

Bases théoriques et principes de la rééducation de l'équilibre

Pr Isabelle Bonan
Service MPR
CHU Rennes



Introduction: le contrôle postural

2 composantes entremêlées

- 2 objectifs fonctionnels du comportement postural
 - L'orientation posturale
 - implique l'alignement actif du tronc et de la tête par rapport à la gravité, aux surfaces de support, à l'environnement visuel et aux références internes.
 - La stabilisation
 - implique la coordination des stratégies de mouvement pour stabiliser le centre de la masse corporelle



introduction

- Importance équilibre
 - Autonomie
 - Gravité des chutes
- Nombreuses pathologies
 - dont vieillissement
- Rééducation de l'équilibre est efficace
 - Bien cibler les composantes de déséquilibre
- 3 axes complémentaires
 - Restitution
 - Compensation
 - Prévention des chutes

Introduction

le contrôle postural=compétence complexe

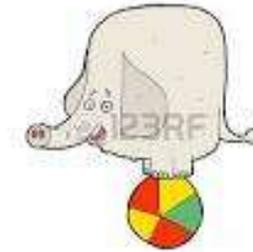
- implique de nombreux systèmes physiologiques sous-jacents, contexte-dépendants, qui peuvent chacun être affectés par la pathologie
- L'atteinte de ces systèmes sous-jacents entraîne des instabilités différentes et spécifiques au contexte
- Intrication de ces systèmes
 - compréhension des multiples mécanismes sous-jacents au contrôle postural
 - Proposer programme de rééducation personnalisé
 - importance du contexte (tâche/environnement)

La rééducation de l'équilibre=3 axes

- I) Restitution
- II) Compensation
- III) Prévention des chutes

6 composantes neurophysiologiques de l'équilibre à entraîner

- Optimisation de l'intégration sensorielle
- Améliorer la représentation du corps
- Améliorer le contrôle cognitif
- Restauration du tonus du tronc
- Stimuler les stratégies de stabilisation
- Coordination inter-segmentaire



Objectifs pédagogiques

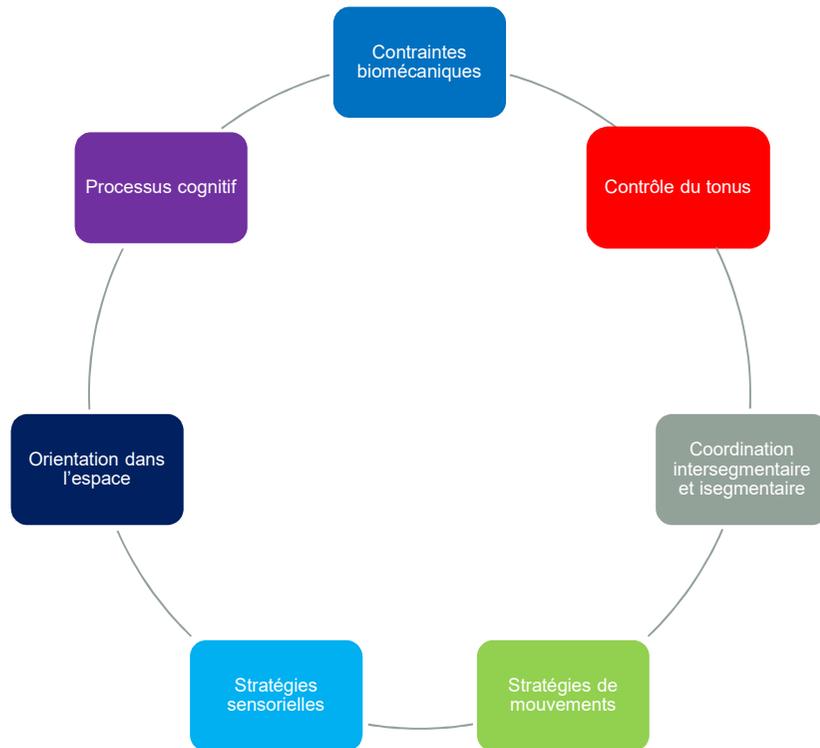
- Connaitre les 3 axes de la rééducation de l'équilibre
- Importance de l'examen du système musculo-squelettique
- Savoir différencier les déficiences musculo-squelettiques primaires des compensations
- Comprendre les composantes de l'équilibration à prendre en compte pour la restitution de l'équilibre en lien avec la neurophysiologie
- Ne pas oublier compensation par des aides techniques et la prévention des chutes

RESTITUTION

Principes et techniques de la rééducation posturale

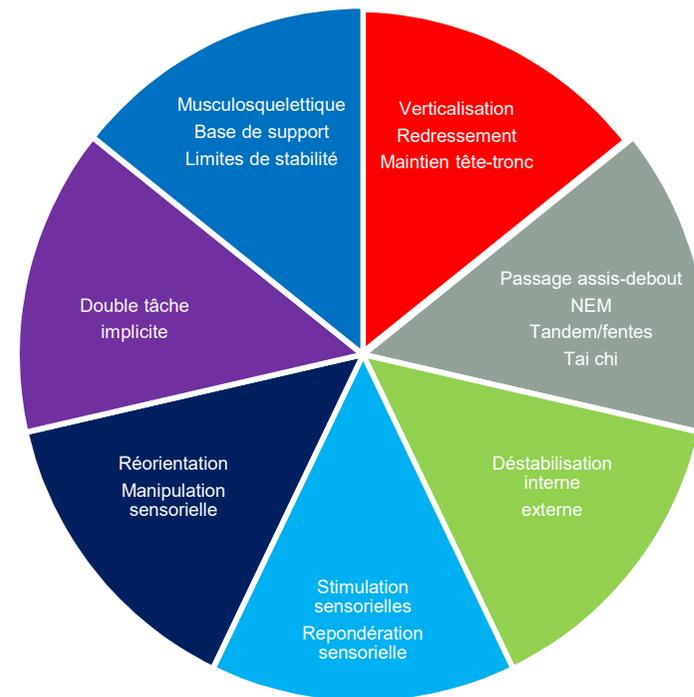
I-Restitution

Bases théoriques



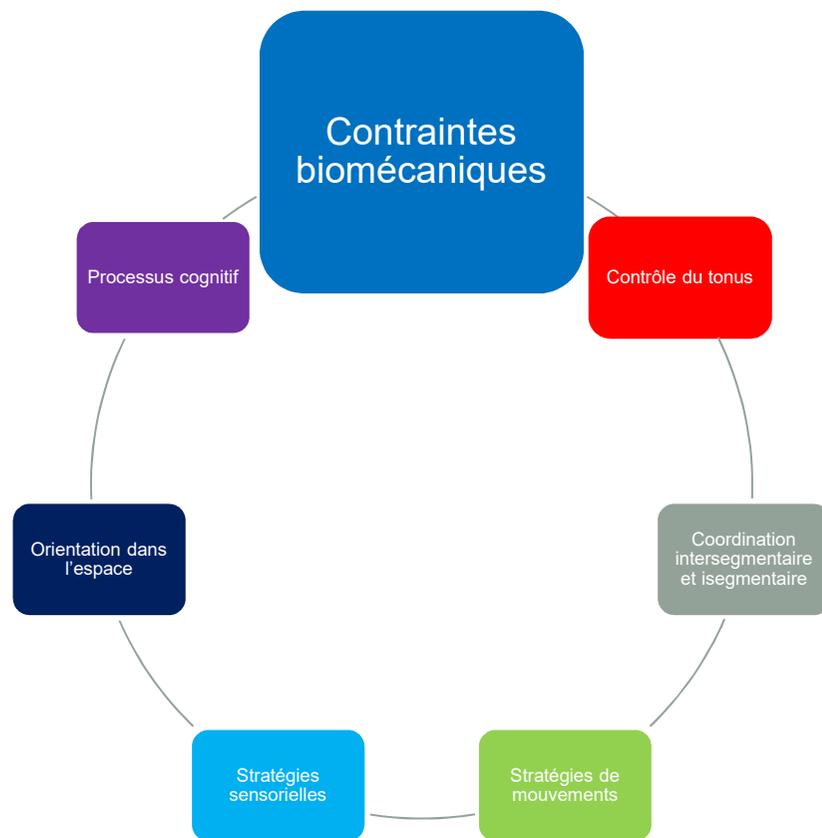
7 sous systèmes interdépendants

Techniques de rééducation

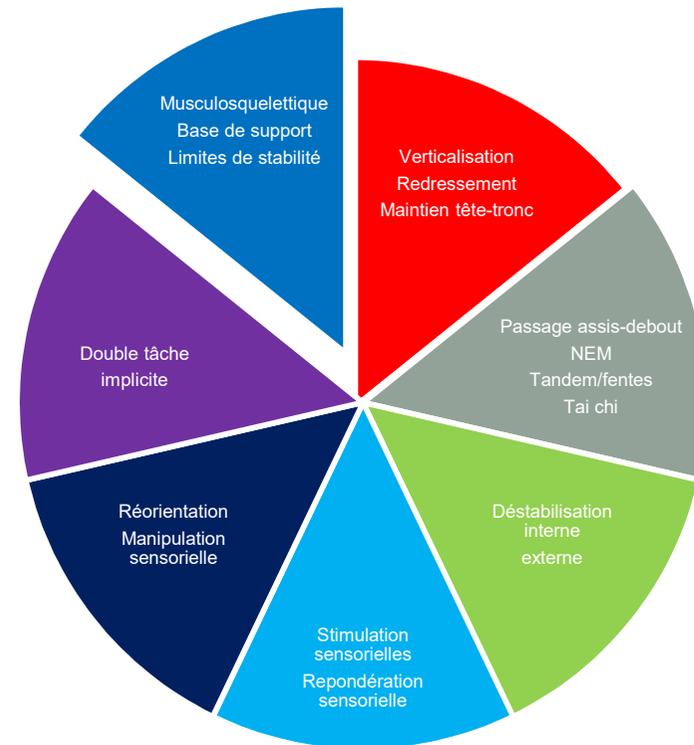


I-Restitution

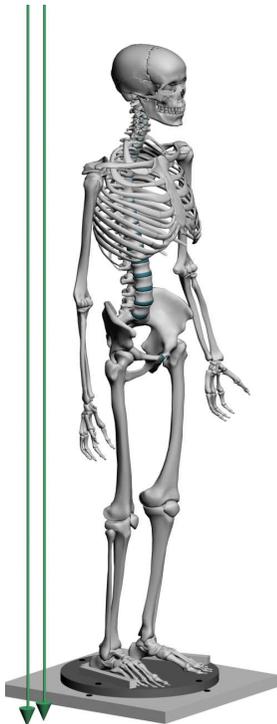
Bases théoriques



Techniques de rééducation

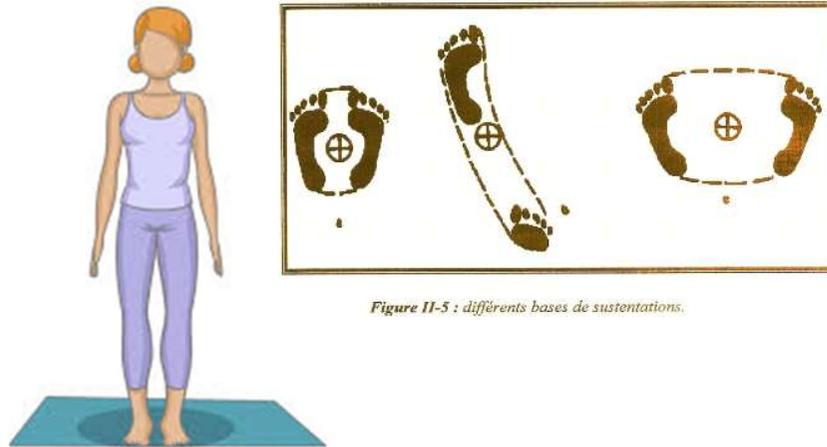


1-Contraintes biomécaniques



Biomécanique

- centre de masse (CM)
- Base de support (BoS)



Pour maintenir une posture stable:
Projection CM au sein BoS
(Tinetti 88)

Tout ce qui affecte la base de support compromet ce principe

- Correction des déficits du système musculo-squelettique perturbant la biomécanique
- Travail sur variétés de base de support

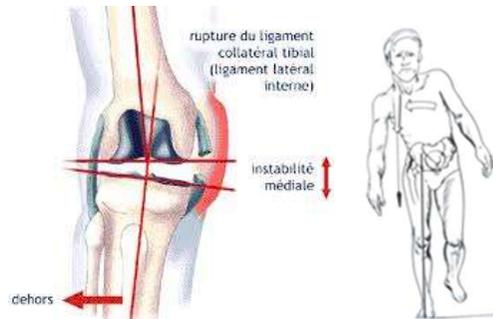
Repérer les déficits élémentaires du système musculo-squelettique



Effondrement antérieur du tronc, fessum des genoux



Réductibilité avec extension lombaire et projection des bras en arrière



examen musculo-squelettique soigneux statique et dynamique

-examen postural

-déformations

-raideurs

-laxité

-force des muscles stabilisateurs antéropost (antigravitaires) et latéraux

ne pas
méconnaître
les
compensations

à ne pas
corriger

Compensations
-recurvatum
-équin
-hyperlordose ou
effacement lordose



Effondrement antérieur du tronc, fessum des genoux



Correction des altérations musculosquelettiques perturbant la base de support

- Traiter un flessum
- Compenser une inégalité de longueur
- Traiter une hypertonie gênant l'appui au sol
- Compenser laxité
- Traiter un déficit moteur



! Attention aux compensations à ne pas corriger: recurvatum, équien, perte lordose...

Entraîner en modifiant la base de support



- Travail base de support

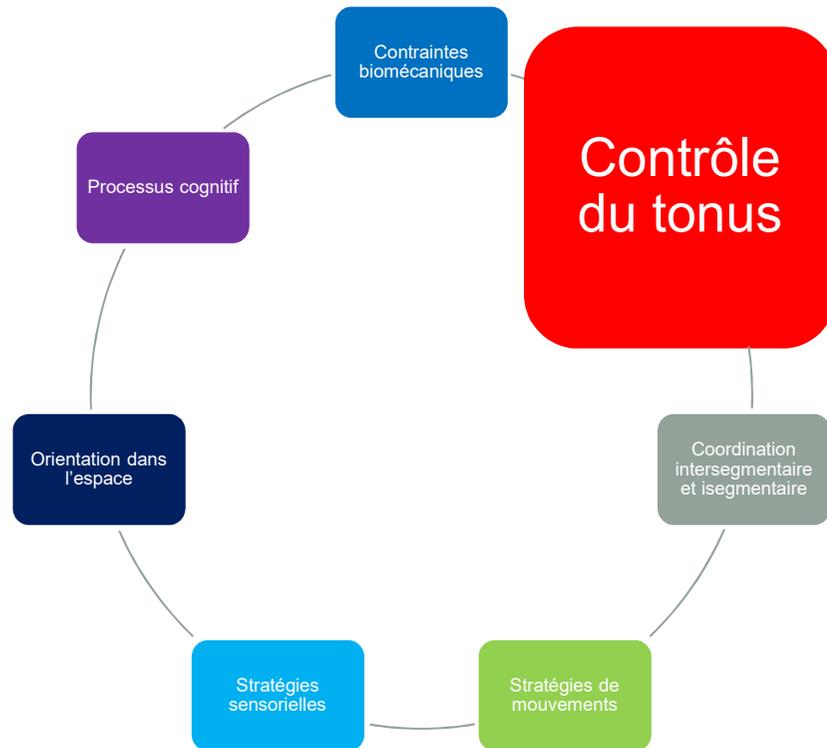


Figure 11-5 : différents bases de sustentations.



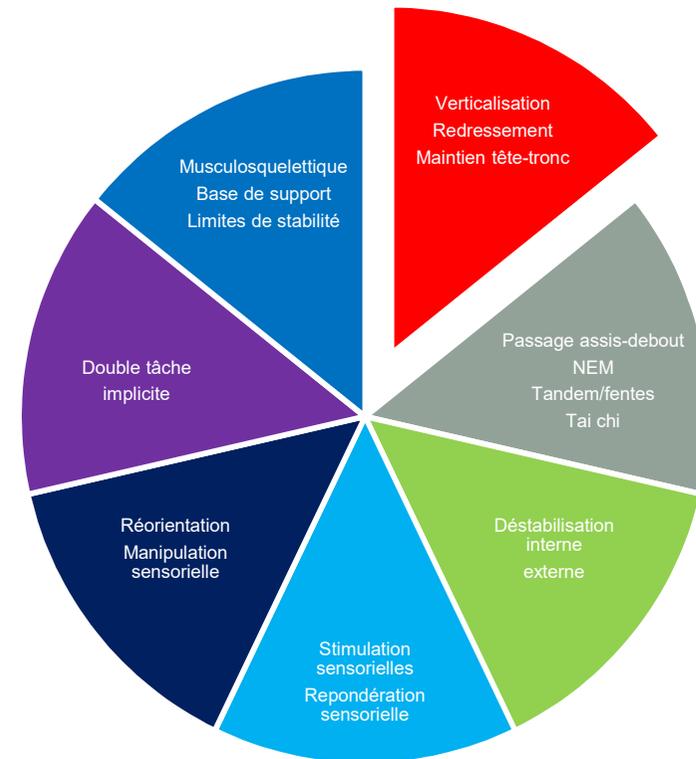
I-Restitution

Bases théoriques

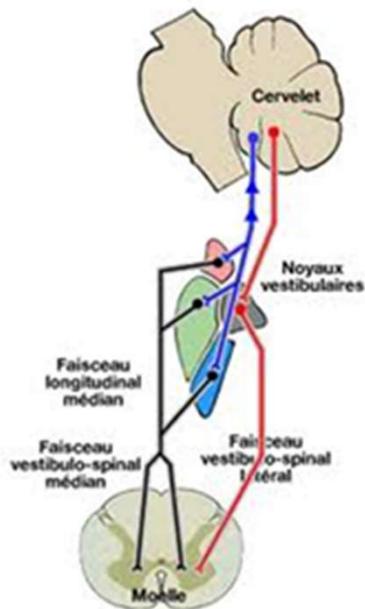


7 sous systèmes interdépendants

Techniques de rééducation



2- Régulation du tonus postural



Contrôle sous cortical

- Tonus muscles antigravitaire
- Contrôle musculature axiale
- stabilisation de la tête et du corps dans l'espace

→ Importance lors

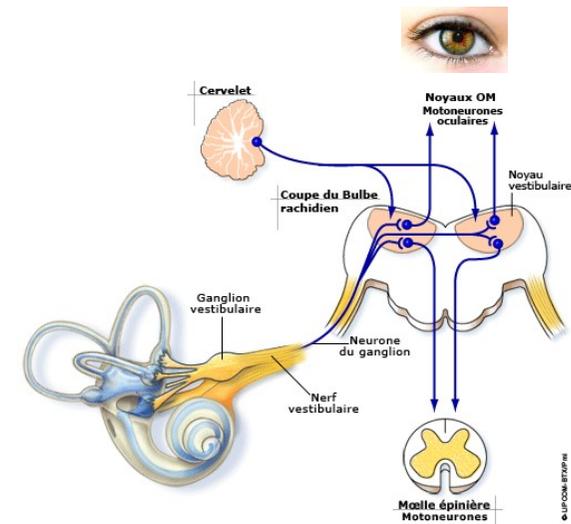
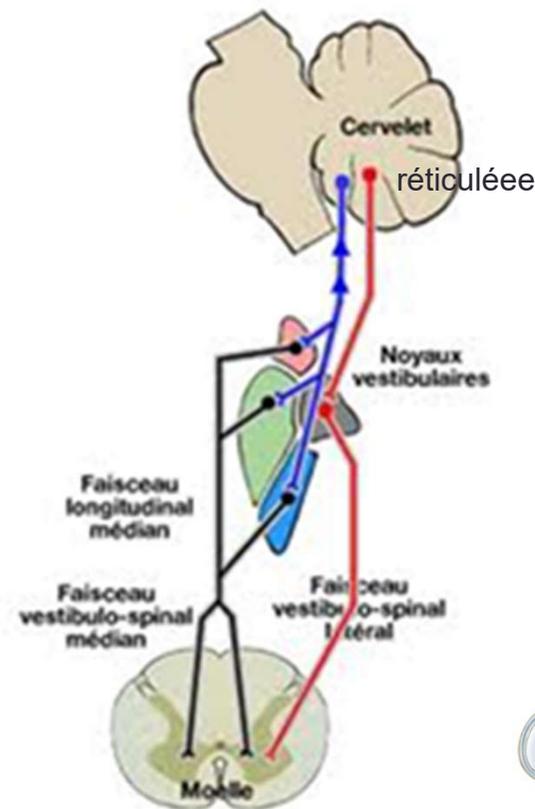
-du maintien des attitudes

-de la réalisation de mouvements volontaires ou automatiques

- **Problème de contrôle insuffisant**
- Paralysie cérébrale, hémiplegique, sd cérébelleux, parkinson
- **Deficit de force** personnes âgés, paraplégiques

Régulation motrice sous corticale

Contrôle sous cortical:
formation réticulée,
cervelet,
noyaux vestibulaires.

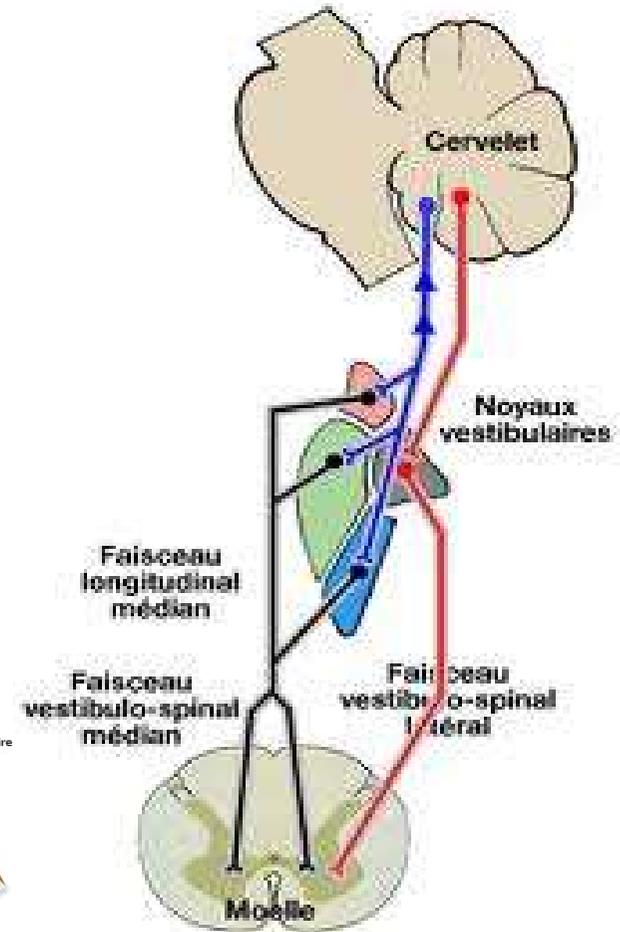
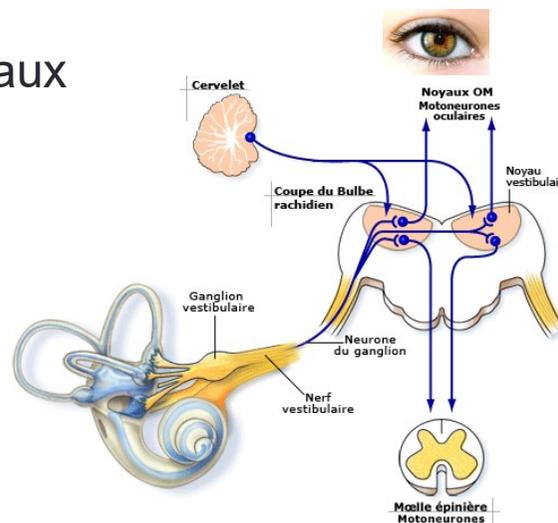
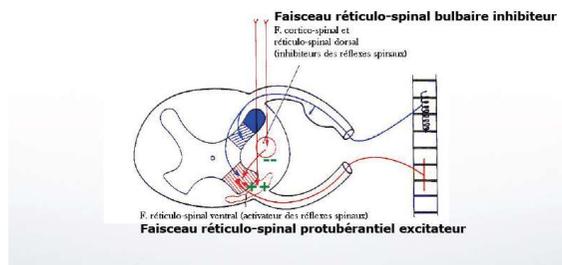


Régulation automatique sous corticale

- Tonus muscles antigravitaire
- Contrôle musculature axiale
- stabilisation de la tête et du corps dans l'espace
- ajustements posturaux intrinsèques et extrinsèques
- Régulation agonistes -antagonistes

Rôles intriqués cervelet/noyaux vestibulaires/réticulée

Contrôle suprasegmentaire des réflexes spinaux



Restauration du tonus postural = verticalisation



restauration du tonus postural



Restauration du tonus postural



Exercices
statiques
-redressement
-maintien



dynamique

Restauration du tonus postural

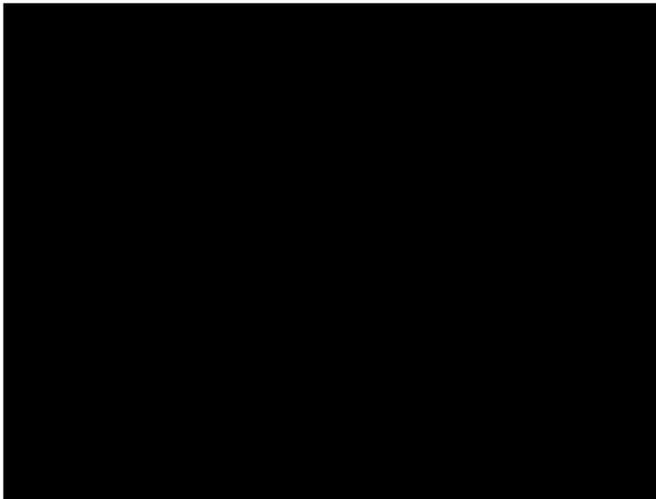


Stimulations
-sensorielles
-en dynamique



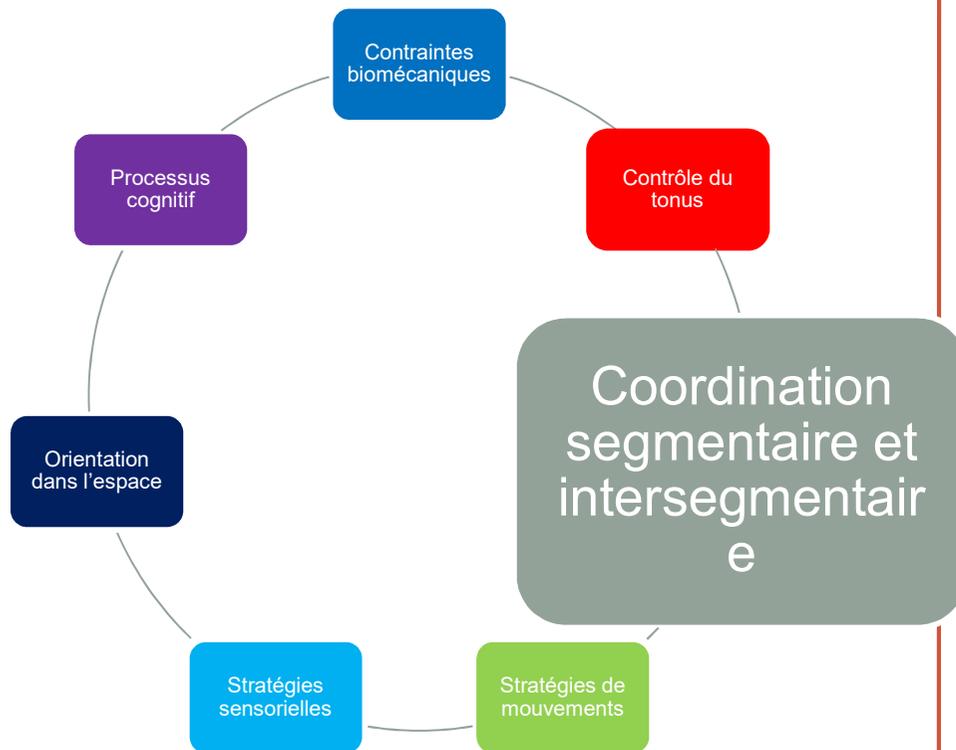
Restauration du tonus postural

hypertonie axiale en flexion du
parkinsonien



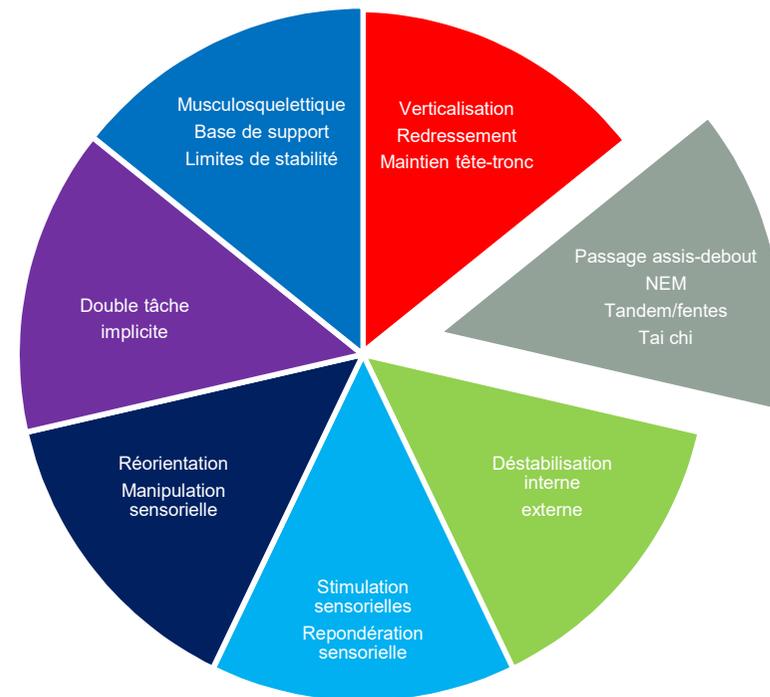
I-Restitution

Bases théoriques



7 sous systèmes interdépendants

Techniques de rééducation



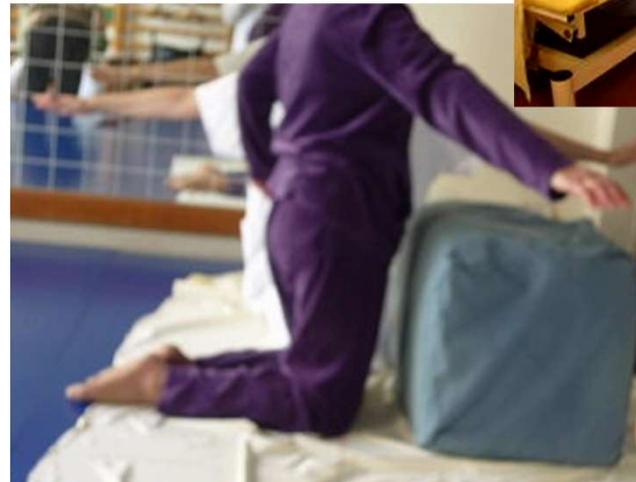
4- Coordination segmentaire et intersegmentaire



- Coordination posture mouvement
- Contrôle CoM pendant mouvement

Amélioration de la Coordination segmentaire et intersegmentaire

- Passage assis-debout, NEM
- Debout différentes positions : tandem, fentes, monopodal, pas latéraux, marche avec obstacles, stepping...



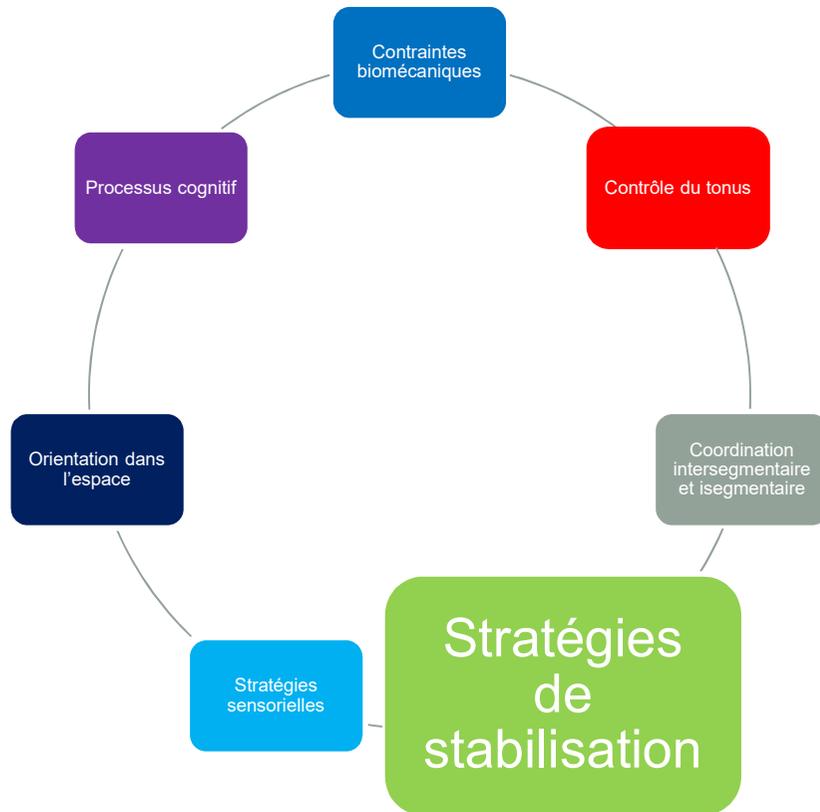
Coordination inter-segmentaire

Moyens : techniques neuromotrices, Tai chi...



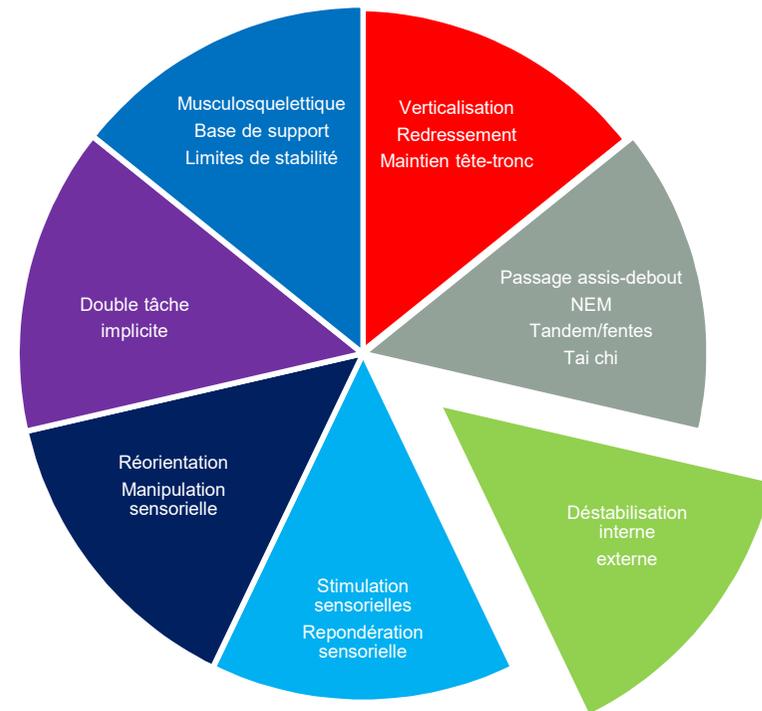
I-Restitution

Bases théoriques



7 sous systèmes interdépendants

Techniques de rééducation



4- stratégies de stabilisation

- Stratégies de mouvement
- cône de stabilité
- ajustements posturaux

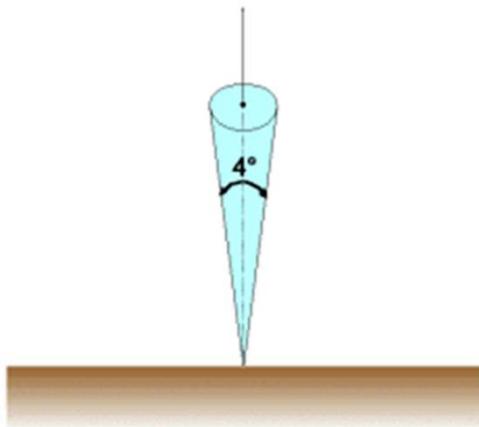


1) stratégies de mouvement de rééquilibration



- choix inappropriés ex personnes âgées
- Perception erronées d'instabilité ex peur de chuter

Stratégies de mouvement - les limites de stabilité



L'axe corporel oscille normalement à l'intérieur d'un cône de 4° d'ouverture au sommet.

2) Limites de stabilité

= zone où déplacement CoM et maintien équilibre sans changement base de support

- Nécessite

- équilibre musculosquelettique
- informations sensorielles pour détecter les limites
- variabilité selon personne, vécu, pathologie
- car Représentation interne de ce cône +++

représentation interne du cône de stabilité



- Conditionne réponses aux déstabilisations interne et externes
- La stratégie de réponse dépend des caractéristiques déplacement mais aussi des attentes, des objectifs et de l'expérience antérieure de l'individu

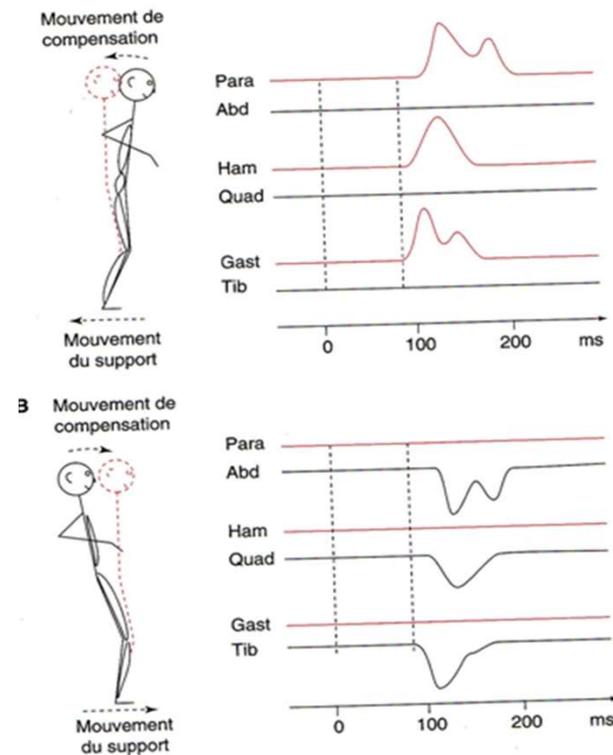
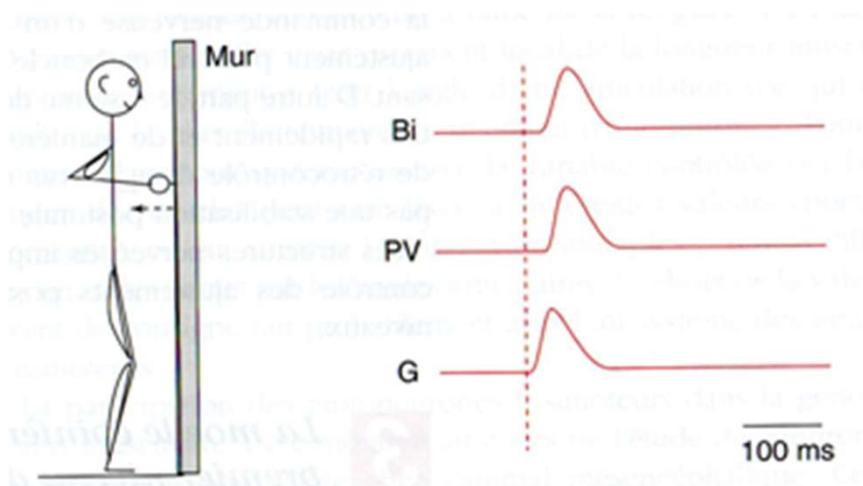
→Cône réduit chez personnes âgées/parkinson

→Travail de ces limites de stabilité

2 types ajustements posturaux

- anticipateurs
- réactionnels

→perturbation chez AVC, Sd cérébelleux, sd extrapyramidal, déficit sensoriels,...



Stimuler les stratégies de stabilisation

Moyens: Déstabilisations
extrinsèques



Stimuler les stratégies de stabilisation

Moyens: Déstabilisations
intrinsèques



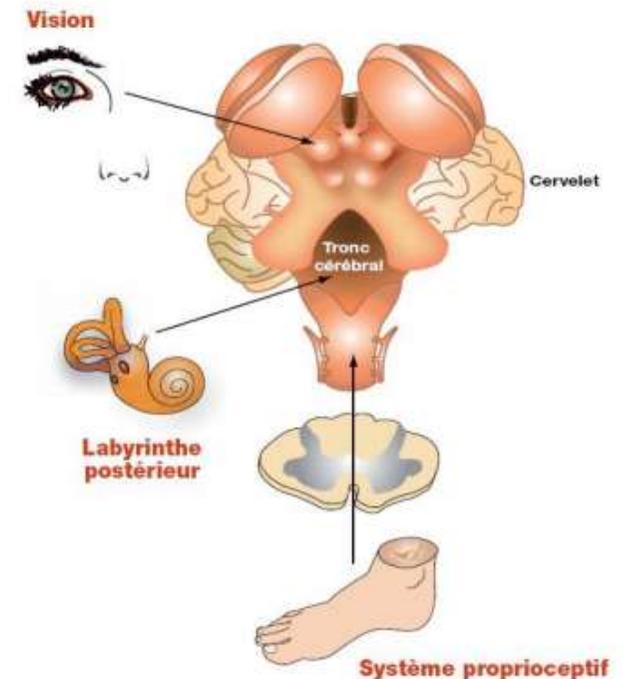
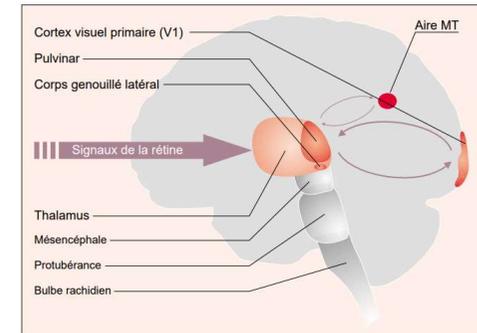
Amélioration de la perception du cône de stabilité



Intégration sensorielle sous corticale

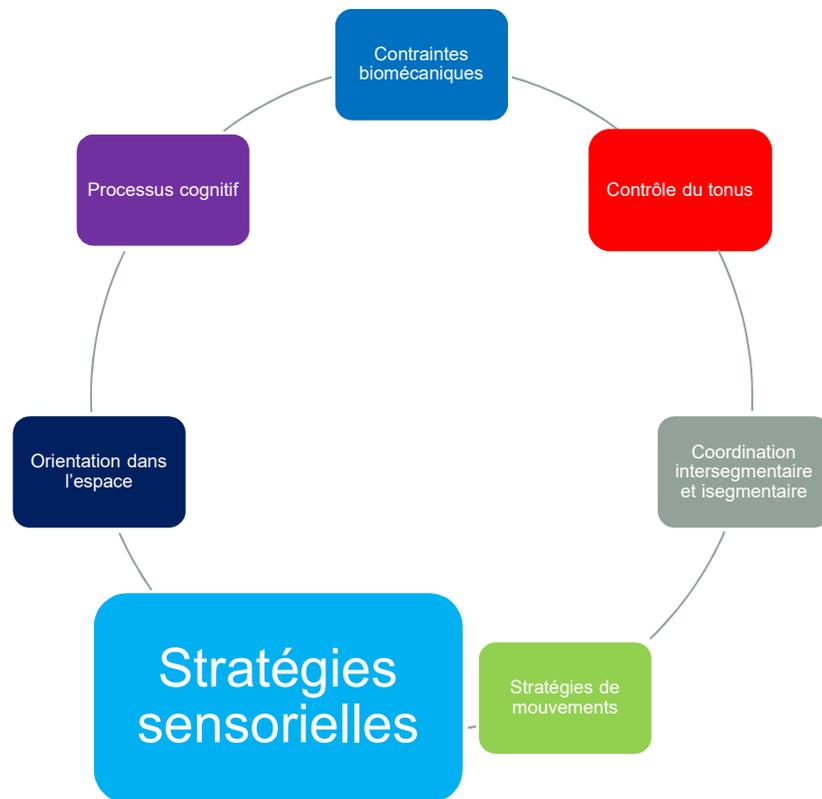
=Activité plurimodale automatisée → réflexes
(Informations proprioceptives, vestibulaires
et visuelles)

- Intégration proprioceptive à chaque niveau médullaire et régulation sous corticale
- Intégration vestibulaire noyaux vestibulaires
- Intégration et régulation bimodale sous corticale
 - Intégration visuelle via pulvinar et corps genouillé latéral



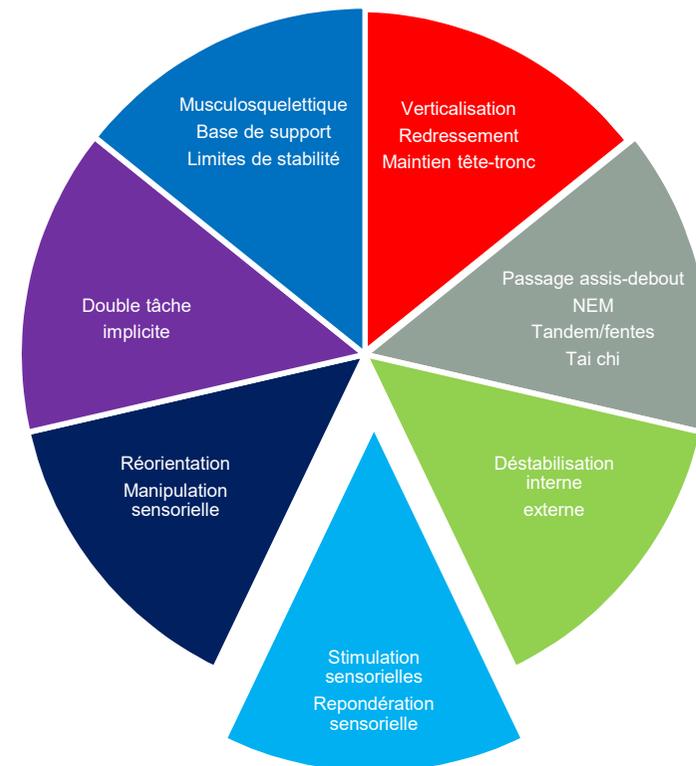
I-Restitution

Bases théoriques

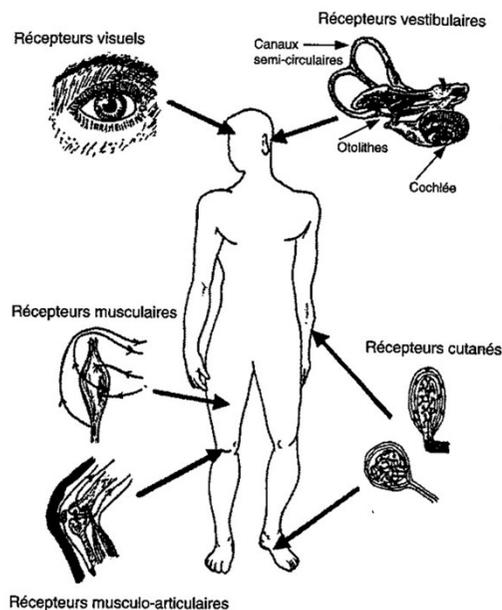


7 sous systèmes interdépendants

Techniques de rééducation



5-Stratégies sensorielles



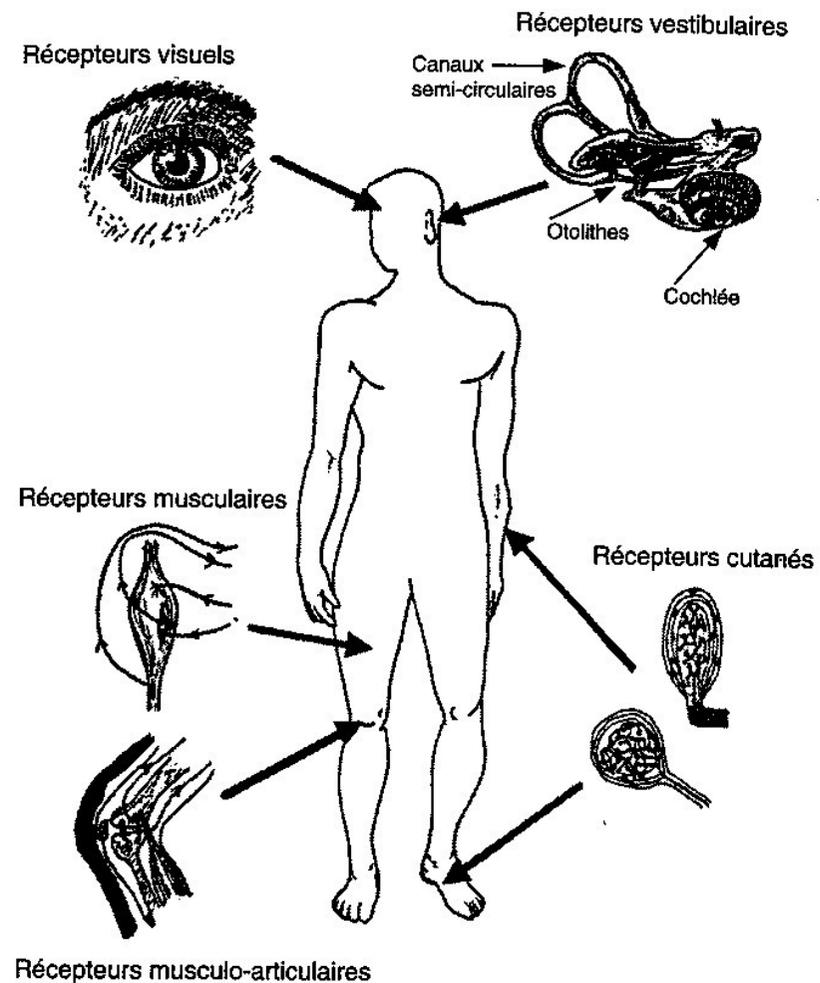
- Debout statique *
 - 70% proprioception
 - 20% vision
 - 10% vestibulaire
- les poids relatifs de ces entrées dépend objectifs de la tâche et du contexte environnemental
 - neuropathie, patho vestibulaire
 - pb pondération AVC, alzheimer...

Optimisation du traitement des informations sensorielles pourquoi?

- Sont utilisées pour les ajustements posturaux
 - Détection d'erreur
- Sont utilisées pour l'orientation du corps dans l'espace
 - Construction du schéma corporel
 - Représentation du corps et de la tâche
- Pondération souvent perturbée au profit vision

Les moyens

- Stimuler chaque entrée
- Favoriser l'intégration multisensorielle
- Repondérer les entrées



Travail de la proprioception



Marche en terrain instable, avec obstacle



Vibrations

Vibrasens™



⇒ VB115

autres entrées sensorielles

- Optocinétique
- Fauteuil tournant
- Plate-formes Equi-test, multiTest
- Réalité virtuelle (conflit sensoriel)



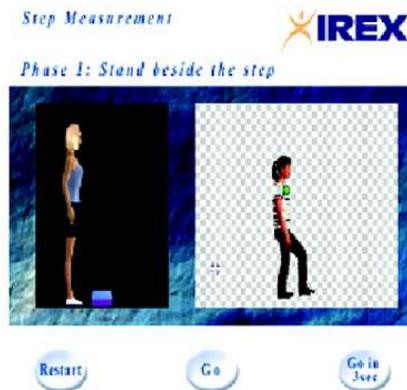
Les plate-formes dynamiques

- contiennent dispositifs pour perturber les informations sensorielles
 - Paravent asservi au déplacement du sujet
 - Optocinétique
 - Support asservi au déplacement du sujet
 - Bidirectionnel ou multidirectionnel



Intérêt du couplage à la Réalité Virtuelle

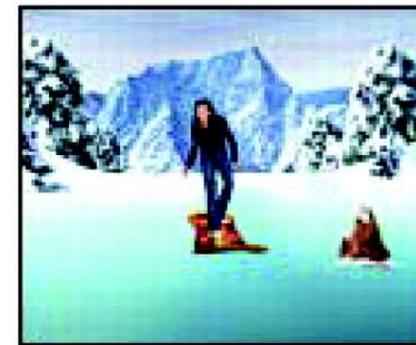
- Intérêt de la réalité virtuelle
 - Immersion
 - Tâche répétée
 - Standardisée
 - Difficulté adaptable au sujet
 - Feedback +/- augmenté
 - Ludique: **motivation, engagement**
 - Patient va plus loin



A. Stepping up/down



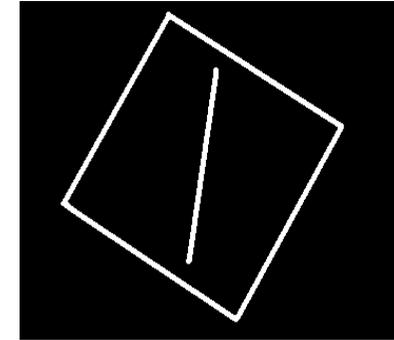
B. Sharkbait



C. Snowboarding

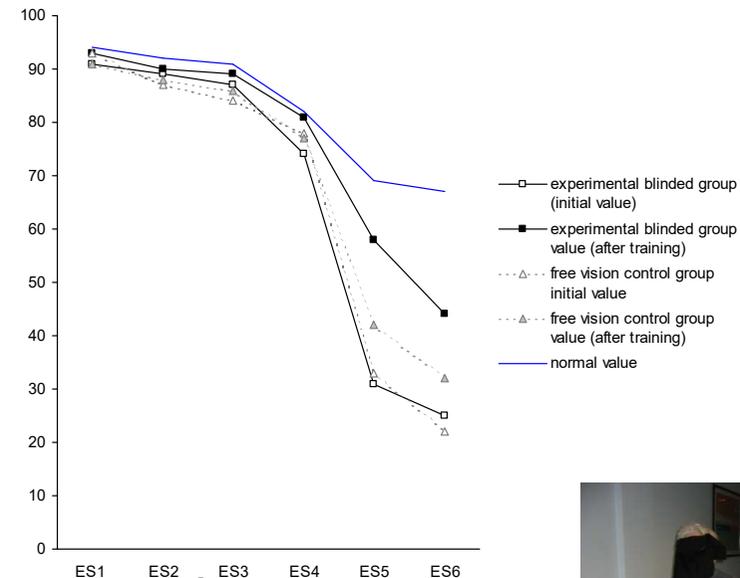
Prepondérer les entrées sensorielles

le SNC exerce une pondération selon la pertinence des entrées sensorielles pour une tâche donnée.



En pathologie: mauvaise pondération

- les patients AVC
- âgés
- vestibulaires
- neuropathie périphérique
- parkinsoniens

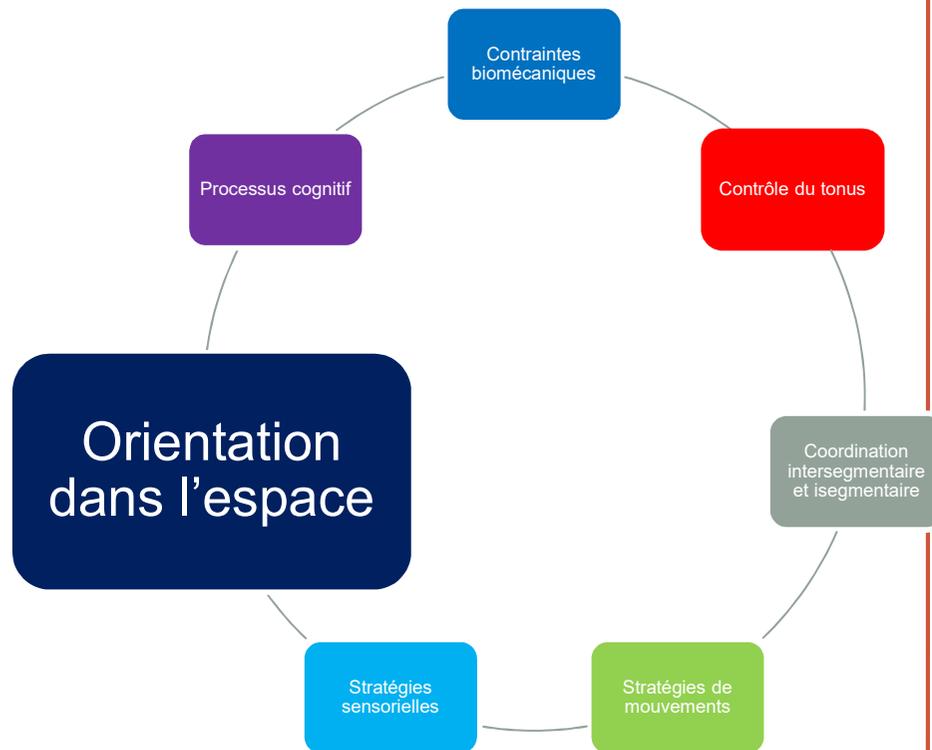


sont dépendants visuels = Confiance excessive
envers l'afférence visuelle même lorsque celle-ci donne
des informations erronées



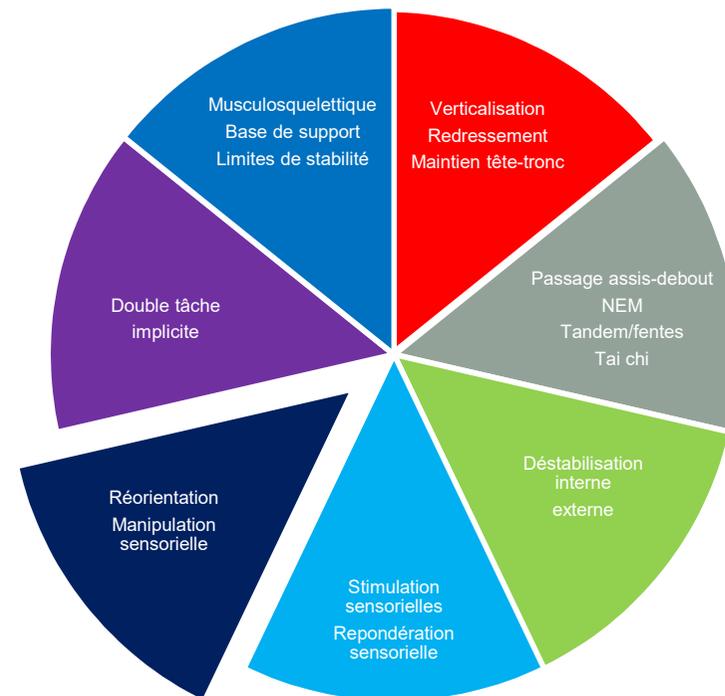
I-Restitution

Bases théoriques



7 sous systèmes interdépendants

Techniques de rééducation



Orientation du corps dans l'espace



=Alignement actif tronc et tête par rapport à la gravité, aux surfaces de support, à l'environnement visuel et aux références internes

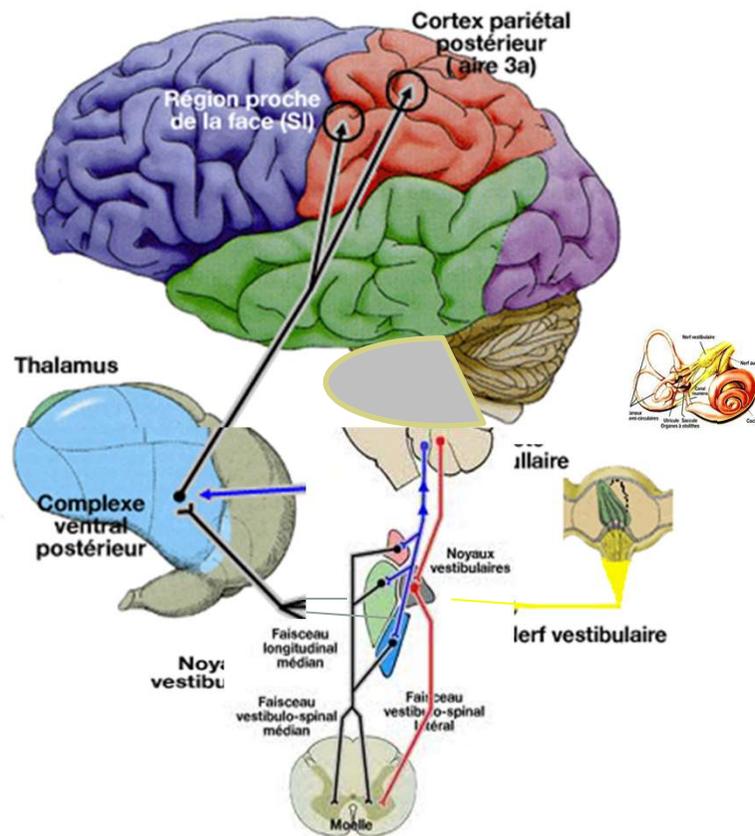


chez les cérébrolésés
Le pusher syndrom



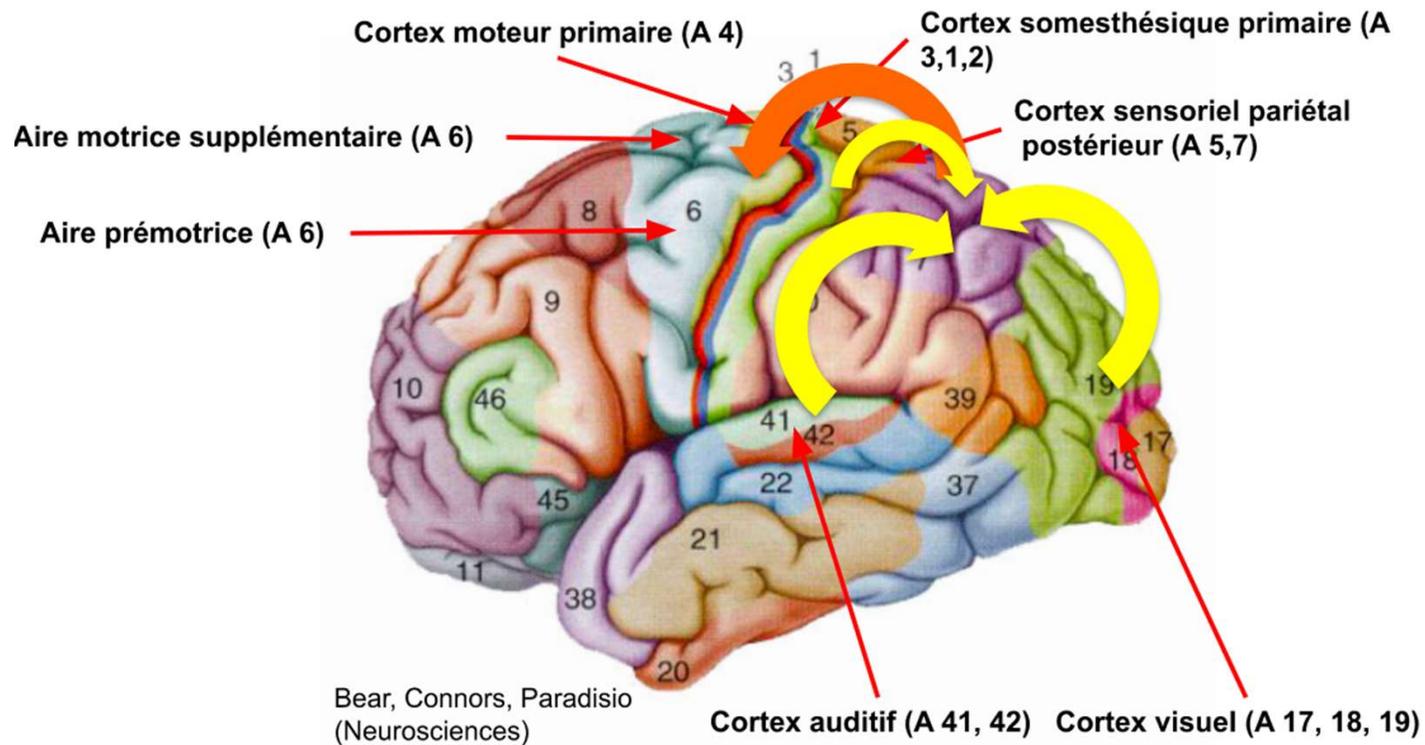
Rétropulsion du
sujet agé

Intégration sensorielle corticale



- intégration pluri-modalitaire CPP
- Elaboration de représentations du corps dans l'espace
- Représentation corticale de la tâche posturale

Intégration sensorielle corticale



Relation motricité ++



Améliorer l'Orientation du corps

Rééducation traditionnelle (top down)

Stimuler la perception de l'orientation du tronc dans l'espace
Techniques sensorimotrices dérivées de bobath



Verheyden 2009,
Sorolina 2014,
Sayes 2012...

Orientation du corps

Rééducation avec FB instrumentée (top down)

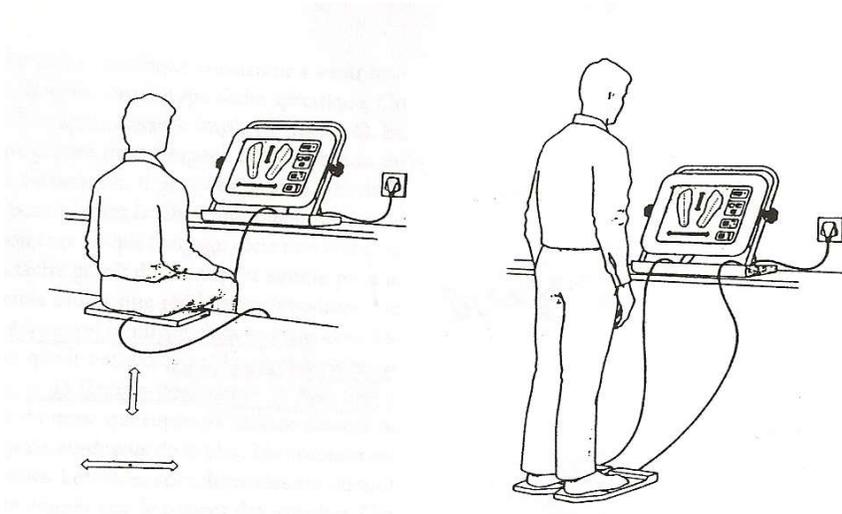
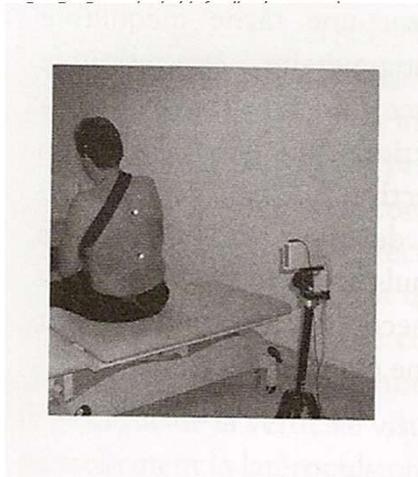
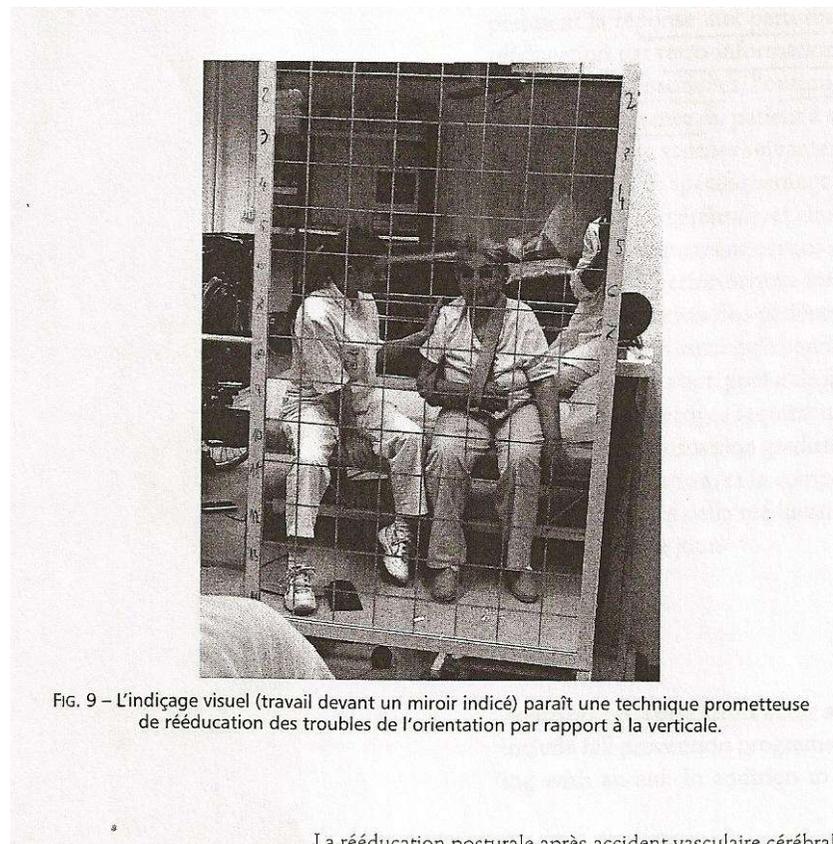


Plate-forme de force
(*Barday-Goddard 2004, Van Peppen 2008*)



Rétroinformation visuelle ou
sonore sur la position du tronc
(*Batavia 97, Bjork 83, Dursun 06, Gissot 2007*)

Feedback visuel ou manuel



Orientation du corps

Orthèse de Bon saint côme

- Orientation **volontaire** du tronc
- Entraînement à une tâche **d'exploration spatiale**



Méthodes en cours de d'étude

Orientation du corps

Les manipulations sensorielles (bottom up)

réduisent les troubles posturaux des
cérébrolésés D

Stimulation Calorique

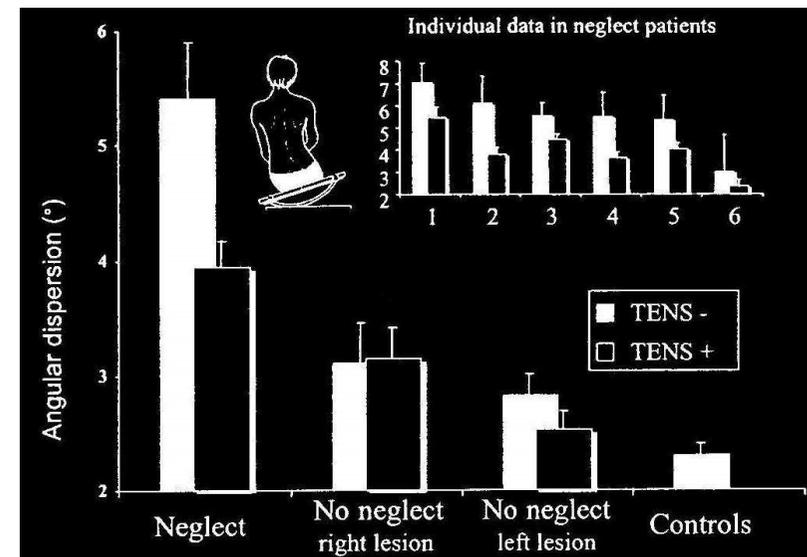
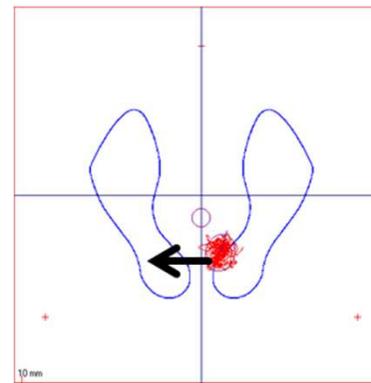
Rode 1998

Stimulation Électrique Percutanée

Pérennou 2001

Les Prismes

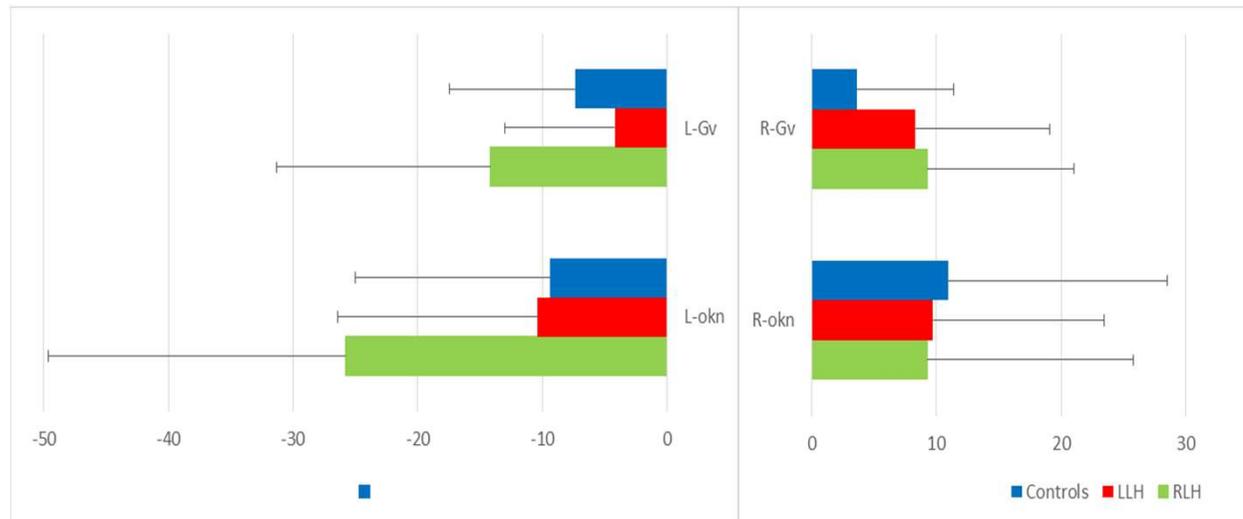
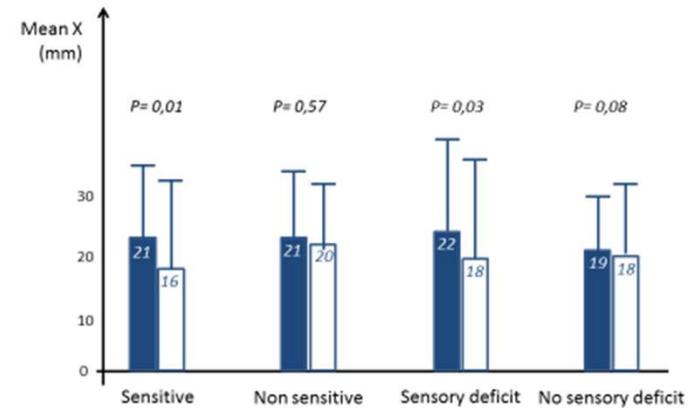
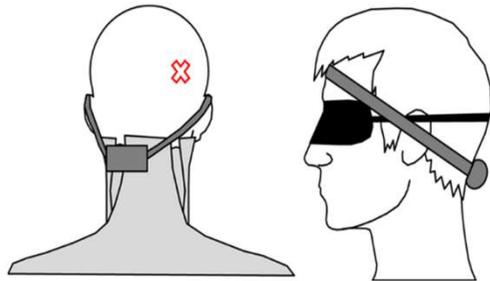
Tilikete 2001



Vibration des muscles du cou stimulation galvanique et optocinétique

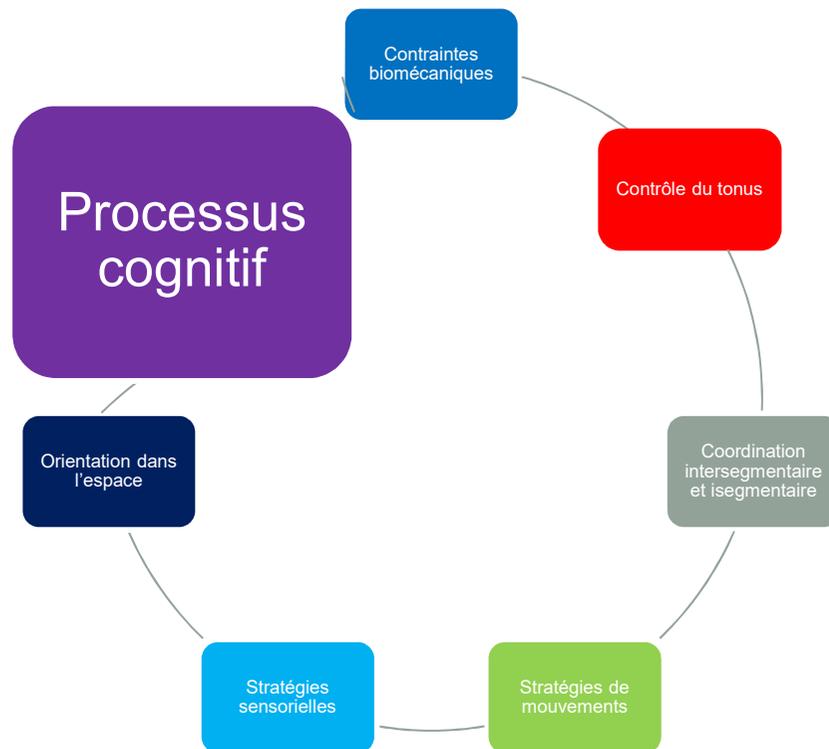
Challois Leplaideur 2016, Bonan 2016

Correction du biais postural par
recalibration sensorielle



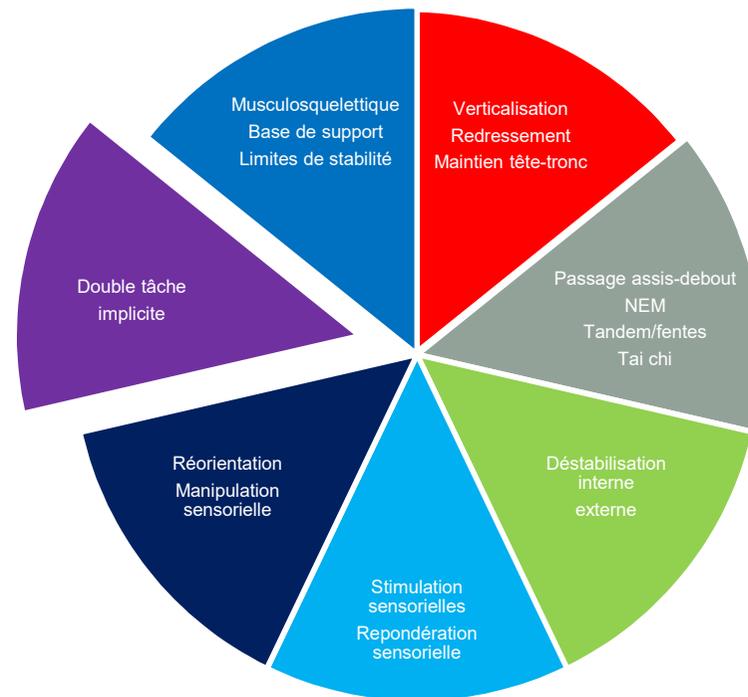
I-Restitution

Bases théoriques



7 sous systèmes interdépendants

Techniques de rééducation



7-Processus cognitif



Intervention du système cognitif

- La quantité de traitement cognitif requise pour le contrôle postural dépend de la complexité de la tâche et capacité du système de contrôle postural du sujet
- ↑ avec la difficulté de la tâche (ex double tâche, BoS étroite,...)
- Le SN a choix pour stratégies de stabilisation
ex limites de stabilité
- Influence de l'intention/motivation

Le SN

-intervient pour la représentation mentale de la tâche



→ sd post chute,

→ manque de ressources cognitives disponibles: Personnes âgées, patients neurologiques

Améliorer le contrôle cognitif

Obj:

- Redonner confiance
- Changer stratégies



Moyens: Utiliser Double tâche

- Se relever du sol, augmenter activités, gymnastique

Entraînement tache orientée: Travail fonctionnel de l'équilibre



CONNAISSANCES SUR LA PLASTICITÉ CÉRÉBRALE

- engagement
- motivation
- répétition-quantité
- progressif
- demanding
- Entrainement tache spécifique
- environnement divers
- implicite/explicite
- feedback

entraînement répétitif

- Entraînement intensif et répété d'une tâche
 - Équilibre assis, debout, passage assis-debout
 - Attraper un objet



Éventuellement
sur plate-forme
En réalité virtuelle



Rééducation par tâche orientée

- le but améliorer l'exécution d'une tâche **fonctionnelle**
- L'activité est organisée autour d'un **objectif** et réalisée sous les contraintes générées par l'**environnement**
- Vise à promouvoir l'apprentissage de la tâche par sa pratique dans l'environnement
 - Exemple: transfert assis debout, marche, escaliers, robots

2) COMPENSATION

Utilisation d'un support postural

Intérêt d'une canne ou autre AT

- Amélioration stabilité
- Réduction asymétrie
- Facilite recueil infos sensitive



3) PRÉVENTION DES CHUTES

Est une priorité

Prévention des chutes



- Multidisciplinaire
- Médicaments, hypoT, Troubles visuels, TVS, Chaussage
- Environnement
- Personnes âgés/ patients anosognosiques

- 
- Patient/famille/soignants +++

Prevenir

Risque de chute

Apprentissage aux transferts

Apprentissage aides techniques utilisables dont FR
alarme

Points clés

- Le contrôle postural compétence motrice complexe basée sur l'interaction de processus sensorimoteurs dynamiques
- Une évaluation efficace et une rééducation des troubles de l'équilibre nécessitent une compréhension des nombreux systèmes sous-jacents au contrôle postural
- La fonction d'équilibre dépend des stratégies que les individus utilisent pour assurer leur stabilité pour une tâche particulière
- Des altérations des différents systèmes sous-jacents au contrôle postural entraînent des instabilités spécifiques au contexte (tâche et environnement)

conclusion

- Rééducation de l'équilibre doit être personnalisé
- Examen et évaluation de l'appareil musculo-squelettique
++++
- Bien identifier les dysfonctionnements
neurophysiologiques +++
- Techniques de rééducation très intriquées