

LE TRAITEMENT DE L'INFORMATION D'UN POINT DE VUE COGNITIF

Le 02 Octobre 1998

{Licence STAPS 98-99. C1-M2. Cours de Nicolas BENGUIGUI}

20h au total. Se termine par un QCM d'une heure et de questions ouvertes sur une heure.

INTRODUCTION.....	3
1. APPROCHE COGNITIVE OU COMPUTATIONELLE.....	4
<u>1.1. Modèle du traitement de l'information</u>	<u>4</u>
1.1.1. Les différents modèles.....	4
1.1.2. Analyser et comprendre les différents stades.....	7
1.1.2.1. Description des protocoles de chronométrie mentale.....	8
1.1.3. Le STI utilise des mémoires.....	8
1.1.3.1. Le schéma moteur.....	11
1.1.4. Le STI opère sur des représentations.....	11
1.1.5. Le STI prend des décisions.....	12
1.1.6. Le STI a une capacité limitée.....	12
1.1.7. Le STI a la possibilité d'automatiser.....	12
1.1.8. Le STI utilise des filtres.....	12
<u>1.2 La notion d'information selon l'approche cognitive</u>	<u>12</u>
1.2.1. Elaboration de l'information.....	13
1.2.2. Le système opère sur des représentations.....	13
1.2.3. Le système de représentation prend des décisions.....	13
1.2.4. Réduction de l'information et mesure de l'information.....	13
1.2.4.1. La loi de Hick.....	15
<u>1.3. Identification des indices perceptifs</u>	<u>15</u>
<u>1.4. Les ressources attentionnelles (?)</u>	<u>16</u>
1.4.1. Présentation du problème.....	16

1.4.2. Les capacités limitées des ressources attentionnelles.....	17
1.4.3. La notion du coût attentionnel.....	17
1.4.4. Réduction du coût attentionnel.....	18
1.4.4.1. Utilisation de filtres attentionnels.....	18
1.4.4.2. L'orientation de l'attention.....	19
1.4.4.3. L'automatisation.....	21
1.4.5. Approche différentielle de l'attention.....	21
1.4.5.1. Effet du développement chez l'enfant.....	21
1.4.5.2. Les effets de la pratique sur les ressources attentionnelles.....	22
1.4.5.3. En conclusion.....	22
<u>1.5. Conception du contrôle moteur (la loi de Fitts).....</u>	23
1.5.1. Contrôle proactif ou contrôle en boucle ouverte (Feed Forward).....	24
1.5.2. Le contrôle rétroactif ou boucle fermée (Feed-Back).....	25
1.5.3. Combinaison possible entre contrôle proactif et rétroactif.....	26
1.5.3.1. La notion de programme moteur général (PMG).....	30
1.5.3.2. La notion de paramétrisation.....	30
1.5.4. Essai de conclusion sur le contrôle moteur cognitif.....	31
1.5.4.1. Récapitulatif.....	32
<u>1.6. Les limites</u>	33

INTRODUCTION

Pendant longtemps, les psychologues ne voulant s'attacher qu'à ce qui est observable, n'ont étudié que la partie visible du mouvement, c'est-à-dire l'organisation gestuelle extérieure. Depuis une dizaine d'années on n'attribue plus uniquement l'efficacité du geste à cette seule organisation. On se préoccupe davantage des mécanismes qui sont responsables de son efficacité. Le geste est considéré comme l'aboutissement de toute une suite d'opérations mentales qui vont déterminer, sa validité, sa réussite.

Parmi ces différentes opérations mentales, on peut noter le rôle capital joué par la **perception** que l'on peut définir comme étant un recueil d'informations et qui vont lui permettre, parmi un certain nombre de solutions, de **décider** celle qui est la plus appropriée. Percevoir la situation, c'est en même temps la reconnaître.

Le pratiquant prend ses informations dans son environnement, son espace d'action, comme dans son propre corps, et il "traduit" cette masse d'informations en une séquence de mouvements adaptée aux contraintes de la situation et à leur évolution.

La question qui se pose est de savoir quel est le rôle de la perception en matière de motricité ? On peut répondre à cette question en disant que c'est :

- être capable de rendre compte de son environnement et,
- être capable de se situer dans cette environnement, ce qui implique le prélèvement d'informations entre soi-même et son environnement.

LES DIFFERENTES APPROCHES DE LA PERCEPTION ET DE L'ACTION

Approche psychophysique : correspond au seuil perceptif de mesure tels que des tests auditifs, visuels ...

Approche béhavioriste : (stimulus-réponse) à tout stimulus est associé une réponse donc un conditionnement, développée par PAVLOV, SKINNER. C'est très restrictif et de ce fait cette approche est maintenant abandonnée.

Approche de Gestaltdt : (phénoménologie systémique). "Le tout est plus que la somme des parties". Dans cette approche on évite de rentrer dans des procédures trop analytique afin d'éviter la non relation entre les différentes parties d'un système. On part du macro vers le micro. On étudie le phénomène dans toute sa complexité et non par petite partie isolée.

Approche neurophysiologiste : (cellule nerveuse-approche ascendante). C'est une approche analytique à partir de la cellule nerveuse pour comprendre le comportement humain. On part du micro pour aller vers le macro. Elle s'oppose de ce fait à l'approche Gestaltdt.

Approche empirique : (constructiviste et fondée sur l'expérience). Elle se fonde sur l'expérience en prenant pour principe que tout comportement humain se comprend par l'expérience pratique. C'est une des théories de J. PIAGET pour qui toute intelligence est liée au mouvement. Cela s'avère exact mais seulement pour des enfants de moins d'un an.

Bien que ces différentes approches s'avèrent aujourd'hui relativement désuète mise à part celle de la neurophysiologie, elles ont cependant permis de créer deux courants distincts :

La théorie computationnelle ou cognitive

(David MARR et R.A SCHMIDT)

Théorie écologique en opposition

à la théorie computationnelle
(J.J GIBSON et BERNSTEIN)

Le terme cognitif vient du latin cogito qui veut dire connaissance.

1. APPROCHE COGNITIVE OU COMPUTATIONNELLE

Elle vient de la théorie de la communication développée par SHANNON et WEAVER en 1949. Théorie important qui est à l'origine de l'informatique, de la modélisation de la transmission d'un message, d'un émetteur à un récepteur. Cela a permis de modéliser la motricité ce qui a permis de mettre en évidence qu'entre une sensation et une activité motrice il y a un schéma de transmission.

1.1. Modèle du traitement de l'information

Le traitement est une transformation.

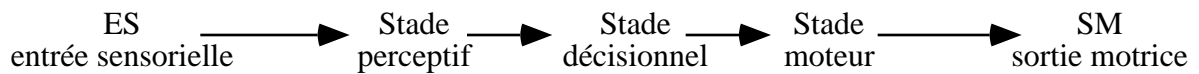
Rappel des principes de base de fonctionnement du système de traitement de l'information (STI) :

1. le système traite de l'information ;
2. opère par stade ;
3. utilise des mémoires.

1.1.1. Les différents modèles

Modèle proposé par WELFORD en 1968.

- Premier modèle proposé par WELFORD en 1968

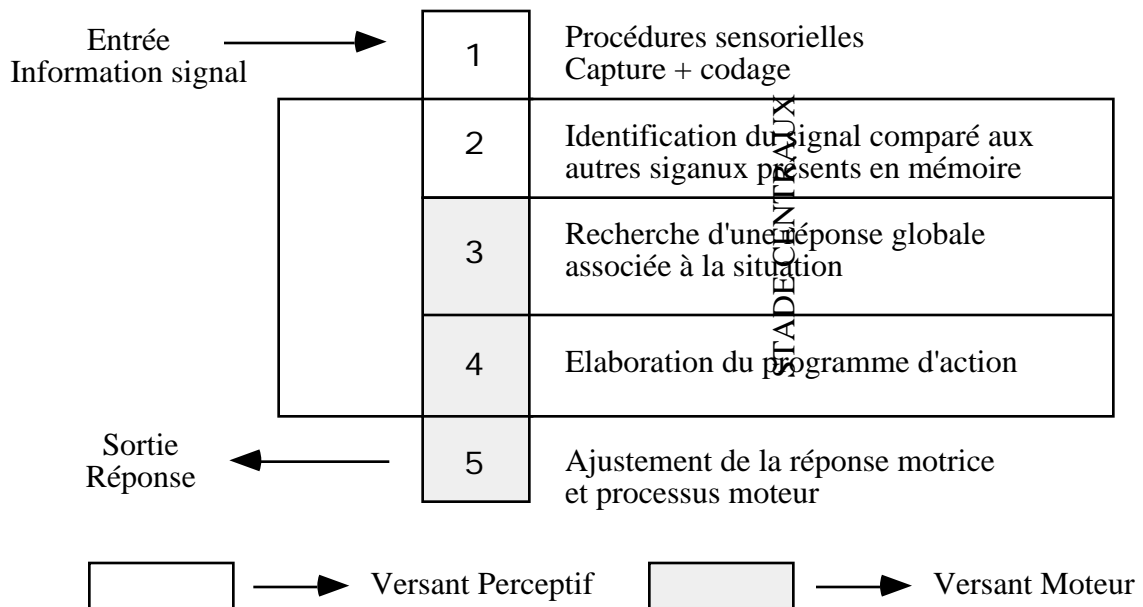


On situe donc trois étapes entre ES et SM.

□ Second modèle développé par THEIOS en 1975

Le modèle de Theios propose différentes étapes du traitement de l'information provenant d'une source externe. Il reconnaît cinq stades :

- Stade 1 : l'entrée dans le STI se fait au niveau de capteurs spécifiques de l'information (oeil pour l'information visuelle par exemple). Il s'agit de processus sensoriels périphériques où le signal est codé dans un langage qui puisse être transmis et traité par le système nerveux central.
- Stade 2 : le signal externe ainsi codé est comparé aux autres signaux internes codés présents en mémoire : il est ainsi reconnu et identifié.
- Stade 3 : le résultat de cette étape permet une recherche en mémoire de la réponse globale associée à la situation ou la détermination d'une réponse en termes d'objectif.
- Stade 4 : ainsi définie en termes de finalité, la commande motrice permet l'é]laboration progressive d'un programme d'action. Il s'agit de sélectionner et d'organiser les instructions qui vont activer les effecteurs en fonction des conditions d'exécution de l'action.
- Stade 5 : enfin, le dernier stade prend en compte les opérations de transmission des informations codées vers les effecteurs sélectionnés, le décodage de ces informations et les ajustements de la réponse motrice (état des effecteurs).



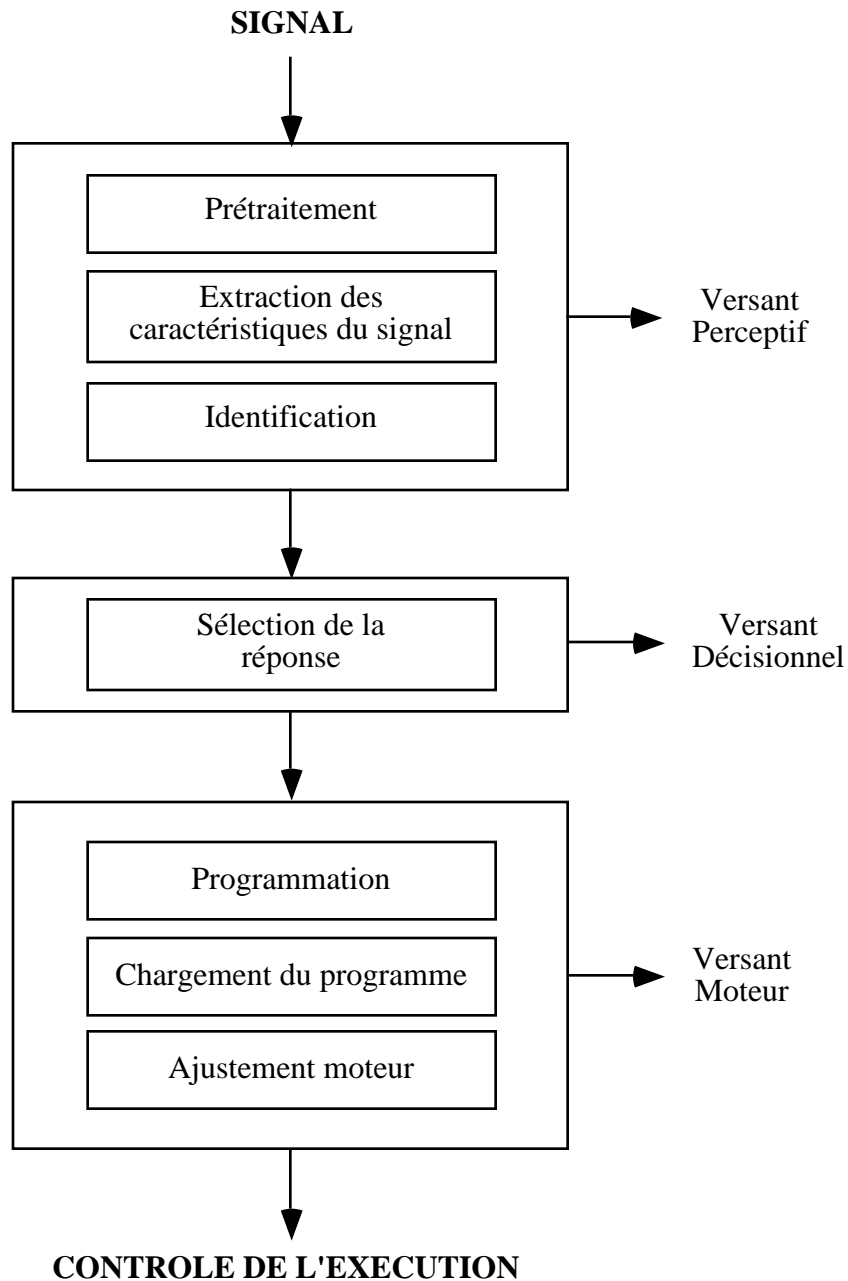
Les stades 1 et 5 recouvrent des processus périphériques d'entrée et de sortie, les trois autres sont centraux. Les opérations qui ont lieu sur le versant perceptif (stades 1 et 2) sont sensibles aux caractéristiques de l'information afférente et aux incertitudes liées au signal. Sur le versant moteur (stades 3, 4 et 5) les processus impliqués se nourrissent des informations spécifiques de la réponse et sont sensibles aux incertitudes qui concernent celles-ci.

La mise en oeuvre des différentes étapes de traitement de l'information fait l'objet d'une succession de traitements de durées variables. **Ainsi le TR représente le temps de mobilisation du STI par l'information concernée.**

Au stade 3, la décision intervient en termes d'objectif, de finalité, de projet d'action : il ne s'agit pas de retrouver une réponse toute prête. La sélection et l'élaboration progressive au stade 4 des moyens à mettre en oeuvre sont donc la conséquence d'une intention et de conditions initiales caractérisées (stade 3). D'autre part, la construction ou la réorganisation d'un programme d'action n'est pas instantanée : elle nécessite un certain temps pendant lequel le processus responsable de cette élaboration n'est plus disponible.

On peut penser que plus le programme est complexe, plus le temps de mobilisation du stade 4 est important, allongeant le TR { temps de réaction } dans les limites de capacité de traitement du système. De même, l'exécution d'un programme complexe devrait prendre plus de temps et affecter le TM { temps moteur }. Il devrait donc s'ensuivre, pour une réponse complexe au niveau moteur, un allongement du TR et du TM, donc du TREQ { temps requis }, par rapport à une action plus simple.

□ Troisième modèle développé par SANDER en 1990.



Avec l'apport de ces modèles, on peut identifier de plus en plus précisément les mécanismes mis en jeu pour apporter une réponse et on pourra par expérience savoir où agir pour diminuer la maladresse d'un enfant par exemple.

1.1.2. Analyser et comprendre les différents stades

La chronométrie mentale c'est à dire l'analyse du comportement moteur par mesure du temps de réaction a été élaborée par DONDERS en 1888. La chronométrie mentale est basées sur l'hypothèse que le temps

que met un sujet à répondre à un stimulus correspond à la somme des durées de toutes les opérations de traitement qui ont été nécessaires à l'élaboration de la réponse.

Cette étude des opérations mentales permet de mettre en évidence une action reposant sur l'analyse des temps de réaction (TR). Le TR est considéré comme la somme temporelle des stades de traitement successif. Chaque stade de traitement a une durée mesurable. Pour connaître les durées de chaque stade, on utilise la méthode soustractive de Donders. Le principe est de prendre le temps de réaction d'une action complexe et d'y soustraire le temps de réaction d'une action simple.

Expérience sur la base de stimuli auditifs :

Les sons : KA ; KE ; KI ; KO ; KU

Condition A : 1 signal ; 1 réponse : TR simple	201 ms
Condition B : 5 signaux ; 1 réponse : TR (sur 5 syllabes, le sujet doit reconnaître 1 syllabe prédéterminée)	237 ms
Condition C : 5 signaux ; 5 réponses : TR de choix	284 ms

L'idée est de soustraire certain TR. Lesquels ?

Temps pour la discrimination des syllabes : $B-A = 36$ ms (temps mis pr la discrimination des syllabes)

Temps requis pour le choix de la réponse : $C-B = 47$ ms (temps mis pour le choix des réponses).

1.1.2.1. Description des protocoles de chronométrie mentale

Le signal d'exécution ou signal de réponse est le stimulus provoquant la réponse du sujet. Il est souvent précédé d'un signal préparatoire, prévenant le sujet de l'imminence de l'apparition du signal de réponse.

La période préparatoire est l'intervalle temporel situé entre le signal préparatoire et le signal de réponse.

Le temps de réaction est la durée s'écoulant entre l'apparition du signal d'exécution et le début du déclenchement de la réponse manifeste. En fonction de la nature de la tâche, on parle de :

- temps de réaction simple, dans une tâche où une seule réponse, connue à l'avance, est produite à l'apparition du seul stimulus possible, ou de :
- temps de réaction de choix, dans une tâche où chaque réponse possible est associée à un stimulus différent.

Le temps de mouvement est la durée s'écoulant entre le début de la réponse motrice et son achèvement.

Le temps de réponse est la durée s'écoulant entre l'apparition du signal impératif et l'achèvement de la réponse. Le temps de réponse est égal à la somme du temps de réaction et du temps moteur.

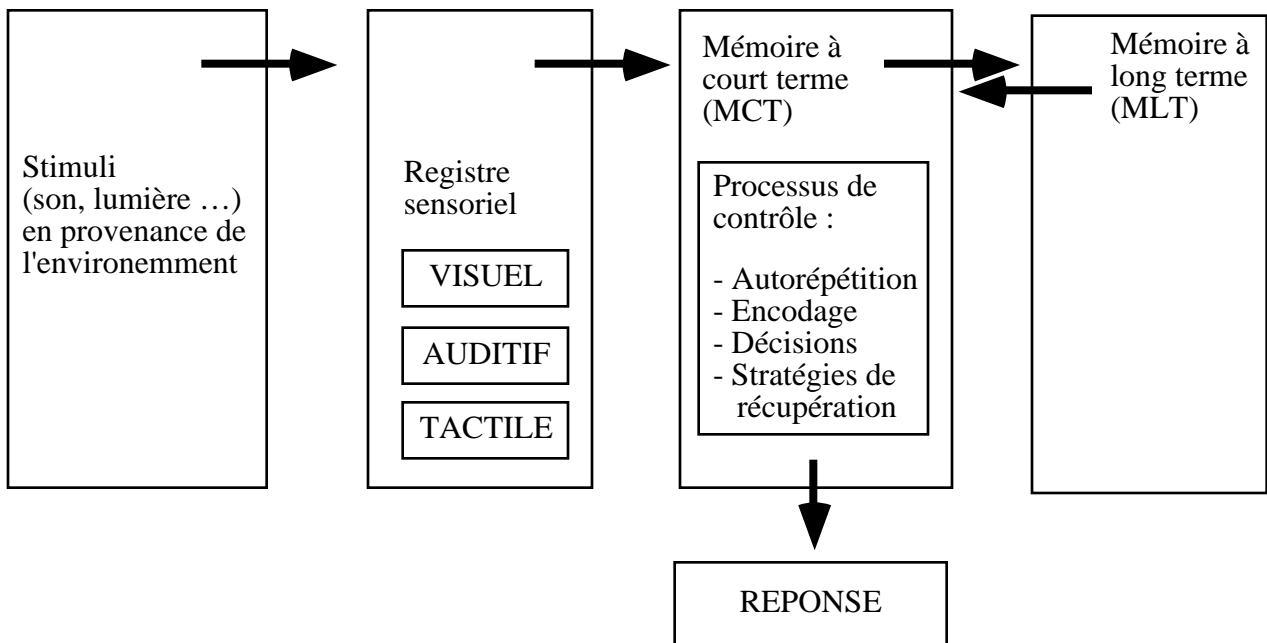
1.1.3. Le STI utilise des mémoires

- le sujet traite de l'information,

- il opère pas stade,
- il utilise différents systèmes de mémoire,
- il opère sur des représentations,
- il prend des décisions,
- il a une capacité limitée,
- il utilise des filtres,
- certaines opérations peuvent être automatisées.

LE SCHEMA DU TRAITEMENT DE L'INFORMATION HUMAIN

(d'après ATKINSON et SHIFFRIN 1958).



Le STI utilise des mémoires ou différents niveaux de stockage. On reconnaît :

1^{er} niveau de stockage : la mémoire sensorielle où l'information est stockée sur une très courte durée.

Ex : on croise quelqu'un dans la rue, on la dépasse et on la reconnaît juste après. L'information dans ce contexte est gardée présente durant seulement quelques secondes et son traitement nous reste inconscient.

2^{ème} niveau de stockage : c'est la mémoire à court terme ou mémoire de travail, mémoire de l'instant.

C'est une mémoire opérationnelle qui permet d'agir. Chargement du programme moteur pour agir.

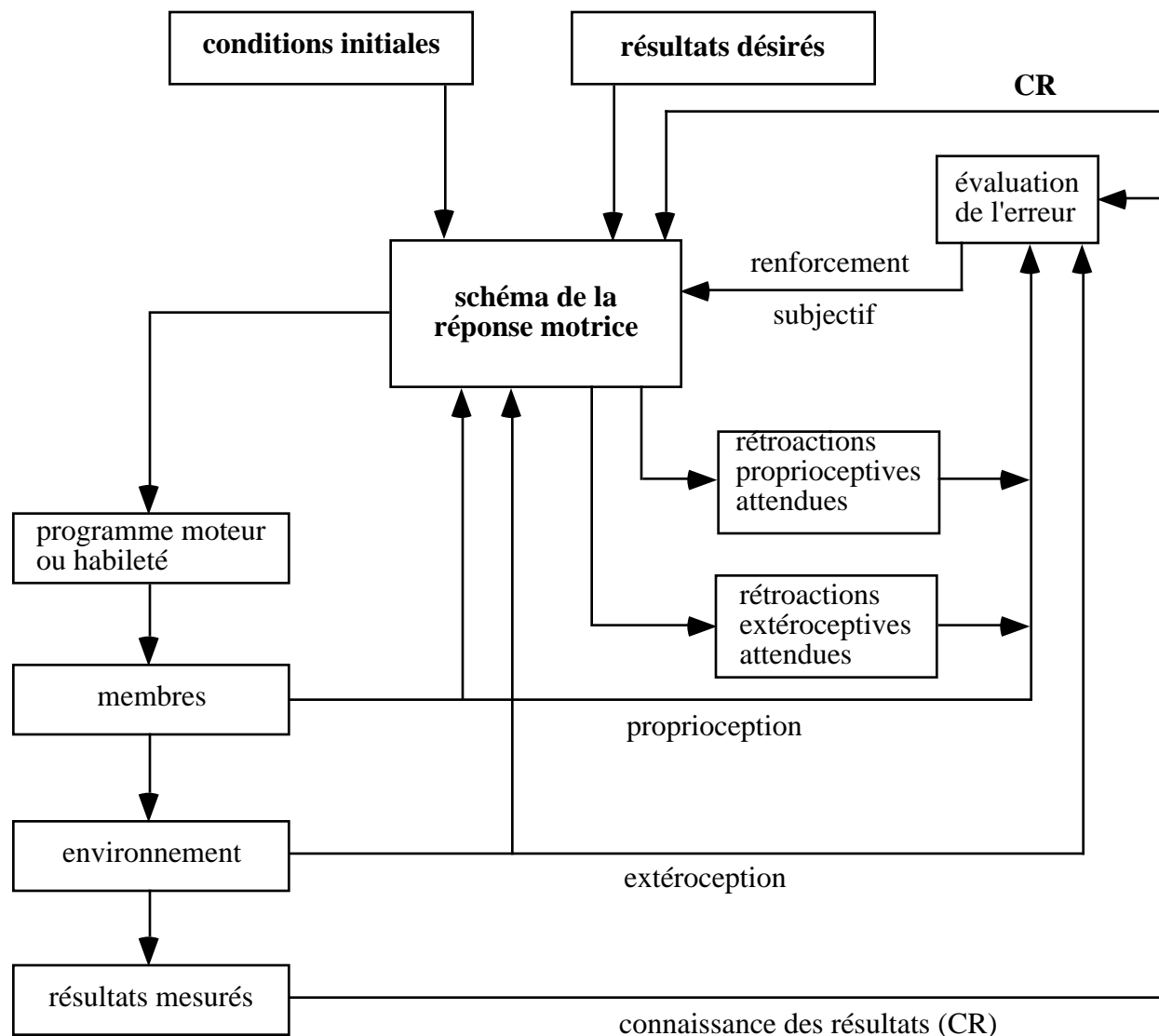
La mémoire à court terme permet de stocker l'information autant de temps que l'on reste vigilant et que l'on s'efforce de la garder présente à l'esprit. Progressivement l'information a tendance à s'effacer sauf si on continue à la cultiver, dans ce cas elle passe en mémoire à long terme.

3^{ème} niveau de stockage : mémoire à long terme. C'est la mémoire du sens commun qui est stocké très longtemps et qui perdure d'autant plus si on la rappelle de temps en temps. Elle stocke l'action sous forme de programme moteur.

Ex : lors d'une attaque en hand-ball, il faut comparer la situation présente avec une situation que l'on a déjà connu ce qui produit une action adaptée.

LA THEORIE DU SCHEMA

(d'après SCHMIDT 1975)



1.1.3.1. Le schéma moteur

Il correspond à la réalisation d'une habileté. Ce schéma moteur nécessite une paramétrisation, c'est à dire une adaptation du programme moteur en fonction du contexte. Il est alors utilisé 2 schémas différents. Toute action nécessite un schéma moteur et chaque schéma moteur donne naissance à un schéma de reconnaissance au moment du chargement du programme. Cette copie va être utile pour comparer le geste souhaité et la geste réalisé.

On distingue deux schémas :

Le schéma de rappel : c'est la norme (la règle) élaborée à partir des essais antérieurs. Son rôle est de sélectionner les paramètres requis pour exécuter le mouvement à venir : force, vitesse ... Cette sélection se fait en fonction de l'analyse des conditions initiales et du but à atteindre.

Qui correspond à la structure des schémas du programme moteur et qui est mémorisé à long terme. On a un programme moteur particulier.

Ex : faire un coup droit en tennis ----> on rappelle le programme moteur, on le paramètre = on agit en adaptant le mouvement à l'environnement.

La paramétrisation, c'est adapter le mouvement à l'environnement.

Le schéma de reconnaissance : pendant que les membres réalisent le mouvement, il y a comparaison entre le geste réalisé et le geste effectué et s'il y a inadéquation, on corrige le geste. Il est donc :

- responsable de l'évaluation de la réponse,
- est composé d'informations sur les conditions initiales, d'informations rétroactives mais surtout sur les conséquences sensorielles.

1.1.4. Le STI opère sur des représentations

Le STI suppose que l'on travaille sur des représentations symboliques.

Selon le dictionnaire LIDIS, une représentation est une opération mentale qui permet à un objet de pensée d'être présent à l'esprit, en particulier lors de la reproduction d'une perception antérieure.

Une représentation est donc un symbole qui rend compte de l'environnement et de soi-même, c'est une traduction de la réalité.

Le programme moteur est une représentation de l'action. On comprend une situation car on la vécu avant.

Il faut traduire les stimulations pour leur donner du sens ou de manière analytique.

Les représentations diffèrent suivant les humains en fonction de leur vécu, de leur passé, de leur environnement.

1.1.5. Le STI prend des décisions

C'est le stade décisionnel.

Le sujet prend des décisions qui sont intentionnelles ---> comportement intentionnel.

Relation stimulus - réponse. Quelle procédure ?

- identification du signal,
- choix de la réponse (importance de la mémoire).

1.1.6. Le STI a une capacité limitée

Mais ce système a une capacité limitée dans la mesure où l'on ne peut pas traiter différentes informations en même temps. Il s'opère donc un choix d'où l'idée du canal unique qui introduit cette notion de capacité limitée.

Définition de l'attention : qui oriente le traitement de l'information.

1.1.7. Le STI a la possibilité d'automatiser

On peut automatiser certaines tâches ce qui libère son attention vers d'autres tâches d'où la possibilité de produire différentes actions en même temps.

Pour améliorer son attention, l'idéal est d'essayer de l'automatiser ce qui permet une diminution du coût attentionnel, donc une meilleure gestion de ses ressources (notion d'efficacité).

L'automatisation n'est pas un réflexe puisqu'elle peut être modifiée et accepter des réafférences.

1.1.8. Le STI utilise des filtres

Cela s'explique par le fait qu'il a une capacité limitée du traitement de l'information ce qui implique une sélection d'informations pertinentes.

Lorsque l'on joue un match, on sélectionne les informations importantes et non le fait que quelqu'un se déplace dans les tribunes ou autre ... C'est le processus de concentration.

1.2 La notion d'information selon l'approche cognitive

Une information est un élément qui rend compte de l'environnement et de notre relation avec cette environnement. Elle permet une réduction de l'incertitude pour tendre vers une certitude. L'incertitude étant liée au transformation de l'environnement, aux conditions de l'environnement.

Tout événement qui réduit une incertitude constitue une information et la quantité d'information qu'il apporte est proportionnelle à la quantité d'incertitude qu'il réduit.

1.2.1. Elaboration de l'information

C'est un processus actif de la part de l'observateur qui questionne son environnement. Ce questionnement est à l'origine de l'incertitude. En apportant des informations celles-ci vont tenter de réduire ces incertitudes. Il s'agit aussi de savoir se poser les bonnes questions. Un expert pourrait se définir comme celui qui se pose les bonnes questions. Une information est une compilation de plusieurs indices qui n'ont pas de sens pris séparément, ce ne sont que des potentiels électriques.

En conclusion, on peut dire que l'incertitude est liée au condition de l'environnement mais aussi aux questionnement posés à l'environnement ainsi qu'aux bonnes questions que l'on se pose.

L'information est construite par l'environnement. Cela dépend du sens que l'on donne à son environnement. Il y a donc traitement de certains indices. C'est la notion d'indice informatif de GREGORY.

GREGORY a répertorié différents types d'indices :

- Indices physiques : formes, couleurs, mouvements ...
- Indices syntaxiques : agencement et mise en ordre des différentes formes, couleurs, mouvements.
- Indices sémantiques : qui correspond au sens, donc donner du sens aux indices physiques et syntaxiques.

On peut penser aussi que l'information est un processus interne qui peut être assimilé à la représentation.

1.2.2. Le système opère sur des représentations

Une représentation est un symbole qui rend compte de l'environnement et de soi-même, c'est une traduction de la réalité. Dans le cas de la perception, les stimuli sensoriels ne signifient rien avant qu'on leur donne un sens. C'est pour cette raison qu'un même stimulus peut prendre différents sens en fonction de la situation et de la personne.

1.2.3. Le système de représentation prend des décisions

Il construit les associations S-R avec intervention de la mémoire et notamment de la rapidité de disponibilité des programmes moteurs. Ces décisions sont prises de façon intentionnelle.

1.2.4. Réduction de l'information et mesure de l'information

L'acteur construit sa propre information, c'est un processus actif de création de l'information. Il est possible d'en déterminer trois principes sur la réduction de l'information :

1. Plus un événement est probable, moins le niveau d'incertitude est élevé et moins l'information liée à cette événement à de valeur.
2. Le niveau détermine la quantité d'information à traiter.

3. Il est possible d'évaluer l'incertitude en comptant le nombre de question que l'on doit se poser pour être sûr qu'un événement doit arriver.

Exemple :

1. La montée au filet en tennis. Si il y a une seule possibilité de réponse (lob) ; pas de question donc pas d'information.
2. Si il y a 2 possibilités de réponse (lob ou passing shot) ; une question pour trouver la réponse donc l'information vaut 1.
3. Si il y a 4 possibilités de réponse ; 2 questions se pose donc l'information vaut 2.

Il existe une fonction mathématique qui équivaut à ce type de calcul, c'est la fonction logarithmique de base 2.

$$\mathbf{I} = \log_2(n)$$

I représente l'information

n représente le nombre d'informations

Cette fonction n'est valable que pour des alternatives équiprobables.

On utilise pour unité le Bit qui représente la quantité d'information nécessaire pour diviser l'incertitude par 2. C'est donc le nombre d'alternatives sous forme de choix binaire nécessaire pour réduire l'incertitude.

Quand il n'y a pas équiprobabilité d'occurrence, on utilise la fonction :

$$\mathbf{I} = \log_2(1/P)$$

P représente la probabilité d'occurrence

Dans le cas de deux événements ayant pour probabilité respectives 5% et 95%, nous aurons une valeur de l'information correspond aux équations suivantes :

$$I_1 = \log_2(1/0.05) = 4.32\text{bits}$$

$$I_2 = \log_2(1/0.95) = 0.07\text{bits}$$

La mesure de l'information permet d'évaluer, de quantifier la complexité d'une situation. Dans ce contexte, I_1 est plus informatif que I_2 .

1.2.4.1. La loi de Hick

Hick en 1952 a édifié une loi mettant en relation le temps de réaction et la quantité d'information par une relation linéaire. On peut donc rapporter cette loi à la notion d'expertise à savoir se poser les bonnes questions. Ainsi, le temps de réaction rend compte de la complexité d'une tâche, puisque plus la tâche sera complexe, plus il y aura d'informations et plus la quantité d'informations est importante, plus le temps de réaction est long.

1.3. Identification des indices perceptifs

Il est possible de se demander comment les indices perceptifs sont sélectionnés, comment le bruit est-il filtré ? Il semble que nous utilisons les éléments mémorisés dans la mémoire à long terme pour les comparer à ceux perçus dans le registre sensorielle parce que l'on appelle le processus d'appariement* qui se déroule au niveau de la mémoire de travail. La pratique et la pédagogie de l'entraîneur vont permettre de sélectionner les informations en ciblant son attention sur les indices pertinents. Cela se passe par un aménagement du milieu.

* (l'appariement est une idée perceptive qui résulte d'une comparaison entre une information perçue et une information stockée.

On peut alors envisager une réponse entre les stimuli d'entrée dans la MCT et la réponse identifiée dans la MLT).

Le contexte joue un rôle important dans la reconnaissance des indices en orientant l'attention.

CHASE et SIMON ont mis en évidence la réduction de la charge de traitement de l'information par la mise en relation des différents éléments composant l'information.

L'expérience portait sur une présentation (quelques secondes) d'un jeu d'échec avec une certaine disposition des pièces. Les sujets devaient ensuite replacer sur un jeu les différents pièces. Les auteurs se sont alors aperçus que lorsque la situation avait un sens, les experts avaient un taux de bonne réponse élevé par rapport aux non-joueurs. Par contre, lorsque la situation n'avait pas de sens, le taux de bonne réponse était identique entre les experts et les joueurs non experts.

ABERNETHY a fait des études sur la recherche des éléments pris en compte par les experts.

Pour cela, il a utilisé le principe d'occultation sur certains indices en notant les effets sur les réponses aux questions portant sur les possibilités qu'offrait la situation analysée. Il a été observé des changements dans les réponses avec l'élévation du niveau d'expertise.

PAPIN a étudié l'orientation visuelle de sujets escrimeurs en notant quels éléments étaient fixés tant chez les experts que chez les débutants. Il a observé que le débutant a une fixation aléatoire, l'intermédiaire devient plus précis dans sa stratégie de prise d'information visuelle alors que l'expert construit d'une manière logique et organisée sa prise d'information.

Il est possible de dire d'après ces quelques expériences que l'on passe d'un traitement analytique chez le débutant à un traitement synthétique chez l'expert.

Différences débutants-experts dans la perception et la compréhension d'une situation sportive

DEBUTANTS	EXPERTS
L'information visuelle est ponctuelle, elle correspond à une collecte d'événements.	L'information visuelle est interévènementielle . Elle met en relation différents événements.
La "lecture" des différents événements est chronologique de leurs apparitions.	La "lecture" est souvent anticipée . L'athlète dispose son regard à l'endroit précis où va apparaître l'événement.
Un nombre important d'événements est analysé.	Seuls les événements les plus pertinents sont analysés. Leur nombre est restreint.
Le temps passé à consulter chaque événement est court. L'information est incomplète.	Le temps passé à consulter chaque événement est long. L'information est complète.
Le temps total d'analyse est élevé.	Le temps total d'analyse est réduit.
Le délai intervenant entre l'information et le déclenchement de la réponse est long.	La réponse est déclenchée pendant l'analyse de la situation. Le délai est court.
Les réponses motrices sont souvent inappropriées.	Les réponses motrices sont pertinentes.

Collecte et interévènementielle ---> Structuration.

Chronologique et anticipée -----> Prédiction.

Evénements analysés -----> Sélection de l'information.

1.4. Les ressources attentionnelles (?)

1.4.1. Présentation du problème

Il existe plusieurs conceptions sur l'attention qui découlent sur différents principes.

1er conception : L'être humain est capable de faire plusieurs chose à la fois.

- L'attention est une fonction psychologique permettant de contrôler la réalisation d'une ou plusieurs actions.

2ème conception : Prendre en compte la nature de l'environnement en sachant qu'il fournit un nombre infini d'informations pas forcément utiles à l'action.

- L'attention peut-être une fonction psychologique permettant de sélectionner les indices et d'orienter le fonctionnement du système.

3ème conception : Les ressources attentionnelles sont limitées.

1.4.2. Les capacités limitées des ressources attentionnelles

Pour illustrer le fait que l'attention ait des capacités limitées on peut utiliser l'image d'un grand réservoir unique.

Cependant, deux théories s'opposent :

1. La théorie du "hardware" qui fait référence à la structure interne d'un ordinateur (mémoire, DD, processeur) et qui s'intéresse uniquement au volume, à la contenance, qui a la plus grande structure.
2. La théorie du "software" qui fait référence au logiciel d'exploitation et qui permet d'utiliser cette structure donc les capacités attentionnelles du sujet. Cela se concrétise par le passage d'un mode visuelle à un mode proprioceptif avec utilisation d'un registre sensoriel différent, ce qui rend le coût attentionnel plus économique. Ainsi, au fur et à mesure que l'on apprend on tente de libérer son attention.

1.4.3. La notion du coût attentionnel

Toutes activités quelles qu'elles soient entraînent un coût énergétique. Toutefois, certaines activités ont un coût moindre tels que :

- les réflexes (respiration, rythmicité cardiaque, ventilation, digestion etc...). Qui plus est, certains individus sont capable de contrôler leur coût énergétique comme les plongeurs en apnée afin justement de diminuer leur coût énergétique ;
 - les actions automatisées comme la marche, le vélo et les habiletés motrices des sportifs de haut niveau.
- A l'inverse toutes les habiletés non acquises ont un coût énergétique plus élevé, comme :
- les phases d'apprentissage ;
 - toutes les tâches cognitives, décisionnelles (la compréhension de la lecture, le jeu d'échec etc...).

Certains auteurs ont cherché à définir des procédures pour évaluer le coût attentionnel d'une action.

Procédure de la double tâche :

Elle consiste à mesurer le coût attentionnel d'une action par l'évaluation de la dégradation de la seconde tâche.

On demande à un sujet de faire deux choses en même temps avec comme condition de donner la priorité absolue à la première action. Il en résulte une tâche prioritaire qui doit retenir toute l'attention et ne pas être dégradée et une secondaire qui peut être escamotée.

Dans un premier temps, on fait faire les deux tâches séparément et on mesure le niveau de performance.

Dans un second temps, on les fait faire en même temps.

La dégradation de la seconde tâche permet de mesurer le coût attentionnel qui correspond à la différence entre la première tâche et la seconde tâche.

Expérience de GIROUARD (1979).

Lors de cette expérience un sujet doit toucher du doigt une cible de 50 cm de diamètre à partir d'un signal sonore.

- 1er tâche : pointer le doigt sur une cible ;
- 2ème tâche : consiste à désigner la cible suivant un son : son aigu cible de droite, son grave cible de gauche.

Si le signal sonore reste le même, on note un temps de réaction moindre.

Dès lors que l'on fait rentrer un second signal le temps de réaction s'allonge.

Il en résulte que :

Durant la phase précédent le déclenchement du geste il y a un coût attentionnel élevé ce qui correspond à la phase de programmation.

Pendant la phase de projection ou balistique le coût attentionnel diminue.

A la fin, il y a à nouveau un coût attentionnel élevé car cela nécessite un niveau de régulation pour être précis et toucher à coup sûr la cible.

Si on met une cible plus petite le coût attentionnel augmente encore.

Au bout de 7000 essais, on note une diminution du temps de réaction du aux facteurs d'apprentissage.

A la fin du geste, le coût attentionnel devient moins élevé ce qui veut dire que le sujet à moins besoin des rétros-contrôles et passe donc sur un mode plus balistique.

D'autres expériences ont été menées en comparaison de la marche normale et sur tapis roulant. La marche traditionnelle s'avère moins coûteuse.

En sport en notamment en football, VONKERSBAUER s'est intéressé à la conduite de balle aux pieds. Il a constaté différents niveaux pour lesquels le coût attentionnel est moindre pour les gens expérimentés.

1.4.4. Réduction du coût attentionnel

On peut mettre en avant plusieurs possibilités :

1. utilisation de filtres attentionnel ;
2. orientation de l'attention.

1.4.4.1. Utilisation de filtres attentionnels

Le premier filtre conduit à sélectionner les informations pertinentes. Ce premier filtre se situe en amont du traitement de l'information. C'est le modèle de la sélection précoce selon BROADBENT (1958).

Expérience de l'écoute dichotique :

On envoie deux messages différents dans chaque oreille ;

- pour l'oreille droite, on utilise un conte,
- pour l'oreille gauche, un autre conte.

On demande d'être exclusivement attentif à ce qui est dit dans l'oreille droite. Puis on demande au sujet de raconter ce qui a été dit dans l'oreille gauche. Le sujet est généralement incapable de dire ce qui s'est passé dans l'oreille gauche. On peut même passer une langue étrangère dans l'oreille gauche sans que celui-ci s'en rende compte. Donc, le message n'a pas été intégré par le STI.

Cependant, et malgré le filtre, il y a des expériences qui prouvent du contraire notamment lors :

- du changement de voix (homme, femme) ;
- à l'appel de son nom (phénomène du cocktail party).

Il y a donc certaines informations qui passent mais celles-ci doivent avoir un sens particulier.

TREISMAN ou le modèle de la double sélection :

Cette expérience repose toujours sur le modèle dichotique.

Dans une oreille, on lit un texte dans lequel on glisse des mots qui sont incohérents par rapport au sens de la phrase.

Dans l'autre oreille, on lit des mots qui eux ont un sens pour la phrase dictée à l'oreille droite. L'idée étant de donner à la phrase une cohérence par l'utilisation de deux canaux distincts : l'oreille droite et l'oreille gauche.

Il en ressort que le sujet peut reconstruire le sens de la phrase. Cela veut donc dire que les informations ne sont systématiquement éliminées. Selon Atkinson et Shiffrin (voir schéma p 00), des filtres semblent se situer entre la mémoire sensorielle et la mémoire à court terme. La mémoire sensorielle stock les informations et suivant l'utilité de l'information, il y a passage dans la mémoire à court terme.

1.4.4.2. L'orientation de l'attention

L'orientation de l'attention repose sur une métaphore du "faisceau" attentionnel. On pourrait se représenter un entonnoir qui aspire, intègre les informations. Le faisceau de cet entonnoir peut-être long, large et orienter dans n'importe quelle direction. Plus ce faisceau est large et plus et plus il y a une grande disponibilité pour traiter un nombre conséquent d'informations mais l'attention est diffuse.

Si au contraire le faisceau est étroit, on focalise son attention donc une plus grande concentration. On peut rapprocher l'attention à la concentration.

Modèle de SCHNEIDER et SHIFFRIN :

Il existe une distinction entre une orientation automatique et une orientation volontaire.

Orientation automatique : réponse à des signaux signifiants, message ayant du sens (le nom, cocktail party). Signaux d'urgence (éviter une collision).

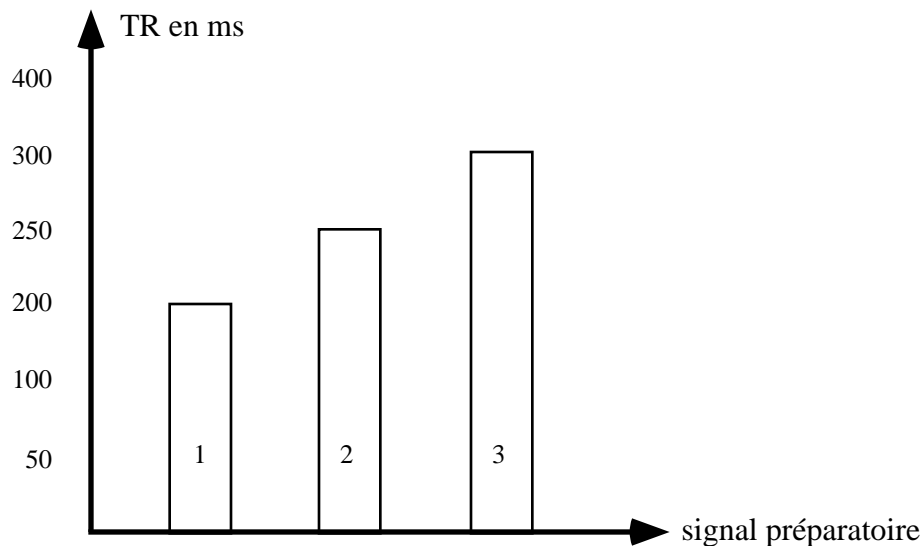
Orientation volontaire : prédisposition des récepteurs pour capter les messages qui vont arriver (messages d'anticipation). Préalable de ce qui va se passer. Ceci apporte un gain de temps (travail des combinaisons dans le sport).

Cependant, il y a un coût supplémentaire si ce que l'on a prévu ne passe pas exactement comme défini préalablement d'où la distinction nécessaire entre bénéfice et coût.

Expérience de POSNER ou pré-information :

Posner a mis en évidence par TRC (Temps Réaction Choix) une expérience qui repose sur la pré-information, c'est à dire qu'on donne une information sur ce qui va se passer.

On place quatre diodes. Lorsqu'une des quatre diodes s'allument on doit la désigner. Cependant, il y a 80% de chance pour que cela soit exacte et 20% pour que cela soit faux.



TR en fonction du signal préparatoire :

- S1 = signal valide à 80%
- S2 = signal neutre
- S3 = signal invalide 20% ==> augmentation du coût.

Le bénéfice enregistré correspond à la diminution du coût de l'attention du à la phase préparatoire.

Sur le plan moteur, Rosenbaum a travaillé sur la pré-programmation en fournissant une information sur le mouvement à venir. L'idée étant de s'intéresser aux effets de l'orientation d'un point de vue moteur. On observe une diminution du temps de réaction lorsqu'il y a une pré-information. Si on glisse une

information invalide, on note une augmentation du coût due à la déprogrammation et à la reprogrammation qui s'en suit.

1.4.4.3. L'automatisation

Ce terme est souvent critiqué car il rappelle le conditionnement (stimulus-réponse. Pavlov). Néanmoins, on ne peut produire d'action efficace si celle-ci n'est pas automatisée.

Qu'est-ce qu'un automatisme ?

Comment automatise-t-on un traitement ?

Au niveau perceptif :

Traiter les différentes informations qui nous intéressent grâce aux canaux sensoriels (ouïe, vue, toucher) avec la nécessité de les combiner.

Ex : lors du dribble au basket, il y a un passage progressif du mode uniquement visuel à un mode tactile voire auditif. Cela permet au confirmé de regarder son adversaire en même temps qu'il dribble.

Réunir des groupes d'informations en une combinaison unique. Plus facile de retenir le chiffre : onze mille neuf cent quatre vingt que 1-1-9-8-0.

Au niveau décisionnel :

Créer des réponses stimulus-réponses fortes. Cela se lie par la pratique.

Il peut cependant créer à long terme des problèmes car ce système entraîne une sorte de conditionnement (geste stéréotypé) dont il est difficile de se défaire. D'où l'intérêt durant les phases d'apprentissages de proposer des exercices riches et variés.

Avant de stabiliser des apprentissages, il faut que ce que l'on cherche à automatiser soit juste.

Au niveau moteur :

□ Consiste à minimiser les rétro-contrôles ou feed-back.

□ Modulariser le geste ; part de l'idée que le geste est une séquence de sous mouvements.

Au niveau du coût intentionnel, l'apprentissage consiste entre autre à intégrer les sous mouvements en un seul.

1.4.5. Approche différentielle de l'attention

Il existe des différences inter-individuelles.

1.4.5.1. Effet du développement chez l'enfant

Chez l'enfant, la capacité à maintenir son attention est moins développée que l'adulte donc des ressources attentionnelles moindres.

Ross a distingué différents niveaux intentionnelles en fonction de l'âge qu'il a classé en trois groupes :

- Inférieur à 5-6 ans : attention surexclusive. L'enfant ne peut faire attention qu'à un seul élément à la fois. Si on donne un objet à un enfant de cet âge, il laisse tomber l'autre objet qu'il tenait antérieurement.
- Supérieur à 5-6 ans : attention surinclusive. L'enfant prend trop d'informations qui sont sans rapport avec l'activité.
- A partir de 12 ans : attention sélective. Processus d'attention qui se rapproche de l'adulte.

Pour expliquer ces différences, on peut se référer à la théorie du software et du hardware. La théorie du hardware peut s'accepter jusqu'à l'âge de 5-6 ans puisque le cerveau en cours de développement d'un point de vue quantitatif. La théorie du software est à retenir par les âges suivants où l'enfant commence à établir des stratégies pour réduire les coûts attentionnels.

1.4.5.2. Les effets de la pratique sur les ressources attentionnelles

a) Effets des filtres :

Avec la pratique, les individus deviennent capable de mettre en place des filtres sémantiques. Grâce à ces filtres, seuls les points essentiels sont traités.

b) Orientation attentionnelle :

Les experts sont capables d'orientés leur attention vers les endroits capitaux pour le prélèvement d'informations.

Ils sont capables d'anticiper pour orienter leur attention vers un point précis.

Les experts passent plus vite d'une attention diffuse vers une attention focalisée :

- faisceau large ==> attention diffuse,
- faisceau étroit ==> attention focalisée.

Les experts sont capables de passer d'une attention focalisée (reçoit une balle) vers une attention plus large (renvoie la balle, prise en considération de l'environnement) et vise versa.

c) Automatisation du geste :

L'automatisation du geste permet de minimiser le coût de ce dernier, ce qui est une caractéristique forte de l'expertise et ce qui restitue davantage de ressource attentionnelle.

1.4.5.3. En conclusion

Il est nécessaire de prendre en compte les limites des ressources attentionnelles des sujets qu'on rencontre. Lorsque le public est à l'âge enfant, il faut d'autant plus éviter de surcharger les capacités attentionnelles, c'est à dire limiter le nombre d'informations que l'on donne sinon le système

attentionnel sera rapidement saturé. Au regard de ce principe, on dit souvent qu'il faut donner qu'une seule consigne à la fois. Il semble alors impératif de définir clairement l'objectif principal.

1.5. Conception du contrôle moteur (la loi de Fitts)

La question cruciale est la gestion du conflit vitesse-précision. On part du postulat que plus on va vite et plus le geste devient imprécis. FITT (1964) dans le domaine de la motricité a développé une relation mathématique entre vitesse et précision. {cf : polycopié, schéma 1}.

Expérience de Fitts :

Paul Fitts (1954) demanda à ses sujets de déplacer un stylet qu'ils tenaient à la main entre deux plaques cibles. Dans cette tâche, la largeur des cibles (W) et l'amplitude (A) entre les cibles pouvaient être modifiées dans différentes conditions expérimentales, et le travail du sujet consistait à taper le plus rapidement possible, tout en faisant le moins d'erreurs possible (généralement moins de 5% de ratés). L'expérimentateur mesurait le nombre de frappes réalisées au cours d'une série de 20 secondes, calculait ensuite le temps moyen par mouvement, ou temps de mouvement (TM).

Fitts trouva, et ça n'est pas surprenant, que le temps de mouvement moyen augmentait quand l'amplitude du mouvement augmentait et quand la largeur des cibles diminuait. Cependant, la contribution majeure de Fitts fut la découverte que l'amplitude, la précision requise et le temps de mouvement résultant pouvait être combinés d'une façon simple qui décrivait comment ces facteurs séparés étaient liés les uns aux autres, à travers diverses combinaisons. Il découvrit que le temps de mouvement (TM) était approximativement constant pour autant que le rapport de l'amplitude du mouvement (A) sur la largeur de la cible (W) fut constant. Donc, les mouvements très longs vers des cibles larges demandaient à peu près le même temps que des mouvements très courts vers des cibles étroites. De plus, il trouva que le temps de mouvement augmentait lorsque le rapport de A sur W augmentait, soit en augmentant A, soit en diminuant W, soit les deux. Ils associa ces divers effets en une équation unique :

$$ID = a + b [\log_2 (2A/W)] = TM$$

où a et b sont des constantes et A et W sont définies comme précédemment. Le terme " $\log_2 (2A/W)$ " s'appelle Index de Difficulté du mouvement (ID), et semble définir la difficulté de diverses combinaisons de A et W. Par conséquent, la loi de Fitts énonce que le temps de mouvement est une fonction linéaire de $\log_2 (2A/W)$, ou que le temps de mouvement est une fonction linéaire de l'index de difficulté de mouvement.

Cependant, SCHMIDT et SHERWOOD (1982) ont mis en évidence ce que l'on appelle "les exceptions de Schmidt" par une tâche simulée de frappe de balle. Pour cette expérience, on utilise un "Bassin Anticipation Timer" dont le but est de contrôler la vitesse de déplacement d'un mobile. L'idée étant de faire coïncider une targette avec une cible qui arrive.

Le paradoxe est que plus ça va vite et plus on arrivera à faire à toucher la cible donc une augmentation de la précision.

En vérité, dans un premier temps si on augmente la vitesse on note une diminution de la précision mais à une vitesse de 102 ms les sujets redeviennent plus précis.

1.5.1. Contrôle proactif ou contrôle en boucle ouverte (Feed Forward)

Cela veut dire que le contrôle de l'action se déroule avant le début de l'action et n'admet pas de contrôle en cours d'exécution. C'est la notion de programme moteur qui s'inscrit en mémoire (théorie de la communication) avec référence au programme informatique qui est une suite de commande qui permet de réaliser une action (ordre de commande).

KEELE (1968) a donné une définition du programme moteur : séries de commandes musculaires structurées avant le début d'une séquence motrice et qui permet à la séquence toute entière liberté d'être exécutée sans être influencée par les rétroactions périphériques.

Différentes épreuves expérimentales ont été réalisées en comparaison à l'informatique, à savoir, cela se passe-t-il de la même façon chez l'être humain ?

Cinq épreuves expérimentales :

Les programmes précablés chez le nouveau né. Les nouveaux nés naissent avec un répertoire moteur rudimentaire mais déjà fonctionnelles. Ce sont principalement des réflexes comme la succion, la marche, clignement de l'œil, poursuite oculaire. Ce constat a changé le regard que l'on avait sur l'enfant (simple tube digestif dépourvu d'intelligence) ce qui a développé un apprentissage plus précoce.

Les précablages de démonstrations invasives (qui va à l'intérieur). Quand on stimule certaine zone du cerveau à l'aide d'électrodes on peut lui faire réaliser certaines actions mêmes très complexes.

HESS et RADEMAKER (1979) on pu faire marcher un chat grâce à des électrodes implantées dans le cerveau. En affectant certains neurones ceux-ci stimulent les nerfs efférents et provoquent des gestes mêmes complexes.

La chronométrie mentale sur l'étude de TR. HENRY et RODGERS (1960) se sont intéressés à la l'influence de la complexité du geste à produire sur le temps de réaction.

Au signal : allumage d'une lumière qui ne diffère jamais :

- | | |
|--|-------|
| <input type="checkbox"/> 1er tâche : élévation du doigt | 150ms |
| <input type="checkbox"/> 2ème tâche : élévation du doigt plus saisie d'un objet | 195ms |
| <input type="checkbox"/> 3ème tâche : élévation du doigt et différents types de pointage | 208ms |

Plus le geste à produire est complexe et plus le TR se trouve augmenté, ce qui revient à dire que la programme de l'action est plus longue quand l'action est complexe. La complexité de l'action influence sur ce que l'on fait avant.

L'expérience de désafférence menée par TAUB (1976) utilise également des méthodes invasives. Si on sectionne les faisceaux afférents de la moelle épinière d'un singe ---> plus de retour d'informations proprioceptives sur ses actions, celui-ci malgré cette rupture garde un comportement normale sans ses réafférences sur l'action. Donc les actions sont réadaptées malgré le manque d'informations sensorielles ce qui met en évidence que l'essentiel de ses actions sont déjà établies.

Effet d'un blocage mécanique sur un mouvement démontré par WADMAN (1979). La tâche consiste à amener un chariot sur un rail à un endroit bien précis. Il a enregistré l'activité EMG des fléchisseurs du doigt par deux tâches de pointage. { cf : photocopié figure 5}.

Réalisée normalement,

On bloque le chariot par un aimant.

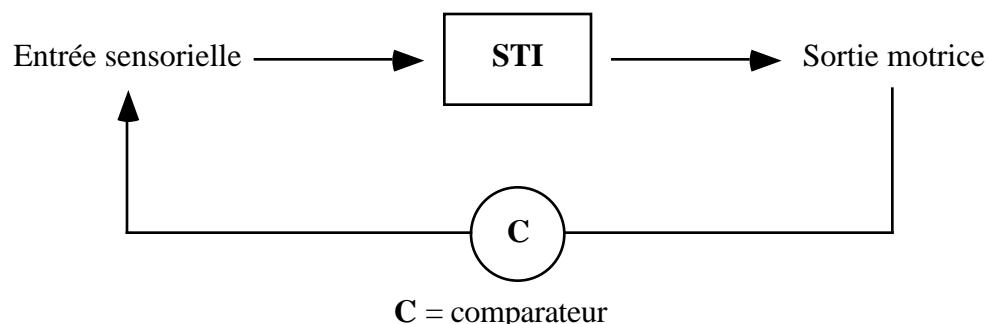
Dans les deux cas, lors du lancement du programme moteur, l'EMG reste sensiblement le même ce qui prouve que les sujets lancent leur action sans avoir la possibilité de la modifier en cours de route et que celle-ci ne tient pas compte des réafférences sensorielles.

1.5.2. Le contrôle rétroactif ou boucle fermée (Feed-Back)

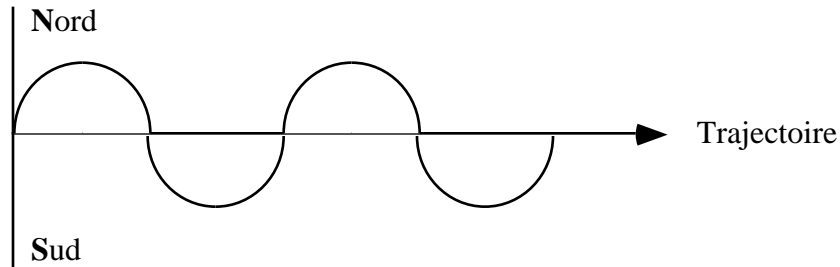
Le modèle de la cybernétique (en grec : gouverner) de SHANON et WAEVER a été mise au point par la théorie de la communication.

AMPERE (1834) s'est intéressé à cette science qu'il a nommé "science du gouvernement".

WIENER (1948) "Science des systèmes autorégulés"



Le STI est contrôlé par un système d'autorégulation qui gèrent les entrées (informations présent en compte) par un comparateur qui compare la valeur de sortie avec la valeur d'entrée. La comparaison entre la valeur de sortie et la valeur d'entrée s'appelle valeur de consigne. Sa fonction étant de s'adapter à la valeur voulue. Ex : le thermostat par lequel on rentre une valeur de consigne ou encore les systèmes de pilotage automatique.



Dans le schéma précédent qui prend en compte le pilotage automatique sur bateau, on note une oscillation qui est due à la rectification permanente mais non sans inertie de la valeur voulue.

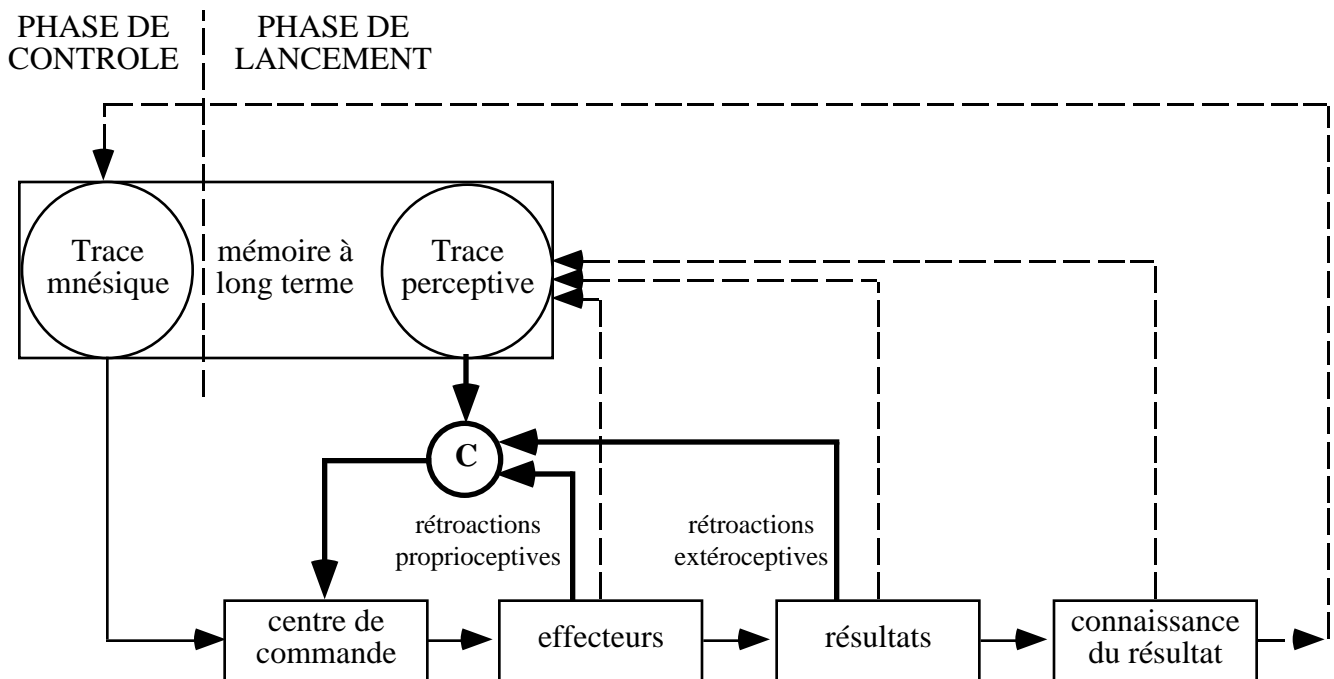
L'oscillation entre les deux valeurs est fonction de la valeur de consigne qui corrige la variation.

On retrouve le même système d'oscillation lors de la conduite en voiture pour laquelle la trajectoire entre les deux lignes blanches n'est jamais rectiligne mais légèrement oscillante, ce qui en terme de motricité indique que l'on corrige sans arrêt la trajectoire de la voiture.

1.5.3. Combinaison possible entre contrôle proactif et rétroactif

Selon ADAMS (1971) le modèle en boucle fermée (close loop theory), {cf : polycopié schéma 6}.

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



L'action est initiée à partir de trace mnésique. Le point essentiel se situe dans le mécanisme de rétroaction (flèches retour vers le comparateur). Au moment de l'action, il y a copie de la première commande qui va permettre de comparer entre ce qui est réalisé et ce qui l'on a réellement fait. Les flèches pointillées

représentent les rétroactions qui sont utilisées pour apprendre. La trace perceptive est essentiellement soumise aux afférences, c'est à dire le centre de commande - le centre effecteur - le résultat - la connaissance du résultat.

Il y a toujours une trace mnésique et perceptive propre pour un mouvement donné. Cette théorie a ses limites car elle sous-entend que pour chaque mouvement il y ait une trace qui soit stockée. Cela correspondrait à une quantité d'informations trop importante pour qu'elle soit toutes stockées. Cette théorie est donc abandonnée. KEELE en reprenant les travaux d'ADAMS mais aussi GLENGROSS ont proposé un modèle plus simple.

L'idée est que le niveau de contrôle qui va être privilégié est fonction de la vitesse d'action.

- Si le mouvement est rapide la dominante de l'action est proactive, c'est à dire que le contrôle de l'action est organisé avant l'action.
- Si le mouvement est lent la dominante de l'action est rétroactive, c'est à dire que le contrôle de l'action est organisé pendant l'action.

Richard SCHMIDT propose la théorie des schémas dont la différence majeure n'est plus spécifique mais dépend d'un programme moteur généralisé.

Il propose deux schémas :

Le schéma de rappel : c'est la norme (la règle) élaborée à partir des essais antérieurs. Son rôle est de sélectionner les paramètres requis pour exécuter le mouvement à venir : force, vitesse ... Cette sélection se fait en fonction de l'analyse des conditions initiales et du but à atteindre.

Qui correspond à la structure des schémas du programme moteur et qui est mémorisé à long terme. On a un programme moteur particulier.

Ex : faire un coup droit en tennis ----> on rappelle le programme moteur, on le paramètre = on agit en adaptant le mouvement à l'environnement.

La paramétrisation, c'est adapter le mouvement à l'environnement.

Sur le schéma suivant, cela correspond à la partie gauche.

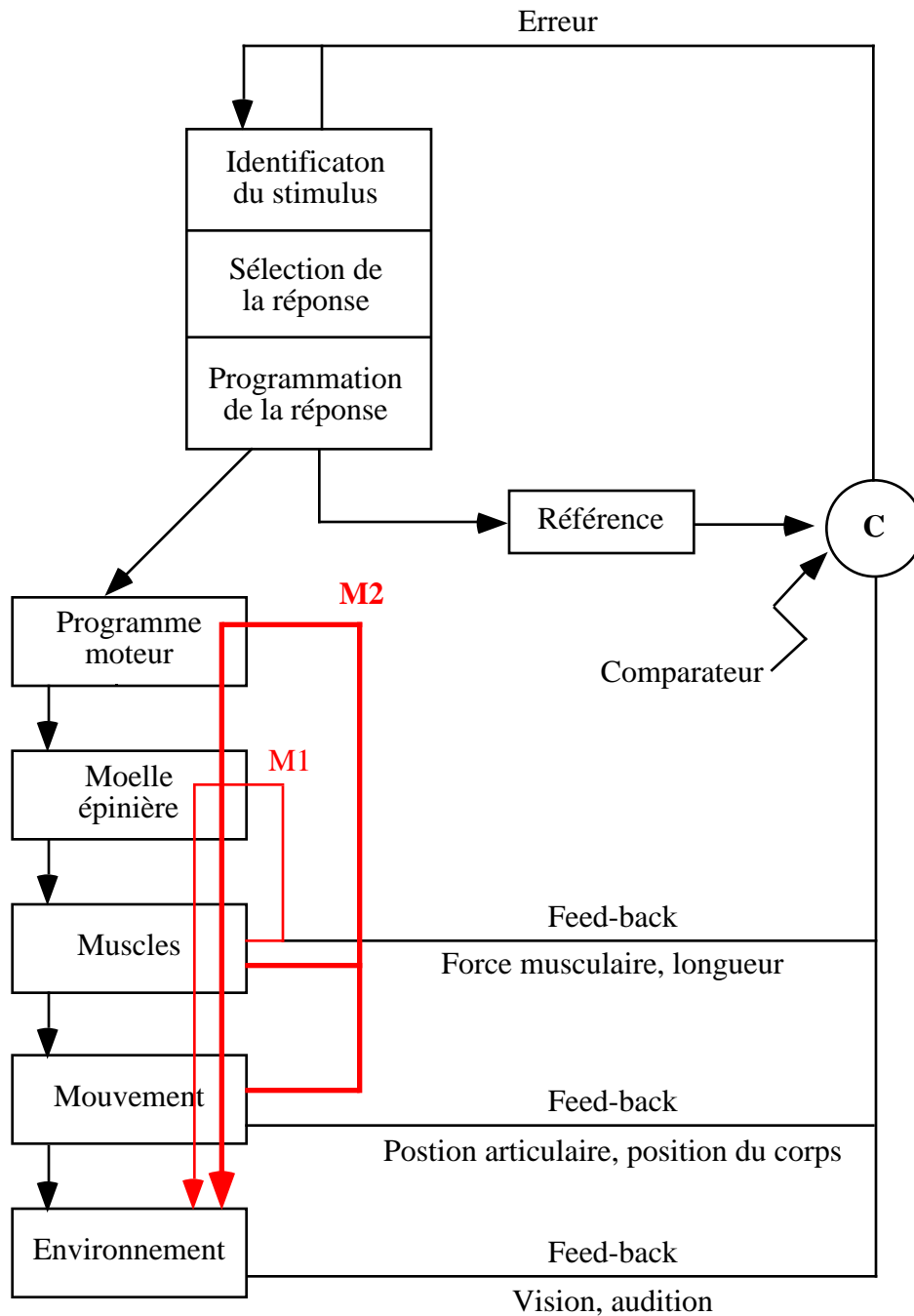
Le schéma de reconnaissance : pendant que les membres réalisent le mouvement, il y a comparaison entre le geste réalisé et le geste effectué et s'il y a inadéquation, on corrige le geste. Une copie est donc envoyée au comparateur qui est chargé de réguler l'action en cours d'exécution.

Il est donc :

- responsable de l'évaluation de la réponse,
- est composé d'informations sur les conditions initiales, d'informations rétroactives mais surtout sur les conséquences sensorielles.

Si il y a décalage le message repasse par :

- la boucle externe ou 1^{er} boucle, c'est à dire par le schéma de rappel, ce qui est long, de l'ordre de 180 à 200 ms.
- la boucle interne qui comprend :
- une 1^{er} boucle, d'un délai plus court (40 à 50 ms) et qui correspond aux réflexes basiques {**M1**} mis en jeu au niveau de la moelle épinière ; donc 1 seul neurone (monosynaptique) intervient, ce qui engendre une régulation rapide.
- une 2^{ème} boucle, {**M2**} qui prend en considération la tension des muscles au niveau du cervelet avec un délai d'intervention de l'ordre de 80 à 120 ms. Boucle polysynaptique.



Si on se réfère à certains mouvements sportifs, on constate :

- En boxe : registre sur un mode proactif ---> pas de régulation possible, TM = 40 ms.
- En base-ball, maniement de la batte, la boucle M1 peut intervenir, TM = 100 ms.
- En tennis, frappe de balle en coup droit, boucle M1 et M2, TM = 200 ms.
- En tennis, le service, intervention de la boucle longue, TM = 300 ms et plus.

La notion de programme généralisée se traduit au niveau des invariants moteurs. Pour expliquer cette notion, R. SCHMIDT utilise la métaphore d'un disque vinyle qui intègre lors de son enregistrement un ensemble des données qui se succèdent.

- 1^{er} paramètre : toutes les informations du disque qui sont stockées sont des invariants.
- 2^{ème} paramètre : met en jeu la qualité de l'appareil.
- 3^{ème} paramètre : fait référence à la vitesse de lecture (33 ou 45). Quoiqu'il en soit les conditions de l'ordre dans lequel les informations passent sont conservées.

La notion de paramétrisation fait référence à l'adaptabilité aux conditions d'exécution.

1.5.3.1. La notion de programme moteur général (PMG)

Les invariants moteur sont facilement identifiables notamment chez les joueurs experts. Chacun possède son propre style, sa propre façon de jouer, de conduire son action etc... Ceci traduit un paradoxe car un mouvement n'est jamais réellement normatif. Où sont ces invariants ?

Identifications :

La forme gestuelle qui est un invariant spatiale. Dans le domaine de l'écriture, si par exemple on réalise une petite signature puis une grande, et que l'on prend des points de repaire sur une portion en les mesurant, on constate que qu'il existe le même rapport. Au niveau du mouvement, il existe ce même rapport d'équivalence ou invariant proportionnel.

Les invariants temporelles du mouvement qui correspond à un rapport d'équivalence temporel entre les différentes séquences du geste. Ce qui traduit une notion de rythme et permet d'expliquer un concept intéressant dans le cadre de la locomotion. Des chercheurs ont étudié et comparé les différents temps de la marche et de la course pour en déduire que quelque soit la vitesse on retrouve des rapport d'équivalence entre les deux modes. Chercher à identifier ces invariances, c'est aussi une façon d'identifier les habiletés motrices. D'un point de vue moteur, l'intérêt des invariants, c'est de soulager la mémoire car il y a moins d'informations à stocker. Il existe donc un seul programme moteur à partir duquel il en découle d'autres.

1.5.3.2. La notion de paramétrisation

La paramétrisation, c'est l'adaptabilité du mouvement au contexte dans lequel on exécute ce mouvement ou encore l'ajustement au contrainte de la tâche.

Qu'est-ce qui est paramétrable ?

Les muscles d'une manière générale. On peut aussi bien faire une signature avec la main habile que l'autre main ou même le pied. On note seulement un "détérioration" mais en aucun cas une perte de l'acte moteur.

L'ordre d'intervention des différents muscles.

L'intensité des contractions musculaires

La coordination de l'action des muscles agonistes et antagonistes ---> notion de synergie, ce qui prouve une liaison parfaite entre le système nerveux et le système musculaire.

La direction. Lors des tâches de pointage, on note que la direction est paramétrée avant la l'amplitude. L'amplitude étant paramétrée en cours d'action. La préinformation sur la direction est plus bénéfique que celle de l'amplitude.

La vitesse qui prend en considération la distinction entre mouvement rapide et mouvement lent et fait référence au mode de contrôle.

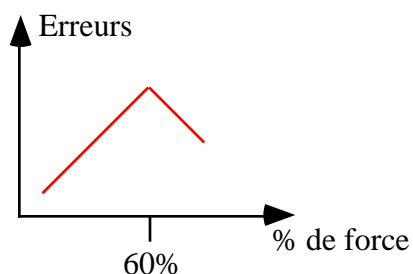
Le mode de contrôle dans un mouvement rapide est un mode proactif qui se fait avant le début de l'action. On est sur un registre de gestes balistiques issus d'impulsions neuromusculaires.

Le mode de contrôle dans un mouvement lent est progressif ou incrémentiel qui implique un mode de contrôle rétroactif dont la paramétrisation se fait en cours d'exécution.

1.5.4. Essai de conclusion sur le contrôle moteur cognitif

En premier lieu, cela concerne le conflit entre vitesse et précision et ce qui l'explique. Selon Fitts, plus on va vite dans l'exécution d'un geste et moins on est précis. Quand la précision augmente, cela suggère qu'on fait intervenir des rétrocontrôles pour améliorer le traitement de l'information en cours. Ces rétrocontrôles ralentissent l'exécution du geste.

Cependant, SCHMIDT a prouvé que dans les mouvements extrêmement rapide, les sujets deviennent plus précis si l'intensité musculaire est à 60% de la force maximale engagée. Le système ostéo-musculaire fonctionnant mieux lorsqu'il est pleinement sollicité.



Cela s'explique certainement par le fait qu'il existe dans ce contexte un changement dans le mode de contrôle. Si la force augmente, la mise en jeu des boucles rétroactives n'interviennent plus donc changement dans le mode de contrôle pour un passage sur un mode proactif.

En second lieu, la théorie de l'apprentissage suggère que le sujet en apprenant développe les structures du programme moteur général et améliore les procédures de paramétrisation qui vont lui permettre d'adapter de plus en plus finement ses actions par rapport au condition d'exécution. Si l'on se place d'un point de vue de la pédagogie, il y a nécessité de trouver le juste dosage au niveau des :

- répétitions pour améliorer les invariants (justesse du mouvement),
- variétés de la pratique pour améliorer les adaptabilités.

Au début d'un apprentissage, il semble logique de proposer des tâches où l'on met en avant la répétition pour structurer le programme moteur. Puis on introduit de la variabilité dans la pratique. Il est donc bénéfique de répéter puis de varier.

1.5.4.1. Récapitulatif

SUPPORT THEORIQUE

- Théorie de la communication de SHANNON ET WEAVER (1949).

FONCTION DE L'INFORMATION

- Réduction de l'incertitude.
- Représentation de l'environnement.

ACCES A L'INFORMATION

Indirect :

- Elaboration de l'information à partir d'indices perçus séquentiellement dans l'environnement.
- Traitement de ces indices (i.e, identification, sélection, combinaison, enrichissement).
- Intervention d'opérateurs et de mémoires.
- Importance déterminante des connaissances.

PRODUCTION DE L'ACTION

- PMG.
- Invariants et paramètres.
- Importance de la mémoire.

CRITIQUE PRINCIPALE

- Coût fonctionnel élevé du système proposé.

La théorie cognitive est donc un modèle très bien construit qui permet d'avoir une lecture très cohérente du comportement moteur humain.

1.6. Les limites

La principale limite est la complexité des opérations devant être mise en jeu pour agir. Toutes les parties du corps doivent être contrôlées. Il n'y a pas de degré de liberté.

Au niveau du stockage des connaissances posent problèmes car trop d'information à gérer. L'approche se veut extrêmement analytique, ce qui se répercute sur les procédures pédagogiques qui en découlent.

Certains chercheurs remettent en cause actuellement cette théorie pour se diriger vers une autre approche dite écologique.