

LES EFFETS DIFFÉRENTIELS DE L'ENTRAÎNEMENT ET LEURS IMPLICATIONS¹

par P. PERRUCHET²

SUMMARY

The differential effects of training and their implications. — As a general rule, repeated practice provides an improvement in performance. However, this improvement may vary in size over subjects.

Part one of this review shows the pattern of individual differences exhibited at the first execution of any task progressively modified through training, at least during an initial stage. Correlations computed between successive sessions are dependent both from this systematic « derivation » of the pattern of individual differences, and from the reliability of measures. With further practice, individual differences become stable, and then correlations between sessions only index the reliability of measures.

Part two is aimed at elucidating the nature of the changes elicited during the initial stage, through the study of the evolution with practice of the correlations between the training task and other tasks performed before or after training. Depending on the nature of the extraneous tasks, correlations increase or decrease according to systematic and often substantial trends. On the whole, the task specific variance does not seem to increase over successive repetitions, although problems related to variables sampling do not allow this point to be firmly established.

Implications of these findings are discussed. Granted adequate postulates, the whole correlational data support a modular conception of training, which could be developed further.

Le bénéfice apporté par l'entraînement dans l'exécution d'une tâche quelconque fait partie de l'expérience commune. La nature des transformations qui s'opèrent au fil des répétitions a fait l'objet d'investigations expérimentales s'inscrivant dans différents courants de recherches de la psychologie générale, dont certains sont actuellement en pleine expansion (cf. en particulier Schneider et Fisk, 1983).

Les différences interindividuelles dans la nature et l'ampleur des modifications induites par l'entraînement n'ont toutefois reçu qu'une attention limitée. Or le constat de telles différences soulève plusieurs catégories de questions.

1. Cette étude a partiellement utilisé les moyens de travail fournis par le CNRS (ERA 79), l'Université de Paris V, l'EPHE 3^e section (Laboratoire de Psychologie différentielle), et le CNAM (Service de recherche de l'INOP). Je remercie vivement F. Bacher et M. Reuchlin pour leurs critiques et suggestions lors de la rédaction de ce texte.

2. Laboratoire de Psychologie différentielle, 28 rue Serpente, 75006 Paris.

dont l'intérêt propre est loin d'être négligeable, et qui de surcroît, ainsi que nous tenterons de l'illustrer dans la discussion terminale, apparaissent susceptibles d'apporter une contribution originale à la connaissance des processus généraux sous-tendant les modifications comportementales observées.

I — LE PROBLÈME DE LA STABILITÉ DIFFÉRENTIELLE DES PERFORMANCES

La première question dont nous traiterons est relative à l'éventuelle évolution au cours de l'entraînement des différences individuelles mesurables lors des exécutions initiales. Cette question peut être entendue de différentes façons.

De l'analyse des variances à l'analyse des corrélations

L'intérêt peut porter sur l'évolution de la dispersion totale des performances. Ce problème a fait l'objet d'un certain nombre d'études anciennes, dont Perl (1933) fournit la meilleure synthèse. Les résultats se révèlent hautement contradictoires. Des quelque 50 expériences recensées dans l'article mentionné, quelques-unes observent une absence de tendances systématiques, et les autres concluent, avec une fréquence sensiblement égale, soit à la diminution, soit à l'augmentation des différences individuelles sous l'effet de l'entraînement. Une variable susceptible de rendre compte de ces divergences pourrait être le degré de complexité des tâches utilisées ; plusieurs auteurs ont fait leur l'idée selon laquelle l'entraînement sur une tâche simple tend à homogénéiser les performances, alors qu'il induit une augmentation de la dispersion initiale lorsque le degré de complexité de la tâche est élevé.

Une telle conclusion, cependant, est sujette à caution. Tout d'abord, il est manifeste que le degré de complexité d'une tâche est un concept trop imprécis pour ne pas se prêter à un raisonnement circulaire, faisant juger simple une tâche sur laquelle les différences individuelles s'atténuent avec l'exercice, et complexe une tâche suscitant une augmentation de la dispersion. Mais plus fondamentalement, bien que de façon moins immédiatement perceptible, l'évaluation d'une évolution des dispersions en cours d'entraînement est une opération qui recèle elle-même une part considérable d'arbitraire. Comparer des indices de dispersion suppose que l'on dispose d'une variable dépendante unique ; or il n'est pas certain qu'un même indicateur soit toujours en mesure d'indiquer les performances du début à la fin de l'entraînement, sans être affecté par des effets de plancher ou de plafond. Lorsque cette première condition est remplie, il reste à déterminer un indice statistique qui demeure pertinent malgré un écart souvent considérable entre les performances moyennes. Ce choix, dont dépendent bien souvent les conclusions de l'analyste, apparaît difficile, et quelle qu'en soit l'issue, reste ouvert à la critique. Si la validité d'un indice brut tel que l'écart type peut être *a priori* contestée — un écart de 10 n'ayant pas la même signification lorsque la moyenne est de 10 ou de 100 —, l'usage d'un rapport tel que σ/m est en droit invalide, compte tenu de la nature des échelles de mesure communément utilisées en psychologie, qui laissent indéterminée la place de l'origine.

Compte tenu de ces difficultés métrologiques, il semble que la seule conclusion autorisée par ces travaux est que des différences entre sujets sont encore

observables au terme d'un entraînement prolongé, si un indicateur suffisamment sensible des performances est utilisé.

En dépit de sa pauvreté, ce constat permet l'expression d'une autre question, dont l'intérêt se révélera considérable, relative à la permanence au cours de l'entraînement d'une même *configuration différentielle*. Le « classement » induit sur les sujets par l'exécution initiale d'une tâche est-il reproduit lors des exécutions ultérieures, quelle que soit par ailleurs l'évolution de la moyenne et de la variance des performances ? Cette question renvoie à l'examen des corrélations entre les scores obtenus à une même tâche lors de sa répétition. Il convient de noter que l'indépendance des corrélations vis-à-vis des unités de mesures utilisées (du moins, dans le cas du coefficient de Bravais-Pearson, vis-à-vis de toute transformation linéaire des données), soustrait dans une large mesure ce mode d'investigation aux difficultés métrologiques précédemment soulignées.

Les matrices de corrélations « superdiagonales »

Dans l'une des premières analyses de ce type, Perl (1934) observe que les corrélations entre les performances observées à des séances immédiatement consécutives sont habituellement plus élevées que les corrélations entre séances non adjacentes ; et plus précisément, les corrélations apparaissent inversement proportionnelles au nombre de répétitions séparant les séances prises en compte. Cet état de fait confère à la matrice des intercorrélations entre essais une forme particulière, qualifiée de superdiagonale : les valeurs sont les plus élevées dans la diagonale la plus proche de la diagonale principale (ou superdiagonale), qui regroupe les corrélations entre séances immédiatement contiguës, et vont en diminuant quand leur distance à la superdiagonale augmente, en ligne ou en colonne.

Les observations de Perl portaient sur 4 tâches mentales, telles que des compléments d'additions. Dans les années postérieures, plusieurs travaux ont permis de compléter ses conclusions, principalement sur deux points. D'une part, l'obtention de matrices de corrélations superdiagonales n'apparaît pas limitée aux tâches initialement utilisées : elle s'étend à d'autres épreuves cognitives, ainsi qu'à un certain nombre de tâches sensorimotrices. Mais d'autre part, ce phénomène semble limité à une phase initiale de l'entraînement ; la poursuite des répétitions tend à accroître l'homogénéité des intercorrélations entre essais (pour références, cf. Jones, 1970).

Une série d'études, coordonnées et financées par la NAVY depuis 1977, permet d'illustrer et de préciser ces développements. L'appartenance de ces études à un même projet leur confère des caractéristiques communes ; ainsi, les expériences portent toutes sur des échantillons d'environ 20 sujets volontaires, recrutés parmi de jeunes engagés, desquels elles sollicitent l'exécution répétitive d'épreuves identiques, ou du moins formellement similaires, en général pendant trois semaines à raison de cinq jours par semaine. L'analyse des données, incluant les techniques (graphiques ou statistiques) visant à estimer le caractère superdiagonal ou le caractère stable d'une matrice ou d'une sous-matrice de corrélations, ont également fait l'objet d'une uniformisation au moins partielle (Bittner, 1981). Cette unité de méthode étant propre à favoriser une perspective synthétique, j'ai tenté de résumer, dans le tableau I, un certain nombre d'informations numériques. La première colonne de ce tableau indique la nature des

TABLEAU I

Résultats résumés des travaux entrepris dans le cadre de recherches coordonnées par la NAVY (voir texte)

Tâches et auteurs (1)	Jour de transition A/B (2)	rA/C (3)	rB/B' (4)	Jour de stabilisation de <i>m</i> (5)
Raisonnement grammatical (Carter <i>et al.</i> , 1981)	5	.57	.82	4
Reconnaissance d'items				
Pente	> 15	.24		2
TR	3	.57	.70	4
(Carter <i>et al.</i> , 1980)				
Classification de lettres de Posner				
Physique	10	?	.81	2
Nom	8	?	.83	2
Catégorie	12	?	.89	6
(Harberson <i>et al.</i> , 1982)				
Test personnel de Wonderlic (Mackaman <i>et al.</i> , 1982)	1	.71	.70	> 19
Calcul arithmétique (Seales <i>et al.</i> , 1980)	1	.94	.94	4
Comprage complexe (Kennedy <i>et al.</i> , 1980)	3	?	.85	4
Empan numérique				
Ordre normal	9	.63	.86	3
Ordre inversé	> 15	.21		3
(McCafferty <i>et al.</i> , 1980)				
Substitution de code (Pepper <i>et al.</i> , 1981)	8	.46	.75	8
Susceptibilité à l'interférence (Krause et Kennedy, 1981)	8	.18	.71	3
Test de Stroop				
Mots noir/blanc	2	.61	.81	7
Blocs couleur	8	.79	.88	7
Mots couleur	3	.53	.85	7
(Harberson <i>et al.</i> , 1982)				
TR visuels				
Simple	8	?	.70	?
2 Choix	8	?	.63	?
4 Choix	11	?	.87	?
(Krause et Bittner, 1982)				
Dextérité manuelle				
Encastrement	10	.25	.68	?
Enc. après pivotage	3	.31	.64	?
(Carter <i>et al.</i> , 1982)				
Poursuite (Kennedy <i>et al.</i> , 1980)	10	?	.85	4
Double poursuite (Damos <i>et al.</i> , 1981)	10	.41	.76	5

TABLEAU I (suite)

Tâches et auteurs (1)	Jour de transition A/B (2)	$r_{A/C}$ (3)	$r_{B/B'}$ (4)	Jour de stabilisation de m (5)
Jeux vidéo				
Combat aérien (Jones <i>et al.</i> , 1981)	6	.63	.93	4
Slalom (Kennedy <i>et al.</i> , 1980)	7	?	.60	4
Pointage circulaire (Bittner <i>et al.</i> , 1982)	2	.68	.80	1
Estimation de temps (McCauley <i>et al.</i> , 1980)	> 15	.24		1

La signification des lettres A, B et C est explicitée dans le Tableau II.

La colonne 3 représente la moyenne des corrélations entre la 1^{re} séance et les séances terminales de l'entraînement, et la colonne 4 la fidélité atteinte au terme de l'entraînement.

épreuves, lesquelles se composent de tests psychométriques classiques, d'autres épreuves cognitives, et de tâches sensorimotrices. Considérons à titre d'exemple la première épreuve mentionnée : le test de grammaire de Baddeley. La matrice d'intercorrélations entre les 14 séances d'entraînement est représentée au tableau II. La sous-matrice formée par les performances recueillies durant les cinq premiers jours, marquée A sur le tableau, est clairement de forme superdiagonale : les corrélations décroissent régulièrement en ligne et en colonne à partir de la superdiagonale (si du moins la corrélation anormalement basse entre les deux premiers jours est négligée). Par contre, les corrélations issues des jours 5 à 14, formant la sous-matrice B, apparaissent dépourvues de tendances évolutives systématiques. Ainsi dans cet exemple, les corrélations se stabilisent au 5^e jour d'épreuves, et cette information est rapportée en colonne 2 du tableau I. L'examen de cette colonne montre qu'une stabilisation immédiate est parfois obtenue. C'est en particulier le cas d'une épreuve consistant à exécuter le maximum d'opérations arithmétiques simples sur 10 minutes ; la séance 1 corréle aussi bien avec la séance 15 ($r = .95$) qu'avec la séance 2 ($r = .94$), et plus généralement toutes les corrélations apparaissent remarquablement homogènes. D'autres tâches n'atteignent pas le critère requis au 15^e jour de répétition. Mais le résultat qui s'exprime le plus fréquemment, puisqu'il concerne 22 parmi les 27 tâches recensées, est celui d'une évolution conduisant d'une forme superdiagonale initiale à une forme stable.

La colonne 3 du tableau I rapporte la valeur moyenne des intercorrélations entre la première séance et les séances où la stabilisation différentielle est atteinte. En ce qui concerne le test de grammaire, ces valeurs correspondent à la moyenne des corrélations contenues dans le vecteur C du tableau II. La moyenne générale de ces valeurs sur l'ensemble des tâches s'établit environ à .47. Ainsi, les performances initiales et finales partagent moins de 25 % de leur variance.

TABLEAU II

Intercorrélations entre 14 séances d'entraînement au test de grammaire de Baddeley (d'après Carter et al., 1981).

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	—					.68	.60	.51	.65	.48	.60	.50	.54	.60
2		.54	.70	.61	.56	.66	.56	.64	.63	.43	.52	.57	.46	.70
3			.78	.67	.63	.88	.65	.78	.79	.67	.63	.73	.64	.76
4		A	—	.88	.74	.86	.69	.77	.76	.65	.68	.66	.58	.77
5				—	.78	.86	.82	.82	.86	.76	.82	.86	.83	.91
6					—	—	.83	.85	.83	.79	.76	.76	.80	.86
7							—	.82	.79	.83	.77	.77	.85	.90
8								—	.86	.77	.77	.84	.80	.89
9									—	.77	.88	.87	.83	.87
10										—	.64	.80	.85	.79
11											—	.82	.83	.84
12												—	.89	.86
13													—	.85
14														—

Jusqu'au 5^e jour, les corrélations entre deux séances décroissent quand le nombre de séances intermédiaires augmente. La sous-matrice A est (approximativement) superdiagonale.

A partir du 5^e jour, les corrélations deviennent homogènes. Les corrélations composant la sous-matrice B représentent différentes estimations de la fidélité de l'épreuve.

Les valeurs composant le vecteur C représentent différentes estimations de la corrélation entre les performances avant et après entraînement.

Cette valeur correspond approximativement à l'estimation que des études anciennes permettaient déjà d'opérer (cf. revue dans Kincaid, 1925 ; Perl, 1933). Cette indication moyenne n'a toutefois qu'un intérêt limité, si l'on considère l'extrême dispersion des valeurs obtenues pour différentes tâches.

La moyenne des intercorrélations après stabilisation différentielle, soit, en ce qui concerne l'exemple du tableau II, la moyenne des valeurs contenues dans la sous-matrice B, sont représentées à la colonne 4 du tableau I. Ces corrélations sont généralement élevées, puisque leur moyenne atteint .79, et relativement homogènes.

Enfin, la dernière colonne du tableau I est relative aux performances moyennes. Celles-ci exhibent, pour la plupart des tâches, une amélioration dans un premier temps, suivie par un plateau. Les valeurs rapportées correspondent au jour d'atteinte de ce plateau. Il est intéressant de noter l'absence de liaison entre les jours de stabilisation des moyennes et les jours de stabilisation des corrélations : le rho de Spearman entre les deux séries de valeurs est de — .02. Cette indépendance renforce l'intérêt potentiel d'une considération attentive des résultats corrélacionnels.

Défaut de fidélité ou évolution structurale ?

L'homogénéité des intercorrélations correspondant à la phase terminale (lorsque celle-ci existe) traduit l'absence de dérive progressive et systématique de la configuration différentielle des performances. La distance séparant les corrélations observées de l'unité peut alors refléter l'amplitude des variations aléatoires de l'état mesuré, ou l'imprécision de l'instrument de mesure, ou plus généralement et de façon indissociable, une combinaison de ces deux facteurs. Dans l'un et l'autre cas, les données relèvent d'une interprétation traditionnelle selon laquelle les corrélations entre exécutions successives d'une même épreuve constituent des indicateurs de fidélité.

Il importe par contre de souligner que les corrélations recueillies avant cette phase terminale, dont les valeurs sont inversement proportionnelles au nombre de répétitions séparant les essais considérés, ne sont en aucun cas réductibles à une telle interprétation. L'hypothèse complémentaire d'une augmentation ou d'une diminution systématique de la fidélité des estimations en cours d'entraînement échoue également à rendre compte des données empiriques. Supposons par exemple que la séance 15 ne fasse qu'estimer de façon plus précise un état donné de la nature dont les séances 1 et 2 nous procurent une image brouillée ; la corrélation r_{1-15} où le manque de fidélité n'affecte qu'une variable, devrait alors être supérieure à la corrélation r_{1-2} , où le manque de fidélité affecte les deux variables. Cette prédiction est exactement inverse aux résultats observés. L'hypothèse alternative d'une diminution de la fidélité des estimations avec l'entraînement conduit elle aussi, et pour des raisons symétriques, à des prévisions clairement contredites par les faits : dans ce cas en effet, la corrélation r_{14-15} , par exemple, devrait être moins élevée que la corrélation r_{1-15} . On peut noter additionnellement qu'une variation de la fidélité des mesures devrait engendrer une évolution systématique des corrélations entre séances également espacées ; ainsi, par exemple, si la fidélité augmente, la corrélation r_{1-2} devrait être moins élevée que la corrélation r_{14-15} . Aucune tendance en ce sens n'est manifeste à l'examen individuel des matrices d'intercorrélations issues des travaux recensés

au tableau I (certains travaux anciens, tels que ceux de Perl (1933) ou Reynolds (1952), ont observé une telle augmentation ; mais la généralité accordée à ce résultat par Schmidt (1982, p. 575) ne paraît pas justifiée).

Les résultats effectifs invitent donc à conclure qu'en règle générale, et au moins au cours d'une phase initiale de durée variable, la structure des différences individuelles observées dans l'exécution d'une tâche change de façon progressive et systématique sous l'effet de l'entraînement³.

II — LA CONFIGURATION DIFFÉRENTIELLE DES PERFORMANCES EN FIN D'ENTRAÎNEMENT EST-ELLE PRÉDICTIBLE ?

De façon générale, les différences individuelles dans les performances recueillies au cours de la première exécution d'une tâche quelconque ne sont pas spécifiques à cette tâche : ces performances corréleront à des degrés variés avec les performances à d'autres épreuves. Si la configuration différentielle change en cours d'entraînement, la valeur prédictive de ces épreuves sera nécessairement modifiée. Ce phénomène est effectivement observé de façon régulière. On peut alors s'interroger sur le sens des modifications induites.

Analyse d'un exemple

Considérons une étude de Fleishman et Rich (1963). Quarante sujets subissent 40 essais d'une minute chacun à une tâche de poursuite, exigeant pour son exécution des mouvements manuels bilatéraux. Leurs performances sont également évaluées sur 2 épreuves : la première mesure la sensibilité-kinesthésique exhibée lors de la discrimination de poids par soupesage. La seconde estime l'orientation spatiale, par l'exactitude avec laquelle les sujets sont capables d'associer des vues aériennes à l'un ou l'autre des avions présentés, en fonction de la position de ces derniers. Le tableau III rapporte les corrélations de ces épreuves avec la tâche de poursuite à différentes étapes de l'entraînement. L'orientation spatiale corrèle positivement avec la tâche de poursuite au cours des premières exécutions, mais la liaison diminue, pour finalement s'annuler, avec la poursuite de l'entraînement. L'effet inverse est observé pour la sensibilité kinesthésique, dont le pouvoir prédictif augmente substantiellement avec les répétitions.

Cet exemple expérimental illustre un phénomène général : les corrélations entre deux épreuves peuvent, selon les cas, diminuer ou augmenter de façon progressive et systématique lors de l'exécution répétitive de l'une d'elles.

3. Il est possible de se demander si ces changements sont dus à la répétition de la tâche en elle-même, ou au fait que cette répétition, qui s'exerce nécessairement en différents points d'un continuum temporel, capte des variations dont l'expression est liée à l'écoulement du temps. Le champ de la psychologie génétique abonde en exemples où une évolution systématique dans l'exécution répétitive d'une tâche peut être attribuée soit à l'entraînement spécifique procuré par l'exercice, soit à des facteurs, tels que la maturation ou l'acquisition de structures cognitives générales, dont l'effet est temporellement orienté. Dans le cas qui nous occupe, la probabilité de la seconde alternative apparaît négligeable. Outre le fait qu'il est difficile de spécifier concrètement quels mécanismes pourraient intervenir, l'existence d'une phase terminale de stabilisation paraît incohérente avec l'idée selon laquelle les effets de « dérive » initiaux seraient imputables à des facteurs extrinsèques à la répétition de la tâche.

TABLEAU III

Corrélations d'un test d'orientation spatiale et d'un test de sensibilité kinesthésique avec une tâche de coordination bimanuelle à différentes étapes d'entraînement (Extrait de Fleishman et Rich, 1963)

Bloc d'essais	Orientation spatiale	Sensibilité kinesthésique
1	.36**	.03
2	.28*	.19
3	.22*	.15
4	.19	.15
5	.08	.10
6	.07	.09
7	.09	.23*
8	— .05	.28*
9	— .02	.38**
10	.01	.40**

* P < .05
** P < .01

Quand la prédictibilité diminue...

L'obtention d'une diminution des corrélations en cours d'entraînement est cohérente avec l'idée intuitivement vraisemblable selon laquelle la configuration différentielle des performances doit accuser un degré de spécificité de plus en plus marqué au fil des répétitions. Des expériences anciennes de Woodrow s'inscrivent en faveur de cette perspective. Les sujets devaient exécuter quotidiennement un certain nombre de tâches mentales, telles que des additions, des codages chiffre-lettre, des devinements de lettres, ou des anagrammes, et cela pendant un nombre important de séances, pouvant s'élever jusqu'à 66. Les mêmes sujets subissaient également, avant et après cet entraînement, divers tests sensés évaluer l'intelligence par une accumulation d'épreuves hétéroclites. De la moisson de données issues de trois expériences de ce type (Woodrow, 1938 a, 1938 b, 1939), il ressort que les corrélations entre la moyenne des tests composites d'intelligence d'une part, et chacune des tâches soumises à entraînement d'autre part, tendent à diminuer : 5 parmi les 10 tâches différentes sur lesquelles ont porté les expériences affichent une diminution supérieure à .12 entre les séances initiales et les séances finales, alors qu'une seule tâche voit sa corrélation avec la mesure d'intelligence augmenter dans des proportions semblables (cf. Woodrow, 1938 b, p. 570 ; 1939, p. 67). Un résultat analogue est rapporté par Reynolds (1952) en ce qui concerne une tâche de coordination sensorimotrice faisant l'objet d'un entraînement de 6 séances d'une heure : la plupart des corrélations entre les performances à cette tâche et une série de 20 tests papier-crayon diminuent significativement entre le début et la fin de l'entraînement. Dans une étude d'Adams (1957), les corrélations initiales de 13 parmi 14 prédicteurs potentiels d'une tâche de temps de réaction discriminatif diminuent également.

Mais l'hypothèse de la formation progressive d'une configuration différentielle originale se heurte à plusieurs arguments. On peut noter tout d'abord que, même dans les études précédentes, les prédicteurs externes gardent vis-à-vis des performances terminales, une puissance prédictive non négligeable, et souvent supérieure à celle des performances initiales. Ainsi dans la dernière étude citée (Adams, 1957), la corrélation multiple des 14 épreuves externes avec le temps de réaction discriminatif en fin d'entraînement est de .62, alors que la corrélation des temps de réaction discriminatifs initial et terminal n'atteint que .55.

De plus, l'augmentation du pouvoir prédictif de certaines épreuves ne peut être tenue pour un phénomène marginal et secondaire.

Quand la prédictibilité s'accroît...

La longue série de travaux dirigés par Fleishman entre 1950 et 1965 environ, de laquelle nous avons extrait les données du tableau III, fournit plusieurs illustrations d'une augmentation de prédictibilité. Ainsi, dans l'une de leurs premières expériences publiées, Fleishman et Hempel (1955) entraînent 264 sujets à une tâche de temps de réaction discriminatif à des stimulus complexes. Parmi les épreuves dont la corrélation avec la tâche de temps de réaction discriminatif augmente au cours de répétitions, on peut noter une épreuve de pointage (de .00 à .23), des tâches de temps de réaction simple à des stimulus visuels (de .12 à .25) ou auditifs (de .04 à .20), et des tâches plus complexes, impliquant tout à la fois un pointage et une réaction rapide à des stimulus visuels (de .19 à .37) ou auditifs (de .09 à .33). Ces augmentations ne peuvent être attribuées à une amélioration de la fidélité des mesures : la fidélité, évaluée par la corrélation entre essais successifs, reste comprise dans des limites étroites (entre .74 et .83) sans manifester de tendance évolutive systématique.

L'obtention d'une élévation des corrélations avec la poursuite de l'entraînement n'est pas limitée aux tâches sensori-motrices. Games (1962) observe une telle tendance entre des tâches de mémoire. Plus récemment, Sternberg (1977) a rapporté des données relatives à d'autres épreuves cognitives et allant également dans le sens d'une convergence des configurations différentielles. Seize sujets doivent résoudre un grand nombre (1 152) d'analogies, réparties en 4 séances. Sternberg observe une augmentation substantielle des corrélations entre les scores à plusieurs tests d'aptitude et l'épreuve d'analogie au cours des séances. Ainsi, de la 1^{re} à la 4^e séance, les corrélations de l'épreuve d'analogie avec le test de raisonnement de Cattell passe de .40 à .64, avec un test de regroupement de mots de .33 à .73, et avec un test de série de lettres de .27 à .68.

Que l'entraînement n'oriente pas la configuration différentielle des données vers une spécificité de plus en plus marquée, est confirmé par les observations pratiquées lorsque plusieurs tâches sont soumises à un entraînement parallèle. La première analyse de ce type est sans doute celle d'Hollingworth (1920). Treize sujets subissent 7 tests 205 fois consécutives ; l'auteur observe que les corrélations entre tests tendent à augmenter substantiellement, passant en moyenne de .20 à .50 environ. D'autres études anciennes ont contesté la généralité de ce résultat (Gates, 1922 ; Gundlach, 1926 ; Woodrow, 1938 c). Mais l'existence empirique de convergences entre configurations différentielles en cas d'entraînement simultané ne peut être mise en doute, et au cours des der-

nières années les auteurs participant au projet de la NAVY (cf. tableau I) en ont souligné la fréquence.

Considérons par exemple les épreuves d'empan mnésique (McCafferty *et al.*, 1980). Les corrélations entre les scores de rappel normal et inversé ont été calculées sur les sujets ayant participé aux deux épreuves tout au long des 12 jours d'entraînement ; les résultats sont rapportés à la figure 1. Il apparaît que les corrélations s'élèvent, d'environ .40 à .80. Additionnellement, les auteurs ont représenté l'évolution du maximum théorique des corrélations, estimé par la racine carrée du produit des coefficients de fidélité de chaque épreuve. La figure montre clairement que l'évolution des corrélations ne peut, là encore, être imputée à une hypothétique évolution des fidélités : le plafond théorique des corrélations constitue une limite à peu près constante, de laquelle les corrélations observées se rapprochent en cours d'entraînement. Dans une autre étude (Harberson *et al.*, 1980), il apparaît possible d'extraire, après entraînement, un facteur général à partir des intercorrélations entre 4 tâches de mémoire (rappel, reconnaissance, discrimination temporelle, et interférence pro-active), alors que ces tâches manifestent initialement une totale indépendance. D'autres exemples de même nature sont rapportés par Kennedy *et al.* (1980).

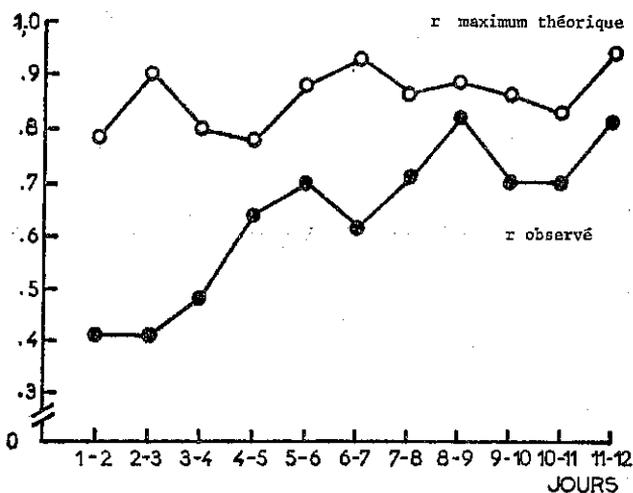


Fig. 1. — Evolution en cours d'entraînement des corrélations observées entre les scores de rappel normal et inversé (●—●) et du plafond théorique de ces corrélations (o—o) (extrait de McCafferty *et al.*, 1980). Si N_j et N_{j+1} désignent les performances en rappel normal, et I_j et I_{j+1} en rappel inversé, à deux jours consécutifs j et $j + 1$, la figure représente la corrélation observée entre rappel normal et inversé par l'expression : $r(N_j + N_{j+1}) / (I_j + I_{j+1})$, et le maximum théorique de cette corrélation est estimé par l'expression : $\sqrt{(rN_j / N_{j+1}) \cdot (rI_j / I_{j+1})}$.

Un simple dénombrement des cas de divergence et de convergence rapportés dans la littérature, que l'entraînement porte sur l'une ou sur les deux tâches, donnerait sans doute l'avantage aux convergences. Cette comparaison a certes peu de sens : rien ne permet de juger du caractère représentatif des tâches retenues, et par là même, de la validité des inférences formulées en terme de proportion. Elle permet néanmoins de relativiser l'opinion encore aujourd'hui exprimée (*e.g.* Schmidt, 1982, p. 568 s.) selon laquelle la part de variance inter-

individuelle spécifique à une tâche s'accroît avec l'entraînement. Cette position, qui trouve sa principale origine dans les résultats des analyses factorielles de Fleishman (*e.g.* Fleishman, 1965) dont la validité méthodologique a pu être sévèrement mise en doute (*e.g.* Bechtold, 1962 ; Anderson, 1967), n'apparaît pas justifiée. Une interprétation satisfaisante ne peut négliger l'une ou l'autre forme d'évolution, et se doit de rendre compte de la tendance observée, quel qu'en soit le sens.

III — DISCUSSION

Bien que dans leur ensemble les données analysées dans la seconde section soient remarquablement cohérentes avec les données de la première section, un point de désaccord apparaît toutefois en ce qui concerne l'existence d'une phase terminale de stabilité : alors que, avec l'entraînement, les corrélations entre essais atteignent assez régulièrement un niveau stable, la stabilisation des corrélations entre la tâche et un prédicteur externe n'est à ma connaissance jamais mentionnée. Cette apparente contradiction pourrait être imputable à un aspect particulier des expériences susceptibles de détecter ce dernier phénomène : dans la majorité des cas, celles-ci rapportent les corrélations des prédicteurs avec les seules séances initiales et terminales de l'entraînement, s'interdisant ainsi toute analyse relative à la dynamique de l'évolution. Fleishman et ses collaborateurs calculent habituellement la série complète des corrélations, mais l'entraînement reste, dans leurs expériences, relativement peu développé. Il est probable que des études à plus long terme, et évaluant pas à pas les corrélations entre les prédicteurs externes et la tâche considérée, montreraient l'existence d'une phase finale de stabilisation. A défaut de telles études, la discussion sera limitée aux données relatives à l'évolution systématique des configurations différentielles, telle qu'elle apparaît de façon quasi générale, au moins durant une phase initiale de l'entraînement.

Ces données n'ont pas qu'un intérêt factuel et anecdotique.

Les implications pédagogiques

Que les aptitudes requises pour l'exécution efficiente d'une tâche changent au cours des répétitions peut donner lieu à certaines applications dans le domaine pédagogique. Une étude de Parker et Fleishman (1961) est à cet égard particulièrement illustrative. Dans une première étape, ces auteurs observent que le niveau d'orientation spatiale détermine dans une large mesure les différences individuelles dans une tâche complexe de poursuite lors des exécutions initiales ; au fur et à mesure des répétitions, cette aptitude perd de l'importance au profit de la capacité à coordonner les mouvements impliquant plusieurs membres. Sur ces bases, Parker et Fleishman élaborent un programme d'entraînement, dans lequel les instructions mettent l'accent tour à tour sur l'un et l'autre aspect. Les sujets ainsi entraînés bénéficient d'un score final de près de 40 % supérieur aux performances d'un groupe contrôle ayant disposé du même nombre d'essais, mais sans instructions spécifiques.

Les implications fondamentales

Les implications des données exposées en psychologie générale dérivent de la possibilité de tirer, de la configuration différentielle des résultats, des inférences sur la nature des processus impliqués par les tâches sous examen. Dans cette perspective, les données différentielles paraissent s'inscrire en faux contre deux façons, à certains égards opposées, de concevoir les effets de l'entraînement.

Pour certains auteurs, l'évolution des performances en cours d'entraînement est imputable au retrait progressif du contrôle attentionnel initialement requis pour l'exécution correcte de la tâche (e.g. Laberge, 1975 ; Shiffrin, Dumais, et Schneider, 1981), retrait qui n'affecte pas substantiellement la nature et la séquence des processus mis en jeu. Les prédictions de ce modèle au niveau différentiel ont été analysées par Schwartz (1981). Elles se fondent sur l'idée que, tant que l'exécution de la tâche est placée sous le contrôle de l'attention, les performances demeurent soumises à l'effet de variables situationnelles telles que l'état de fatigue, de distraction, ou de motivation. Un certain nombre d'arguments, empiriques et théoriques, permettent de soutenir que l'effet de ces variables transitoires sera considérablement atténué lorsque le traitement requis pourra être exécuté sur un mode automatique. Cet état de fait doit induire une augmentation substantielle de la fidélité des mesures, permettant une prédictibilité accrue des performances. Ces déductions ne s'accordent, au mieux, qu'à une part restreinte des données empiriques. Il est faux d'affirmer, comme le fait Schwartz (1981) en conclusion d'un examen trop parcellaire de la littérature, que l'entraînement ne permet qu'une mesure plus précise des aptitudes mises en jeu lors de l'exécution initiale d'une tâche. Nous avons souligné en 1^{re} section que la structure particulière des matrices de corrélations entre répétitions ne pouvait s'expliquer par une hypothétique augmentation de la fidélité des mesures. Ce facteur s'est également révélé incapable de rendre compte, en 2^e section, de l'évolution des corrélations entre un prédicteur et une tâche avec la répétition de cette dernière, quel que soit le sens de cette évolution. L'ensemble des données différentielles suggère que la nature même des traitements induits change avec la répétition de la tâche.

Les changements affectant la nature des traitements opérés sont parfois conçus sous la forme d'une spécialisation de plus en plus poussée des processus impliqués, aboutissant à la mise en place d'une chaîne de traitement uniquement dévolue à l'exécution de la tâche considérée. Au niveau différentiel, cette évolution devrait aller de pair avec une augmentation progressive de la part de variance interindividuelle spécifique à la tâche, consécutive à la diminution systématique des corrélations observées entre les performances à cette tâche et à d'autres épreuves, quelle que soit la nature de ces dernières. Cette configuration devrait être obtenue, que la chaîne de traitement mise en place soit conçue comme idiosyncrasique ou de même nature pour tous les sujets. Là encore, ces prédictions sont clairement contredites par les données analysées en seconde section.

Vers une conception modulaire de l'apprentissage

Pour être en accord avec les données différentielles, un modèle général de l'apprentissage doit non seulement reconnaître l'existence de changements qualitatifs dans le mode de traitement, mais également intégrer l'idée que cer-

tains processus intervenant tardivement dans le cours des répétitions puissent préexister, en quelque sorte, à leur utilisation. Ce genre de conception n'est pas totalement dépourvu de vraisemblance. Bruner (1970), par exemple, a développé l'idée selon laquelle l'activité consécutive à un entraînement pouvait être conçue comme l'enchaînement d'une série de sous-routines modulaires, sortes d'unités automatisées et invariables susceptibles d'intervenir dans une large diversité de comportements. Ces modules élémentaires ont été parfois comparés aux mots de la langue, et l'on a pu effectivement parler des « mots du langage des mouvements » (e.g. Stelmach et Diggles, 1982) ou des « mots du langage perceptif » (e.g. Treisman et Gelade, 1980). Si l'on poursuit cette analogie, l'apprentissage pourrait être comparé aux transformations qu'une phrase donnée est susceptible de subir afin de traduire le même contenu sous une forme plus précise ou plus économique, par le choix et la mise en ordre de mots déjà représentés dans la mémoire à long terme du locuteur.

Dans cette perspective, les méthodes corrélationnelles se présentent comme des outils de choix pour développer notre connaissance des transformations intervenant au cours d'un apprentissage donné. L'évaluation, par une tâche élémentaire spécialement adaptée à cet effet, des différences individuelles dans l'efficacité d'un processus (ou d'un module) identifié, est en effet susceptible de jouer le rôle d'un « marqueur » permettant, par analyse corrélationnelle, de détecter l'intervention de ce processus lors de l'exécution répétitive d'une tâche complexe quelconque.

Il convient de se demander si les données corrélationnelles aujourd'hui disponibles sont en mesure d'illustrer ces déductions formelles, par l'apport d'informations relatives à l'intervention de processus spécifiques au sein de situations concrètes. Un examen rapide permet de constater l'extrême pauvreté de ces informations. Seuls certains travaux dirigés par Fleishman ont de ce point de vue un intérêt peu contestable ; l'un des meilleurs exemples est sans doute à rechercher dans la série d'expériences de laquelle nous avons extrait les données du tableau III, qui montrent comment le contrôle de l'exécution d'une tâche sensorimotrice, initialement visuel, peut être transféré, sous l'effet de l'entraînement, au registre proprioceptif. Pourquoi l'apport des résultats différentiels reste-t-il sur ce point si limité ?

Il faut noter qu'en fait le postulat d'une correspondance entre la configuration différentielle des performances et les processus mis en jeu par la tâche repose sur un certain nombre de présupposés. L'efficacité d'un processus dont l'on souhaite examiner l'intervention au cours d'un entraînement doit faire l'objet de différences individuelles stables et mesurables. Or le temps, et plus encore la répétition des essais, sont susceptibles d'affecter la stabilité postulée (cf. la discussion de Alvares et Hulin, 1972, et Durham, 1974). L'intégration probable de ce processus dans une chaîne de traitement sur l'efficacité de laquelle les performances observées ne fournissent qu'une estimation globale soulève elle aussi d'importants problèmes (cf. la discussion de Perruchet, 1981). Enfin, le fait que des sujets parvenus à un même niveau d'entraînement puissent éventuellement recourir à des stratégies d'exécution différentes induit des ambiguïtés difficiles à lever dans l'interprétation des données. Compte tenu de ces difficultés, toute inférence issue de données corrélationnelles et formulée en terme de processus ne peut que participer à une démarche hypothético-déductive guidée par les développements théoriques de la psychologie générale.

La pauvreté de l'apport effectif des analyses corrélationnelles vis-à-vis de la nature des processus impliqués dans des apprentissages concrets, dérive, sans doute, du manque de conscience de cette contrainte fondamentale ; le choix des variables mises en corrélation en témoigne, qui semble souvent relever du hasard, ou, au mieux, d'une analyse intuitive. Il faut ajouter que dans le contexte behavioriste, la psychologie générale était à l'évidence mal armée pour fournir, sur la nature de processus internes, des perspectives théoriques susceptibles d'orienter les analyses corrélationnelles.

Les conditions d'une évolution sont aujourd'hui réunies. Dans de nombreux champs de recherche, l'étude des différences individuelles a su s'intégrer avec profit dans la validation de théories ou de modèles généraux, et de nouveaux outils méthodologiques ont vu le jour à cet effet (cf. Bacher, 1984). Cette intégration a évidemment profité des transformations propres de la psychologie générale, et particulièrement du développement des modèles de traitement de l'information, qui offrent, sur la nature des processus psychologiques, des hypothèses bien plus fines que celles dont on disposait il y a quinze ou vingt ans. Le champ de l'apprentissage s'est, jusqu'à présent, trouvé quelque peu écarté de ces nouvelles perspectives. La tendance actuelle d'un certain nombre de cognitivistes influents à dépasser l'analyse synchronique des performances pour aborder l'examen des phénomènes d'acquisition (cf. en particulier l'ouvrage édité par Anderson, 1981) pourrait constituer l'opportunité d'une véritable intégration de la méthodologie différentielle dans l'étude générale des phénomènes d'apprentissage.

BIBLIOGRAPHIE

- Adams, J. A. (1957). — The relationship between certain measures of ability and the acquisition of a psychomotor criterion response, *Journal of General Psychology*, 56, 121-134.
- Alvares, K. M., Hulin, C. L. (1972). — Two explanations of temporal changes in ability-skill relationships : a literature review and theoretical analysis, *Human Factors*, 14, 295-308.
- Anderson, J. R. (1981). — *Cognitive skills and their acquisition*, Hillsdale, NJ, Erlbaum.
- Anderson, R. C. (1967). — Individual differences and problem solving, in R. M. Gagné (ed.), *Learning and individual differences*, Columbus, Merrill.
- Bacher, F. (1984). — Les méthodes statistiques en psychologie différentielle : perspectives de développement, *Psychologie française*, 29, 9-15.
- Bechtold, H. P. (1962). — Factor analysis and the investigation of hypotheses, *Perceptual and Motor Skills*, 14, 319-349.
- Bittner, A. C. (1981). — Statistical tests for differential stability, *US Naval Biodynamics Laboratory, NBDL 81R010*, 10-14.
- Bittner, A. C., Lundy, N. C., Kennedy, R. S., Harberson, M. M. (1982). — Performance evaluation tests for environmental research : spoke tasks, *Perceptual and Motor Skills*, 54, 1319-1331.
- Bruner, J. S. (1970). — The growth and structure of skill, in K. Connolly (ed.), *Mechanisms of motor skill development*, London, New York, Academic Press.
- Carter, R. C., Kennedy, R. S., Bittner, A. C., Krause, M. (1980). — Item recognition as a performance evaluation test for environmental research, *Proceedings of the 24 th. annual meeting of the human factor society*, Los Angeles, Etats-Unis.
- Carter, R. C., Kennedy, R. S., Bittner, A. C. (1981). — Grammatical reasoning : a stable performance yardstick, *Human factors*, 23, 587-591.

- Carter, R. C., Stone, D. A., Bittner, A. C. (1982). — Repeated measurements of manual dexterity : applications and support of the two-process theory, *Ergonomics*, 25, 829-838.
- Damos, D. L., Bittner, A. C., Kennedy, R. S., Harberson, M. M. (1981). — Effects of extended practice on dual-task tracking performance, *Human factors*, 23, 627-631.
- Durham, R. B. (1974). — Ability-skill relationships : an empirical exploration of change over time, *Organizational Behavior and Human Performance*, 12, 373-382.
- Fleishman, E. A., Hempel, W. E. (1955). — Relation between abilities and improvement with practice in a visual discrimination reaction task, *Journal of Experimental Psychology*, 49, 301-312.
- Fleishman, E. A., Rich, S. (1963). — Role of kinesthetic and spatial-visual abilities in perceptual-motor learning, *Journal of Experimental Psychology*, 66, 6-11.
- Games, P. A. (1962). — A factorial analysis of verbal learning tasks, *Journal of Experimental Psychology*, 63, 1-11.
- Gates, G. S. (1922). — Individual differences as affected by practice, *Archives of Psychology*, 58, 36.
- Gundlach, R. (1926). — The effects of practice on the correlations of three mental tests, *Journal of Educational Psychology*, 17, 387-400.
- Harberson, M. M., Krause, M., Kennedy, R. S. (1980). — Comparison of memory tests for environmental research, *Proceedings of the 24th annual meeting of the Human Factors Society*, Los Angeles, Etats-Unis.
- Harberson, M. M., Kennedy, R. S., Krause, M., Bittner, A. C. (1982). — Repeated measures of information processing, *Proceedings of the 26th annual meeting of the Human Factors Society*, Seattle, Etats-Unis.
- Harberson, M. M., Krause, M., Kennedy, R. S., Bittner, A. C. (1982). — The stroop as a performance evaluation test for environmental research, *The Journal of Psychology*, 111, 223-233.
- Jones, M. B. (1970). — A two-process theory of individual differences in motor learning, *Psychological Review*, 77, 353-360.
- Jones, M. B., Kennedy, R. S., Bittner, A. C. (1981). — A video-game for performance testing, *American Journal of Psychology*, 94, 143-152.
- Kennedy, R. S., Carter, R. C., Bittner, A. C. (1980). — A catalog of performance evaluation tests for environmental research, *Proceedings of the 24th annual meeting of the Human Factors Society*, Los Angeles, Etats-Unis.
- Kincaid, M. (1925). — A study of individual differences in learning, *Psychological Review*, 32, 34-53.
- Krause, M., Bittner, A. C. (1982). — Repeated measures on a choice reaction time task, *US Naval Biodynamics Laboratory*, NBDL 82R006.
- Krause, M., Kennedy, R. S. (1981). — Performance evaluation tests for environmental research : interference susceptibility test, *US Naval Biodynamics Laboratory*, NBDL 80R008, 41-46.
- Laberge, D. (1975). — Acquisition of automatic processing in perceptual and associative learning, in P. M. A. Rabbitt and S. Dornic (eds), *Attention and Performance V*, London, Academic Press.
- McCafferty, D. B., Bittner, A. C., Carter, R. C. (1980). — Performance evaluation tests for environmental research : auditory digit span task, *Proceedings of the 24th annual meeting of the Human Factors Society*, Los Angeles, Etats-Unis.
- McCauley, M. E., Kennedy, R. S., Bittner, A. C. (1980). — Development of performance evaluation tests for environmental research : time estimation, *Perceptual and Motor Skills*, 51, 655-665.
- McKaman, S. L., Bittner, A. C., Harberson, M. M., Kennedy, R. S., Stone, D. A. (1982). — Performance evaluation tests for environmental research : Wonderlic Personal Test, *Psychological Reports*, 51, 635-644.
- Parker, J. F., Fleishman, E. A. (1961). — Use of analytical information concerning task requirements to increase the effectiveness of skill training, *Journal of Applied Psychology*, 45, 295-302.
- Pepper, R. L., Kennedy, R. S., Bittner, A. C., Wiker, S. F. (1981). — Performance evaluation tests for environmental research : code substitution test, *US Naval Biodynamics Laboratory*, NBDL 80R008, 13-19.

- Perl, R. E. (1933). — The effect of practice upon individual differences, *Archives of Psychology*, 159.
- Perl, R. E. (1934). — An application of Thurstone's method of factor analysis to practice series, *Journal of General Psychology*, 11, 209-212.
- Perruchet, P. (1981). — L'utilisation des corrélations interindividuelles dans l'étude des processus élémentaires de traitement de l'information, *Journal de Psychologie*, 4, 397-414.
- Reynolds, B. (1952). — The effect of learning on the predictability of psychomotor performance, *Journal of Experimental Psychology*, 44, 189-198.
- Schmidt, R. A. (1982). — *Motor control and learning : A behavioral emphasis*, Champaign, Ill., Human Kinetics.
- Schneider, W., Fisk, A. D. (1983). — Attention theory and mechanisms for skilled performance, in R. A. Magill (ed.), *Memory and control of action*, Amsterdam, North-Holland.
- Schwartz, S. (1981). — Verbal ability, attention and automaticity, in M. P. Friedman, J. P. Das, and N. O'Connor (eds), *Intelligence and learning*, New York, NY, Plenum Publishing Corporation.
- Seales, D. M., Kennedy, R. S., Bittner, A. C. (1980). — Development of performance evaluation tests for environmental research : arithmetic computation, *Perceptual and Motor Skill*, 51, 1023-1031.
- Shiffrin, R. M., Dumais, S. T., Schneider, W. (1900). — Characteristics of automatism, in J. Long and A. Baddeley (eds), *Attention and Performance IX*, Hillsdale, NJ, Erlbaum.
- Stelmach, G. E., Diggles, V. A. (1982). — Control theories in motor behavior, *Acta Psychologica*, 50, 83-105.
- Sternberg, R. J. (1977). — *Intelligence, information processing, and analytical reasoning : the componential analysis of human abilities*, Hillsdale, NJ, Erlbaum.
- Treisman, A. M., Gelade, G. (1980). — A feature-integration theory of attention, *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Woodrow, H. (1938 a). — The relation between abilities and improvement with practice, *Journal of Educational Psychology*, 29, 215-230.
- Woodrow, H. (1938 b). — The effects of practice on test intercorrelations, *Journal of Educational Psychology*, 8, 561-572.
- Woodrow, H. (1939). — Factors in improvement with practice, *Journal of Psychology*, 7, 55-70.

RÉSUMÉ

Si, de façon générale, l'entraînement procure une amélioration des performances, il n'a toutefois pas des effets équivalents chez tous les sujets.

La première partie de cette revue montre que la configuration des différences individuelles observables lors de l'exécution initiale d'une tâche se modifie progressivement sous l'effet de l'entraînement, du moins au cours d'une phase initiale ; les corrélations observées entre les séances successives reflètent tout à la fois cette « dérive » systématique de la configuration différentielle, et le degré de fidélité des estimations. Avec la poursuite des répétitions, les différences individuelles se stabilisent, et les corrélations entre séances n'indiquent plus que la fidélité des mesures.

La nature des modifications induites lors de la phase initiale est approfondie dans la seconde partie de la revue, par l'analyse de l'évolution, avec les répétitions, des corrélations entre les performances à la tâche soumise à entraînement, et les performances à d'autres épreuves exécutées avant ou après cet entraînement. Selon la nature de ces épreuves, les corrélations diminuent ou augmentent de façon systématique et souvent substantielle. Sur l'ensemble, et pour autant que les problèmes relatifs à l'échantillonnage des variables autorisent ce genre d'inférence, il ne semble pas que la part de variance interindividuelle spécifique à la tâche tende à augmenter au cours des répétitions.

Les implications de ces résultats sont analysées. Moyennant l'adoption de certains postulats, l'ensemble des données corrélationnelles apparaît renforcer une conception modulaire de l'apprentissage, que la poursuite d'investigations différentielles mieux articulées avec la problématique de la psychologie générale pourrait largement contribuer à développer.