividuelles dans la variabilité intra-individuelle*. Cette forme particulière de différences individuelles se manifeste par une interaction non ordonnée entre les caractéristiques des sujets et celles des situations.

Les travaux de T. Ohlmann et de C. Marendaz sur les différences individuelles dans la perception de la verticale serviront à illustrer ce modèle de la vicariance entre processus. Les individus peuvent s'appuyer sur trois processus différents pour retrouver la verticale : ils peuvent traiter les informations extéroceptives recueillies en vision périphérique, les informations proprioceptives relatives à la position du corps, ou les informations en provenance de l'oreille interne sur la direction de la gravité. Le plus souvent, ces trois formes de traitement fournissent des informations concordantes et le sujet peut se contenter d'utiliser l'une d'entre elles. Il peut alors avoir tendance à évoquer préférentiellement l'un seulement de ces processus, y compris dans les situations où il n'est pas le plus efficace. C'est ce qui ressort de la corrélation négative entre les performances des sujets, selon qu'il s'agit de retrouver la verticale dans les tâches où le référentiel *visuel* est perturbé (par exemple en leur présentant une baguette à remettre à la verticale dans un cadre de référence qui est incliné) ou dans les tâches où le référentiel *gravitaire* est perturbé (par exemple en les plaçant dans une pièce centrifugée). Cette corrélation négative traduit l'interaction sujets * situations dont il a été question plus haut : ceux qui traitent préférentiellement les

informations visuelles font des erreurs d'ajustement importantes dans la première tâche, mais peu dans la seconde, tandis que ceux qui traitent préférentiellement les informations gravitaires présentent le pattern inverse (Ohlman, 1988, ce volume). Toutefois, ces recherches montrent aussi que lorsque la situation rend le processus le plus facilement évocable inutilisable, ou sollicite fortement un processus placé plus bas dans la hiérarchie d'évocabilité, le sujet est capable d'abandonner son mode de traitement préférentiel pour un autre, ce qui se traduit généralement par un temps de réponse plus long. C'est par exemple le cas lorsque des sujets préalablement identifiés comme s'appuyant préférentiellement sur le référentiel visuel sont placés dans une situation de léger déséquilibre postural, qui active le recours au référentiel gravitaire (voir Marendaz, 1989, ce volume).

Ce modèle de la vicariance entre processus a aussi reçu une confirmation expérimentale à travers les travaux de Marquer et Pereira (1987, 1988) sur les stratégies de vérification de l'adéquation entre une phrase et le dessin qu'elle décrit. Dans ce cas, les processus entre lesquels il peut y avoir vicariance au cours de la résolution du problème de comparaison sont ceux de codage, imagé ou verbal. Le « choix préférentiel » de l'un ou de l'autre aux différentes étapes du processus de comparaison paraît, là encore, caractériser les individus de façon assez stable.

1.2. — La complémentarité

Une pluralité de processus remplissant une fonction analogue fournit aussi au sujet le moyen de lever l'ambiguïté des informations qu'il capte sur son environnement. Un pattern d'expansion optique perçu en vision périphérique est l'indice d'un mouvement mais ne permet pas, à lui seul, de savoir s'il s'agit d'un mouvement du sujet ou d'un mouvement de son environnement. Les inconvénients de cette ambiguïté apparaissent nettement dans les expériences où des bébés sont placés dans une pièce construite de telle sorte que l'on puisse faire avancer un mur tout en laissant le plancher fixe. Lorsque le mur avance vers les bébés, ce qui donne lieu à la perception d'un pattern d'expansion optique, ceux-ci tombent à la ren-

verse. Le mouvement de compensation en arrière, qui dans le cas présent les fait chuter, est celui qui leur permet de garder l'équilibre lorsque le pattern d'expansion est l'indice de leur propre chute en avant (cf. Butterworth et Pope, 1983). L'ambiguïté que laisse subsister la perception visuelle, entre mouvement propre et mouvement de l'environnement, est dissipée ultérieurement en traitant conjointement les informations proprioceptives et extéroceptives sur le mouvement. Les unes et les autres remplissent une fonction analogue, sans que l'on puisse pour autant parler de vicariance. La suppression de l'ambiguïté exige qu'il y ait, à un certain niveau du traitement, mise en relation des informations tirées des deux processus et, pour cela, l'un et l'autre doivent être sollicités, séquentiellement ou en parallèle. La logique de la relation n'est plus ici celle du « soit, soit », mais celle du « et ». Bien que les différents processus remplissent la même fonction générale — renseigner sur le mouvement relatif entre sujet et environnement dans notre exemple — ils ne traitent pas la même information et l'organisme utilise ici l'avantage que cela présente pour lever l'ambiguïté que chacun, pris isolément, laisse subsister. Dans la mesure où, dans ce mode de fonctionnement, les différents processus ne sont pas substituables les uns aux autres, il ne s'agit plus d'une relation de vicariance, mais de complémentarité.

Ce qui avait trait à la hiérarchie d'évocabilité à propos de la relation de vicariance peut être transposé à la relation de complémentarité. La principale modification à introduire dans la formalisation de la vicariance proposée par Reuchlin, consiste à remplacer la quantification de la *probabilité* d'évoquer *soit* un processus, *soit* un autre, par la quantification des *pondérations* respectives attachées aux informations issues de l'un et l'autre des processus complémentaires. La reformulation, *modulo* cette modification, des cinq propositions avancées à propos de la vicariance conduit à attendre que les différences de pondération entre processus varient en fonction des sujets et des situations et que ceci donne lieu, pour les mêmes raisons, à des interactions sujets * situations dans la performance.

Il est vraisemblable que certains processus peuvent entretenir, selon les cas, des relations de vicariance ou de complémentarité. Les premières peuvent être suffisantes dans les

informations visuelles font des erreurs d'ajustement importantes dans la première tâche, mais peu dans la seconde, tandis que ceux qui traitent préférentiellement les informations gravitaires présentent le pattern inverse (Ohlman, 1988, ce volume). Toutefois, ces recherches montrent aussi que lorsque la situation rend le processus le plus facilement évocable inutilisable, ou sollicite fortement un processus placé plus bas dans la hiérarchie d'évocabilité, le sujet est capable d'abandonner son mode de traitement préférentiel pour un autre, ce qui se traduit généralement par un temps de réponse plus long. C'est par exemple le cas lorsque des sujets préalablement identifiés comme s'appuyant préférentiellement sur le référentiel visuel sont placés dans une situation de léger déséquilibre postural, qui active le recours au référentiel gravitaire (voir Marendaz, 1989, ce volume).

Ce modèle de la vicariance entre processus a aussi reçu une confirmation expérimentale à travers les travaux de Marquer et Pereira (1987, 1988) sur les stratégies de vérification de l'adéquation entre une phrase et le dessin qu'elle décrit. Dans ce cas, les processus entre lesquels il peut y avoir vicariance au cours de la résolution du problème de comparaison sont ceux de codage, imagé ou verbal. Le « choix préférentiel » de l'un ou de l'autre aux différentes étapes du processus de comparaison paraît, là encore, caractériser les individus de façon assez stable.

1.2. — La complémentarité

Une pluralité de processus remplissant une fonction analogue fournit aussi au sujet le moyen de lever l'ambiguïté des informations qu'il capte sur son environnement. Un pattern d'expansion optique perçu en vision périphérique est l'indice d'un mouvement mais ne permet pas, à lui seul, de savoir s'il s'agit d'un mouvement du sujet ou d'un mouvement de son environnement. Les inconvénients de cette ambiguïté apparaissent nettement dans les expériences où des bébés sont placés dans une pièce construite de telle sorte que l'on puisse faire avancer un mur tout en laissant le plancher fixe. Lorsque le mur avance vers les bébés, ce qui donne lieu à la perception d'un pattern d'expansion optique, ceux-ci tombent à la ren-

verse. Le mouvement de compensation en arrière, qui dans le cas présent les fait chuter, est celui qui leur permet de garder l'équilibre lorsque le pattern d'expansion est l'indice de leur propre chute en avant (cf. Butterworth et Pope, 1983). L'ambiguïté que laisse subsister la perception visuelle, entre mouvement propre et mouvement de l'environnement, est dissipée ultérieurement en traitant conjointement les informations proprioceptives et extéroceptives sur le mouvement. Les unes et les autres remplissent une fonction analogue, sans que l'on puisse pour autant parler de vicariance. La suppression de l'ambiguïté exige qu'il y ait, à un certain niveau du traitement, mise en relation des informations tirées des deux processus et, pour cela, l'un et l'autre doivent être sollicités, séquentiellement ou en parallèle. La logique de la relation n'est plus ici celle du « soit, soit », mais celle du « et ». Bien que les différents processus remplissent la même fonction générale — renseigner sur le mouvement relatif entre sujet et environnement dans notre exemple — ils ne traitent pas la même information et l'organisme utilise ici l'avantage que cela présente pour lever l'ambiguïté que chacun, pris isolément, laisse subsister. Dans la mesure où, dans ce mode de fonctionnement, les différents processus ne sont pas substituables les uns aux autres, il ne s'agit plus d'une relation de vicariance, mais de complémentarité.

Ce qui avait trait à la hiérarchie d'évocabilité à propos de la relation de vicariance peut être transposé à la relation de complémentarité. La principale modification à introduire dans la formalisation de la vicariance proposée par Reuchlin, consiste à remplacer la quantification de la *probabilité* d'évoquer *soit* un processus, *soit* un autre, par la quantification des *pondérations* respectives attachées aux informations issues de l'un et l'autre des processus complémentaires. La reformulation, *modulo* cette modification, des cinq propositions avancées à propos de la vicariance conduit à attendre que les différences de pondération entre processus varient en fonction des sujets et des situations et que ceci donne lieu, pour les mêmes raisons, à des interactions sujets * situations dans la performance.

Il est vraisemblable que certains processus peuvent entretenir, selon les cas, des relations de vicariance ou de complémentarité. Les premières peuvent être suffisantes dans les

situations habituelles, où un seul des processus du répertoire, le plus facilement évocable, permet une réponse suffisamment adaptée à la situation. Les secondes peuvent être mises en œuvre lorsqu'il se passe quelque chose d'inhabituel. Ceci pourrait être pris en compte en intégrant vicariance et complémentarité dans un même modèle, dont la logique des relations serait alors celle du « ou inclusif ». Une telle intégration ne devrait pas compliquer beaucoup la construction si, comme cela paraît vraisemblable, la hiérarchie des pondérations est la même que la hiérarchie d'évocabilité.

1.3. — *L'interaction*

Les relations de vicariance et de complémentarité, telles qu'envisagées plus haut, ne supposent aucune influence du déroulement d'un processus sur le déroulement d'un autre (dans la complémentarité, la comparaison de leurs *produits* suffit). Elles sont de ce fait compatibles avec la « modularité » des processus concernés, au sens que Fodor (1983/1986) donne à ce terme. Cet auteur établit en effet une distinction entre les caractéristiques des processus en jeu dans les systèmes périphériques (par ex. perception, langage) et celles des processus centraux. Les premiers seraient modulaires, c'est-à-dire spécialisés, automatiques et, surtout, informationnellement cloisonnés. Les processus centraux, quant à eux, ne seraient ni spécialisés ni informationnellement cloisonnés. Ils seraient, de ce fait, « cognitivement pénétrables », c'est-à-dire dépendants des croyances du sujet, de la représentation qu'il se fait de la situation, etc. D'où Fodor conclut que — contrairement aux processus modulaires — les processus centraux n'ont pas de propriétés susceptibles de donner lieu à une connaissance scientifique. Nous ne le suivrons pas dans sa conclusion. Toutefois, la distinction entre processus cloisonnés et non cloisonnés est intéressante, même si elle est sans doute plus relative que Fodor ne l'envisage, et elle nous sera utile pour définir une troisième forme de relation entre processus : l'interaction.

Alors que les processus de traitement en jeu dans les systèmes périphériques portent principalement sur l'information actuellement disponible, les processus centraux portent essen-

tiellement sur des représentations, c'est-à-dire sur des structures symboliques stockées en mémoire. Leurs caractéristiques sont donc largement dépendantes des propriétés des représentations sur lesquelles ils portent et, réciproquement, leur mise en œuvre est susceptible de modifier ces représentations. Cette dépendance mutuelle entre les processus centraux et les représentations sur lesquelles ils portent — d'où résulte leur pénétrabilité cognitive — ne signifie cependant pas qu'ils n'aient pas de propriétés, mais que celles-ci ne peuvent être étudiées indépendamment de celles des représentations. Ceci ouvre la possibilité d'autres relations entre processus que celles déjà envisagées (ce qui ne veut pas dire que cette possibilité soit toujours utilisée : qui peut le plus peut le moins). Les représentations peuvent en effet jouer ici un rôle de médiation, par l'intermédiaire duquel des processus remplissant une fonction analogue peuvent entrer en interaction.

Désignons à nouveau par A et B deux processus distincts susceptibles d'être évoqués pour résoudre un même problème. Nous conviendrons de parler d'interaction lorsque la substitution de B à A, ou l'évocation de A en complémentarité avec B, rend le déroulement de B différent de ce qu'il aurait été s'il n'avait été précédé, ou accompagné, de A. L'influence de A sur B passe par la médiation de la représentation sur laquelle l'un et l'autre opèrent. Celle-ci peut en effet affecter B par l'intermédiaire de la trace durable qu'elle conserve, de réorganisations provoquées par l'intervention de A. La réciproque peut être dite de l'effet en retour du déroulement de B sur celui de A. Ainsi définie, l'interaction entre processus amorce une dynamique dans laquelle ni les processus A et B, ni la représentation de la situation sur laquelle ils opèrent ne sont les mêmes à l'instant T et à l'instant T + 1. En d'autres termes, cette forme d'interaction est auto-organisatrice et donc source de développement. A la différence de la vicariance et de la complémentarité, cette forme de relation entre processus ne peut être caractérisée par un connecteur de la logique classique. Il faudrait, pour en rendre compte, faire intervenir le déroulement temporel dans la logique du « ou inclusif » : lorsque B est substitué à A, il n'est plus exactement le même que ce qu'il était avant le déroulement de A.

A nouveau, les considérations sur les différences dans la

hiérarchie d'évocabilité ou dans celle des pondérations peuvent être transposées. La hiérarchie d'évocabilité joue lorsque l'interaction est séquentielle : évoquer d'abord A ou d'abord B peut donner une allure différente au résultat de l'interaction, et la probabilité de l'une ou l'autre séquence est fonction des sujets et des situations. La hiérarchie des pondérations joue lorsque l'interaction a lieu entre des processus intervenant en parallèle : le résultat du processus d'auto-organisation peut varier selon que le sujet, ou la situation, confère un poids plus grand aux informations issues de l'un ou de l'autre de deux processus opérant en parallèle. Les différences individuelles dans la hiérarchie d'évocabilité ou de pondération peuvent prendre leur source dans des différences environnementales ou génétiques, mais aussi dans des « bifurcations » engendrées par des fluctuations aléatoires (utiliser plusieurs fois de suite, par hasard, l'un de deux processus équiprobables peut suffire à augmenter sa probabilité d'évocation ultérieure).

2 | LE MODÈLE PLURALISTE DU DÉVELOPPEMENT COGNITIF ET LES HYPOTHÈSES QUI EN DÉCOULENT

L'interaction entre processus est au centre du modèle de développement cognitif esquissé dans ce chapitre. Telle qu'elle a été définie, elle intègre une sixième proposition aux cinq discutées à propos des relations de vicariance et de complémentarité : lorsque les processus en jeu sont cognitivement pénétrables, ils peuvent interagir par la médiation de la représentation sur laquelle ils opèrent et cette interaction enclenche une dynamique auto-organisatrice.

Les cinq premières propositions rendent compte des différences individuelles en les intégrant dans le cadre des lois générales du fonctionnement cognitif : tous les individus disposent du même répertoire de processus, mais la façon dont ceux-ci entrent en relation dans le fonctionnement cognitif engendre une variabilité des conduites, notamment par le truchement de la probabilité d'évocation, ou de la pondération qui leur est attachée. La sixième proposition rend compte de certains aspects du développement cognitif. La greffe de cette

dernière proposition sur les cinq autres fait reposer sur une même base — la pluralité des processus — l'explication des différences individuelles et celle du développement.

Ce modèle ne vise évidemment pas à expliquer l'ensemble du développement cognitif. Il est clair que d'autres facteurs, la maturation par exemple, doivent aussi être pris en compte pour expliquer l'apparition de conduites nouvelles à un moment donné. Il tente plutôt de rendre compte de l'aspect auto-organisateur du fonctionnement cognitif. Il ne vise pas non plus à expliquer l'ensemble des différences individuelles, mais surtout celles qui existent dans la forme de la variabilité intra-individuelle de la conduite en fonction des situations. Ces limitations étant précisées, ce modèle permet de formuler quelques hypothèses susceptibles d'être mises à l'épreuve. Il suppose notamment que l'on puisse mettre en évidence, au niveau des processus centraux également :

- 1 / une pluralité de processus susceptibles de remplir une fonction analogue ;
- 2 / une variabilité interindividuelle à situation constante et une variabilité intra-individuelle entre les situations, qui puissent l'une et l'autre être rattachées à l'utilisation de processus différents (par des individus différents dans une même situation ou par un même individu dans des situations différentes).

En outre, à ce niveau d'intégration, le caractère auto-organisateur de l'interaction laisse aussi attendre :

- 3 / un développement lorsque différents processus remplissant une fonction analogue entrent en interaction ;
- 4 / des cheminements différents chez des individus différents au cours du développement cognitif. Il s'agit là de la transposition, dans la dynamique du développement, de l'interaction sujets * situations qui a été décrite à propos de la vicariance et de la complémentarité.

*B / Quelques éléments de validation
du modèle : l'exemple de la formation
de concepts*

L'objectif de cette seconde partie est de réunir quelques faits de nature à illustrer et à étayer les hypothèses énoncées ci-dessus, en limitant les exemples au domaine de la formation de concepts. Un concept sera ici défini comme une catégorie mentale d'objets vis-à-vis desquels le sujet se comporte de la même manière, par exemple en les désignant par un même mot.

1 | LA PLURALITÉ DES PROCESSUS CENTRAUX

La première étape consistera à vérifier qu'on trouve, au niveau central également, une pluralité de processus susceptibles de remplir une même fonction. Dans le cadre de l'exemple retenu, il s'agira de montrer que plusieurs processus peuvent conférer une cohérence psychologique à une catégorie mentale d'objets.

1.1. — *Formation de concepts
et formation de catégories taxonomiques
ou de classes logiques*

Les recherches sur la formation de concepts se sont longtemps cantonnées à l'étude du processus d'abstraction par lequel les sujets isolent les propriétés communes des objets pour les catégoriser. Un objet est alors un représentant d'un concept s'il possède les propriétés nécessaires et suffisantes à la définition de la catégorie mentale correspondante en « intension » (compréhension). Nous conviendrons d'appeler « taxonomiques » les catégories ainsi formées. La formation d'un système conceptuel suppose en outre que ces catégories soient articulées dans une relation d'inclusion. Nous conviendrons de parler de classes logiques lorsque cette condition est remplie. Piaget et Inhelder (1959) ont étudié la genèse de la relation d'inclusion en inter-

rogeant les enfants sur les rapports entre l'extension de la classe emboîtante B (par exemples les fleurs) et celle des sous-classes A et A' qui la composent (par exemple les marguerites et les roses). Ils ont attribué l'erreur des enfants les plus jeunes, qui répondent qu'il y a plus de A que de B (plus de marguerites que de fleurs), à leur incapacité de conserver la représentation du tout B (les fleurs) lorsqu'ils pensent à la partie A (les marguerites) pour la lui comparer. L'expression « les fleurs » ne renverrait alors, chez ces enfants, qu'à ce qui reste lorsqu'on a retiré les marguerites, c'est-à-dire les roses, et leur comparaison ne porterait en fait que sur les extensions des A et des A'. Leur incapacité de conserver la représentation du tout (B) lorsqu'ils pensent à la partie (A) viendrait de ce qu'ils ne sont pas encore capables de coordonner la dissociation qui permet de « penser » l'extension des marguerites ($A = B - A'$), et la réunion qui permet de « penser » l'extension des fleurs ($B = A + A'$). La réussite des enfants plus âgés, qui répondent correctement qu'il y a plus de B que de A, s'expliquerait par le fait qu'ils sont devenus capables de coordonner ces deux actions intériorisées au sein d'une même structure cognitive. Dans le cadre de cette conception, la cohérence psychologique de la représentation de la classe repose donc sur une opération logique.

Dans la dernière décennie, les problématiques et les idées sur la formation de concepts se sont beaucoup renouvelées grâce à des recherches dans lesquelles les processus de catégorisation ont été étudiés à propos d'objets naturels, de situations habituelles. Ces nouvelles approches ont montré, entre autres, que la cohérence psychologique d'une catégorie d'objets peut reposer sur d'autres processus d'abstraction que celui étudié par Piaget.

1.2. — *Formation de concepts et formation de prototypes*

Les travaux d'Eleanor Rosch et ceux qu'elle a inspirés (cf. Dubois, 1986 ; Rosch, 1978 ; Rosch et Mervis, 1981 pour une revue) sont sans doute les plus caractéristiques de cette évolution. En étudiant la catégorisation d'objets naturels, Rosch a pu mettre en évidence des processus qui n'étaient guère sollicités par les situations de laboratoire. Les attributs

des objets artificiels généralement utilisés dans ces situations (par ex. couleur, taille, forme de blocs logiques) sont indépendants, alors que ceux des « objets » naturels sont souvent corrélés : si un animal a un bec, il y a de fortes chances qu'il ait aussi des plumes et des ailes. Ces corrélations entre attributs présentent un intérêt considérable du point de vue de l'adaptation du sujet à son environnement car, connaissant une propriété quelconque d'un objet, il peut en inférer quantité d'autres. Sa catégorisation des objets a donc tout intérêt à refléter les discontinuités que forment, dans son environnement, ces agrégats d'informations corrélées. Selon Rosch, les caractéristiques du processus de catégorisation qu'elle a mis en évidence à propos des objets naturels sont dictées par deux sortes de contraintes : celles qui sont liées à la recherche de ces avantages adaptatifs, et celles qui tiennent à des nécessités d'économie cognitive. Pour satisfaire au mieux aux exigences adaptatives, le sujet aurait intérêt à constituer les catégories qui permettent de généraliser le plus grand nombre possible de propriétés. Ceci impliquerait qu'il constitue un grand nombre de catégories très spécifiques. Les limites de ses capacités de mémoire et le coût du traitement cognitif lui imposent au contraire de ne retenir qu'un minimum de catégories, ce qui impliquerait que celles-ci soient très générales et ne permettrait donc d'inférer qu'un petit nombre de propriétés. Le processus décrit par Rosch concilie au mieux ces contraintes contradictoires par l'abstraction d'un prototype, qui peut être défini comme le représentant, existant ou fictif, ayant le maximum d'attributs communs avec les autres membres de la catégorie considérée et le minimum d'attributs communs avec les catégories contrastives. Contrairement au processus d'abstraction décrit par Piaget, celui-ci n'isole pas des propriétés nécessaires et suffisantes à la définition de la catégorie, mais préserve la similitude globale qui résulte des covariations d'attributs. L'appartenance d'un exemplaire nouveau est jugée en fonction de son « air de famille » avec le prototype de la catégorie. La cohérence psychologique d'une catégorie mentale est ici fonction de la proximité de chacun des exemplaires par rapport au point de référence que constitue le prototype. En d'autres termes, elle est fonction du degré de « typicalité » de ses membres.

1.3. — *Formation de concepts et formation de schémas : scripts et scènes*

Les idées sur la formation des concepts ont aussi été renouvelées par les recherches sur la représentation des événements de la vie quotidienne ou des scènes familiales. Pour décrire l'organisation des connaissances propre à cette forme de représentation, ces recherches se sont inspirées de modèles nés à la jonction de la psychologie et de l'intelligence artificielle : les « scripts » (Schank et Abelson, 1977), les « scènes » (Mandler, 1979, 1983), les uns et les autres pouvant être considérés comme des cas particuliers de « shemata » ou « schema » (Rumelhart, 1980). Tous ces modèles ont une organisation hiérarchique analogue à celle qui existe entre un programme et des sous-programmes : les composantes d'un script ou d'une scène sont elles-mêmes des scripts ou des scènes. La différence essentielle entre ces deux formes de représentation est que la structure des scripts est principalement dictée par le déroulement temporel, tandis que celle des scènes est principalement dictée par l'organisation spatiale.

La notion de script peut être illustrée avec l'exemple, cent fois repris, de Schank et Abelson (1977) sur le déroulement des événements auquel quelqu'un s'attend lorsqu'il va au restaurant : entrer, commander, consommer, payer et repartir. Chacun de ces événements est lui-même un script emboîté dans celui du restaurant : commander consiste à demander la carte, choisir parmi les plats possibles, indiquer le résultat au garçon. Cette structuration de la représentation reflète de façon économique l'enchaînement habituel des événements dans cette circonstance. Par conséquent, le script engendre, à chaque articulation de son déroulement linéaire, des attentes permettant d'assigner des valeurs par défaut à tous les événements qui ne sont pas explicitement spécifiés.

Dans les scènes, la structuration repose sur les relations spatiales entre objets. A cette différence près, ce qui vient d'être dit de la structuration hiérarchique de la représentation des événements peut être transposé. Une maison est habituellement composée de murs, d'une porte, de fenêtres, d'un toit, placés dans une certaine disposition spatiale les uns par rapport aux autres. Le changement de ces éléments, ou de leur disposition,

compromet la cohérence du tout. Chaque élément de la scène est lui-même une scène : la fenêtre comporte habituellement des vitres, des rideaux, une poignée, etc. Là également, l'organisation de la représentation permet d'assigner des valeurs par défaut aux éléments qui ne sont pas spécifiés. Un simple carré placé au bon endroit dans la scène de la maison sera interprété comme une fenêtre, alors qu'il serait nécessaire de le doter de carreaux et de rideaux pour qu'il prenne cette signification en dehors de cette scène.

Les études développementales ont montré que ces formes d'organisation de la représentation étaient élaborées de façon assez précoce. La différence essentielle entre ces structures cognitives et celles décrites par Piaget tient à ce que l'organisation des premières s'appuie sur les relations spatio-temporelles tandis que l'organisation des secondes s'en extrait. Néanmoins les scripts et les scènes peuvent aussi, à partir de la structuration qui leur est propre, conférer une certaine cohérence psychologique à des ensembles d'objets. Ceci ressort très clairement des travaux de K. Nelson (1983, 1985a, 1985b) sur le rôle des scripts dans la formation de concepts. Ce rôle s'appuie sur la double organisation des scripts, que Nelson rapproche de la double organisation — syntagmatique/paradigmatique — du langage. L'organisation linéaire du script (par ex. monter sur la chaise → mettre la bavette → manger → être nettoyé → descendre de la chaise) est comparable à l'organisation syntagmatique du langage (sujet → verbe → complément). Comme dans le langage, une relation paradigmatique se greffe sur cette organisation syntagmatique, du fait que différents objets peuvent être substitués les uns aux autres, sans altérer la structure du script, à chacune des étapes de son déroulement. Par exemple, différents mets peuvent clôturer le repas : gâteaux, crèmes, glaces, etc. La catégorie « dessert » trouve alors son origine dans le fait que ces différents mets, qui n'ont pourtant aucune ressemblance perceptive, peuvent se « brancher » au même endroit, dans le même *slot*, du script du repas. En suivant la terminologie adoptée par Fivush (1987), nous conviendrons d'appeler « thématiques » les catégories dont l'organisation repose sur la structure syntagmatique du script (par ex. chaise haute, bavette, cuiller et crème glacée) et « fonctionnelles » celles

dont l'organisation repose sur la structure paradigmatique du script (par ex. gâteau, crème au chocolat, glace, etc.). La cohérence psychologique des premières vient de ce qu'elles regroupent des objets faisant partie d'une séquence d'événements dont chacun dépend du précédent et conditionne le suivant, tandis que celle des secondes vient de ce qu'elles regroupent des objets remplissant une même fonction dans le script et étant, de ce fait, substituables les uns aux autres.

Tout comme les catégories fonctionnelles dérivent des scripts par la relation de substitution, on peut imaginer des catégories dérivant des scènes. La substitution n'aurait plus lieu ici entre des objets remplissant la même *fonction* à une étape donnée d'un script, mais entre objets occupant la même *position* à un endroit donné d'une scène. A notre connaissance, de telles catégories (positionnelles ?) n'ont pas été étudiées en tant que telles, mais les « collections » (Markman, 1983 ; Markman et Callanan, 1984 ; Markman et Seibert, 1976) pourraient être envisagées sous cet angle. Markman appelle « collections » les référents désignés par un nom collectif, par exemple la forêt, la pile, l'armée. L'organisation de la représentation d'une collection pourrait être assimilée à celle d'une scène si la « forêt » de Markman comprenait non seulement des arbres, mais aussi le chemin qui serpente sous les arbres, les feuilles mortes, etc. Toutefois, sans que ce choix soit explicite, cet auteur utilise toujours, dans ses expériences avec les enfants, des collections faites d'objets homogènes : seulement des arbres pour la forêt, seulement des soldats pour l'armée, etc. C'est-à-dire des objets qui peuvent être substitués les uns aux autres pour occuper une même place dans la scène : on ne détruit pas la forêt en substituant des sapins aux chênes, mais on la détruirait en substituant des feuilles mortes aux arbres. On peut donc admettre que, dans le cas des collections, la cohérence psychologique du tout repose — comme dans le cas des catégories fonctionnelles — sur une relation de substitution, dont le cadre est ici spatial plutôt que temporel.

Revenons maintenant à l'exemple de l'ensemble de fleurs présenté à l'enfant dans le problème d'inclusion. Les différents processus qui viennent d'être passés en revue peuvent tous contribuer à conférer à la représentation de cet ensemble une cohérence psychologique qui en assure la conservation

lorsqu'il est comparé à une de ses parties. Cette cohérence peut être obtenue en isolant les propriétés communes des éléments et en les combinant par un raisonnement logique, ou en s'appuyant sur la similitude globale de chacun des éléments avec un prototype, ou encore en tirant parti du fait que tous les éléments sont substituables dans un même script (pour les enfants des villes par exemple, aller chez le fleuriste, choisir des fleurs, payer, ensuite les offrir à quelqu'un) ou dans une même scène (on peut les voir dans le même vase ou dans le même parterre).

2 | PLURALITÉ DES PROCESSUS ET DÉVELOPPEMENT

Le second problème est de préciser comment ces différents processus interagissent au cours du fonctionnement cognitif et en quoi cette interaction engendre un développement.

Il faut commencer par distinguer deux sortes de représentations parmi celles qui viennent d'être passées en revue. Les unes, que nous conviendrons d'appeler « analogiques », conservent un certain isomorphisme avec les caractéristiques spatio-temporelles des situations perçues, tandis que les autres, dites « propositionnelles », sont plus abstraites. Il n'est pas possible de détailler ici les différents points sur lesquels diffèrent ces deux formes de représentations. Elles ont surtout été opposées dans le cadre de la controverse sur l'image mentale (voir par ex. Kosslyn, 1981 et Pylyshyn, 1981) mais il a paru possible de généraliser cette opposition à propos de la représentation des concepts en mémoire sémantique (cf. Lautrey, 1987). Nous nous appuyons pour cela sur une distinction suggérée par Palmer (1978), selon qui ces deux formes de représentation diffèrent du point de vue du statut de leurs propriétés. Ces dernières seraient intrinsèques aux représentations analogiques, tandis qu'elles devraient être spécifiées de façon extrinsèque dans l'élaboration des représentations propositionnelles.

Les scripts, les scènes et les prototypes sont des exemples de représentations analogiques. Dans la genèse d'un script, le sujet ne commence pas par se représenter des événements indépendants pour spécifier ensuite, entre les symboles correspondants, des relations d'ordre extrinsèques à cette représen-

tation. L'isomorphisme entre le déroulement temporel du script et celui des événements représentés fait que la représentation de la relation d'ordre temporel est intrinsèque au script. Elle n'a pas à être spécifiée, en tant que telle, dans la représentation. Le déroulement du script, lors de son évocation, la restitue. La formation d'un prototype ne commence pas davantage par la représentation d'attributs isolés entre lesquels il faudrait ensuite spécifier des relations de covariation. Celles-ci sont intrinsèques au prototype dès lors que la similarité globale qu'il conserve reflète les cooccurrences entre attributs. Il apparaît dans ces exemples que le statut intrinsèque des propriétés de la représentation est lié à leur caractère holistique : c'est ici le tout (script, scène, prototype) qui est premier et le découpage d'événements ou d'attributs dans ces totalités est plutôt l'aboutissement du fonctionnement cognitif que son point de départ (cf. Nelson, 1983 ; Rosch, 1983).

Les catégories taxonomiques et les classes logiques (ces dernières étant considérées comme la forme la plus élaborée des catégories taxonomiques) sont au contraire des exemples de représentations propositionnelles. Leur élaboration suppose que certaines caractéristiques des objets soient d'abord isolées et que les relations entre les symboles qui les représentent soient ensuite spécifiées de façon extrinsèque à ces symboles. Ici, c'est la partie (événement, attribut, etc.) qui est première et l'unité élémentaire de la représentation est une proposition abstraite, exprimant une relation entre deux symboles. La correspondance entre la représentation et le référent ne repose dans ce cas sur aucun isomorphisme : elle est arbitraire.

Notre hypothèse est qu'une des sources du développement réside dans l'interaction de ces deux modes de représentation et de traitement. Le traitement propositionnel permet d'élaborer des représentations décomposables, en spécifiant de façon contrôlée des relations vérifiables. Mais si le sujet ne pouvait s'appuyer que sur ce mode de traitement des informations, le moindre problème nouveau provoquerait chez lui des « explosions combinatoires » fort préjudiciables à son adaptation. Parmi les différentes caractéristiques de la situation qu'il est capable d'isoler, laquelle faut-il relier à quelle autre et par quelle relation ? Parmi les multiples actions de son répertoire auxquelles il peut recourir, laquelle choisir et à quelle

autre la coordonner ? Toutes ces combinaisons ne peuvent être essayées. Le mode de traitement propositionnel ne peut donc être efficace que s'il est guidé, canalisé, par des heuristiques ramenant le problème à des dimensions traitables. Les attentes engendrées par le mode de représentation et de traitement analogique nous paraissent remplir cette fonction. Dans le domaine de la formation de concepts, les propriétés intrinsèques à ces représentations, scripts, scènes ou prototypes, permettent au sujet d'assigner des valeurs par défaut — qui ne sont que des valeurs probables — à des relations qu'il serait autrement incapable de spécifier. En ce sens, les représentations analogiques guident le traitement propositionnel. Mais le traitement propositionnel, au développement duquel elles ont contribué (par ex. en fournissant un modèle mental des relations d'ordre), les restructure à son tour. Il permet d'isoler les propriétés pertinentes de celles qui ne le sont pas et de les articuler dans des représentations décomposables. Ces représentations restructurées peuvent à leur tour alimenter le mode de traitement analogique, etc. En somme, un des processus guide l'autre, qui lui-même le contrôle, tous deux formant ainsi une boucle auto-organisatrice. Une discussion plus approfondie de la « hiérarchie enchevêtrée » (cette expression est empruntée à Hofstadter, 1979/1985) que forment ces deux modes de traitement pourra être trouvée ailleurs (Lautrey, 1987).

L'interaction qui vient d'être décrite laisse attendre que la sollicitation d'un des deux modes de traitement puisse faciliter l'émergence de conduites que l'autre ne suffisait pas à structurer. En revenant une nouvelle fois sur la résolution du problème d'inclusion, on trouve quelques exemples de faits compatibles avec cette hypothèse. En faisant varier systématiquement le degré de typicalité des objets à propos desquels le problème d'inclusion est posé, Carson et Abrahamson (1976) ont montré que la réussite est plus précoce lorsque les membres des sous-classes en présence sont jugés typiques de la classe que lorsqu'ils le sont moins. Un très net effet facilitateur est aussi obtenu par Markman (1978) lorsque la classe emboîtante est désignée par un terme qui réfère à une collection (par ex. la forêt) plutôt qu'à une classe (par ex. les arbres). La cohérence psychologique conférée à la classe en accroissant la pondération accordée au traitement analogique (par la manipulation du

degré de typicalité dans un cas et de l'appartenance partitive dans l'autre), modifie le déroulement du processus de comparaison des extensions de la classe et de la sous-classe. Cet effet correspond à la définition qui a été donnée plus haut de l'interaction entre processus : par la transformation qu'elle opère sur la représentation, l'évocation du processus A modifie le déroulement du processus B.

Ces faits doivent être resitués dans l'ensemble de ceux qui ont conduit à mettre en question le statut « logique » du raisonnement par lequel les enfants de 7-8 ans réussissent le problème d'inclusion. Plusieurs auteurs ont en effet défendu l'idée que cette réussite repose sur la comparaison de représentations disjointes de collections correspondant l'une à la classe et l'autre à la sous-classe, plutôt que sur une opération logique d'inclusion (cf. Bideaud, 1985 ; Bideaud et Lautrey, 1983 ; Lautrey et Bideaud, 1985 ; Markman, 1978 ; Voelin, 1976). Le processus par lequel les sujets passeraient de cette résolution, encore largement appuyée sur des représentations analogiques, à une résolution logique, fait actuellement l'objet de recherches qui ne peuvent être décrites ici (cf. par ex. Barrouillet, 1989 ; Bideaud, 1988 ; Houdé, 1989 ; Lautrey, 1987 ; Lautrey et Bideaud, 1985).

3 | PLURALITÉ DES PROCESSUS ET DIVERSITÉ DES CONDUITES

Le modèle pluraliste laisse par ailleurs attendre que la hiérarchie d'évocabilité, ou de pondération, des modes de traitement analogique et propositionnel puisse être différente chez des individus différents. S'il en est bien ainsi, on devrait observer une variabilité inter- et intra-individuelle des conduites de catégorisation. Mais en outre, du fait que l'interaction de ces deux modes de traitement est de nature à amorcer une dynamique de développement, celle-ci devrait donner lieu à des cheminements différents chez des sujets différents.

3.1. — Variabilité inter- et intra-individuelle des conduites de catégorisation

Carbonnel (1978, 1979, 1982) a montré que lorsqu'on demande à des enfants d'une dizaine d'années de classer des

objets pouvant se prêter aussi bien à la formation de catégories thématiques que de catégories taxonomiques (qu'il appelle respectivement « classes collectives » et « classes ensemblistes »), on observe des différences individuelles dans le choix de l'un ou l'autre mode de catégorisation. Une des situations, par exemple, consiste à présenter dans le désordre une locomotive, des wagons, une gare, un camion, une voiture, une moto, etc., certains de ces objets étant peints en rouge, d'autres en noir, etc., en demandant aux sujets de « mettre ensemble les objets qui vont le mieux ensemble, qui se ressemblent le plus, qui sont un peu pareils ». Dans cette situation, une partie des enfants regroupe les objets qui font habituellement partie d'une même « scène » (par ex. « la gare » / « la route »), tandis que d'autres mettent ensemble ceux qui ont une propriété commune (par ex. « les rouges » / « les noirs », ou « ceux qui roulent » / « ceux qui ne roulent pas »). Ohlmann et Carbonnel (1983) ont cherché à savoir si cette préférence était liée au style cognitif dit de « dépendance-indépendance à l'égard du champ » (DIC). Leur hypothèse était que les sujets les plus « indépendants du champ », connus pour leur plus grande facilité à déstructurer et restructurer les configurations auxquelles ils sont exposés (cf. Huteau, 1987), feraient plus souvent des catégories taxonomiques que les sujets les plus dépendants (le degré de DIC était évalué par le test qui consiste à remettre à la verticale une baguette présentée dans un cadre incliné). Dans la mesure où, dans cette situation, la première catégorisation était assez massivement thématique (62 % de classes thématiques et 19 % de classes taxonomiques), on demandait aux enfants, après cette première catégorisation, de classer « autrement ». La relation attendue avec le style cognitif est bien trouvée, mais seulement pour le second classement, et uniquement chez les *filles*. Dans cette expérience, la catégorie thématique sollicitée par les objets était « la gare ». Ohlmann (1982) l'a répliquée en donnant cette fois-ci des objets sollicitant la catégorie thématique « maison » (bloc-cuisine, assiette, chaise, table, etc.). Il a retrouvé la relation attendue, à nouveau plus marquée pour le second classement, mais cette fois-ci uniquement chez les *garçons*. Ce résultat curieux s'explique assez facilement dans le cadre du modèle esquissé plus haut. On peut considérer que chez les enfants de cet âge, ces situations solli-

citent davantage le processus de catégorisation thématique, et d'autant plus fortement que les objets présentés relèvent de scènes ou de scripts correspondant à leurs jeux habituels (la « gare » chez les garçons et la « maison » chez les filles). La demande de classer « autrement » renforce suffisamment la probabilité d'évocation du processus de catégorisation taxonomique pour que puissent s'exprimer des préférences individuelles allant dans ce sens, mais celles-ci ne l'emportent cependant que lorsque les objets n'évoquent pas les scènes les plus familières. Ces faits traduisent bien l'existence d'une variabilité interindividuelle à situation constante (lors de la seconde classification, la hiérarchie d'évocabilité des deux processus est différente selon les groupes et les individus) et d'une variabilité intra-individuelle (les sujets peuvent — plus ou moins facilement — passer d'un processus à l'autre lorsque la situation change).

Des phénomènes analogues sont observés dans les situations où le sujet peut catégoriser soit en s'appuyant sur la similitude globale par rapport à un prototype, soit en isolant un attribut jugé nécessaire et suffisant (cf. Kemler-Nelson, 1984 ; Ward et Scott, 1987 ; Sugimura et Inoue, 1987). Dans ces recherches, les sujets doivent classer des dessins de visages qui ont été construits de telle sorte qu'ils aient un air de famille avec l'un ou l'autre de deux prototypes. Des item-tests judicieusement choisis permettent de distinguer les sujets qui mettent en œuvre un processus « holistique », prenant en compte l'ensemble des attributs (cheveux, yeux, nez, etc.) sans qu'aucun soit nécessaire ni suffisant, de ceux qui ont recours à un processus « analytique » pour isoler un attribut définitoire de la catégorie. On trouve ici aussi une variabilité interindividuelle importante dans la préférence pour l'un ou l'autre processus à situation constante. Mais, là encore, des variations de la situation peuvent modifier la hiérarchie d'évocabilité des deux processus. Par exemple, la fréquence d'utilisation du processus analytique augmente lorsque la catégorisation est faite de façon intentionnelle, tandis qu'elle diminue au profit du processus holistique lorsque la catégorisation est incidente (cf. Kemler-Nelson, 1984).

Le modèle faisant de l'interaction entre traitement analogique et traitement propositionnel une source d'auto-organi-

sation de la conduite implique qu'aux différents moments du développement, l'un et l'autre soient présents dans le répertoire du sujet (sous des formes qui elles-mêmes évoluent). Toutefois, leur pondération dans le fonctionnement cognitif peut changer au cours du développement. Il semble que le traitement analogique soit prépondérant au début du développement et que le traitement propositionnel le devienne plus tard, du moins dans une culture comme la nôtre. On trouve par exemple qu'avec l'âge, et à situation constante, la fréquence d'utilisation du processus de catégorisation holistique diminue au profit de celle du processus analytique (Kemler, 1983). Mais la prépondérance d'un processus à un âge donné ne permet pas de conclure, sans autre forme de procès, que les autres ne sont pas disponibles. La catégorisation sous forme de collections figurales chez les enfants de 3 ou 4 ans est un autre exemple de la prépondérance du traitement analogique au début du développement (les collections figurales correspondent aux « scènes » dont il a été question plus haut), mais cela n'implique pas forcément, comme le pensait Piaget, que les enfants de cet âge soient incapables de classer en fonction de propriétés communes. Les résultats d'une expérience de Markman (1981), dans laquelle la manipulation de la situation modifie la hiérarchie d'évocabilité des deux processus, sont de nature à étayer ce point de vue. Des enfants de 3 et 4 ans doivent classer les mêmes ensembles d'objets (meubles, véhicules, personnages, arbres) dans deux conditions : sur des feuilles de papier disposées sur la table, ou dans des sacs en plastique transparents. Le rangement des objets dans des sacs au fur et à mesure du classement réduit en effet la prégnance des configurations qu'ils forment lorsqu'ils sont placés sur la table (et la transparence des sacs évite néanmoins aux enfants d'avoir à mémoriser ce qu'ils ont mis dans chacun). Dans cette seconde condition, les enfants de 4 ans font significativement plus de catégories fondées sur les propriétés communes que de collections figurales.

3.2. — *Les différences de cheminement au cours du développement cognitif*

Replacée dans la dynamique du développement, l'interaction sujets * situations, qui a été décrite à propos des pro-

cessus vicariants, laisse attendre des différences de cheminement dans le développement des connaissances. Selon qu'ils évoquent préférentiellement l'un ou l'autre de deux processus dont l'interaction amorce une dynamique auto-organisatrice, les sujets devraient maîtriser dans un ordre différent les situations dans lesquelles ces processus ne sont pas également efficaces. L'hypothèse de cheminements différents a déjà été avancée par Longeot (1978) dans le cadre de sa tentative de rapprochement de la conception piagétienne et de la conception factorialiste de l'intelligence. Pour que cette hypothèse reste néanmoins compatible avec le modèle piagétien des stades, Longeot limitait ces cheminements différents à la période de préparation d'un stade et les faisait converger vers une voie unique dans la période d'achèvement de ce stade. Nous n'envisageons pas, pour notre part, de limitation de cet ordre.

Nous n'avons pas trouvé, dans les recherches sur le développement des capacités de catégorisation, d'exemple susceptible d'étayer l'hypothèse de cheminements différents. On pourra par contre en trouver une illustration dans les résultats d'une recherche sur les différences dans la forme du développement cognitif évalué avec un ensemble de tâches piagésiennes (cf. Lautrey, de Ribaupierre et Rieben, 1986). L'application de l'analyse des correspondances aux données de cette recherche a permis de montrer que certains sujets présentaient une avance cohérente dans la maîtrise des tâches du domaine logique par rapport à celles du domaine infralogique, tandis que d'autres présentaient le pattern inverse. On sait que Piaget appelait « logiques » les opérations portant sur les relations entre objets discrets (le domaine « logique » est donc celui du discontinu) et « infralogiques » les opérations portant sur les relations entre les parties d'un même « objet » (le domaine « infralogique » est donc celui du continu). Cette distinction peut être rapprochée de celle qui a été faite plus haut entre traitement propositionnel et traitement analogique, dans la mesure où on peut supposer le premier plus efficace dans le domaine du discontinu (puisque les éléments entre lesquels le sujet doit établir des relations sont déjà distincts) et le second plus efficace dans le domaine du continu (puisque les relations entre les parties, spatiales par exemple, peuvent être intrinsèques à la représentation du tout).

C / Discussion

Le modèle de fonctionnement et de développement qui vient d'être esquissé met l'accent sur la pluralité des processus et sur la nature des relations (vicariance, complémentarité, interaction) qu'ils entretiennent dans le fonctionnement cognitif. Il est universel dans la mesure où le répertoire de processus est identique pour tous les sujets. Il est aussi différentiel dans la mesure où la hiérarchie d'évocabilité ou de pondération de ces processus est variable selon les groupes ou les individus. Il fait de l'interaction des processus, et plus particulièrement des modes de traitement analogique et propositionnel, une des sources du développement cognitif. Replacés dans la dynamique auto-organisatrice de cette interaction, les aspects différentiels du modèle ouvrent la possibilité de cheminements différents. Les exemples visant à illustrer et étayer cette conception ont été ici limités au domaine de la formation de concepts, mais on pourra trouver ailleurs d'autres éléments de validation tirés cette fois-ci des recherches sur les capacités de représentation imagée (Lautrey, 1987, 1989 ; Lautrey et Chartier, 1987).

Il était suggéré, dans l'introduction de ce chapitre, que les problèmes auxquels s'est heurtée la théorie de Piaget ne pouvaient être résolus dans le cadre de la conception unitaire du fonctionnement cognitif sur laquelle elle est fondée. Il reste à se demander si le modèle pluraliste place en meilleure position pour leur chercher une solution. Nous ne reviendrons pas sur la façon dont ce modèle rend compte des différences dans la forme de la variabilité intra-individuelle, qui font au contraire problème pour le modèle unitaire dans la mesure où elles ne sont pas réductibles à des différences de vitesse. Cette question vient d'être abordée à propos des différences de cheminement au cours du développement cognitif. Nous reviendrons par contre rapidement sur le problème des décalages et sur celui que pose le « paradoxe » l'équilibration.

Le problème des décalages peut être illustré avec un exemple pris dans les recherches sur la genèse de la notion d'inclusion.

Piaget et Inhelder (1959) ont eux-mêmes été surpris de l'ampleur des décalages provoqués par un simple changement du contenu de la classe. Lorsque le problème d'inclusion était posé avec des images de fleurs (un ensemble composé de primevères jaunes et bleues), il était réussi par une majorité d'enfants (67 %) vers 7-8 ans. Lorsqu'il était posé avec des images d'oiseaux (un ensemble d'oiseaux composé de mouettes et de canards), le même pourcentage de réussite n'était observé qu'à 12-13 ans, soit environ quatre ans plus tard. Si la réussite des deux versions du problème d'inclusion repose sur la même structure cognitive, comment expliquer que des changements de contenu aussi minimes aient des effets aussi massifs ? Très logiquement, le postulat d'unicité du processus de structuration qui sous-tend la théorie de Piaget conduisait son auteur à chercher l'origine des décalages à l'extérieur du sujet, dans les résistances variables que l'objet oppose à son action structurante : « Les objets peuvent être des fleurs, qui offrent peu de résistances ; on les place sur la table et on en fait des bouquets. Mais d'autres objets, comme les oiseaux par exemple, offrent plus de résistances. On ne peut pas les mettre sur la table » (Piaget, 1971, p. 11). Cette explication du décalage entre fleurs et animaux laisse cependant subsister bien des mystères, car dans les recherches où la question d'inclusion a été posée avec des mammifères — pourtant guère plus faciles à manipuler sur une table que des oiseaux — on ne trouvait pas de décalage entre les animaux et les fleurs (Kohnstamm, 1963 ; Ahr et Youniss, 1970).

L'approche pluraliste admet, par construction, qu'un même problème puisse être résolu par des processus différents. Elle ne situe donc pas l'origine de décalages de ce genre dans les seules propriétés des objets, mais aussi dans celles des modes de représentation et de traitement qu'ils sollicitent. Dans ce cas précis, une des explications possibles du caractère tardif de la réussite avec les images d'oiseaux vient de ce que les canards ne sont pas considérés comme typiques de la catégorie des oiseaux (ce qu'ont montré les recherches sur la typicalité). La cohérence de la classe emboîtante ne peut donc être ici fondée sur la proximité des canards par rapport au prototype des oiseaux. On remarquera que cette interprétation renverse la perspective piagétienne, puisqu'elle suggère — a

contrario — que seul un raisonnement logique peut permettre la réussite du problème avec les canards, alors qu'avec les fleurs, comme on l'a vu, plusieurs formes de traitement analogique suffisent. Alors que le courant de pensée dominant tend à trouver que les compétences logiques étudiées par Piaget sont plus précoces qu'il ne le pensait, et de plus en plus précoces, nous les trouvons plus tardives. Bien que l'expérimentateur pose le même problème, les enfants d'âges différents, eux, résolvent des problèmes différents. De petites modifications de la situation peuvent suffire pour que celle-ci donne ou ne donne pas prise à un processus donné et soit donc réussie plus ou moins tôt dans le développement.

Le troisième des problèmes évoqués dans l'introduction est celui auquel s'est heurté Piaget pour expliquer comment un processus unique de coordination des actions, l'équilibration, pouvait engendrer une structure cognitive plus puissante que celle sur les ressources de laquelle il s'appuyait. Ce paradoxe du constructivisme piagétien a notamment été souligné par Fodor (1979), pour qui « il n'est jamais possible d'apprendre une logique plus riche sur la base d'une logique plus faible ». Selon lui, le passage d'une structure de niveau N à une structure de niveau $N + 1$ ne peut se faire que par un processus de vérification d'hypothèses, ce qui suppose qu'on soit au moins capable, au stade N , de caractériser les conditions de vérité des propositions comportant des concepts du niveau $N + 1$. Or cette condition ne peut être remplie que si la logique du niveau $N + 1$ est déjà accessible au niveau N . De l'impossibilité d'apprendre une logique plus puissante que celle sur laquelle on s'appuie pour formuler les hypothèses à vérifier, Fodor conclut que la conception innéiste de la connaissance est la seule recevable. On ne suivra pas, là non plus, Fodor dans sa conclusion. Celle-ci serait recevable si le système cognitif humain était assimilable à une structure formelle fermée. Sous cette condition, son objection ne ferait que transposer au système cognitif des limitations dont on sait, depuis Gödel, qu'elles s'appliquent à tout système formel. Admettre qu'un système a les ressources nécessaires pour formuler une hypothèse sur le métasystème qui l'inclut, reviendrait à admettre qu'il est à la fois lui-même et son métasystème, ce qui serait absurde. Mais cette limitation ne s'applique pas aux systèmes

ouverts, soumis à des flux d'énergie ou d'information et, de ce fait, susceptibles d'auto-organisation. Ceci vaut déjà pour les structures dissipatives dans le domaine de la physique (cf. Prigogine et Stengers, 1979, 1988) et *a fortiori* pour les systèmes vivants.

Toutefois, la théorie piagétienne prête le flanc à l'objection de Fodor dans la mesure où, en subordonnant tous les aspects de la connaissance aux structures opératoires, elle tend à faire de celles-ci des formes closes sur elles-mêmes. Le mode de structuration opératoire — qui peut être considéré comme un cas particulier de traitement propositionnel — ne peut trouver en son sein les « hypothèses » sur lesquelles appuyer son propre dépassement. On ne reviendra pas ici sur l'analyse des raisons pour lesquelles les modèles successifs de l'équilibration n'apportent pas de solution satisfaisante à ce problème (cf. Lautrey, 1981, 1987). Le modèle pluraliste esquissé plus haut en situe la solution dans l'interaction de deux modes de traitement de l'information, dont aucun n'est subordonné à l'autre. Il place dans le mode de traitement analogique l'origine des « hypothèses » que le traitement propositionnel serait incapable d'engendrer dans sa logique propre, mais qui peut guider sa structuration.

Bibliographie

- Ahr (P.), Youniss (J.), Reasons of failure on the class-inclusion problem, *Child Development*, 1970, 41, 131-143.
- Barrouillet (P.), Manipulation de modèles mentaux et compréhension de la notion d'inclusion au-delà de 11 ans, *Cahiers de Psychologie cognitive*, 1989, 9, 337-356.
- Bideaud (J.), *Logique et bricolage chez l'enfant*, Lille, Presses Universitaires de Lille, 1988.
- Bideaud (J.), Lautrey (J.), De la résolution empirique à la résolution logique du problème d'inclusion : évolution des réponses en fonction de l'âge et des situations expérimentales, *Cahiers de Psychologie cognitive*, 1983, 3, 295-324.
- Butterworth (G.), Pope (M. J.), Origine et fonctions de la proprioception visuelle chez l'enfant in S. de Schonen, *Le développement dans la première année*, Paris, PUF, 1983, 107-128.
- Carbonnel (S.), Classes collectives et classes logiques dans la pensée naturelle, *Archives de Psychologie*, 1978, XLVI (177), 1-19.
- Carbonnel (S.), *Rôle des objets dans les activités de classification*, thèse de doctorat de troisième cycle, Université de Grenoble, 1979 (non publiée).

- Carbonnel (S.), Influence de la signification des objets dans les activités de classification, *Enfance*, 1982 (3), 193-210.
- Carson (M. T.), Abrahamson (A.), Some members are more equal than others : the effect of semantic typicality on class-inclusion performance, *Child Development*, 1976, 47, 1186-90.
- Dubois (D.), *La compréhension de phrases : représentations sémantiques et processus*, thèse pour le doctorat d'Etat ès Lettres et Sciences humaines, Université de Paris VIII, 1986.
- Fivush (R.), Scripts and categories : interrelationships in development, in U. Neisser (Ed.), *Concepts and conceptual development : Ecological and intellectual factors in categorisation*, Cambridge, Cambridge University Press, 1987, 235-254.
- Fodor (J.), *La modularité de l'esprit*, Paris, Editions de Minuit, 1983/1986.
- Hofstadter (D.), *Gödel, Escher et Bach. Les brins d'une guirlande éternelle*, Paris, Interéditions, 1979/1985.
- Houdé (O.), Logical categorization and schemas : a study of their relationships in 6- to 11-year olds, *Cahiers de Psychologie cognitive*, 1989, 9, 401-429.
- Huteau (M.), *Style cognitif et personnalité. La dépendance-indépendance à l'égard du champ*, Lille, Presses Universitaires de Lille, 1987.
- Kemler (D. G.), Holistic and Analytic modes in perceptual and cognitive development, in T. J. Tighe et B. E. Shepp (Eds), *Perception, Cognition, and Development*, Hillsdale, NJ, LEA, 1983, 77-102.
- Kemler-Nelson (D. G.), The effect of intention on what concepts are acquired, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1984, 23, 734-759.
- Kohnstamm (G. A.), An evaluation of part of Piaget's theory, *Acta Psychologica*, 1963, 21, 313-356.
- Kosslyn (S. M.), The medium and the message in mental imagery : a theory, *Psychological Review*, 1981, 88, 46-66.
- Lautrey (J.), L'équilibration suffit-elle à guider la coordination des actions ?, *Psychologie française*, 1981, 26, 269-272.
- Lautrey (J.), Diversité comportementale et développement cognitif, *Psychologie française*, 1984, 29, 16-22.
- Lautrey (J.), *Structures et fonctionnements cognitifs*, thèse de doctorat ès Lettres et Sciences humaines, Université de Paris V, 1987.
- Lautrey (J.), Unicité ou pluralité dans le développement cognitif, in G. Netchine-Grynberg (Ed.), *Développement et fonctionnement cognitifs de l'enfant. Des modèles généraux aux modèles locaux*, Paris, PUF, 1989.
- Lautrey (J.), Bideaud (J.), Issues raised by training procedures in the study of cognitive development : the example of reasoning in inclusion tasks, in C. J. Brainerd et V. F. Reyna (Eds), *Developmental Psychology*, Amsterdam, North-holland, 1985, 209-226.
- Lautrey (J.), Chartier (D.), Images mentales de transformations et opérations cognitives : une revue critique des études développementales, *L'Année psychologique*, 1987, 87, 581-602.
- Lautrey (J.), Ribaupierre (A. de), Rieben (L.), Les différences dans la forme du développement cognitif évalué avec des épreuves piagétienne : une application de l'analyse des correspondances, *Cahiers de Psychologie cognitive*, 1986, 6, 575-613.

- Longeot (F.), *Les stades opératoires de Piaget et les facteurs de l'intelligence*, Grenoble, Presses Universitaires de Grenoble, 1978.
- Maltzman (I.), Thinking : from a behavioristic point of view, *Psychological Review*, 1955, 62, 275-286.
- Mandler (J. M.), Categorical and schematic organization in memory, in C. R. Puff (Ed.), *Memory Organization and Structure*, New York, Academic Press, 1979.
- Mandler (J. M.), Representation, in P. H. Mussen (Ed.), *Handbook of Child Psychology* (vol. 3), 1983, 420-494.
- Marendaz (C.), Selection/control of reference frames and vicariance of perceptual systems, *Perception*, 1989, 18.
- Markman (E. M.), Empirical versus logical solutions to part-whole comparison problems concerning classes and collections, *Child Development*, 1978, 49, 168-177.
- Markman (E. M.), Two different kinds of hierarchical organisation, in E. K. Scholnick (Ed.), *New trends in conceptual representation : Challenges to Piaget's theory ?*, Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1983, 165-184.
- Markman (E. M.), Callanan (M. A.), An analysis of hierarchical classification, in R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the Psychology of Human Intelligence* (vol. 2), Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1984.
- Markman (E. M.), Cox (B.), Machida (S.), The standard object sorting task as a measure of conceptual organization, *Developmental Psychology*, 17, 115-117.
- Markman (E.), Seibert (J.), Classes and collections : internal organisation and resulting holistic properties, *Cognitive Psychology*, 1976, 8, 561-577.
- Marquer (J.), Pereira (M.), Evolution à long terme des stratégies dans une tâche de comparaison phrase-dessin, *L'Année psychologique*, 1987, 87, 329-343.
- Marquer (J.), Pereira (M.), Les stratégies dans la vérification phrase dessin, in M. Reuchlin, F. Longeot, C. Marendaz, T. Ohlmann (Eds), *Connaître différemment*, Nancy, Presses Universitaires de Nancy, 1989.
- Nelson (K.), The derivation of concepts and categories from event representations, in E. K. Scholnick (Ed.), *New Trends in Conceptual Representations : Challenges to Piaget's theory ?*, Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1983, 129-149.
- Nelson (K.), Le développement de la représentation sémantique chez l'enfant, *Psychologie française*, 1985a, 30, 261-268.
- Nelson (K.), *Making sense. The acquisition of shared meaning*, New York, Academic Press, 1985.
- Ohlmann (T.), *La perception de la verticale : variabilité interindividuelle dans la dépendance à l'égard des référentiels spatiaux*, thèse de doctorat ès Lettres et Sciences humaines, Université de Paris VIII, 1988.
- Ohlmann (T.), Plasticité des activités classificatoires, *Bulletin de la Société française pour l'étude du comportement animal*, 1982 (2), 371-380.
- Ohlmann (T.), Carbonnel (S.), Dépendance-indépendance à l'égard du champ et activités classificatoires sur objets significatifs, in *La pensée naturelle : structures, procédures et logique du sujet*, Paris, PUF, 1983, 275-285.

- Palmer (S. E.), Fundamental aspects of cognitive representation, in E. Rosch, B. B. Lloyd (Eds), *Cognition and Categorization*, Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1978, 259-303.
- Piaget (J.), The theory of stages in cognitive development, in *Measurement and Piaget*, New York, McGraw-Hill, 1971, 1-11.
- Piaget (J.) et Inhelder (B.), *La genèse des structures élémentaires*, Neuchâtel, Delachaux & Niestlé, 1959.
- Prigogine (I.), Stengers (I.), *La Nouvelle Alliance*, Paris, Gallimard, 1979.
- Prigogine (I.), Stengers (I.), *Entre le temps et l'éternité*, Paris, Fayard, 1988.
- Pylyshyn (Z. W.), The imagery debate : analogue media versus tacit knowledge, *Psychological Review*, 1981, 88, 16-45.
- Reuchlin (M.), Processus vicariants et différences individuelles, *Journal de Psychologie*, 1978, n° 2, 133-145.
- Rosch (E.), Principles of Categorization, in E. Rosch, B. B. Lloyd (Eds), *Cognition and Categorization*, Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1978.
- Rosch (E.), Prototype classification and logical classification : the two systems, in E. Kofsky Scholnick (Ed.), *New trends in conceptual representation : Challenges to Piaget's theory ?*, Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1983, 73-86.
- Rosch (E.), Mervis (C. B.) (1981), Categorization of natural objects, *Annual Review of Psychology*, 1981, 32, 89-115.
- Rumelhart (D. E.), Schemata : the building blocks of cognition, in R. Spiro, B. Bruce, W. F. Bruwer (Eds), *Theoretical issues in reading comprehension*, Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1980.
- Schank (R.), Abelson (R. A.), *Scripts, Plans, Goals and Understanding*, Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1977.
- Sugimura (T.), Inoue (T.), Effects of category structure on children's categorization, *Japanese Psychological Research*, 1987, 29, 120-130.
- Voelin (C.), Deux expériences à propos de l'extension dans l'épreuve de quantification de l'inclusion, *Revue suisse de Psychologie*, 1976, 35, 269-284.
- Ward (T. B.), Scott (J.), Analytic and holistic modes of learning family resemblance concepts *Memory and Cognition*, 1987, 15, 42-54.

CHAPITRE VII

L'acquisition différentielle du langage

ÉRIC ESPÉRET

Laboratoire de Psychologie du Langage
UA CNRS 666, Université de Poitiers

La psychologie différentielle du langage peut se définir comme l'étude des variations manifestées par les individus, ou groupes d'individus, tant dans l'acquisition que dans le fonctionnement du langage ; elle vise ainsi à décrire la nature et l'importance des différences observées, et à déterminer les mécanismes responsables de leur émergence.

Ce sont les phénomènes d'acquisition qui sont abordés ici ; par ailleurs, le chapitre se limite aux variations interindividuelles, et ne traite donc pas des différences entre groupes humains (entre sexes, ou appartenances sociales, par exemple). Les questions exposées peuvent donc se formuler ainsi : peut-on caractériser, chez les enfants, des usages différents du langage ? Ces usages correspondent-ils à des voies différentes d'accès au langage ? Quels facteurs interviennent dans cette différenciation, quand elle est attestée ?

Les parties B à D seront consacrées à l'examen de ces trois questions. Mais, auparavant, la conception des différences de langage qui sous-tend leur formulation sera présentée en partie A, de même qu'un rappel des méthodes utilisées dans ce champ.