

**Stratégies de pratique physique variable / spécifique et
acquisition d'habiletés motrices : analyse des écrits spécialisés**
**Strategies of specific/variable physical practice and acquisition
of motor skills : A literature analysis**
**Estrategias de práctica física variable/específica y adquisición
de habilidades motoras : análisis de la literatura especializada**

Khaled Taktek

Volume 35, Number 3, 2009

Recherches en didactique des disciplines

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/039861ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/039861ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Revue des sciences de l'éducation

ISSN

0318-479X (print)

1705-0065 (digital)

[Explore this journal](#)

Article abstract

The present article deals with the characteristics of closed and open motor skills by establishing a relationship with the most efficient training strategies for motor performance. Moreover, this article discusses Adams' (1971) Closed Loop Theory and Schmidt's (1975) Motor Schema Theory. The former theory postulates that the best strategy for motor learning relies on the reproduction of identical and stereotyped movement. However, the latter proposes variable physical practice as an effective strategy for learning and transfer. Finally, pedagogical recommendations are offered to educational stakeholders in physical education and sports in order to optimize the acquisition of motor skills.

Cite this article

Taktek, K. (2009). Stratégies de pratique physique variable / spécifique et acquisition d'habiletés motrices : analyse des écrits spécialisés. *Revue des sciences de l'éducation*, 35(3), 173–193. <https://doi.org/10.7202/039861ar>

Stratégies de pratique physique variable / spécifique et acquisition d'habiletés motrices : analyse des écrits spécialisés *



Khaled Taktek, professeur
Université Laurentienne

RÉSUMÉ • Le présent article traite des caractéristiques des habiletés fermées et ouvertes en établissant un lien avec les stratégies d'entraînement les plus efficaces pour la performance motrice. D'autre part, cet article discute de la théorie des boucles fermées d'Adams (1971) et la théorie du schéma moteur de Schmidt (1975). La première théorie postule que la meilleure stratégie d'apprentissage moteur repose sur la reproduction identique et stéréotypée du mouvement. Par contre, la seconde théorie propose la pratique physique variable comme stratégie efficace d'apprentissage et de transfert. Finalement, nous proposons des recommandations pédagogiques aux intervenants en éducation physique et sportive dans le but d'optimiser l'acquisition des habiletés motrices.

MOTS CLÉS • habiletés fermées et ouvertes, boucles fermées, schéma moteur, apprentissage moteur, éducation physique et sportive.

1. Introduction

Dans leur forme générale, les programmes d'études au primaire sont élaborés de façon à assurer le développement intégral des apprenants grâce à des matières assez diversifiées. Parmi ces dernières, une seule discipline, l'éducation physique et sportive, se distingue par la recherche du développement optimal de la valeur physique et contribue à l'épanouissement psychologique, intellectuel, moral, affectif et social de l'enfant (Confédération des éducateurs et éducatrices physiques du Québec, 1993; Dyson, 2001). Bien que souvent considérée par la quasi-totalité des intervenants comme une matière secondaire, l'éducation physique et sportive a prouvé son importance (Forestier, 1989; Pujade-Renaud, 1987) dans le développement intégral des apprenants, en enseignant les comportements moteurs sous

* Cette recherche a été réalisée grâce à une contribution financière de Santé Canada.

leurs divers aspects : physiologique, psychologique et relationnel (Hagger, Chatzisarantis, Culverhouse et Stuart, 2003 ; Thill, Thomas et Caza, 1987 ; Weinberg et Gould, 2003).

De façon générale, les éducateurs physiques se sont appuyés sur les théories de l'apprentissage pour élaborer rationnellement leurs programmes d'enseignement et sélectionner les stratégies de pratique les plus efficaces pour aider les apprenants à développer de manière optimale leur niveau d'habileté motrice (Taktek et Hochman, 2004 ; Taktek, Salmoni et Rigal, 2004 ; Taktek, Zinsser et St-John, 2008). Toutefois, la relation entre les théories de l'apprentissage et la pratique sur le terrain n'est pas systématisée (Famose, 1987 ; Weinberg et Gould, 2003) ; en effet, les résultats sur lesquels ont débouché les recherches scientifiques traitant des stratégies d'apprentissage divergent et parfois même sont contradictoires (Schmidt et Lee, 2005 ; Shapiro et Schmidt, 1982 ; Taktek, 2004 ; Van Rossum, 1987, 1990).

L'objectif principal de cet article consiste, tout d'abord, à présenter les caractéristiques des habiletés fermées et ouvertes et, ensuite, à traiter des stratégies pédagogiques les plus efficaces pour l'optimisation de l'apprentissage moteur et la performance motrice. Cette analyse des écrits de recherche permettra aux intervenants en éducation physique et sportive d'établir un lien entre les particularités des circonstances environnementales inhérentes aux tâches motrices proposées pour les apprenants et les stratégies de pratique physique variable (Schmidt, 1975, 1976) par rapport à la pratique physique spécifique (Adams, 1971, 1976). Bien qu'il existe d'autres paradigmes de recherche en apprentissage moteur (notamment ceux des approches écologiques ou dynamiques des apprentissages), ils ne seront pas pris en considération dans ce texte, compte tenu de leur portée restreinte, pour l'instant, dans les applications pédagogiques.

2. Problématique

L'interaction entre les activités mentale et motrice a suscité, depuis fort longtemps, de vifs débats et controverses entre les théoriciens, les chercheurs et les intervenants en matière d'éducation physique et sportive (Schmidt et Lee, 2005 ; Taktek, Zinsser et St-John (2008) ; Weinberg et Gould, 2003). Certains ont adopté des points de vue behavioristes, selon lesquels c'est le mouvement lui-même qui est appris (Adams, 1971 ; Gallwey, 1974). Les tenants de cette approche ont mis l'accent, d'une part, sur l'importance de la condition physique et de l'étude de la mécanique corporelle pour assurer le rodage des mouvements et, d'autre part, sur l'efficacité de la pratique physique répétée et stéréotypée dans leur stratégie pédagogique. D'autres se sont vivement opposés à cette orientation et ont adopté des points de vue cognitivistes, selon lesquels ce qui est appris est plutôt la solution du problème que pose la tâche motrice et non le mouvement qui en résulte (Bershtein, 1967, 1984 ; Schmidt, 1975, 1988 ; Schmidt et Lee, 2005 ; Shapiro et Schmidt, 1982). Par conséquent, les partisans de cette approche ont favorisé le développement des habiletés cognitivo-motrices et ont prôné une stratégie pédagogique basée sur la variabilité de la pratique physique (Taktek, 2000 ; Taktek et Hochman, 2004 ; Taktek

et Rigal, 2005). Ainsi, les objectifs principaux de cet article consistent à 1) tracer les particularités des habiletés motrices fermées et ouvertes; 2) déterminer les stratégies pédagogiques d'entraînement les plus efficaces pour l'apprentissage moteur et la performance motrice; et 3) proposer des perspectives d'intervention pour les enseignants d'éducation physique et sportive, en termes de stratégies d'organisation de la pratique physique.

3. Méthodologie

Afin d'atteindre les objectifs de cette recherche spéculative, notamment *l'analyse critique* (Van der Maren, 1995, p. 146-148), plusieurs articles de journaux scientifiques, de monographies, de mémoire de fin d'études et de thèses de doctorat couvrant presque 45 années de recherches (de 1963 à 2008) en apprentissage moteur et performance motrice ont été analysés. La sélection des articles scientifiques a été effectuée à partir de plusieurs bases de données tournant sur des supports informatiques (Social Scisearch, PsycInf, Eric, Sportdiscuss, Psychlict, etc.). La recension des écrits a donné lieu à une liste exhaustive de références bibliographiques jugées assez pertinentes pour la problématique des habiletés motrices fermées et ouvertes ainsi que les stratégies d'organisation de la pratique physique (ex.: fixation, diversification, pratique physique répétée, pratique physique variable, théorie des boucles fermées, théorie du schéma moteur, etc.). La majorité des articles choisis traitent de recherches empiriques / théoriques publiées dans des journaux scientifiques qualifiés de *sources clés* en ce qui a trait à l'apprentissage moteur et à la performance motrice (ex.: *Human movement science, Journal of mental imagery, Journal of motor behavior, Perceptual and motor skills, Psychological review, Research quarterly for exercise and sports*, etc.). De plus, les textes originaux (articles ou monographies) dont les auteurs discutent des stratégies d'organisation de la pratique physique (Adams, 1971, 1976, 1992; Bernstein, 1967, 1984; Gallwey, 1974; Gentile, 1972; Gentile, Higgings, Miller et Rosen, 1975; Knapp, 1963; Poulton, 1957; Schmidt, 1975; 1976, 1982, 1988; Schmidt et Lee, 2005; Van Rossum, 1987, 1990, etc.) ont été étudiés afin de faire ressortir / proposer des perspectives d'interventions pédagogiques pour les entraîneurs ainsi que pour les enseignants d'éducation physique, leur permettant, ainsi, d'optimiser l'acquisition des habiletés motrices par les apprenants.

4. Stratégies de pratique physique, performance motrice et apprentissage moteur

Différents théoriciens ont essayé de rendre compte des mécanismes propres à la performance motrice et à l'apprentissage moteur (Adams, 1971, 1976, 1992; Schmidt, 1975; Schmidt et Lee, 2005). Chacune des théories élaborées a aussi fourni des indices bien spécifiques quant aux stratégies de pratique physique les plus adéquates pour optimiser l'acquisition des habiletés motrices. Dans la présente section, les stratégies de pratiques physiques spécifique et variable liées aux habiletés fermées et ouvertes seront présentées et discutées dans le but de faire émerger

des mises en œuvre pédagogiques pour les intervenants en éducation physique et sportive (Bertsch et le Scanff, 1995).

Fitts (1964), Knapp (1963), Poulton (1957) et Whiting (1969) ont, depuis plusieurs années, influencé la plupart des théories et des recherches sur l'apprentissage moteur. Dans le but de faciliter l'apprentissage de divers types d'habiletés, ils ont analysé les similarités et les différences entre les exigences de plusieurs tâches motrices (Spaeth-Arnold, 1985). Quelles sont donc les particularités des habiletés motrices proposées par ces auteurs? Quelles sont les stratégies de pratique appropriées pour l'apprentissage des diverses habiletés motrices?

5. Habiletés fermées et ouvertes

5.1 Caractéristiques des habiletés fermées et ouvertes

Poulton (1957) distingue deux types d'habiletés : les habiletés fermées et ouvertes. Cette distinction est faite sur la base des caractéristiques prédictives de l'environnement. Les habiletés fermées sont définies comme celles qui se déroulent dans un environnement prédictif. Dans ce cas, les conditions dans lesquelles se déroulent les activités motrices sont stables, comme les jeux de golf, de quilles et les activités athlétiques et gymniques ou le lancer dans des cibles fixes (lancer de fléchettes, lancer franc en basket-ball, le tir de punition [*penalty*] au soccer, etc.). Quant aux habiletés ouvertes, elles sont définies comme celles qui se réalisent dans un environnement changeant (non prédictif) au moment où l'apprenant planifie ou bien exécute son mouvement (Schmidt et Lee, 2005), comme dans les sports de combat (la lutte, la boxe, le judo, etc.) et les sports d'équipes (football, hockey, handball, etc.). Dans ces activités, le succès est souvent déterminé par la capacité de l'apprenant à s'adapter aux actions de son adversaire. D'autres activités motrices peuvent s'exécuter dans un environnement semi-prédictif : par exemple, conduire une voiture, relancer une balle, transporter un seau d'eau, etc. On peut classer ces habiletés quelque part entre les extrémités du continuum des habiletés fermées et ouvertes (Schmidt, 1982, 1988 ; Schmidt et Lee, 2005) (Figure 1).

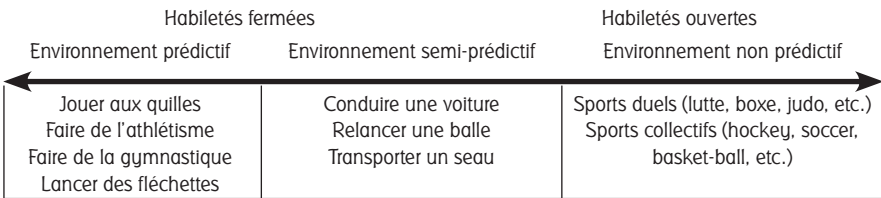


Figure 1. Continuum des habiletés fermées et ouvertes (adapté de Schmidt, 1982, p. 54)

5.2 Environnement d'apprentissage des habiletés fermées et ouvertes

À la suite de la classification des habiletés motrices élaborée par Poulton (1957), Knapp (1963) propose des stratégies de pratique appropriées pour chacune des habiletés fermées et ouvertes. Cette auteure propose que les habiletés fermées se pratiquent dans un environnement prévisible, puisqu'il demeure fixe au travers des essais successifs de la performance. Le mouvement exécuté en environnement stable est surtout contrôlé par l'information spatiale. Le traitement de cette information se réalise en même temps que l'exécution du mouvement, puisqu'une fois que l'apprenant localise les caractéristiques spatiales de son geste, il n'aura plus besoin de les contrôler. La performance dans les habiletés fermées est autorégulée (Singer, 1978). En effet, l'apprenant est libre de déterminer la force, la vitesse et les séquences temporelles du mouvement. Avec la pratique, les patrons de mouvement des habiletés fermées deviennent fixes. Par exemple, la réussite dans une habileté fermée, telle que le plongeon ou une routine en gymnastique, repose surtout sur l'habileté à utiliser le *feed-back* kinesthésique ou l'information spatiale pour ajuster le mouvement. L'apprenant organise son action motrice en fonction d'éléments fixes de l'environnement constitués par le tremplin ou les engins de gymnastique. Selon Knapp (1963), l'apprentissage d'un mouvement s'exécutant dans un environnement stable repose d'abord sur la construction d'un patron de mouvement, puis sur la reproduction exacte et identique de ce mouvement. Le résultat de la pratique d'habiletés fermées consiste donc en des conditions favorisant la construction des patrons de mouvement ainsi que la reproduction des mouvements, telles les pratiques mentales et physiques (Bertsch et Le Scanff, 1995). En discutant d'une habileté fermée comme le lancer de poids, Knapp (1963) souligne que les meilleurs athlètes sont ceux qui sont capables d'ignorer les signaux provenant du milieu environnant. L'apprenant va donc être amené par nécessité, tout d'abord, à construire un *patron* de mouvement qui soit le plus proche possible du patron théorique idéal et, ensuite, à s'entraîner à suivre ce patron de mouvement afin qu'il devienne virtuellement une habitude.

Quant aux habiletés ouvertes, elles se pratiquent dans un environnement moins prévisible, puisque ce dernier change d'une façon continue à travers les moments successifs de la performance (Schmidt et Lee, 2005). Le mouvement entrepris dans ce type d'environnement variable est souvent modifié par l'information spatiale (orientation et amplitude du mouvement), temporelle (rapidité et durée du mouvement) et spatio-temporelle (vitesse, accélération et force du mouvement) (Spaeth-Arnold, 1985). Étant donné que c'est l'environnement qui dicte à l'apprenant le moment propice pour amorcer le mouvement, la performance motrice repose en très grande partie sur le traitement de l'information qui se réalise avant même que le mouvement ne soit entrepris. La performance des habiletés ouvertes est extéro-régulée (Singer, 1978). Les caractéristiques spatio-temporelles du mouvement doivent se conformer aux caractéristiques spatio-temporelles de l'objet et des apprenants en mouvement dans l'environnement. Par exemple, dans les

activités sportives collectives, les caractéristiques spatio-temporelles des mouvements effectués par l'apprenant sur le terrain sont déterminées par les caractéristiques de positionnement fixe ou en mouvement de l'engin, des partenaires et des adversaires. Le résultat de la pratique consiste donc à augmenter les capacités de contrôle rapide de l'environnement, à identifier les signaux pertinents et à interpréter la situation en cours de changement. De ce fait, les patrons de mouvement pour une habileté ouverte se diversifient et l'apprenant développe un répertoire de patrons de mouvements qui correspondent, dans la mesure du possible, aux caractéristiques particulières des conditions environnementales variables dans lesquelles la performance a lieu. Par conséquent, Knapp (1963) propose que l'apprentissage d'un mouvement appartenant à une classe d'habiletés perceptivo-motrices ouvertes repose sur le développement de la capacité à produire des réponses variables pouvant se conformer aux circonstances externes d'un environnement changeant. Plus spécifiquement, Knapp (1963) allègue que dans les jeux et d'autres habiletés ouvertes, l'apprenant devrait porter son attention sur les signaux provenant de l'environnement extérieur, sur les jugements qui doivent être formulés ainsi que sur la construction de réponses appropriées et variées. L'apprenant doit varier ses réponses motrices en fonction des circonstances environnementales. Les joueurs expérimentés doivent donc avoir l'arsenal technique inhérent aux tâches motrices et y avoir recours afin de s'adapter convenablement aux particularités des situations de jeux.

5.3 Stratégies de fixation et de diversification pour les habiletés fermées et ouvertes

En se basant sur les contextes théoriques de Poulton (1957) et de Knapp (1963), Gentile (1972) ainsi que Gentile, Higgings, Miller et Rosen (1975) proposent que l'apprentissage des habiletés fermées et celui des habiletés ouvertes diffèrent sur trois plans : 1) le traitement de l'information et les exigences prédictives de la tâche ; 2) la nature des changements dans l'organisation du mouvement durant l'apprentissage ; et 3) la stratégie d'organisation du patron moteur pour les activités fermées et pour les activités ouvertes dans lesquelles l'environnement est rarement stable et identique à lui-même. C'est ainsi que Gentile (1972) suggère deux stratégies, la fixation et la diversification. Alors que pour l'apprentissage des habiletés fermées, dans lesquelles les conditions environnementales demeurent constantes, c'est la fixation du patron moteur qui prévaut, pour l'acquisition des habiletés ouvertes, dans lesquelles les conditions environnementales sont légèrement variables, c'est la diversification du patron original qui prime (Eidson et Stadulis, 1991).

Les caractéristiques de l'environnement déterminent donc les stratégies les plus appropriées pour la pratique des mouvements. Dans le cas d'une tâche motrice effectuée dans un environnement stable, la performance est déterminée par une seule série de conditions environnementales. Par conséquent, il convient d'organiser un patron de mouvement unique et de maîtriser une réponse motrice cohérente avec la pratique (Spaeth-Arnold, 1985). Par exemple, dans une habileté

motrice telle que le jeu de fléchettes, l'apprenant s'efforce de développer un patron de mouvement unique et fixe, dans le but de faire correspondre les caractéristiques de l'envol de l'engin avec les caractéristiques spatiales stables de la cible. En fait, l'apprenant se trouve le plus souvent appelé à employer un point de repère visuel stable, à se représenter un angle de tir, à positionner son corps dans une attitude équilibrée sur la ligne de lancer et à neutraliser tous les mouvements parasites. Par contre, dans le cas d'une habileté motrice exécutée dans un environnement variable ou ouvert, la performance est contrôlée par des conditions environnementales en changement permanent. L'apprenant va être amené, par nécessité, à organiser un nombre de patrons de mouvements flexibles et modifiables, dans le but de s'adapter aux variations survenant dans le contexte de la performance d'un essai à un autre (Gentile, 1972). Pour optimiser sa performance dans le cadre des habiletés ouvertes, il doit ajuster les paramètres particuliers du mouvement en vue de répondre aux différents aspects du changement critique dans l'environnement. Par exemple, pour acquérir un certain degré d'habileté au tennis, l'apprenant s'efforce de développer une diversification de patrons de mouvements, dans le but de faire correspondre convenablement les caractéristiques de ses actions (coups droits et revers) à des présentations variées de la balle (Spaeth-Arnold, 1985).

Gentile et ses collaborateurs (1975) réfutent le point de vue de Knapp (1963), selon lequel l'apprentissage doit se baser sur la fixation du mouvement si l'environnement est stable. De l'avis de ces auteurs, le mouvement exécuté dans un environnement fixe peut différer d'un essai à un autre. C'est ce qu'ils appellent la variabilité inter-essais. Par exemple, pour une activité motrice fixe comme le jeu de pétanque ou le golf, bien que les conditions environnementales soient stables,

Tableau 1
Classification des habiletés motrices (adapté de Gentile, Higging, Miller et Rosen, 1975, p. 17)

Variabilité inter-essais		
Nature du contrôle de l'environnement	Absente	Présente
Stationnaire	Catégorie 1 Cible stationnaire avec localisation fixe d'un essai à un autre (Rosen et Horowitz-Hand)	Catégorie 3 Cible stationnaire avec localisation spatiale variée d'un essai à un autre (Rosen)
En mouvement	Catégorie 2 Cible mobile avec vitesse et localisation spatiale fixe d'un essai à un autre (Rosen et Horowitz-Hand)	Catégorie 4 Cible mobile 1) Localisation spatiale fixe avec variation de la vitesse inter-essais (Spaeth, 1973) 2) Vitesse de la cible fixe avec localisation spatiale variée d'un essai à un autre (O'Rien) 3) Vitesse de la cible fixe et localisation covariant d'un essai à un autre (Maurielle et O'Brien)

elles peuvent varier d'un essai à un autre en fonction du changement constant de la distance et des conditions du terrain. Gentile et ses collaborateurs (1975) proposent donc une nouvelle classification des habiletés motrices qui tient compte de deux dimensions, à savoir la variabilité inter-essais (absente ou présente) et les conditions environnementales (stationnaires ou en mouvement). Ainsi, seules les tâches motrices qui s'exécutent dans un environnement stationnaire avec absence de variabilité inter-essais nécessitent un apprentissage centré sur la pratique fixe (Tableau 1). Dans les autres conditions, la pratique diversifiée permettrait d'optimiser l'apprentissage moteur.

6. Stratégies de pratiques physiques

6.1 Stratégies de pratiques physiques répétées et formation du sillon

Pour Gallwey (1974), c'est à travers les séquences de pratique répétée que le mouvement se maîtrise et se perfectionne, puisque c'est le mouvement lui-même qui est appris. La répétition du même mouvement permet la formation d'un schéma que cet auteur appelle *sillon*, sorte d'empreinte laissée dans le système nerveux par la répétition d'une action identique à elle-même. Plus explicitement, Gallwey (1974) souligne que le système nerveux est similaire à un disque enregistré. Chaque fois que l'apprenant exécute une action motrice, une légère impression se produit au niveau des cellules microscopiques du cerveau. Avec la répétition de la même action, le sillon se creuse légèrement. Lorsque plusieurs actions identiques se reproduisent, le sillon se creuse encore davantage et le comportement devient automatique. Ainsi, peut-on qualifier ce dernier comportement d'*habitude*. Quand un programme est profondément ancré dans le système nerveux central, la correction du mouvement qui lui est associé ou son élimination s'avère très difficile. Gallwey (1974) propose ainsi trois étapes pour l'ajustement d'un ancien comportement moteur. Tout d'abord, l'observation de l'évolution du mouvement permet surtout la connaissance des résultats et l'identification des erreurs. Ensuite, la programmation des différents paramètres (*temps, force, espace*, etc.) du mouvement favorise la formation d'une nouvelle image. Enfin, la répétition du nouveau mouvement, sans faire le moindre effort conscient (se laisser faire), conduit à la formation d'un nouveau sillon.

6.2 Stratégie visant la solution du problème moteur

Bernstein (1967, 1984) propose un autre point de vue selon lequel ce qui est appris d'une tâche motrice serait la solution du problème moteur et non pas le mouvement particulier qui en résulte. Son argument est que la solution du problème posé détermine la fixation ou la reconstitution du déroulement du programme. La relation entre le mouvement désiré et les commandes que le système nerveux central achemine par voies efférentes aux muscles intéressés pour l'exécution de la réponse est très complexe et variée. Par conséquent, il est tout à fait possible que le même mouvement provienne de cheminements neuraux assez différents ou

que différents mouvements puissent découler du même cheminement neural (Bernstein, 1967). Selon le point de vue de Bernstein (1967, 1984), il apparaît que l'apprentissage du mouvement devrait être orienté vers la variation de la pratique. Cette dernière stratégie aboutirait le mieux à la solution des problèmes posés par la tâche motrice (Famose, 1987; Famose, Bertsch, Champion et Durand, 1986; Spaeth-Arnold, 1985). Par exemple, la recherche d'une solution motrice au franchissement de haies serait favorisée par la variation de la hauteur ou de la distance entre les obstacles.

6.3 Stratégies de pratiques physiques spécifique et variable

Depuis plusieurs années, deux théories d'apprentissage moteur ont surtout monopolisé l'attention des chercheurs : la théorie des boucles fermées d'Adams (1971, 1976) et la théorie du schéma moteur de Schmidt (1975, 1976). Selon la première théorie, ce qui est appris est un programme moteur spécifique pour chaque mouvement, soit la représentation dans le système nerveux central d'un mouvement unique pouvant s'exécuter en comparant le *feed-back* reçu durant le mouvement à une référence de correction appelée la *trace perceptive*. Selon la seconde, ce qui est appris est un programme moteur général ainsi qu'un schéma moteur flexible permettant d'exécuter plusieurs mouvements appartenant à la même classe (Schmidt et Lee, 2005; Taktek et Hochman, 2004). Par exemple, lancer une balle par en dessous à une seule main constitue une classe de mouvements.

Fondamentalement, ce qui se dégage des différentes théories d'Adams (1971) et de Schmidt (1975), ce sont les stratégies qui permettent d'obtenir un apprentissage plus efficace. D'après Adams (1971, 1976), l'apprentissage moteur est favorisé si les conditions dans lesquelles se déroule le mouvement sont identiques à travers tous les essais de pratique, dans un enchaînement en gymnastique au sol, par exemple. Ainsi, la reproduction la plus fidèle possible du mouvement à apprendre doit se poursuivre sans erreurs jusqu'à la fixation du geste moteur. Cette perspective théorique se rapproche du point de vue de Gallwey (1974) selon lequel, d'une part, l'apprentissage des mouvements se réalise d'une manière unique et stéréotypée et, d'autre part, l'exécution de ces derniers s'effectue toujours selon le même cheminement neural. En revanche, Schmidt (1975) introduit la notion de *variabilité de la pratique* pour garantir un apprentissage plus efficace. La variabilité permet le développement du schéma de rappel qui favorise l'exécution de nouveaux mouvements. L'élément principal de la théorie du schéma moteur consiste dans le fait que la pratique variée favorise le meilleur transfert vers un nouveau mouvement appartenant à la même classe que celui pratiqué auparavant (Taktek et Rigal, 2005). Cette perspective s'inscrit dans le même point de vue proposé par Bernstein (1967, 1984), selon lequel le mouvement effectué n'est jamais exactement le même d'un essai à un autre et la production de mouvements variés permet de mieux rencontrer le but recherché à travers la tâche motrice.

7. Théorie des boucles fermées d'Adams

Dans cette section, nous présenterons et discuterons des caractéristiques de chacune des théories des boucles fermées d'Adams (1971) et du schéma moteur de Schmidt (1975).

La théorie des boucles fermées d'Adams (1971) est élaborée sur la base de lois empiriques de l'apprentissage moteur utilisant des mouvements simples et lents de positionnement linéaire. Cette théorie repose sur trois facteurs principaux : la capacité de production du *feedback* ; la trace perceptive appelée également *référence de correction* ; et la correction des erreurs à la suite de la comparaison du *feedback* reçu à la référence de correction (Taktek et Hochman, 2004).

Adams (1971) propose la présence de deux mécanismes distincts mais complémentaires pour l'apprentissage moteur et la performance motrice : un mécanisme de reconnaissance, représenté par la trace perceptive, et un mécanisme de rappel, traduit par la trace mnémonique appelée aussi *trace mémorielle* (Thomas, 1997). La trace perceptive, synonyme d'image motrice, constitue une référence interne de correction ou plutôt un standard de référence (Thomas, 1997) utilisé pour contrôler la précision du mouvement exécuté par l'apprenant. Elle sert donc de mémoire du mouvement entrepris. La force de la trace perceptive est tributaire du nombre de répétitions ainsi que des deux principales sources d'information, la rétroaction (*feedback*) et la connaissance des résultats. En effet, après l'exécution d'un mouvement en particulier, l'apprenant reçoit un *feedback* intrinsèque. Ce dernier donne naissance à une trace perceptive au niveau du système nerveux central. Avec la reproduction du même mouvement, d'autres traces perceptives se développent comme résultats des différents *feedbacks* reçus, ce qui permet la formation d'une trace perceptive assez bien consolidée. Ainsi cette dernière permet-elle le contrôle de la précision de la réponse motrice exécutée par l'apprenant (Taktek et Hochman, 2004).

Étant donné que le rôle de la trace perceptive se limite uniquement au contrôle de la précision du mouvement, Adams (1971) suggère un second mécanisme connu sous le nom de *trace mnémonique*. Cette dernière agit comme un programme moteur modeste (Schmidt, 1975 ; traduction par l'auteur), responsable de la sélection et de la production de la réponse motrice choisie par l'apprenant (Taktek et Hochman, 2004). Adams (1971) ajoute que l'erreur commise lors des essais de pratique produit un *feedback* erroné qui, à son tour, cause l'affaiblissement de la trace perceptive et la dégradation de l'apprentissage moteur et de la performance motrice (Taktek, 2000).

Bien que la théorie d'Adams (1971) se soit démarquée des autres théories d'apprentissage moteur par l'originalité des boucles fermées, elle fait face à deux problèmes majeurs d'ordre méthodologique et conceptuel. Sur le plan méthodologique, la théorie d'Adams (1971) s'est limitée à des études de positionnement linéaire engageant des mouvements simples et lents généralement effectués en laboratoire. Toutefois, elle ne traite pas de mouvements balistiques rapides exécutés dans des conditions réelles de pratiques physiques. Sur le plan conceptuel, cette théorie s'est

trouvée confrontée à deux problèmes persistants, à savoir l'entreposage et la nouveauté. Selon Adams (1971), chaque mouvement est guidé par un programme moteur spécifique. Comme la mémoire humaine possède une capacité limitée d'entreposage (Myers, 2007), il n'y aurait certainement pas assez d'espace pour loger tous les programmes moteurs spécifiques inhérents aux mouvements effectués par l'apprenant tout au long de son vécu moteur. Par ailleurs, selon Adams (1971), la trace mnémonique est la seule responsable de la production de mouvements. Toutefois, il ne montre pas comment l'apprenant parvient à exécuter un nouveau mouvement dont la trace mnémonique est absente (Schmidt et Lee, 2005). Ainsi, la théorie des boucles fermées d'Adams (1971) ne peut répondre à la question induite par la théorie du schéma de Schmidt (1991, p. 94) : *Comment les apprenants produisent-ils vraiment un nouveau comportement qui n'est pas représenté par un programme moteur déjà stocké dans la mémoire à long terme ?* [notre traduction].

8. Théorie du schéma moteur de Schmidt

8.1 Programme moteur général et schéma moteur

À la suite des problèmes soulevés par la théorie d'Adams (1971), plus spécifiquement ceux de l'entreposage et de la nouveauté, Schmidt (1975, 1976) propose les notions de *Programme moteur général* et de *Schéma moteur*. Le programme moteur général représente une structure mnémonique abstraite qui, une fois activée, favorise l'exécution de plusieurs mouvements similaires appartenant à la même classe (Schmidt et Lee, 2005). Par exemple, les lancers de balle par en dessous vers une cible peuvent être dirigés par un seul programme moteur général. Pour effectuer les lancers, les principaux paramètres (*temps, force* et *espace*) du mouvement doivent être assignés au programme moteur général, ce qui donne naissance à plusieurs mouvements appartenant à la même classe de lancer. La vitesse du lancer peut varier en fonction du but qui est d'envoyer la balle d'une façon lente ou rapide. La grandeur de la réponse peut également changer afin d'envoyer la balle sous une trajectoire basse ou haute. Finalement, la force du mouvement peut varier pour propulser des engins de poids différents vers une distance courte ou longue. Ainsi, la notion de programme moteur général laisse sous-entendre qu'en manipulant une variété de paramètres, plusieurs mouvements appartenant à la même classe peuvent être exécutés (Schmidt et Lee, 2005). Quant à la sélection des principaux paramètres (*temps, force* et *espace*) du mouvement, elle incombe au schéma moteur (Schmidt, 1975).

Étant donné que plusieurs mouvements peuvent être exécutés par le même programme moteur général, le problème de l'entreposage soulevé par la théorie des boucles fermées d'Adams (1971) semble être relativement éliminé. En effet, un seul programme moteur général gère une classe entière de mouvements au lieu qu'il y ait un programme moteur spécifique pour chaque mouvement. D'autre part, le schéma moteur résout le problème de la nouveauté grâce à sa capacité de faire varier les principaux paramètres (*temps, force* et *espace*) du mouvement (Schmidt, 1982, 1988; Van Rossum, 1990; Taktek, 2000; Taktek, et Hochman, 2004).

Dans la théorie du schéma, Schmidt (1975) retient l'importance de la répétition dans la maîtrise des mouvements, mais l'associe au principe de la variabilité de la pratique (Shapiro et Schmidt, 1982). La question qui se pose dans ce contexte est la suivante : *Quelle est la quantité de pratique physique ou de variation recommandée pour assurer un meilleur transfert?*

Selon la théorie du schéma de Schmidt (1982, p. 594) :

[...] la plus impressionnante forme d'évidence qui peut être formulée pour soutenir la théorie du schéma est qu'avec des réponses répétées, utilisant des paramètres différents et produisant des résultats différents, d'autres données sont établies et l'individu commence à définir une relation entre la grandeur du paramètre et la nature du résultat du mouvement [notre traduction].

Afin de vérifier cette hypothèse de la variabilité de la pratique qui a été initialement abordée par Schmidt (1975) dans son article intitulé *A schema theory of discrete motor skill learning*, Husak et Reeve (1979) ont étudié les effets de trois quantités différentes de pratique (6, 18 et 36 essais) jumelées à deux types de pratiques, variable ou spécifique, sur l'apprentissage d'une tâche de positionnement linéaire. Six groupes de participants aux yeux bandés (étudiants de premier cycle) ont participé à cette étude, dont trois ont été soumis à une pratique variable et trois, à une pratique spécifique (PS6, PS18 et PS36).

Les participants en pratique variable devaient déplacer, sur une glissière linéaire, une manette à une distance cible de 20, 40 et 70 cm. La distance cible pour les groupes de pratique spécifique avait été fixée à 40 cm. Durant la phase de pratique, les groupes de pratique variable et les groupes de pratique spécifique ont réalisé 6, 18 ou 36 essais. Quant aux groupes de pratique spécifique (PS6, PS18 et PS36), ils ont effectué tous les essais sur la même distance. Les groupes de pratique variable (PV6, PV18 et PV36) ont exécuté le tiers du nombre total des essais pour chaque distance. Par exemple, le groupe de PV6 (qui a eu six essais) a déplacé deux fois la manette pour chaque distance cible de 20, 70 et 40 cm. Après la phase de pratique, les participants des différents groupes expérimentaux ont été soumis à une tâche de transfert; il leur fallait déplacer la manette à une distance cible de 30 cm pour 18 essais, avec les yeux bandés et sans connaissance des résultats. Les résultats de cette étude ont mis en évidence que les groupes de pratique variable ayant effectué 18 et 36 essais de pratique ont été significativement plus précis lors de la tâche de transfert, comparativement au groupe de pratique variable qui n'a eu que six essais. Ce résultat montre que le schéma développé au cours des six essais de la pratique variable n'a pas été suffisant pour produire une réponse précise sur une tâche de transfert (Husak et Reeve, 1979). Les trois groupes de pratique spécifique ont été équivalents, mais leur performance s'est détériorée avec le nombre d'essais. Les moyennes des erreurs absolues des groupes de PV6 et PV18 sont demeurées relativement stables. Par contre, celles du groupe de PV36 ont augmenté avec le nombre d'essais.

Selon Schmidt (1975), la précision de la réponse lors du transfert dépend du nombre d'essais expérimentés avec une connaissance des résultats. Dans l'étude

de Husak et Reeve (1979), cette hypothèse a été appuyée par le groupe de la pratique variable ayant reçu 18 essais de pratique, mais elle n'a pas été confirmée par les autres groupes. En effet, les performances des groupes de pratique spécifique et de pratique variable dont les participants ont réalisé 36 essais ont diminué avec les essais de pratique. Sur la base de ces résultats, Husak et Reeve (1979) concluent que toute forme de pratique favorise le développement d'un schéma moteur responsable de la production d'une nouvelle réponse motrice, mais dépend du nombre d'essais expérimentés avec connaissance des résultats. Il semble que le fait d'augmenter ou de diminuer exagérément le nombre d'essais de pratique ne favorise pas la consolidation du schéma moteur ni l'apprentissage des tâches motrices.

Par ailleurs, Goodwin, Grimes, Eckerson et Gordon (1998) ont testé l'effet de la manipulation de différentes quantités de pratique variable sur la performance de rétention et de transfert dans une tâche de lancer de fléchettes chez des collégiens. Trois groupes de participants ont été soumis à des conditions différentes de pratique: 1) une condition de pratique physique spécifique (groupe de pratique physique spécifique – GPPS) dans laquelle les participants ont exécuté 75 lancers à partir d'une distance fixe de 2,39 m; 2) une condition de pratique physique spécifique combinée à la pratique physique variable (groupe de pratique physique spécifique et variable – GPPSV) dans laquelle les participants ont effectué 25 lancers à partir de chacune des distances de 1,47 m; de 2,39 m; et de 3,30 m (pas plus que deux lancers successifs de chaque distance); 3) une condition de pratique physique spécifique combinée à la pratique variable plus (GPPSV+) dans laquelle les participants ont exécuté 15 lancers à partir de chacune des distances de 1,47 m; 1,93 m; 2,39 m; 2,84 m; et 3,30 m (pas plus que deux lancers successifs de chaque distance). Après une période de 24 heures, les participants des différents groupes expérimentaux ont été appelés, tout d'abord, à lancer à partir d'une distance de 2,39 m (test de rétention) et, ensuite, à partir d'une nouvelle distance jamais pratiquée auparavant: 3,76 m (test de transfert).

Alors que les résultats du test de rétention ont été équivalents entre les trois groupes expérimentaux, ceux du test de transfert ont révélé que les moyennes des erreurs radiales (c'est-à-dire *mesure de l'erreur bidimensionnelle qui est analogue à l'erreur absolue*, Goodwin et collab., 1998, p. 149) obtenues par les participants des groupes GPPSV et GPPSV+ ont été équivalentes, mais chacune significativement moins élevée que celles réalisées par les participants du groupe de pratique physique spécifique. Ces résultats soutiennent l'hypothèse de la variabilité de la pratique (Schmidt, 1975) et indiquent également que l'augmentation de la quantité de variabilité, de trois (GPPSV) à cinq (GPPSV+) distances différentes, n'apporte pas de bénéfices complémentaires aux participants.

8.2 Apprentissage du schéma moteur

Conformément à la théorie de Schmidt (1975, 1988), il ressort que c'est un schéma moteur qui est appris et non pas un programme moteur spécifique. Ce schéma est responsable de la sélection des principaux paramètres (*temps, force et espace*) du

mouvement, ce qui permet la production d'une gamme de mouvements appartenant à la même classe. Un tel schéma se forme par la mise en relation de quatre sources d'information : 1) les conditions initiales qui réfèrent à la condition de la musculature de l'apprenant avant que s'amorce sa réponse motrice (informations proprioceptives relatives à la position du membre et du corps dans l'espace) ainsi que les informations visuelles et auditives reliées à l'état de l'environnement dans lequel cet apprenant est appelé à progresser ; 2) les spécifications de la réponse qui sont en lien avec le programme moteur général et les principaux paramètres (*temps*, *force* et *espace*) du mouvement qui lui sont assignés pour atteindre les résultats désirés ; 3) les conséquences sensorielles qui représentent une copie des informations afférentes (feedback kinesthésique, proprioceptif, visuel, auditif, etc.) reçues pendant l'exécution du mouvement ; et 4) les résultats de la réponse qui correspondent au degré de succès de la réponse par rapport aux résultats originaux désirés (Taktek et Hochman, 2004).

Sur la base de ces quatre sources d'informations se développent ce que Schmidt (1975, 1976) appelle *schéma de rappel* et *schéma de reconnaissance*. Le schéma de rappel se forme par la combinaison des conditions initiales, des spécifications de la réponse et des résultats de la réponse. Il correspond à la trace mnémonique de la théorie d'Adams (1971) et permet donc la production des mouvements. Afin d'atteindre le résultat désiré, le schéma de rappel sélectionne les paramètres appropriés pour la mise en marche du programme moteur général (Shapiro et Schmidt, 1982). Pour expliquer la formation du schéma de rappel, Schmidt (1975, 1982, 1988) ainsi que Shapiro et Schmidt (1982) soulignent qu'après l'exécution d'un mouvement en particulier, l'apprenant enregistre les informations relatives aux paramètres utilisés et les résultats de la réponse. Avec la répétition du mouvement et la variation des paramètres, un lien s'établit entre les deux sources d'information, ce qui conduit à un degré optimal de précision (Taktek et Hochman, 2004).

Indépendamment du schéma de rappel, le schéma de reconnaissance se développe par la mise en relation des conditions initiales, des résultats de la réponse et des conséquences sensorielles plutôt que les spécifications de la réponse. Avant d'exécuter son mouvement, l'apprenant décide du résultat désiré de sa réponse et identifie les caractéristiques des conditions initiales. Grâce au schéma de reconnaissance, l'apprenant parvient à prédire les conséquences sensorielles des résultats d'une réponse en particulier (Shapiro et Schmidt, 1982). C'est ce que Schmidt (1982, p. 597) appelle *les conséquences sensorielles attendues* [notre traduction]. Ces dernières permettent l'évaluation de la correction du mouvement. Elles constituent donc une référence de correction et correspondent à la trace perceptive de la théorie des boucles fermées d'Adams (1971) (Taktek et Hochman, 2004).

9. Combinaison des pratiques physiques spécifique et variable

Dans cette section, nous présentons comment les deux prédictions des théories des boucles fermées d'Adams (1971) et du schéma moteur de Schmidt (1975) ont été combinées pour optimiser l'apprentissage moteur et la performance motrice.

En se basant sur les recommandations des théories d'Adams (1971) et de Schmidt (1975) quant au choix des stratégies les plus efficaces pour l'apprentissage moteur, et en voulant tirer profit des prédictions de ces deux théories, Elfaqr (1982) a étudié l'effet de quatre formes de pratique sur l'apprentissage d'une tâche motrice. Cette dernière a consisté à lancer de la main non dominante une balle vers une cible composée de quatre cercles concentriques tracés sur un mur.

Quatre groupes de participants universitaires ont été soumis à des conditions de pratique différentes: 1) une condition de pratique spécifique; 2) une condition de pratique variable; 3) une condition de pratique spécifique suivie d'une pratique variable; et 4) une condition de pratique variable suivie d'une pratique spécifique. Trois tests de performance ont été intercalés entre les essais de pratique. Le premier, appelé *test critère-fixe*, a consisté à effectuer 25 lancers dans les mêmes conditions que la pratique spécifique. Ce test a été fait avant, au milieu et à la fin de la phase de pratique. Le deuxième test de performance, appelé *test critère-variable*, a consisté à exécuter 30 lancers dans les mêmes conditions que la pratique variable. Ce test a été administré à la fin de la session de pratique. Le dernier test a été le test de transfert. Ce dernier a consisté à exécuter 25 lancers à partir d'une distance de 4,5 m avec une nouvelle balle qui n'avait pas été utilisée auparavant.

Les résultats les plus intéressants de cette étude ont montré que, pour le test critère-fixe, les performances des différents groupes expérimentaux ont été équivalentes au premier test administré avant la pratique. Au milieu de la phase de pratique (après les 500 premiers essais), les résultats ont révélé que la moyenne du groupe de pratique variable suivie d'une pratique spécifique a été significativement supérieure à celle du groupe de pratique spécifique. Au niveau du dernier test critère-fixe administré après les 1 000 essais de pratique, les performances des groupes ont été équivalentes. D'autre part, au test critère-variable, les résultats ont montré que la moyenne du groupe de pratique spécifique a été significativement inférieure à celle de chacun des trois autres groupes (pratique variable, pratique spécifique suivie d'une pratique variable et pratique variable suivie d'une pratique spécifique). Cela signifie que la pratique variable a été bénéfique pour l'apprentissage d'une tâche appartenant à une habileté fermée qui présente une variabilité inter-essais. Finalement, au niveau du test de transfert, aucune différence significative n'a été observée entre les moyennes des différents groupes expérimentaux. En fait, les quatre formes de pratique ont été efficaces pour l'apprentissage d'une tâche de transfert. Ces résultats infirment donc l'hypothèse de la théorie de Schmidt (1975) selon laquelle la pratique physique variable permettrait d'obtenir, lors du transfert, des performances significativement meilleures que la pratique physique spécifique. Bref, il semble que les conditions de pratiques physiques spécifique et variable favorisent le transfert en autant que la quantité d'essais de pratique est suffisante.

10. Conclusion générale et implications pédagogiques

Les tâches motrices peuvent être classées en deux principales catégories : les habiletés fermées et ouvertes. Les tâches motrices qui s'exécutent dans des conditions environnementales prédictives et stables sont considérées comme des tâches fermées. Celles-ci sont souvent contrôlées par l'information spatiale, et leur exécution repose donc sur le traitement de l'information qui accompagne le mouvement. La performance des tâches fermées est contrôlée par une seule condition environnementale fixe, puisque l'apprenant est libre de déterminer le moment opportun pour amorcer son mouvement. Quand les conditions dans lesquelles se déroulent les tâches motrices impliquent des ajustements permanents, les habiletés sont dites *ouvertes*. L'environnement dans lequel se réalisent les tâches motrices ouvertes est instable et non prédictif. Ainsi, le mouvement déployé par l'apprenant doit se conformer aux circonstances spatio-temporelles de l'environnement. En ce qui concerne les habiletés fermées, l'apprentissage repose sur la reproduction exacte et identique du mouvement pour développer une trace motrice stable. Quant aux habiletés ouvertes, leur apprentissage est favorisé par la production de réponses variables en fonction de circonstances environnementales en continuelle évolution.

Dans sa théorie des boucles fermées, Adams (1971) propose que la pratique spécifique permette d'obtenir un meilleur apprentissage, puisque c'est le mouvement lui-même qui est appris. Par contre, dans sa théorie du schéma, Schmidt (1975) suggère une stratégie basée sur la variabilité de la pratique pour développer un schéma moteur flexible nécessaire à l'optimisation de l'apprentissage moteur dans une tâche de transfert. Quelles sont donc les implications pédagogiques, pour l'éducateur physique ou pour l'entraîneur sportif qui souhaite optimiser l'apprentissage moteur et la performance motrice ? Plus précisément, à quel niveau faut-il intervenir ?

À la lumière de la théorie de Schmidt (1975), il ressort que c'est un schéma moteur qui est appris à la suite de la pratique physique des tâches motrices. Un tel schéma dirige une classe entière de mouvements et possède un assez considérable potentiel de transfert. Il se forme par la mise en relation entre quatre sources principales d'information : 1) les conditions initiales, 2) les spécifications de la réponse, 3) les conséquences sensorielles de la réponse et 4) les résultats de la réponse. Pour l'intervenant, l'implication pédagogique consiste donc à agir au niveau de chacune de ces sources d'information afin de permettre à l'apprenant de développer le schéma de rappel responsable de la production du mouvement ainsi que le schéma de reconnaissance responsable du contrôle de la précision de la réponse motrice. Avant le début des séquences de pratique, par exemple lors de l'exécution d'un geste technique de volley-ball (service bas, service fait au-dessus de la tête, toucher du ballon, réception en manchette, etc.), l'intervenant doit bien s'assurer des quatre points suivants : 1) de l'éclairage du gymnase ; 2) du placement du matériel approprié (ballons, filets, cerceaux, etc.) ; 3) de la disposition des élèves sur le terrain (en groupes de deux, trois, quatre ou cinq coéquipiers placés respectivement face à face, en forme de triangle, carré ou cercle) ; 4) de l'aménagement

des ateliers de travail (s'entraîner contre un mur, sur un terrain de volley-ball, par-dessus des élastiques, etc.), afin de permettre aux apprenants de capter les informations environnementales pertinentes à l'exécution de leurs gestes (conditions initiales). Ensuite, il incombe à l'intervenant de préparer une fiche de progression pédagogique pour chacun des gestes techniques proposés, en variant les principaux paramètres *temps* (vitesse lente, moyenne et rapide), *force* (poids léger, moyen et lourd; *distance* courte, moyenne et longue) et *espace* (amplitude ou trajectoire basse, moyenne et haute) du mouvement (spécifications de la réponse). Il est important que l'apprenant comprenne bien l'idée du mouvement, afin de détecter les anomalies durant l'exécution de ses gestes : par exemple, connaître la position du corps et la conjugaison des mouvements des membres supérieurs et inférieurs lors du toucher du ballon, lors de la réception en manchette ou lors du service fait au-dessus de la tête. À ce stade, l'intervenant peut avoir recours à des démonstrations verbales, physiques ou visuelles (conséquences sensorielles). Finalement, l'intervenant devrait fournir une rétroaction à l'apprenant en évaluant le degré de réussite du geste accompli et en proposant des ajustements éventuels par rapport à l'exécution exacte désirée (résultats de la réponse). Ainsi, la tâche de l'intervenant ne se limite pas seulement à faire varier les conditions de pratique, mais aussi à contrôler les quatre sources d'information nécessaires pour la formation des schémas de rappel et de reconnaissance. Autrement dit, le développement des habiletés motrices des apprenants requiert une intervention pédagogique ponctuelle, aussi bien avant (préparation des lieux de pratique), pendant (explications verbales et visuelles) qu'après l'exécution des gestes proposés (connaissance des résultats et rétroactions).

Une autre implication pédagogique pour l'enseignement des habiletés motrices est que l'intervenant offre à ses apprenants des expériences de pratiques physiques à la fois répétées et variées. Tout d'abord, la répétition conduit à la consolidation de la trace perceptive (Adams, 1971) ou du schéma de reconnaissance (Schmidt, 1975) responsable du contrôle de la précision de la réponse motrice favorisant, ainsi, le rodage du mouvement. En fait, chaque nouvelle exécution du mouvement conduit au renforcement du schéma moteur au complet puisqu'elle découle d'un agencement nouveau des quatre sources d'informations. Ensuite, la variabilité assure la flexibilité et la généralisation d'un tel schéma moteur, ce qui augmente son potentiel d'adaptation à de nouvelles conditions de pratiques physiques jamais rencontrées auparavant, soit à des situations de transfert (Schmidt, 1975). Par exemple, au soccer, pour acquérir un tir de puissance, l'intervenant pourrait, lors de séquences d'entraînement, proposer à ses élèves d'augmenter progressivement la distance de tir ou de s'entraîner avec des ballons relativement plus lourds que le ballon ordinaire de jeu. Il pourrait même agir au niveau de l'incertitude temporelle en augmentant progressivement la vitesse d'exécution du tir en réponse à un signal sonore ou à l'introduction d'un, de deux ou plusieurs joueurs défenseurs (tout d'abord passifs, ensuite semi-actifs, et finalement actifs). Ainsi cette stratégie de pratique physique variable manipulée au niveau des quatre sources d'information

et conjuguée à la répétition des expériences motrices permet-elle à l'apprenant de développer les structures cognitives relatives à son mouvement (schéma moteur) et d'optimiser son apprentissage moteur et sa performance motrice.

Il serait important que des études ultérieures soient amorcées afin de cerner plus en détails les particularités des habiletés motrices ouvertes et fermées et de déterminer la stratégie de pratique physique variable par rapport à la pratique spécifique la plus appropriée pour la performance motrice et l'apprentissage moteur. Ces études devraient permettre d'explorer non seulement l'effet de la variation manipulée au niveau de chacune des quatre sources d'information (les conditions initiales, les spécifications de la réponse, les conséquences sensorielles de la réponse et les résultats de la réponse), mais aussi l'impact de chacun des principaux paramètres (*temps, force et espace*) du mouvement sur la précision des gestes moteurs et surtout, le transfert.

ENGLISH TITLE • Strategies of specific/variable physical practice and acquisition of motor skills : A literature analysis

SUMMARY • The present article deals with the characteristics of closed and open motor skills by establishing a relationship with the most efficient training strategies for motor performance. Moreover, this article discusses Adams' (1971) Closed Loop Theory and Schmidt's (1975) Motor Schema Theory. The former theory postulates that the best strategy for motor learning relies on the reproduction of identical and stereotyped movement. However, the latter proposes variable physical practice as an effective strategy for learning and transfer. Finally, pedagogical recommendations are offered to educational stakeholders in physical education and sports in order to optimize the acquisition of motor skills.

KEY WORDS • closed and open skills, closed loops, motor schema, motor learning, physical education and sports.

TÍTULO EN ESPAÑOL • Estrategias de práctica física variable/específica y adquisición de habilidades motoras : análisis de la literatura especializada

RESUMEN • El presente artículo trata de las características de las habilidades cerradas y abiertas, estableciendo un vínculo con las estrategias de entrenamiento las más eficientes para el rendimiento motor. Por otra parte, el artículo analiza la teoría del circuito cerrado de Adams (1971) y la teoría del esquema motor de Schmidt (1975). La primera teoría pretende que la mejor estrategia de aprendizaje motor descansa sobre la reproducción idéntica y estereotipada del movimiento. Por otro lado, la segunda teoría propone la práctica física variable como estrategia eficaz de aprendizaje y de transferencia. Por terminar, proponemos algunas recomendaciones pedagógicas para las personas que intervienen en educación física y deportiva con el objetivo de optimizar la adquisición de las habilidades motoras.

PALABRAS CLAVES • habilidades cerradas y abiertas, circuito cerrado, esquema motor, aprendizaje motor, educación física y deportiva.

Références

- Adams, J. A. (1971). A closed-loop theory of motor learning. *Journal of motor behavior*, 3(2), 111-150.
- Adams, J. A. (1976). Issues for a closed-loop theory of motor learning. Dans G. E. Stelmach (Dir.) : *Motor control: issues and trends*. New York, New York : Academic Press.
- Adams, J. A. (1992). *Revue historique et critique de la recherche sur l'apprentissage, la rétention et le transfert des habiletés motrices*. Paris, France : Éditions Revue EPS.
- Bernstein, N. A. (1967). *The coordination and regulation of movement*. Oxford, United Kingdom : Pergamon Press.
- Bernstein, N. A. (1984). The coordination and regulation of movement. Dans H. T. A. Whiting (Dir.) : *Human motor action : Bernstein reassessed*. Amsterdam. New York, New York : North-Holland.
- Bertsch, J. et Le Scanff, C. (1995). *Apprentissages et conditions d'apprentissage*. Paris, France : Presses universitaires de France.
- Confédération des éducateurs et éducatrices physiques du Québec (1993). *L'éducation physique : un investissement très rentable pour l'élève, l'école, l'entreprise, la société québécoise actuelle et future. Mémoire présenté aux audiences publiques sur la réforme «faire avancer l'école»*. Sainte-Foy, Québec : Éditions L'impulsion.
- Dyson, B. (2001). Cooperative learning in an elementary physical education program. *Journal of teaching in physical education*, 20(3), 264-281.
- Eidson, T. A. et Stadulis, R. E. (1991). Effects of variability of practice on the transfer and performance of open and closed motor skills. *Adapted physical activity quarterly*, 8, 342-356.
- Elfaqr, F. (1982). *Effet de la spécificité et de la variabilité de la pratique sur l'apprentissage d'un geste global*. Mémoire de maîtrise inédit, Université de Montréal, Montréal.
- Famose, J.-P. (1987). Vers une théorie de l'enseignement des habiletés motrices. Dans M. Laurent et P. Therme (Dir.) : *L'enfant par son corps*. Joinville-le-Pont, France : Action.
- Famose, J.-P., Bertsch, J., Champion, E. et Durand, M. (1986). *Tâches et stratégies pédagogiques en éducation physique et sportive*. Paris, France : Éditions Revue EPS.
- Fitts, P. M. (1964). Perceptual-motor skills learning. Dans A. W. Melton (Dir.) : *Categories of human learning*. New York, New York : Academic Press.
- Forestier, L. (1989). L'E.P.S., discipline d'enseignement, est-elle encore une éducation ? Dans G. Bui-Xuan (Dir.) : *Méthodologie et didactique de l'éducation physique et sportive*. Clermont-Ferrand, France : Édition AFRAPS.
- Gallwey, W. T. (1974). *Tennis et psychisme : comment progresser par la concentration*. New York, New York : Random House.
- Gentile, A. M. (1972). A working model of skill acquisition with application to teaching. *Quest*, 17(1), 3-23.
- Gentile, A. M., Higgings, J. R., Miller, E. A. et Rosen, B. M. (1975). *The structure of motor tasks*. Proceedings of the 7th Symposium canadien en apprentissage psycho-moteur et psychologie du Sport. Québec, Québec : Symposium Canadien en Apprentissage Psycho-moteur et Psychologie du Sport.

- Goodwin, J. E., Grimes, C. R., Eckerson, J. M. et Gordon, P. M. (1998). Effect of different quantities of variable practice on acquisition, retention, and transfer of an applied motor skill. *Perceptual and motor skills*, 87(1), 147-151.
- Hagger, M. S., Chatzisarantis, N. L. D., Culverhouse, T. B. et Stuart, J. H. (2003). The processes by which perceived autonomy support in physical education promotes leisure-time physical. Activity intentions and behavior: a trans-contextual model. *Journal of educational psychology*, 95(4), 784-795.
- Husak, S. W. et Reeve, T. G. (1979). Novel response production as a function of variability and amount of practice. *Research quarterly*, 50(2), 215-221.
- Knapp, B. (1963). *Skill in sport. The attainment of proficiency*. London, England : Routledge and Kegan Paul.
- Myers, G. D. (2007). *Psychology* (8^e édition). New York, New York : Worth Publishers.
- Poulton, E. C. (1957). On prediction in skilled movements. *Psychological bulletin*, 54(6), 467-478.
- Pujade-Renaud, C. (1987). Quels sont le statut et la fonction de l'E.P.S. dans l'économie du système scolaire? Dans D. Zimmermann (Dir.) : *Questions/réponses sur l'éducation physique et sportive* (5^e édition). Paris, France : ESF éditeur.
- Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological review*, 82(4), 225-260.
- Schmidt, R. A. (1976). The schema as a solution to some persistent problems in motor learning theory. Dans G. E. Stelmach (Dir.) : *Motor control: issues and trends*. New York, New York : Academic Press.
- Schmidt, R. A. (1982). *Motor control and learning: a behavioral emphasis*. Champaign, Illinois : Human Kinetics, Publishers Inc.
- Schmidt, R. A. (1988). *Motor control and learning: behavioral emphasis* (2^e édition). Champaign, Illinois : Human Kinetics, Publishers Inc.
- Schmidt, R. A. (1991). *Motor learning and performance. From principles to practice*. Champaign, Illinois : Human Kinetics.
- Schmidt, R. A. et Lee, T. D. (2005). *Motor control and learning: a behavioral emphasis* (4^e édition). Champaign, Illinois : Human Kinetics.
- Shapiro, D. C. et Schmidt, R. A. (1982). The schema theory: recent evidence and developmental implications. Dans J. A. Scott Kelso et J. E. Clark (Dir.) : *The development of movement control and co-ordination*. New York, New York : Wiley.
- Singer, R. N. (1978). Motor skill and learning strategies. Dans H. F. O'Neil Jr. (Dir.) : *Learning strategies*. New York, New York : Academic Press inc.
- Spaeth-Arnold, R. K. (1985). *Le développement des habiletés sportives*. Paris, France : Éditions Revue EPS.
- Taktek, K. (2000). *Stratégies pédagogiques et apprentissage d'une tâche motrice chez des enfants de huit à dix ans*. Thèse de doctorat inédite, Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Taktek, K. (2004). The effects of mental imagery on the acquisition of motor skills and performance : a literature review with theoretical implications. *Journal of mental imagery*, 28(1-2), 79-114.

- Taktek, K. et Hochman, J. (2004). Ahsen's triple code model as a solution to some persistent problems within Adams' closed loop theory and Schmidt's motor schema theory. *Journal of mental imagery*, 28(1-2), 115-157.
- Taktek, K. et Rigal, R. (2005). Stratégies pédagogiques et apprentissage d'une tâche motrice discrète chez des enfants de huit à dix ans. *Revue des sciences de l'éducation*, 31(3), 607-632.
- Taktek, K., Salmoni, A. et Rigal, R. (2004). The effect of physical practice and mental imagery on learning and transfer of a discrete motor task by young children. *Journal of mental imagery*, 28(3-4), 37-68.
- Taktek, K., Zinsser, N. et St-John, B. (2008). Visual versus kinesthetic mental imagery: efficacy for the retention and transfer of a closed motor skill in young children. *Canadian journal of experimental psychology*, 62(3), 174-187.
- Thomas, R. (1997). *L'apprentissage moteur*. Paris, France: Presses universitaires de France.
- Thill, E., Thomas, R. et Caja, J. (1987). *Manuel de l'éducateur sportif: préparation au brevet d'état* (6^e édition). Paris, France: Éditions Vigot.
- Van der Maren, J.-M. (1995). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Montréal, Québec: Presses de l'Université de Montréal.
- Van Rossum, J. H. A. (1987). *Motor development and practice. The variability of practice hypothesis in perspective*. Unpublished doctoral dissertation, The free University of Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands.
- Van Rossum, J. H. A. (1990). Schmidt's schema theory: the empirical base of variability of practice hypothesis: a critical analysis. *Human movement science*, 9(3-5), 387-435.
- Weinberg, R. S. et Gould, D. (2003). *Foundations of sport and exercise psychology* (3^e édition). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Whiting, H. T. A. (1969). *Acquiring ball skill*. Philadelphia, Pennsylvania: Lea and Febiger.

L'auteur est professeur agrégé à l'École des sciences de l'éducation.

Correspondance

ktaktek@laurentienne.ca

Ce texte a été révisé par Marie-Christine Beaudry.

Texte reçu le: 17 octobre 2006

Version finale reçue le: 28 juin 2007

Accepté le: 17 octobre 2007