

Introduction

- Nombreuses sont les techniques de rééducation à disposition des kinésithérapeutes dans le cadre de la prise en charge des patient atteints de lésions centrales du cerveau.
- La recherche de l'efficacité de ces techniques par des études cliniques, n'a pas permis de monter la supériorité de l'une par rapport aux autres. Chacune apporte des améliorations sur des points précis de la prise en charge mais la difficulté est la généralisation des acquis dans les gestes de la vie quotidienne.
- Cependant la rééducation a une efficacité prouvée dans la récupération des patients quand sa mise en route est précoce, réalisée par des équipes spécialisées, avec un nombre d'heures de rééducation suffisant.
- Ainsi, on distingue les techniques de bases qui constituent le fond de la rééducation des patient cérébro-lésés et les techniques complémentaires qui se rajoutent aux techniques de base pour une prise en charge plus importante en temps/jour (efficacité de la rééducation intensive).
- Le rôle du kiné est de savoir quel type de rééducation est la plus efficace à un moment donné de la prise en charge (rôle du bilan), de savoir changer de technique si elle n'est pas efficace ; de pouvoir en combiner plusieurs si nécessaire ; d'ajouter des techniques complémentaires en fonction de la fatigabilité du patient ou de son endurance à l'effort.

Les différentes approches

1 . Les techniques de base :

- **L'Approche traditionnelle**
- **Les approches neurophysiologiques classiques (type Bobath).**
- **La rééducation cognitive sensori-motrice (type Perfetti)**
- **La rééducation fonctionnelle (tâche orientée répétition de gestes) de Carr et Shepperd**
 - **Tache orientée et rééducation par renforcement musculaire**
 - **La rééducation éco-contrainte**

2. Les techniques complémentaires :

- **La stimulation électrique (SEF)**
- **CIT (contraint induced therapy)**
- **Marche en suspension, Marche mécanisée (Gait trainer et lokomat)**
- **Entraînement par imagerie mentale, effet miroir et réalité virtuelle**
- **La rééducation Bon Saint come (technique spécifique des héminégigences)**
- **Stimulation électromagnétique transcrânienne**

A. Les techniques de base.

I. l'approche traditionnelle

L'approche traditionnelle ou conventionnelle représente essentiellement une approche **préventive** et **compensatoire** face au déficit neurologique. Elle comprend :

- des **mobilisations passives** pour prévenir et limiter les complications musculo-squelettiques
- la **mobilisation active volontaire** de l'hémicorps parétique stimulé ou non par une résistance extérieure.
- Des stimulations sensitives de l'hémicorps déficitaire.
- S'y ajoutent des **techniques compensatoires** au niveau **de l'hémicorps sain**.

Ces manœuvres sont toujours réalisées à chaque séance de rééducation quelle que soit la technique d'apprentissage moteur qui sera utilisée ensuite.

II. Approches neurophysiologiques classiques (ou neuro-comportementales) :

Elles comprennent les techniques de **Bobath** (la plus connue et utilisée), de Brunnstrom, de Knott et Voss (Kabat), de Rood. Ces différentes méthodes s'appuient sur le **principe d'inhibition (de la spasticité) – facilitation (du contrôle volontaire)** ainsi que la **restauration des réactions posturales**.

L'approche neurophysiologique ou neuro-comportementale, malgré son utilisation pratique généralisée encore de nos jours, soulève de nombreuses **critiques** :

- approche globalement passive,
- vision unidimensionnelle du système nerveux central,
- trop grande importance accordée au mouvement automatique au dépend du contrôle conscient.

Par contre, certaines parties de la pratique sont encore très reconnues et utilisées, servant de base à d'autres types de rééducation :

- La mobilisation avec étirement lent des muscles spastiques
- Importance accordée au contrôle postural
- La séquence de redressement comme terrain de mise en situation variée des acquisitions motrices.

Ce type de rééducation met l'accent sur la recherche de la qualité du mouvement (mouvement dissociés).

Cependant, des essais cliniques dont la rigueur méthodologique est indiscutable, n'ont pas permis de mettre en évidence la supériorité d'une méthode de rééducation neuro-comportementale par rapport à une autre ni de la méthode Bobath par rapport aux techniques plus récentes comme celle de l'apprentissage moteur (MRP) (Pollock et al méta-analyse 2008)

Le concept de Bobath est encore très utilisé en Angleterre (où il est né) et dans de nombreux pays européens. Il a évolué au fil des années et en fonction des avancées scientifiques.

Cependant déjà en 1980, il représentait une énorme avancée dans le domaine de la rééducation. En effet, Bertha et Karel Bobath ont développé l'idée que **la spasticité n'est pas un état figé**, mais qu'elle peut être influencée par la rééducation. Pour eux, les enfants présentant une atteinte neurologique ne naissent pas avec des cinèses anormales, mais développent celles-ci lorsqu'ils tentent d'évoluer dans leur environnement.

Dès lors, une intervention thérapeutique précoce pourrait guider le développement moteur de l'enfant en évitant l'installation de schémas irréversibles.

A l'époque cette vision était novatrice car on osait penser que les choses n'étaient pas fixées et que l'on pouvait envisager une dynamique de l'évolution du patient et de la rééducation qui l'accompagne.

1 . Le concept de BOBATH

Il s'appuie sur la compréhension du fonctionnement SNC (hiérarchie verticale) tel qu'il était envisagé à l'époque : le cerveau supérieur, le cortex cérébral, est le lieu de la conception du mouvement volontaire. Les centres inférieurs sous-jacents (tronc cérébral, cervelet, ganglions de la base), lieux de la motricité automatique et de la coordination dépendent des centres supérieurs.

Quand le contrôle des centres supérieurs est déficitaire, les centres inférieurs agissent de façon autonome et désordonnée et cela se répercute sur

- **la production motrice**
- la **coordination** de mouvement,
- le **tonus** et
- la **posture**.

- **1ere notion** : Une grande partie de nos mouvements volontaires est en fait automatique (extérieure à notre conscience), en particulier les adaptations posturales.

Le SNC mobilise les centres les + inférieurs (tronc cérébral, cervelet, ganglions de la base) pour maintenir une attitude et l'équilibre correspondant.

Lors d'un AVC, les centres supérieurs (corticaux) ont une influence moindre sur les centres inférieurs sous-jacents et donc :

* On observe donc une coordination anormale de l'action musculaire et non une paralysie des muscles.

* Les schémas posturaux qui en résultent sont anormalement rigides, pauvres et stéréotypés.

- **2ème notion** : Les réponses motrices montrent que les muscles sont regroupés selon des schémas coordonnés. Jackson, (cité par Walch, 1946) dit « le cortex ne connaît rien des muscles, il ne connaît que les mouvements ». On parle donc de travail de groupes musculaires synergiques, et non de travail analytique muscle par muscle. Cette notion reste de nos jours très prégnante (paillard : le sens du mouvement).

Donc :

* Lors d'un mouvement, alors que nous ne sommes pas conscients du fonctionnement de tous les muscles impliqués dans le mouvement, on rééduque des groupes musculaires ; on recherche **un contrôle segmentaire** ;

- **3^{ème} notion** : Le SNC est un emboîtement complexe de systèmes se régulant entre eux. Il faut distinguer différents systèmes dans la production de motricité : **les réflexes posturaux, les réflexes toniques, les réactions de redressement, les réactions associées, les réactions d'équilibration et de protection.** (voir double feuille)

Le mouvement intentionnel est constitué d'une part de volontaire sous-tendue par un ensemble de routines automatiques qui s'adaptent constamment les unes par rapport aux autres.

Faire un geste s'est aussi inhiber de nombreuses réactions et empêcher d'autres gestes.

Donc :

Toute perturbation du tonus se répercute immédiatement sur les réactions de redressement, sur les possibilités de coordination et d'ajustement.

* Exemple : Les réactions de redressement peuvent être inhibées par des réactions toniques trop importantes. Inversement, si les réactions de redressement sont trop activées, il peut y avoir inhibition des réflexes toniques gênant la coordination.

C'est le réglage entre ces 2 réactions qui justifie en rééducation, l'utilisation du travail en charge, de la recherche d'appui, de la stimulation du redressement du patient.

- **4^{ème} notion** Le SNC est un organe coordonnateur. Il relie les multiples **informations sensitivo-sensorielles** et les intentions de l'individu afin de fournir des réponses adaptées.

* importance de l'intentionnalité du geste

* importance de l'environnement comme terrain permettant d'utiliser des situations diversifiées et donc des adaptations variées (séquence de redressement).

2) La rééducation :

B. Bobath met en place une technique de rééducation sensori-motrice construite à partir de d'observations et d'expériences de traitement des patients cérébro-lésés (hémiplésiés et IMC).

1) Partenariat MK / Patient :

* **Le MK** observe les dysfonctionnements et les gênes au mouvement et propose un guidage, des stimulations pour obtenir une activité gestuelle dépourvue de parasitages (troubles du tonus, réactions pathologiques telles les syncinésies, incoordinations..).

En matière de guidage, le MK propose soit une **inhibition** des mouvements parasites, soit une **facilitation de** la production motrice, par des positionnements spécifiques.

* **le patient** répète activement les mouvements et apprend en développant une boucle d'apprentissage interne.

2) Description de la technique :

Le rééducateur travaille sur plusieurs axes :

a) le positionnement global du corps :

Chaque positionnement de l'ensemble du corps du patient (au lit, au fauteuil, en rééducation et dans toute activité) est reconsidéré comme « occasion d'apprentissage ».

Le SNC imprime une configuration corporelle maintenue dans chaque position.

La rééducation cherche à installer le patient le plus longtemps possible dans les positions les plus éloignées de celles modelées par les schémas pathologiques (spasticité, syncinésie...) ; Faire varier ces installations est un acte rééducatif en soi : chaque position est apprentissage d'une certaine répartition du tonus et de sensations.

Travailler à partir du plus grand nombre de positions gérables sans douleur, sans effort excessif et sans apparition d'hypertonie et de mouvements parasites permet de diversifier les stimulations reçues et les situations de maintien postural comme de mouvement.

b) le positionnement segmentaire : (du positionnement segmentaire à la cinèse)

- Développé essentiellement à partir de la notion de « **points-clés d'inhibition** » : il s'agit de parties du corps dont le positionnement a une influence sur la répartition segmentaire voire globale, du tonus (diminue la production de la spasticité).

Ils sont centraux, proximaux ou distaux et ouvrent les portes de l'inhibition.

Même si aucune argumentation neurophysiologique ne vient expliquer leur action, ils sont classiquement décrits (l'observation clinique fait dire à Mme Bobath qu'ils sont efficaces).

Ils sont à rechercher pour chaque patient ; leur action varie avec le temps.

Ils permettent d'installer, de préparer et guider. Au cours du mouvement, ils représentent une zone de contrôle, de soutien et de conduite du geste.

Les points clés :

Au MS : Point clé proximal : ABD sonnette ext omoplate

Point clé distal : Extension des doigts et ouverture 1^{er} commissure

Au MI : Point clé proximal : Antépulsion de l'hémi bassin

Point clé distal : Extension des orteils et ABD 1^{er} orteil

Au tronc : Point clé cervical : placement en Avant ou en Ar de l'axe rachidien induit une Flex ou Ext des membres.

Point clé Lombaire : idem

La dissociation des ceintures a une action inhibitrice sur les muscles du tronc et donc influence le tonus et la position des membres

- la production du mouvement est **facilitée** par l'utilisation des différentes **réactions automatiques** acquises lors du développement du SNC. Ces réactions connues du kiné (réactions de redressement, réactions toniques, réactions d'équilibration... voir annexe) sont utilisées pour aider le patient à produire de la motricité volontaire.

- Lors de l'apprentissage : le **positionnement segmentaire**, sous l'action des points-clés, est d'abord maintenu, puis peu à peu obtenu ; la progression se fera du proximal vers le distal, d'abord dans les zones éloignées du déclenchement de la spasticité vers les zones de plus grands déclenchement, et ceci en passant progressivement d'une régulation externe vers une boucle de régulation interne.

Ce travail de placement actif des segments est ensuite répété, comme autant de séquences successives permettant de reconstruire un dessin cinétique.

Le mélange d'inhibition/facilitation dans l'obtention du maintien d'une position ou dans la réalisation d'un mouvement tient du guidage du MK, laissant toute sa place à la notion d'essai erreur et de boucle interne d'apprentissage.

- **Dissociation et sélectivité** : 2 notions importantes dans l'apprentissage du positionnement segmentaire.

Selon la conception du fonctionnement de SNC, lors d'une lésion cérébrale le SNC libère des mouvements en bloc, peu sélectifs souvent stéréotypés, aussi bien dans la commande volontaire que dans la coordination des mouvements.

Pour améliorer ce dysfonctionnement, le MK recherche tout type de dissociation.

* Dans un premier temps dissociation axiale du corps pour reconstruire la posture, dissociation droite-gauche et haut bas, recherche de symétrie et d'asymétrie.

* Au niveau des membres une sélectivité de plus en plus fine est recherchée en reliant chaque mouvement segmentaire obtenu à un dessin cinétique plus global voire à l'ensemble du corps.

L'interaction inhibition/facilitation joue son rôle maximal. On demande la concentration maximale du patient.

c) **Le redressement** :

Le redressement progressif est recherché à travers **une recherche d'appuis et une mise en charge**. Le terrain d'apprentissage de ces 2 modes de fonctionnement est **la séquence de redressement**. Elle représente des situations variées d'entraînement.

- **La recherche d'appui** favorise et améliore la rigidification des éléments en appui :
appui sur MS → augmentation du tonus et du contrôle des extenseurs du coude
appui sur MI → augmentation du tonus et du contrôle de l'extension du genou
du fait de la réaction positive de soutien et la réaction de redressement à la pesanteur

Mais la rigidité doit aussi pouvoir se défaire (réaction négative de soutien). Le MK et le patient doivent obtenir une alternance de charge et de décharge conduisant à une action contrôlée de charger plus ou moins un segment de façon à s'adapter à l'activité en cours.

- **La mise en charge** est la suite logique de la recherche d'appui : la mise en charge unilatérale libère la motricité controlatérale à l'appui et entraîne un jeu de dissociation droite/gauche nécessaire à l'équilibration.

- **La séquence de redressement** (version réduite des NEM=8) permet au patient de réinvestir les ajustements posturaux et les réactions d'équilibration qui sont préalablement guidés par le MK (manuellement ou visuellement).

Il s'agit d'un réglage permanent entre **la tenue de position** (ajustement posturaux), le travail en limite d'équilibre (réaction d'équilibration), le passage d'une position à l'autre (contrôle volontaire + ajustements posturaux + réactions d'équilibration et de protection) et **guidage** qui évitent les mouvements anormaux et **modulation par les sensations** perçues lors de l'exercice.

C'est une vraie reconfiguration du corps dans l'espace.

d) Les stimulations sensorielles tactiles ou proprioceptives :

Guider, aider, placer, tracter, positionner, appuyer, solliciter, étirer, frotter, tapoter...sont autant de possibilités pour la main du MK pour stimuler les sensations du patient et aider à sa reconstruction.

(battades sur les groupes musculaires peu réactifs, tapping sur les émergences osseuses, percussions sur les zones réflexogènes, pressions-décoaptation des articulations...)

- Du modelage de l'environnement :

Une des évolutions de la technique Bobath a été de prendre en compte le fait que le SNC apprend tout le temps. Il apprend ce que l'environnement lui propose, lui impose dans la vie quotidienne.

Aussi, le MK doit avoir une réflexion sur l'évolution du patient dans son milieu, dans son activité quotidienne. Il doit réinvestir les acquis dans l'activité propre du patient (marche, terrains diversifiés, chaises pour s'asseoir, escaliers...)

Parfois des adaptations sont nécessaires FR, coussins, appareillages, sièges adaptés etc.

Conclusion :

Ce type de rééducation est très satisfaisant pour le MK qui a l'impression de contrôler l'évolution du patient. Son action est très importante (trop pour certains auteurs), il intervient à tout moment dans l'apprentissage du patient, il l'accompagne, c'est un échange permanent et le patient apprécie cette présence active du MK.

Peut-être que cette vision de la rééducation est une utopie : elle n'a pas fait la preuve de son efficacité. On lui reproche aussi d'avoir une vision moins bonne de l'autonomie du patient.

Cependant, cette technique développait la capacité d'observation du MK toujours à la recherche du geste juste. Elle impliquait une connaissance profonde du patient de par son accompagnement dans tous ses gestes et on sait bien que celui-ci fait partie intégrante du soin.

Actuellement, le MK Bobathien a une vision plus cognitive. Il s'efface et demande au patient de décider l'action et d'en projeter la réalisation et ceci pratiquement d'emblée dans les activités de vie quotidienne

III . Rééducation sensorimotrice cognitiviste : Perfetti

Parallèlement à la rééducation Bobath, d'autres auteurs comme Bach-y-Rita P et EW font des recherches et soulignent **l'importance**

- de la motivation,
- des exercices fonctionnels orientés vers les intérêts des patients
- de la nécessité de réaliser cette pratique dans un environnement offrant des stimulations progressives et variées.

Aussi, avec l'avancée des connaissances en matière de comportement humain et de l'étude du mouvement, les principes de la rééducation en neurologie centrale ont été modifiés sous l'influence de Carlo Perfetti et de son école.

De plus, la mise en évidence de l'existence de la plasticité cérébrale a permis la stimulation précoce des circuits neuronaux en vue d'une meilleure récupération.

1. Les théories de la rééducation « cognitiviste » :

✓ Importance des informations et de la recherche de celles-ci :

S'appuyant sur les travaux de Luria en disant qu'il existe une interaction entre l'homme et son environnement, que le comportement humain, et en particulier le mouvement, tient compte de cette interaction et que seule l'information la plus consciente peut modifier le comportement moteur et entraîner une correction du geste, si nécessaire, il bâtit un programme d'exercices thérapeutiques basé sur la recherche d'informations utiles à un mouvement programmé (l'homme capte sans cesse les informations dont il a besoin pour adapter son comportement).

✓ Importance de l'intentionnalité et de l'attention, des fonctions cognitives :

Les travaux de Jeannerod (1983) montrent que pour un même mouvement, différents neurones sont activés. Par exemple, demander à un patient de réaliser une dorsiflexion de la cheville ou lui demander d'enfoncer le talon dans le sol n'active pas les mêmes zones du cerveau. Les neurones sollicités ne sont pas les mêmes lorsque, pour un même mouvement produit, le sens donné à ce mouvement est différent. C'est, en fait, **l'intention** qui détermine quels neurones (circuits neuronaux) vont s'activer pour accomplir une tâche bien précise qui se trouve dans nos cellules. C'est **la motivation et l'attention** qui permet de choisir les cellules (aires du néo-cortex), afin de réaliser correctement une séquence motrice.

Le cerveau, en donnant un sens à un mouvement donné permet de trier les informations nécessaires à la réalisation du mouvement en question. Perfetti propose, dans ses exercices de rééducation, que le patient réalise une mise en problème d'une séquence sensorielle et/ou motrice à effectuer.

✓ Importance de la plasticité cérébrale :

Paillard en 1976 a montré l'existence d'une plasticité cérébrale avec des possibilités de modification des connexions inter-neurales. Le système nerveux central est non seulement capable de réparation mais aussi de réorganisation permanente. De plus l'expérience modifie notre cerveau constamment. Il y a une relation entre la mémoire et l'attention qui sous-tendent l'organisation de notre cerveau.

✓ **Importance de la connaissance en matière de mouvement et de contrôle moteur :**

L'étude du mouvement a mis en avant la nécessité qu'a l'homme :

- de traiter les informations sensibles et sensorielles,
- d'émettre des hypothèses quant au programme moteur à mettre en route lors de la volonté de réaliser un mouvement chargé de sens,
- d'imaginer des mécanismes d'anticipation, de correction entre prévision et production,
- de respecter les erreurs et les situer dans l'activité.

On peut voir le rôle important que les fonctions supérieures (intentionnalité, attention, mémoire, anticipation, résolution de problèmes) tiennent dans la production d'un mouvement.

2. Le Programme de Rééducation

a. Les principes de l'exercice thérapeutique :

✓ L'idée est de proposer aux patients *des problèmes* qui les obligent à se référer à ses propres perceptions sensibles extéroceptives et proprioceptives pour les résoudre (traitement des informations et sélection des celles qui sont pertinentes).

Exemples : reconnaître les yeux fermés des objets de formes proches, comparer des déplacements segmentaires, mesurer des différences entre des poids tenus dans la main hémiplegique par rapport à la main saine...

✓ Les problèmes doivent comporter *l'élaboration d'une hypothèse perceptive* chez le patient qui devra trouver confirmation par l'activation de certaines contractions musculaires ciblées (estimation anticipée des conséquences sensorielles que le programme moteur doit produire, élaboration du programme moteur, planification des actions). Ceci implique une sollicitation de l'attention et de pouvoir passer de l'implicite à l'explicite (la mémoire corporelle possède une mémoire implicite qui précède la mémoire mentalisée qui, elle-même, permet les réponses explicites). En posant au patient des questions en choix forcé, on l'oblige à utiliser sa sensori-motricité pour répondre.

✓ Par le biais de la réafférentation de retour, l'exercice doit comprendre une *comparaison* pour auto évaluer l'exactitude de la réponse (comparaison par la vision ou par le coté sain ou par indication du thérapeute).

✓ Lors de la réalisation de ces exercices, l'extraction de l'information issue du milieu extérieur que doit réaliser le patient, peut faire appel à deux sources :

- le « *où* » se situe l'objet qui fait appel à la vue et la proprioception
- le « *quoi* » quel objet (sa forme) qui fait appel à la vue et à l'extéroception.

✓ *La suppression de la vue* pendant la réalisation du programme moteur est importante car elle oblige le patient à :

- sur utiliser la contraction musculaire (recrutement des unités motrices)
- sur utiliser les afférences proprioceptives et extéroceptives avec mise en conscience des conséquences sensorielles de la pathologie (réaction anormale à l'étirement, irradiation anormale, schémas élémentaires).

Cependant, Perfetti préconise de réintroduire la vision dans les exercices du stade 3 (dernier stade de la progression) quand le contrôle segmentaire est acquis.

b. La progression des exercices :

✓ *Les différents stades* définis par Perfetti permettent une progression dans le traitement.

<i>Type d'exercice</i>	<i>Composante pathologique</i>	<i>Composante projet</i>
<i>Premier degré</i>	<i>Réaction anormale à l'étirement</i>	<i>Vérification de l'hypothèse perceptive proposée</i>
<i>Deuxième degré</i>	<i>Contractions irradiées</i>	
<i>Troisième degré</i>	<i>Dérèglement du recrutement</i> <i>Qualité et quantité</i> <i>Simultanéité</i> <i>Optimisation de la trajectoire</i>	

- **Les exercices du premier degré** sont utilisés chaque fois que le patient a besoin d'apprendre à contrôler la réaction d'étirement. On ne demande aucune contraction volontaire au patient. On demande au patient, yeux fermés, uniquement de se concentrer sur l'élaboration et à la vérification de l'hypothèse perceptive.

Exemples d'exercices : Le MK montre au patient un certain nombre de figures ou d'objets en y faisant bien attention car il devra les reconnaître ensuite les yeux fermés. Puis le patient ferme les yeux et le MK lui fait parcourir de façon passive avec le doigt ou la main, la figure ou l'objet à reconnaître. Puis le patient ouvre les yeux et doit indiquer l'objet qu'il a reconnu.

Les caractéristiques de ces exercices sont : l'absence de contraction volontaire, la reconnaissance les yeux fermés, l'élaboration d'hypothèses perceptives de type somesthésique et vérification de celle-ci.

- **Les exercices du 2^{ème} degré** sont utilisés quand le patient contrôle assez bien la réaction à l'étirement et qu'il commence à avoir un début de motricité. Le patient peut alors apprendre le contrôle des effets de l'irradiation provoquée par la contraction active de groupes musculaires plus ou moins éloignés du groupe dont on veut le contrôle.

Les caractéristiques de ces exercices sont : le mouvement est actif aide, la reconnaissance est réalisée yeux fermés, l'objectif est le recrutement des UM par la contraction active volontaire et le contrôle des contractions irradiées.

- Les contractions du 3^{ème} degré comprennent tous les exercices par lesquels le patient apprend à adapter le mouvement à l'hypothèse perceptive proposée, sans faire attention aux effets de ces composantes anormales car leur contrôle a été automatisé dans les étapes précédentes. L'attention du patient est entièrement dirigée vers l'évaluation de la discordance entre le schéma exécuté et celui proposé par le MK.

Les caractéristiques de ces exercices sont : le mouvement actif, la reconnaissance réalisée yeux ouverts, les objectifs à atteindre sont le recrutement d'un plus grand nombre d'UM et la capacité d'effectuer ce recrutement dans différentes combinaisons spatiales et temporelles afin de réacquérir l'adaptabilité nécessaire à la régulation fine du mouvement.

✓ D'autres classements peuvent être proposés pour la progression des exercices :

- Le choix du mode informatif utilisé par le patient :

Les informations peuvent être somesthésiques ou visuelles. Dans les premières, on peut utiliser des informations proprioceptives (reconnaissances articulaires ou de suivi de trajectoires), extéroceptives (reconnaissance d'épaisseurs, de formes, de diamètres, de textures) ou sensibles au poids ou à la pression. La progression vient du type de transformations que l'on demandera au patient.

Par ex, on montre des figures géométriques au patient, il ferme les yeux, on lui fait sentir au niveau du doigt une figure. Lors de la reconnaissance de la figure, le patient aura été obligé de transformer les informations visuelles en informations proprioceptives.

Plus difficile sera l'ex suivant : sentir d'abord avec la main saine (une forme, un parcours..), reconnaître cette même sensation avec la main hémiplegique. Ceci demande de faire le rapport et l'équivalence entre les sensations main saine/ main hémiplegique.

Par contre, si on demande au patient, au départ, de sentir le trajet de la figure puis de la reconnaître par la sensation, la transformation est ici simplissime, l'élaboration de l'hypothèse perceptive n'existe plus, il ne s'agit plus que de comparer des sensations.

- La nature des opérations cognitives demandées au patient pour arriver à la solution du problème :

- opérations de type spatial : reconnaissance des directions, des distances, des formes (de + en + complexes)
- opérations de type contact : reconnaissance des surfaces, des pressions, des frictions, du poids .

- La difficulté de l'objectif à reconnaître.
- Le nombre d'éléments à comparer.
- La course articulaire (nombre d'articulations mises en jeu).
- La position utilisée (décubitus, assis, debout)

c. La construction du projet de rééducation :

✓ *Construction de contrats d'objectifs avec le patient qui doit connaître le(s) but(s) de la (des) séquence(s) proposée(s).*

✓ *L'organisation du travail lors de l'exercice cognitif doit prendre en compte :*

- **le rapport segment à faire travailler – système corporel non travaillé (existe-t-il une diffusion à l'effort sur le reste du corps),**
- **la spécificité motrice (quel degré utiliser),**
- **la modalité informative (visuelle, linguistique, somesthésique),**
- **les opérations cognitives (le « où » → l'espace : distance – direction – forme)
(le « quoi » → le contact : surfaces – poids – pressions – frictions)**

✓ *L'objectif de la récupération :*

Il est de récupérer :

→ **la singularisation (contrôle des informations avec abstraction des distracteurs)**

→ **Le fractionnement (comportements fragmentables qui permettent de changer de chaîne cinétique en bougeant, mouvements séquentiels)**

→ **La variabilité (gestes complexes dans l'espace) .**

Remarque :

Attention à la phase de diaschisis (ou zone de pénombre):

Décrite par Von Hona Kow, cette phase correspond à la période d'inhibition post AVC pendant laquelle l'activité électro-encéphalique disparaît (activité de nettoyage des cellules lésées). Chez le rat, cette période dure environ 10 jours ; chez l'homme, cette durée est inconnue mais doit être respectée. Hors des soins de nursing, les sollicitations doivent être les moins fortes possibles. Cela représente une difficulté pour les rééducateurs car il y a risque de perte de temps si la rééducation est trop tardive, et, à l'inverse, risque d'aggravation si la rééducation est trop précoce. Il ne faut pas oublier que le maximum de la récupération des AVC se situe entre la 5^{ème} semaine et la fin du 3^{ème} mois. Elle se poursuit ensuite de manière beaucoup plus progressive et avec une intensité moindre sur un an (conférence de consensus sur l'hémiplégie, 1997).

Conclusion :

Perfetti a construit un concept de rééducation dont la théorie est très séduisante, surtout pour la rééducation du MS de l'hémiplégique, du fait de l'engagement des patients dans des activités perceptivo-motrices et cognitives complexes.

L'utilisation des principes de cette rééducation fait dire à Perfetti que l'on assiste à :

- ***une normalisation des réactions toniques (spasticité),***
- ***une apparition d'activités motrices adaptées à la situation donnée.***

Actuellement, se poursuit sur Lille, une étude qui vise à comparer la rééducation Bobath / Perfetti. Les résultats sur 16 patients étudiés montrent peu de différences entre les deux groupes traités (Bobath versus perfetti). Seuls, les sub-tests de la MIF

impliquant le MS de façon plus importante, montrent une progression un peu plus importante chez les patients traités en Perfetti. Mais le peu d'effectifs inclus dans l'étude ne permet pas de conclure.

Limites de la méthode :

Lorsque les troubles des fonctions supérieures sont présents (en particulier les troubles de la compréhension), la méthode est difficilement applicable.

Dans les AVC sévères où les troubles de la sensibilité persistent, la méthode est fortement limitée ; seul le premier stade peut être abordé.

Au total :

Cette technique, en cours d'évaluation, n'a pas montré, à ce jour, sa supériorité sur les autres méthodes.

1. Exercices pour le membre supérieur :

Les exercices du MS ont des caractéristiques liées à la fonction de préhension de la main. L'idée est d'amener celle-ci dans la meilleure situation pour prendre et manipuler les objets.

Il faut mettre en place des exercices qui traiteront du transport, de l'orientation et de la prise.

✓ *Exercices pour le transport :*

- reconnaissance de trajectoires (dessins à suivre, suivis de trajectoires avec la pulpe des doigts, trajets avec les coupoles sur hémisphères reliés par des ressorts de diverses résistances).
- reconnaissance de longueur (bâton).
- reconnaissance angulaire pour chaque articulation.

On peut faire varier le nombre d'articulations mises en route, jouer sur différents registres de mémorisation (mémoire à court terme, long terme, mémoire procédurale), jouer sur le stade utilisé (se méfier du parasitage de la spasticité et de l'irradiation aux stades 1 et 2).

✓ *Exercices d'orientation :*

Mouvements orientés de la main par l'intermédiaire de la prono-supination.

- reconnaissance d'arcs de cercles gradués pour le pouce et le poignet,
- exercices de stabilisation sur planchette de prono-supination instable, avec poids ou non,
- exercices de relever de la main (trouver le degré d'angulation du poignet, reconnaissance de hauteur d'objet par le poignet)...

✓ *Exercices de saisie*

pour les prises globales ou de force :

- reconnaissance de diamètre (cônes, cylindres..) avec tous les doigts ou la paume de la main,
- reconnaissance de poids.
-

pour les prises fines

- reconnaissances d'épaisseurs, de matières, de contours d'objets différenciés,
- réglage de l'opposition du pouce (reconnaissance d'épaisseurs avec la pince pouce index),
- exercices main interne (IV et V) / main externe (I, II et III).

✓ *Exercices charnière, entre orientation et saisie :* utilise des stimuli tactiles :

- gérer les appuis sur la paume de la main sur tablette instable, ou le plus de pression avec des poids surajoutés ou
- reconnaître une angulation du poignet par arrêt d'objets de différentes

hauteurs

→ reconnaître une angulation du poignet par reconnaissance d'une épaisseur d'objet en stabilisant la prono-supination et du coude, placé sur planchette instable.

2. Exercices pour le membre inférieur :

Les exercices de membre inférieur répondent à des caractéristiques particulières liées à la fonction locomotrice du MI:

- les contraintes de charges,
- le déroulé du pied (avec mise en évidence de la différence avant-pied / arrière-pied),
- l'équilibration.

✓ Types d'exercices :

→ exercices de **reconnaissance de trajectoire et de longueur** de déplacement.

Exemples : plan de glissement du MI (talon), incliné ou non, quadrillé avec repères, suivre des dessins avec le talon, dessiner avec le talon des formes, des chiffres, des lettres.

→ exercices de **reconnaissance angulaire** avec chaque articulation (faire la différence entre relever la pointe du pied et enfoncer le talon au sol).

→ exercices de **reconnaissance de densité de mousses** avec le talon.

→ exercices de **reconnaissance de différents diamètres** et de reliefs sous l'avant pied.

→ exercices de **localisation d'appuis** sous la plant du pied (planchettes instables antéro-postérieures, latérales ou rondes).

→ exercices **d'appuis quantifiés** (balances, planches à ressorts sous le pies hémiplegique et / ou sous le pied sain).

→ exercices de **déplacement d'outils** (maintien de planchettes horizontales, planchettes sur rouleaux..).

3. Exercices pour le tronc :

Ces exercices sont souvent effectués en position assise. Les repères sensoriels se font au niveau des appuis fessiers Ce sont :

→ des exercices de reconnaissance de hauteur

→ des exercices de reconnaissance de pressions de différentes mousse

→ des exercices de quantification des appuis (balances, socle à ressorts..)

→ des exercices de suivi de trajectoires, en position debout, en combinant les mouvements du bassin et des MI.

IV. Approche Fonctionnelle par apprentissage moteur ou tâche orientée répétition de gestes (Carr et Shepherd) :

Le réapprentissage moteur (**motor relearning program**) de Carr et Shepherd, sans renier dans sa totalité les approches classiques neurophysiologiques, met davantage l'accent sur l'**apprentissage moteur** en lui-même, par la pratique de tâches fonctionnelles (ou tâches orientées).

C'est la technique de rééducation la plus utilisée actuellement dans la prise en charge des cérébro-lésés.

Elle s'appuie sur l'idée qu'une certaine réorganisation cérébrale se produirait après une AVC et qu'on favorise la récupération en favorisant le contrôle conscient plutôt que le mouvement automatique, dans des exercices où la répétition de tâches est considérée comme le meilleur entraînement possible.

Les séances de rééducation se transforment en **périodes d'entraînement où le malade est actif** : il accomplit diverses activités fonctionnelles (utilisation de cibles très concrètes = objets de la vie quotidienne), d'abord fragmentées, puis globales et de plus en plus complexes.

Sur le plan clinique, **ces exercices thérapeutiques comprennent 7 catégories** : le travail des MS, les mouvements orofaciaux, les activités en station assise, le passage de la station assise à la station debout et inversement, les activités motrices debout et la marche.

Il existe **4 étapes dans le réapprentissage moteur** :

- l'identification de l'objectif et sa compréhension,
- l'analyse de la tâche à effectuer et la pratique des éléments de la tâche mal réalisés, à des fins d'apprentissage,
- la réalisation de la tâche d'abord segmentaire, puis fonctionnelle et globale,
- une mise en pratique dans des situations réelles.

L'école fonctionnelle propose **6 grands principes** :

- **l'élimination de l'activité motrice non nécessaire** ; le patient est encouragé à contrôler l'activité musculaire reliée spécifiquement à la tâche ;
- le **rétrocontrôle** provient principalement **d'indices visuels et verbaux**, plutôt que cutanés et proprioceptifs ;
- **la pratique** doit être surtout **orientée vers une tâche bien déterminée** et ne pas être uniquement composée de mouvements indépendants que le patient tentera de généraliser par la suite dans les activités quotidiennes. La tâche et la position dans laquelle elle est produite déterminent une activité musculaire spécifique. Ces deux éléments ne peuvent être dissociés. Par exemple, l'ajustement postural en position debout réclame des exercices différents de ceux en position couchée ;
- La pratique ne **doit pas inclure de techniques compensatoires** +++ ;
- **L'entraînement à l'équilibre** doit se faire surtout **à partir des activités de la vie quotidienne** (relation étroite entre l'ajustement postural et le mouvement) ;
- Les facteurs environnementaux sont déterminants dans l'apprentissage. Les conditions extérieures doivent être variées, imprévisibles, afin de développer la capacité d'adaptation du patient et de l'amener ainsi à fonctionner en toutes circonstances ; les performances stéréotypées sont difficilement transférables dans un environnement nouveau et différent.

Quelques études :

Le MRP (Motor Relearning Programme), proposé par Carr et Shepherd, ou rééducation orientée vers des tâches spécifiques, est plus efficace pour Langhammer et Stanghelle (2000 – 2003 - 2010) , en particulier sur la qualité du mouvement des MS chez les hémiplegiques, que les méthodes de rééducation orientées vers une stratégie d'inhibition-facilitation comme la méthode Bobath.

Cependant, dans cette approche, **deux effets sont à différencier et étudier** de manière plus approfondie :

- d'abord, la **recherche de corrélation entre la capacité de produire de la force** (par isocinétisme ou répétition des mouvements identiques) **et la performance fonctionnelle** (Hummelshein)
- deuxièmement, la **corrélation entre l'efficacité de la performance motrice et la pratique de tâches** ou de sous-tâches nécessaires à la réalisation des activités de la vie quotidienne (tâches orientées de Carr et Shepherd).

Evolutions :

Suite aux résultats positifs obtenus par cette technique, la question s'est posée de savoir si :

- le renforcement musculaire pouvait lui être associé (alors que jusque-là ,on le rendait responsable des mouvements anormaux (spasticité, dystonies..) et apporter encore plus d'efficacité dans la prise en charge.
- Par ailleurs, certaines activités comme la marche, celle-ci étant considérée comme la tâche orientée par excellence, vont se développer. On cherche à la réaliser le plus tôt possible (marche en suspension) et le plus longtemps possible (marche mécanisée).

Or, il semble que la performance motrice ait une certaine corrélation avec la marche et l'activité fonctionnelle.

Dès lors, la technique tâche orientée de Carr et Shepherd s'est enrichie. Elle s'applique avec du renforcement musculaire sous différentes formes (ESNM, renforcement par charge directe, renforcement par training de tâches orientées, ateliers de groupes) et la marche est associée à un entraînement précoce sur appareil robotisé ou au BWSTT à un stade plus avancé de la rééducation.

IV bis. Variantes de la tâche orientée :

IVbis. 1 . Approche Tâche orientée et rééducation par renforcement musculaire

Les nouvelles approches de rééducation neuromusculaire et particulièrement les travaux de Duncan et Bohannon (2007) reconnaissent que la faiblesse musculaire du malade hémiplégique est un problème en soi.

Les troubles du contrôle moteur ne sont pas seulement reliés à l'hyperréflexie ou à l'hypertonie, mais surtout à **la difficulté de générer une force appropriée** (défaut d'activation des UM), **de soutenir et de coordonner l'activité motrice lors d'une performance spécifique.**

Lors d'un AVC, les expériences montrent :

a) Au niveau de la force musculaire :

- **une diminution du nombre d'unités motrices,**
- **une diminution de leur recrutement,**
- **une atrophie des fibres musculaires rapides (type II) et une fatigabilité des fibres lentes (type I).**

Ces changements physiologiques seraient en grande partie responsables de la faiblesse musculaire.

b) Au niveau de la coordination de l'activité

La force de l'agoniste serait limitée, non seulement par celle de l'antagoniste (co-contraction), mais aussi par des **changements dans les propriétés viscoélastiques des tissus mous** (restrictions musculo-tendineuses). La résistance à l'étirement serait donc davantage reliée aux propriétés mécaniques du muscle post AVC qu'à la spasticité elle-même.

En Rééducation :

Les bienfaits physiques et psychologiques de l'exercice sont bien établis chez l'individu normal et les **études montrent que l'amélioration motrice des hémiplégiques passe par le renforcement musculaire.** Il faut donc l'envisager comme une stratégie thérapeutique pouvant être efficace, alors que, pendant longtemps, elle a été mise de côté, responsable disait-on de l'augmentation de la spasticité. Il semble raisonnable de penser qu'il peut en **résulter les bienfaits suivants :**

- une prévention de l'atrophie musculaire, du déconditionnement cardiovasculaire et des contractures musculaires ;
- une amélioration du temps de réaction de la réponse musculaire, une augmentation de la vitesse du mouvement ;
- une augmentation de la force et de l'endurance musculaire.

Généralement, les protocoles de renforcement musculaire après AVC comprennent un renforcement à vitesse lente (30 à 60 ° / s) ou un travail excentrique qui limitent l'apparition du réflexe d'étirement et donc la survenue de manifestations spastiques.

Les techniques utilisées sont, au début, la stimulation électrique (EMG feed back) puis, les exercices isométriques ou isokinétiques, l'ergocycle manuel, la bicyclette ergonomique, le

tapis roulant, ainsi que toutes les tâches fonctionnelles inscrites dans les activités de la vie quotidienne.

Actuellement, le renforcement musculaire est associé à l'apprentissage moteur de Carr et Shepherd, que ce soit pour l'équilibration ou pour la préhension et la manipulation ou pour les changements de position ou la marche. L'endurance et d'amélioration de la condition physique est recherchée sous forme d'ateliers de groupes.

Cette approche a ses limites : le patient doit posséder un potentiel d'apprentissage, présenter un minimum de récupération neurologique et, idéalement, ne pas souffrir de spasticité sévère.

A ce propos, voir Méta analyse de Ada et al en 2006 qui montre bien que l'augmentation de la force n'entraîne pas l'augmentation de la spasticité ;
Par contre, les différentes études de ce type ne montrent pas de retentissement fonctionnel à la phase subaiguë avec le renforcement musculaire.

Remarque : Faire la différence entre **Augmentation de la force et Rééducation intensive** : Les études démontrent, avec un faible niveau de preuve, l'efficacité de l'augmentation du temps de rééducation sur la fonction (MS \geq 3h / sem ; MI \geq 4h30 / sem ; en phase sub aigue.

IVbis.2. La Rééducation Eco-Contrainte :

C'est une variante de la technique fonctionnelle de Carr et Shepherd mais ses effets, en tant que technique de rééducation, ne sont pas étudiés.

Cette approche **associe les principes du renforcement musculaire et ceux de l'approche fonctionnelle de Carr et Shepherd.**
Elle s'inspire d'une part du **modèle dynamique des systèmes** qui explique le contrôle moteur et d'autre part des **récentes théories d'apprentissage.**

Le contrôle moteur :

Jusqu'à récemment le contrôle moteur s'appuyait sur 2 grands modèles : le modèle réflexe et le modèle hiérarchique.

Actuellement, on parle **d'un système complexe d'interactions où un contrôle multi systémique** exerce des influences en parallèle sur le comportement moteur pour réaliser une tâche spécifique. Le système neurologique ne serait qu'un des systèmes de cet ensemble. D'autres systèmes comme le système musculosquelettique, et les facteurs environnementaux occupent une place importante dans la réalisation du mouvement.

L'apprentissage moteur :

► 2 théories principales :

- **La théorie cognitive** ou l'apprentissage moteur est un processus d'adaptation cognitivo-moteur, relié à la pratique et à l'expérience. Il est favorisé par des conditions d'apprentissage qui amènent des changements permanents de la performance et de l'habileté motrice.

- La **théorie écologique** prône que l'apprentissage moteur résulte d'une découverte de solutions motrices par un système que forment l'organisme et l'environnement et qui se constituerait interactivement au cours de l'évolution.

La théorie cognitive soutient que l'apprentissage moteur est issu d'un processus cognitif, la théorie écologique soutient qu'il s'agit d'une réponse de l'organisme aux contraintes qui lui sont imposées.

Il n'y a actuellement pas de consensus sur l'une ou l'autre théorie. (sans doute, les deux modes d'apprentissage se complètent).

► Cependant, l'apprentissage moteur comprend deux variables critiques qui sont :
l'entraînement et le feedback.

Pour **l'entraînement**, classiquement, on disait que « le plus est mieux ». Actuellement, cette affirmation est remise en question et l'entraînement est jugé bénéfique s'il répond à trois critères : **l'efficacité, la généralisation et l'utilité** (apporte un changement profitable aux patients).

On reconnaît deux étapes principales dans l'acquisition d'habiletés motrices.

Lors de **la première étape dite « phase cognitive »**, le sujet prend conscience de l'activité à accomplir, des moyens pour y parvenir, de ses limites physiologiques et des contraintes du milieu. Le thérapeute fournit les explications nécessaires, planifie le déroulement de la séance d'entraînement, facilite certains mouvements, modifie éventuellement l'environnement et informe le patient des résultats de l'essai.

Une fois l'exécution de base réussie, commence **la phase « d'optimisation des réponses »** qui devrait conduire à **l'automatisation** de l'activité grâce à un grand nombre de **répétitions**.

Cependant, si la grande répétition des exercices améliore la performance, cette seule répétition ne permet pas d'emblée le transfert des acquis à d'autres activités ou leurs applications dans un autre contexte.

Les études + récentes montrent que l'organisation de l'entraînement doit **tenir compte du type d'activités visées**. Il peut être préférable, pour de meilleurs résultats, de pratiquer une activité dans son ensemble plutôt que de la décomposer en différentes étapes que l'on répètera X fois.

La marche en est un exemple.

Le feed-back est essentiel dans l'apprentissage. La rétro-information inhérente à l'activité motrice et issue de sources internes (visuelles, auditives, sensitives, vestibulaires) constitue le feedback intrinsèque. Le feedback extrinsèque provient d'une source externe, verbale ou non verbale et renseigne sur le résultat du comportement moteur relié au but visé.

Le rôle de ce feedback extrinsèque dans les processus d'apprentissage n'est pas remis en question. **Mais de quel type doit-il être ? à quelle fréquence et à quel moment doit-il être donné ?**

Il semblerait que, si la quantité d'information extrinsèque au début de la prise en charge est importante car elle supplée à l'incapacité du système sensori-moteur, il faille largement la diminuer dans un deuxième temps car le retard d'information permet une meilleure prise de conscience de l'erreur. Ce temps disponible permet au patient de mieux comparer les informations intrinsèques aux extrinsèques et les régulations du comportement moteur sont mieux intégrées, ils ont plus de chances d'être définitivement intégrés. Les possibilités de transferts d'apprentissages sont ainsi majorées.

De même, Claude Alain Hauert (2005 dans JP Didier ; la plasticité de la fonction motrice) rappelle que l'apprentissage moteur est aussi favorisé par certaines capacités des sujets, variables selon le niveau de développement du sujet et selon les conditions mises en place au cours de la rééducation. Ce sont :

- la compréhension et la capacité de se représenter les buts à atteindre : en rééducation il s'agit de donner au patient les renseignements qui permettent la connaissance du résultat de l'action (CR) ou de son déroulement (CP = connaissance de la performance)
- la motivation à atteindre ces buts.

Principes de rééducation :

L'approche thérapeutique, influencée par ces 2 théories, préconise **une rééducation d'emblée orientée vers la réalisation d'objectifs fonctionnels**. Elle ne prétend pas « normaliser » le mouvement ou même le tonus mais veut mettre en action toutes les ressources du sujet : ses caractéristiques personnelles (cognitives, physiologiques, socio-économiques, culturelles). Le comportement moteur s'organise grâce à l'interaction de ces différents systèmes.

A la suite d'une lésion du système nerveux central, le rôle du MK n'est pas de supprimer un effort qui apparaît maladroit à priori, mais **de favoriser les ressources disponibles, l'éclosion de la stratégie motrice la plus appropriée dans un contexte donné**.

Si possible, il est recommandé au plus tôt d'utiliser le potentiel de récupération du SNC (plasticité) afin d'augmenter la performance du patient, et ce, dans des activités fonctionnelles significatives pour lui. Si nécessaire on peut l'aider en adaptant le milieu d'entraînement (harnais pour la marche).

Les **compensations sont acceptées** (à la différence de la théorie de la rééducation fonctionnelle décrite précédemment) comme une stratégie produite par le patient pour produire le geste demandé.

Une fois l'action de base réalisable, le patient est entraîné à **développer des alternatives** (y compris des mécanismes de compensation) pour éventuellement choisir la stratégie la plus efficace dans la situation donnée afin de transférer les acquis ; Pour améliorer les performances, un nombre considérable de **répétitions** est nécessaire. Généralement, la rééducation seule n'est pas suffisante et un programme externe doit être mis en place.

► Rappel :

- Cette méthode n'est pas, à ce jour étudiée, du point de vue des apprentissages moteurs. On ne connaît pas ses effets réels.
- Son utilisation semble adaptée en cas de gros troubles cognitifs qui ne permettent pas la compréhension et l'intégration des guidages lors des apprentissages moteurs.
- Cependant, la question reste posée de savoir si l'autorisation de toutes les compensations n'empêche pas la mise en route de possibilités motrices inhibées par la lésion

B. Approches complémentaires

1. Rééducation par électrostimulation

En théorie :

L'électrostimulation peut être associée aux techniques de reprogrammation motrice.

Elle vise à favoriser la récupération motrice la plus sélective possible, proche de la motricité physiologique.

Elle stimule la réorganisation fonctionnelle par la plasticité cérébrale ainsi que l'inhibition de la motricité parasite (spasticité, syncinésie, autres).

En pratique :

Elle fait appel à des différents dispositifs :

➤ **L'EMG biofeedback** consiste à enregistrer l'activité électromyographique d'un territoire musculaire et à l'objectiver au patient par un signal sonore ou visuel (émission d'un son dont la tonalité est proportionnelle à l'activité musculaire produite ou visualisation d'une courbe dont l'amplitude augmente avec l'intensité de la contraction).

On utilise des électrodes de surface appliquées en regard des muscles déficitaires (les antagonistes des muscles commandés).

Le patient recherche la contraction maximale du muscle stimulé en inhibant la contraction de l'antagoniste.

Cette technique cherche à induire de nouveaux schémas moteurs par répétition de contractions au dépend des muscles spastiques.

Ex : prise de conscience des possibilités de contraction volontaire des Ext du poignet et des doigts et inhibition des Fléch. (Inglis et al ; Moreland et al)

➤ **La SEF (stimulation électrique fonctionnelle)** est une application de l'électrostimulation.

Elle sert à favoriser la contraction de muscles déficitaires à l'occasion de gestes fonctionnels. Elle est souvent utilisée dans 3 cas : pour relever le poignet et ouvrir les doigts lors de la prise d'objets, pour améliorer la flexion dorsale du pied lors de la phase oscillante de la marche et pour prévenir la subluxation de l'articulation de l'épaule à la phase aigue.

Les électrodes sont posées en regard des muscles (ou du nerf) à stimuler.

Les paramètres du courant de stimulation (largeur, fréquence, intensité) sont réglées par le MK pour obtenir une contraction maximale sans douleur.

Les études montrent que la SEF améliore la marche (augmentation de la vitesse de marche, baisse de la spasticité, baisse de la dépense énergétique). (Sabut et al ; Hakansson et 2011).

➤ **L'EMG STIM** est une technique qui s'appuie sur les 2 précédentes. La détection d'une contraction volontaire du patient (effet EMG) déclenche une stimulation électrique soutenue par SEF du muscle détecté. Il y a amplification de la contraction et du mouvement fonctionnel.

Conclusion :

L'EMG biofeedback et la SEF sont des techniques adjuvantes des méthodes de reprogrammation neuromotrice.

La SEF et l'EMG Stim contribuent à favoriser la récupération motrice et à inhiber la spasticité.

Ce sont des techniques peu coûteuses et bien tolérées.

2. Rééducation du MS hémiplégique par contrainte forcée ou Constraint-Induced Therapy

Il s'agit ici d'une autre technique, d'avantage centrée sur la récupération du MS, issue du concept de tâche orientée répétition de gestes de Carr et Shepherd.

Introduction :

Les mauvais résultats fonctionnels quant à l'utilisation du MS obtenus chez les patients hémiplégiques après rééducation, ont poussé les neurologues et rééducateurs à chercher le pourquoi de ces résultats et à proposer d'autres solutions.

Depuis 1989, un groupe d'américains et en particulier M. TAUB (Université de Birmingham en Alabama) utilise une nouvelle technique de rééducation et en évalue les effets. Cette technique appelée **CIT (constraint-induced therapy)** consiste à obliger le patient à utiliser son MS hémiplégique, en bloquant le bras sain une grande partie de la journée, et en le soumettant à un **réentraînement sur des tâches orientées** (6 heures de « façonnage »).

Les principes de la thérapie motrice sous contrainte s'appuient sur des travaux effectués sur le singe. Après section des racines postérieures correspondant à un MS, l'animal n'utilise plus ce membre. On observe ensuite, lors de la récupération totale de la sensibilité du MS, une non utilisation définitive de ce membre. Cependant, la mise sous contrainte de l'extrémité non désafférentée ou bien l'entraînement intensif du bras touché a permis à ces singes de recouvrer l'utilisation de ce bras. Les expérimentations ont montré que la perte de la fonction motrice due à une désafférentation était le résultat d'un comportement appris, d'une « **non utilisation acquise** ».

Le **façonnage** ou technique de travail intensif comprend une obligation d'utilisation du MS d'un minimum de 6 heures par jour pendant les 5 jours de la semaine, avec arrêt de la contrainte le week-end et ceci pendant au moins 2 semaines. Le patient doit être consentant et posséder un minimum de motricité dans le MS sollicité.

Au total, ces résultats suggèrent :

- qu'il existe des possibilités de création de nouveaux circuits ou de mise en activité de synapses latentes induisant le fonctionnement de nouveaux circuits ;
- que l'activation de ces circuits n'est possible que si un usage intensif est réalisé par l'animal lésé et par extension le patient humain.

Etudes sur l'homme :

Wolf et all (1989) ont étudié les effets de la CIT sur 25 patients hémiplégiques stabilisés (à un an de la lésion). Les tests utilisés pour évaluer les effets sont au nombre de 21 et étudient la dextérité manuelle, l'utilisation du MS déficitaire dans les activités de la vie quotidienne, la force de préhension. Une analyse de séquence vidéo permettait d'apprécier la qualité des mouvements. Les tests répétés, réalisés avant l'expérimentation, ne montrent aucune amélioration significative. Le traitement durant 2 semaines consistait à porter toute la journée un système bloquant le MLS sain sauf 30 minutes maximum par jour. Les résultats montrent une amélioration de un test la première semaine et de huit tests la deuxième semaine. L'amélioration s'est poursuivie après l'arrêt du traitement (à un an, 19 tests sur 21 sont améliorés). Cependant, la qualité des gestes n'est pas améliorée (enregistrement vidéo).

Miltner et al (1999) aidé de **Taub** réalisent une autre étude sur 15 patients hémiplegiques avec des lésions stabilisées. La CITHérapie porte sur 12 jours et le bras est contraint par une attelle d'immobilisation pendant 90% de la journée. La rééducation ou « façonnage » dure 5 à 6 heures / jour avec 50 exercices différents à répéter. Les tests d'évaluation des effets portent surtout sur les AVQ. Les résultats montrent que dès les premiers jours, tous les sujets sont améliorés. Cette amélioration se continue dans le temps et, à un an, elle est considérable.

Cependant, ces travaux mesurent à la fois l'effet de la contrainte proprement dite et l'effet de la rééducation intensive de 5 à 6 heures / jour (façonnage). Il faudrait faire la différence des deux effets.

Van Der Lee et al (1999) ont cherché à faire la différence. L'étude porte sur 66 patients post AVC qui ont eu soit une rééducation intensive de 6h/j, soit une rééducation intensive et une contrainte du MS. Les tests utilisés étaient l'AR, le Fugl-Meyer et le Motor Activity Log.

Dans la CIT, 2 tests / 3 ont été améliorés.

Dromerick et al (2000) a étudié l'effet de la contrainte à la phase aiguë de la rééducation chez 33 hémiplegiques à 14 jours de l'AVC. Chez les patients contraints, après 15 jours de traitement, les scores de L'ARA étaient plus élevés mais il n'y avait aucune différence significative sur le Barthel et la MIF.

Etude EXCITE sur grande échelle actuelle (Dr Simon 2009) montre, à 2 ans de recul de l'AVC, que la population qui bénéficie le plus de la technique et celle qui avait un AVC modéré à moyen au départ, celle qui présentait une récupération des extenseurs du poignet et des doigts.

Au total :

- Les résultats montrent que cette technique améliore significativement l'utilisation du bras hémiplegique dans la vie quotidienne. Agit surtout sur l'héminégligence (surtout au début de la prise en charge).
- Les futures études devront montrer si le traitement doit être précoce pour être le plus efficace.
- Cette technique de rééducation s'étend actuellement à **d'autres parties du corps** (MI et lest, langage contraint, tronc contraint...)

(Etude de MEDEE 2011 pour différencier les effets de la contrainte et du façonnage)

4. La marche en suspension (BWSTT), la marche mécanisée (gait trainer, lokomat)

Au-delà de la rééducation à la marche par les techniques de rééducation de base (rééducation tâche orientée) et du fait de l'intérêt de la **prise en charge précoce et intensive** pour profiter de la plasticité cérébrale, la question s'est posée d'une prise en charge de la marche en phase subaiguë post AVC.

Certaines expériences chez les rats spinaux aigus, ont montré que l'on peut réactiver un pattern de marche (activation du générateur spinal de marche) par un entraînement sur tapis roulant avec suspension d'une partie du corps.

- **L'entraînement à la marche sur tapis roulant avec soulagement de poids :** (body weight support treadmill training).

C'est la première technique (étude de S. Hesse) qui a permis de stimuler la marche de façon précoce et intensive.

- Il s'agit d'un entraînement orienté vers la tâche et répété (celui qui veut apprendre à marcher doit marcher).
- Cette technique permet un entraînement prolongé dans différentes conditions d'effort imposées (+ ou – de suspension, augmentation progressive de la vitesse de marche et de la pente du tapis).
- Cette marche peut être enrichie par des perturbations visuelles (réalité virtuelle) ou motrice (enjambements).
- Permet aussi une réhabilitation à l'effort pour des patients encore très fatigables, mais peut être utilisé sans BWS à tous les stades de la rééducation pour parfaire la qualité de la marche et dans un but de réentraînement à l'effort.

Les études ne montrent pas de réels avantages à la marche avec ce type d'entraînement, à la phase aigüe.

Par contre elle est recommandée à la phase chronique car elle améliore le pattern de marche et diminue la spasticité temporairement.

Cependant elle ne reproduit pas réellement la marche au sol du fait de la stimulation plantaire créée par le tapis roulant (alternance des pas).

De ces résultats, différentes machines d'entraînement à la marche sont construites (gait trainer de Hesse, Lokomat de Hocoma...)

- **Rééducation robotisée à la marche** (gait trainer, lokomat):

La rééducation assistée par robot consiste à réaliser des mouvements contraints par un système électromécanique, couplé ou non à un environnement virtuel.

En fonction de la sophistication du robot, le mouvement peut être libre, totalement guidé ou assisté, ou assisté de façon variable + ou- importante.

- Il s'agit ici d'une forme d'entraînement par **répétition** de tâches « **bien réalisées** » (principe d'apprentissage sans erreur).
- La réduction de la contrainte liée au poids des segments corporels par suspension progressivement dégressive facilite l'apprentissage du contrôle moteur. Cet entraînement est particulièrement indiqué pour les patients non ambulants possédant peu de possibilités motrices. Il prolonge l'action du thérapeute.
- A une phase ultérieure, l'association du robot à un environnement virtuel permet un apprentissage implicite des situations variées avec changement de directions et obstacles à enjamber stimulant l'équilibre et la vitesse de réactivité du mouvement (travail en double tâches)

Les études montrent, à la phase subaiguë, une amélioration de la vitesse de marche, du temps d'appui sur le membre hémiplégique de la longueur et symétrie du pas. Mais cette amélioration n'existe que si l'entraînement lokomat est couplé à une rééducation classique de la marche au sol.

Un entraînement robotisé de la marche seul est moins efficace qu'un entraînement classique de rééducation;

De nouvelles études recherchent une amélioration des apprentissages moteurs de la marche par contrainte des MI (contrainte > du MI sain et contrainte < du MI hémiplégique) dans le lokomat (C. Bonnyaud 2014).

Enfin la robotisation se développe aussi pour le MS (Armeo) mais les études montrent que si la force et la fonction du MS s'améliorent, il n'y a pas de répercussion flagrante sur les activités de la vie quotidienne (Kwakkel 2008; Mehrholz 2008)

Conclusion :

L'utilisation du BWSTT ou du gait trainer ou du lokomat n'est utile que en accompagnement d'une rééducation classique.

Ces appareils sont onéreux et il n'en existe que peu en France.

5. Entraînement par Imagerie Mentale, effet miroir et réalité virtuelle

- rééducation par imagerie mentale :

Méthode qui consiste à évoquer et répéter mentalement une expérience motrice déjà vécue dans le passé ou à évoquer l'image anticipatrice d'une action nouvelle dans le but d'obtenir la réalisation ou la mémorisation d'un mouvement donné.

L'IRMF a montré que l'imagerie mentale active les mêmes zones corticales que le mouvement.

Bien que l'on n'ait pas de preuve d'amélioration du geste en faveur de la pratique mentale avec imagerie motrice, elle peut optimiser la synchronisation du mouvement en améliorant la planification du geste et l'activation de processus inconscients.

Le milieu sportif exploite cette méthode depuis longtemps et montre que l'apprentissage moteur par imagerie mentale est efficace. Il existe donc d'autres processus d'apprentissage moteur que l'apprentissage classique par essai erreur.

Il existe 2 types d'imagerie mentale :

- l'imagerie externe où le patient s'observe virtuellement pendant la réalisation de son mouvement (modalité visuelle)
- l'imagerie interne où le patient essaie de percevoir les effets du mouvement virtuel (modalité kinesthésique, plus efficace dans les apprentissages moteurs) et donc plus efficace pour la rééducation par apprentissage moteur des hémiplésiques.

- rééducation par effet miroir :

L'idée part de la recherche du rôle des informations visuomotrices dans l'apprentissage moteur. Or « observer une action » dans le but de l'imiter est l'un des principaux modes de l'apprentissage moteur chez l'enfant et l'adulte.

L'imagerie fonctionnelle cérébrale a montré que le réseau cérébral activé lors de l'observation d'un geste est largement superposable à celui mis en jeu lors de la réalisation du geste. Ceci sous-tend qu'il existe un réseau commun (cortex pariétal, cortex prémoteur et cervelet) impliqué dans l'apprentissage moteur.

De plus il existe dans ces régions des neurones appelés « neurones miroirs » qui sont actifs tant lors de l'exécution du geste que lors de l'observation du même geste.

L'apprentissage moteur est donc facilité par les informations visuelles (même circuit) et d'autant plus qu'il existe une motivation à apprendre le geste. D'où la notion de « observer le geste ce serait presque le faire ».

Si l'on modifie les afférences visuelles au niveau du MS hémiplésique, en donnant au patient l'illusion d'un mouvement correctement réalisé, cette technique de rééducation « virtuelle » permet de rétablir la cohérence entre intention et réalisation du geste et guiderait le réapprentissage moteur en utilisant les propriétés des afférences visuelles. La technique du miroir met en jeu des mouvements bilatéraux que le patient observe dans un miroir et en face des mouvements de la main hémiplésique, le patient voit ceux de la main saine. Différents travaux ont montré des résultats positifs sur cette technique, en particulier sur les douleurs neurologiques et le SDRC I et sur l'héminégligence unilatérale ;

- **réalité virtuelle :**

c'est le principe de l'entraînement des aviateurs ou des pilotes de courses. Un système vidéo 3D relié qui fournissent le mouvement, la couleur, le son stéréo, les odeurs, du vent avec des petits ventilateurs situés près de la tête du patient placé sur un siège vibrant. On recrée ainsi un voyage en moto en pleine campagne ou ailleurs.

Le patient est donc immergé dans un cadre et doit réaliser des tâches définies. On peut travailler sur l'analyse et la décomposition des gestes, ou sur la reproduction des conditions d'entraînement.

La « réalité augmentée » est un procédé de rééducation par réalité virtuelle qui renforce par une surreprésentation d'informations utiles au patient ou bien modifie à volonté les informations à disposition du sujet selon ses besoins, dans l'environnement virtuel.

Ex de rééducation par réalité virtuelle :

- jeux vidéo interactifs (kinect ou Wii)
- Posturologie avec RV (plate forme Satel)
- Rééducation mécanisée et RV (lokomat, Arméo)

6. Stimulation Magnétique Transcranienne

La TMS ou rTMS (stimulation magnétique transcrânienne répétitive) est une nouvelle technique non invasive et indolore d'exploration et de stimulation du système nerveux central.

Le principe de son fonctionnement consiste à appliquer un champ magnétique focalisé transmis verticalement par une bobine posée sur le scalp du patient. Celle-ci induit un courant horizontal secondaire qui a pour effet de stimuler les neurones situés en regard de la bobine.

Le courant électrique, libéré de façon unique ou répétée, en stimulant les neurones, permet la propagation d'un potentiel d'action.

Cette technique s'appuie sur le concept de compétition interhémisphérique ;

L'excitabilité M1 est réduite du côté lésé en raison d'une inhibition trans corps calleux majorée provenant de l'aire M1 du côté sain. Cela contribuerait au déficit moteur du côté hémiparalysé. En effet, lors d'un AVC, plus un hémisphère est lésé, plus l'hémisphère sain controlatéral est hyperexcitable. Cette asymétrie d'excitabilité des hémisphères se réduit parallèlement à la récupération motrice fonctionnelle ;

La rééducation cherche à réduire l'inhibition de l'hémisphère lésé par l'hémisphère sain afin d'augmenter l'excitabilité de l'aire M1 lésée.

La STMr de basse fréquence (1Hz) est inhibitrice tandis que la STMr à haute fréquence (10 à 20 Hz) est excitatrice ;

On réalise soit une stimulation répétée facilitatrice (SMTr) du côté atteint soit une stimulation répétée inhibitrice du côté sain avec des courants de basse fréquence (1Hz).

Les résultats observés chez les patients hémiparalysés sont encourageants pour la récupération motrice surtout du membre supérieur.

(Boggio PS et al, Annales de MPR, 2006)

Etude multicentrique PHRC à Pitié Salpêtrière sur stimulation transcranienne et hémiparésie (Dr Pradat Diehl)

7. Rééducation de l'héminégligence par l'orthèse Bon Saint Côme

I. Introduction :

L'appareil Bon Saint Côme a été conçu pour tenter de faire régresser le syndrome de négligence visuo-spatiale unilatérale (N.S.U) que l'on rencontre fréquemment dans les lésions l'hémisphère cérébral droit.

La NSU est un trouble de l'exploration et de l'utilisation d'un héli espace égocentrique. Ce syndrome a des répercussions au niveau du comportement sensori-moteur, dans ses aspects attentionnels aussi bien qu'intentionnels.

La NSU dans l'hémiplégie gauche est un facteur péjoratif pour le pronostic fonctionnel (en particulier de la marche) malgré une bonne récupération sensori-motrice.

II . Les théories de l'hémi négligence :

- Les travaux de Larmande et coll, 1984, (test d'écoute dichotique mélodique) met en évidence la relation entre l'activation hémisphérique droite et l'orientation du regard à gauche chez le sujet sain.
- Jeannerod, 1989, montre l'existence d'un référentiel égocentrique (qui passe par l'axe du tronc), véritable référentiel postural qui régit les expériences sensori-motrices dans l'espace extra-corporel.
- Karnath, 1997, montre que la rotation de l'axe du tronc de 15° vers la gauche améliore très nettement les performances des hémiplégiques héminégligents alors que la rotation de la tête et des yeux seuls, est insuffisante.
- Diller, 1977, propose une méthodologie d'apprentissage dans ce type d'affection. Il cherche à obtenir une automatisation des mouvements de la tête et des yeux, basée sur le conditionnement du comportement attentionnel, par indiçage à gauche (ancrages attentionnels).

De ces différents travaux, une hypothèse a été émise : le référentiel égocentrique serait-il dévié lors d'un AVC et la rotation du tronc associée à la répétition des exercices permettrait -elle un recentrage de ce référentiel ?

Dans cette optique, BSC a élaboré un nouvel appareil de rééducation. A travers celui-ci, il cherche à acquérir une relation entre l'exploration spatiale à gauche et la rotation volontaire du tronc (contrôle et coordination de la rotation de l'ensemble « yeux-tête-tronc »), par rétrocontrôle (bio feed-back). Au décours de cet apprentissage, il recherche aussi l'obtention d'un transfert de poids sur le MI droit.

La rééducation par la méthode de BSC aurait pour effet d'améliorer plus vite la tenue du tronc de l'hémiplégique et de diminuer l'héminégligence en mettant en œuvre les processus attentionnels et intentionnels des patients.

III . Description de l'appareil BSC :

1 . L'orthèse :

Il s'agit d'un corset de maintien du tronc, léger, facile à mettre et à enlever, réglable en hauteur et largeur. A la partie postérieure du corset, en son centre et suivant l'axe de la colonne vertébrale, est fixée une tige métallique verticale, prolongée par une partie horizontale qui passe au-dessus de la tête en croisant l'axe corporel. Cette tige est connectée à un pupitre de commandes par un câble électrique.

L'objectif visé par ce corset et sa tige est d'amener le patient à réaliser une rotation de l'axe du corps en lui demandant de déplacer l'extrémité de la tige vers des cibles fixées sur un tableau situé devant lui.

2 . Le tableau :

Il est formé de deux panneaux rectangulaires, semi-circulaires et de même taille, disposés devant le patient afin de couvrir 160° d'espace extra-corporel.

Posés chacun sur un pied à roulettes afin de pouvoir les avancer ou les reculer, ces panneaux sont aussi réglables en hauteur.

L'espace entre les deux tableaux représente l'axe égocentrique (séparation entre l'espace droit et l'espace gauche par rapport à l'axe du corps).

Chaque panneau est équipé d'une vingtaine de cibles différentes, dotées d'un voyant lumineux et d'un buzzer (note de musique).

- Quand la tige métallique reliée au corset touche le bord d'une cible, la lumière s'allume et / ou le son retentit. Il s'agit ici d'utiliser l'appareil en sollicitant le patient *sur le mode intentionnel*.
- Le kiné peut activer les cibles par les touches du pupitre. Il s'agit ici d'attirer l'attention du patient. On le sollicite alors *sur le mode attentionnel*.

3 . Le pupitre :

Il permet les différentes connexions entre l'orthèse, le tableau et l'opérateur

- Il permet de programmer différentes séquences que le patient doit reproduire volontairement sur le mode visuel ou auditif.
- Les temps pour attirer l'attention du patient ou pour répondre peuvent être programmés.
- On peut réaliser un ancrage à gauche en utilisant la cible préférée du patient et en la positionnant le plus à gauche possible par rapport à ses possibilités.

Conclusion :

L'objectif de ce type de rééducation est de transférer les acquis dans la vie quotidienne : pouvoir se déplacer d'un point à un autre, changements de direction, anticipation des gestes.

L'ensemble de ces exercices ainsi que leur mise en pratique dans les AVQ demande au patient de maîtriser systématiquement « le désengagement de son attention d'une tâche réalisée pour s'orienter et se fixer sur un nouvel objectif »

Cette mobilisation attentionnelle en suivant un but conscient, devra aller vers une automatisation du processus en réponse à un stimulus imprévu..

Les exercices BSC:

Le principe de la méthode BSC est de coupler une exploration spatiale, guidée par rétrocontrôle (visuel ou auditif), à la rotation axiale volontaire du tronc.

En pratique, les situations proposées doivent aussi amener le patient à effectuer des transferts sur le MI hémiparétique gauche.

Il existe une progression dans les exercices qui seront réalisés soit couché, soit assis, soit debout, en station bipodale puis unipodale.

1. Exercices préliminaires :

- Familiariser le patient avec le matériel : station assise stable, déplacements tige-cibles.
- Lors des rotations ou aux inclinaisons latérales du tronc, le regard doit suivre la tige.
- Opérations de pointage qui permettent la prise de conscience du déficit aux patients.

2. Exercices de ré entraînement exploratoire :

- Pointages sur une suite de cibles horizontales, de la droite vers la gauche, puis de la gauche vers la droite, puis de façon aléatoire. Intervention des processus intentionnels.
- Réagir au buzzer ou à la lumière des cibles. Intervention des processus attentionnels.

3. Exercices d'intégration de la verticale :

- Exploration du tableau de façon horizontale puis verticale puis en diagonale puis de façon aléatoire. Intervention des processus intentionnels et attentionnels.
- Stimulation du couplage son / lumière puis simplifier en n'utilisant que le stimulus visuel.
- Au niveau moteur coupler la rotation « tête / tronc » avec le transfert sur le MI gauche. Au début, utiliser la situation de pas antérieur puis celle du pas postérieur.

4. Exercices de dissociation :

- Dissocier l'ensemble « tête / tronc » dans le demi-espace droit avec appui sur le MI gauche.
- Debout, appui unipodal Sur MIG et solliciter la flexion-extension du genou pour atteindre les cibles basses ou hautes.

5. Activation de la représentation mentale :

- Pendant les exercices de pointage d'une série de cibles, on propose au patient « d'anticiper mentalement » la saisie de la cible suivante (série apprise par le patient au préalable). Ceci permet de diminuer le temps d'action du passage d'une cible à l'autre.

Au total :

L'objectif de ce type de rééducation est de transférer les acquis dans la vie quotidienne : pouvoir se déplacer d'un point à un autre, changements de direction, anticipation des gestes.

L'ensemble de ces exercices ainsi que leur mise en pratique dans les AVQ demande au patient de maîtriser systématiquement « le désengagement de son attention d'une tâche réalisée pour s'orienter et se fixer sur un nouvel objectif »
Cette mobilisation attentionnelle en suivant un but conscient, devra aller vers une automatisation du processus en réponse à un stimulus imprévu..