



UE1 Neuro-contrôle et réflexes pelvi-périnéaux

La Motricité

Centres, relais et voies motrices

Pr. Jean Claude Willer

Département de Neurophysiologie

Fac. Méd. Paris 6

Site Pitié-Salpêtrière

Cours le jeudi 27 Novembre 2014 ; de 16h à 18h



La Motricité plan général

Au niveau spinal : Les réflexes

Réflexe monosynaptique origine Ia

Réflexe d'origine Ib

Les réflexes polysynaptiques (ARF : afférents du réflexe de flexion)

Coordination segmentaire des réflexes spinaux

Contrôle supra-spinal de la motricité

- **Réticulaire**

L'activation

La désactivation

- **Cervelet**

Lobe flocculo-nodulaire

Lobe antérieur

Lobe postérieur

Le syndrome cérébelleux

- **Vestibule –Oreille interne**

Le système maculaire – position

Le système utriculaire – accélération

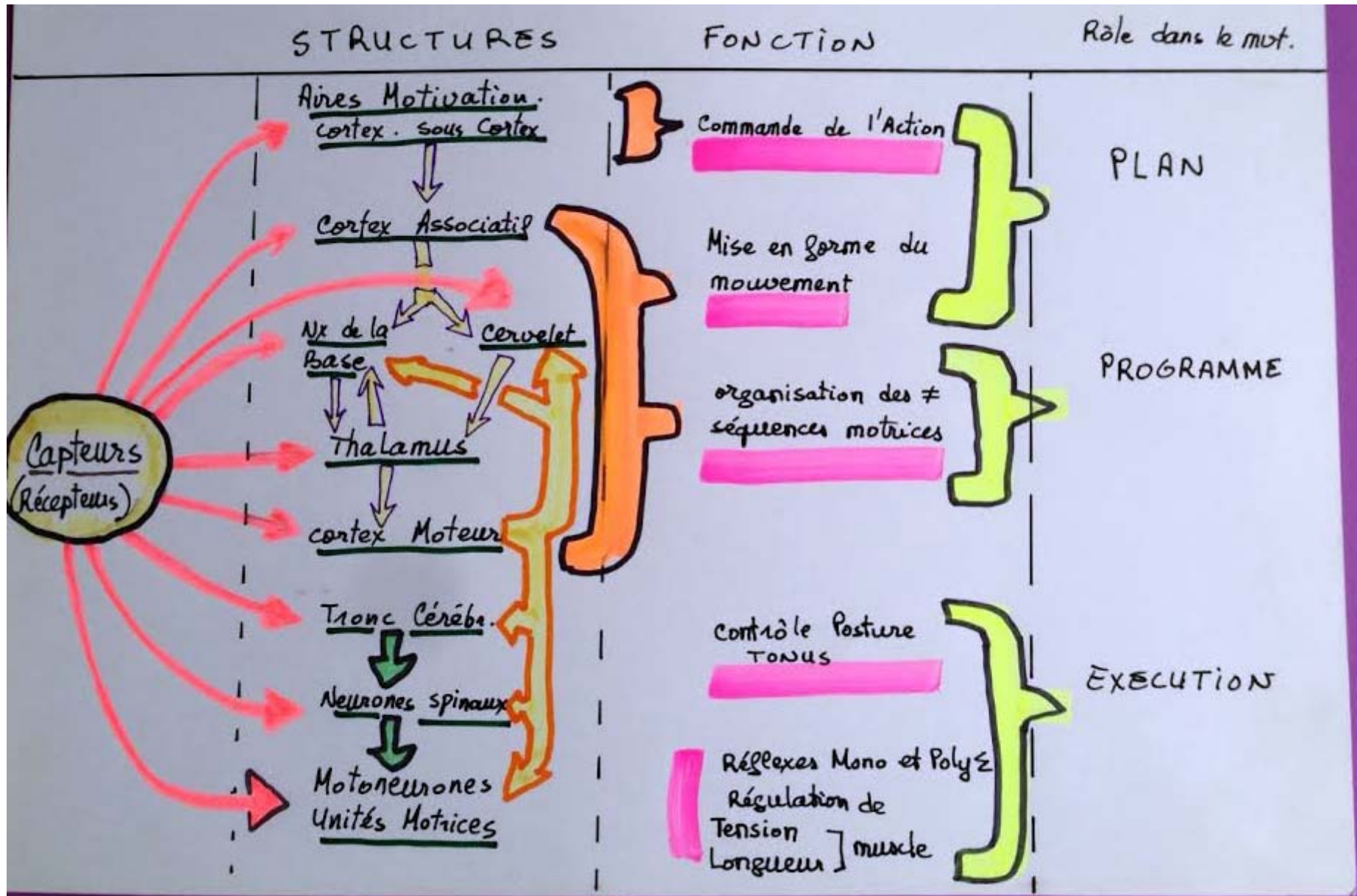
- **Cortex cérébral**

Le système pyramidal – motricité volontaire

Le système extra-pyramidal – noyaux gris centraux



Structures et fonctions impliquées dans la motricité





La Motricité

Au niveau spinal : Les réflexes

Réflexe monosynaptique origine Ia

Réflexe d'origine Ib

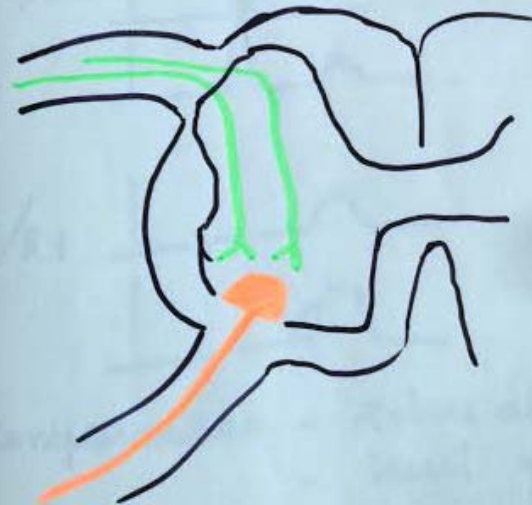
Les réflexes polysynaptiques (ARF : afférents du réflexe de flexion)

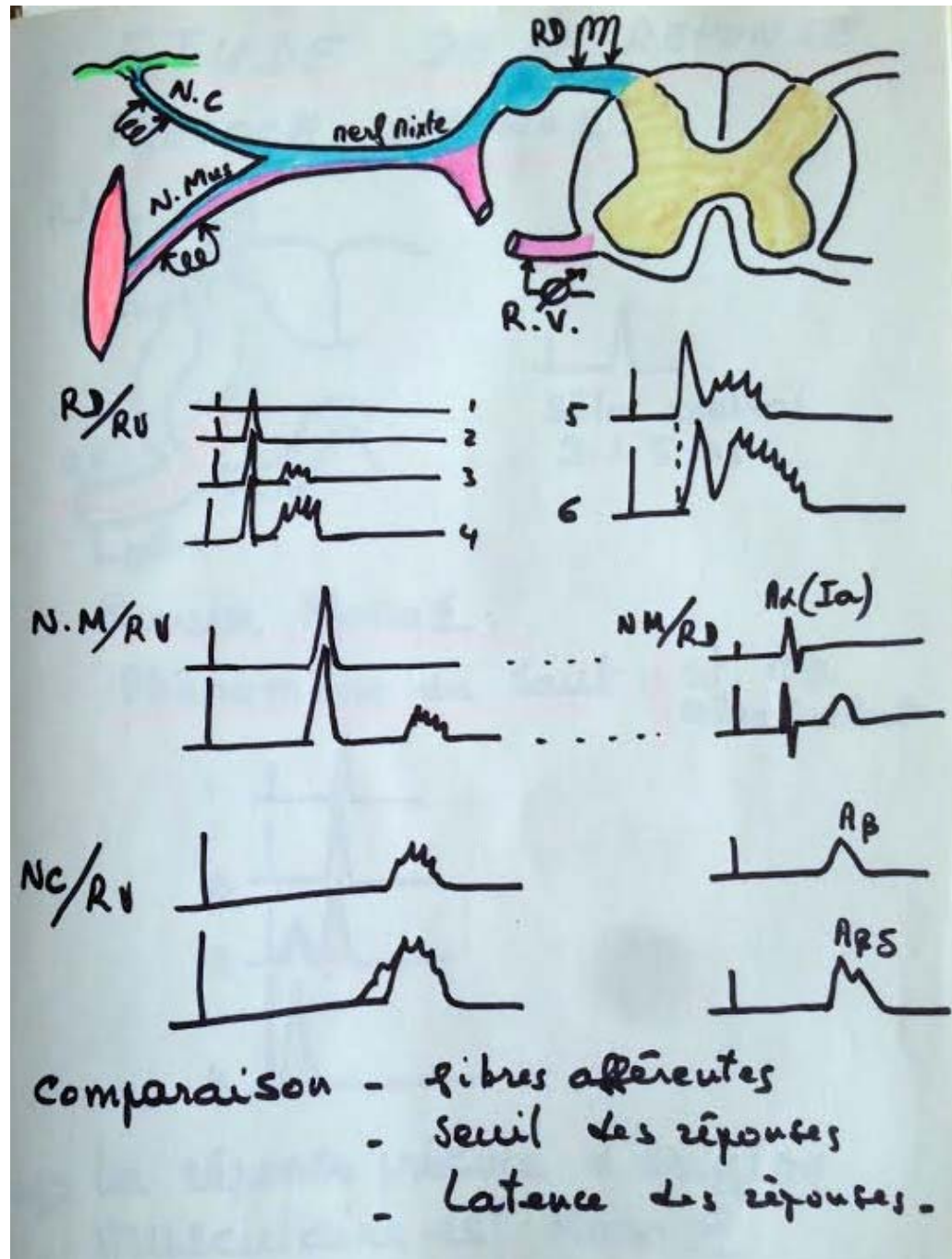
Coordination segmentaire des réflexes spinaux



Les Réflexes

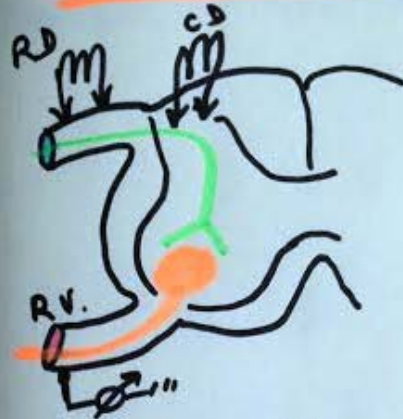
- 1) mise en évidence: ≠ Types de réflexes
- 2) Définitions -
- 3) Etude des circuits réflexes
 - Rôle des Racines dorsales
 - Rôle des Racines ventrales








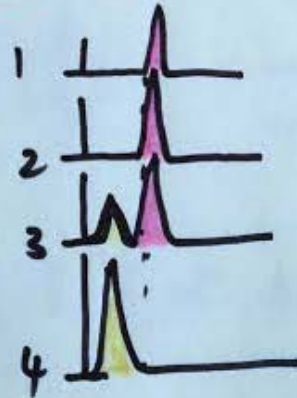
ETUDE DE LA REponse PRECOCE. = MONO Σ.




Délai central
≈ 1.5 ms.

Preuve Mono Σ :

Phénomène du saut : st. C.D.
milieu conduct

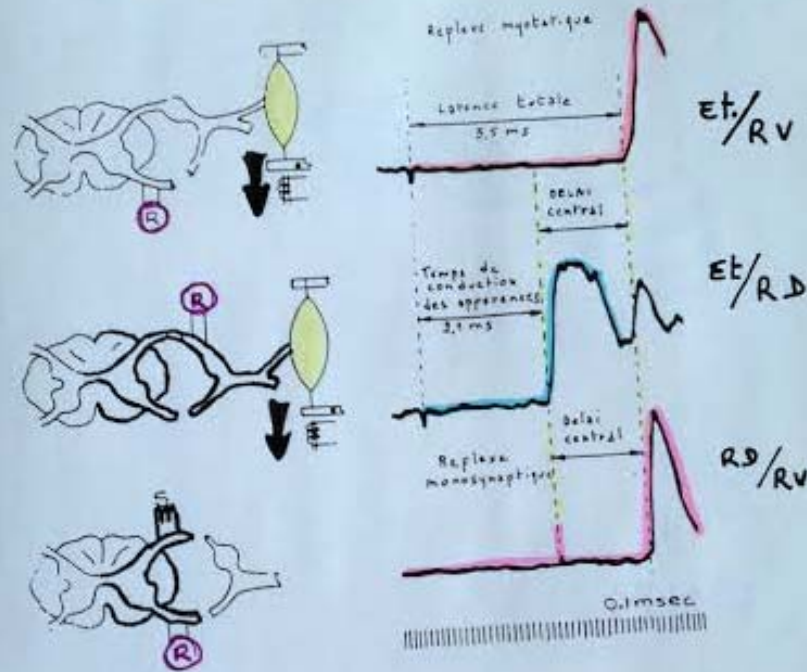


⇒ la réponse précoce d'origine
musculaire est Mono Σ



le Réflexe Myotatique: Définition

Nature MonoΣ du R. Myotatique

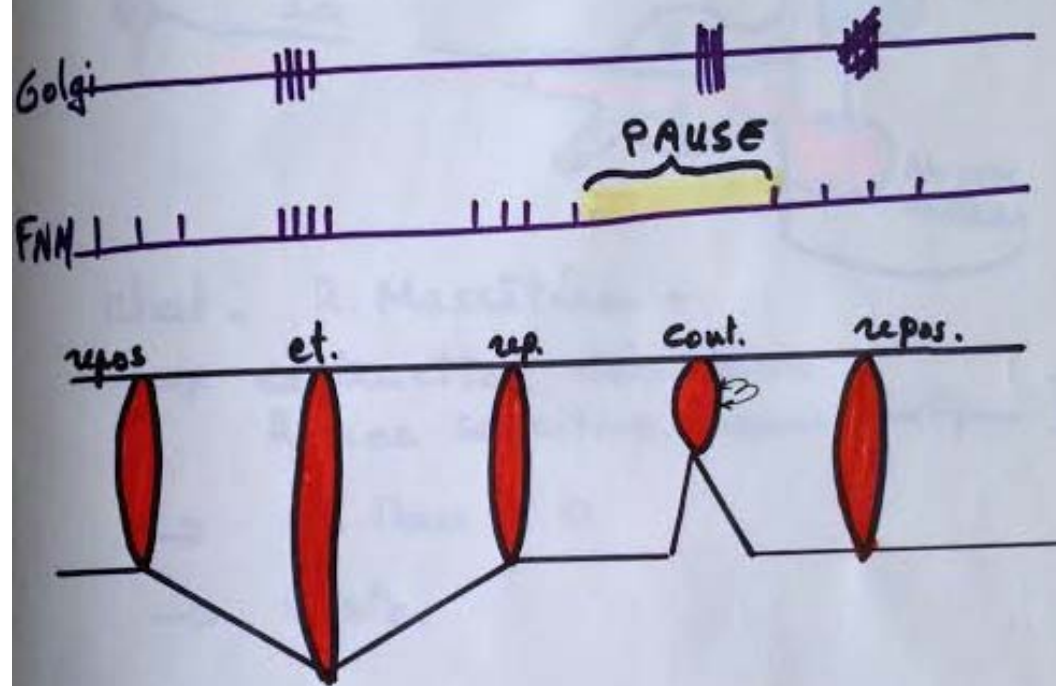


⇒ les R. Myot. sont MonoΣ



origine et Récepteur du R. Nyotat.

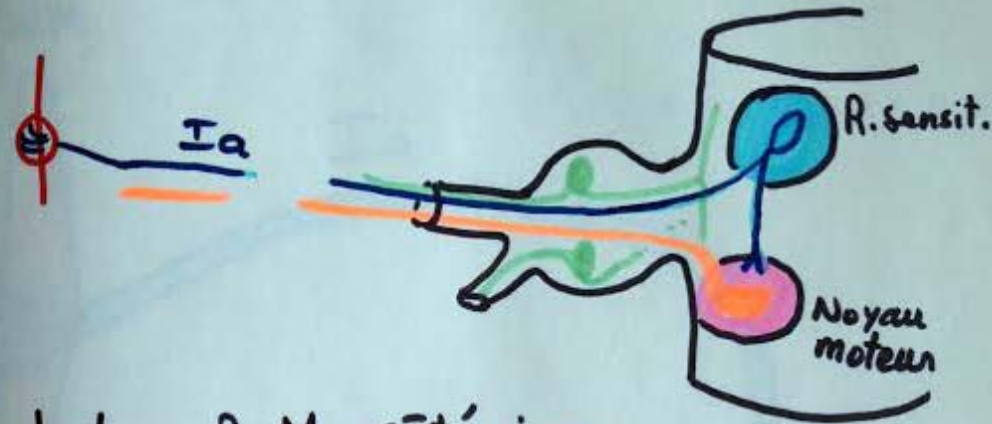
Récepteurs: { Golgi - en série
 { FNM - en parallèle.



⇒ Argument indirect



Argument Direct: R. Masséterin.



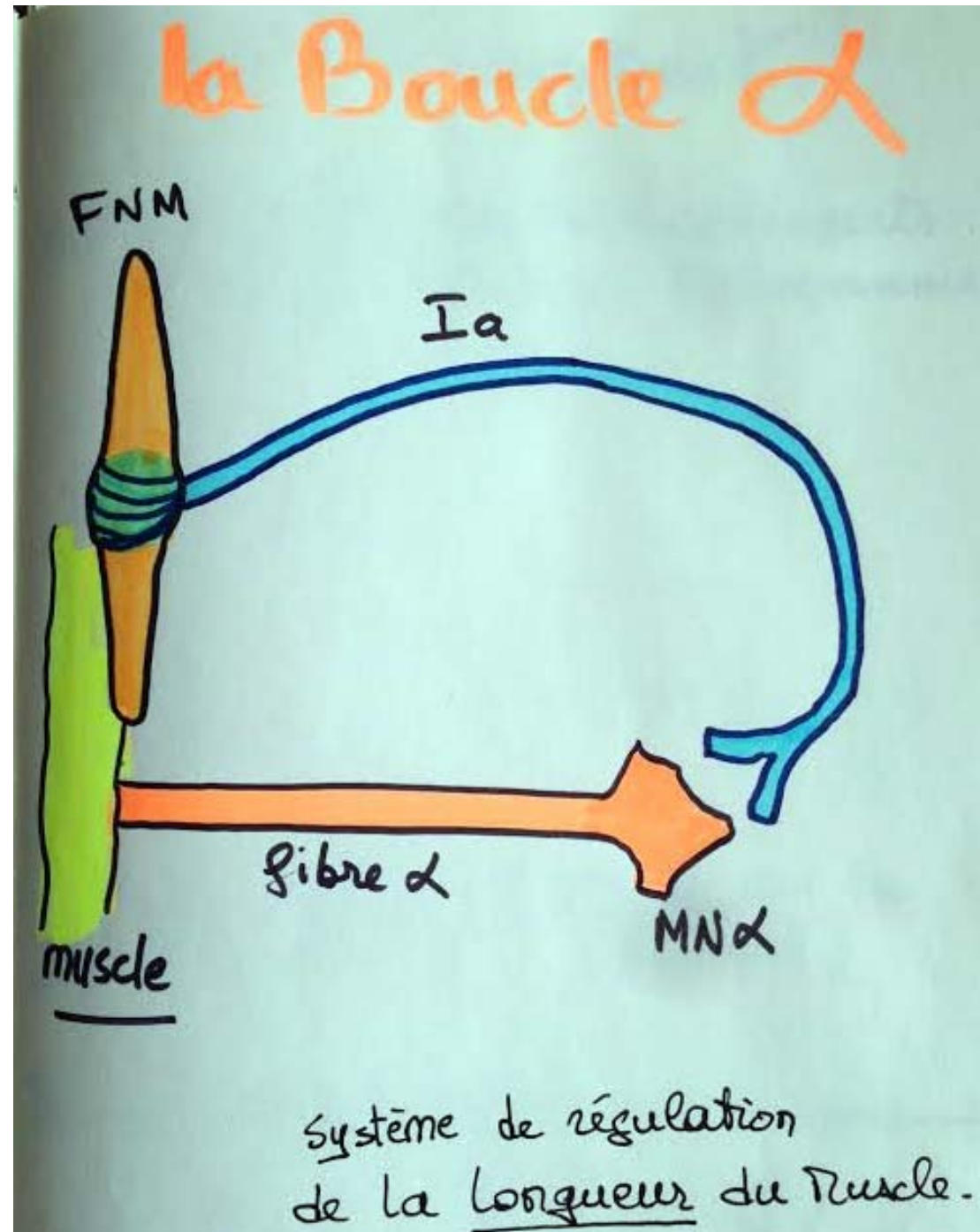
chat. R. Masséterin +

→ destruction stéréotaxie
Racine sensitive néencéphalique V

→ R. Mass = 0

→ Histo.

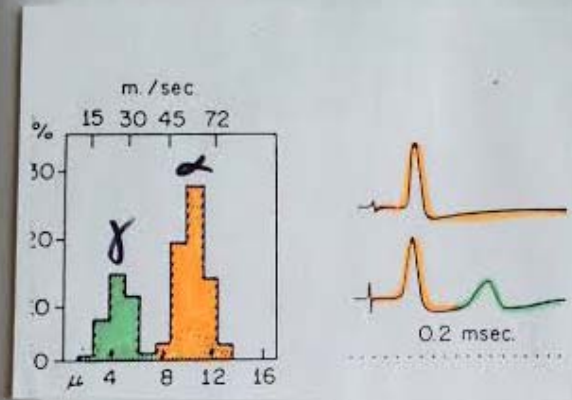
⇒ le F. N. M. est le Récept.
du R. Myotatique



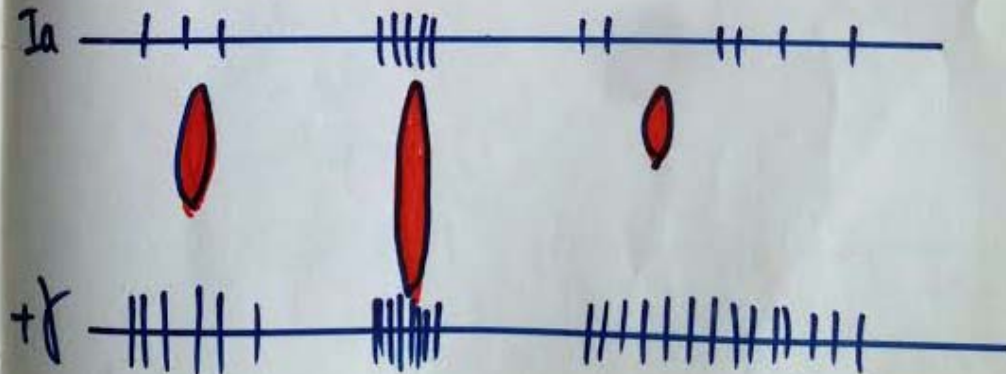


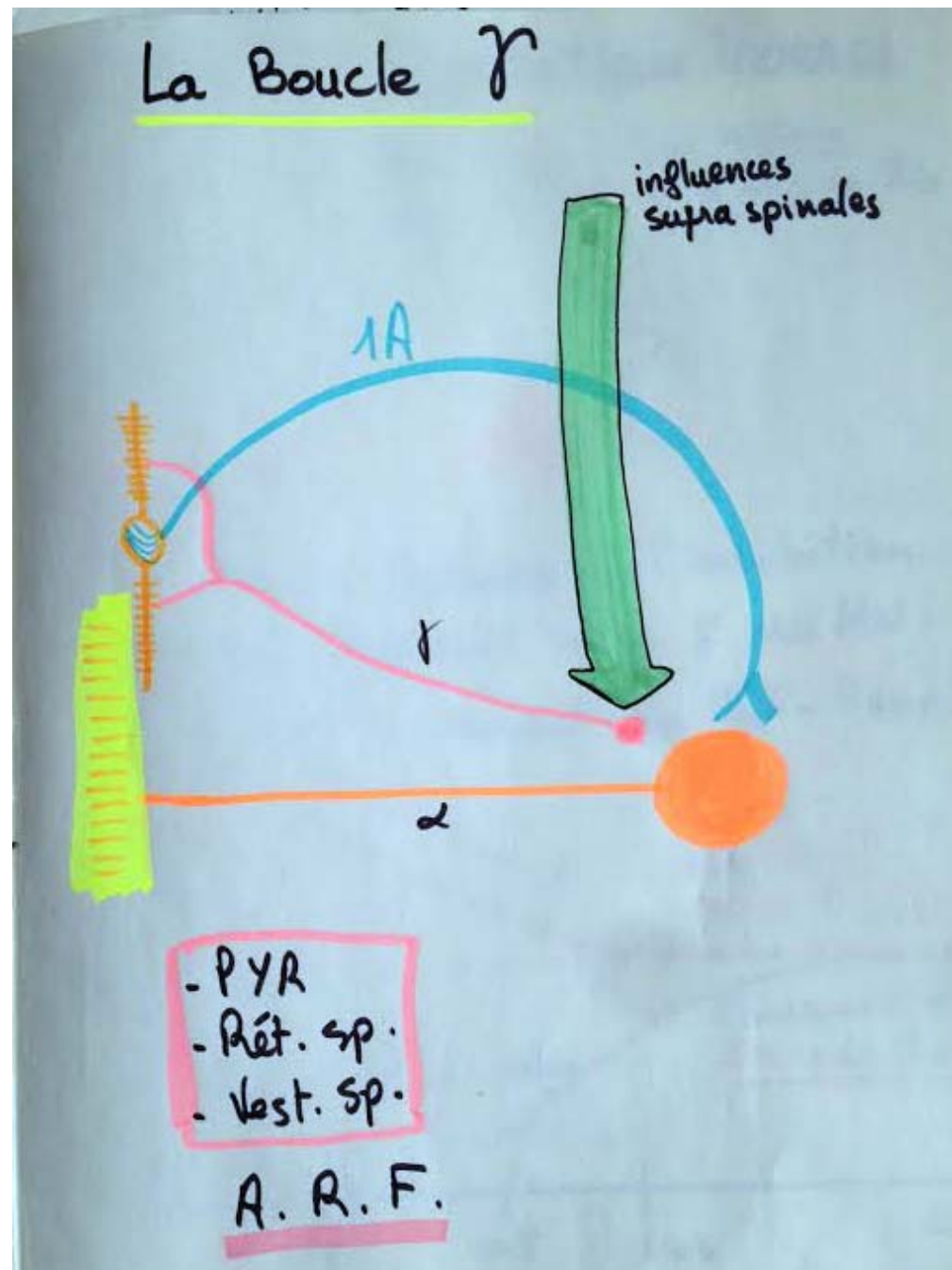
le système Fusimoteur γ

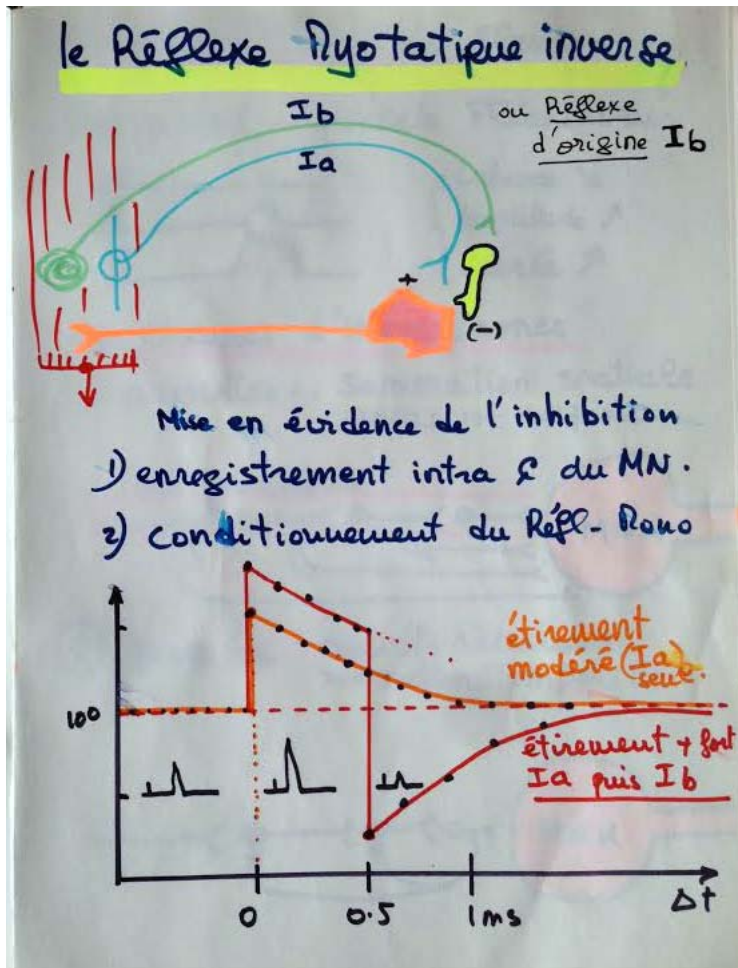
a) mise en évidence de 2 contingents de fibres motrices: Histogramme de Θ



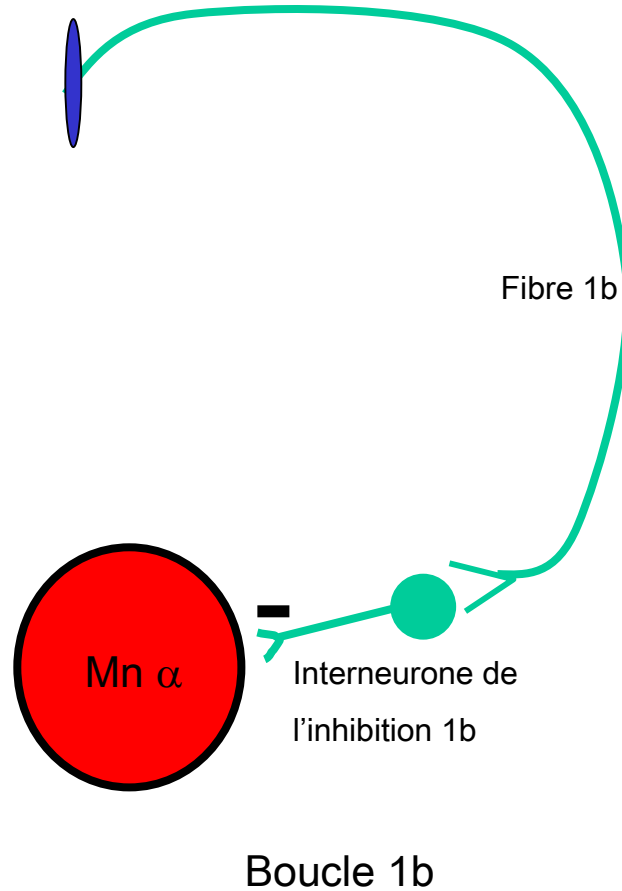
Remplissage de la pause par la
b) stim. des γ (LeKsell)







Récepteur 1b





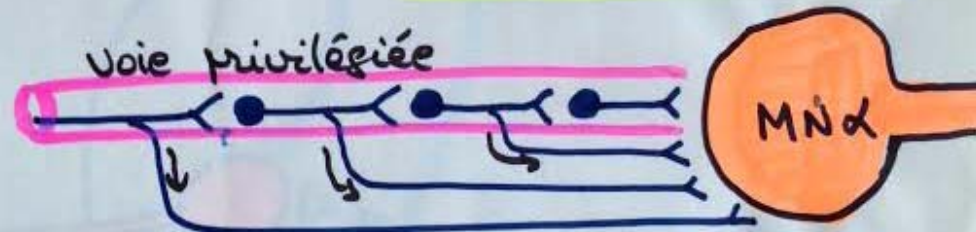
Réflexe Polye de flexion

nerf cutané - muscle Fléchisseur



\Rightarrow chaînes d'interneurones

① ouvertes = - sommation spatiale
- voies + rapides

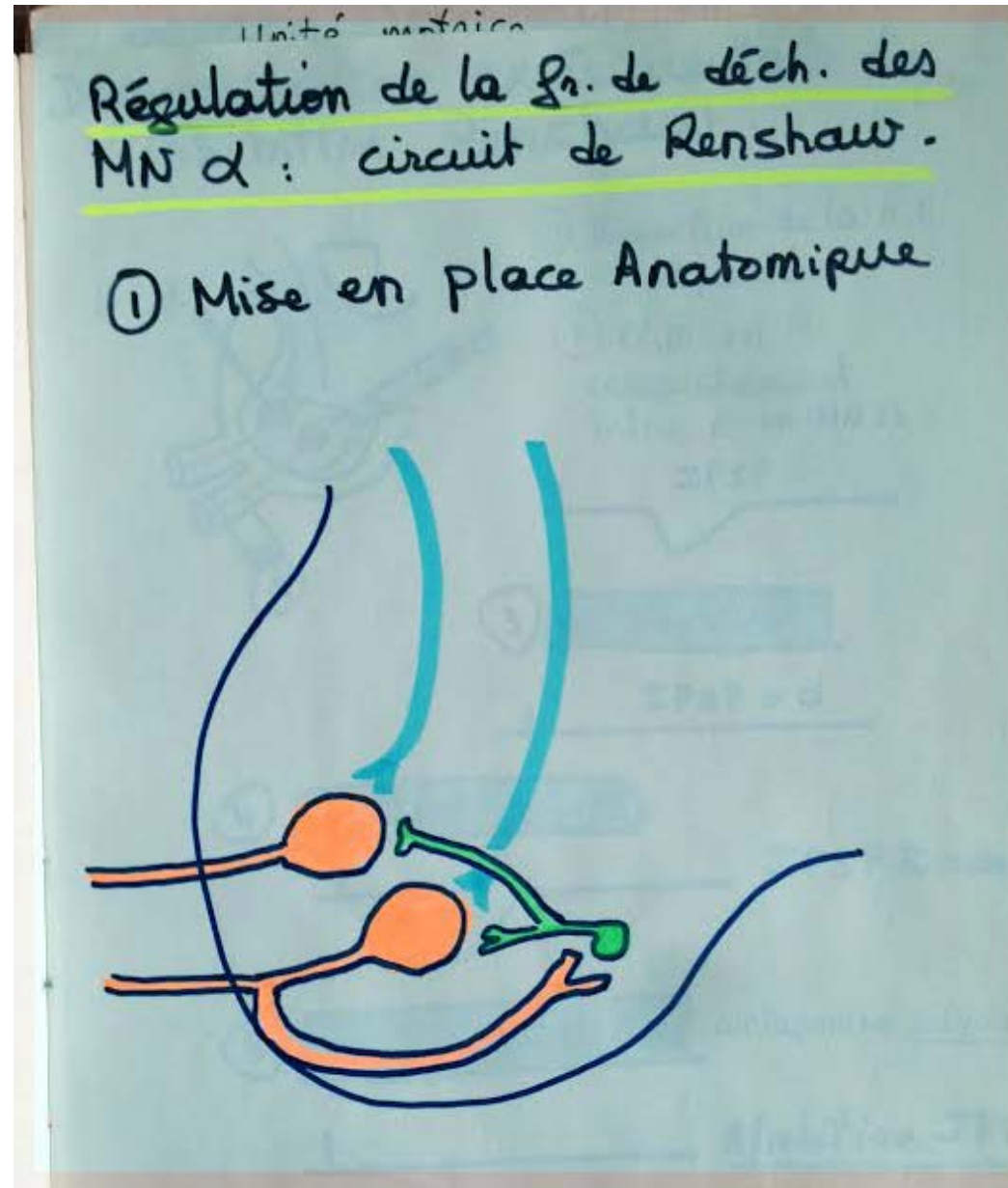


② fermées : circuits récurrents
sommation Temporelle



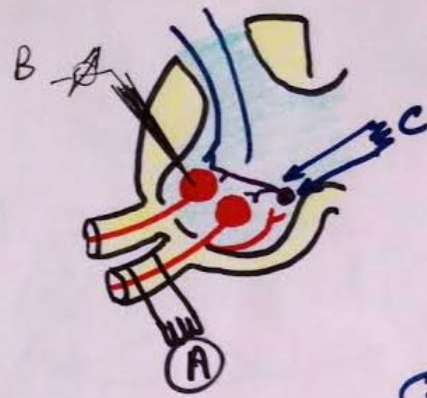


Les interneurones de Renshaw régulent la fréquence de post-décharge des Motoneurones





Démonstration expérimentale de l'inhibition Renshaw.



① Dissection de la R.V. en 2 parties

② stim. en A enregistrement intra ϵ en MN B -

IPSP.



③ + curare

IPSP = 0



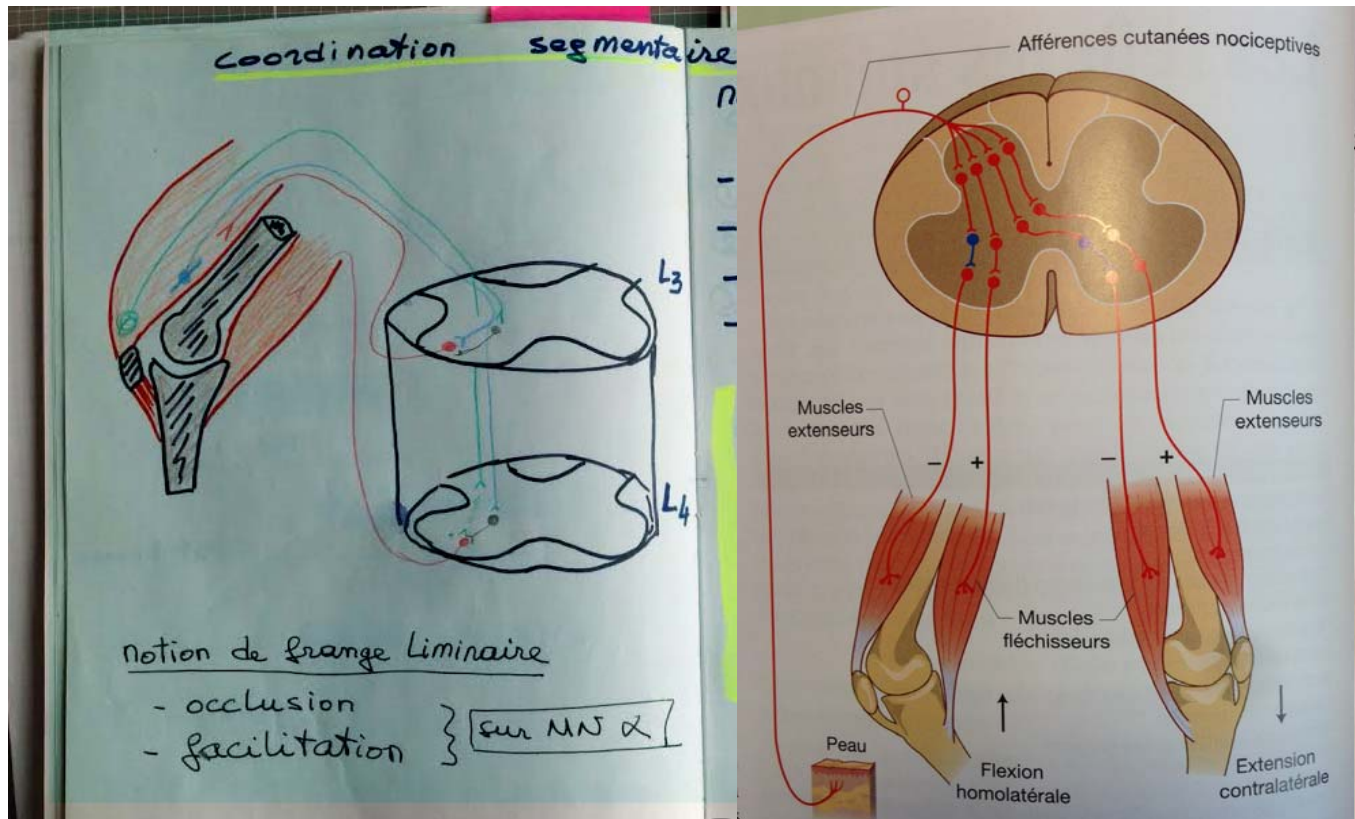
④ + stim. en C



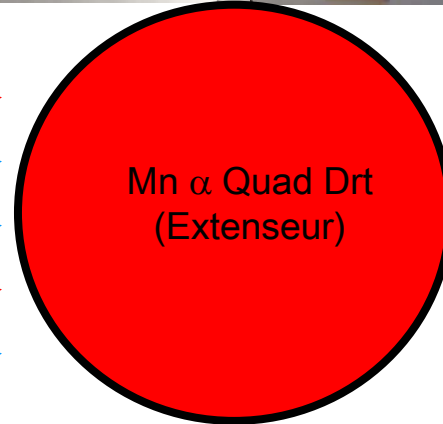
⑤ + strychnine antagoniste Glycine

Abolition IPSP

Renshaw limite la g. de déch. des MN.



Ib Qad drt →
Ib Qad drt →
Ia BF drt →
Ib BF drt →
ARF drt →



← Ia Qad gauche
← Ib Qad gauche
← Ia BF gauche
← Ib BF gauche
← ARF gauche

→ inhibition
→ excitation

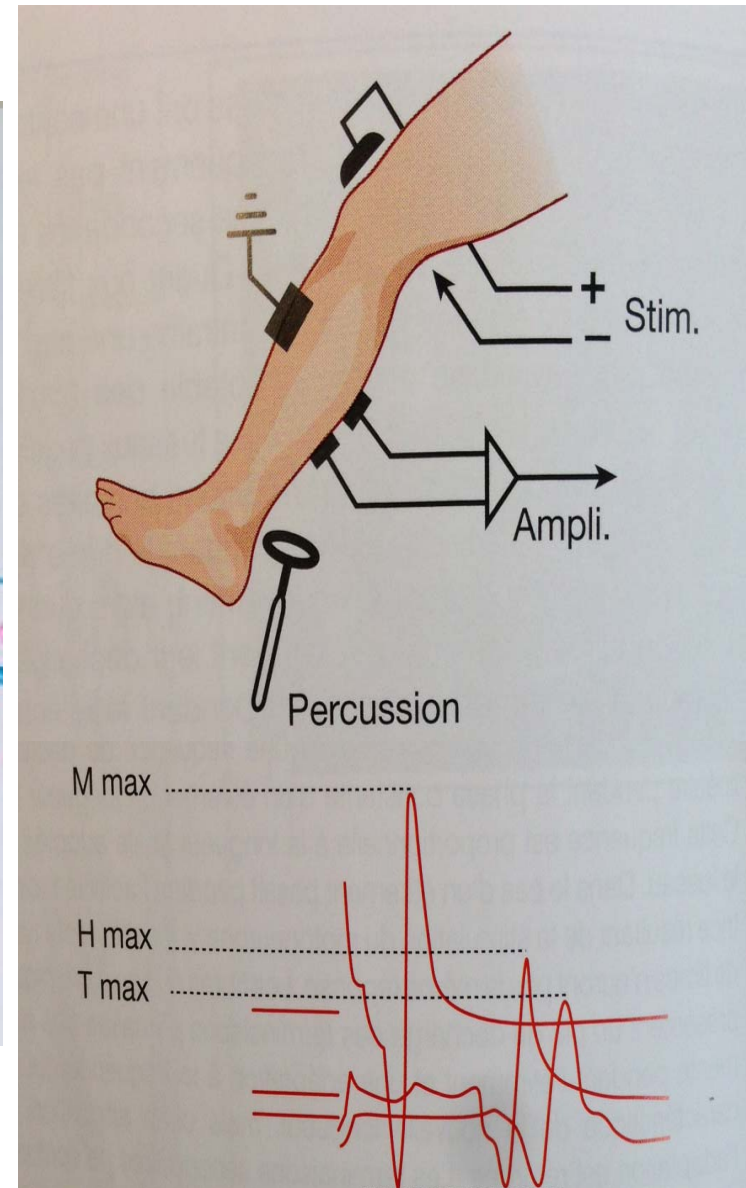


Exploration des Réflexes chez l'homme.

- ① Réflexe Myotatique.
- ② Réflexe H - 4310-Batho
- ③ Réflexes Polysynaptiques

Valeurs Normales
et Pathologiques

BLIND
R III





Motricité - Contrôle supraspinal.

Plan général

I contrôle Réticulaire

FR F

FR I

Régulation

II Cervelet

- Floc. Nod.

- L. Ant.

- L. Post.

- Σ cérébelleux

III Vestibule.

- Utric. Sacc.

- Ampoules.

IV Contrôle Cortical

- Cortex et F. PYRAMIDAL.

- Motricité Extra-Pyr.

schéma général récapitulatif.



Contrôle encéphalique de la Motricité

I. Contrôle Réticulaire

SRFD

- la rigidité de décérébration:
 - Section chirurgicale intercollulaire-Transportine
 - Description clinique:
 - + chat
 - + homme
 - + chauve-souris et...
 - Exagération des réflexes myotatiques
 - * prédominance des FNM sur les muscles anti-gravitaires
 - * section de la R. D. \Rightarrow Rigidité \Rightarrow \downarrow \downarrow \downarrow \approx ϕ
 - \Rightarrow Action Mn \rightarrow α

Mécanismes spinaux de la Rig. de D.

enregistr. μ élect. dans Mn α [Fléch Ext]
 + enregistr. sur fibres 1A [ext. Fléch] \Rightarrow γ

stim. R.F. Mésencéph. 300 Hz
 par stéréotaxie



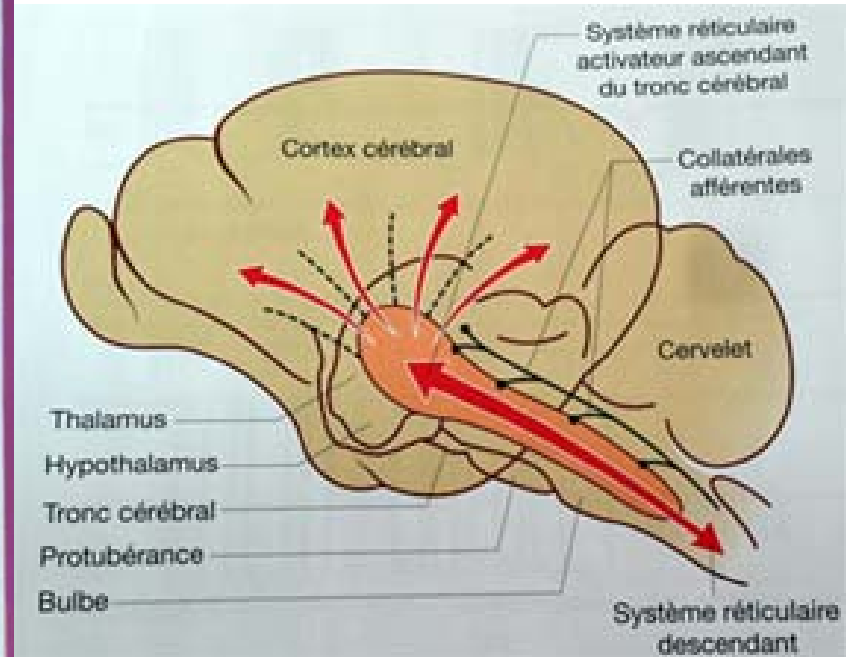
α Ext

α Fléch

Ia ext

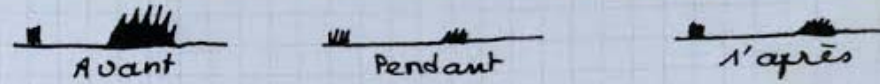
Ia Fléch

\rightarrow FACILITATION NON RÉCIPROQUE des Mono Σ
 Action α + γ

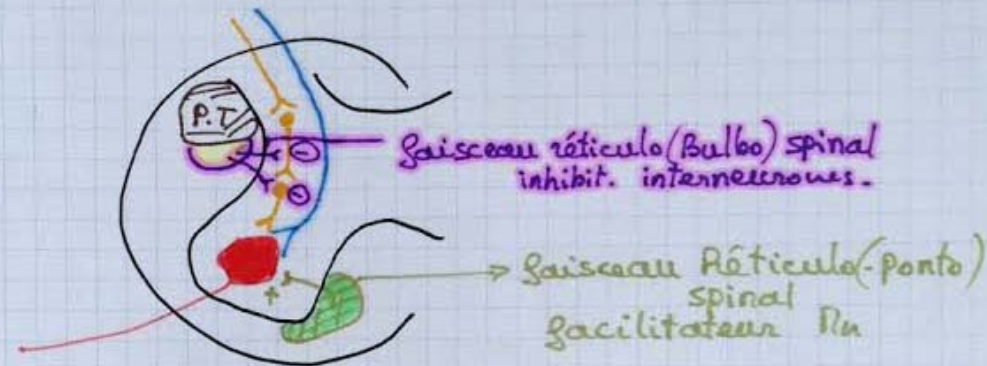




INHIBITION DES REFLEXES POLY de flexion. ⁽²⁾



Mécanismes:



Explication de la rigidité de Décérébration.

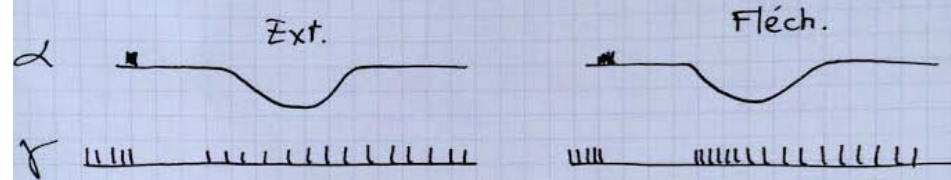
- suppression des afférences inhibitrices puissantes
 - Aire 4 S
 - N_x Caudé
 - L. Ant. du Cervelet
- Avec influences persistantes des structures facilitatrices sous jacentes à la section.

notamment : le N_x de DEITERS
(N_x vestibulaire Latéral)



SRID localisation Anatomique Bulbe. (3)

- Mise en évidence de l'Action Inhibitrice.
- stim. répétitive à Basse Fréquence 50 Hz.
- Enreg. Mn α (Ext. et Fléch.)
- Enreg. Fibres Ia (Ext. Fléch.)



→ INHIBITION NON RÉCIPROQUE

REGULATION de l'ACTIVATION et de la désactivation MOTRICE d'origine Réticulaire

- ACTIVATION :
- facteurs nerveux :
 - SOMESTHÉSIE
 - Cerveau .. (sauf ..)
 - cervelet (sauf ..)
 - chemorecepteurs centraux
 - facteurs humoraux :
 - Ph \downarrow Acidose
 - CO₂ \uparrow
 - θ° centrale \uparrow
 - Adrénaline

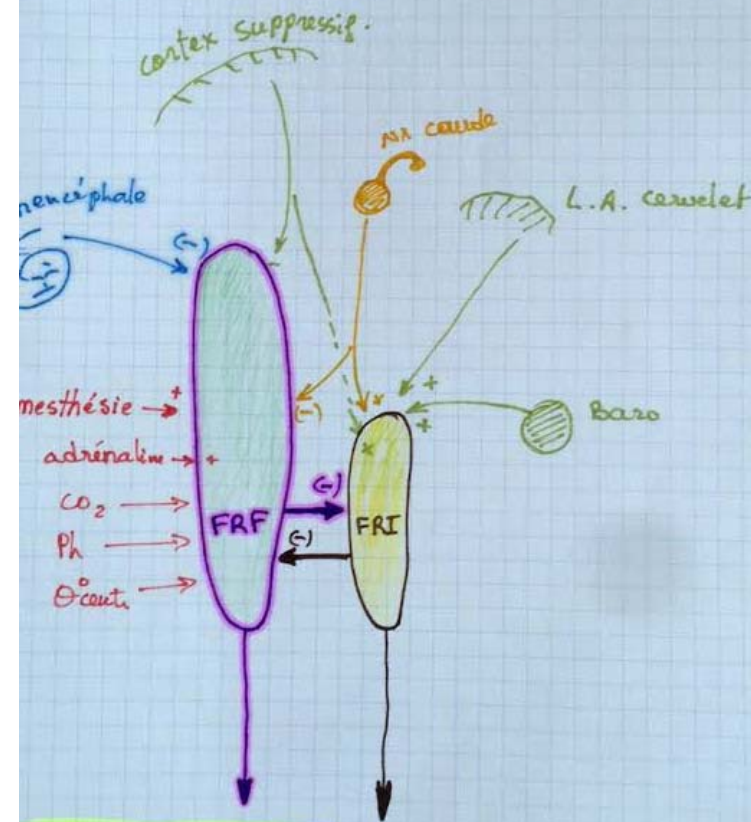
En fait : REACTION D'ÉVEIL et de comportement
Moteur adapté



DÉSACTIVATION.

(4)

- Aires corticales suppressives (4S)
- N^x caudale
- L. Ant. Cervelet
- Baro récepteurs $\left\{ \begin{array}{l} \text{sino carotidiens} \\ \text{Aortiques} \end{array} \right.$
- Rhinencéphale
- Ph \uparrow (alcalose)
- CO₂ \downarrow
- Θ° Centrale \downarrow



Syndromes cliniques : * Spasme du Sanglot (Nourissons...)
* Σ du Bouton de Col



Contrôle Encéphalique de la Motricité

5

II Cervelet Mise en place

Rôle crucial dans le contrôle de la posture, de l'équilibration et du mouvement.

d'une manière schématique:

SOMATOTOPIE

- Lobe Flocculo-Nodulaire → équilibration. système Vestibulaire
- Vermis Médian : régulation du Tonus postural antigravitaire - muscles axiaux
- Hémisphères : Contrôle de la motricité automatique et volontaire des Membres.

Evolution Phylogénétique du Cervelet

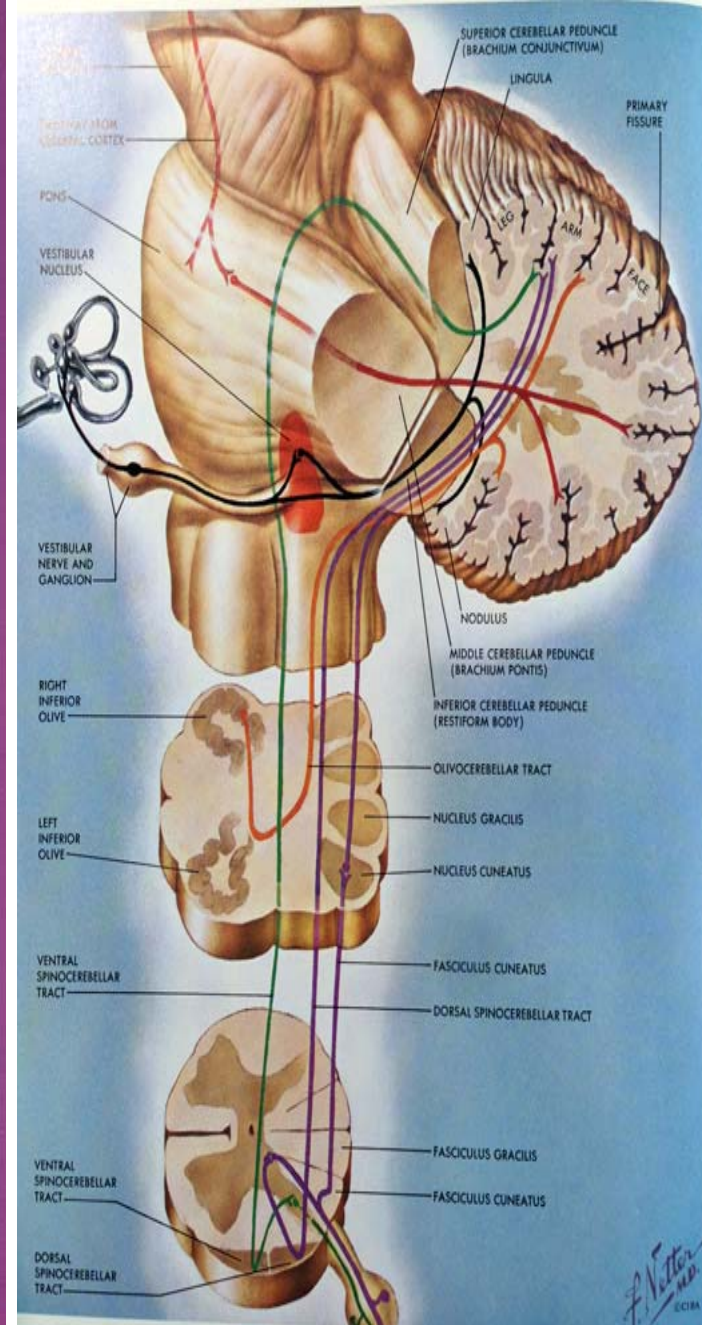
- Archéo-Céréb : Flocc. Nodulaire
- Paléo-Céréb = Lobe Ant.
- Néo-Céréb : Lobe Post. mammifère

SOMATOTOPIE

I des afférences : obtenues en stimulant ≠ parties du corps + enregistrements de potentiels évoqués sur le cervelet.

II des interconnexions avec les aires sensorielles corticales.

III des efférences : modifications motrices provoquées par stimulations cérébelleuses.





Rôle et Fonction

① Lobe Flocculo-Nodulaire

Ablation du F.C. \Rightarrow Troubles purs de l'équilibre

- Chez l'enfant, les premiers signes cliniques des Médulloblastomes sont les troubles de l'équilibre

Car : les MÉDULLOBLASTOMES se développent aux dépens des \mathcal{L} fastigiales situées sous le FN.

② Lobe Antérieur

- Pigeon
- Ablation du cervelet chez le pigeon : Rigidité de Déc.
 - Ablation unilatérale \Rightarrow Rigidité homolatérale.
 - La stimulation Electr. du L.A. \Rightarrow effondrement TONUS

→ Décérébellation ischrémique du L.A.

CHAT

- Clampage des Carotides
- Ligature du Tronc Basilaire entre les artères cérébelleuses moyennes et Postérieures

→ Exclusion sélective du L.A.
vérifié par injection de colorant

→ Rigidité de décérébration qui ressemble à la R. de D. chirurgicale.

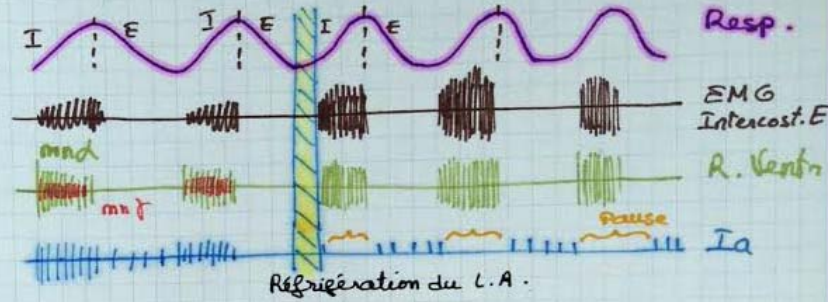
SAUF : Persiste après section des R. Dorsales

⇒ Rigidité \propto Pure

Mais que se passe-t-il sur γ ?



- EXP : on travaille sur un mouvement automatique où il y a Co-activation α - γ
 ⇒ Mot. Ventilatoire



⇒ la présence de la pause = γ deviennent facilités

⇒ Exclusion du L.A. { excit Mn α
 { Inhib Mn γ

Donc : le rôle physiologique du L.A. : inhibe Mn α
 Facilite Mn γ

MECANISMES

L'inhibition Mn α : excitation F.R.I. bulbaire
 inhib. de F.R.F. Mésencéph

La facilitation Mn γ : Voies cervelet-cortex → F. Pyr.

"Pour la culture générale" AUTRE HYPOTHESE

- le N_X vestib. lat. (Deiters) exerce une action tonique facilitatrice sur les muscles antigravitaires
- Ce N_X est soumis en permanence à l'influence inhibitrice des ℓ de Purkinje du Vermis (L. Ant).
- l'ablation du L. Ant du Cervelet → suppression de l'inhibition sur ce N_X de DEITERS
- HYPERTONIE des muscles anti-gravitaires



③ Lobe Post. Ablations sur primate = HYPOTONIE
Troubles de la régulation du geste.

Pour Résumer

① Lobe Flocc. Nod. Archéo. Cérébellum.

contrôle équilibre - mécanismes de la station debout

② Paléo-Céréb: L.A. (Vermis)

contrôle du Tonus.

des réflexes de redressement
et d'adaptation posturale

③ Néo-Céréb: L. Post. (lobes lat.).

intervient dans la régulation et le
contrôle du mot.

CHEZ LE PRIMATE SUP. ET CHEZ L'HOMME,
la lésion complète du cervelet \Rightarrow signes complexes
= Σ Cérébelleux

- HYPOTONIE * oscillations pendulaires des R.T.
* Abolition des réflexes de Post.

- ASYNERGIE

mauvaise harmonisation $\left\{ \begin{array}{l} \text{Temps} \\ \text{espace} \end{array} \right.$

des contractions élémentaires du mouvement

• Dysmétrie (Hypermétrie)

• Adiadococinésie

• Dyssynchronisme: retard à la mise
en route et à l'arrêt du mot.



- (5)
- Tremblement: pendant la geste (intentionnel)
s'accentue pendant le déroulement du mot.
en fait, c'est plus une oscillation non rythmée
qu'un vrai tremblement.
 - Troubles de l'équilibre: - instabilité verticale } lobe
+ NYSTAGMUS - Polygone sust. élargi } F. N.
 - écriture: signe de dysmétrie
lettres de grande taille - inégales
 - Parole: scandée, explosive, mal rythmée.



III Vestibule - Posture - équilibre.

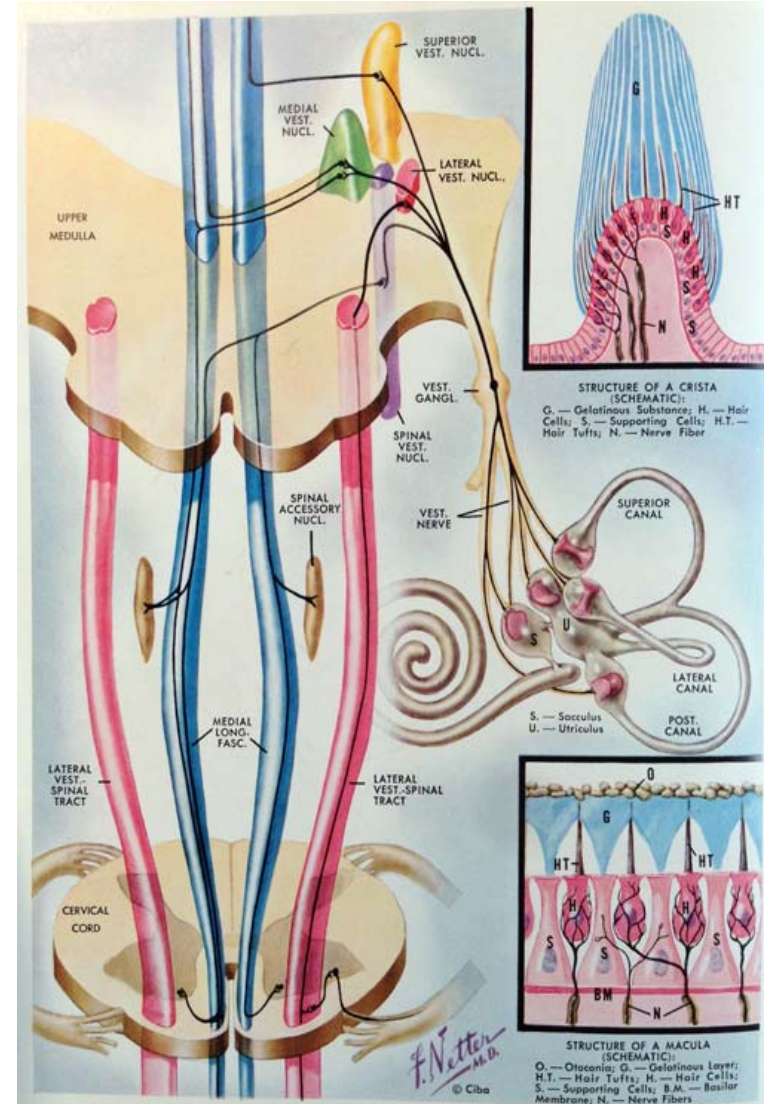
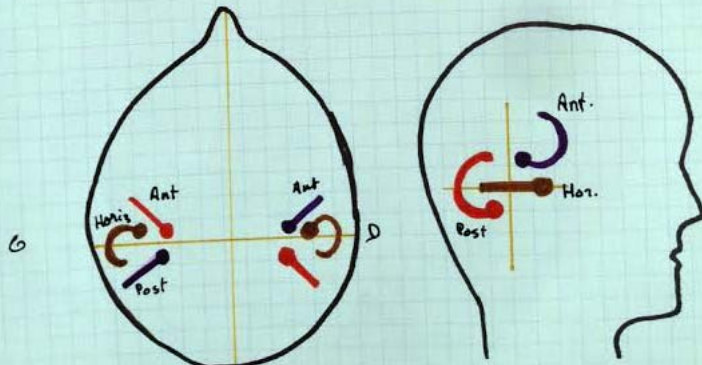
Rôle de la + Vision
+ Proprioception
+ Vestibule
+ A&S. cutanées

ordre Tête - cou → Tronc → Mbs
dans les réactions d'équilibre.

Le vestibule : oreille interne.

- Récepteurs de Position (maculae)
utricule (inclinaison latérale)
sacculé (inclinaison A. Post).
- Récepteurs d'accélération (ampullae).
canaux $\frac{1}{2}$ circulaires - horizontal (1 seul)
2 Verticaux = Ant. et Post.

les fibres nerveuses vont former le nerf vestibulaire branche du VIII (avec la cochlée)





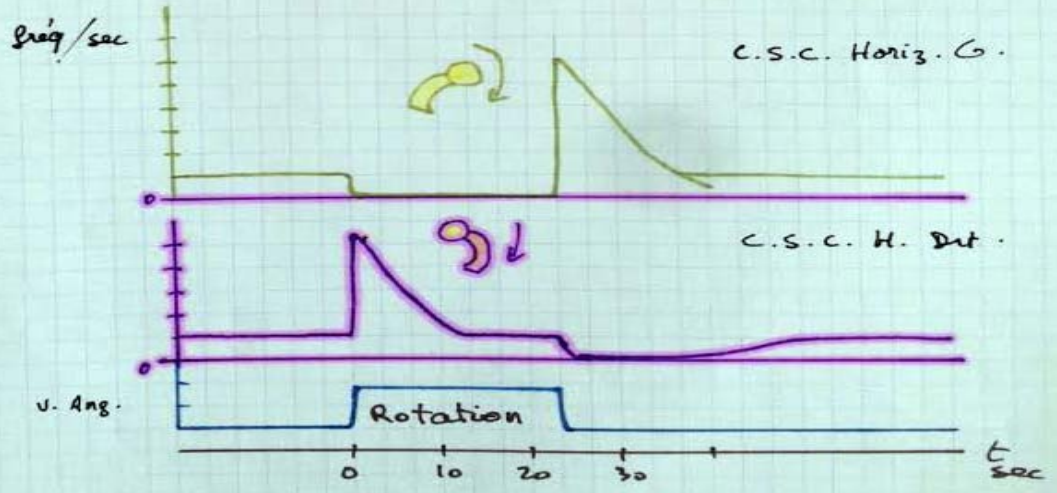
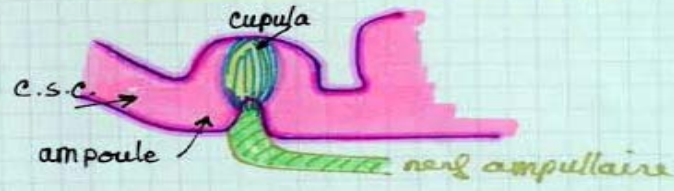
Fonction. des récepteurs utric. et saccul.

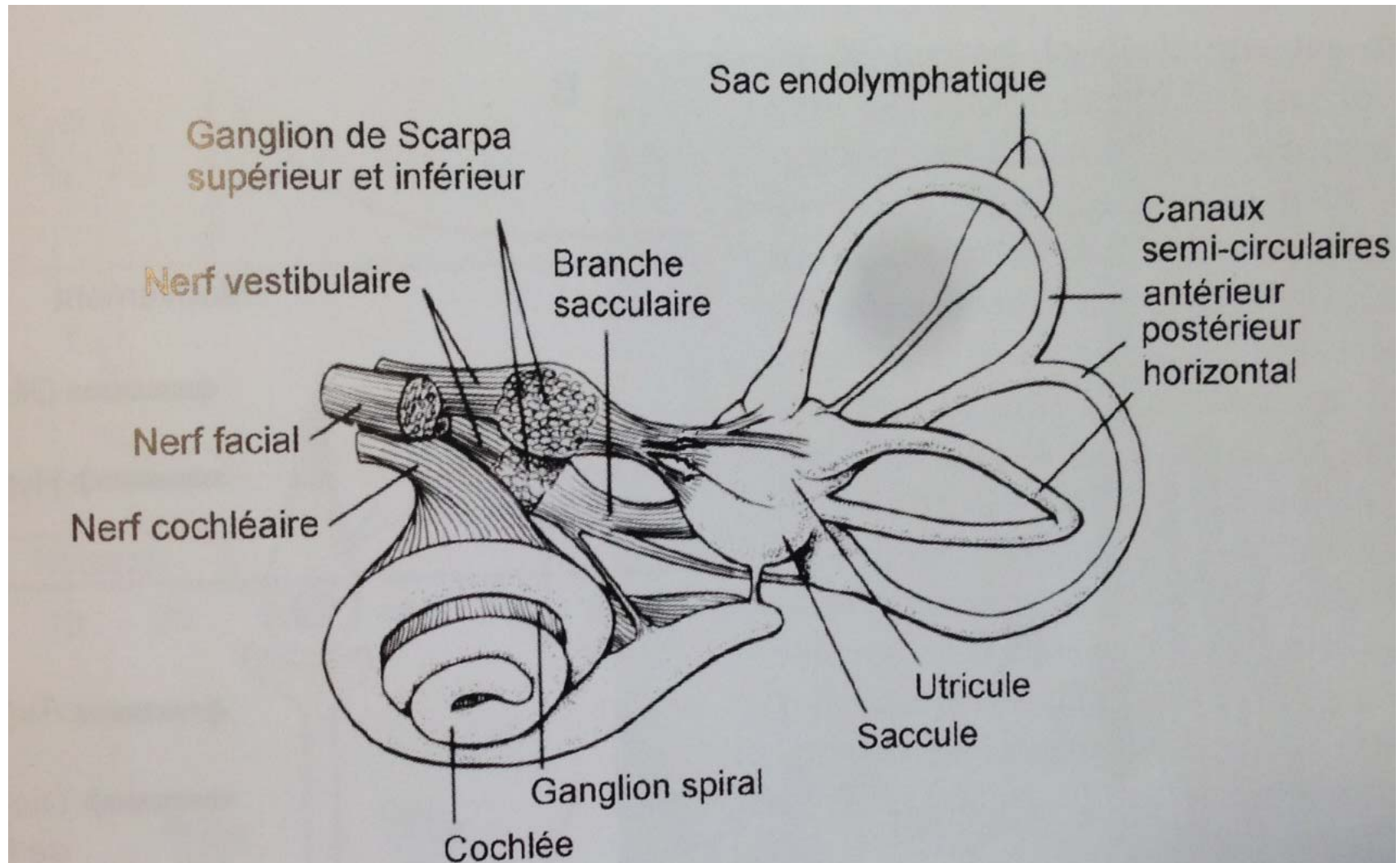
- Rôle des stolithes
- manip. sur crabe avec limaille de fer + aimant
- manip. sur chat - nerf utriculaire droit inclinaison vers la Dnt



REGLE LA POSITION -

Fonction. des récepteurs ampullaires





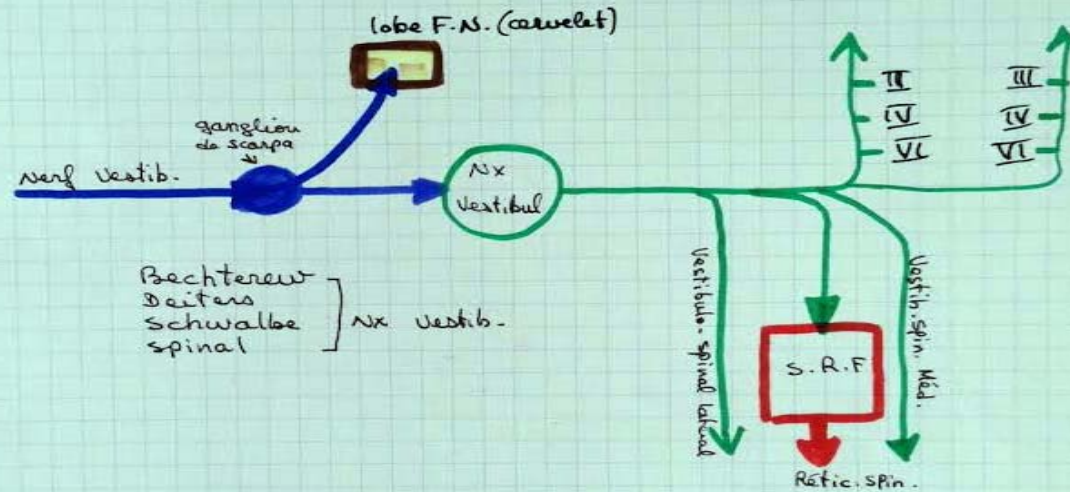


(12)

de courant ampullipète \Rightarrow \uparrow de la décharge
" ampullipège \Rightarrow " " "

exploration des canaux $\frac{1}{2}$ circulaires chez l'homme

- Gantueil tournant
 - Méthode calorique de Barany -
- notions de Nystagmus -
Syndromes Vestibulaires



Schématisation des voies vestibulaires
montrant les relations avec les nerfs de la
motricité oculaire -

- Psio Patho :
- le Σ Vestib. périphérique - [Vertiges rotatoires ++
nausées - vomissements ++
Nystagmus
 - le Σ Vestib. Central. = lésions connexions centrales
 - Vertiges modérés
 - Tbs de l'équilibre ++
 - nystagmus



IV Contrôle Cortical

(13)

A Motricité PYRAMIDALE - Cortex Moteur Primaire

* Rappel Historique

- au 17^e siècle: Robert Boyle ^(Neurolog.) remarque que son valet - coup de sabot - embarrasse crâne 1/2 plégie contra - régresse après Tt. chir.

- au 19^e siècle:

Fritsch. Hitzig - stim. aire préfrontale = mouvements

David Ferrier - Ablation Aire 4 (mélh) = paralysie contra

Jackson - Descript. de l'épilepsie Motrice

⇒ Mise en évidence du Cortex Moteur Primaire
AIRE 4 de Brodman.

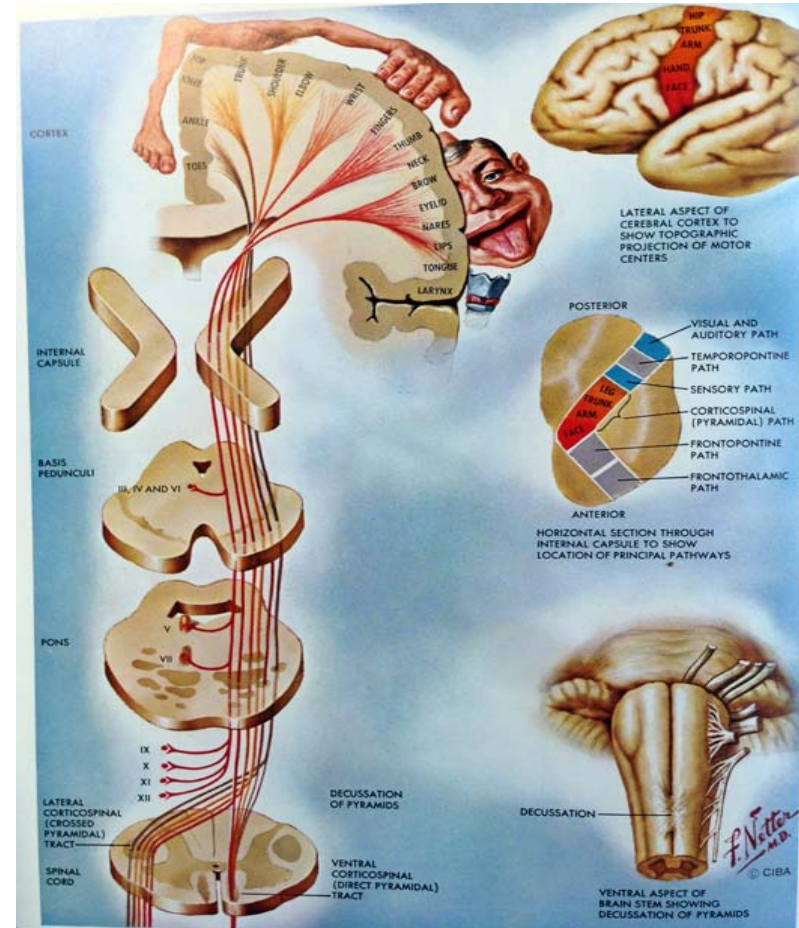
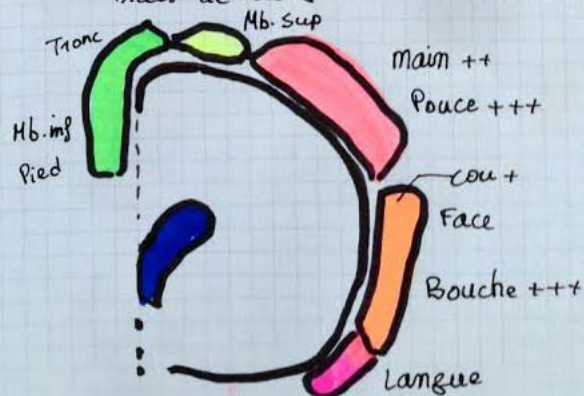
○ Stimulation de l'aire 4.

* Selon le niveau d'anesthésie

1 observation des ≠ Types de réponses motrices

SOMATOTOPIE Contralatérale au mot.

n'est pas fct. de la quantité de muscle
mais de la finesse du mouvement.





(14)

la somatotopie ainsi obtenue
montre que le cortex Moteur primaire serait
responsable de la régulation des mots. vol. fins.

Chez l'animal éveillé, stim. Corticales

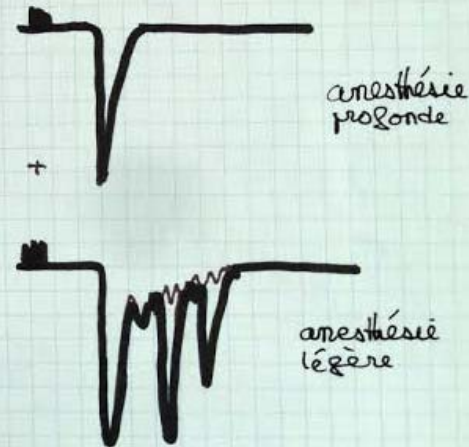
→ Mouvement véritable -
Complexe et coordonné
avec contractions d'agonistes
et d'antagonistes

→ le Cortex Moteur Primaire commande
des Types de mouvements

N.B. si stim + forte : Epilepsie B.J.

② stim. Rise 4 - Enregist. sur le F. PYR.

Suivant le niveau d'Anesthésie.





(15)

Destruction de l'aire 4

la destruction de l'aire 4 (gyrus pré central)
→ hémiparésie contralatérale régressive 4.5 semaines

MAIS DISPARITION DÉFINITIVE des Mots appris.

- + Exagération des réactions posturales
- + Exagération des R. Tendineux et de Défense
- + Hypertonie spastique.
- * Signe de Babinski → Descript Enregistr. (event).

Ego

Ego



MAIS : la Section localisée de F.P. au niveau des Pyr. Bulb → ^{HYPOTONIE} ne donne pas d'hypertonie
⇒ l'hypertonie et l'exagération Réflexes Tend. proviennent de fibres corticales Extra-Pyr

la Voie PYRAMIDALE

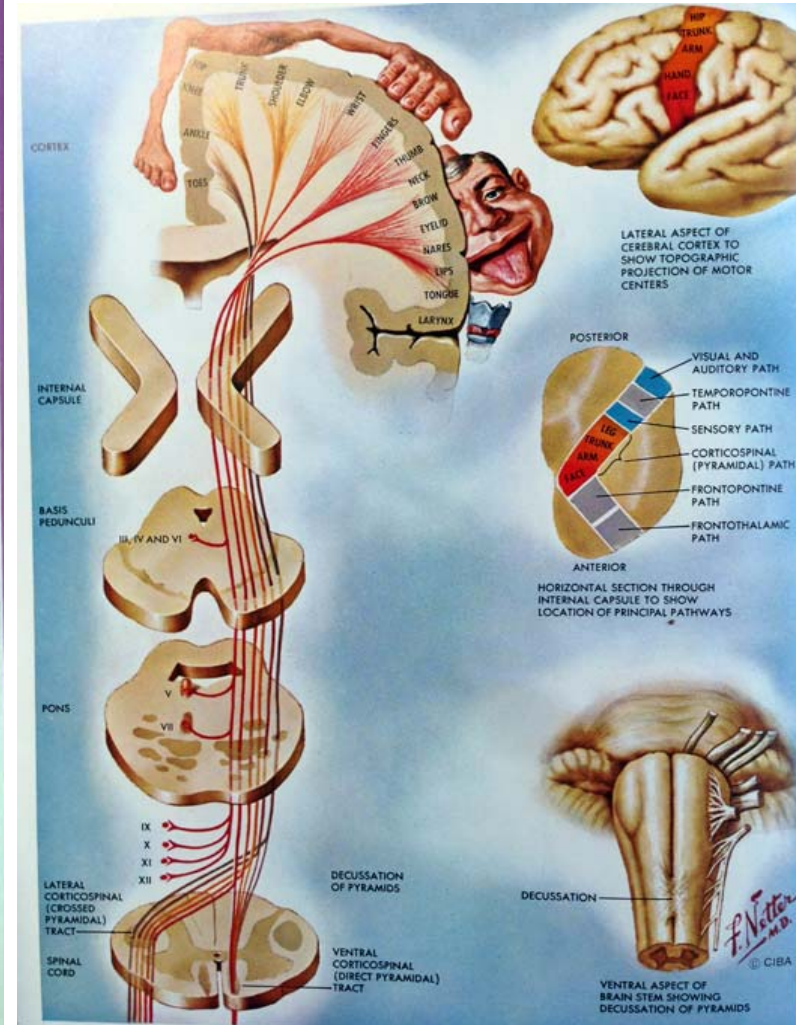
- Description rapide de son Trajet → ^{croisé} Direct
- Lamination somatotopique dans la moelle.
- organisation au niveau spinal ^{du}

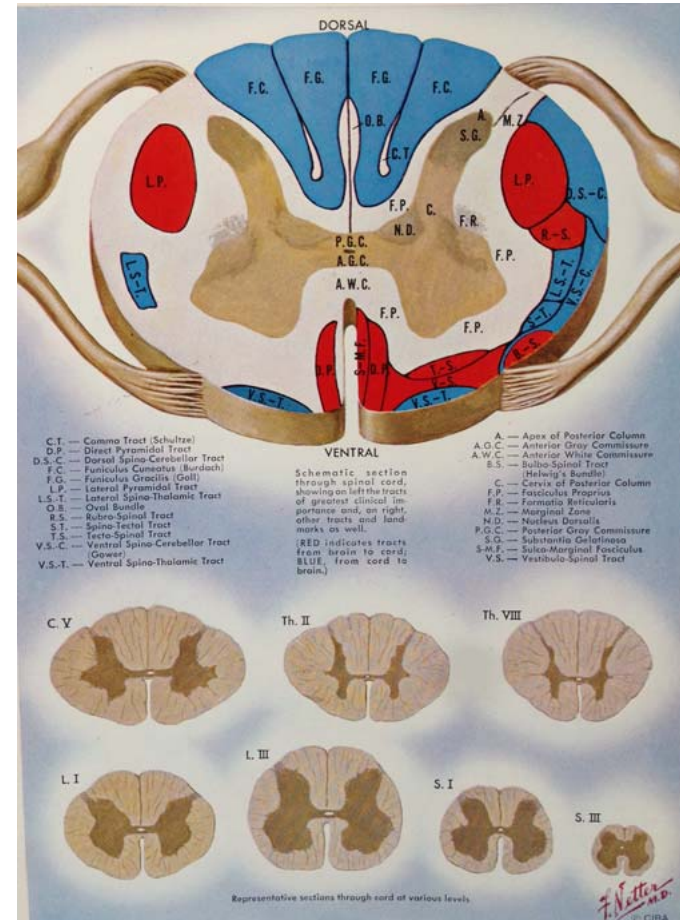
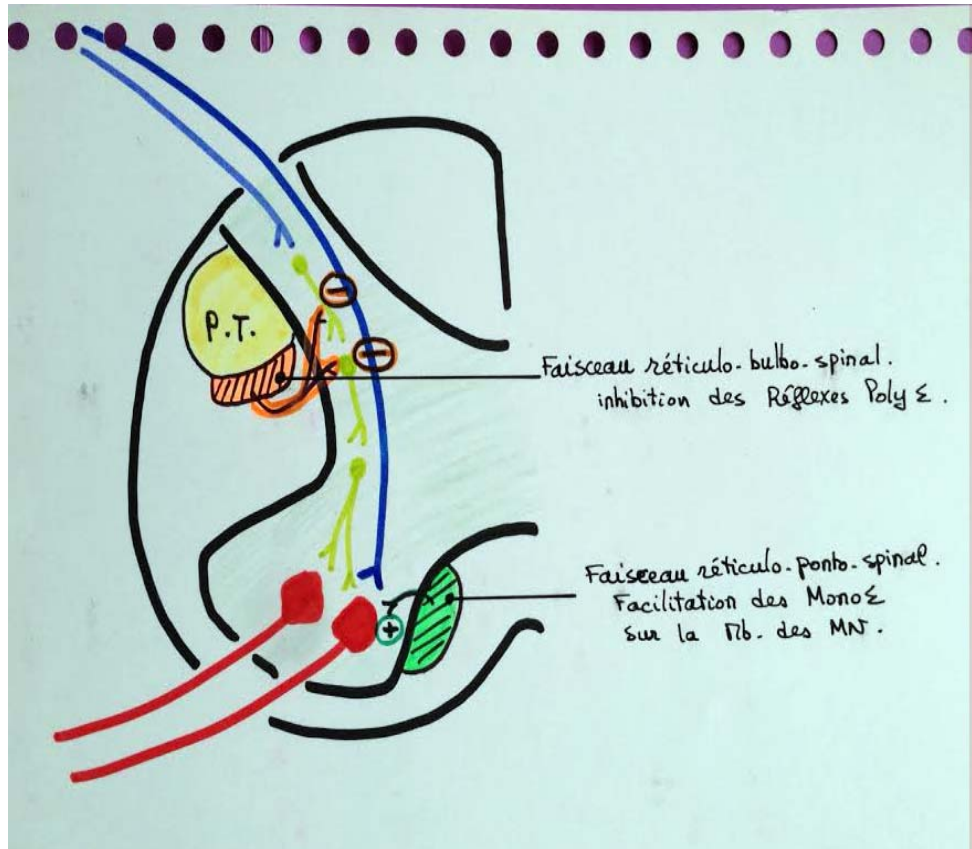


F.P. : 1 000 000 d'Axones (homme)

60% de l'aire 4

40% [aire suppl. aire 6
aires Décou. 3.2.1.
lobe pariét







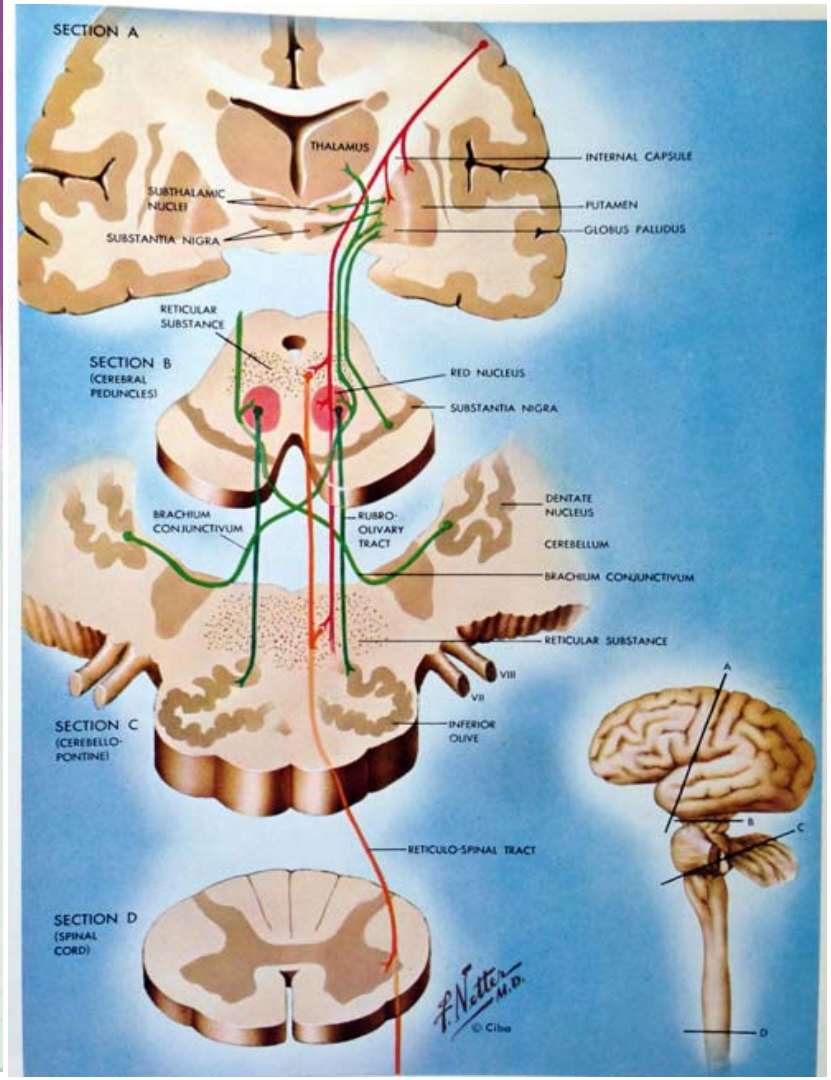
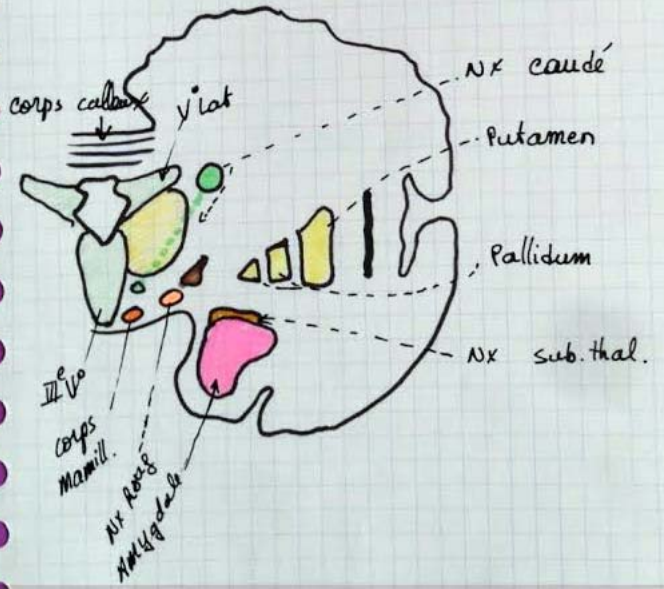
16

B

MOTRICITE EXTRA PYRAMIDALE

NX gris de la Base

- Néostriatum : • NX Caudé
ou striatum • Putamen } → NX lenticulaire
- Paléo. striatum • Pallidum }
- Sub. thalamic nucleus (Corps de Luys) } → Diencephale
- Substance Noire } → mésencéphale





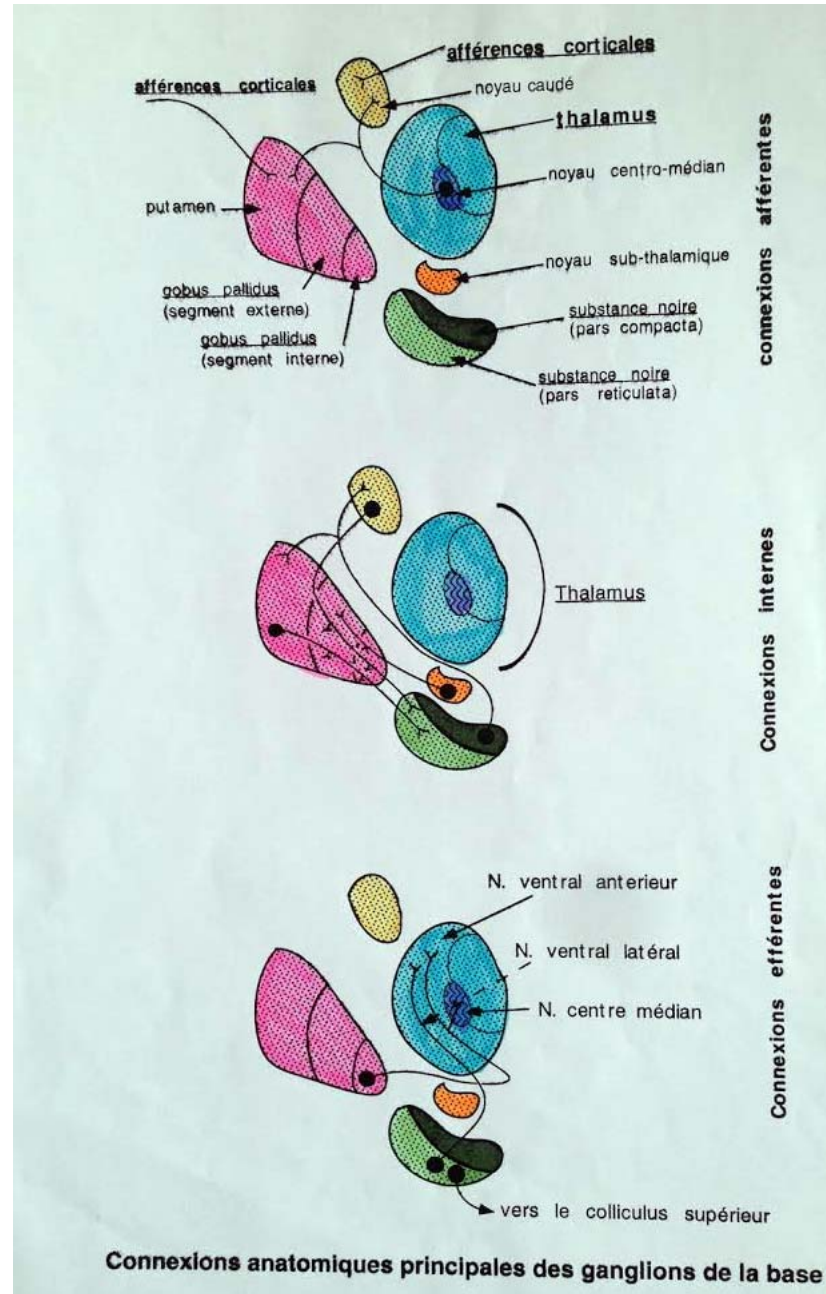
Motricité extra-pyramidale les Noyaux de la Base

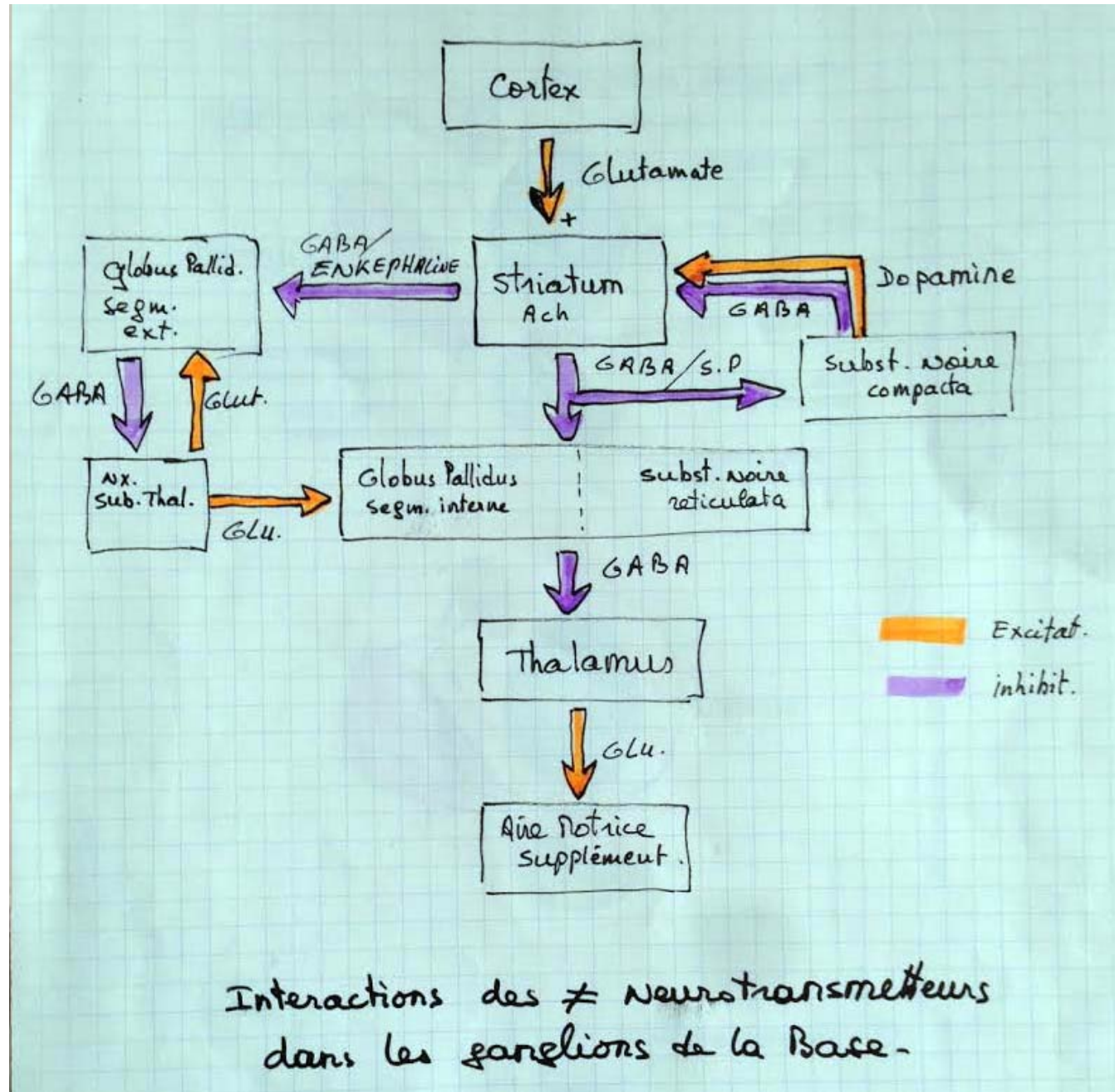
Les noyaux de la base comportent 5 structures qui participent au contrôle du mouvement. Contrairement à la plupart des autres systèmes du contrôle moteur, les noyaux de la base ne reçoivent et n'envoient aucun message directement de la moelle épinière.

Leurs principales afférences proviennent du cortex cérébral et leurs éférences retournent au cortex (préfrontal, ~~et~~ prémoteur et moteur) via le Thalamus.

Les 5 Noyaux constituant le "ganglion de la Base":

- Noyau caudé
- Putamen } striatum
- Globus Pallidus = Pallidum
 - segment interne
 - segment externe
- Noyau Subthalamique
corps de Luys
- Substance Noire
 - zone ventrale (pâle) - Pars reticulata
 - zone dorsale (noire) - Pars compacta ⇒ & Dopaminergic





Interactions des ≠ Neurotransmetteurs
dans les ganglions de la Base.



(17)

Les NX de la Base sont importants dans l'initiation du Mot.

Ajustements posturaux pour l'exécution :

- 1) harmonieuse du mot. volontaire
- 2) initiation et contrôle " "

→ La pathologie de ces structures va modifier

- le Tonus
- les réflexes posturaux
- les mots volont. et invol.

EX : Maladie de Parkinson.

lésion : Cellules Dopaminergiques dans la subst. noire

→ ↓ DOPAMINE ds striatum.

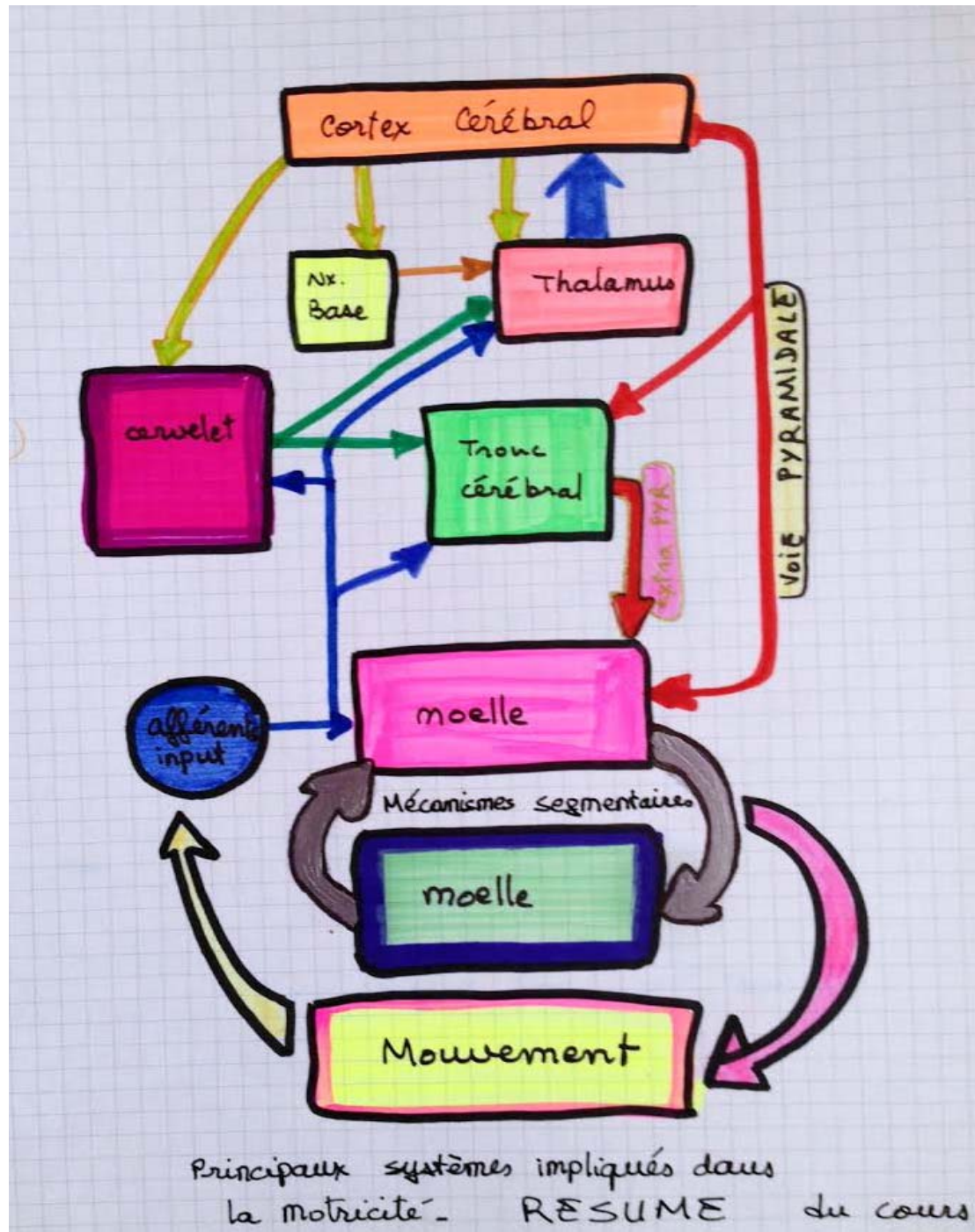
Signes : ● Tremblement de repos
● Rigidité

Traitement : L-DOPA car passe la B.B.B.

Voir dessin sur feuilles Bristol.

autres pathologies en rapport avec les ggl. de la Base

- Chorée de Huntington → perte des neurones du striatum
- hémiballisme → NX subthalamique
- Dyskinésies Tardives → dues aux traitements neuroleptiques qui bloquent la neurotransmission Dopaminergique. avec retentissement sur systèmes [GABA
Ach



Résumé schématique du cours sur la motricité