

Cours : Science de la motricité

Table des matières

Introduction	2
Différents types de motricité.....	3
I. apprentissage moteur et concepts associés.....	4
A. l'apprentissage moteur.....	4
B. La performance	4
C. l'habileté motrice	5
D. Les stades d'apprentissage.....	6
II. les théories de l'apprentissage moteur	9
A. aspects mecaniques et/ou aspects psychologiques ?	9
B. Place et rôles des représentations mentales dans l'apprentissage moteur	9
C. approches conceptuelles (« qu'est-ce qui est appris ? »).....	11
1. apprentissage d'un mouvement	11
2. apprentissage d'une solution motrice (théorie du contrôle moteur).....	14
3. un modele alternatif : le modele de paillard	18
III. Les conditions d'apprentissage.....	20
A. Les transferts d'apprentissage.....	20
B. La répétition	21
C. Apprentissage massé et apprentissage distribué.....	22
D. Rôle de l'information : CR – CP	23

Introduction

Classiquement, la motricité est l'ensemble des mécanismes permettant à un organisme de se mouvoir ainsi que l'étude des fonctions produisant le mouvement, mouvement qui « est, avec la capacité de reproduction, l'une des propriétés qui définissent le vivant » (A. Kruse et al ,2009)¹. Étudier la motricité, c'est classiquement s'intéresser aussi bien à la saisie du bébé, à ses premiers pas qu'au geste technique de l'artisan ou à l'action la plus accomplie du sportif, en passant par les actions quotidiennes de toute personne, aux situations de travail ou de loisir. Mais c'est aussi s'intéresser aux mouvements dans l'embryogenèse ou à la production de mouvements au sein de la cellule ou d'êtres multicellulaires.

Le moteur, au sein d'un corps conçu comme un organisme, est la part qui permet le mouvement, à la fois les structures et les fonctions remplies par ces structures. La vision physiologique classique de la motricité et du moteur s'appuie sur une conception organiciste du corps pour laquelle il faut une source d'énergie pour produire des forces et donc la conversion d'une énergie chimique en travail mécanique. Mais la motricité pourrait tout aussi bien concerner tout l'organique jusqu'au cerveau comme structure organique, tout aussi bien réintégrer les subjectivités du sujet ainsi que la dimension culturelle.

Le moteur, c'est aussi ce qui meut et émeut le vivant, ce qui met en mouvement et poursuit celui-ci. Il dépend sans doute du rôle joué par ce moteur et cette motricité pour le vivant comme du sens vécu et du sens donné par le sujet à son action et à son comportement ainsi que de ses projets, faisant de tout mouvement une action, un geste et de toute action une conduite (A. Berthoz ,2003)².

S'interroger et étudier la motricité, reviendrait à redéfinir le corps abordé alors dans sa globalité, redéfinir le mouvement comme acte et l'action motrice comme conduite à partir de l'étude du fonctionnement de l'organisme conçu comme une totalité intégrée et intégrative. La motricité serait, alors dans une logique de continuité, d'une part l'étude de la motilité et de l'intention du vivant et d'autre part l'étude du « champ et (de) la nature des conduites motrices » (P Parlebas, 1999, 252)³ en interrogeant cette notion dès la motricité fœtale, à partir de l'étude du fonctionnement du corps dans une logique holistique intégrée, pour la production de comportements moteurs. Étudier la motricité, c'est sans doute la dépasser pour étudier l'action motrice et, plus largement la conduite motrice.

¹ Kruse, A., Pieles, U., Riener, M. O., Zunker, C., Bredell, M. G., & Grätz, K. W. (2009). Craniomaxillofacial fibrous dysplasia: a 10-year database 1996–2006. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 47(4), 302-305.

² A Berthoz (2003, 169) « pour moi, l'action n'est pas la motricité : l'action et le geste sont projets, intentions, émotions, souvenirs pour prédire le futur, espoirs qui prennent dans les succès passés et les échecs le désir des engagements futurs. ».

³ Parlebas, P. (1999). *Jeux, sports et sociétés: lexique de praxéologie motrice*. Paris: Insep.

Différents types de motricité

Certaines activités motrices sont clairement volontaires et sont sous la dépendance du cortex cérébral, d'autres semi-automatiques correspondent à des routines comportementales apprises au cours du développement (ontogénèse). Ces dernières sont stockées dans des régions sous- corticales (ganglions de la base, cervelet). Elles sont contrôlables sous l'effet de la volonté grâce à la modulation qu'exerce le cortex cérébral sur les structures sous-corticales.

Les structures profondes (tronc cérébral, moelle épinière) sont responsables des activités automatiques (réflexes, marche et ajustement posturaux).

Les programmes moteurs élaborés au niveau du cerveau vont être acheminés vers la moelle épinière au travers des voies cortico-spinales descendantes. Celles-ci permettent de commander le fonctionnement des muscles (motricité volontaire) et les ajustements du tonus musculaire nécessaires à la réalisation du mouvement (motricité extra-pyramidale). Tout mouvement est un acte complexe qui met en jeu de nombreux muscles aussi bien distaux que proximaux au niveau des membres mais également du tronc, de la nuque et de la tête. La mise en jeu coordonnée de ces activités musculaires nécessite une planification motrice spatio- temporelle complexe en grande partie inconsciente qui met en jeu l'ensemble du système nerveux central.

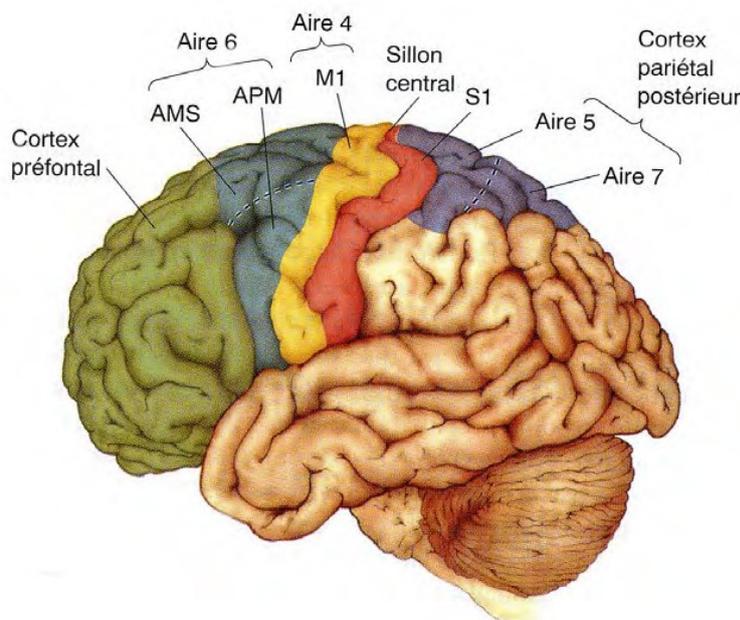


Figure 1 : Vue latéral du cortex cérébral montrant la localisation du cortex moteur primaire (en jaune) en avant du sillon de Rolando.

I. APPRENTISSAGE MOTEUR ET CONCEPTS ASSOCIES

A. L'APPRENTISSAGE MOTEUR

L'apprentissage moteur est un processus interne. Cela signifie que c'est un processus cognitif qui se déroule dans le système nerveux de celui qui apprend. Ce processus interne permet à un élève de modifier son comportement chaque fois qu'il est confronté à une tâche vis-à-vis de laquelle il n'a pas encore de réponse adaptée. Il n'est donc pas encore capable de répondre à un but qui est fixé par lui.

L'apprentissage moteur est un processus interne car on ne peut pas observer directement l'apprentissage. On va l'évaluer seulement au travers **de la performance**.

Ce changement progressif doit être durable et engendre des possibilités de développement des habiletés.

On observe une modification du comportement qui doit résulter exclusivement de l'exercice. Dans ce cas, nous excluons tous les facteurs de maturation, de croissance ou de vieillissement.

Lorsque les modifications comportementales sont le produit de la répétition de la même tâche, on parle d'**apprentissage par exercice** et lorsque ces modifications sont dues à l'accomplissement de tâches différentes, on parle d'**apprentissage par transfert**.

D'une manière générale, deux contrepoints apparaissent :

- L'apprentissage a une fonction adaptative : l'individu va s'adapter, s'ajuster à son comportement.
- La modification comportementale est sous le contrôle cognitif.

B. LA PERFORMANCE

C'est accomplir, exécuter un acte.

Nous observons un décalage entre apprentissage et performance.

Généralement, c'est un indicateur du niveau d'acquisition. La performance ne reflète pas complètement l'apprentissage (il peut y avoir apprentissage sans que cela se ressente dans la performance). C'est un indicateur non exhaustif.

Le nombre d'essais joue un rôle dans l'apprentissage.

Selon Hull, il y a une période réfractaire qui introduit une inhibition réactive (principe de l'excitation neuronale : loi du tout ou rien).

Pour lui, lors d'une tâche motrice, si l'on fait des essais trop rapprochés, il se produit lors de ces exercices une inhibition réactive et nous observons une baisse de la performance. Pour que les exercices soient positifs dans l'apprentissage, il faut les espacer.

C. L'HABILETE MOTRICE

Cette notion au sens strict du terme défend l'idée de maîtrise d'une tâche.

Guthrie :

« *Capacité acquise par apprentissage à atteindre des résultats fixés à l'avance avec un maximum de réussite et souvent un minimum de temps, d'énergie ou les deux* ».

Cette définition souligne le caractère appris de l'habileté motrice, produit d'un apprentissage moteur.

Famose :

« *Capacité d'un sujet à atteindre un objectif de manière efficace et efficiente* ».

Quatre points semblent importants pour comprendre cette option d'habiletés :

- Il faut un objectif défini.
- Il faut être expert, ce qui implique l'atteinte de l'objectif avec un maximum de certitude.
- L'habileté va nécessiter un faible coût énergétique physique et mental.
- La réalisation de la tâche avec minimisation du temps requis.

Les habiletés motrices sont classées selon plusieurs principes.

Trois types de classifications des habiletés :

- En fonction de leur forme et de leur organisation.
- En fonction de leur dimension motrice d'acquisition et cognitive des habiletés.
- En fonction des conditions environnementales.

Classifications des habiletés (Schmidt, 1982) :

Habiletés discrètes	Habiletés sérielles	Habiletés continues
Début et fin identifiables - Lancer une fléchette - Attraper un ballon - Tirer à la carabine	Actions discrètes enchaînées, organisées - Enfoncer un clou avec un marteau - Travail à la chaîne - Enchaînement gymnastique	Début et fin non identifiables - Conduire une voiture - Nager - Tâche de poursuite

Dimension motrice et cognitive des habiletés :

Habilité motrice « comment faire »	continuum	Habilité cognitive « ce qu'il faut faire »
Prise de décision minimum Contrôle moteur maximum - Saut en hauteur - Lancer le ballon - Musculation	Quelques prises de décisions contribuant au contrôle moteur - Conduire voiture de course - Piloter char à voile	Prise de décision maximum Contrôle moteur minimum - Jouer aux échecs - Entraîner une équipe

Conditions environnementales :

Habilités fermées	Continuum	Habilités ouvertes
Stable Prévisible - Gymnastique - Tir à l'arc - Lancers de poids - Dactylographie	Environnement semi- prévisible - Acrobatie - Conduite automobile - Echecs	Variable imprévisible - Football - Lutte - Chasse

D. LES STADES D'APPRENTISSAGE

Plusieurs auteurs tentent de comprendre les stades de l'apprentissage :

- **Fitts** :
 - Stade cognitif
 - Stade associatif
 - Stade d'automatisation

- **Adams** :
 - Stade verbal-moteur
 - Stade moteur

- **Gentile** :
 - Phase d'acquisition
 - Phase fixation-différenciation

- **Paillard** :
 - Organisation intentionnelle
 - Automatisation

Stade verbal cognitif ou stade cognitif :

Dans ce cas-là, la tâche est complètement nouvelle. Les élèves doivent résoudre un problème pour atteindre un but. Ils doivent comprendre ce qu'ils doivent faire et ils doivent commencer à élaborer des stratégies pour atteindre le but.

Au cours de ce stade, on va observer beaucoup d'erreurs.

A ce stade, l'apprenant devra traiter un grand nombre d'informations, apprendre les stratégies d'encodage pour commencer à comprendre la tâche verbale cognitive où à cet instant dans la construction de l'habileté il est possible de faire verbaliser les actions à réaliser. Toutes les instructions sont très utiles et recommandées. Sa représentation se forme et se transforme.

Stade associatif ou stade moteur :

C'est l'étape de fixation de l'habileté. Les gestes deviennent plus efficaces. Son coût énergétique diminue, la régularité de l'habileté augmente. On observe une coordination possible des différents patrons de mouvement pour produire l'action. La performance va s'améliorer progressivement et les élèves commencent juste à ce stade à détecter leurs erreurs.

Ce stade dure généralement plus longtemps que les précédents.

Stade d'automatisation :

Avec beaucoup de pratique, l'élève va arriver au dernier stade de cet apprentissage. Nous observons une exécution relativement automatique. Les gestes ne vont plus demander autant d'attention. Les programmes moteurs sont intégrés et contrôlent les actions. L'accent est également mis sur l'aspect stratégique des actions à mener (tactique dans les sports collectifs)

On observe une augmentation de la confiance en soi. Le sujet comprenant ses erreurs est capable de les réduire. Les progrès à ce stade sont lents car l'élève possède une bonne maîtrise de l'activité. Ce n'est pas pour autant que l'apprentissage sera terminé.

- *Tableau* : Etapes de l'apprentissage

Tableau 1. — *Étapes de l'apprentissage*
(tiré de Dreyfus et Dreyfus, 1987, et révisé par Chevalier, 1988 a)

NOVICE	Règles Idée générale du mouvement « essentiellement cognitive »
DÉBUTANTE- AVANCÉE	Raffinement du schéma moteur Nouvelles règles Anticipation des comportements, des situations
AISANCE	Habilité à développer des plans, des buts à atteindre Révision séquentielle
COMPÉTENCE	Représentations claires du plan d'action, des objectifs Révision séquentielle plus vivace Décisions en cours d'action
EXPERTISE	L'habileté est automatisée Révision, anticipation de tactiques et de stratégies

- **Novice** : L'enseignant fournirait à l'élève des règles qui déterminent son action car le débutant est lent, pas coordonné et toute action semble laborieuse.
A cette étape nous aurons les premières représentations mentales liées à l'action à mener.
D'après ces auteurs, c'est l'aspect cognitif à cette étape qui domine.
- **Débutant avancé** : Les comportements s'affinent. L'élève peut faire appel à une certaine expérience acquise dans le développement des nouvelles règles. Il anticipe les comportements et les réactions.
- **Aisance** : Le sujet devient plus habile. Il est capable de développer des plans, des buts à atteindre et de prendre des décisions adaptées à l'atteinte de ces buts.
- **Compétence** : L'élève parvient avec une certaine exactitude à évoquer les représentations de ses plans d'action, de ses objectifs. Il saura prendre les décisions appropriées au cours de l'action.
- **Expertise** : L'élève consacre beaucoup moins d'attention à la tâche motrice.

Au début de l'apprentissage, les représentations seraient orientées vers l'exécution séquentielle des habiletés motrices, alors qu'à la fin de l'apprentissage, ces représentations seraient plutôt constituées de plans tactiques ou encore d'images anticipatrices.

- *Schéma* de l'analyse perceptuelle

II. LES THEORIES DE L'APPRENTISSAGE MOTEUR

A. ASPECTS MECANIQUES ET/OU ASPECTS PSYCHOLOGIQUES ?

Pendant longtemps le mouvement a été perçu, analysé sous son aspect physiologique et visible, c'est-à-dire dans son organisation gestuelle extérieure.

Or, depuis quelques années, on s'intéresse de plus en plus aux mécanismes psychologiques autres que les mécanismes se référant à la biomécanique ou à la physiologie. En effet, tout mouvement est la suite d'opérations mentales.

D'une manière générale, dans le domaine moteur, on distingue 3 étapes :

- **Identification** du stimuli (activités perceptives)
- **Sélection** de la réponse (activités mentales liées au traitement des informations)
- **Programmation** de la réponse.

B. PLACE ET ROLES DES REPRESENTATIONS MENTALES DANS L'APPRENTISSAGE MOTEUR

Définitions :

Petit Larousse :

Une représentation est « *l'idée que nous nous faisons du monde ou d'un objet donné* ».

Vergnaud (1985) :

« *La fonction principale de la représentation est de conceptualiser le réel pour agir efficacement* ».

Dorville (1987) :

La représentation serait « *une forme première de connaissance : chaque individu appréhende, décode l'environnement, les objets, les situations, d'une façon qui lui est particulière* ».

Giordan (1989) :

Il substitue le terme « conception » à celui de représentation en lui donnant le sens suivant : « *les questions, les démarches, les cadres de référence, les façons de comprendre ou d'agir des élèves en cours d'apprentissage* ».

Cette notion de conception se situe, selon Giordan, au cœur même de la didactique et donne des clés pour résoudre plus efficacement le problème du « comment faire apprendre ».

La formation des représentations :

Les représentations s'élaborent par la mise en jeu de processus cognitifs.

Le sujet se construit un modèle d'explications du réel (ex : réaliser un lancer) qui organise la perception, la compréhension des informations et oriente l'action.

- *Schéma* : La faculté d'apprentissage sensori-moteur comme somme des capacités coordinatives.
- *Schéma* : La continuité cognitive.
- *Schéma du développement* de la représentation mentale d'après Hotz.

Lors de l'appropriation de connaissances nouvelles, les représentations ont une fonction d'encrage. Elles vont permettre l'acquisition de modes opératoires (c'est-à-dire toutes nos actions sur le réel, tous les fondamentaux caractéristiques des sports).

En conséquence, les représentations ont un rôle fonctionnel dans la mesure où elles constituent la base de la planification et du guidage de l'action des sujets.

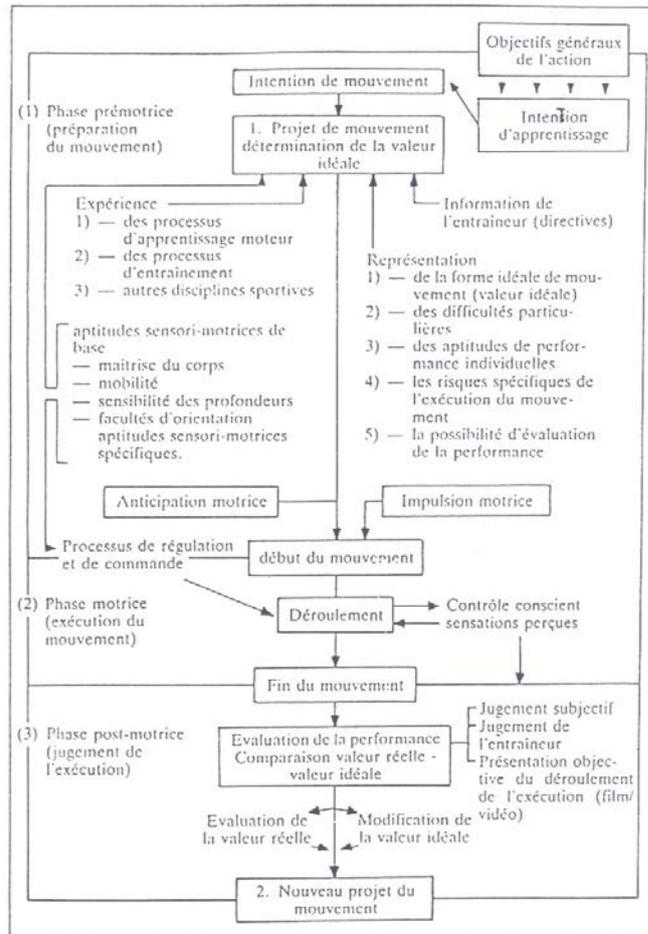


Figure 7 : Structure psychomotrice de base d'un processus d'entraînement sportif (d'après Thomas, 1977, p. 288).

C. APPROCHES CONCEPTUELLES (« QU'EST-CE QUI EST APPRIS ? »)

1. APPRENTISSAGE D'UN MOUVEMENT

Pour comprendre l'apprentissage moteur, cette première théorie affirme que c'est un mouvement particulier qui est appris.

Selon les partisans de ce modèle, pour parvenir à apprendre le mouvement, le sujet apprend à reproduire la sensation kinesthésique reçue lors d'une ou plusieurs exécutions motrices correctement réalisées.

C'est ce qu'on a appelé les modèles cybernétiques de la boucle fermée.

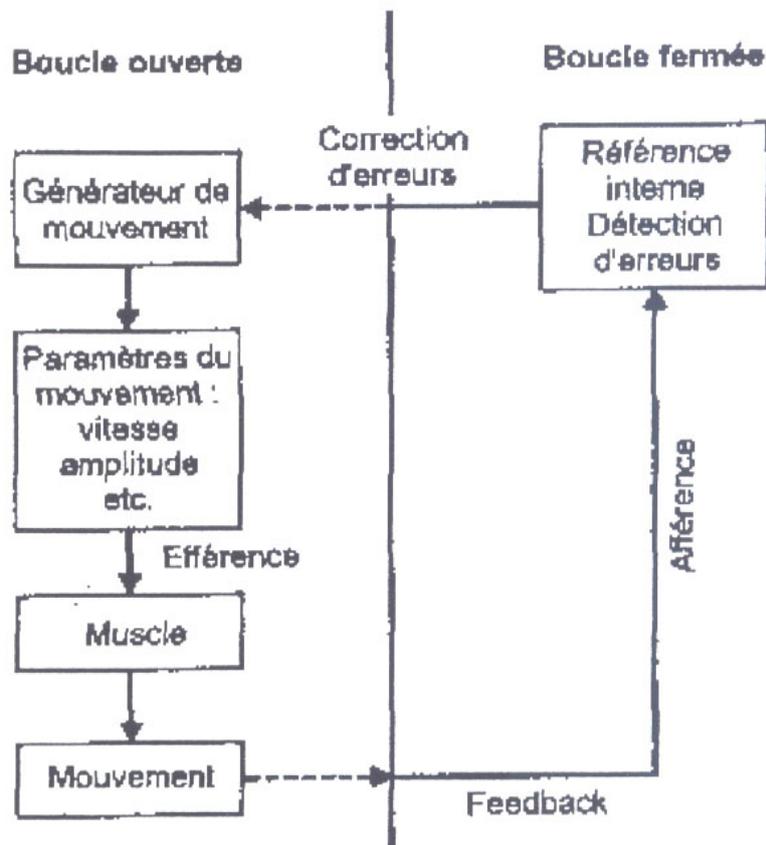


Fig. 13. — Théories des boucles ouverte et fermée (d'après J. A. Scott Kelso, *Human motor behavior*, LEA Publishers, 1982, p. 95).

Le modèle qui présente la meilleure compréhension à un apprentissage d'un mouvement est le **modèle d'Adams** (1971).

Adams a formulé une théorie de l'apprentissage moteur dit en « boucle fermée ». C'est un mode de système de contrôle qui implique le feedback et les détections et corrections des erreurs applicables au contrôle moteur.

Le feedback est comparé à une valeur de référence et toute discordance entre l'exécution du geste et cette valeur de référence stockée en mémoire déclenche un système de correction visant à réduire cet écart. Cette notion de comparaison va mettre en évidence deux processus distincts :

- Le **processus de rappel** qui permettra de comparer les informations actuelles avec celles stockées en mémoire

- Un **processus de reconnaissance** qui permettra d'identifier les informations au moment de leur apparition.

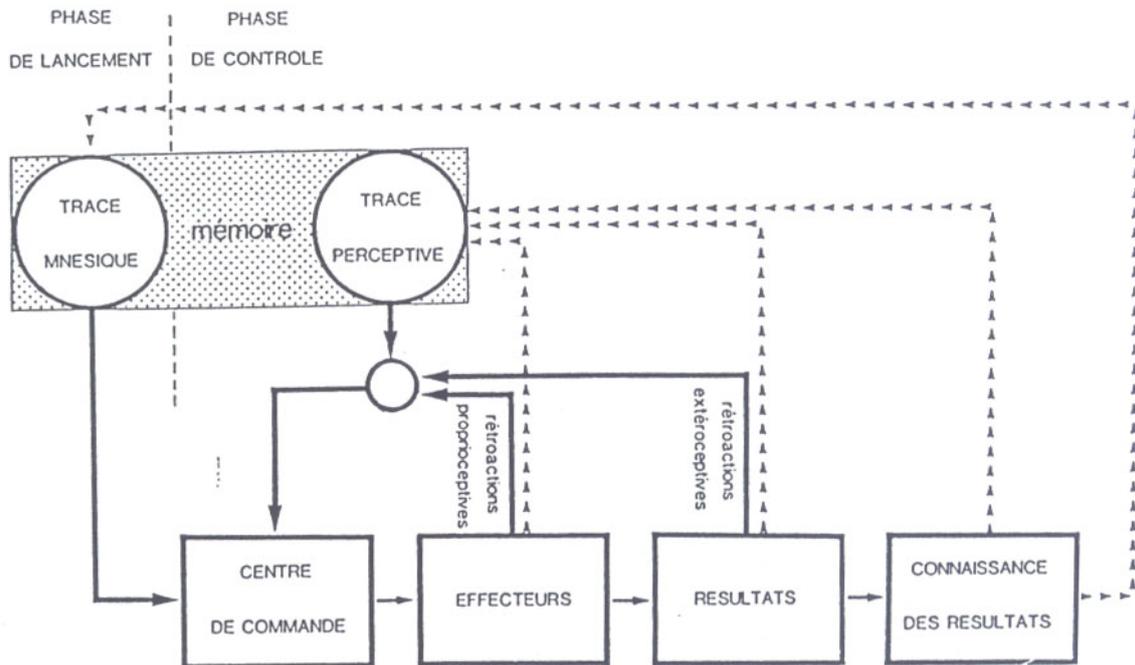


Figure 3.12

Tentative de représentation de la théorie en boucle fermée d'Adams (1971).

La trace mnésique, ce que l'on peut appeler le rappel, correspond à la phase de sélection et de lancement du geste.

Adams parlait de « programme moteur restreint ». Cette trace va s'affiner à partir des connaissances, des résultats, des essais antérieurs sans cesse mis en œuvre dans la répétition du geste sportif.

La trace perceptive, c'est la phase de contrôle du geste. C'est en quelque sorte le geste souhaité. Cette trace perceptive se déroule bien au cours de l'action. Elle va s'affiner, se stabiliser, se renforcer par un triple processus de rétroaction : proprioception, extéroception, connaissance des résultats.

A partir de ce modèle, l'apprentissage moteur est considéré comme un processus de structuration mnésique de l'expérience motrice. Il en résulte deux traces mnésique et perceptuelle qui permettent de sélectionner le mouvement à produire et de contrôler la qualité de son exécution.

Le point intéressant de son modèle est qu'il met en évidence le concept d'image. En effet, si on regarde ce modèle, l'accomplissement du mouvement exige à la fois une référence au mouvement passé produit dans la même situation, la connaissance de l'erreur du dernier mouvement et le retour d'information sur l'exécution actuelle du mouvement.

L'image motrice est l'image interne de la performance qui guide le mouvement permettant de comparer dans un processus de réduction d'écart la valeur actuelle à la valeur désirée. L'image motrice a donc un rôle renforçateur dans l'apprentissage des habiletés motrices.

Remarques sur le modèle d'Adams :

Ce modèle de contrôle en boucle fermée comprend des étapes du contrôle de l'information utiles pour comprendre les habiletés continues de longue durée.

Si on regarde ce modèle, une fois que le mouvement est lancé de façon interne, son contrôle se fait selon la loi du « tout ou rien ».

Schmidt donne l'image de l'appui sur la gâchette d'un fusil. Dès que le mouvement est déclenché, toute information sensorielle indiquant que ce mouvement doit être modifié ou inhibé demande environ 150 à 250 ms avant de provoquer les premières modifications. C'est pourquoi ce modèle n'est pas utile pour comprendre des actions rapides, discrètes qui demandent des ajustements continus.

Il y a une notion de programme moteur restreint ou modeste. En effet, Adams postule l'existence d'une mémoire pour la direction du geste, une mémoire pour le déclenchement, une mémoire pour toutes les variations du mouvement. Bref, toute variation de mouvement, de hauteur, de position d'adversaire nécessiterait des programmes moteurs séparés les uns des autres.

Critique : Si l'on suit cette théorie, on ne serait pas capable de produire des mouvements que nous n'avons jamais réalisés.

Conséquences pédagogiques :

- Connaissance des résultats
- Connaissance des processus d'exécution.

2. APPRENTISSAGE D'UNE SOLUTION MOTRICE (THEORIE DU CONTROLE MOTEUR)

Cette conception centrée sur le contrôle moteur, qui est la plus actuelle, affirme que ce qui est appris est une solution motrice et non pas un mouvement.

D'une répétition à l'autre, l'élève essaie non pas de reproduire un mouvement ou une sensation kinesthésique, mais d'apprendre à combiner les différents paramètres d'un mouvement de façon à atteindre le but proposé par la tâche. Ce qui est appris est une règle, une méthode qui se perfectionne au fur et à mesure des essais.

• **Théorie écologique de l'apprentissage (Fowler et Turvey, 1978)**

Selon cette théorie, l'élève contrôle ses mouvements en cours d'apprentissage sans faire appel aux fonctions cognitives.

Elle considère l'organisme totalement intégré dans son environnement. La perception est directe, cela signifie que dans la relation organisme – environnement, l'information est traitée au niveau des récepteurs périphériques et non au niveau central.

Comment l'élève contrôle ses mouvements au cours de l'apprentissage ?

2 concepts :

- L'élève commence par résoudre les problèmes de degrés de liberté. Dans la mise en œuvre d'habiletés motrices, l'élève doit contrôler un très grand nombre de degrés de liberté des articulations du corps.
Plus le nombre de segments du corps impliqués dans le mouvement augmente, plus les degrés de liberté augmentent et plus le processus de régulation du mouvement devient complexe.
Au fur et à mesure de l'apprentissage, pour qu'un mouvement soit mieux contrôlé, le nombre de degrés de liberté doit diminuer.

- Les structures de coordination (ou « synergies »)
C'est une unité de contrôle moteur qui gouverne des groupes de muscles situés sur différentes articulations du corps.
Un débutant va d'abord chercher à découvrir une certaine façon de relier ou de contraindre les différents muscles impliqués dans cette habileté. Un changement dans une partie du corps (ex : les épaules) doit être parfaitement compensé par un changement dans une autre partie du corps (ex : les hanches). S'il n'y parvient pas, il tombe. Une fois que les contraintes sont découvertes par le débutant, un contrôle efficace de la musculature est obtenu, et ceci a pour conséquence une réduction du nombre de degrés de liberté.
Le but de l'apprentissage dans cette théorie, est de trouver la façon idéale de mettre en avant les forces produites par les muscles et celles fournies par l'environnement.
La notion d'habileté ici est basée sur les relations forces individu – environnement.

Extrait de J.P.Famose, 1997 : Exemple d'un tireur d'élite au pistolet.

Il est intéressant de savoir comment le tireur d'élite parvient à maintenir en permanence la ligne de visée sur le centre de la cible.

Comment organise-t-il les mouvements de ses segments corporels pour résoudre le problème moteur spécifique qui consiste à viser une cible avec un revolver ?

D'une manière générale, lorsqu'un tireur se met en position pour tirer, on observe des oscillations de son corps qui ont pour conséquence un déplacement du centre de gravité. Chez le tireur d'élite le mouvement oscillatoire est moindre. Il a trouvé une façon de « bloquer », de « geler » muscles et articulations, restreignant leur liberté afin de garder plus stable le centre de gravité.

Par ailleurs, lorsqu'un tireur quel qu'il soit vise avec le pistolet, chaque changement dans l'articulation du poignet ou de l'épaule fera dévier la ligne de visée par rapport au centre de la cible.

Chez le débutant, un mouvement au niveau d'une articulation n'est pas compensé par un changement dans une autre articulation, ce qui a pour conséquence d'éloigner le revolver du centre de la cible. Les articulations sont relativement indépendantes les unes des autres. Chez un tireur d'élite, au contraire, les choses se passent d'une manière différente. Les deux articulations sont contraintes d'agir comme une simple unité de telle sorte que chaque oscillation horizontale dans le poignet soit compensée par une oscillation horizontale égale et opposée dans l'épaule.

- **Théorie cognitive de l'apprentissage ou théorie du schéma (Schmidt, 1982)**

C'est un modèle qui s'intègre dans une perspective cognitive (par opposition à l'approche écologique) mettant en évidence l'existence de programmes moteur généraux.

Schmidt a tenté de répondre à la question : *Existe-t-il une mémoire centrale du geste ?*

Dès que l'on mesure des paramètres spatiaux (amplitude du mouvement) ou temporeux (durée), ou cinématiques (accélération du mouvement), ou électromyographiques, nous observons des différences alors que le geste a été effectué dans des conditions identiques. Mais au-delà de ces différences, il est possible de distinguer des « familles de gestes ».

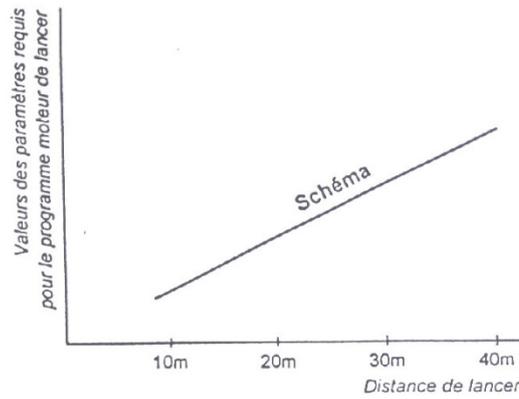
- **Notion de programme moteur généralisé : schème chez Piaget**

Ce programme moteur généralisé va constituer l'interface entre l'intention et l'action. Il permet au sujet de développer un ensemble de commandes organisées spatialement et temporellement. C'est donc une série d'instructions, de règles structurées avant la séquence du mouvement à réaliser et représentées en Mémoire à Long Terme.

Les programmes moteurs généraux vont constituer le support de l'action, mais à eux seuls ils ne peuvent pas produire une réponse adaptée aux conditions de l'environnement. Cette adaptation est assurée par le schéma de la réponse (d'où le nom « théorie du schéma »).

- **Le schéma moteur**

Le schéma moteur est un système de connaissances, c'est-à-dire un système de stockage, de représentations, de gestion de l'expérience. C'est donc un système de règles qui peuvent être modifiées ou adaptées à partir de l'expérience motrice.



ig. 14. — Schéma reliant les valeurs des paramètres aux distances de passe d'un ballon de football américain (d'après R. Schmidt, 1993).

- Construction du schéma moteur

Le schéma moteur va progressivement se construire.

Pour Schmidt, le schéma va se situer au centre du modèle. Il y a un schéma moteur et à l'intérieur de celui-ci, on a le schéma de rappel et le schéma de reconnaissance.

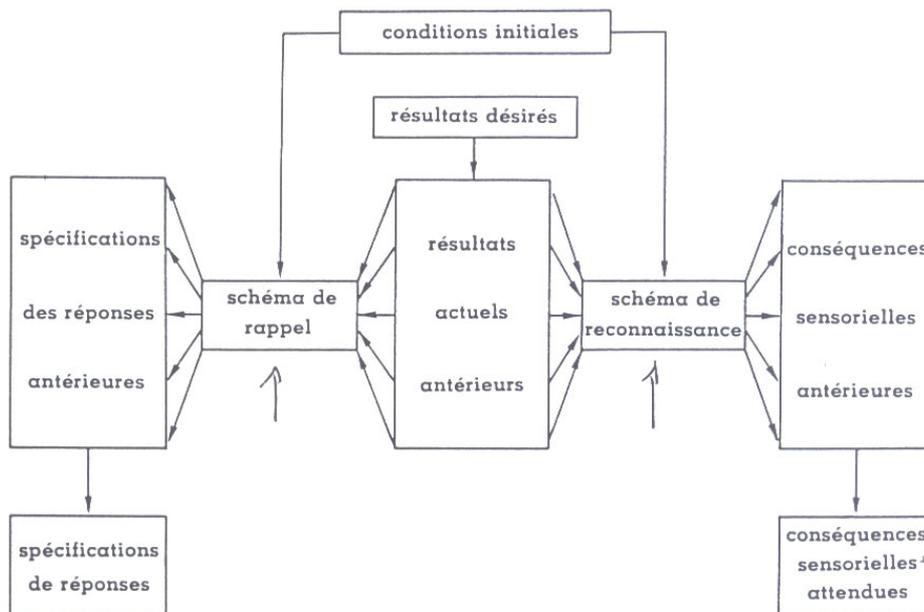


Figure 3.16

Constitution des schémas de rappel et de reconnaissance (d'après Schmidt, 1975).

- **Conditions initiales** : ce qui existe avant l'exécution du mouvement (état du corps, position des membres, posture, environnement,...)
- **Spécification (paramétrisation)** : ce sont les paramètres du mouvement ou les spécificités de la réponse.
- **Conséquences sensorielles antérieures** : va être mis en mémoire et associé au geste à réaliser.

- **Les résultats du mouvement désiré :** va s'exprimer par connaissance des résultats.
Quel effet produit sur le but recherché ?

Lorsque l'individu produit un mouvement, il génère une règle décrivant la relation entre ces quatre sources d'informations. Cette règle va s'affiner et progressivement se renforcer par la répétition dans des conditions d'exercices, si possible variées.

Cette notion de schéma se subdivise en deux :

- **Le schéma de rappel :**

Norme, règle élaborée à partir des essais antérieurs. Son rôle est de sélectionner les paramètres requis pour exécuter le nouveau mouvement. Cette sélection se fait en fonction de l'analyse des conditions initiales et du but à atteindre.

- **Le schéma de reconnaissance :**

Il est responsable de l'évaluation de la réponse. Il est composé d'informations venant des conditions initiales et des informations sensorielles.

rq : Cette séparation entre schéma de rappel et schéma de reconnaissance ne permet pas d'expliquer l'imagerie mentale, ce qui a valu à Schmidt de nombreuses critiques.

Selon Schmidt, l'apprentissage est la construction de relations entre les quatre sources d'informations situées dans le schéma. Cet apprentissage est fonction de la connaissance des résultats (qui va permettre la construction du schéma) et de la variété de l'apprentissage. Ceci va permettre d'enrichir les différentes possibilités de réponse à partir d'un programme moteur généralisé.

3. UN MODELE ALTERNATIF : LE MODELE DE PAILLARD

Il va offrir une compréhension des niveaux de contrôle de l'action.

Il donne un modèle hiérarchique en 4 niveaux :

- Modèle fonctionnel
 - Programmes câblés (PC)
 - Auto-adaptation des PC
 - Régulation cognitive de l'action
 - + projets de l'individu
- niveau sensori-moteur
- niveau cognitif

Pour Paillard, les représentations mentales vont contribuer à la planification et au guidage de l'action, et participent donc au contrôle moteur.

Niveau sensori-moteur : apprendre à associer les habiletés anciennes avec les nouvelles.

Niveau cognitif : c'est une forme de prise de conscience. A un moment donné, on va donc maîtriser et on va banaliser la représentation de la procédure que l'on veut faire.

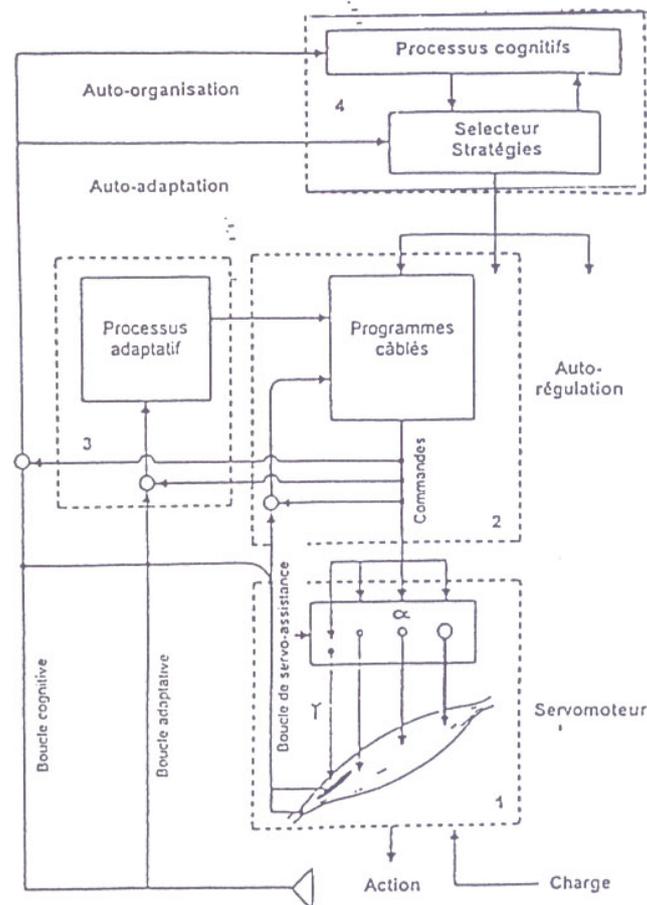


Fig. 19. — Représentation schématique des niveaux de contrôles de la performance motrice (J. Paillard, L'intégration sensori-motrice et idéo-motrice, in M. Richelle, J. Requin, M. Robert, *Traité de psychologie expérimentale*, PUF, 1994, p. 934).

Discussion du modèle de Paillard :

Le modèle de Paillard montre une sollicitation différente des niveaux de contrôle.

Contributions :

- Au plan théorique :

- Éléments variés (biomécanique, informationnel, énergétique et cognitif) expliquant l'apprentissage.
- Combinaison « d'unités comportementales de base » (Paillard, 1975) ou « sub-routines » (Bruner, 1970)

- Au plan pratique :
 - Nature des habiletés.
 - Niveau d'exigence de la tâche.
 - Niveau d'expertise du sujet.
 - Rôles des démonstrations.

III. LES CONDITIONS D'APPRENTISSAGE

A. LES TRANSFERTS D'APPRENTISSAGE

- Notion de transfert d'apprentissage :
C'est un ensemble de processus psychologiques grâce auxquels une activité peut être facilitée ou inhibée par une autre activité.
- Transfert bilatéral :
L'apprentissage effectué par un membre facilite l'apprentissage de la même tâche par le membre symétrique.
- Transfert :
 - Positif : c'est quand une activité va favoriser ou faciliter la réalisation d'une seconde activité.

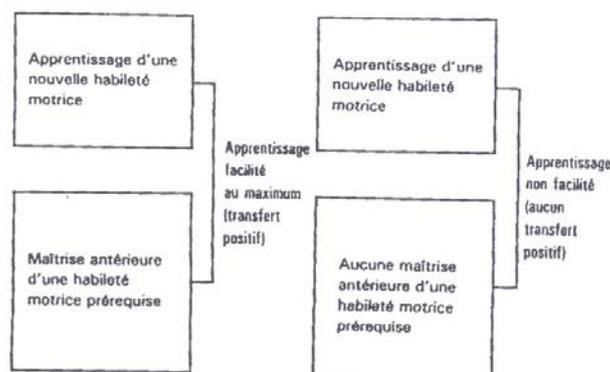


Figure 38 — Représentation de la théorie d'une unité fonctionnelle de hiérarchie d'apprentissage (d'après Singer et Dick, 1980).

- Négatif : l'apprentissage d'une nouvelle habileté est freinée par une autre habileté.
- Rôle du transfert :
 - Lors de l'entraînement, on utilise le transfert d'apprentissage.

- Spécifique : l'objectif de l'apprentissage est une tâche relativement semblable à celle de l'entraînement.
Non-spécifique : l'entraînement va consister à développer des capacités plus générales pour une grande variabilité d'habiletés.

B. LA REPETITION

Pour Schmidt, c'est la variable la plus importante. Dans sa conception, plus le sujet accomplira d'essais dans une tâche et plus son apprentissage sera important.

- Pouvons-nous dire que l'amélioration de l'habileté est fonction du nombre de répétitions et existe-t-il une limite ?

Les travaux expérimentaux montrent incontestablement que plus on répète, plus on apprend et meilleur est la performance.

- Loi universelle (Newell et Rosenbloom, 1981) : « Loi de la puissance log-log ».
 - Modification de certains aspects de la performance : vitesse d'exécution, régularité des réponses, ...
- Quelles explications ?
 - La répétition a un rôle de feedback. Grâce aux informations sensorielles obtenues lors de l'exécution d'une tâche, on peut corriger nos erreurs.
 - Elaboration de schémas moteurs : plus les essais sont nombreux, plus les essais sont réalisés dans des conditions différentes, plus on développe un schéma moteur adapté et efficace.

- Effets négatifs sur l'apprentissage :

La répétition a également des effets négatifs sur l'apprentissage. Le sur-apprentissage (*overlearning*) : l'habileté acquise n'est plus transférable et le sujet n'est plus capable d'adapter cette nouvelle habileté à de nouvelles situations.

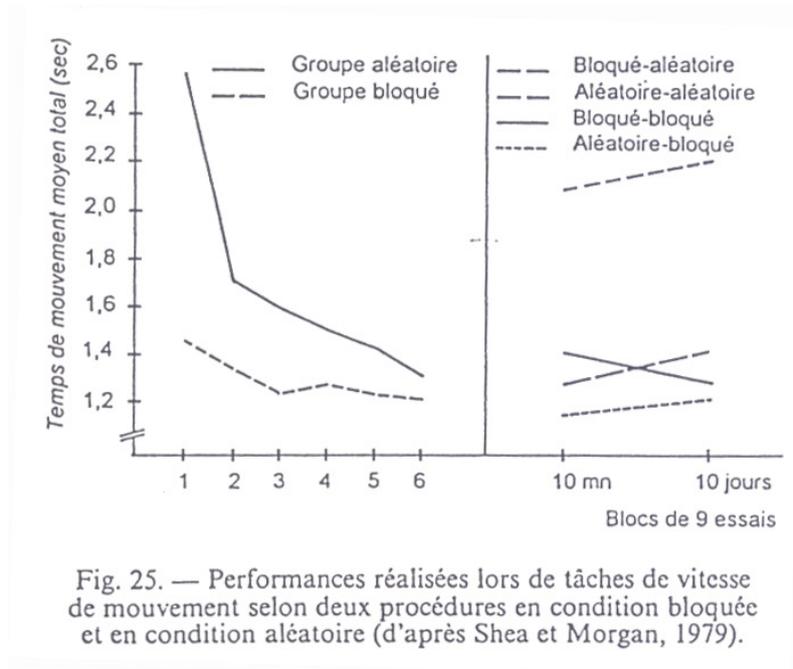
Il existe plusieurs solutions pour éviter un sur-apprentissage :

- Pratique constante vs pratique variable :

Pour la pratique constante, le sujet est amené à exécuter de manière répétée une tâche dont le niveau de complexité souvent maximal ne change pas. On maintient constant les charges imposées au sujet.

Pour la pratique variable, on cherche à ne pas construire un schéma moteur rigide (ex : lancer des engins différents).

- Apprentissage bloqué vs apprentissage aléatoire :



C. APPRENTISSAGE MASSE ET APPRENTISSAGE DISTRIBUE

Toutes les actions d'apprentissage peuvent être planifiées.

- Apprentissage distribué ou espacé :

Il implique l'existence d'interruptions, de repos, de pauses au cours de l'apprentissage.

- Apprentissage massé ou groupé :

Apprentissage continu sans repos.

Les performances en apprentissage massé sont inférieures à celles en apprentissage distribué.

- Notion d'intervalle optimum :

Il existe un intervalle optimum entre les séquences d'apprentissage.

Si ces séquences sont trop espacées, dans un apprentissage distribué, il n'y a pas d'apprentissage, voire il y a oubli.

- Planification des actions d'apprentissage (Weid, Fssina, (1970)) :

La durée et la répétition des périodes de repos constituent une des conditions susceptibles de faciliter l'apprentissage.

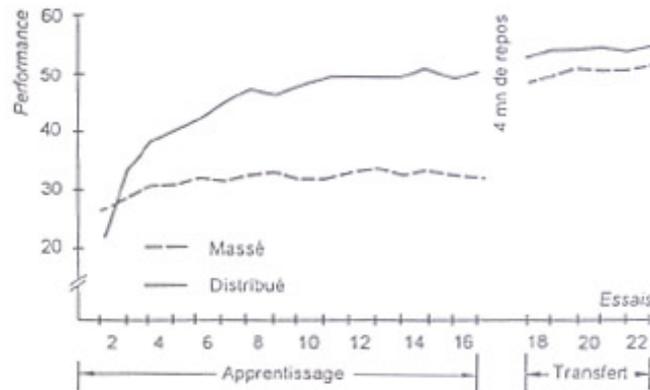


Fig. 24. — Évolution d'une performance d'équilibre sur un stabilomètre sous deux conditions (d'après Stelmach, 1969).

L'apprentissage distribué est plus efficace que l'apprentissage massé.

D. ROLE DE L'INFORMATION : CR – CP

- Classification de l'information (Newel (1985)) :
 - Instruction et modèle
 - Guidage
 - Feedback

Ces différentes sources d'informations varient en fonction du déroulement de l'acte moteur. Pour l'instruction et le modèle, l'exécution a lieu avant l'exécution du mouvement. Pour le guidage, l'exécution a lieu pendant l'exécution du mouvement. Pour le feedback, l'exécution a lieu après l'exécution du mouvement.

- Instruction et démonstration (modèle) :

Avant d'exécuter un geste, le sportif doit en déterminer le but, et en fonction de ce but, il faut sélectionner un programme moteur qui tienne compte des conditions environnementales.

Pour faciliter ce choix, le sportif va disposer de différentes sources d'informations :

- Informations verbales sous forme d'instruction
- Informations visuelles : démonstration.

- Efficacité des démonstrations :

Burwitz (1981) a déterminé 3 règles :

- Les stratégies qui déterminent la performance. Elles doivent être explicitées.

- Il faut disposer de qualités psychomotrices pour pouvoir reproduire le mouvement démontré.
- Le temps qui sépare la démonstration et l'exécution de l'apprenant doit être restreint.

- Le guidage :

Les instructions sont données pendant l'apprentissage du mouvement. L'objectif est de réduire les erreurs et de s'assurer que le mouvement est exécuté correctement.

Le guidage peut être verbal mais aussi physique ou instrumental (on utilise des dispositifs mécaniques d'assistance qui vont contraindre physiquement le mouvement).

Les résultats expérimentaux montrent que le guidage facilite l'apprentissage en donnant des informations pendant le mouvement, mais il faut veiller à ne pas créer une dépendance de l'apprenant à l'égard de l'information.

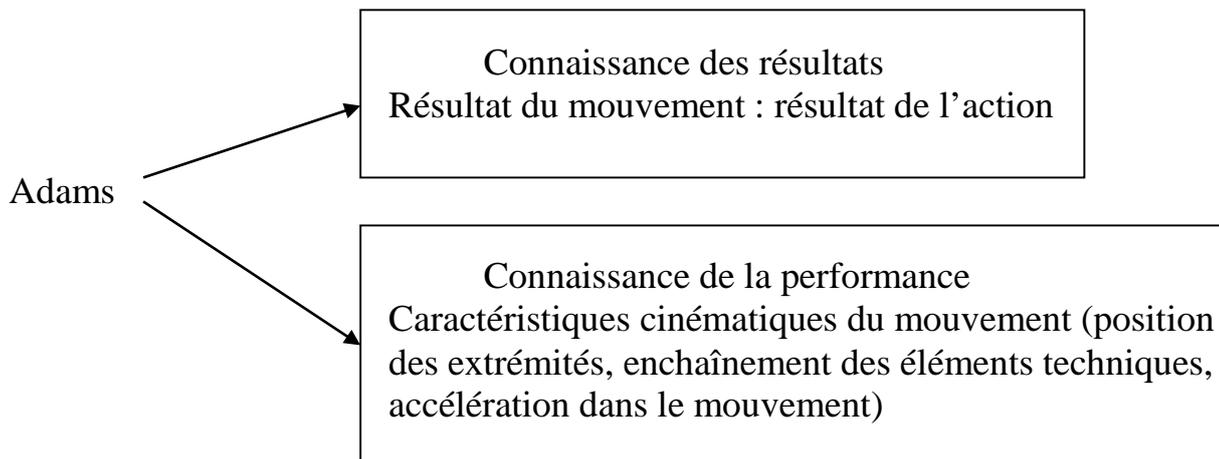
- Le feedback :

L'information est donnée après l'exécution du mouvement. L'origine de ce terme se situe dans l'analyse des systèmes en boucle fermée.

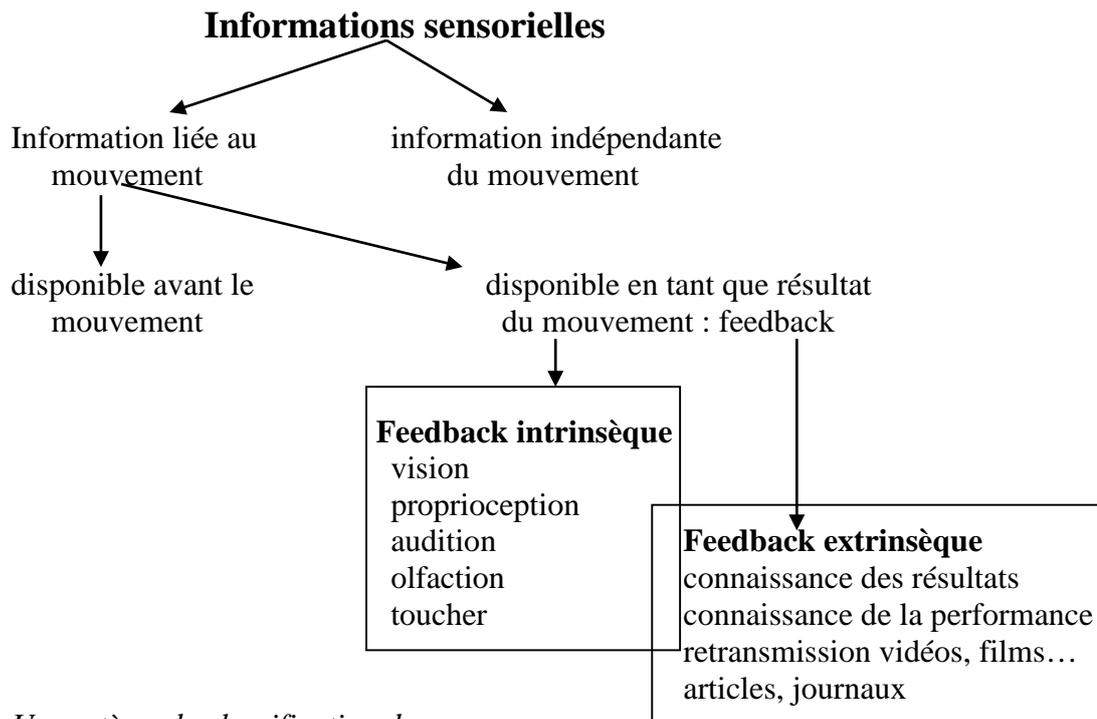
Le feedback représente l'information concernant la différence entre l'état d'un objectif et la performance. C'est une information relative à l'erreur. La notion de feedback englobe l'ensemble des informations sensorielles du mouvement.

- Classification :

- **Adams** :



- **Schmidt** :



Un système de classification de
l'information sensorielle, adapté de Schmidt

Le feedback intrinsèque prend en compte toutes les informations qui correspondent aux conséquences naturelles de la réalisation du mouvement.

Le feedback extrinsèque reprend les connaissances des résultats et la performance (on retrouve la classification d'Adams).

Les deux types de feedback ne sont pas exclusifs car l'un peut compléter l'autre.

Les fonctions du feedback externe :

- Fonction motivante
- Fonction de renforcement
- Fonction informationnelle
- Production de dépendance

Pour la fonction de renforcement, si le mouvement est réussi, le feedback joue le rôle de récompense.

Pour la fonction informationnelle, le feedback va fournir des informations sur les erreurs, servent donc de base pour les corrections. Il donne des directions pour modifier les performances futures. C'est l'enseignant qui donne l'information.

Pour la production de dépendance, le feedback externe fonctionne comme une technique de guidage. Il tend à guider le comportement vers l'objectif moteur. Lorsque l'on donne régulièrement des informations sur les erreurs, l'effet du feedback est de réduire ces erreurs mais le sportif peut aussi apprendre à dépendre de ces feedbacks externes oubliant d'utiliser les feedbacks internes et dans ce cas, on peut observer une chute de la performance.