

# Le contrôle de l'Action

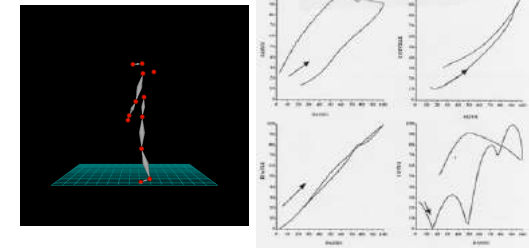
Contrôle Modulaire de système hyper Redondant

...et assurer en même temps 2 tâches :  
Saisir et s'équilibrer

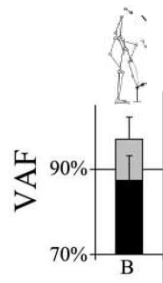


Varna09

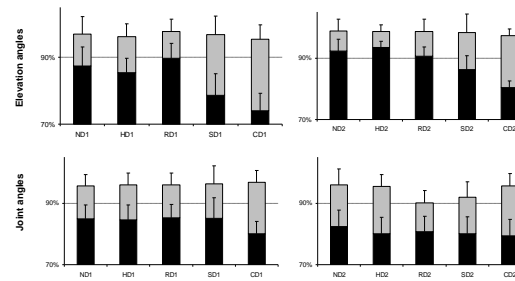
# Couplage angulaire



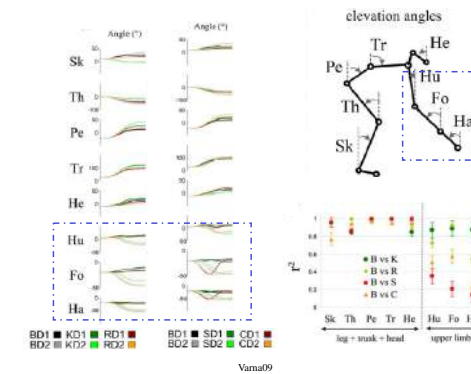
Le tracé des déplacements angulaires ensemble met en évidence des co-variations locales (épaule-hanche, épaule-genou, hanche-cheville).



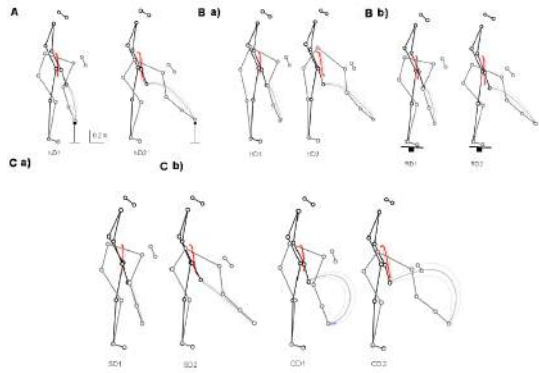
Varna09



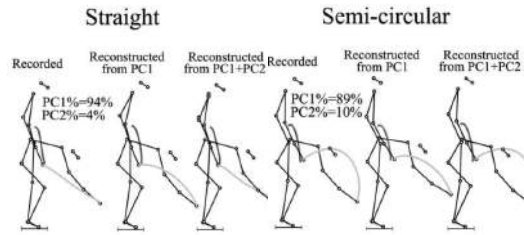
4



Varna09



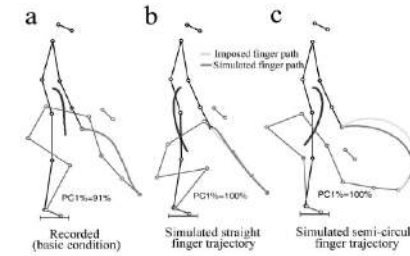
### Rôle des 2 Modules ?



8

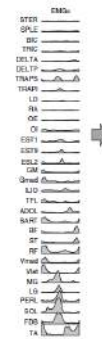
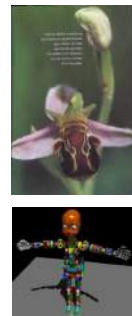
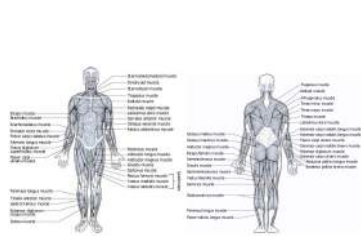
### Pourquoi 2 Modules ?

#### Simulation

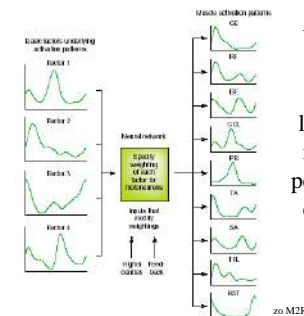


9

### Contrôle de la redondance (*Intrinsèque*)



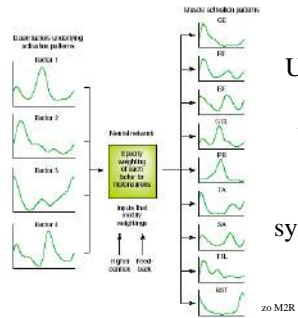
L'activation des Mn résulte de la combinaison d'activités musculaires simples.



Une analyse factorielle conduite sur les 16 muscles montre que l'activité musculaire est réduite à 4 facteurs qui peuvent être combinés de différentes façons pour produire l'action individuelle des 16 muscles.

12

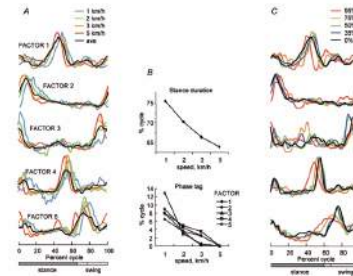
L'activation des Mn résulte de la combinaison d'activités musculaires simples.



Un facteur représente une caractéristique temporelle pendant laquelle l'activité musculaire est synchrone sur plusieurs muscles.

zo M2R

13



Les 5 composantes sont invariantes aux modifications de vitesse ou de forces de réaction.

14

Les composantes résistent aux mvt volontaires



Perturbation volontaire du pattern loco, de la trajectoire du pied, et nécessitant plus de force d'appui.

Introduction d'un WBR d'objet au sol et nécessitant une coordination des 2 composantes de la tâche.

TPozzo M2R

15

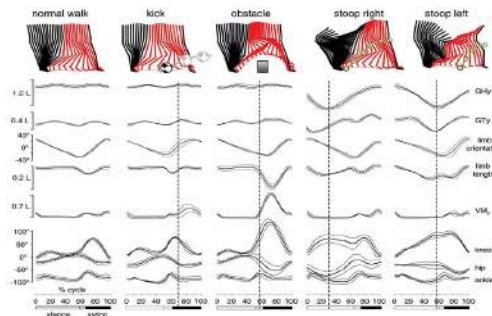
Les composantes résistent aux mvt volontaires



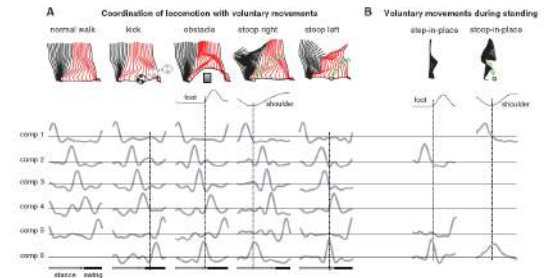
•Hypothèse 1 : Réorganisation totale des patterns car mécanique différente et FB proprio différents ;

•Hypothèse 2 : Introduction des composantes du mvt volontaire aux composantes de la loco par superposition de primitives motrices.

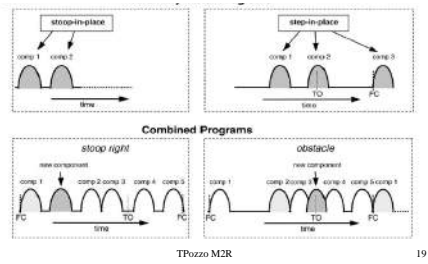
Les composantes résistent aux mvt volontaires



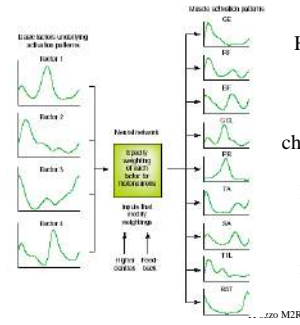
Introduction d'une 6<sup>ème</sup> composante due à la combinaison Loco-Mvt volontaire.



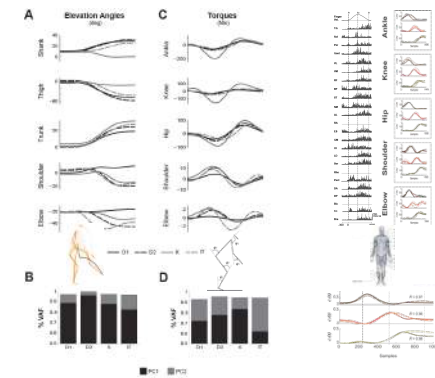
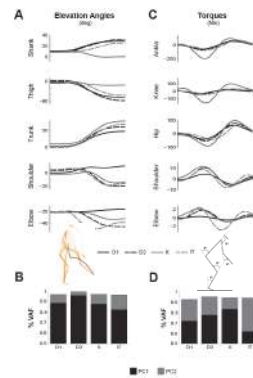
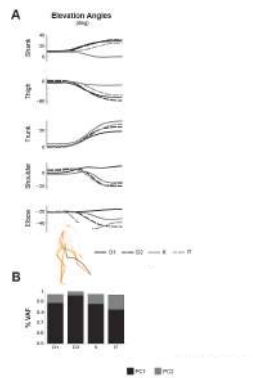
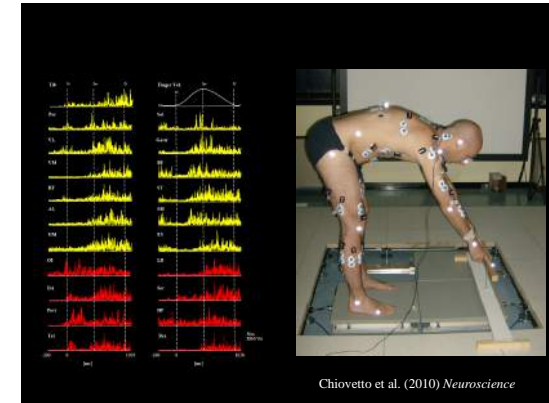
## L'hypothèse modulaire : l'emboîtement des modules!

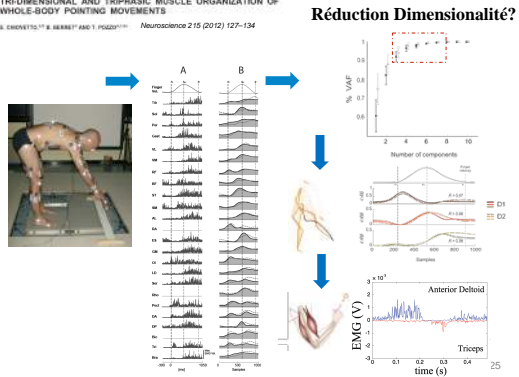


## Primitives Motrices

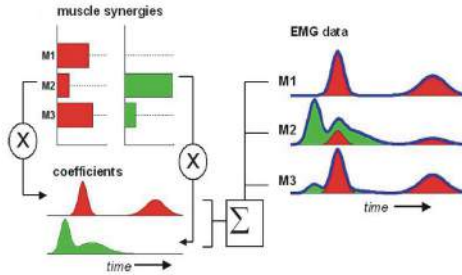


Hypothèse : existence d'un réseau transformant les patterns identifiés en commandes spécifiques à chaque muscle. La production de différentes formes locomotrices pourrait être modulée par les FB proprioceptifs et les influences supra-spinales.





Réduction Dimensionnalité?



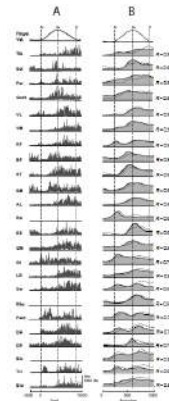
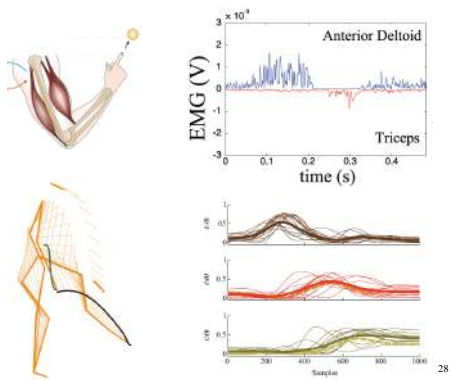
The recorded EMGs can be reconstructed by linearly combining several time-invariant muscle synergies, each activated by a distinct time-dependent coefficient waveform. Each of the two synergies (red and green bars) has activation components across 3 muscles M1, M2, and M3. These components specify an invariant muscle activation balance profile that is scaled, across time, by the synergy's coefficient waveform shown below the synergies (its color matching that of its corresponding synergy). The muscle waveforms produced by scaling synergies with their coefficients then are summed across synergies to explain the recorded EMGs (thick blue lines).

$$E^2 = \sum_{k=1}^T \left\| \bar{m}(t_k) - \sum_{i=1}^N c_i(t_k) \cdot \bar{w}_i \right\|^2$$

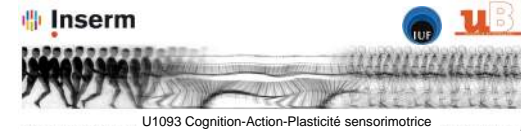
Lee and Seung 1999

- $T$  = nombre de points après normalisation en temps
- $m(t_k)$  = vecteur d'activation des muscles calculés a chaque points
- $c_i(t_k)$  = coefficient de combinaison
- $w_{ij}$  = synergie musculaire (vecteur d'activation musculaire)
- $N$  = nombre de composantes identifiées par l'ACP
- $M$  = nombre de muscles analysés

A partir de cette équation, un algorithme itératif tente de reconstruire l'activité EMG enregistrée en jouant sur la valeur du coefficient de combinaison pour réduire l'écart  $EMG_{reconstruit}$  vs  $EMG_{enregistré}$

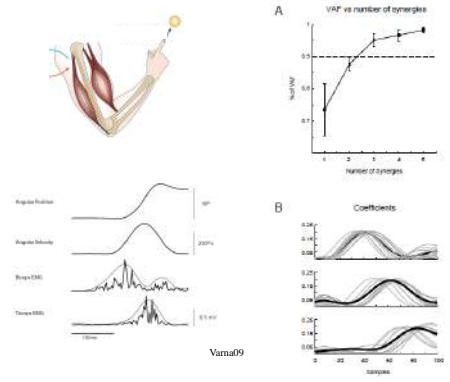


Simplicité ou approximations excessives ?

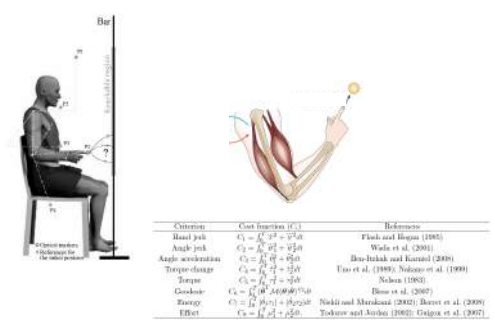


Contrôle des mouvements de pointage du bras

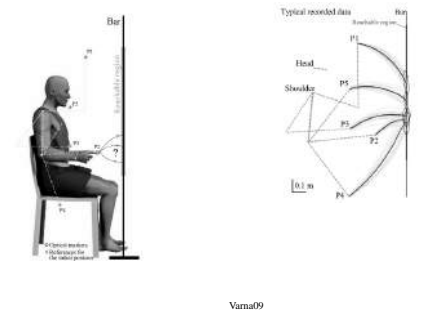
Thierry Pozzo



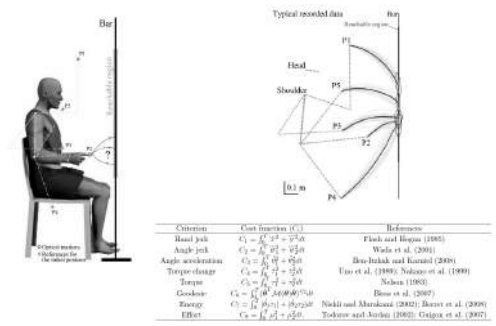
Simplicité ou biais experimental ?



Simplicité ou biais experimental ?

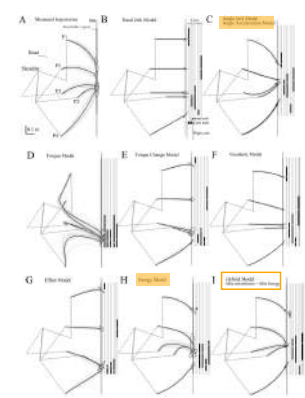


Simplicité ou biais experimental ?



Contrôle Optimal  
Pb#1: quelle fonction ??

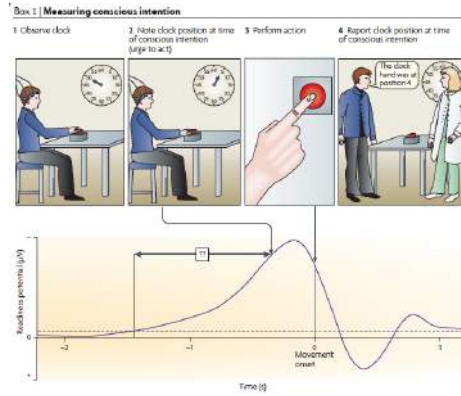
Criterion	Cost function (C)	Reference
Hand jerk	$C_1 = \int_0^T \dot{\theta}^2 + \dot{\omega}^2 dt$	Flash and Hogan (1985)
Angle jerk	$C_2 = \int_0^T \ddot{\theta}^2 + \ddot{\omega}^2 dt$	Wada et al. (2001)
Angle acceleration	$C_3 = \int_0^T \dot{\theta}^2 + \dot{\omega}^2 dt$	Ben-Itzhak and Karniel (2008)
Torque change	$C_4 = \int_0^T \theta^2 + \omega^2 dt$	Uno et al. (1989); Nakano et al. (1999)
Torque	$C_5 = \int_0^T \tau^2 dt$	Nelson (1983)
Geodesic	$C_6 = \int_0^T \dot{\theta}^T \Lambda(\theta, \omega) \dot{\theta} dt$	Biess et al. (2007)
Energy	$C_7 = \int_0^T \dot{\theta}^2 \tau + \dot{\omega}^2 \tau dt$	Nishii and Murakami (2002); Berret et al. (2008)
Effort	$C_8 = \int_0^T \tau^2 + \dot{\tau}^2 dt$	Todorov and Jordan (2002); Guigon et al. (2007)



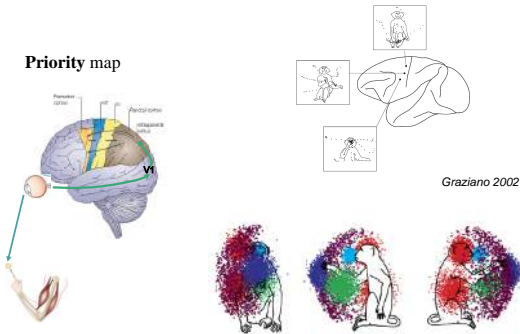


# Coordination visuo-motrice et Décision Motrice

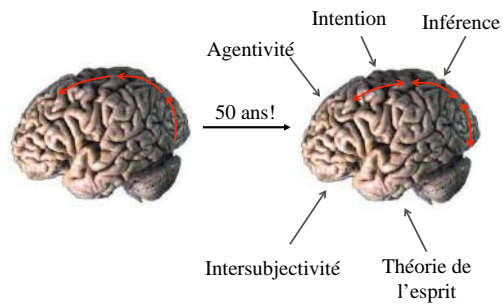
Thierry Pozzo



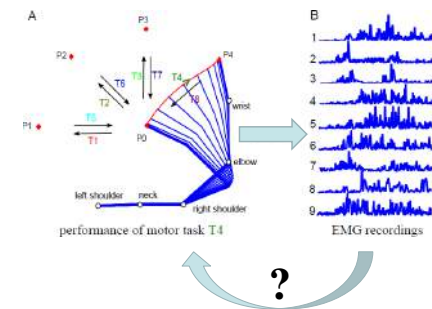
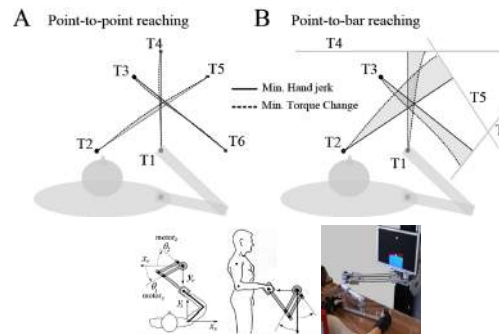
## Pb#2 : Redondance Ext nulle



## Cybernétique S => R



## Pb#3 : Méthode Directe



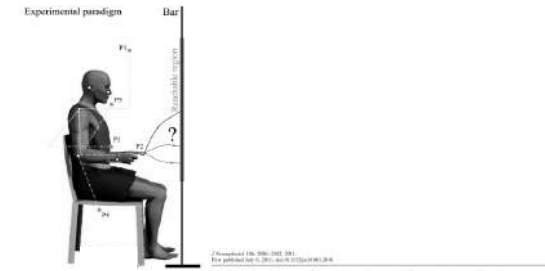
Delis, Berret, Pozzo, Panzeri (2012)

- Redondance corporelle > redondance externe
  - Protocole classique : lien rigide tâche et solution motrice (tache-dépendante)
  - Le pointage vers cible est artificiel (saisie pomme)
    - Idée : interrompre le continuum entre stimulus et sortie motrice en introduisant le libre choix.

DDL Intrinsèques...ou Extrinsèques ?

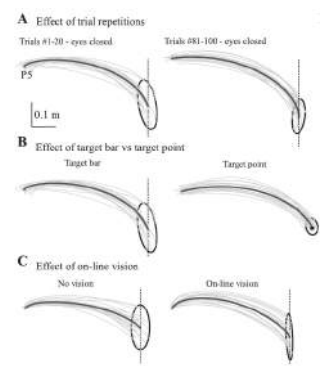


- 1 cible, 1 entrée visuelle saillante

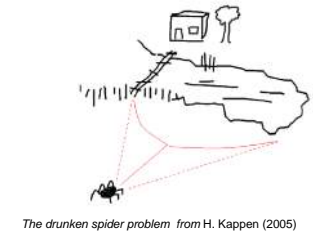
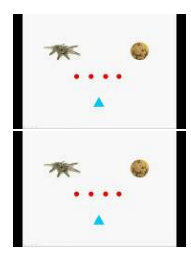


Manifold reaching paradigm: how do we handle target redundancy?

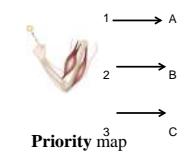
Boston Barot, Enrico Chiavola, Francesco Saverio, and Shree Poo



Prise de Décision motrice



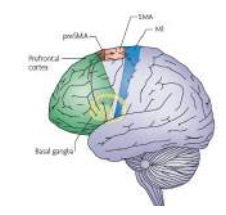
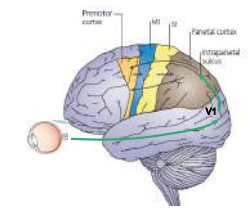
The drunken spider problem from H. Kappen (2005)



Priority map

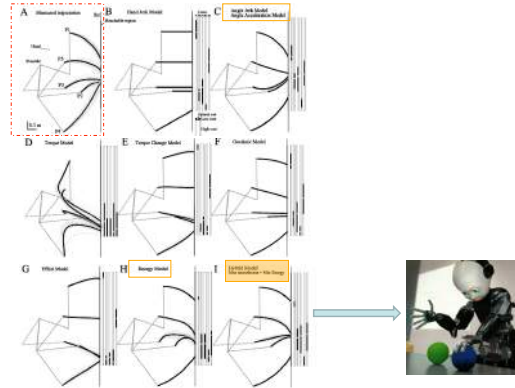
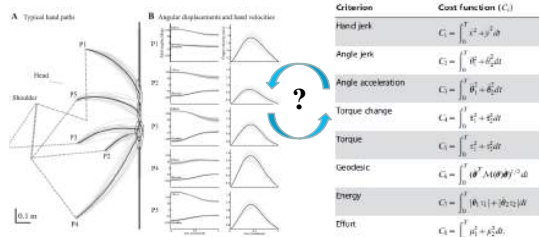


Mvt Volontaire





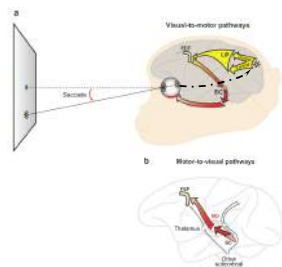
## Méthode Directe => Méthode Inverse



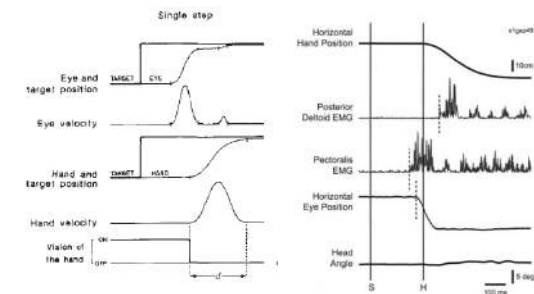
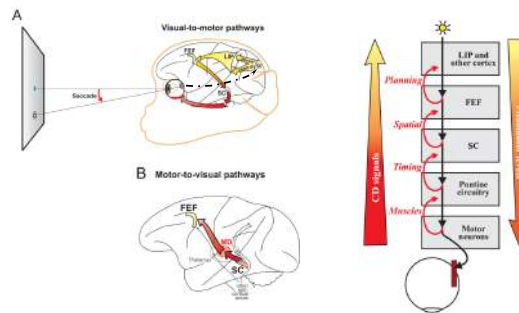
## Questions

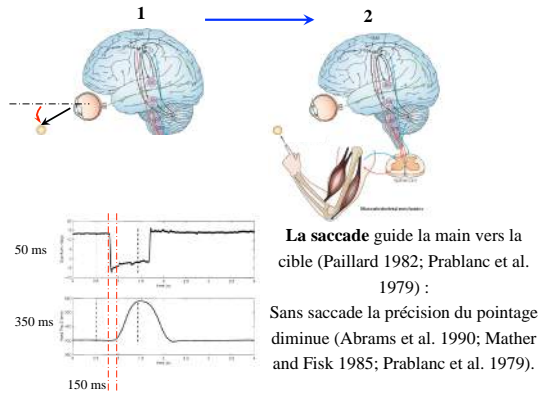
- L'absence de cible induit elle une saccade ?
- Si oui, la séquence est elle la même : **Œil** => main vs **Main** => œil ?
- Si oui, la saccade est elle guidée par le plan moteur ?

## Voies nerveuses de la Saccade



## Voies nerveuses de la Saccade





## Coordination visuomotrice en l'absence de cible ?

- **Saccadic eye movements** are shorter and quicker than hand movements (Erkelens 1991; Biguer et al. 1982; Mather and Fisk 1985; Prablanc et al. 1979; Pélisson et al. 1986)
- **For 20° eye movements**
  - Starts about 150 ms before hand movements (e.g., Biguer et al. 1982),
  - durations is shorter than hand movement durations (50 ms vs 350 ms, Pélisson et al. 1986)
- **Eye mvt improves hand mvt** : Several researchers proposed that besides retinal information about the target position, also an eye movement is needed for guiding a limb accurately to the target (e.g., Paillard 1982; Prablanc et al. 1979). Indeed, several researchers have found that limb movement accuracy did suffer when subjects were not allowed to move their eyes (e.g., Abrams et al. 1990; Mather and Fisk 1985; Prablanc et al. 1979).

