

# **L'acquisition des habiletés motrices**

Teulier Caroline

## Bibliographie générale

Schmidt, R.A. (1993). *Apprentissage moteur et performance*. Paris: Vigot.

La Rue, J. & Ripoll, H. (2004), *Manuel de Psychologie du Sport, 1. Les Déterminants de la Performance Sportive*. Paris : Editions Revue EPS.

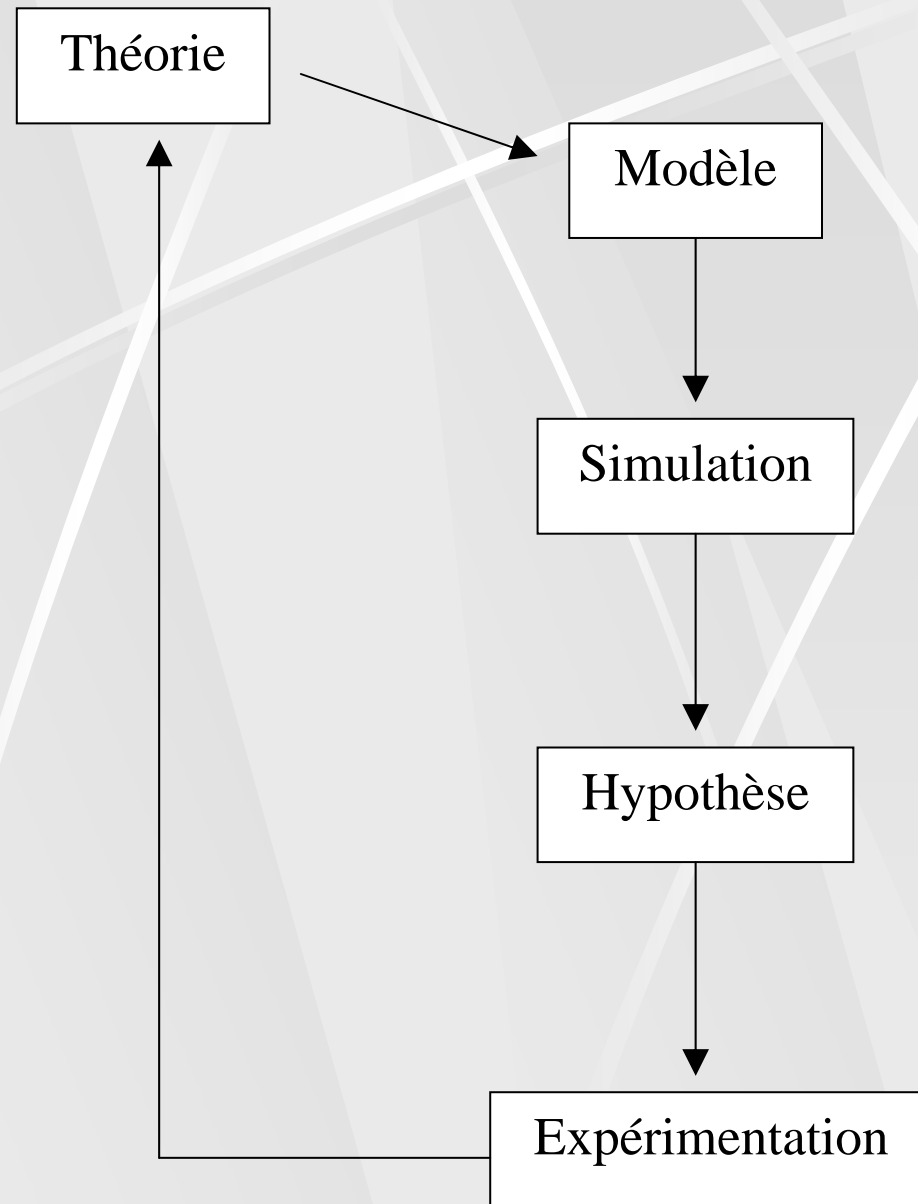
Temprado, J.J. & Montagne, G. (2001). *Les coordinations perceptivo-motrices*. Paris: Armand Colin.

Delignières, D. (1998). Apprentissage moteur: Quelques idées neuves. *Revue E.P.S.*, 271, 61-66.

Bertsch, J & Le Scanff, C (1995). *Apprentissages moteurs et conditions d'apprentissage*. Paris: PUF.

## Les objectifs de ce cours

1. Passer en revue les principales théories scientifiques relatives à la production du comportement moteur et à l'apprentissage des habiletés motrices
2. Comprendre comment les chercheurs construisent le savoir scientifique, au travers de la mise à l'épreuve expérimentale de leurs théories



L'administration de la preuve  
dans les sciences  
expérimentales



## Les objectifs de ce cours

1. Passer en revue les principales théories scientifiques relatives à la production du comportement moteur et à l'apprentissage des habiletés motrices
2. Comprendre comment les chercheurs construisent le savoir scientifique, au travers de la mise à l'épreuve expérimentale de leurs théories
3. Comprendre comment ces savoirs peuvent éclairer les interventions des professionnels de l'éducation et de l'entraînement

# Plan du cours

## Introduction : définitions

1. L'approche cognitive
2. L'approche dynamique
3. L'approche écologique
4. Apprentissage et efficience
5. Apprentissage et conditions d'apprentissage
6. Apprentissage et connaissances

## Plan du cours

### Introduction : définitions

1. L'approche cognitive
2. L'approche dynamique
3. L'approche écologique
4. Apprentissage et efficience
5. Apprentissage et conditions d'apprentissage
6. Apprentissage et connaissances

« Il y a apprentissage lorsqu'un organisme, placé plusieurs fois de suite dans la même situation, modifie sa conduite de façon systématique et durable » (Reuchlin, 1983).

L'apprentissage est « le processus neurologique interne supposé intervenir à chaque fois que se manifeste un changement qui n'est dû ni à la croissance, ni à la fatigue » (Fleischman, 1967).

L'habileté est la "capacité [...] à élaborer et à réaliser une réponse efficace et économique pour atteindre un objectif précis" (Durand, 1987).

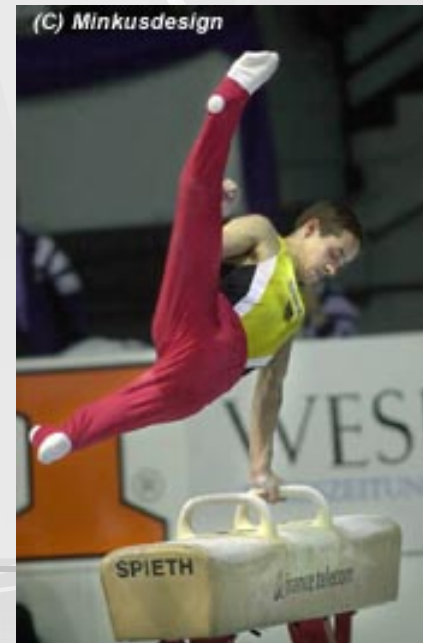
Alors que l'apprentissage renvoie à une problématique d'acquisition, le contrôle moteur concerne les problèmes de production, c'est-à-dire à la manière dont sont produits les mouvements nécessaires à la résolution d'un problème moteur actuel posé par l'environnement.

Des distinctions essentielles...



Habiletés stratégiques

Habiletés techniques

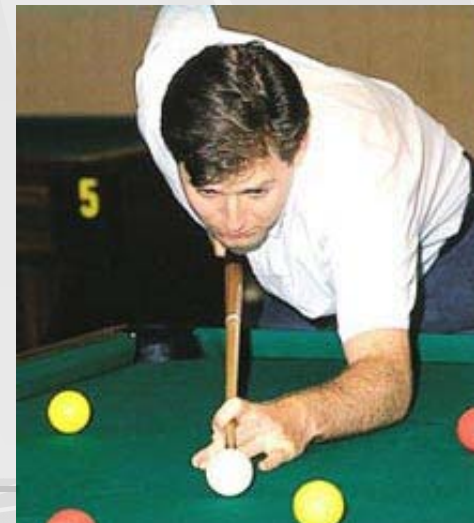


## Des distinctions essentielles...

Habiletés globales



Habiletés  
manipulatoires





## Des distinctions essentielles...

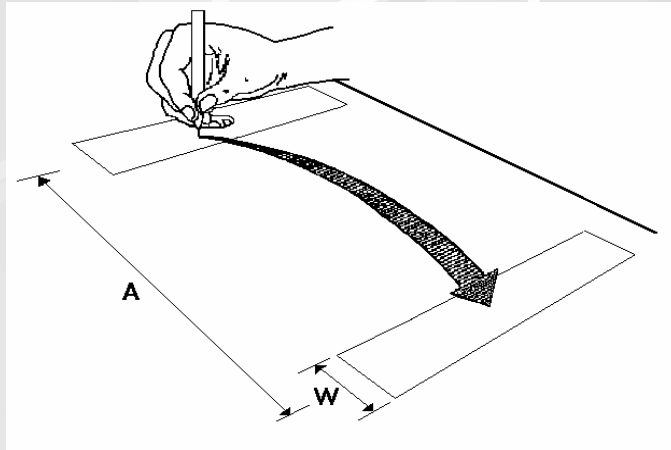


Habiletés morphocinétiques

Habiletés topocinétiques

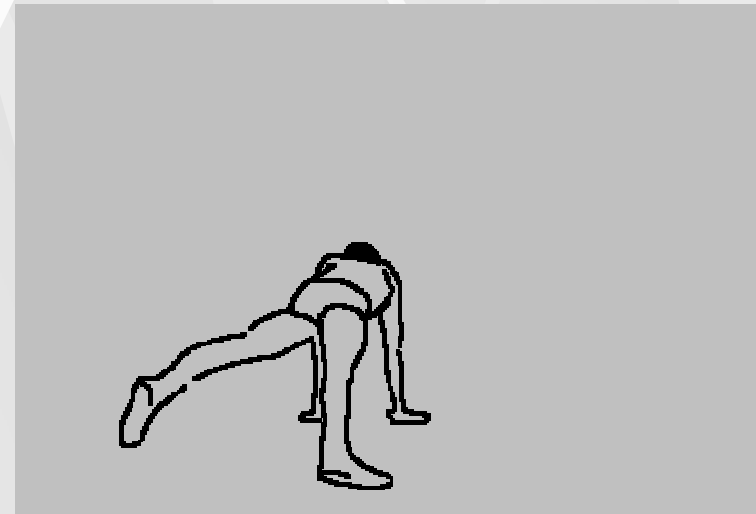


## Des distinctions essentielles...



Habiletés simples

Habiletés complexes





# Plan du cours

## Introduction : définitions

1. L'approche cognitive
2. L'approche dynamique
3. L'approche écologique
4. Apprentissage et efficience
5. Apprentissage et conditions d'apprentissage
6. Apprentissage et connaissances

# 1. L'approche cognitive

## 1ère partie

### 1.1. La théorie de l'information

1.2. Chronométrie mentale et traitement de l'information

1.3. Les stades de traitement de l'information

1.4. Mémoire à court terme et mémoire à long terme

1.5. Les programmes moteurs et la théorie du schéma

## L'évolution des paradigmes en psychologie

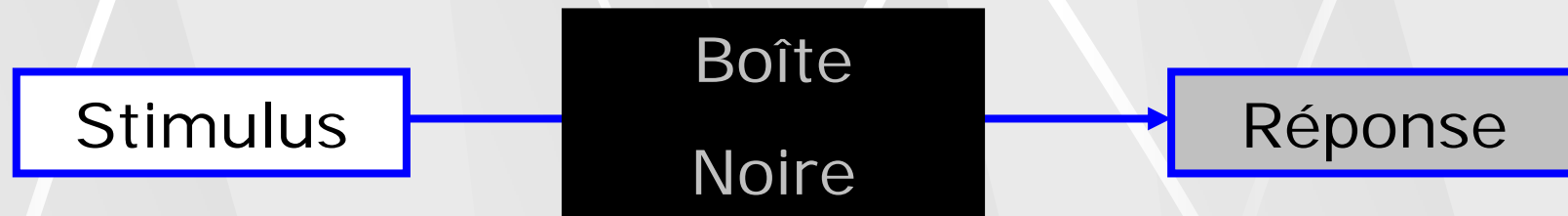
### 1. Le behaviorisme



Watson, Skinner (USA), Pavlov (URSS)

## L'évolution des paradigmes en psychologie

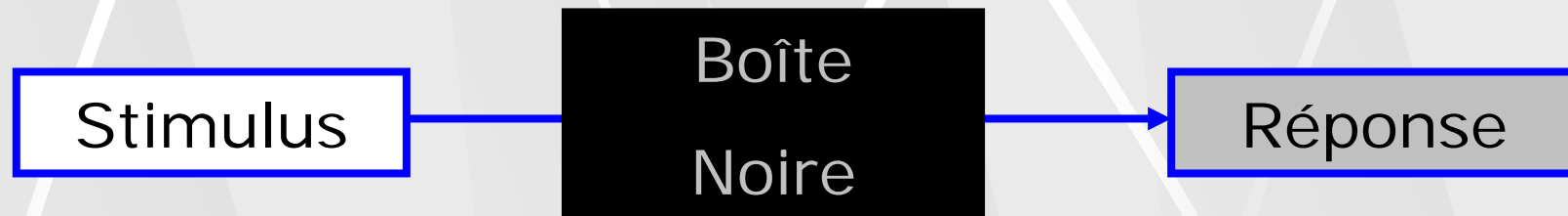
### 2. Le behaviorisme



Watson, Skinner (USA), Pavlov (URSS)

## L'évolution des paradigmes en psychologie

### 2. Le behaviorisme

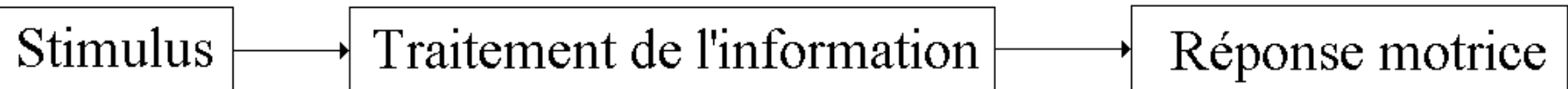


Watson, Skinner (USA), Pavlov (URSS)

- Loi de l'effet
- Loi du renforcement

## L'évolution des paradigmes en psychologie

### 3. L'hypothèse cognitiviste



## La théorie de l'information

« Une information désigne par définition un ou plusieurs événements parmi un ensemble d'événements possibles » (Hebenstreit, 1989). L'apport d'information permet de diminuer l'incertitude

La quantité d'information est une grandeur permettant de mesurer l'information. Soit  $N$  le nombre d'événements possibles et  $n$  le sous-ensemble désigné par l'information. On pose par définition:

$$\text{Quantité d'information} = I = \log_2(N/n) \quad (\text{bits})$$

L'information permet de diminuer l'incertitude:

Exple: 256 livres dans une bibliothèque:

**Info 1)** on indique le rayon dans lequel se trouve le livre: (32 livres)

$$\text{Log}_2(256/32) = 3 \text{ bits}$$

**Info 2)** on indique que le livre est vert: (8 livres verts)

$$\text{Log}_2(256/8) = 5 \text{ bits}$$

Info 2) est 1,7 fois plus informative que la 1)

La 2) diminue notre incertitude



## La théorie de l'information

Soit  $N$  le nombre d'événements possibles et  $n$  le sous-ensemble désigné par l'information. Si  $n = 1$ , on aura les équivalences suivantes:

$$I = \log_2(N/n)$$

$I$ =quantité  
d'information

N	I
1	0
2	1
4	2
8	3
16	4
32	5

# 1. Habileté et traitement de l'information

## 1ère partie

1.1. La théorie de l'information

1.2. Chronométrie mentale et traitement de l'information

1.3. Les stades de traitement de l'information

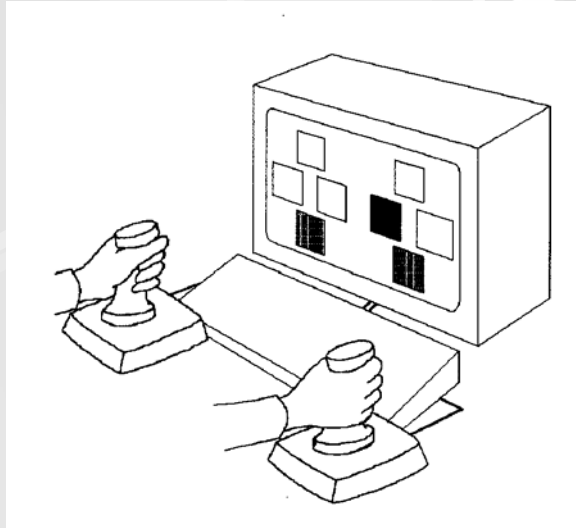
1.4. Mémoire à court terme et mémoire à long terme

1.5. Les programmes moteurs et la théorie du schéma

## Tâches de temps de réaction

Hick (1952)

Hyman (1953)

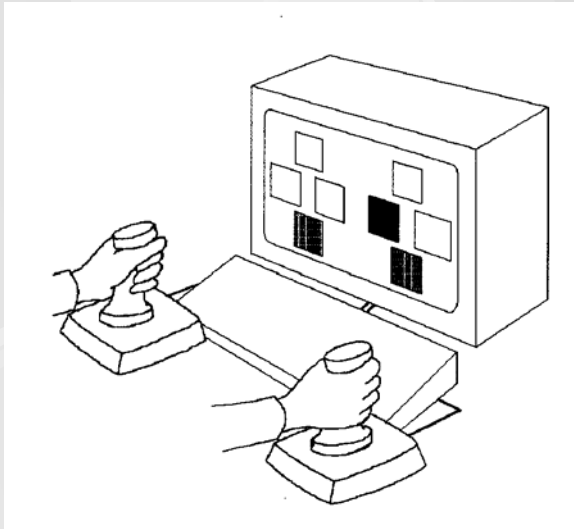


Stimulus

Réponse

Temps de réaction

## 1.2. Chronométrie mentale et traitement de l'information



Tâches de temps de réaction simple et de choix.  
Codes de réponse avec deux joysticks  
(Delignières et Brisswalter, 1994)

Tâche A



Poignée Droite

Tâche B



Poignée Gauche



Poignée Droite

Tâche C



Poignée Gauche



Poignée Droite

Tâche D



Poignée Gauche



Poignée Droite

Tâche E

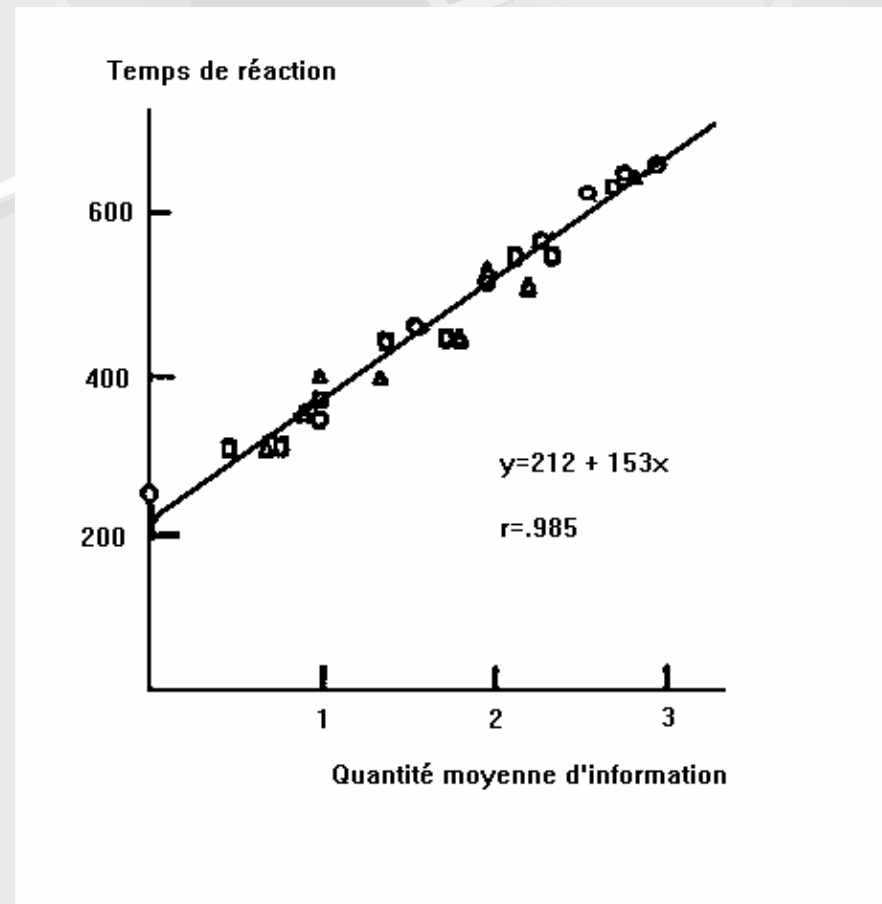


Poignée Gauche



Poignée Droite

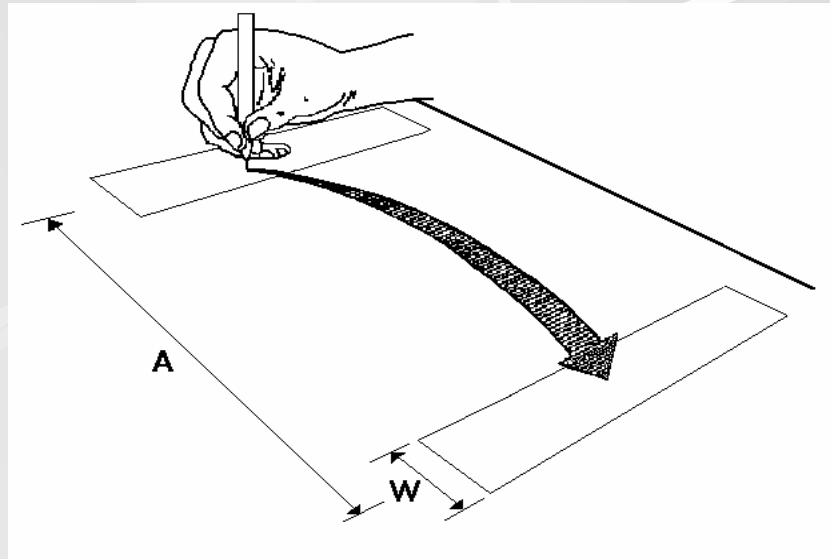
## 1.2. Chronométrie mentale et traitement de l'information



Relation quantité d'information/temps de réaction, dans des tâches de temps de réaction simple et de choix (données d'après Hyman, 1953)

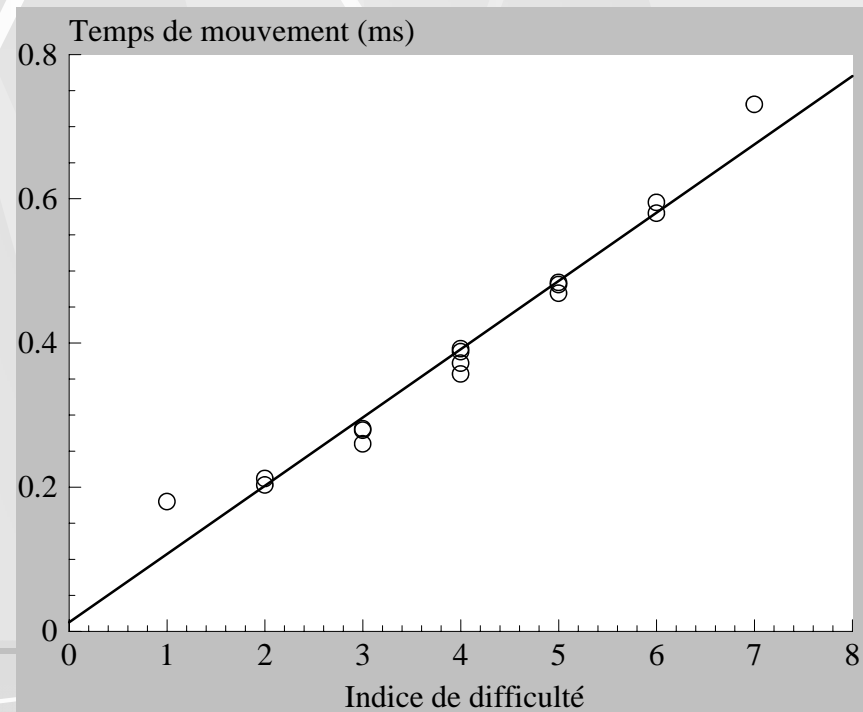
## 1.2. Chronométrie mentale et traitement de l'information

Le dispositif expérimental de Fitts (1954)



$$Id = \log_2(W/2A)$$

Relation indice de difficulté-  
temps de mouvement



# 1. Habileté et traitement de l'information

## 1ère partie

1.1. La théorie de l'information

1.2. Chronométrie mentale et traitement de l'information

1.3. Les stades de traitement de l'information

1.4. Mémoire à court terme et mémoire à long terme

1.5. Les programmes moteurs et la théorie du schéma

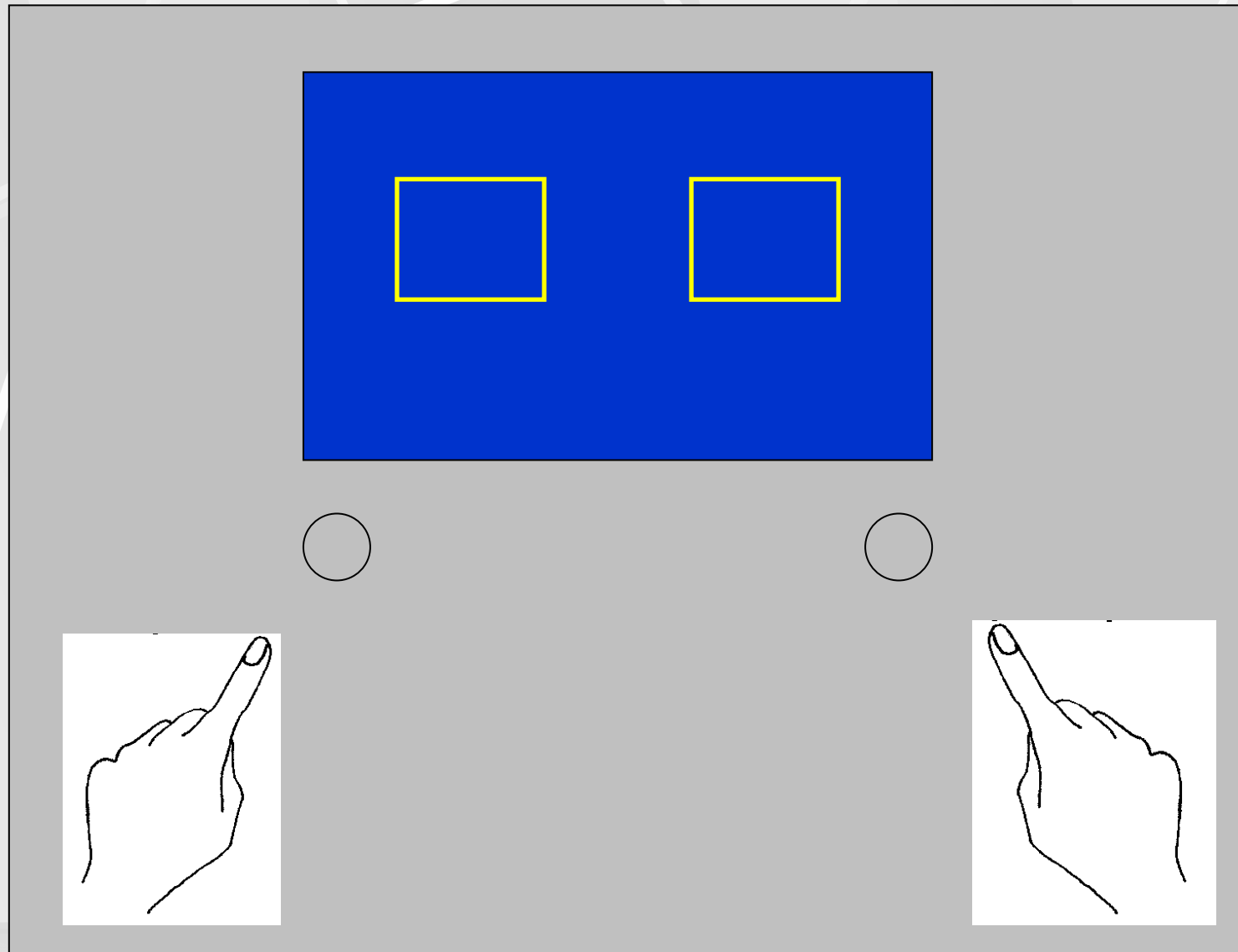
Le traitement de l'information est-il réalisé de manière globale et indifférenciée ou comprend-il des opérations ou stades, différenciés et spécialisés?

Sternberg (1969) propose une méthode destinée à identifier l'éventuelle présence de stades différenciés: la méthode des facteurs additifs.

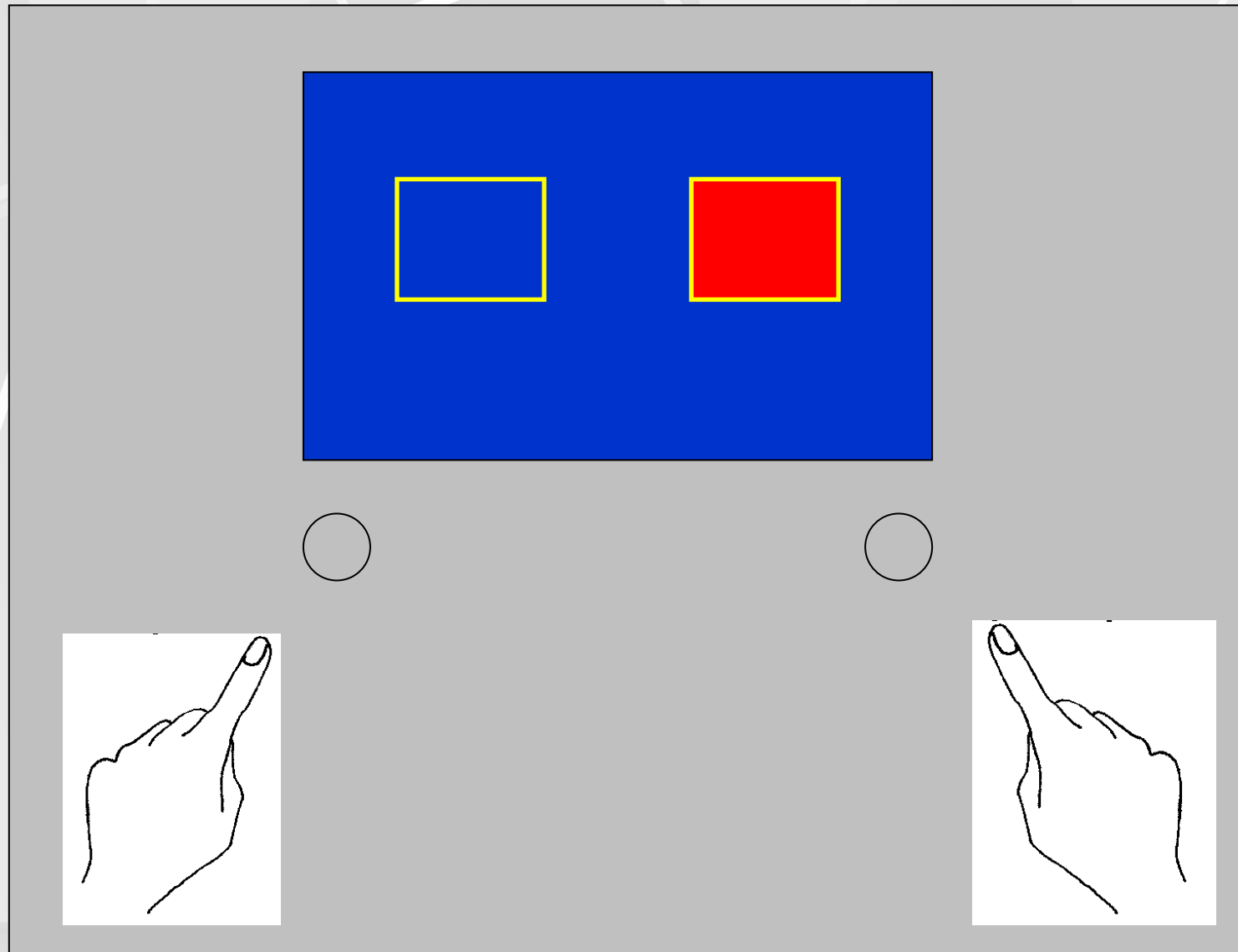
La méthode des facteurs additifs utilise des tâches de temps de réaction



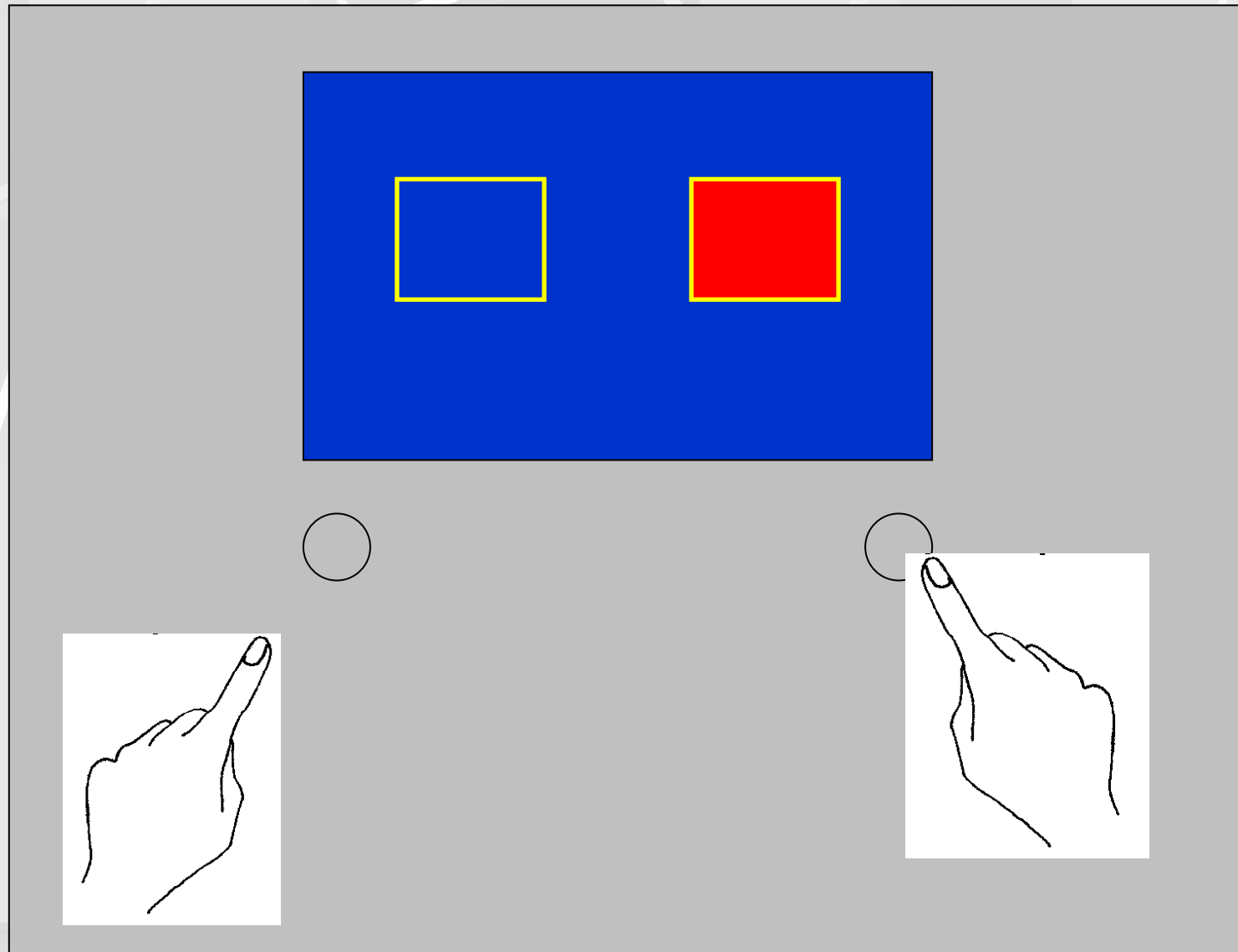
Signal de haute qualité (HQ)



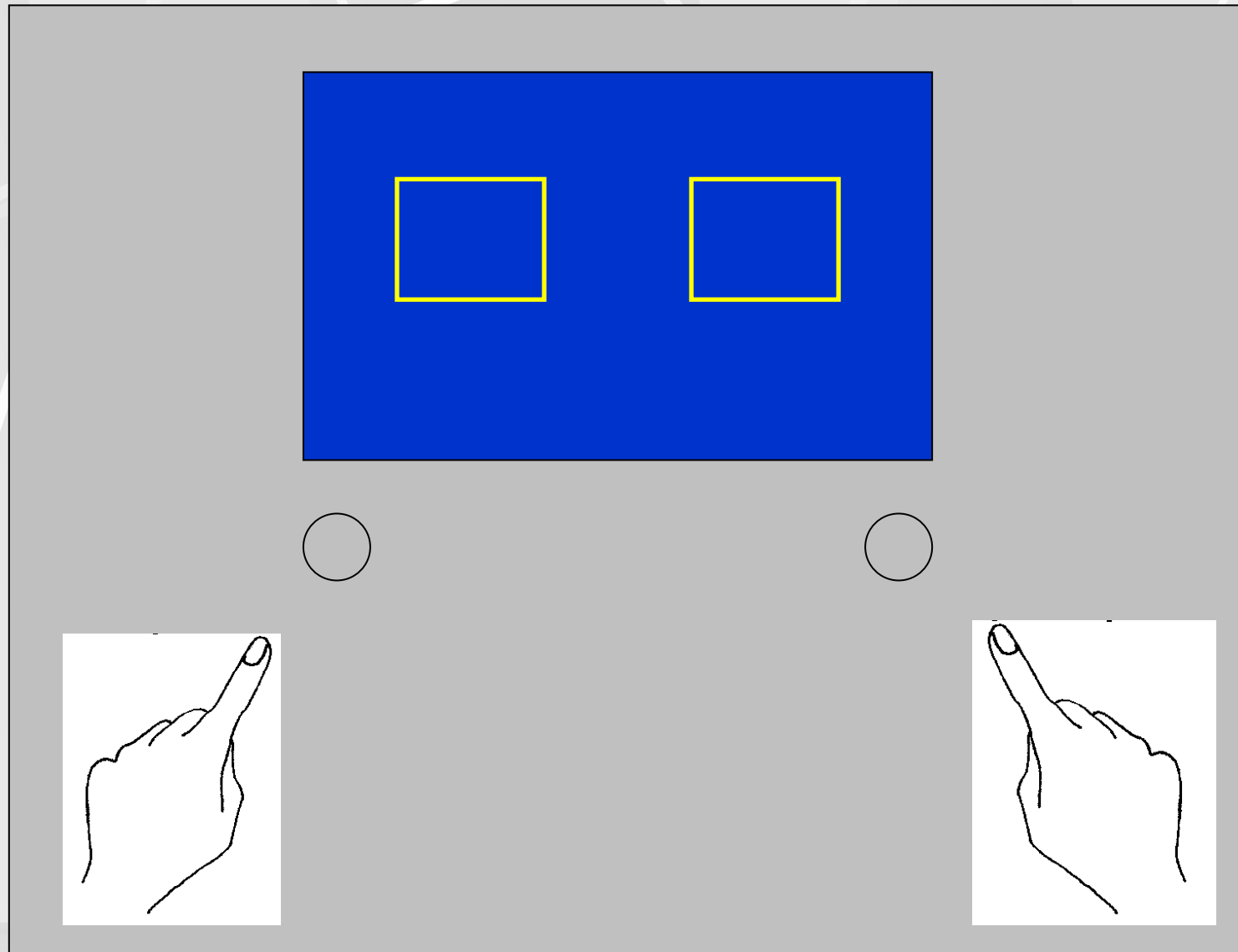
Signal de haute qualité (HQ)



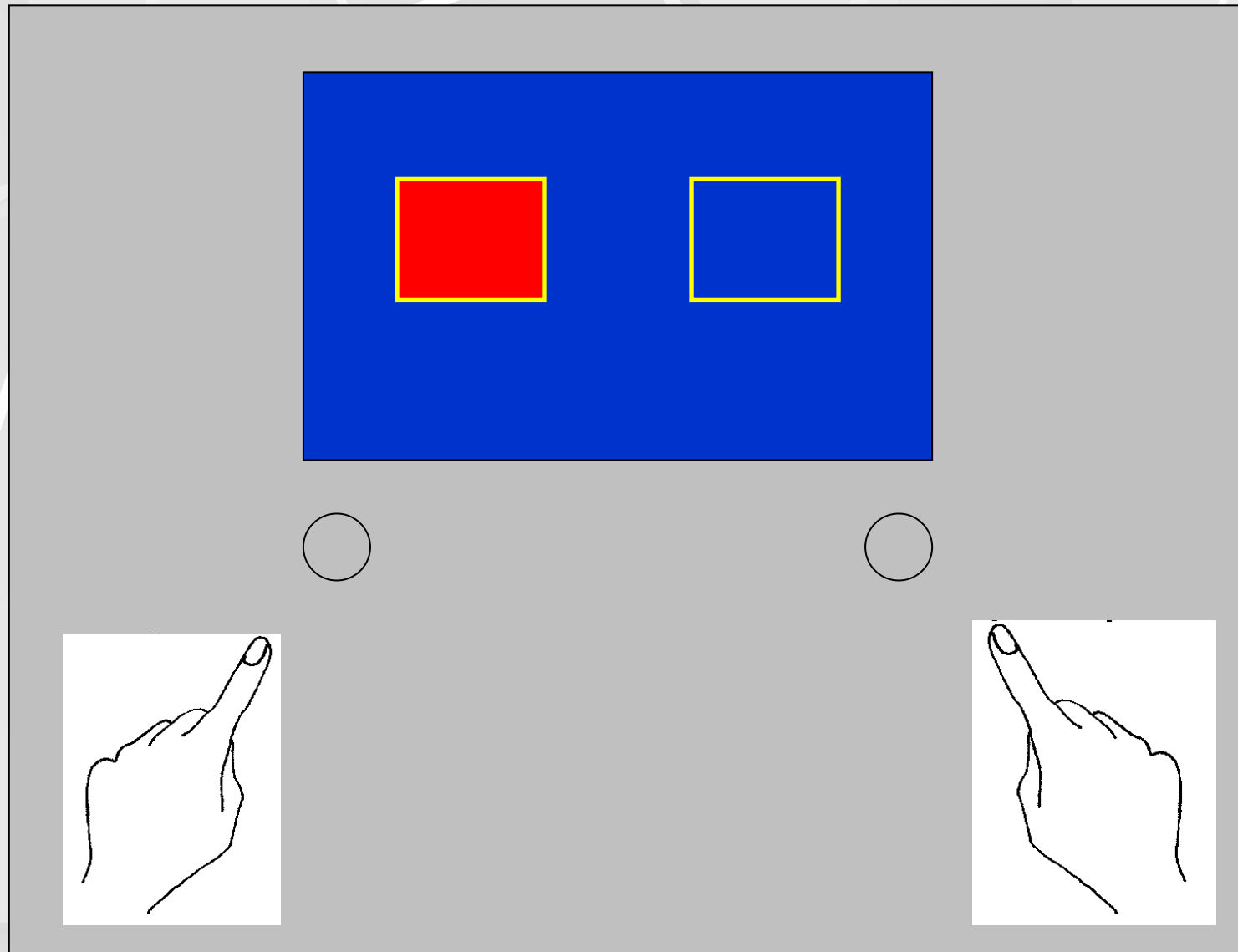
## Signal de haute qualité (HQ)



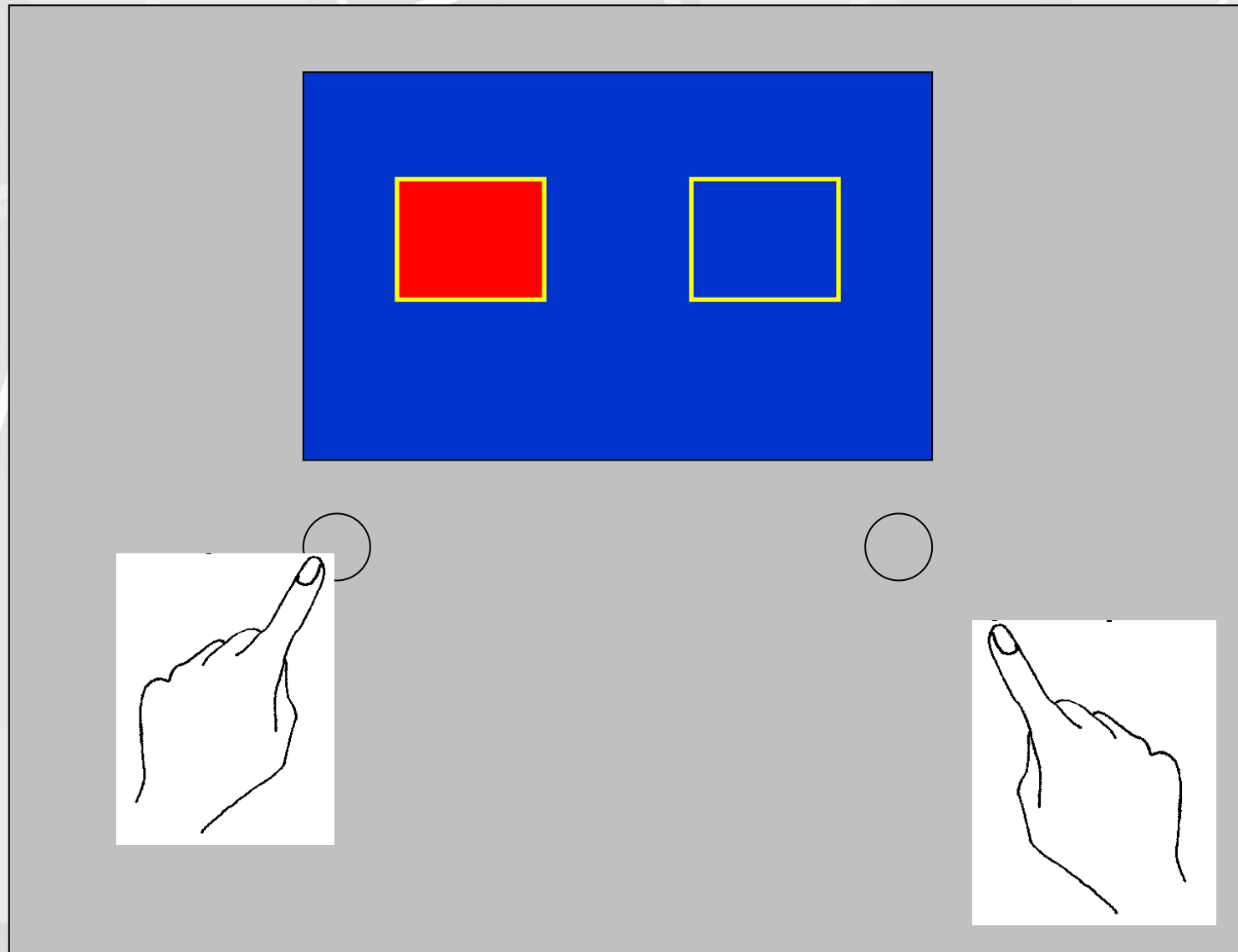
Signal de haute qualité (HQ)



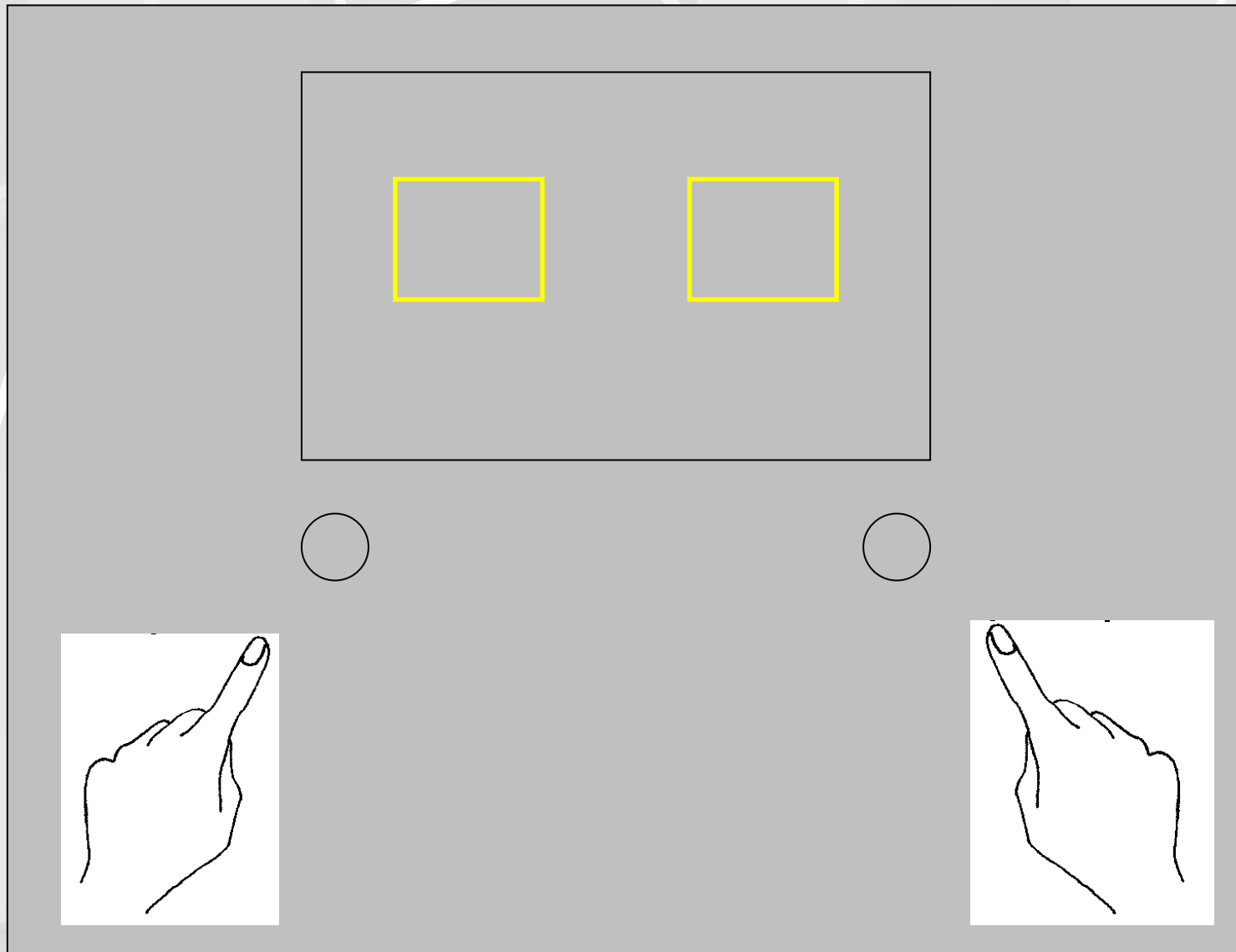
Signal de haute qualité (HQ)



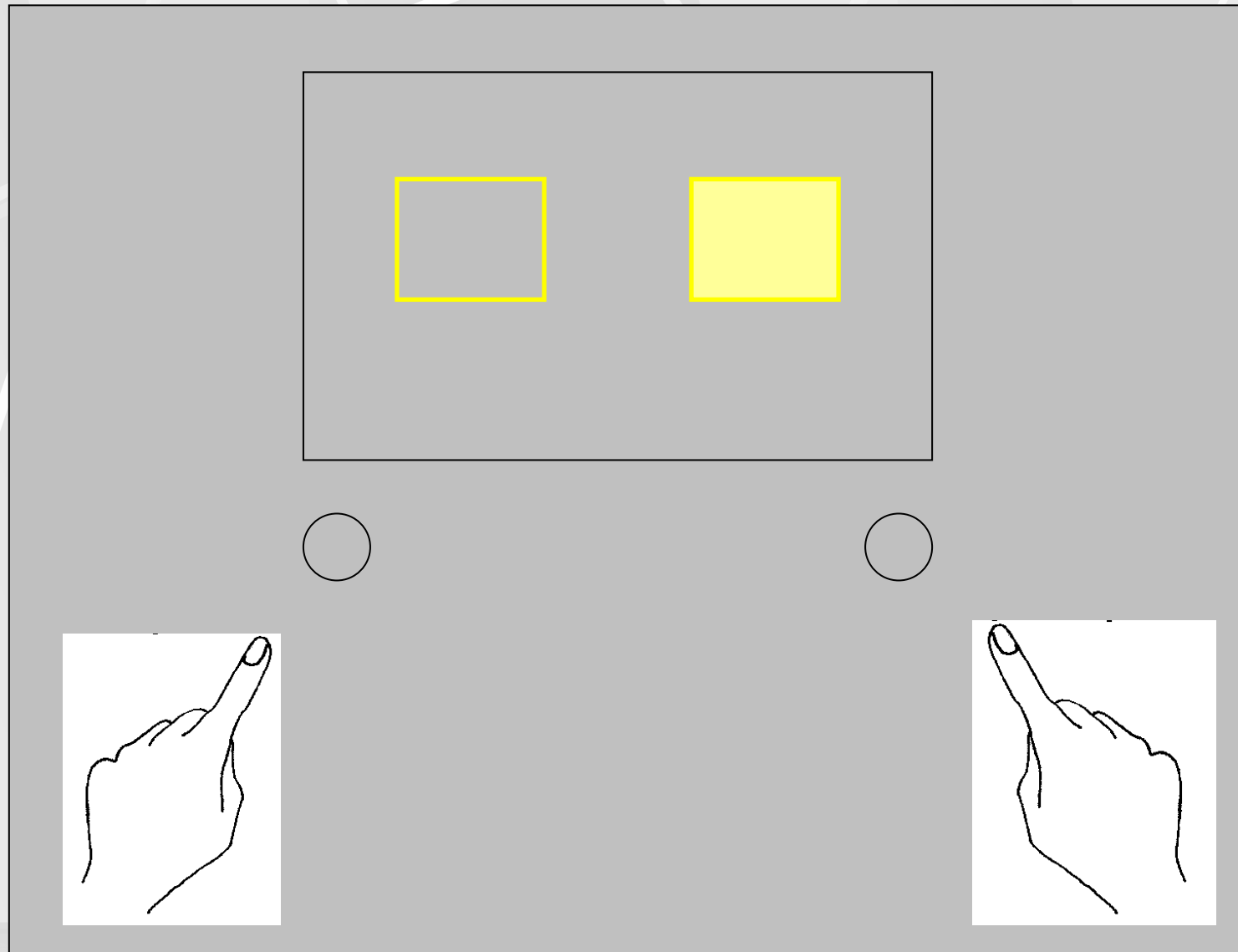
Signal de haute qualité (HQ)



## Signal de faible qualité (FQ)

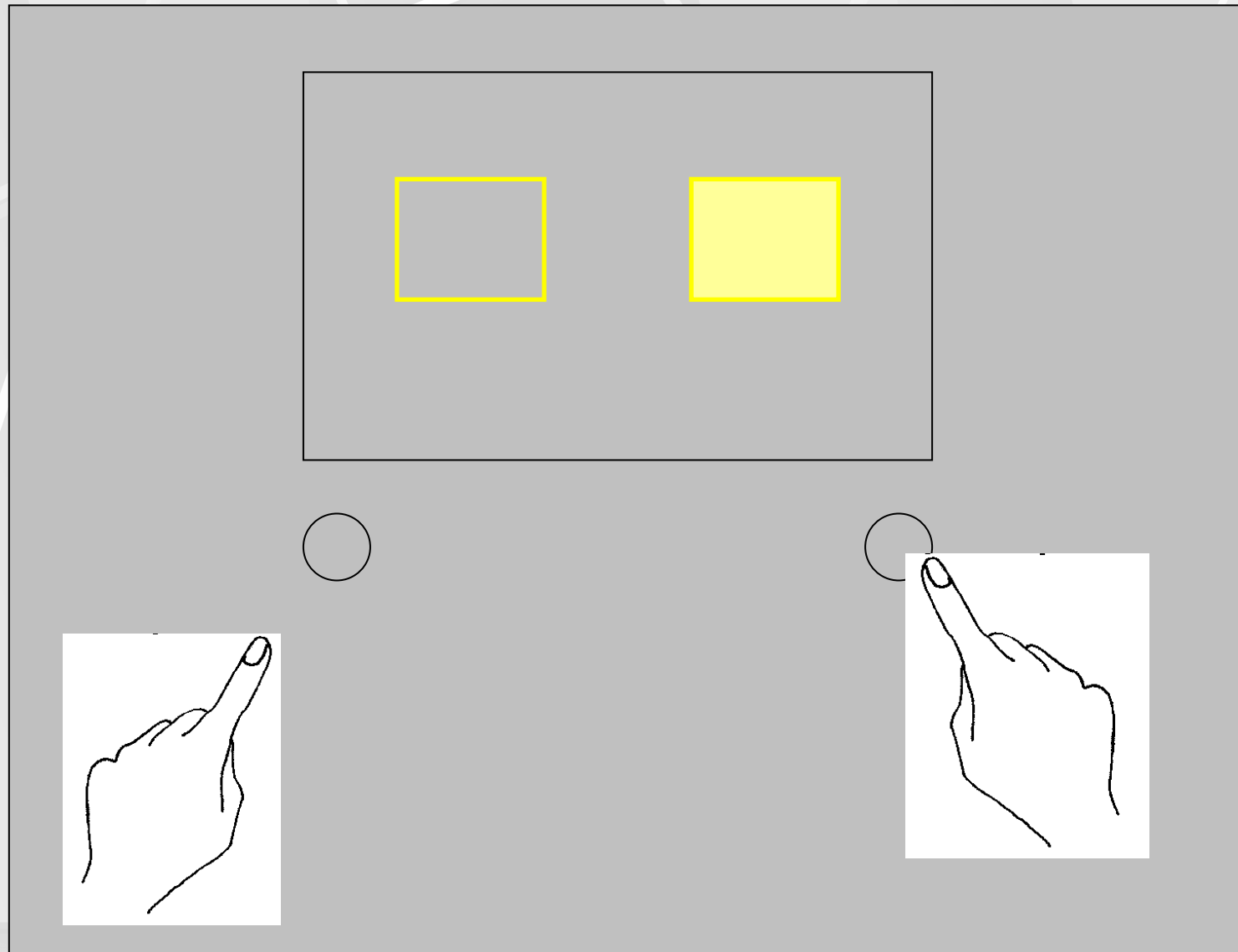


## Signal de faible qualité (FQ)

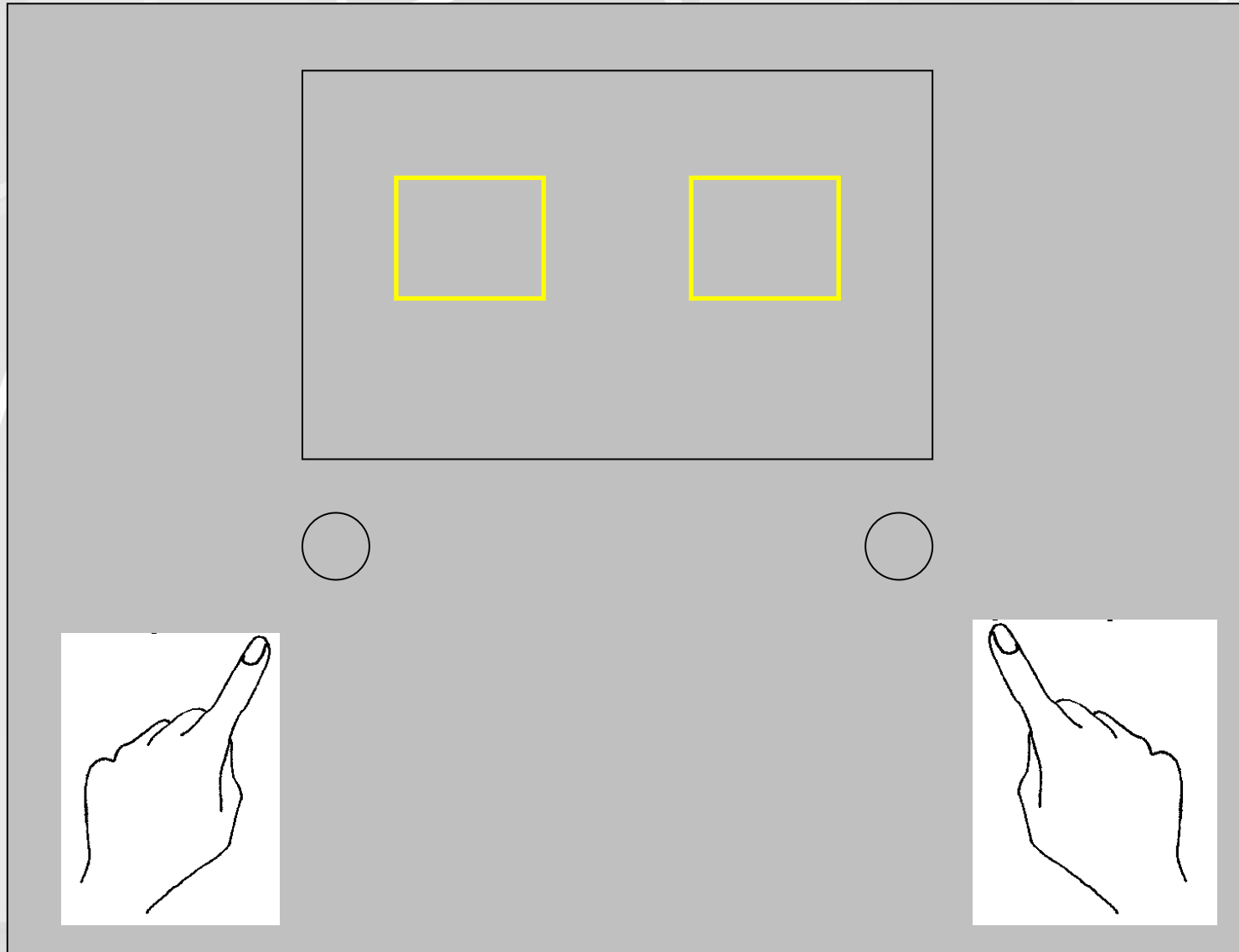




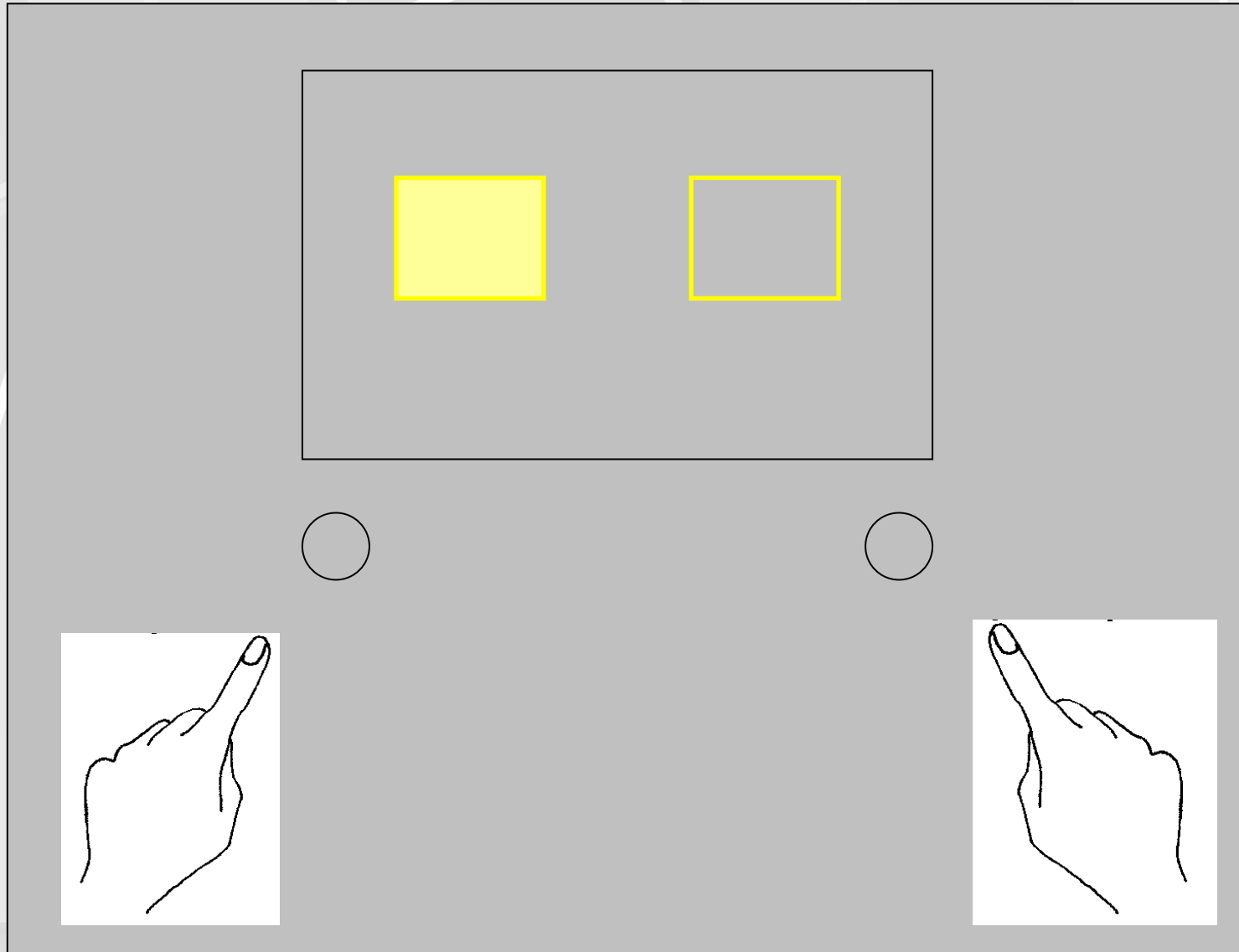
## Signal de faible qualité (FQ)



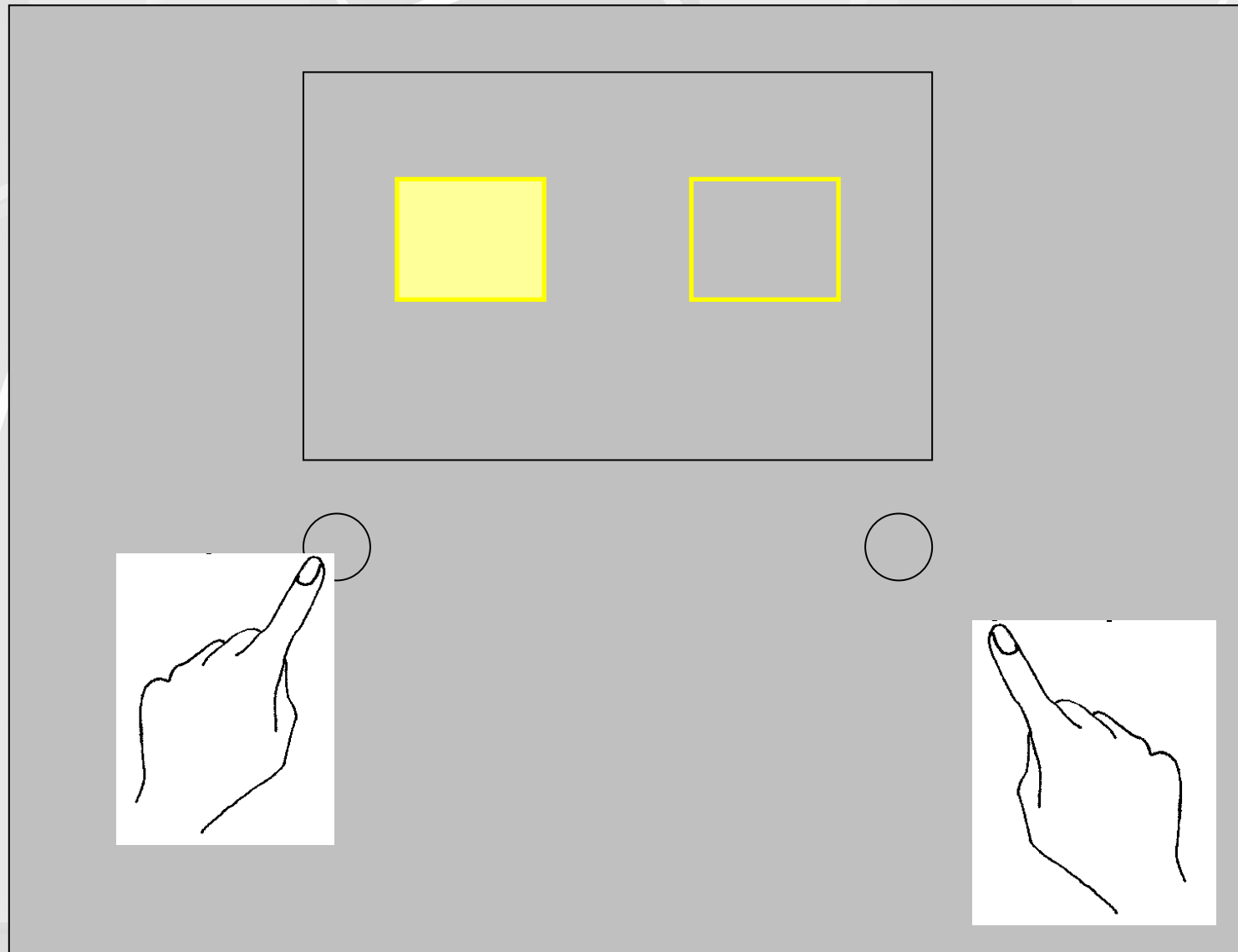
## Signal de faible qualité (FQ)



## Signal de faible qualité (FQ)

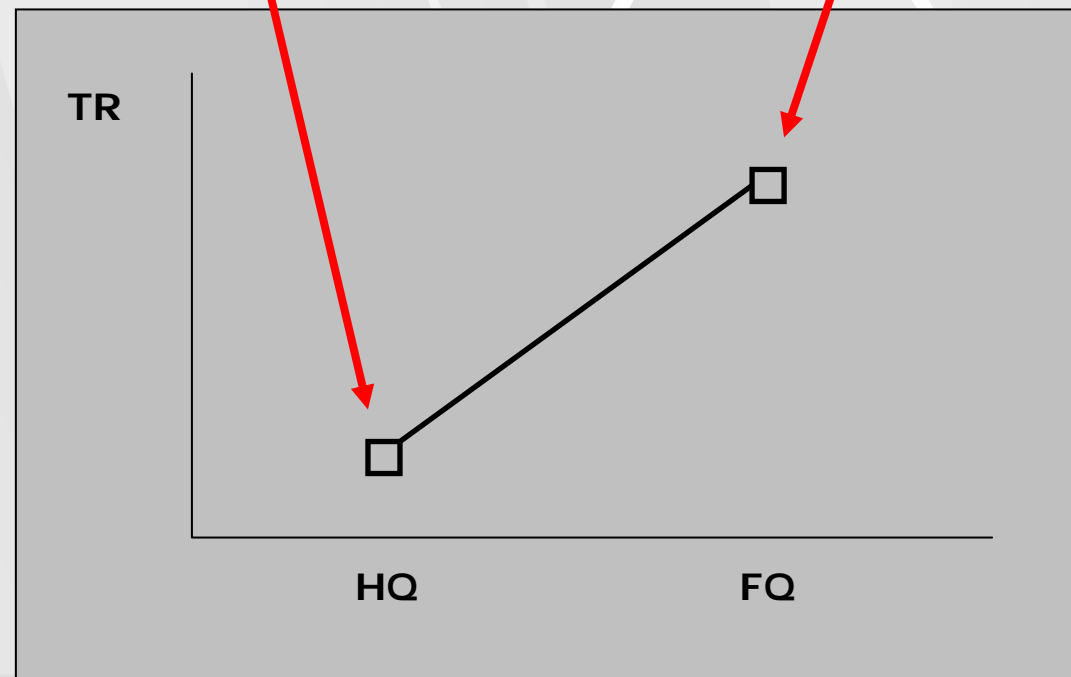
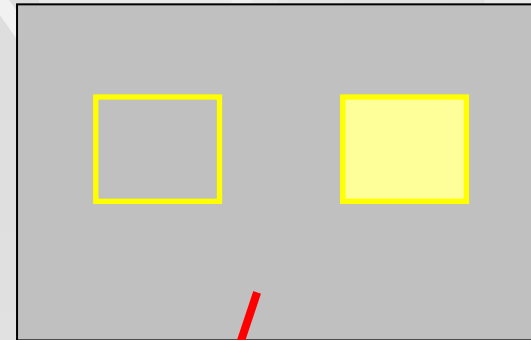
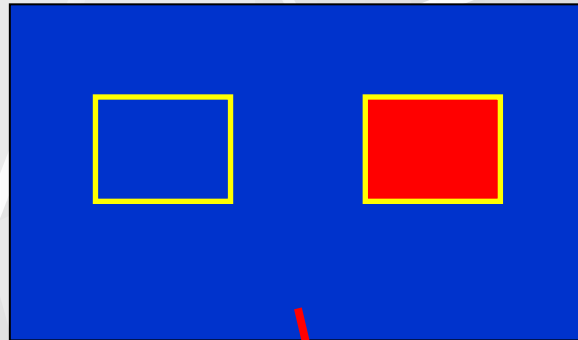


## Signal de faible qualité (FQ)

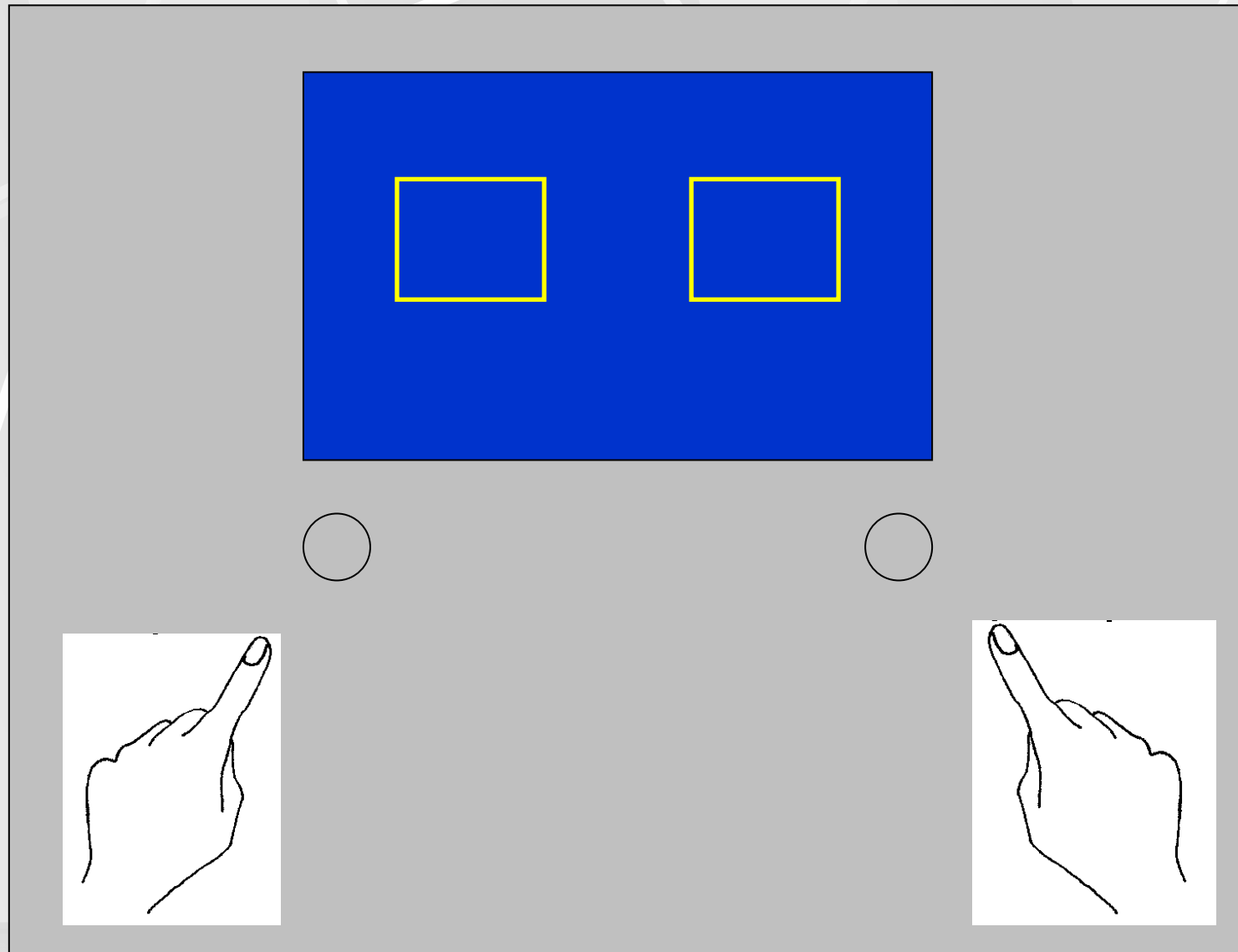


Haute qualité (HQ)

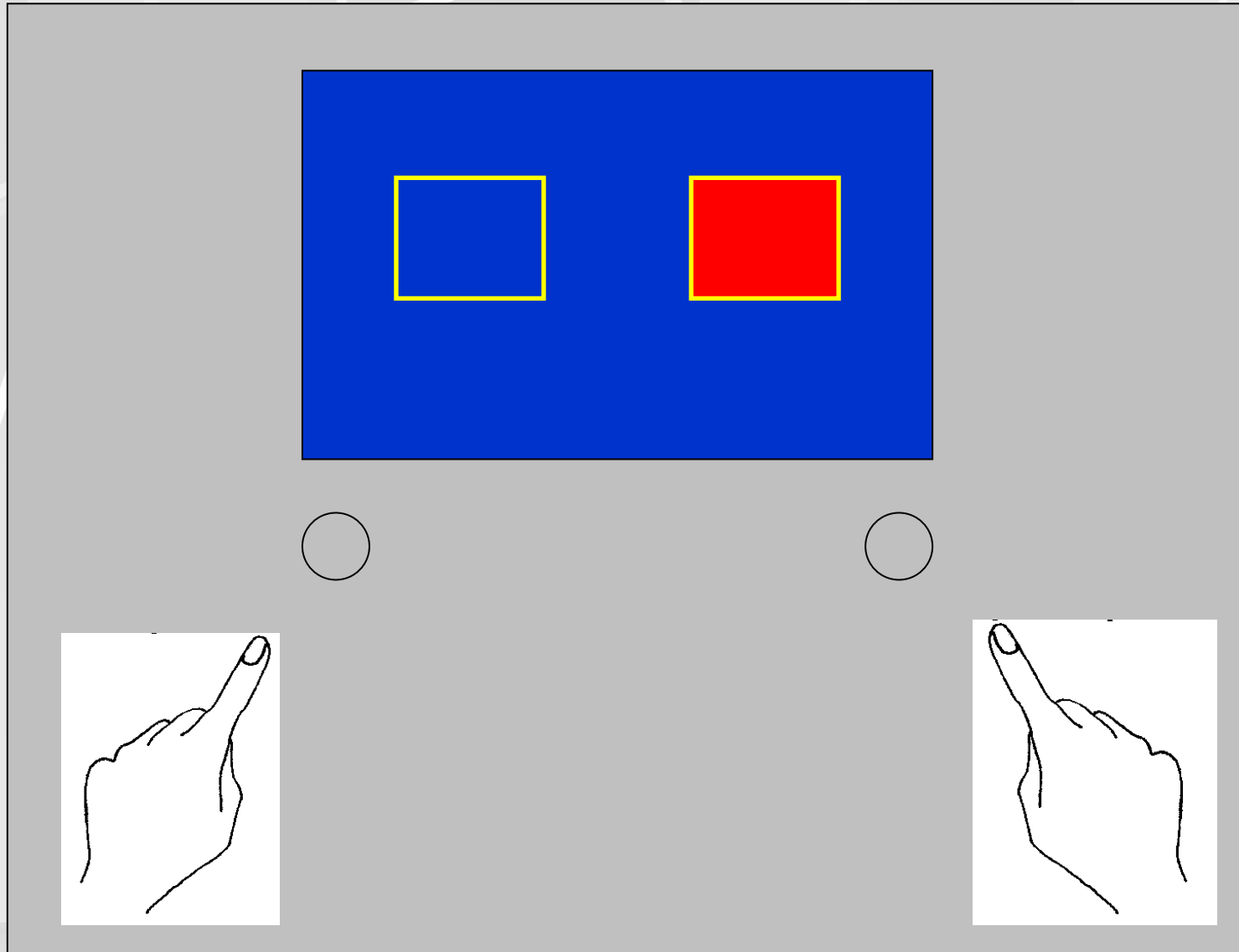
Faible qualité (FQ)



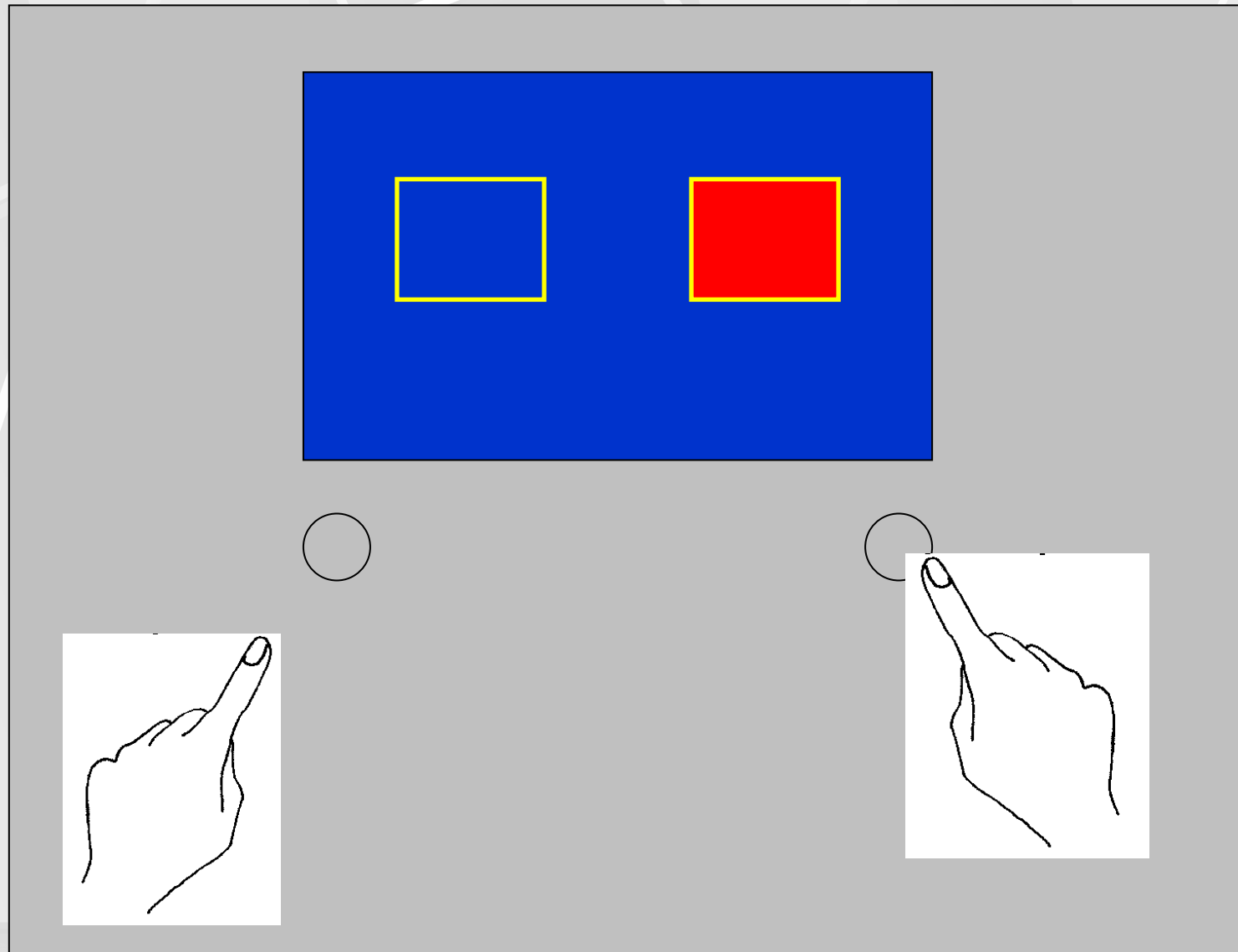
## Tâche compatible (C)



## Tâche compatible (C)

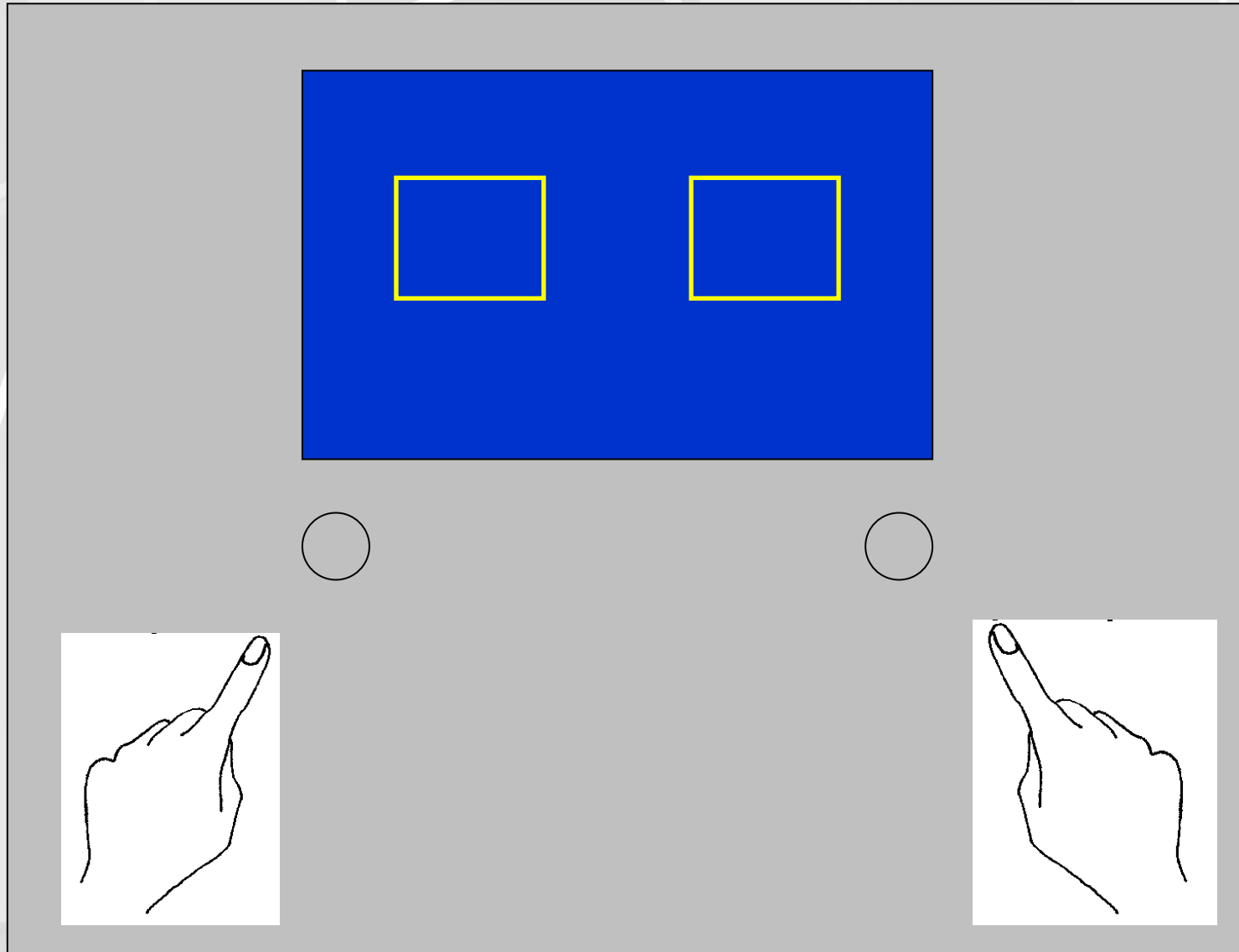


## Tâche compatible (C)

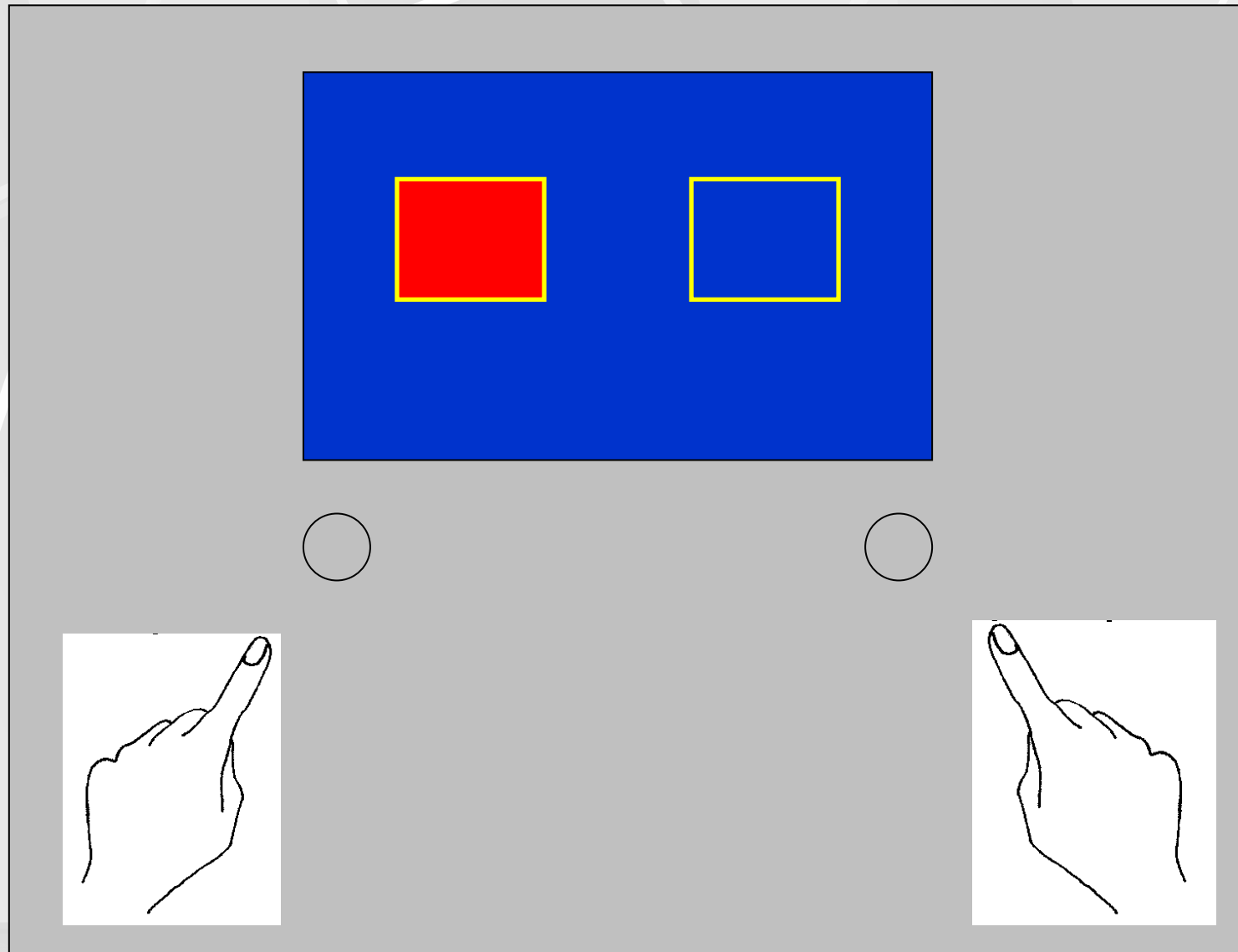




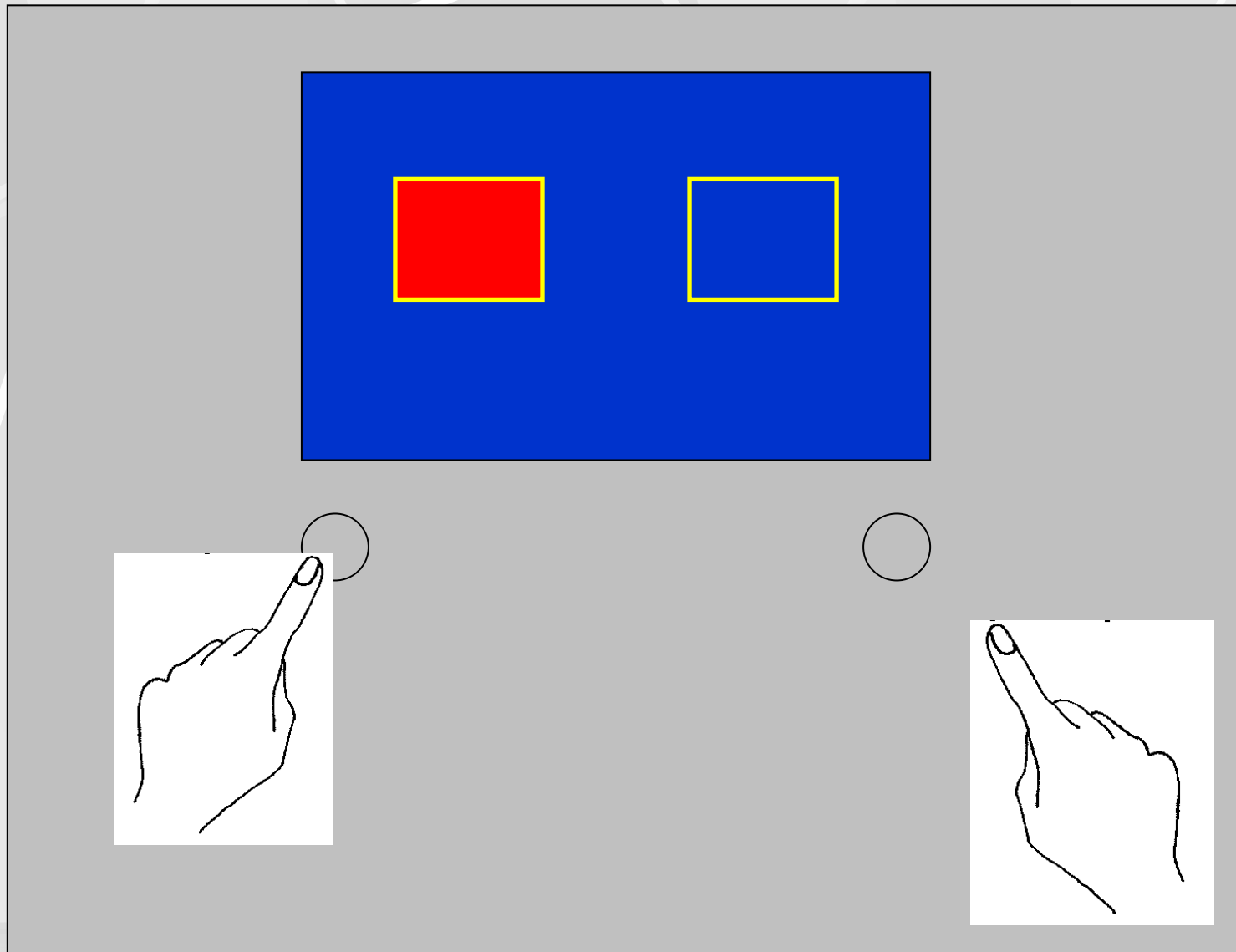
## Tâche compatible (C)



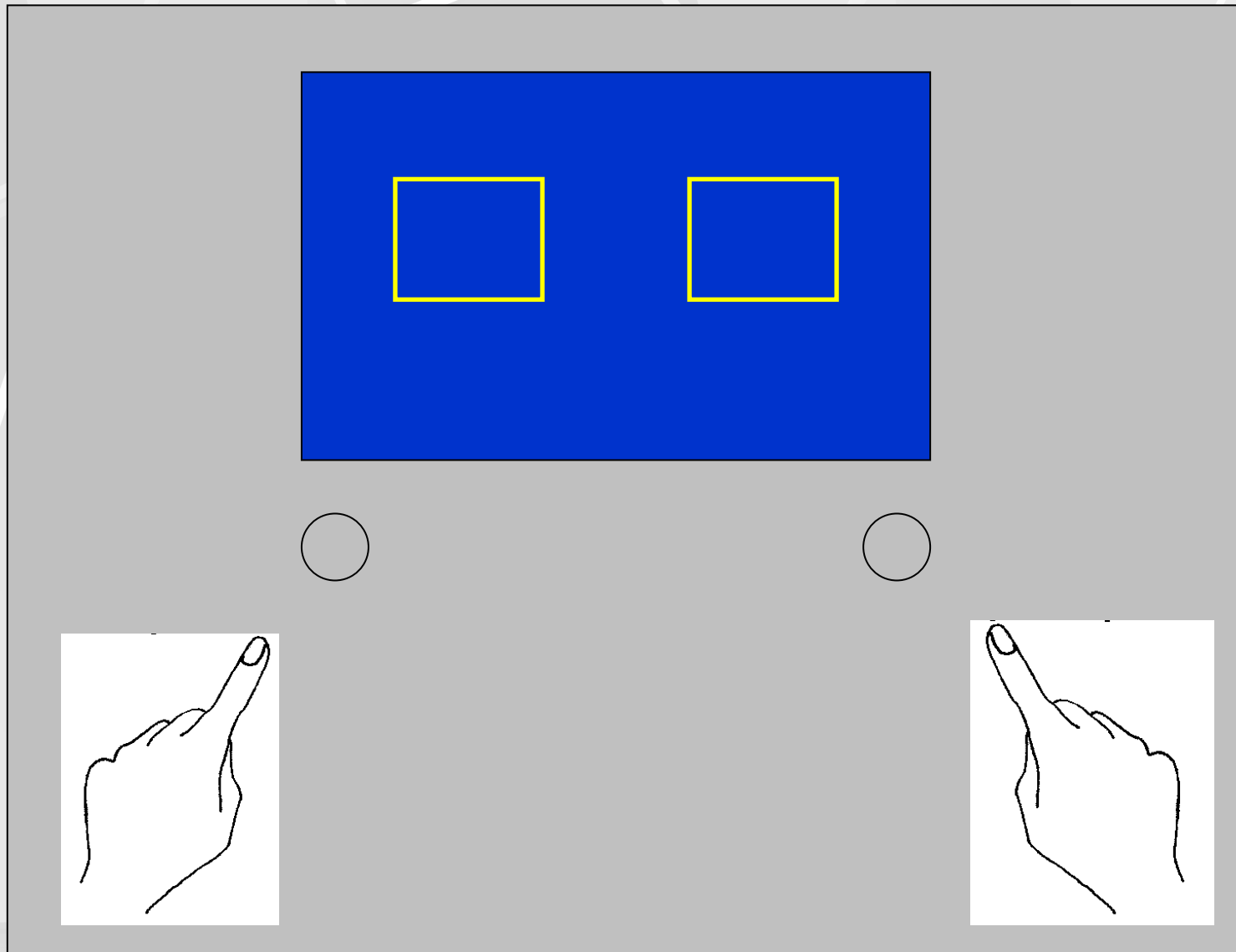
## Tâche compatible (C)



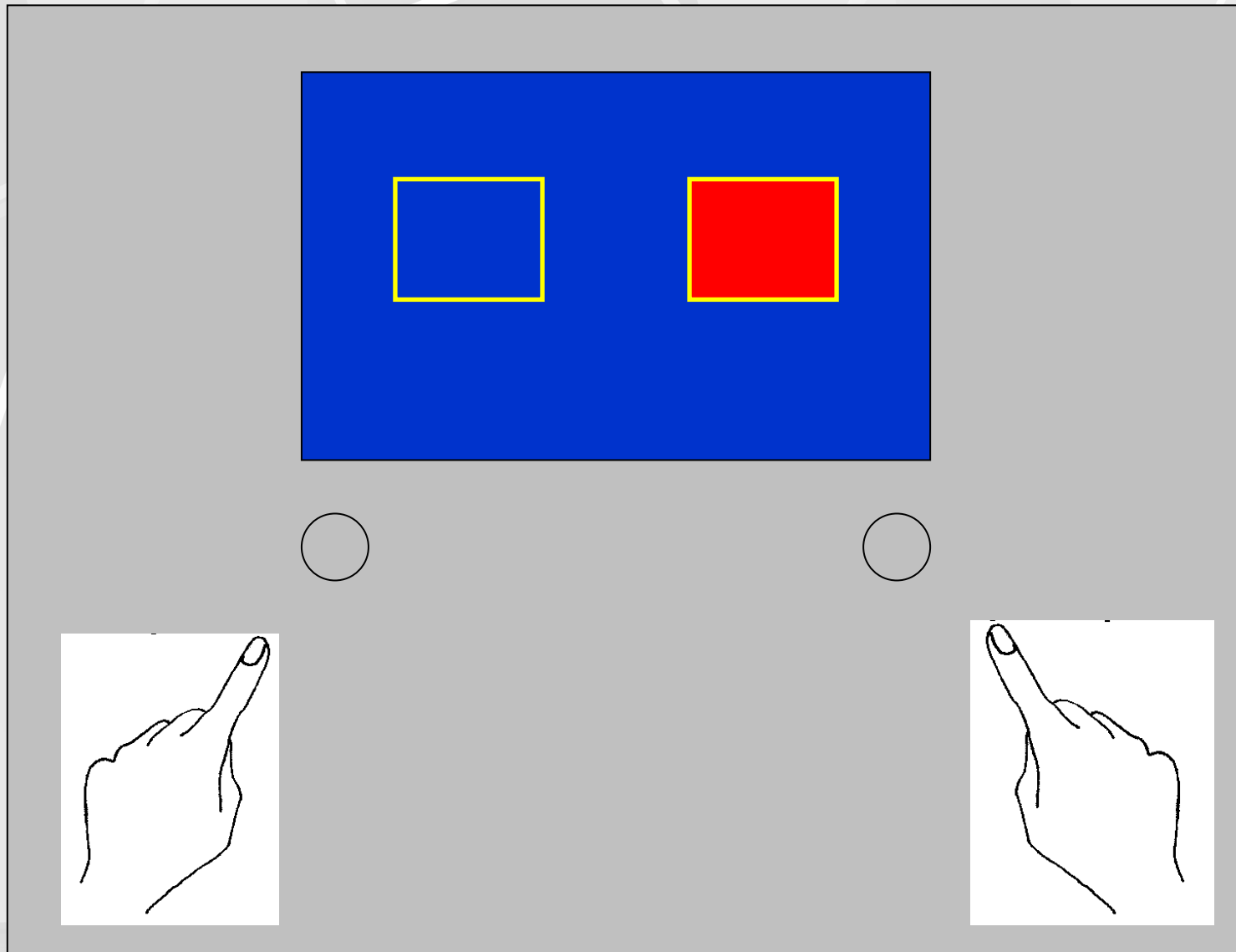
## Tâche compatible (C)



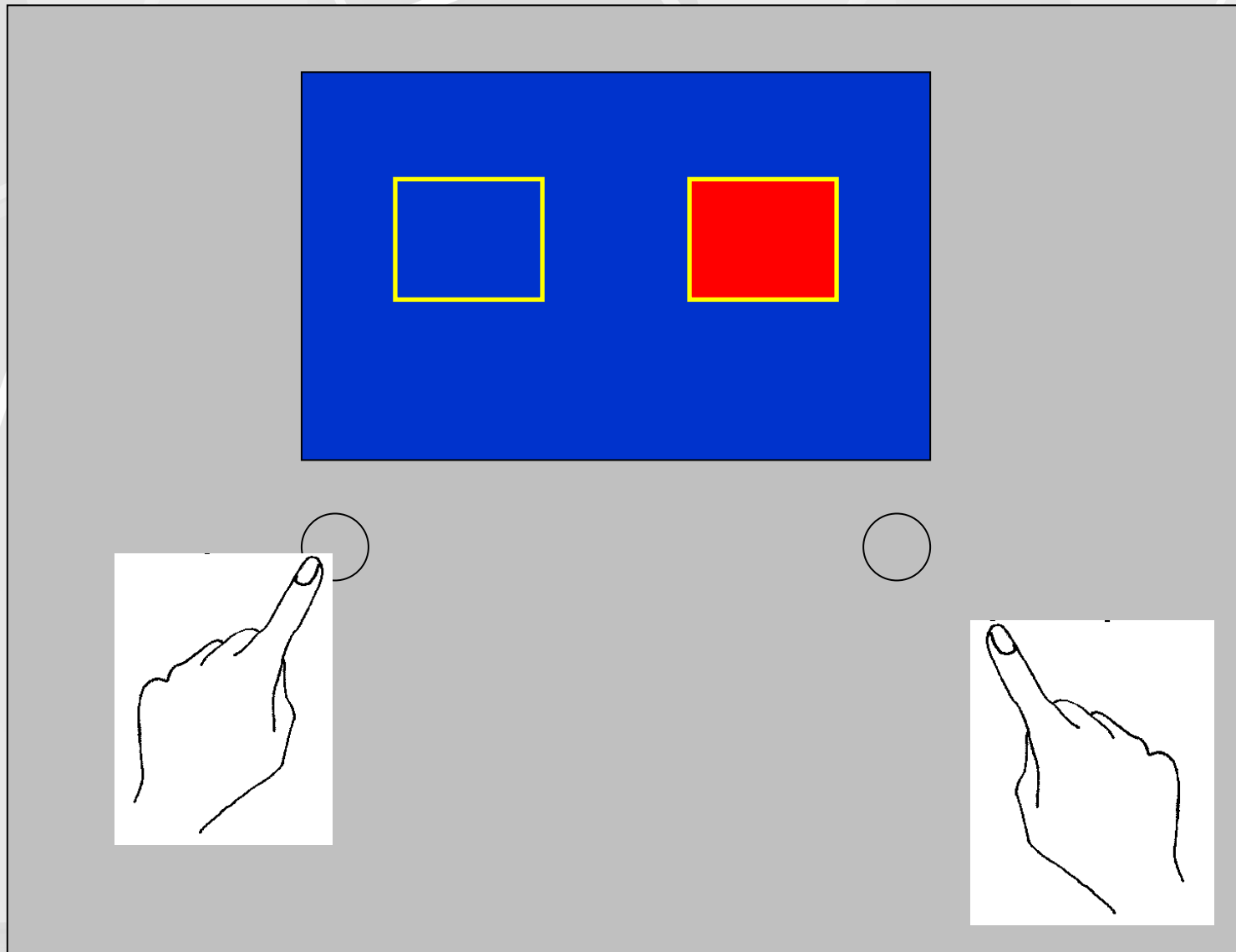
## Tâche non compatible (NC)



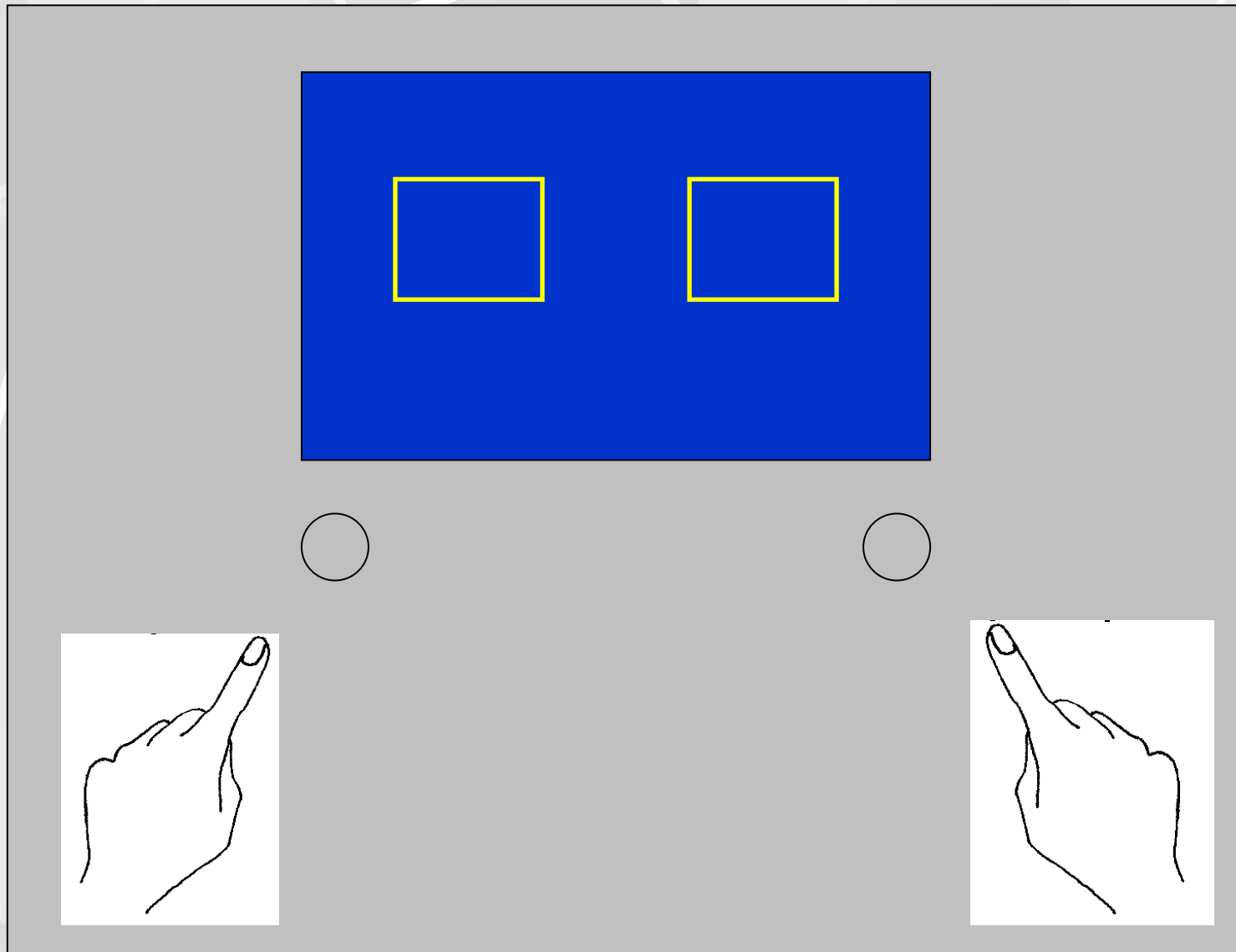
## Tâche non compatible (NC)



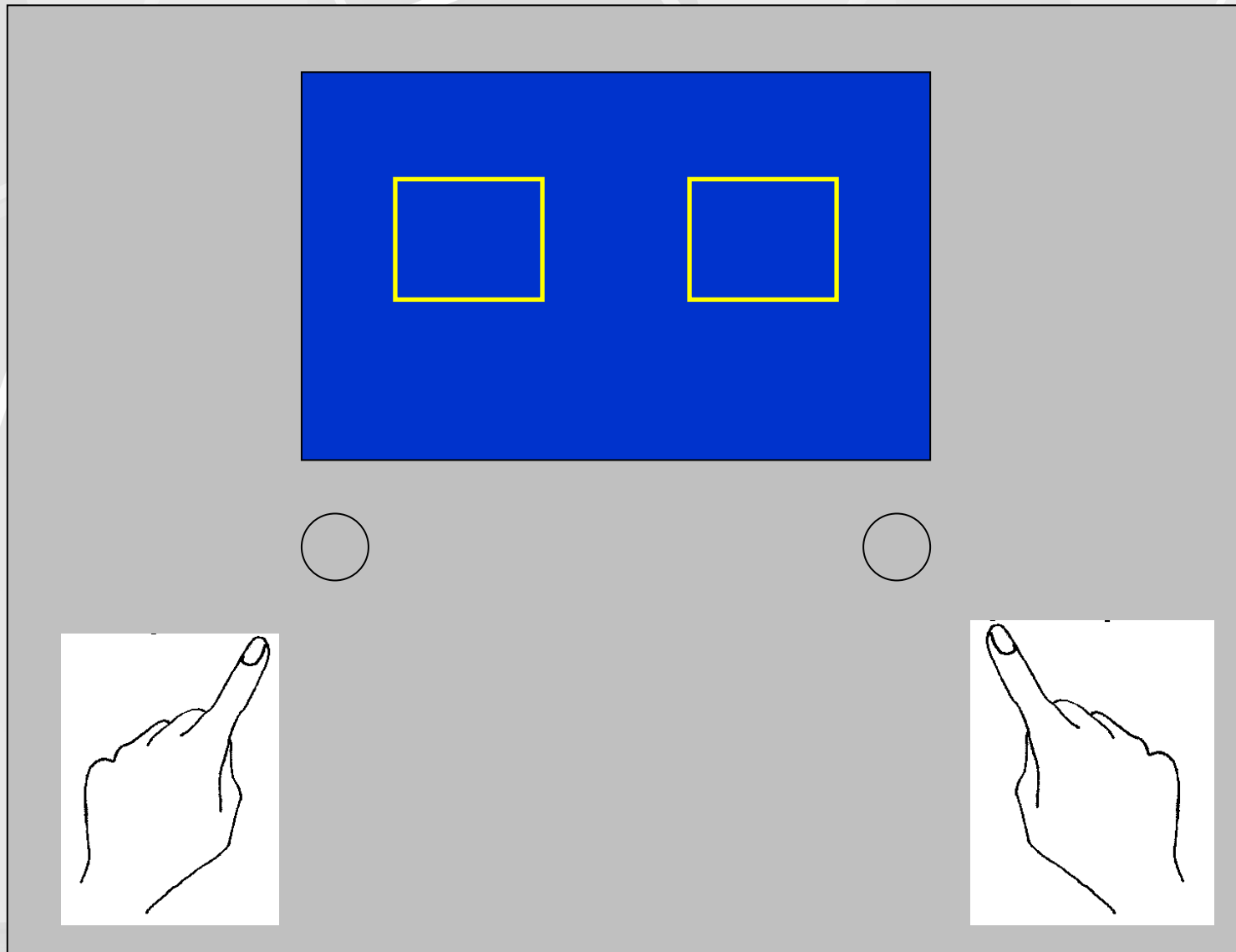
## Tâche non compatible (NC)



## Tâche non compatible (NC)

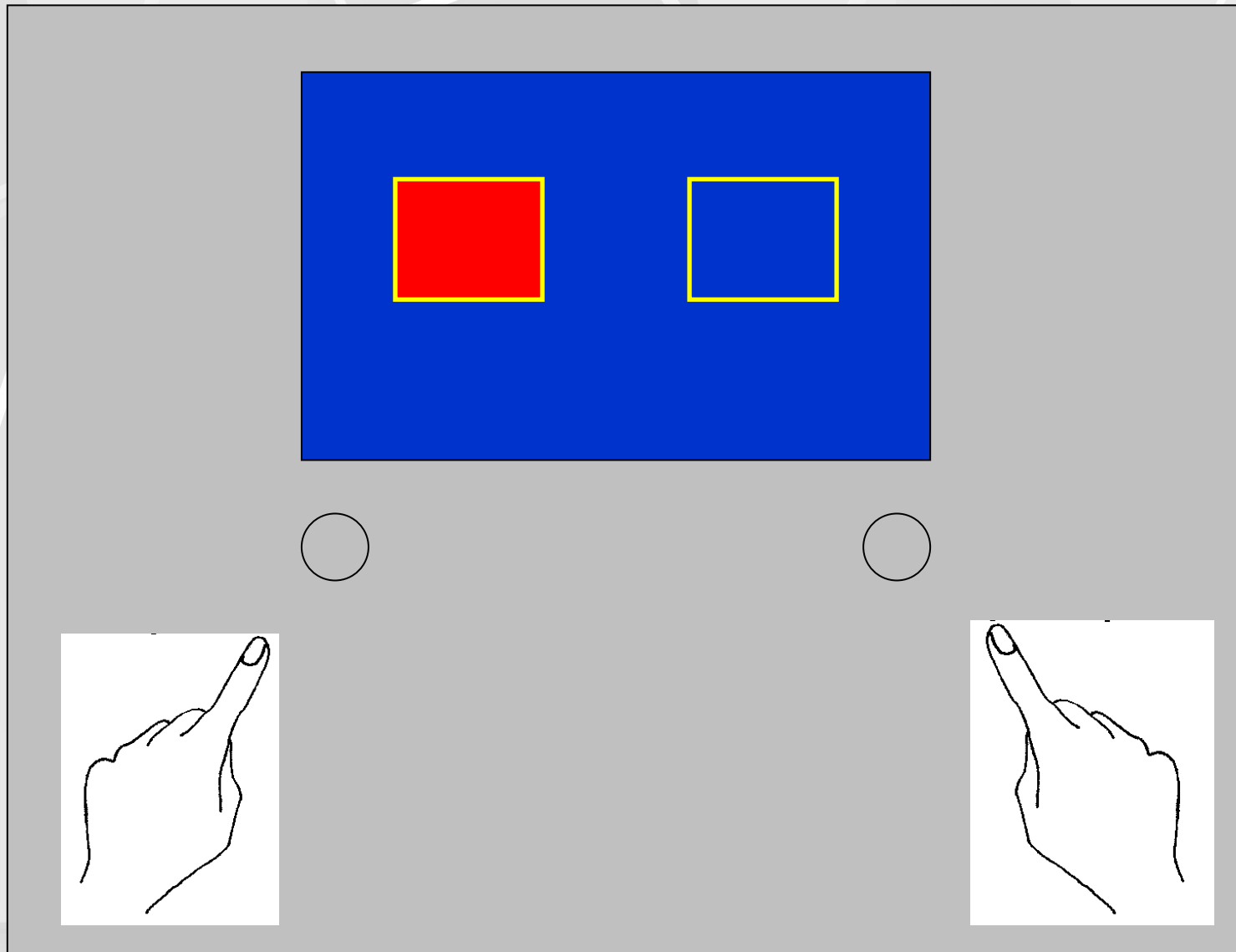


## Tâche non compatible (NC)

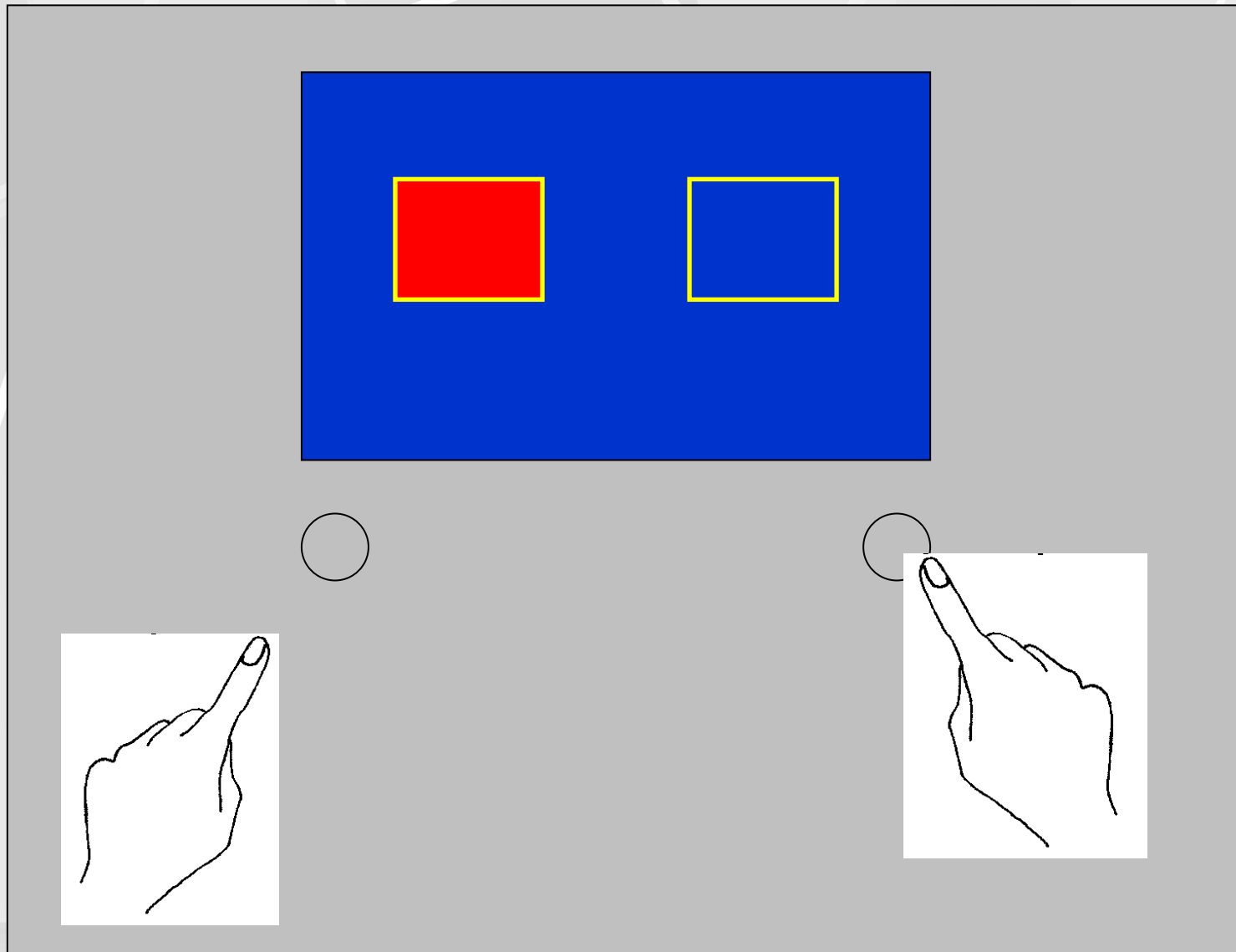




## Tâche non compatible (NC)

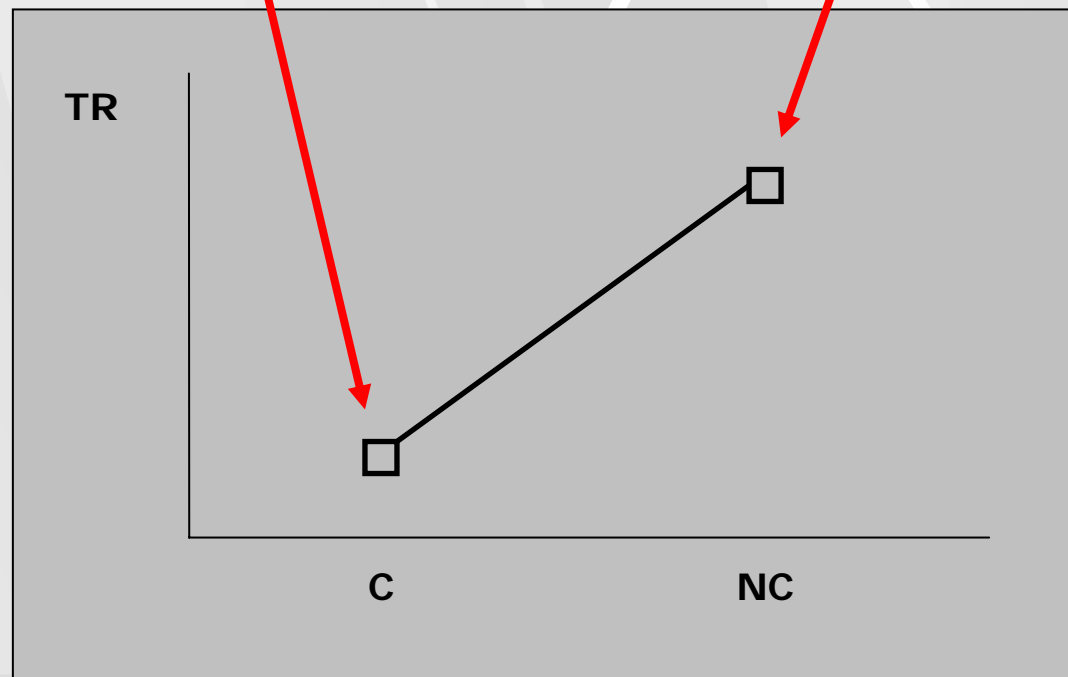
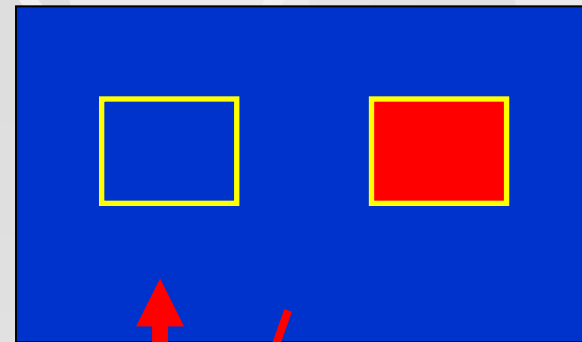
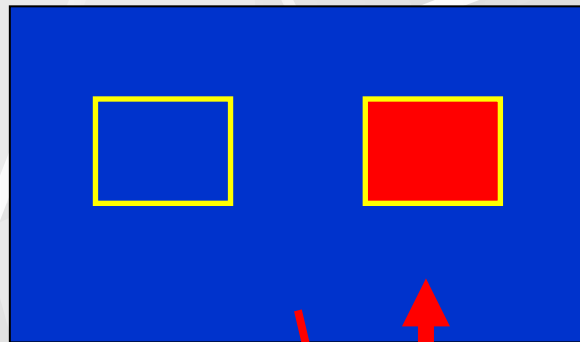


## Tâche non compatible (NC)



Tâches compatibles (C)

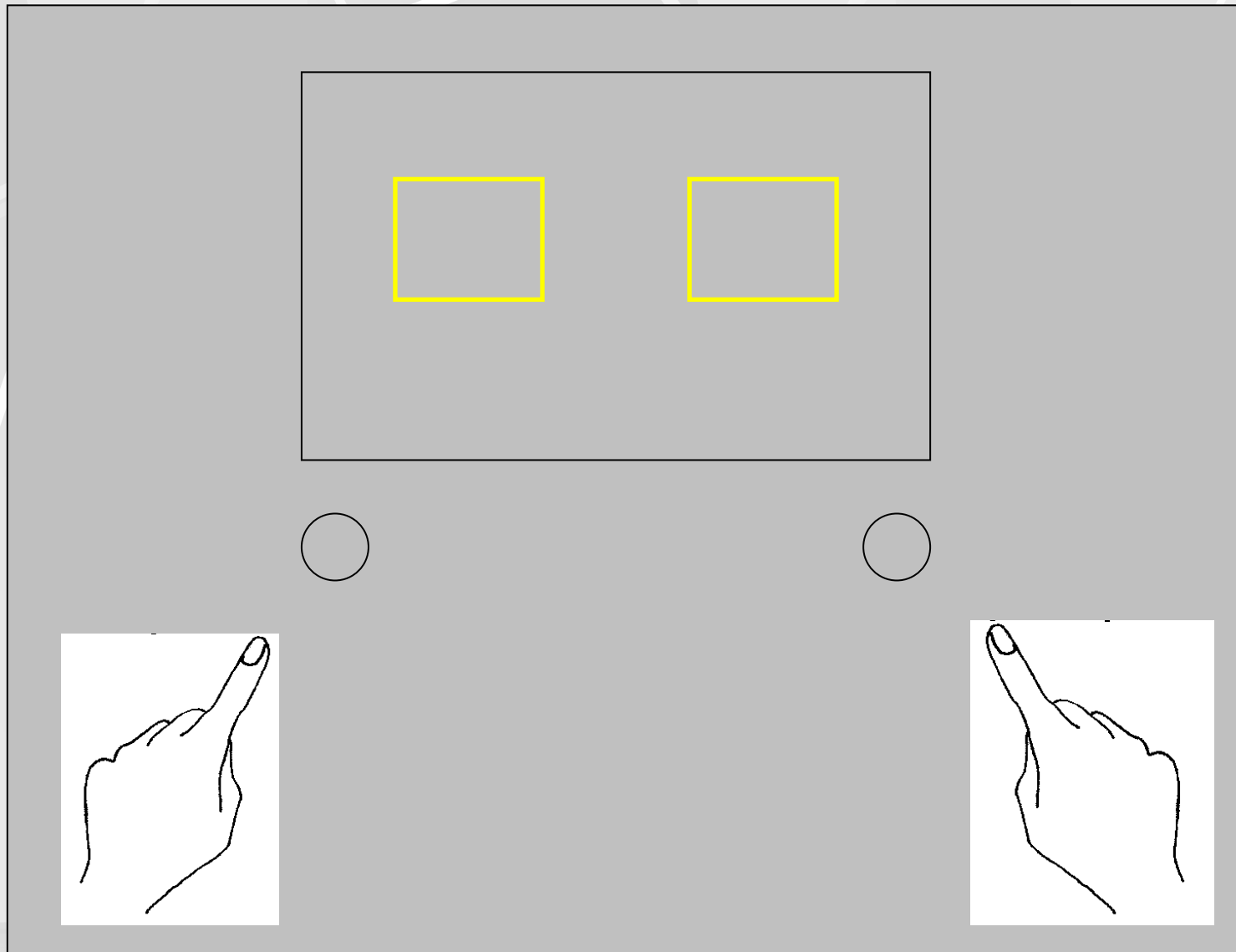
Tâches non compatibles (NC)



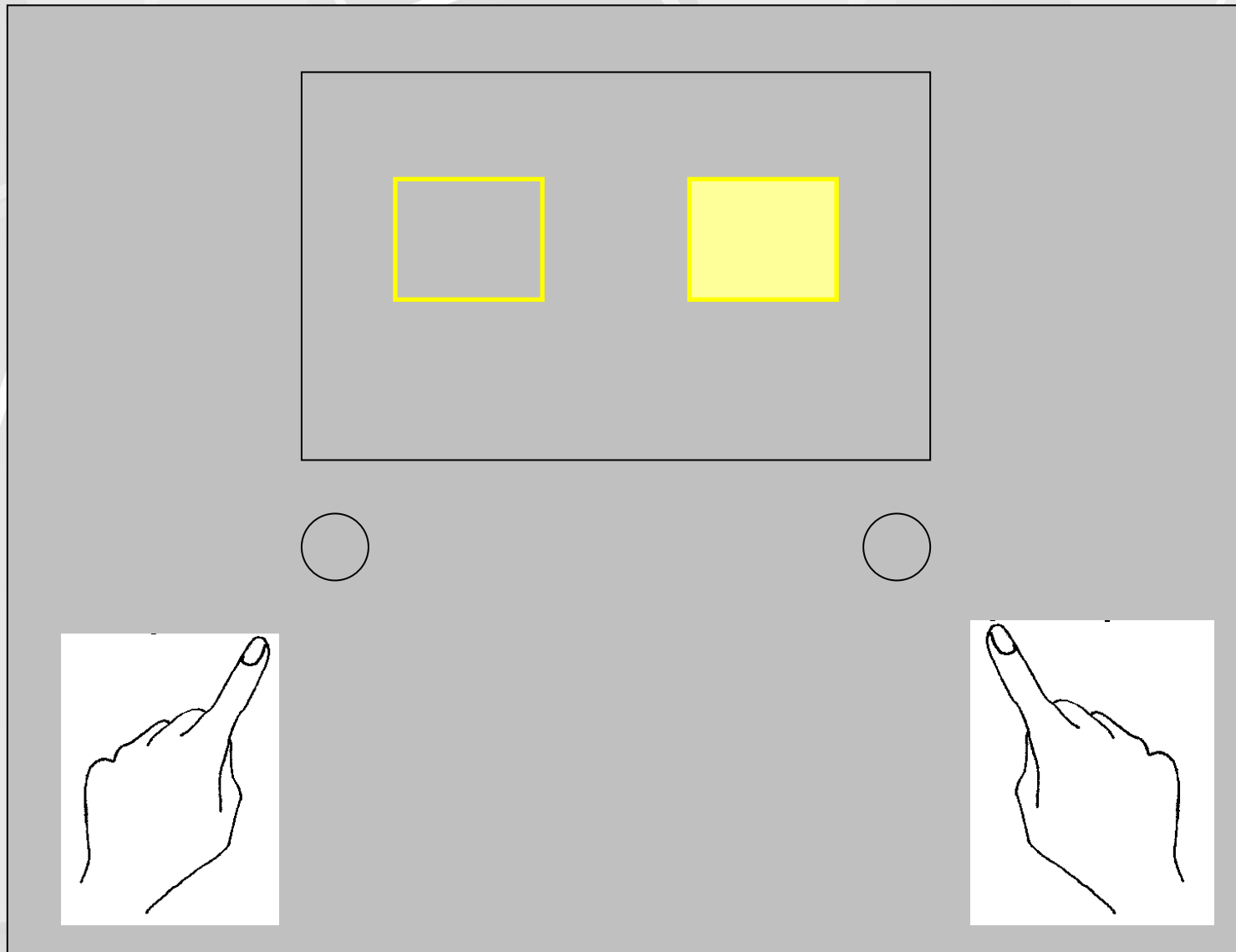
Plan expérimental croisé, exploitant toutes les combinaisons de qualité et de compatibilité

	Haute qualité	Faible qualité
Compatible	C-HQ	C-FQ
Non compatible	NC-HQ	NC-FQ

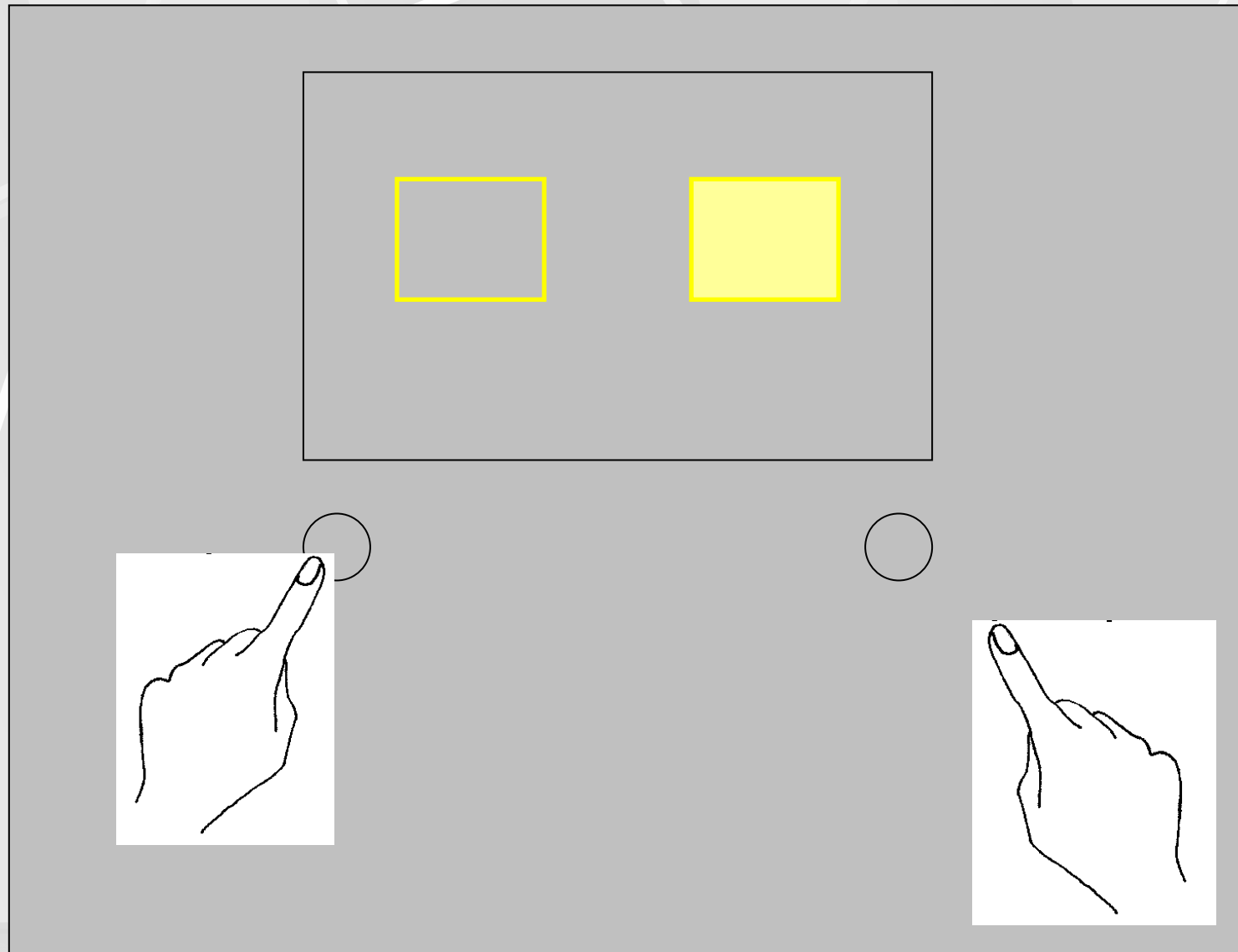
## Signal de faible qualité-tâche non compatible (FQ-NC)



## Signal de faible qualité-tâche non compatible (FQ-NC)

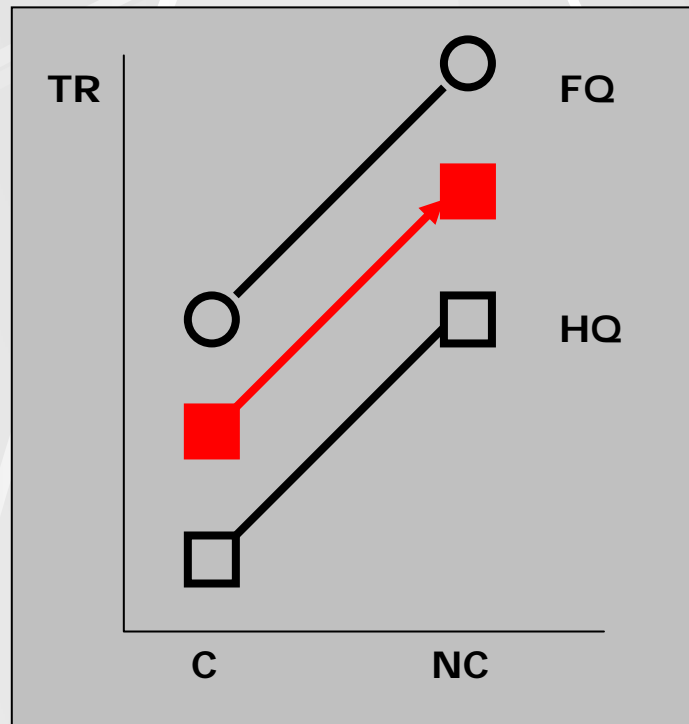


## Signal de faible qualité-tâche non compatible (FQ-NC)



### 1.3. Les stades de traitement de l'information

Effet additif

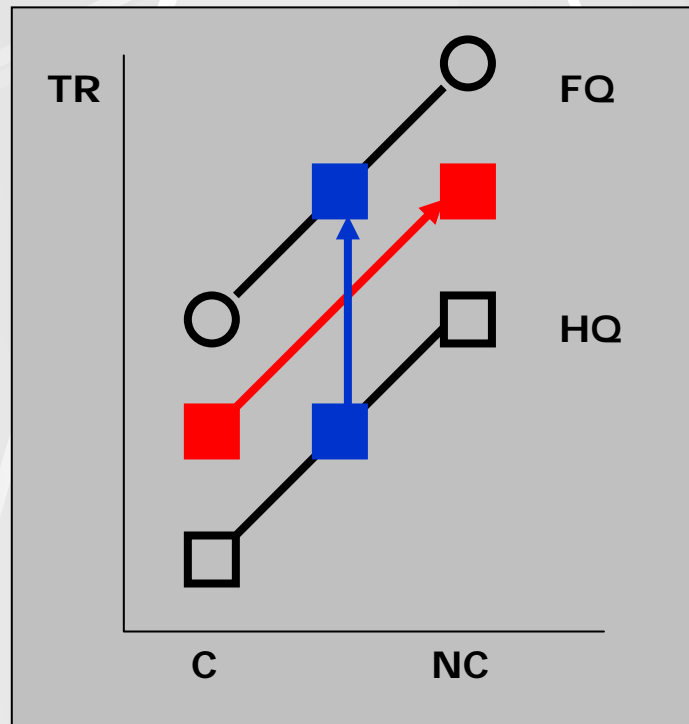


On retrouve l'effet moyen de la compatibilité



### 1.3. Les stades de traitement de l'information

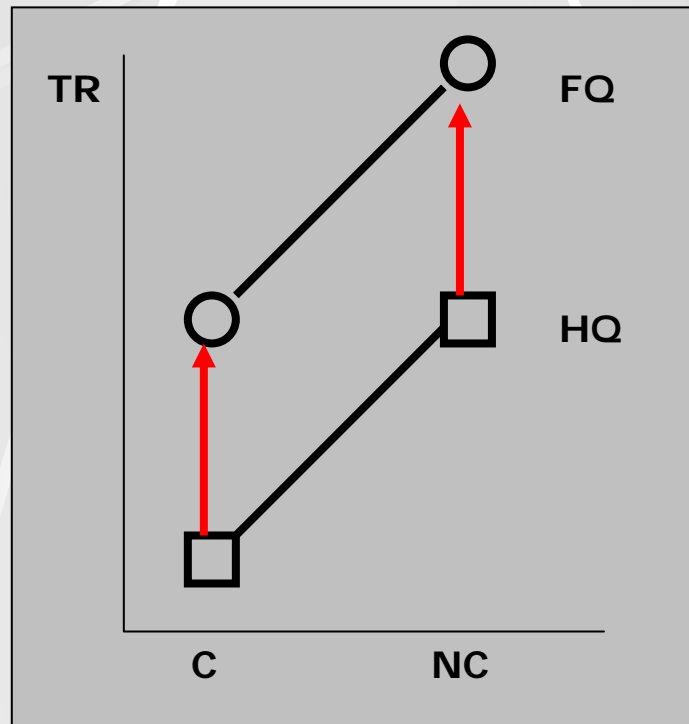
Effet additif



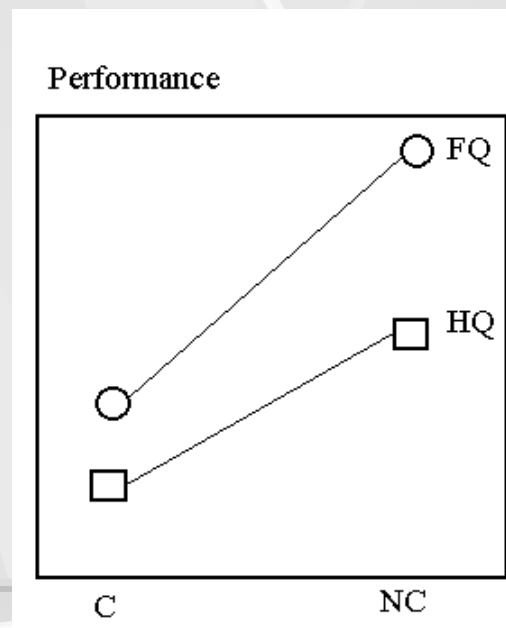
On retrouve l'effet moyen de la compatibilité

On retrouve l'effet moyen de la qualité du signal

Effet additif

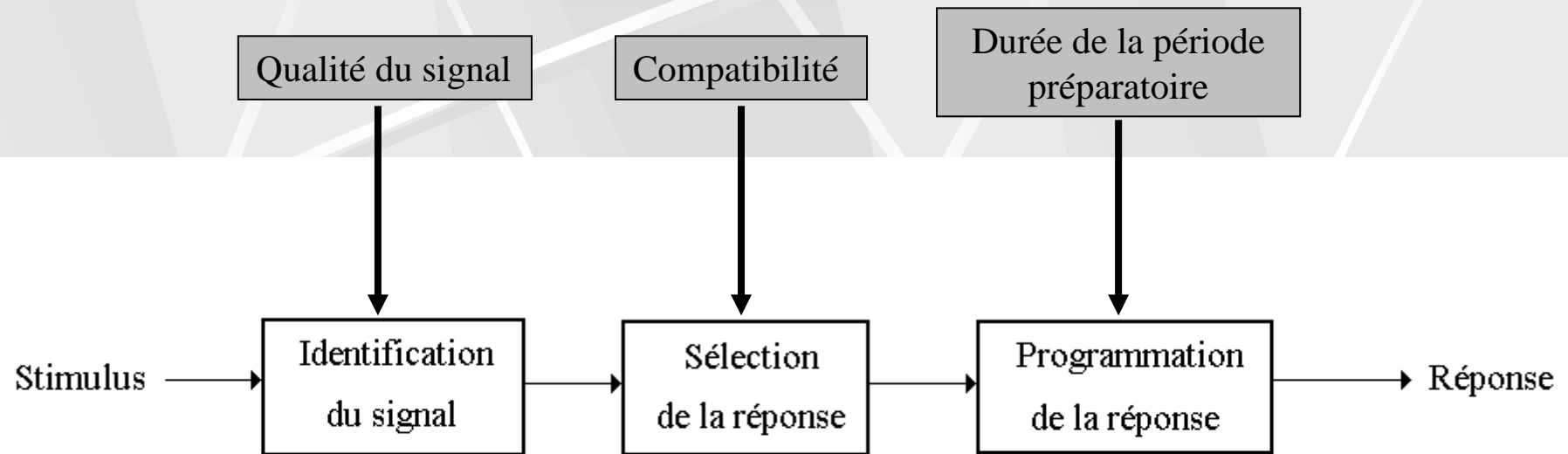


La grandeur de l'effet qualité est indépendante du niveau de compatibilité

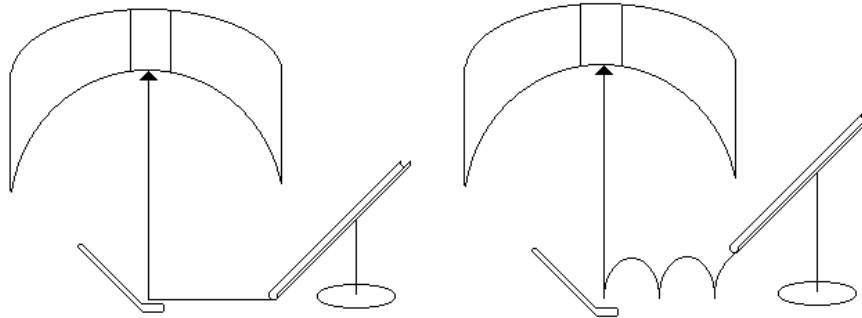


Effet d'interaction

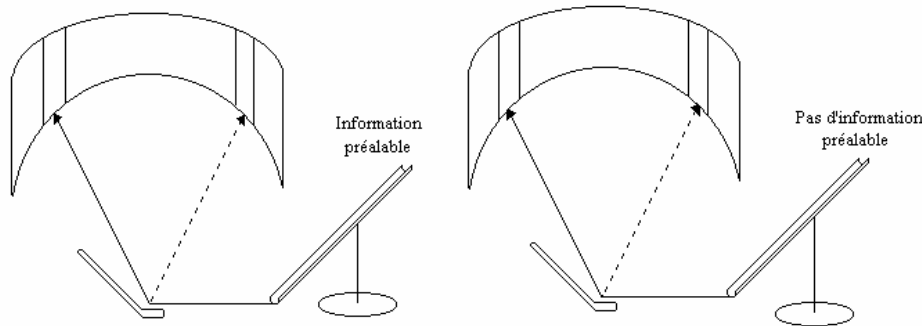
### *1.3. Les stades de traitement de l'information*



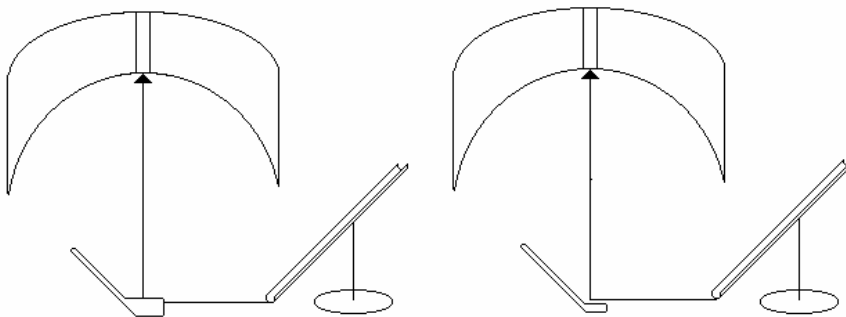
Modèle de traitement de l'information  
(selon Schmidt, 1982)



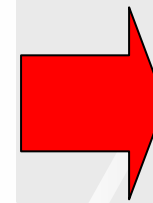
Expérience 1: Incertitude spatiale



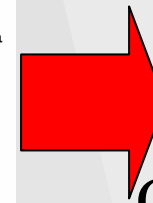
Expérience 2: Incertitude événementielle



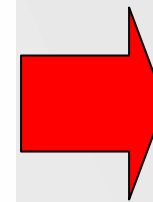
Expérience 3: Précision requise



Stade perceptif  
Identification du stimulus



Stade décisionnel  
Choix de la réponse



Stade moteur  
Effectue la réponse

Famose (1990)<sup>64</sup>

# 1. Habileté et traitement de l'information

## 1ère partie

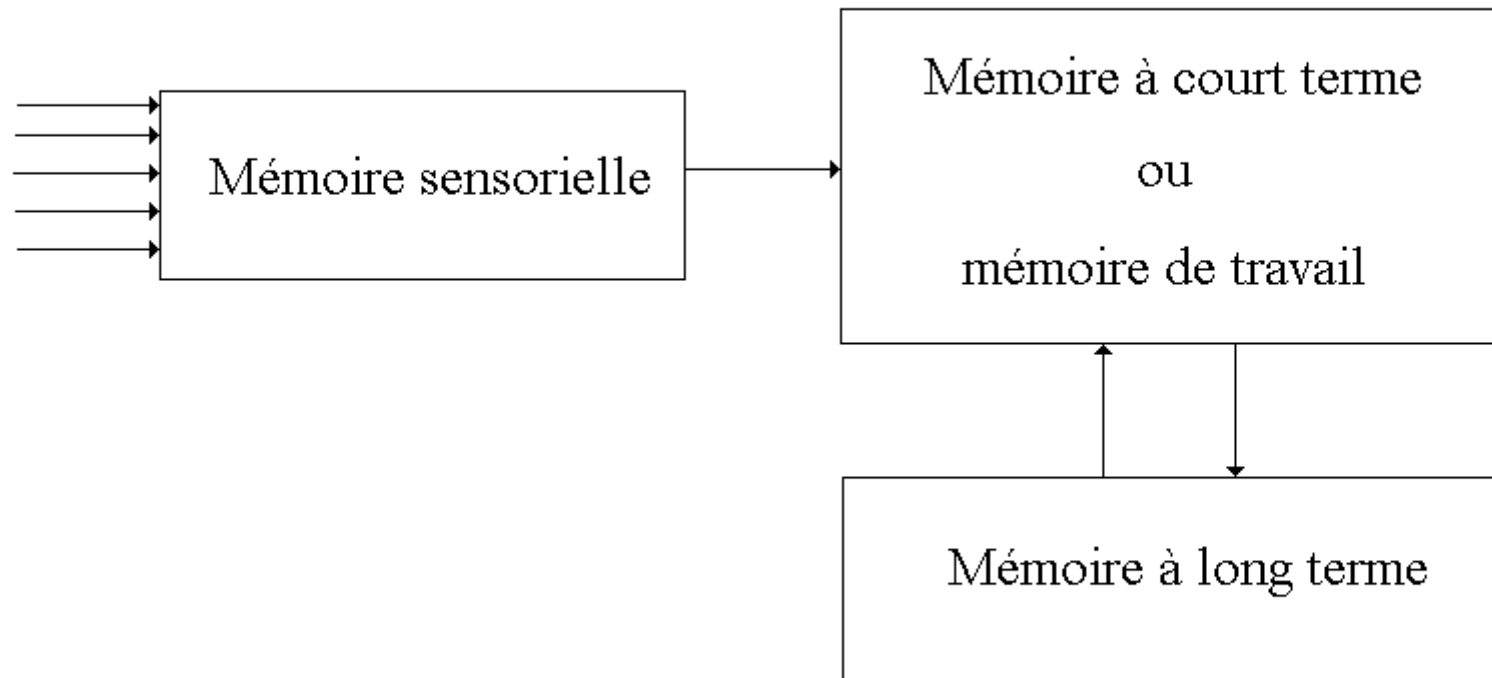
1.1. La théorie de l'information

1.2. Chronométrie mentale et traitement de l'information

1.3. Les stades de traitement de l'information

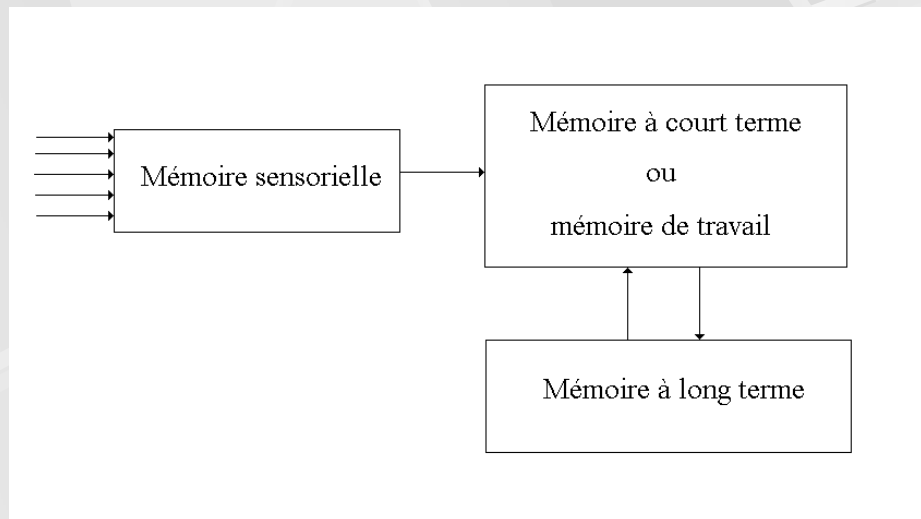
1.4. Mémoire à court terme et mémoire à long terme

1.5. Les programmes moteurs et la théorie du schéma



Le système des mémoires (d'après Thomas, 1980)

#### 1.4. Mémoire à court terme et mémoire à long terme



	Capacité	Durée
Mémoire sensorielle	Grande	Très courte (1 seconde)
Mémoire de travail	Limitée (7 éléments)	Courte (10-30 secondes)
Mémoire à long terme	Illimitée	Illimitée

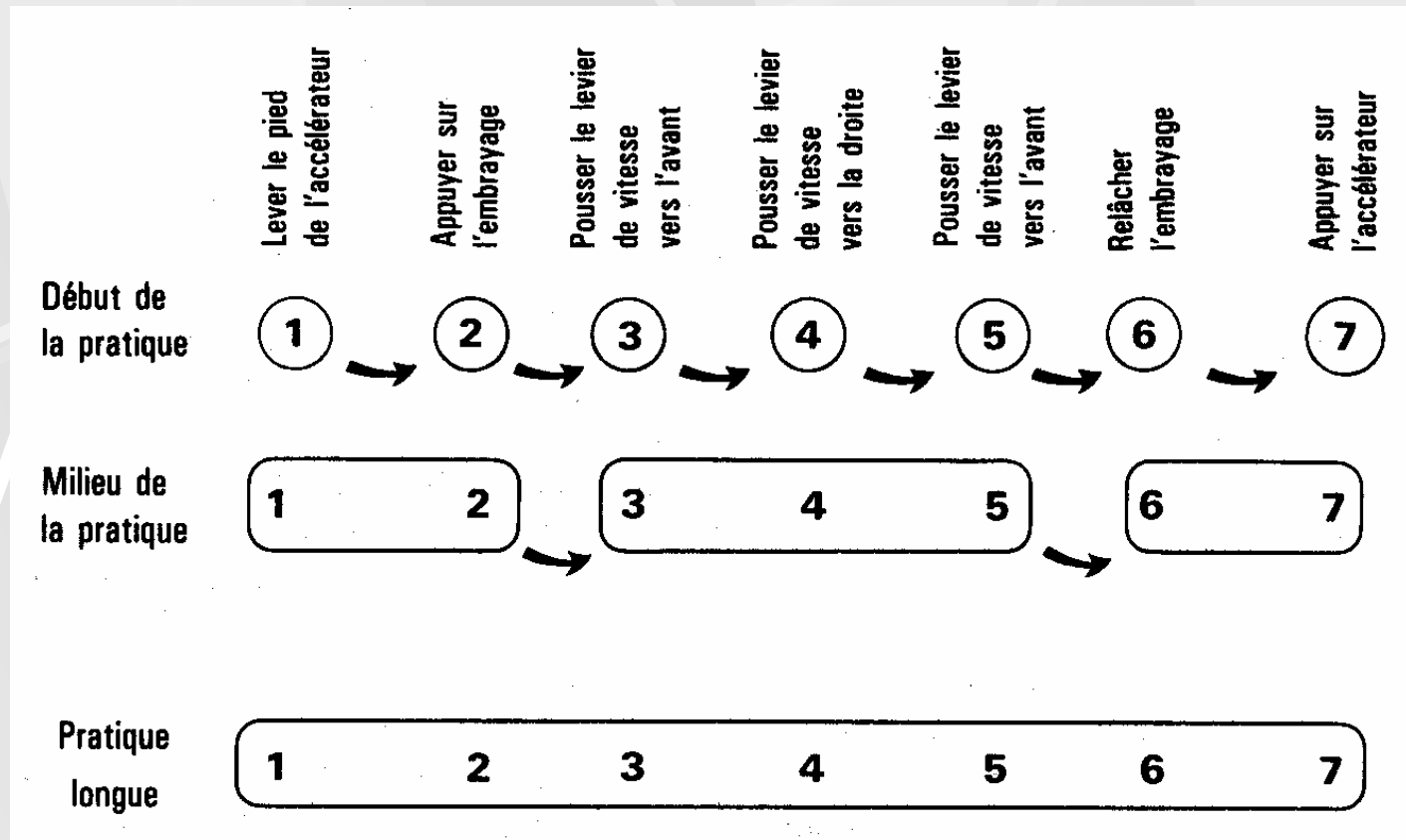
Les processus cognitifs servent à assurer le transit de l'information entre ces différentes mémoires

- le codage: ce processus consiste à labelliser un ensemble d'information sous un code en facilitant l'accès.
- le regroupement: ce processus vise à regrouper dans une même unité des informations disparates. Il permet des économies de gestion de la capacité du système.
- la répétition: ce processus permet de maintenir des informations en mémoire de travail, au-delà des quelques dizaine de secondes caractérisant son terme, par une réactivation.
- le stockage: ce processus renvoie à un archivage de l'information en mémoire à long terme.
- le rappel: ce processus est responsable de la réactivation, en mémoire de travail, d'informations stockées en mémoire à long terme.



Les processus cognitifs servent à assurer le transit de l'information entre ces différentes mémoires

- le codage: ce processus consiste à labelliser un ensemble d'information sous un code en facilitant l'accès.
- le regroupement: ce processus vise à regrouper dans une même unité des informations disparates. Il permet des économies de gestion de la capacité du système.
- la répétition: ce processus permet de maintenir des informations en mémoire de travail, au-delà des quelques dizaine de secondes caractérisant son terme, par une réactivation.
- le stockage: ce processus renvoie à un archivage de l'information en mémoire à long terme.
- le rappel: ce processus est responsable de la réactivation, en mémoire de travail, d'informations stockées en mémoire à long terme.

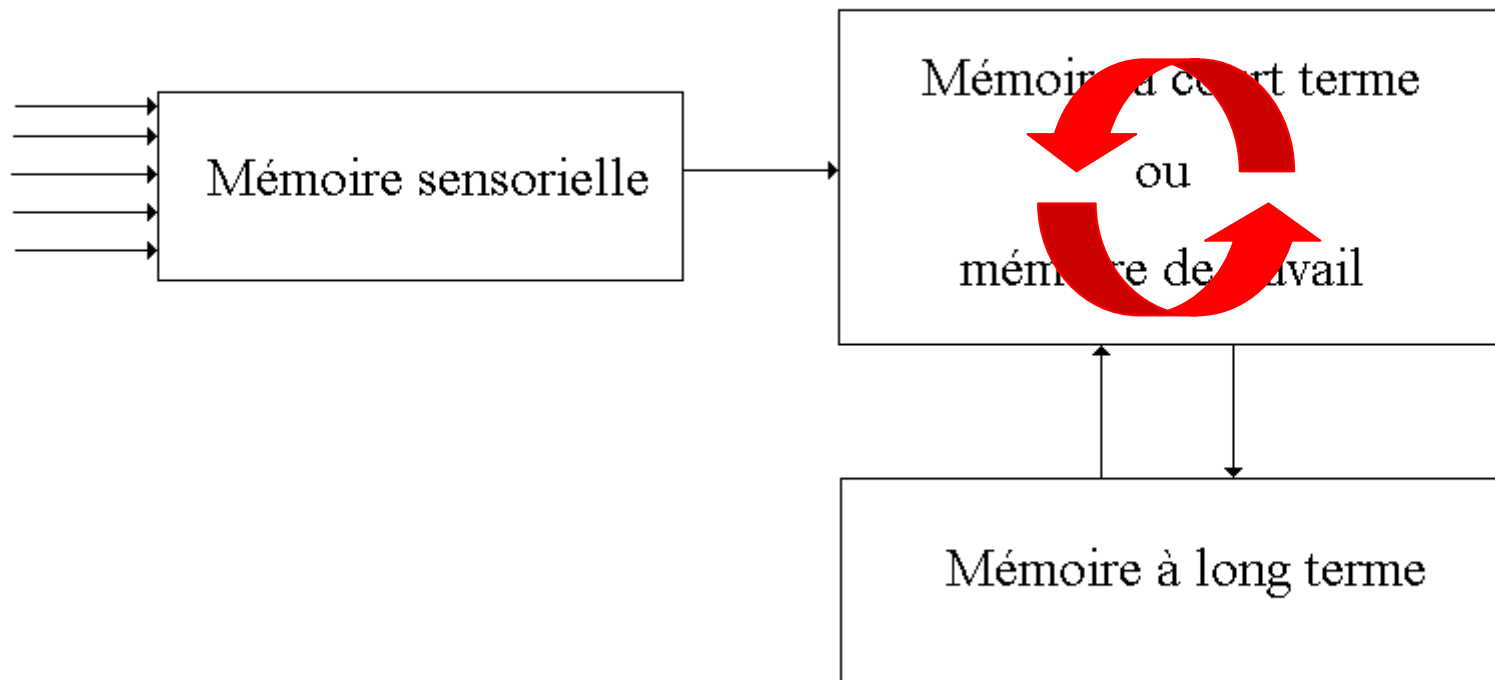


### Le processus de regroupement

Lors de l'apprentissage, les informations sont progressivement regroupées et traitées en blocs (d'après Keele, 1982)

Les processus cognitifs servent à assurer le transit de l'information entre ces différentes mémoires

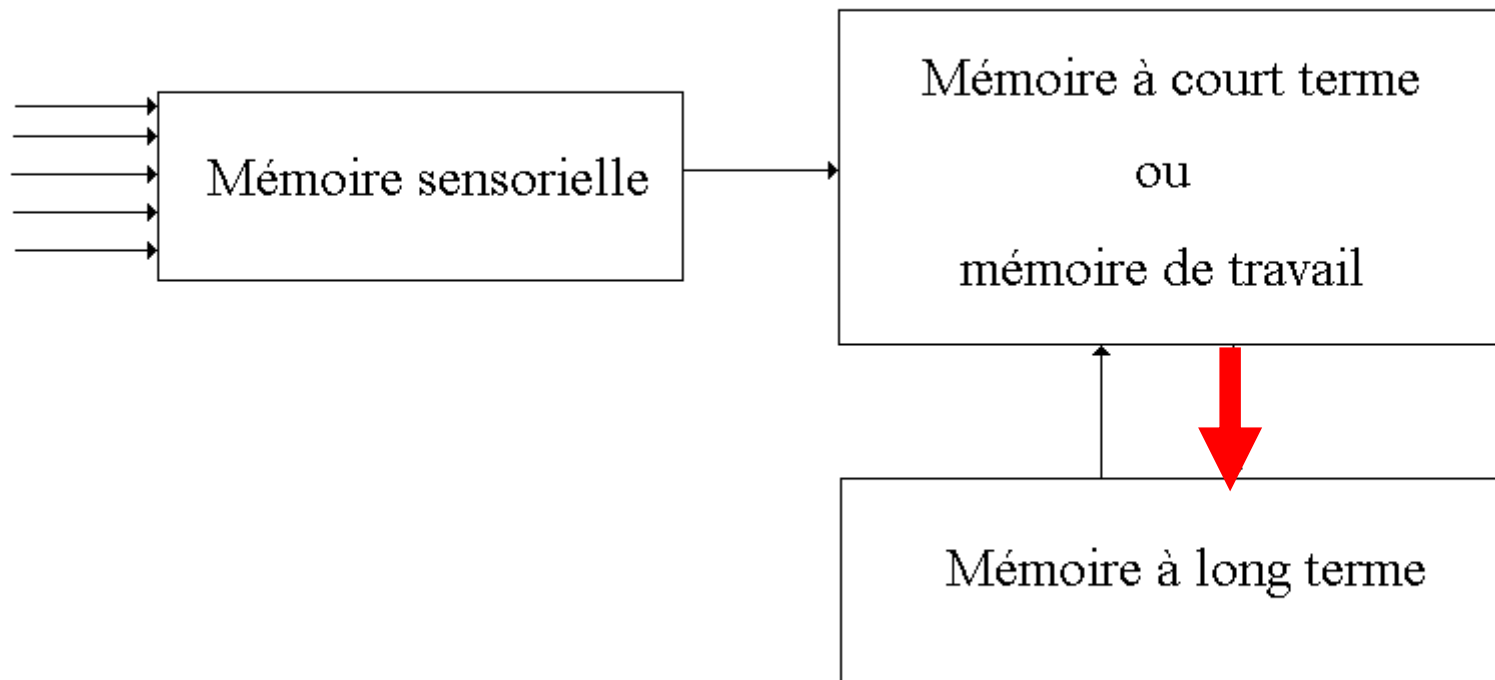
- le codage: ce processus consiste à labelliser un ensemble d'information sous un code en facilitant l'accès.
- le regroupement: ce processus vise à regrouper dans une même unité des informations disparates. Il permet des économies de gestion de la capacité du système.
- la répétition: ce processus permet de maintenir des informations en mémoire de travail, au-delà des quelques dizaine de secondes caractérisant son terme, par une réactivation.
- le stockage: ce processus renvoie à un archivage de l'information en mémoire à long terme.
- le rappel: ce processus est responsable de la réactivation, en mémoire de travail, d'informations stockées en mémoire à long terme.



Le processus de répétition

Les processus cognitifs servent à assurer le transit de l'information entre ces différentes mémoires

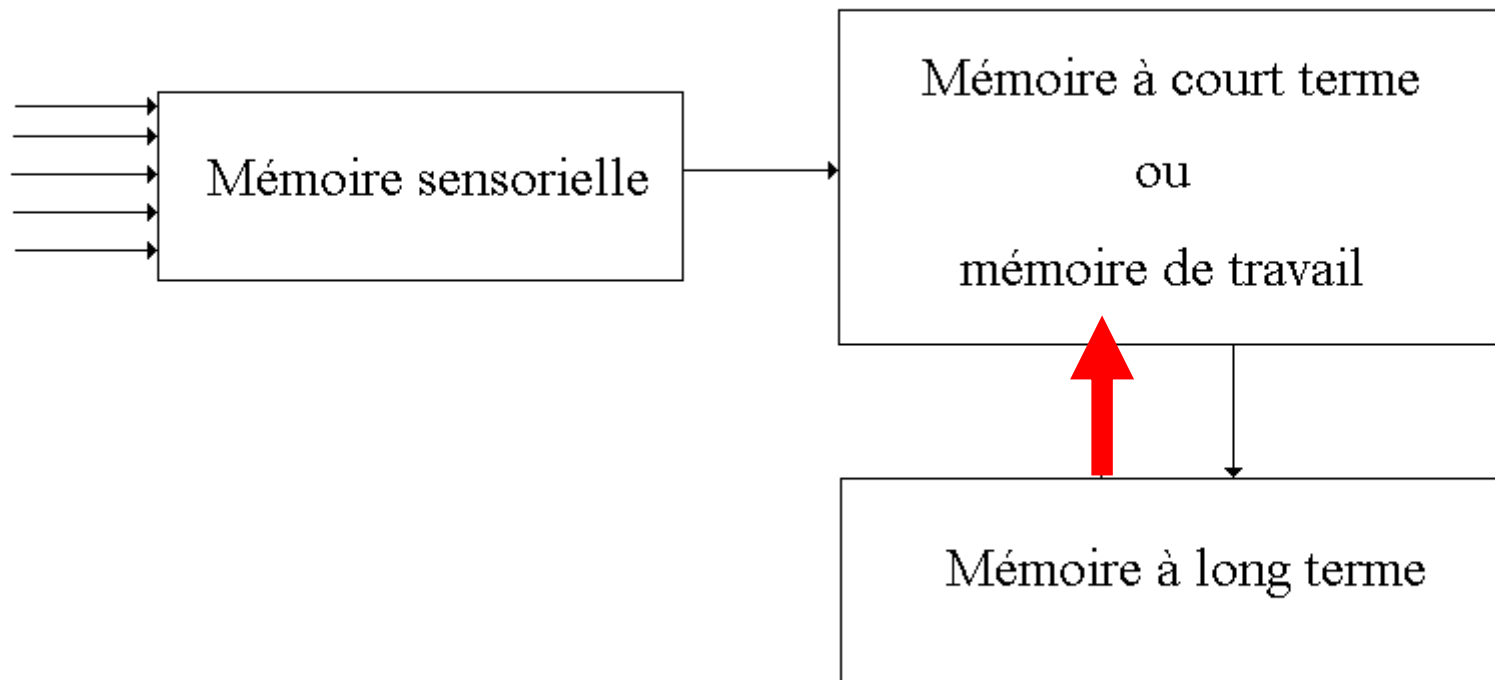
- le codage: ce processus consiste à labelliser un ensemble d'information sous un code en facilitant l'accès.
- le regroupement: ce processus vise à regrouper dans une même unité des informations disparates. Il permet des économies de gestion de la capacité du système.
- la répétition: ce processus permet de maintenir des informations en mémoire de travail, au-delà des quelques dizaine de secondes caractérisant son terme, par une réactivation.
- le stockage: ce processus renvoie à un archivage de l'information en mémoire à long terme.
- le rappel: ce processus est responsable de la réactivation, en mémoire de travail, d'informations stockées en mémoire à long terme.



Le processus de stockage

Les processus cognitifs servent à assurer le transit de l'information entre ces différentes mémoires

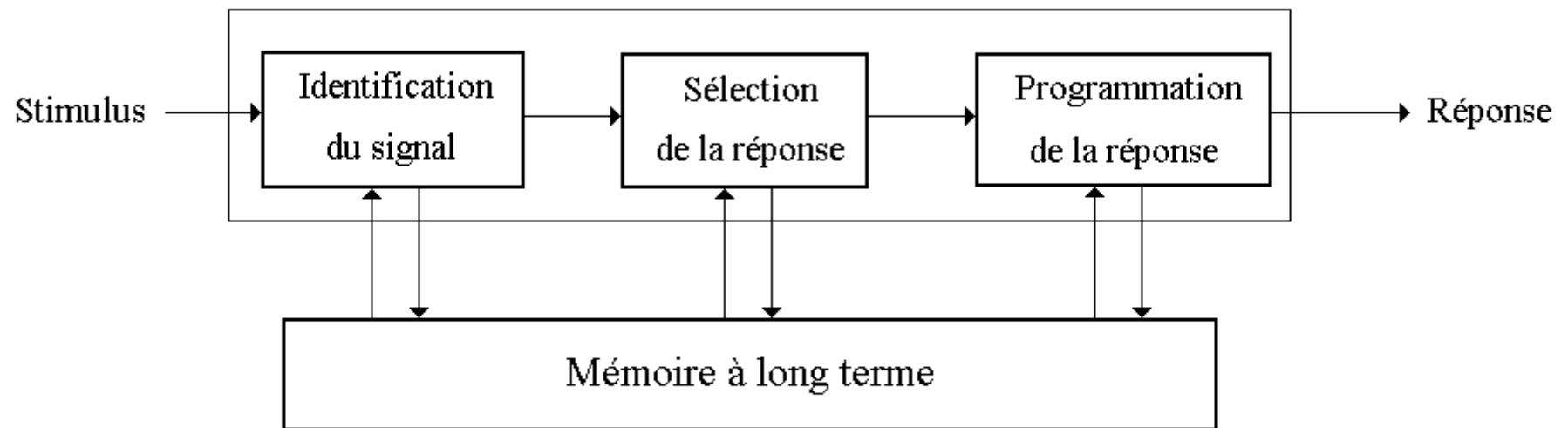
- le codage: ce processus consiste à labelliser un ensemble d'information sous un code en facilitant l'accès.
- le regroupement: ce processus vise à regrouper dans une même unité des informations disparates. Il permet des économies de gestion de la capacité du système.
- la répétition: ce processus permet de maintenir des informations en mémoire de travail, au-delà des quelques dizaine de secondes caractérisant son terme, par une réactivation.
- le stockage: ce processus renvoie à un archivage de l'information en mémoire à long terme.
- le rappel: ce processus est responsable de la réactivation, en mémoire de travail, d'informations stockées en mémoire à long terme.



Le processus de rappel



#### 1.4. Mémoire à court terme et mémoire à long terme



# 1. Habileté et traitement de l'information

## 1ère partie

1.1. La théorie de l'information

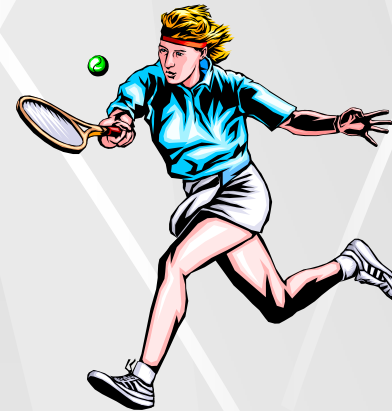
1.2. Chronométrie mentale et traitement de l'information

1.3. Les stades de traitement de l'information

1.4. Mémoire à court terme et mémoire à long terme

1.5. Les programmes moteurs et la théorie du schéma

## La métaphore informatique

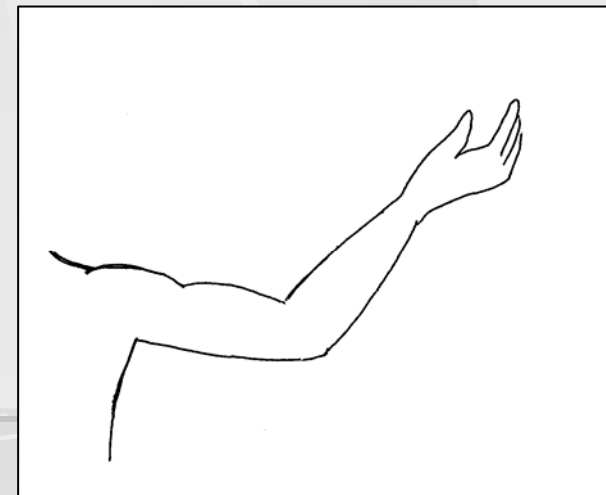
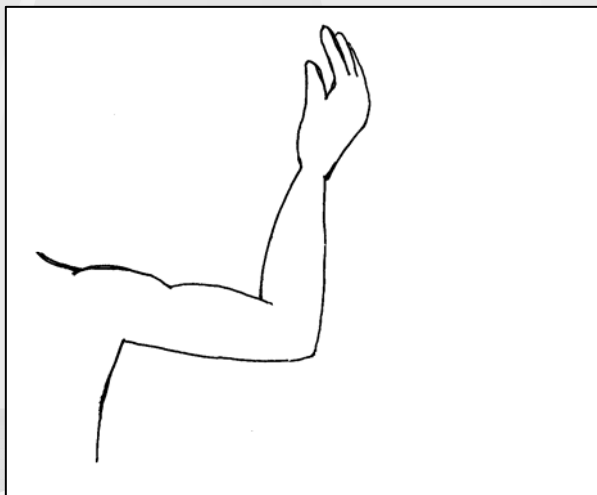


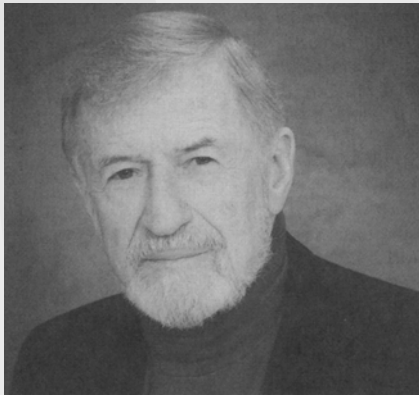
Processeur	→	Système de traitement de l'information
Mémoire vive	→	Mémoire à court terme
Disque dur	→	Mémoire à long terme
Logiciel	→	Programme moteur

## Le programme moteur?

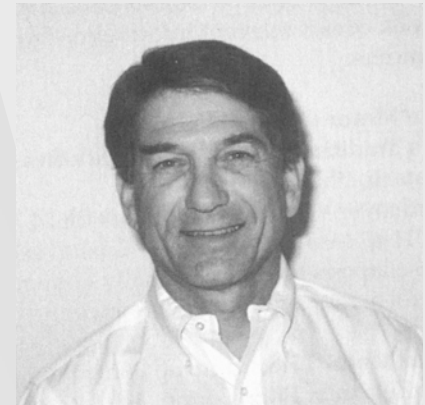
Une suite d'instructions séquentielles

```
10 Time 0:Impulse Triceps:Strength 7  
20 Time 0.06:Impulse Triceps:Strength 6  
30 For time = 0.09 to 0.19  
40 Ramp Triceps and Ramp Biceps: Strength 3  
50 End
```





## Programmes et Schémas moteurs

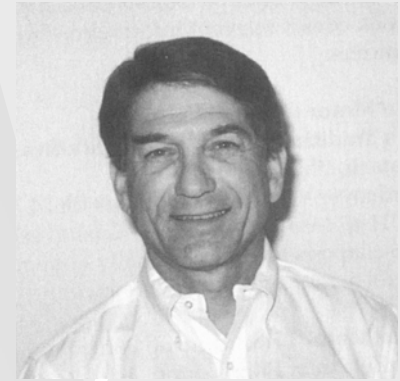


Au début des années 70, le concept de programme moteur est admis, sur le mode « one-to-one ». On retrouve ce principe dans la théorie de la boucle fermée de Adams (1971)

Schmidt (1975) évoque un argument économique: une telle spécialisation des programmes finirait par poser des problèmes de stockage

Schmidt propose une alternative plus réaliste: la Théorie du Schéma

## La théorie du Schéma de Schmidt (1975)



L'habileté est sous-tendue par deux types de représentations:

- Le programme moteur généralisé
- Les règles de paramétrisation

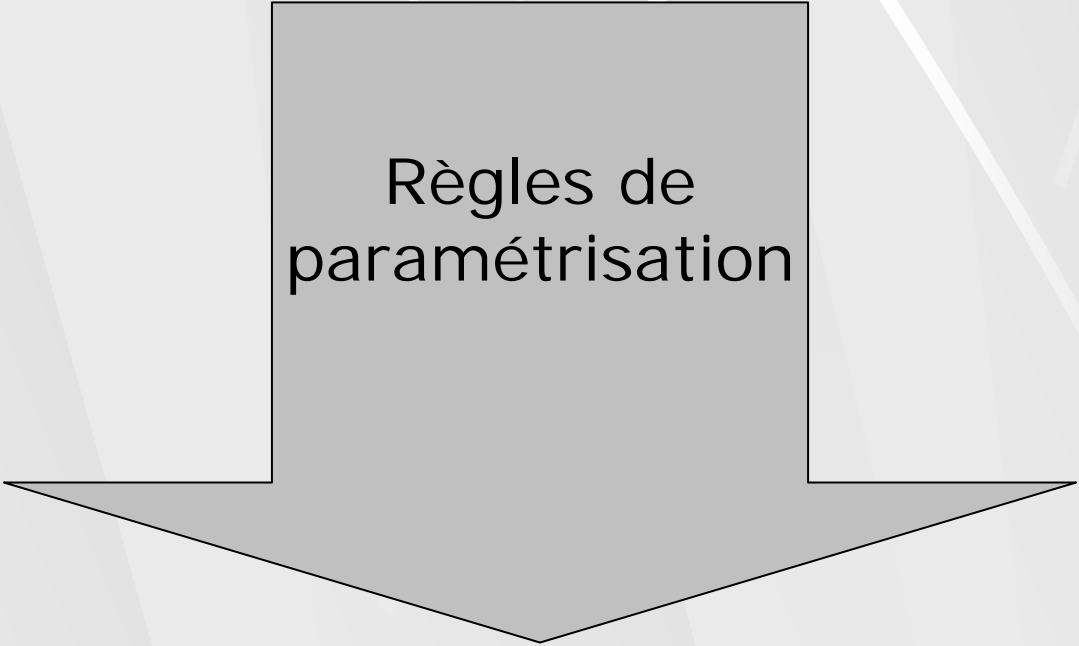
Ces représentations sont construite au cours de l'apprentissage et stockées en mémoire

Un programme moteur généralisé (PMG)  
n'est pas spécifique à une tâche, mais  
s'applique à une catégorie de tâches



Les règles de paramétrisation permettent  
d'adapter le PMG aux spécificités de la tâche

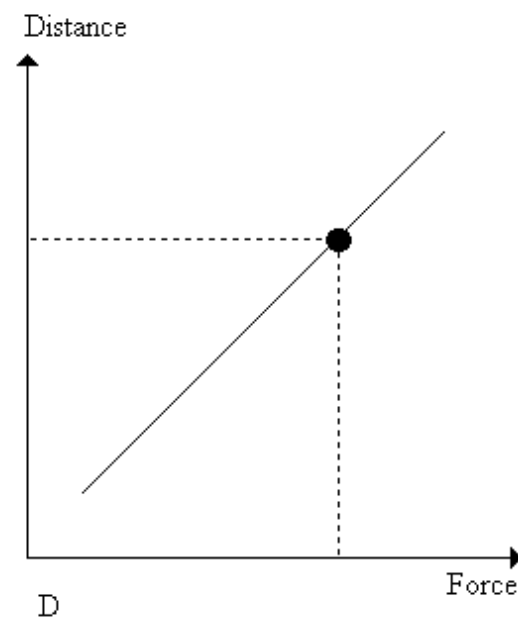
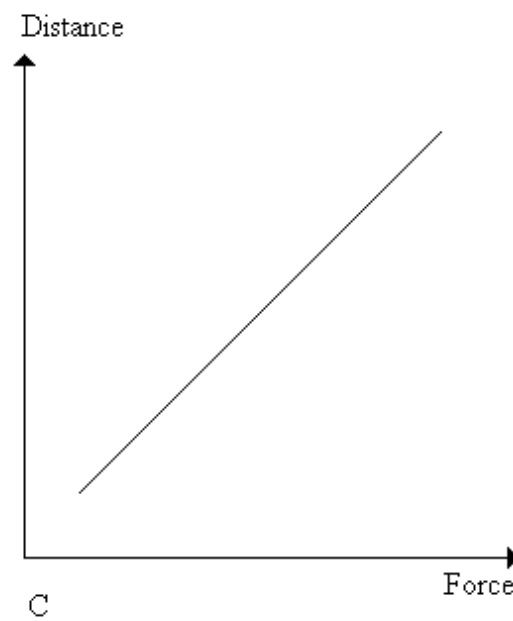
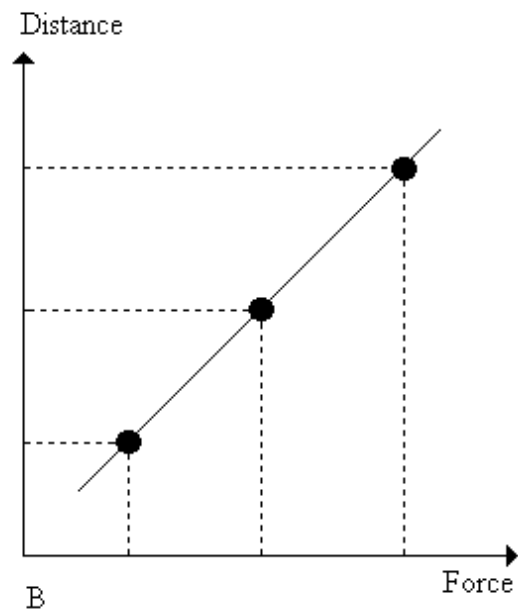
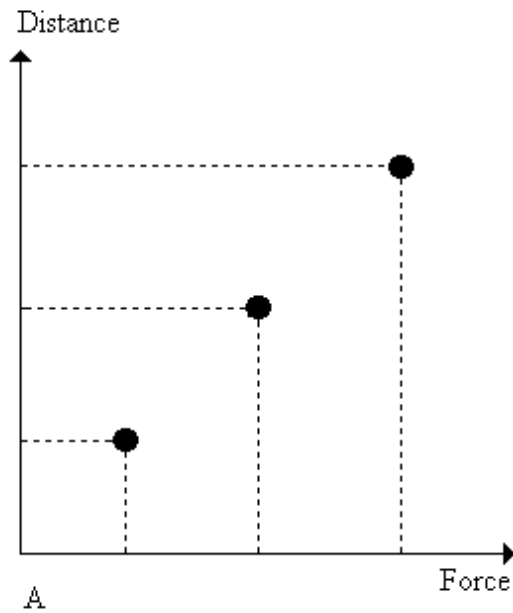
Programme moteur généralisé



Règles de  
paramétrisation

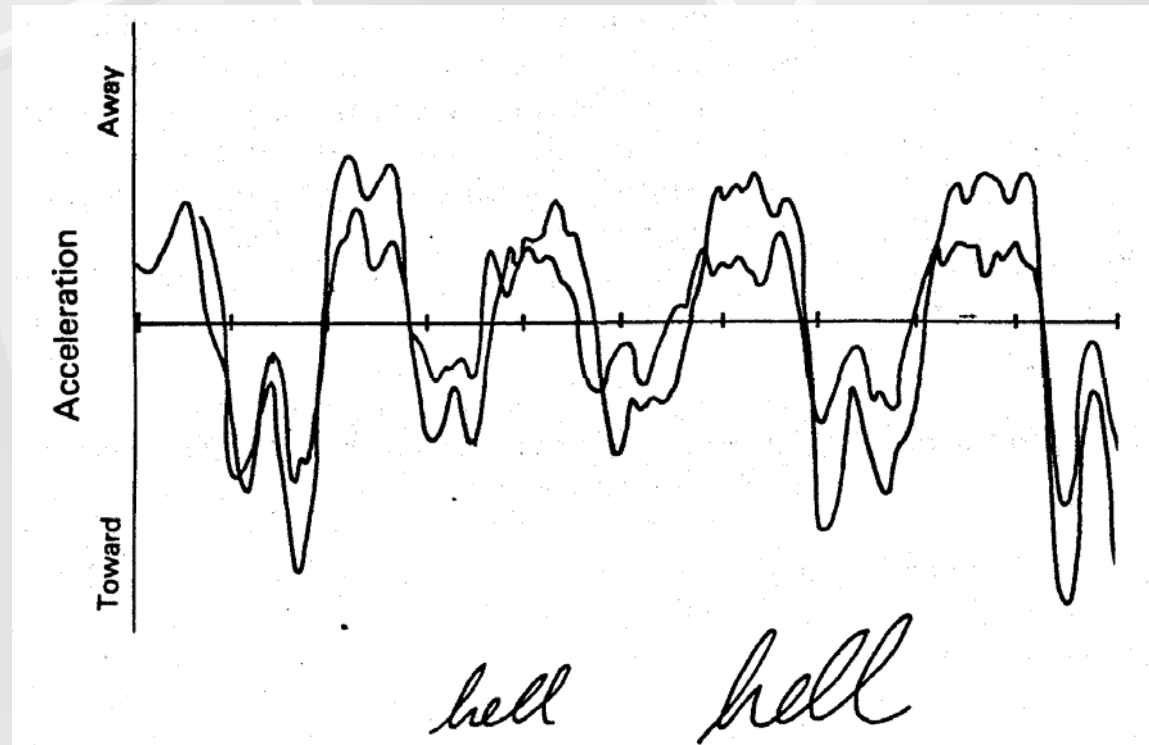
Programme moteur





Les étapes de construction d'une  
règle de paramétrisation d'un  
programme de lancer  
(d'après Schmidt, 1982).

## Qu'est-ce qui est codé dans les PMG?



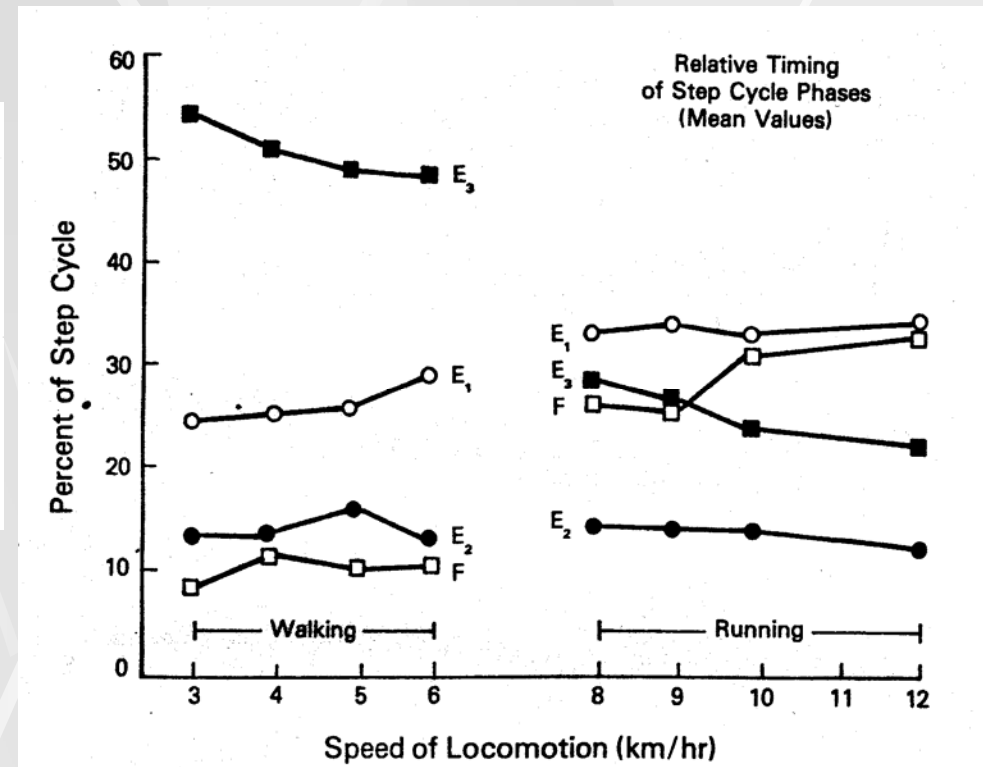
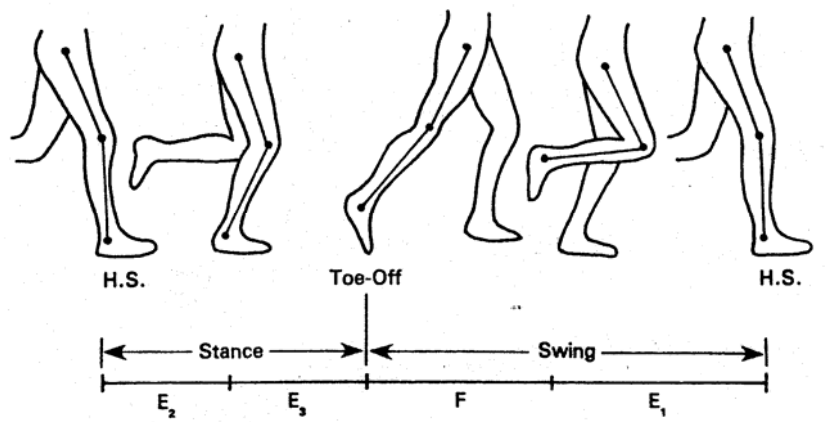
Patterns d'accélération produits en écrivant le mot "hell",  
en fonction de l'amplitude de l'écriture  
(d'après Hollerbach, 1978)

Le PMG contient les invariants et notamment la structure temporelle du mouvement

Expérimentalement, on rend donc compte du PMG en analysant les rapports de temps

Les règles de paramétrisation sont au contraire révélées par la mesure du temps absolu

## Qu'est-ce qui est codé dans les PMG?



Pourcentage de la durée du cycle représentée par les quatre phases du pas, pour la marche (de 3 à 6 km/h) et pour la course (de 8 à 12 km/h)

Shapiro, Zernicke, Gregor & Diestel (1981)

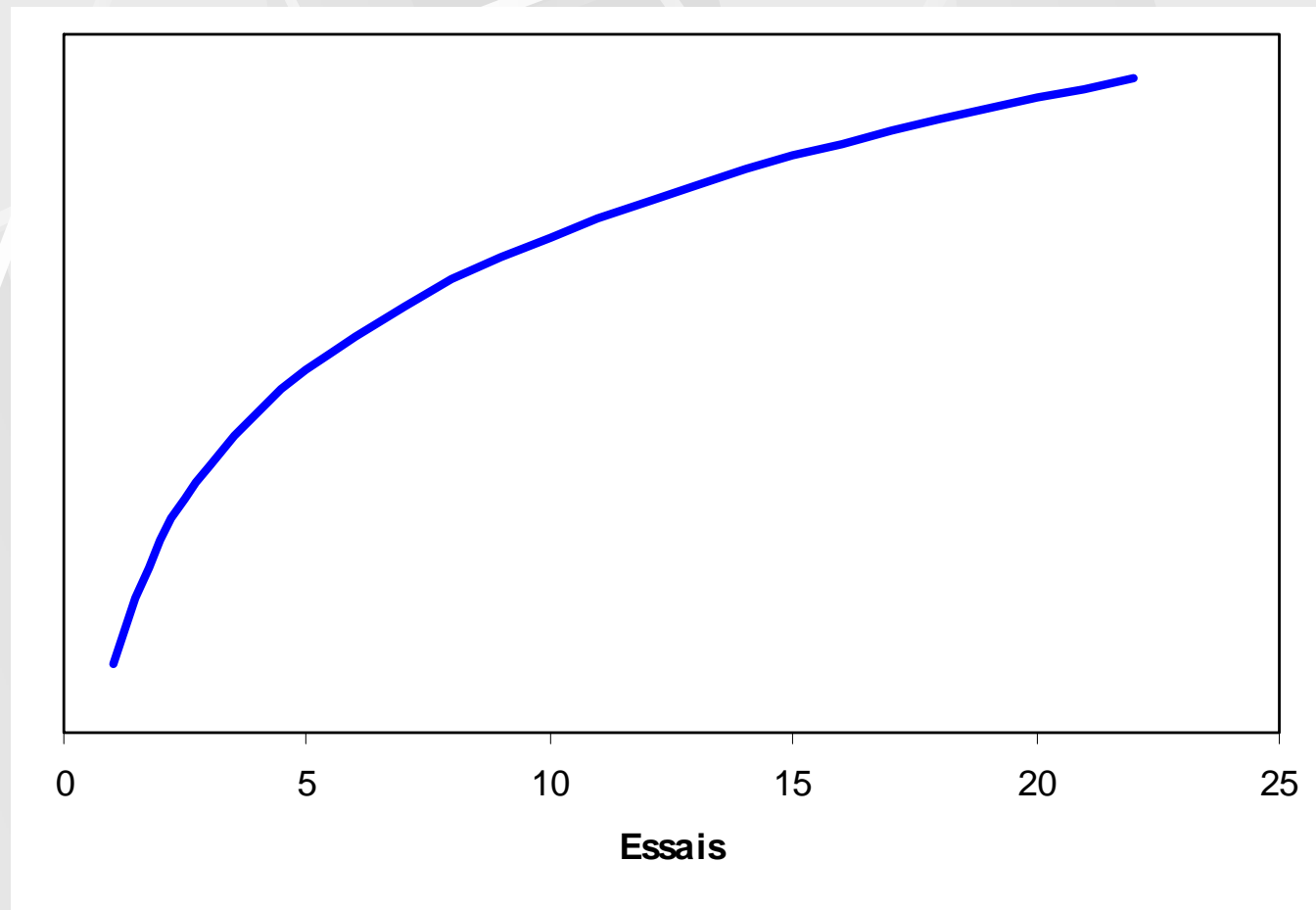
# 1. L'approche cognitive

## 2ème partie

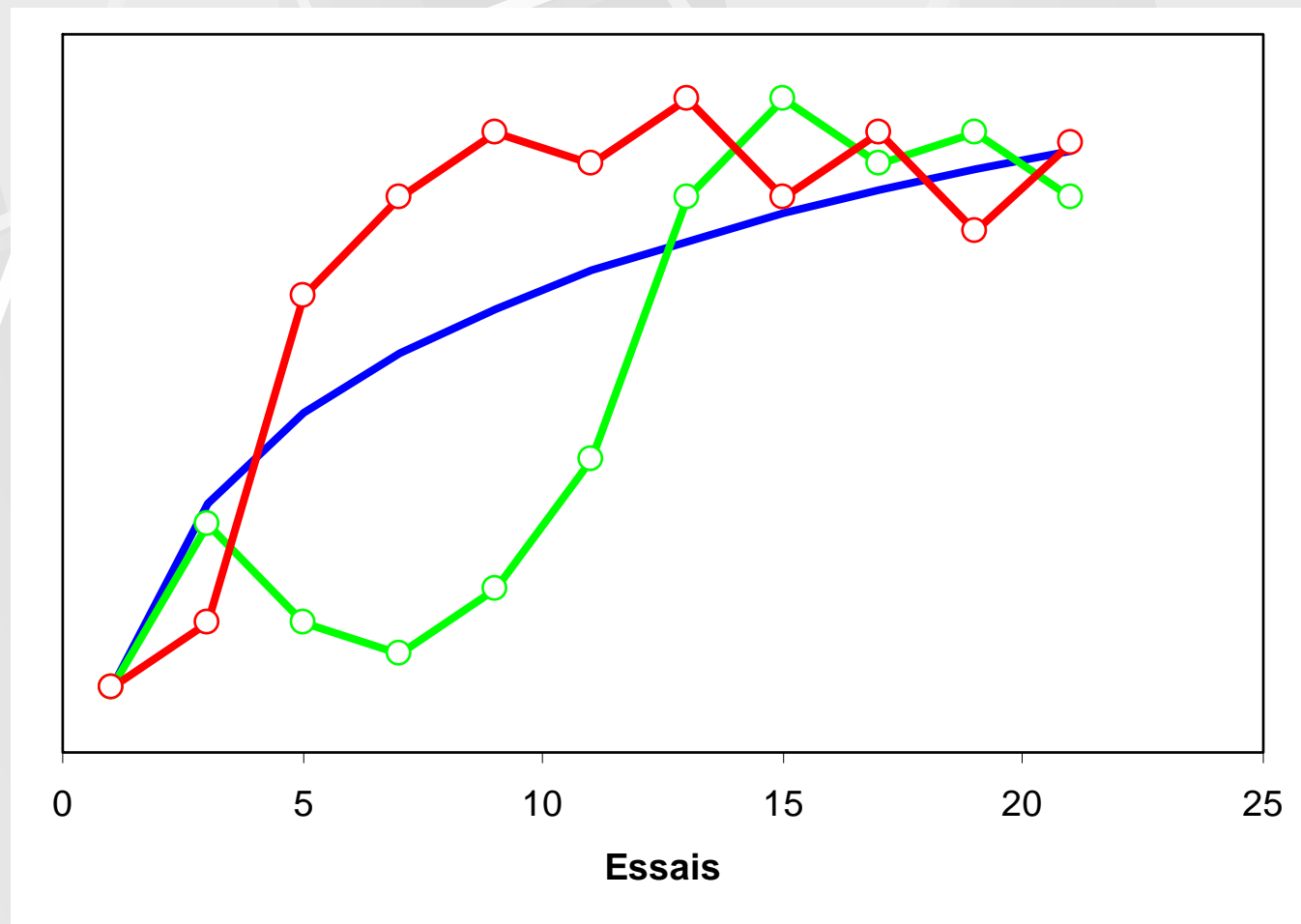
### 2.1. La mesure de l'apprentissage

### 2.2. L'apprentissage comme affinement du programme moteur

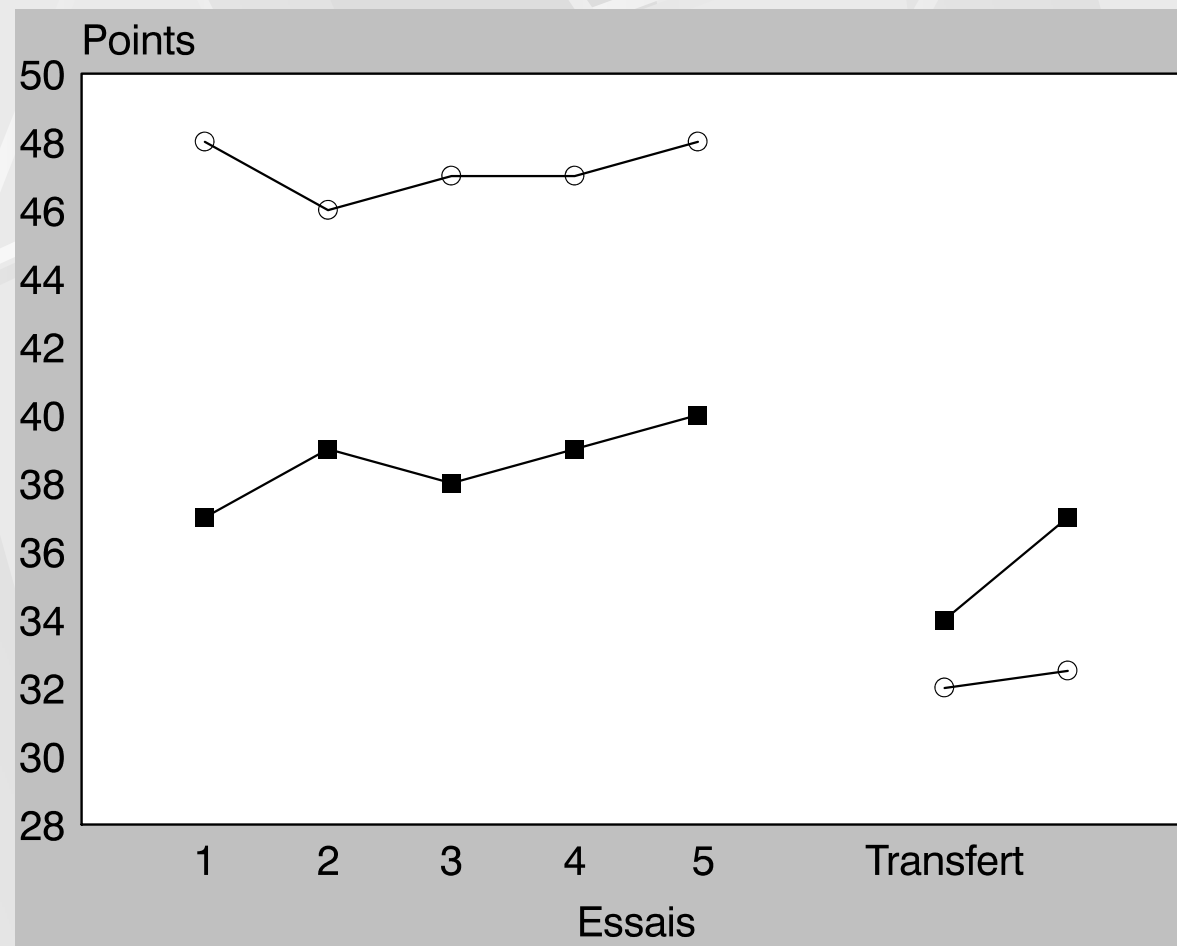
### 2.3. Limites de l'approche cognitive



La mesure de l'apprentissage : les courbes de performance

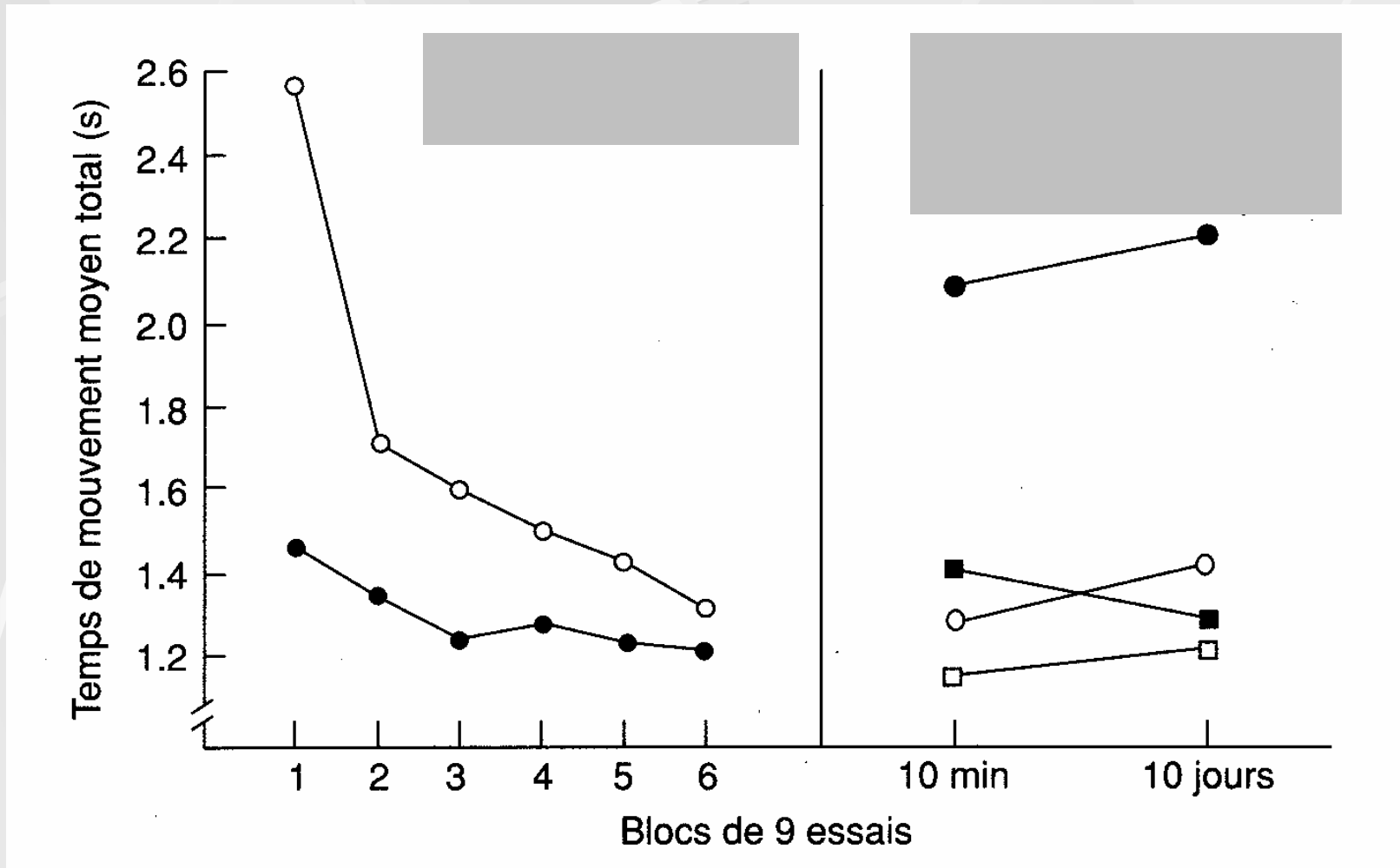


La mesure de l'apprentissage : les courbes de performance



La mesure de l'apprentissage : les tests de transfert





La mesure de l'apprentissage : les tests de rétention

# 1. L'approche cognitive

## 2ème partie

### 2.1. La mesure de l'apprentissage

### 2.2. L'apprentissage comme affinement du programme moteur

### 2.3. Limites de l'approche cognitive

## Le modèle de Fitts (1964)

### 1. Stade cognitif

Intense activité cognitive

Identification du but à atteindre

Construction du PMG

Les mouvements sont saccadés et fragmentés

La demande attentionnelle très élevée

### 2. Stade d'association

Affinement progressif du programme moteur

Construction des règles de paramétrisation

Accroissement de la régularité des réponses

### 3. Stade autonome

Automatisation des processus

Plus de contrôle attentionnel

# Systeme pro-actif

Programmes moteurs



Commandes motrices



effecteurs



environnement



Résultats

Conditions initiales

Buts à atteindre

Schème moteur  
paramétrisation

Schème de rappel

Programmes moteurs

Commandes motrices

effecteurs

environnement

Résultats

Schème de reconnaissance

Conséquences  
sensorielles attendus

Système comparateur

informations

Système rétro-actif (Schmidt)

# 1. L'approche cognitive

## 2ème partie

### 2.1. La mesure de l'apprentissage

### 2.2. L'apprentissage comme affinement du programme moteur

### 2.3. Limites de l'approche cognitive

## Les questions posées par l'approche cognitive

Nature de l'information

Système artificiel

Régression infinie

Complexité

C'est une théorie prescriptive...

## Plan du cours

### Introduction : définitions

1. L'approche cognitive
2. L'approche dynamique
3. L'approche écologique
4. Apprentissage et efficience
5. Apprentissage et conditions d'apprentissage
6. Apprentissage et connaissances



## 2. L'approche dynamique: la coordination comme propriété émergente

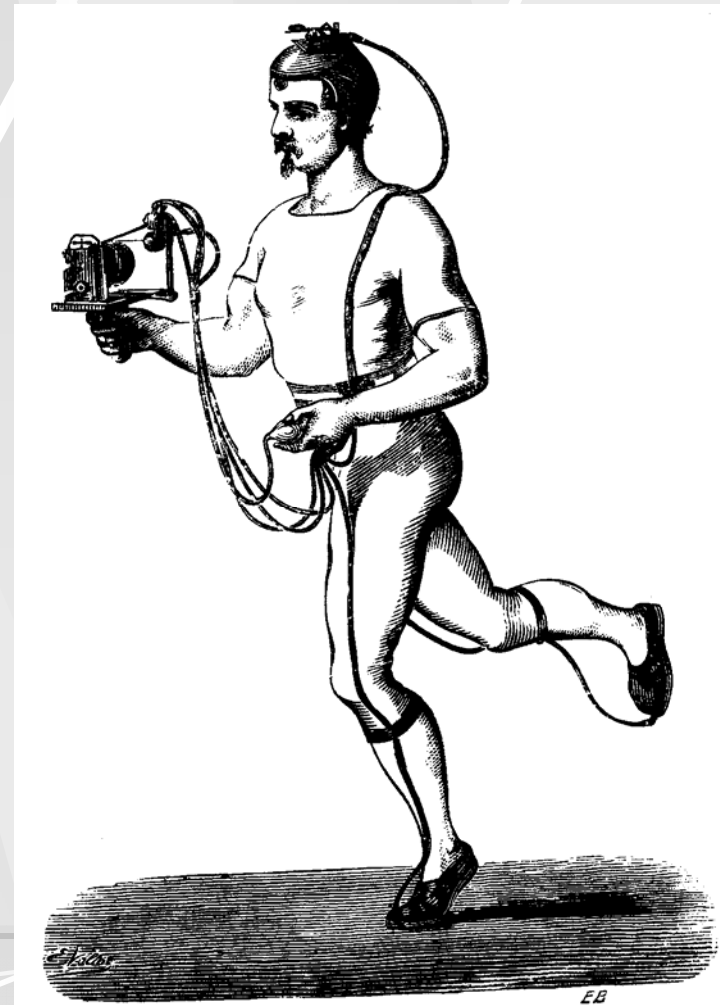
### 2.1. Théories prescriptives et théories dynamiques

### 2.2. Complexité et auto-organisation

### 2.3. L'approche dynamique des coordinations motrices

Un précurseur:

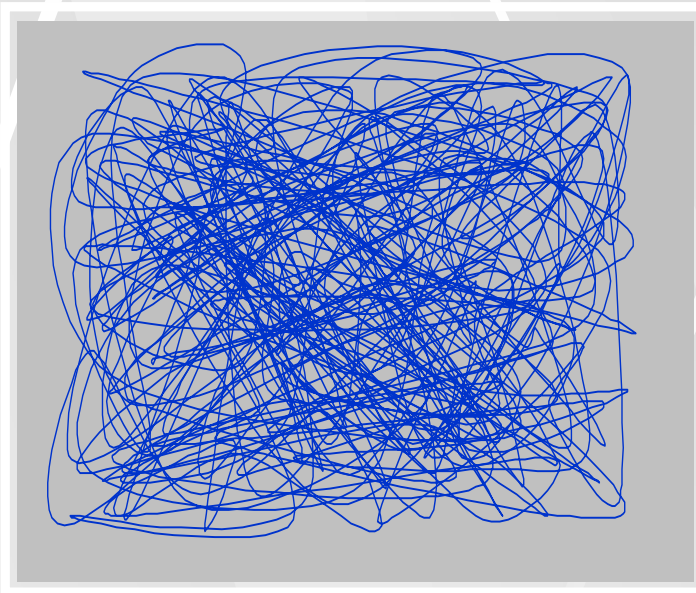
Jules Marey. La machine animale (1873)



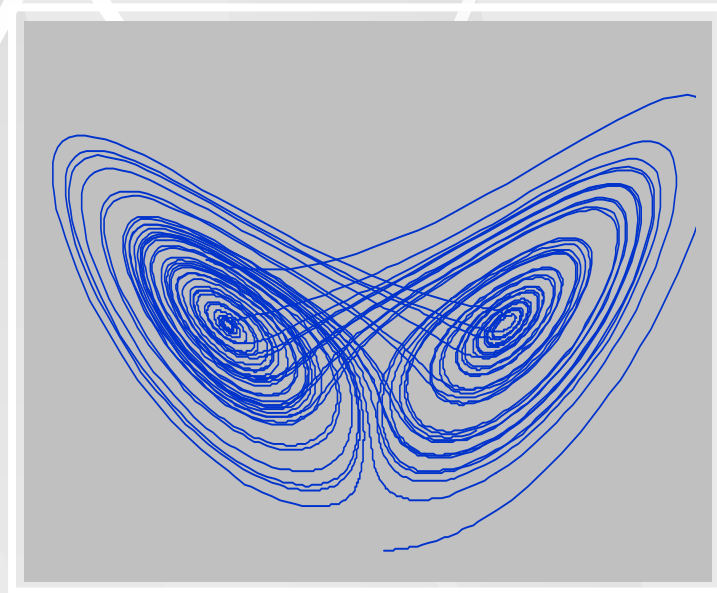
## Les travaux de Marey



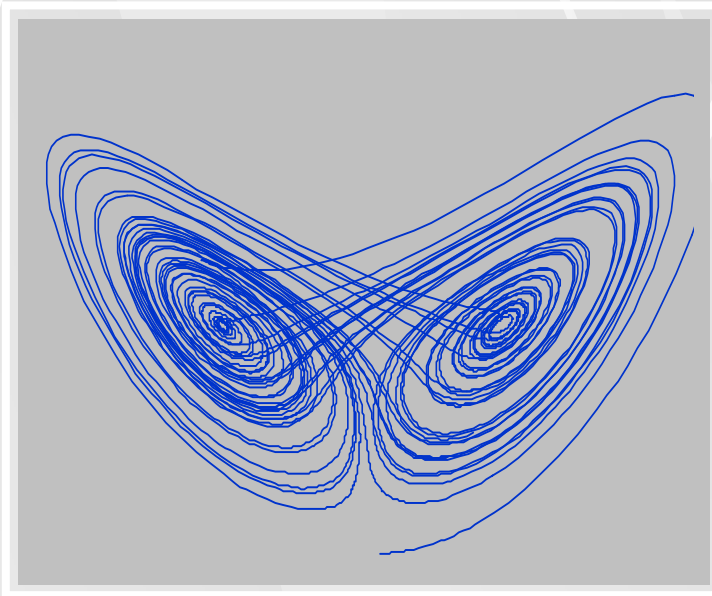
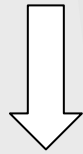
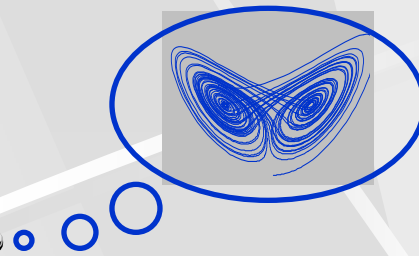
## L'émergence de l'ordre dans les systèmes complexes



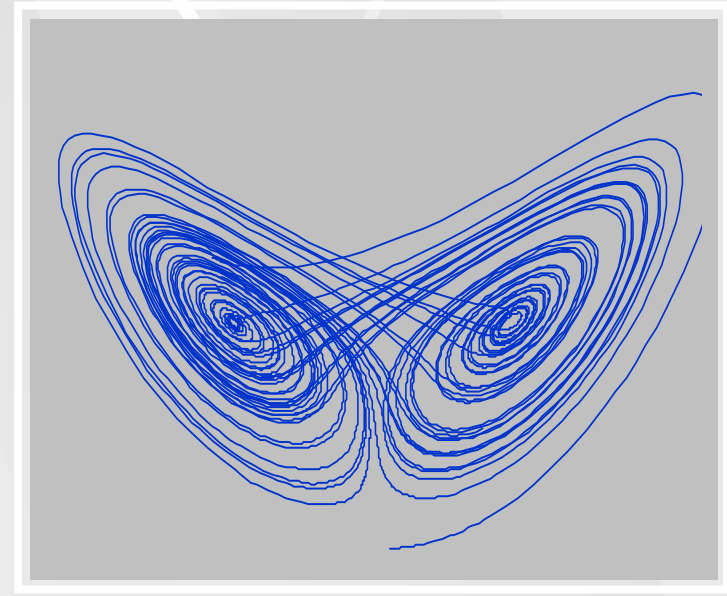
Trajectoires aléatoires



Chaos déterministe



Théories prescriptives



Théories émergentes

## 2. L'approche dynamique: la coordination comme propriété émergente

### 2.1. Théories prescriptives et théories dynamiques

### 2.2. Complexité et auto-organisation

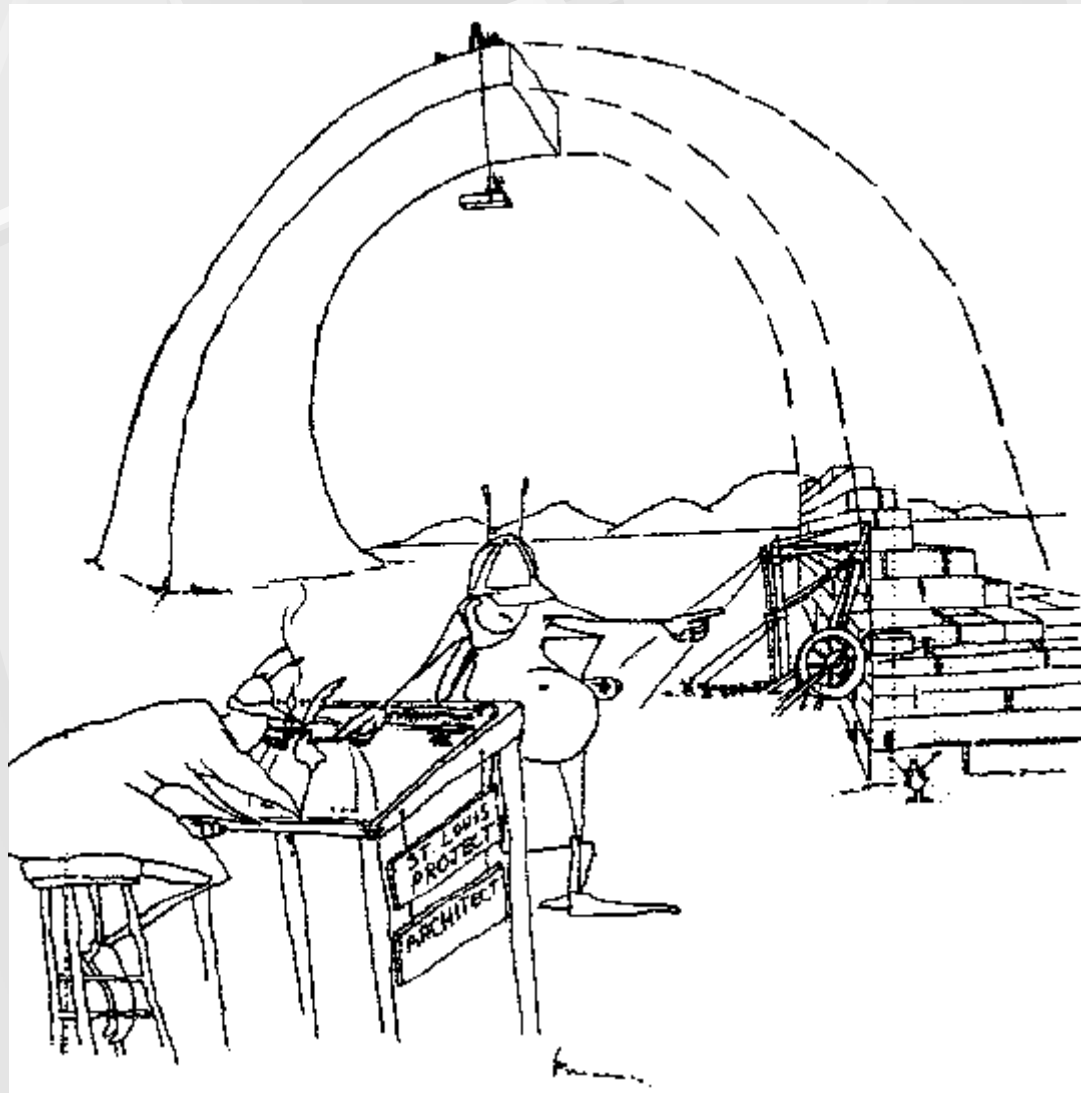
### 2.3. L'approche dynamique des coordinations motrices





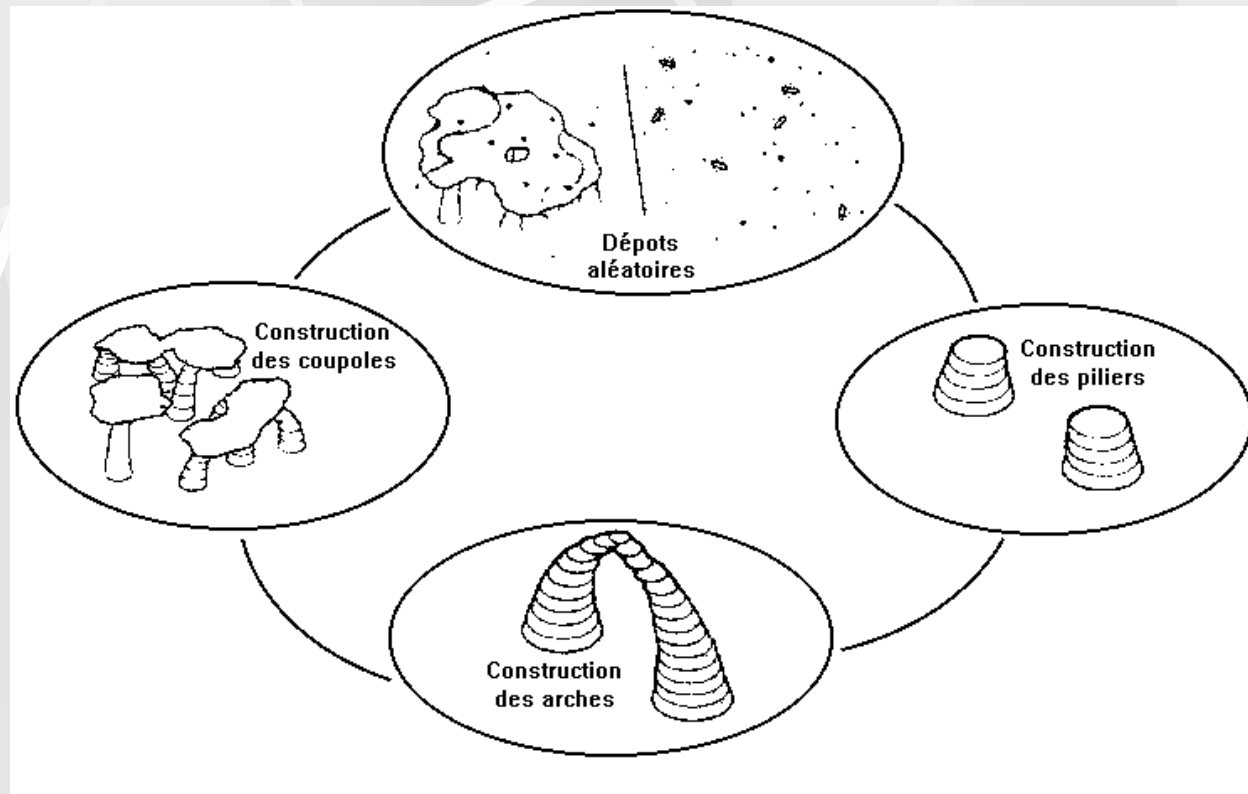
Steve Vidler/Leo de Wys, Inc.

## Les termitières



Représentation prescriptive de la construction de la termitière  
(d'après Lintern & Kugler, 1991).





Le cycle de construction de la termitière: ce cycle commence par des dépôt aléatoires, puis progresse par l'émergence de piliers, d'arches puis de coupoles. Le cycle recommence alors par des dépôts aléatoires (d'après Kugler & Turvey, 1987).

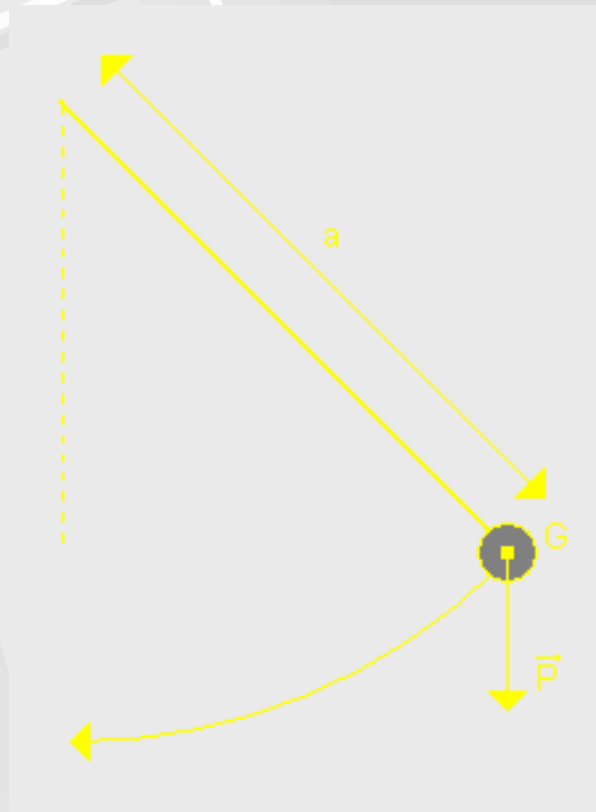


## La locomotion chez les mille-pattes

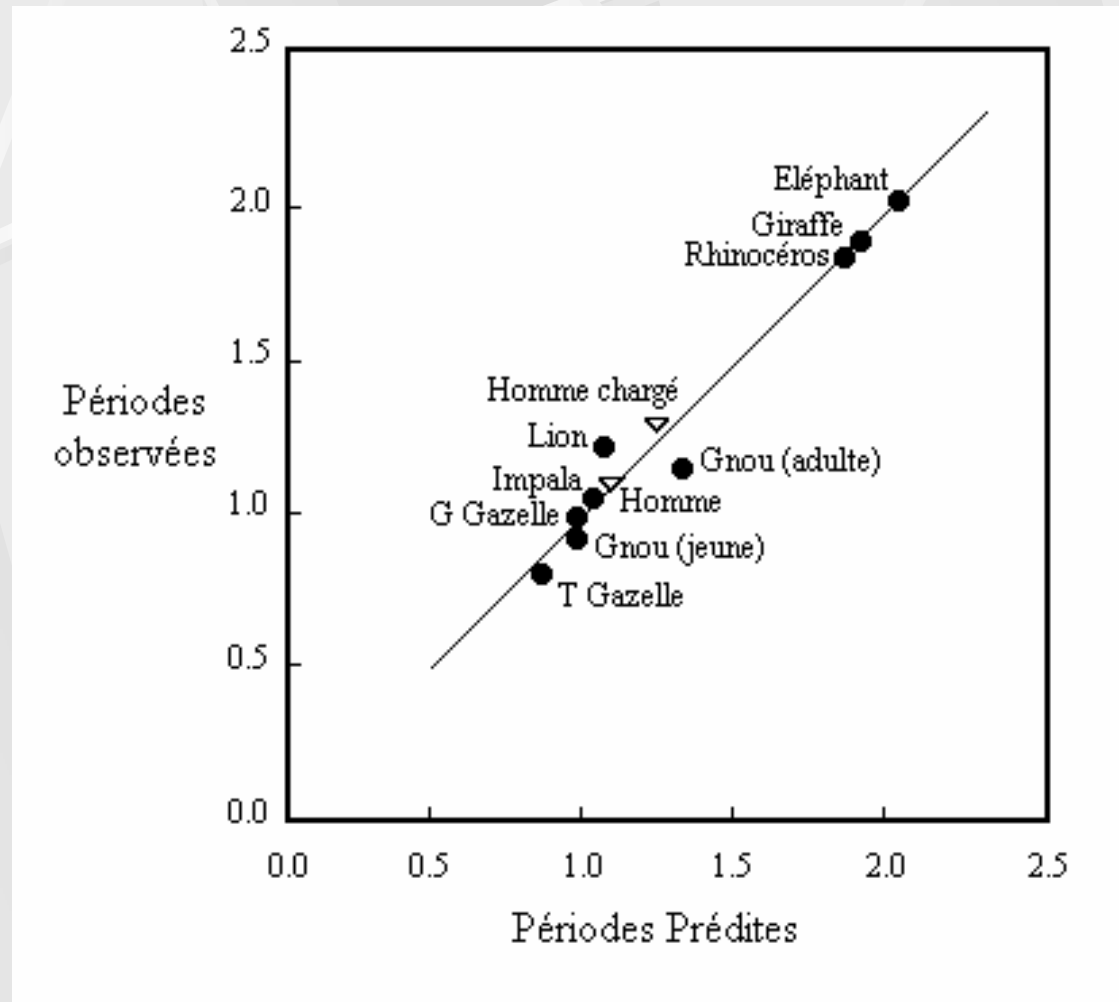
## 2.2. Complexité et auto-organisation



## Un exemple de comportement émergent: le pendule simple



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a}{g}}$$



Relation entre les périodes prédites par un modèle pendulaire oscillant et les périodes effectivement observées dans diverses espèces animales  
(d'après Kugler & Turvey, 1987)

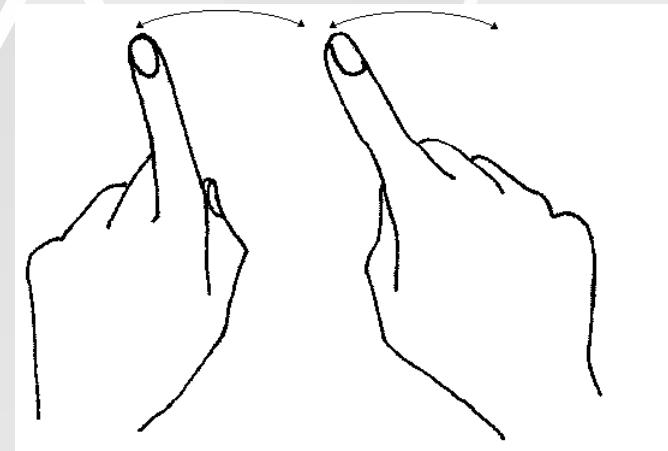
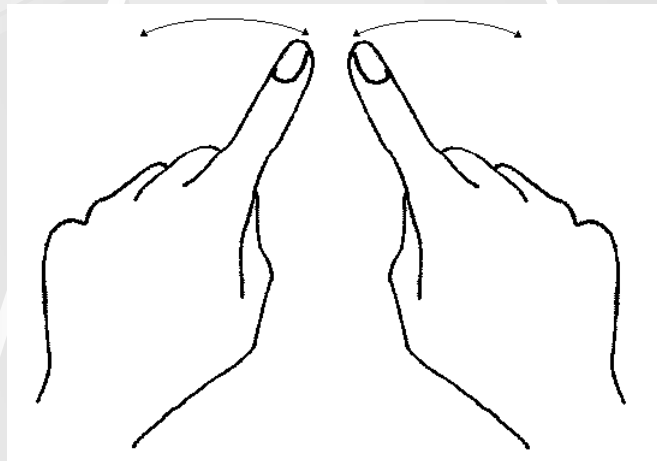
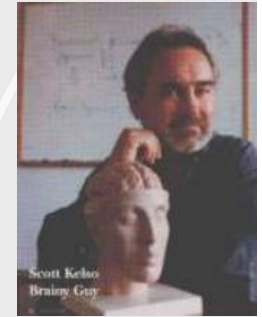
## 2. L'approche dynamique: la coordination comme propriété émergente

2.1. Théories prescriptives et théories dynamiques

2.2. Complexité et auto-organisation

2.3. L'approche dynamique des coordinations motrices

### 2.3. L'approche dynamique des coordinations motrices

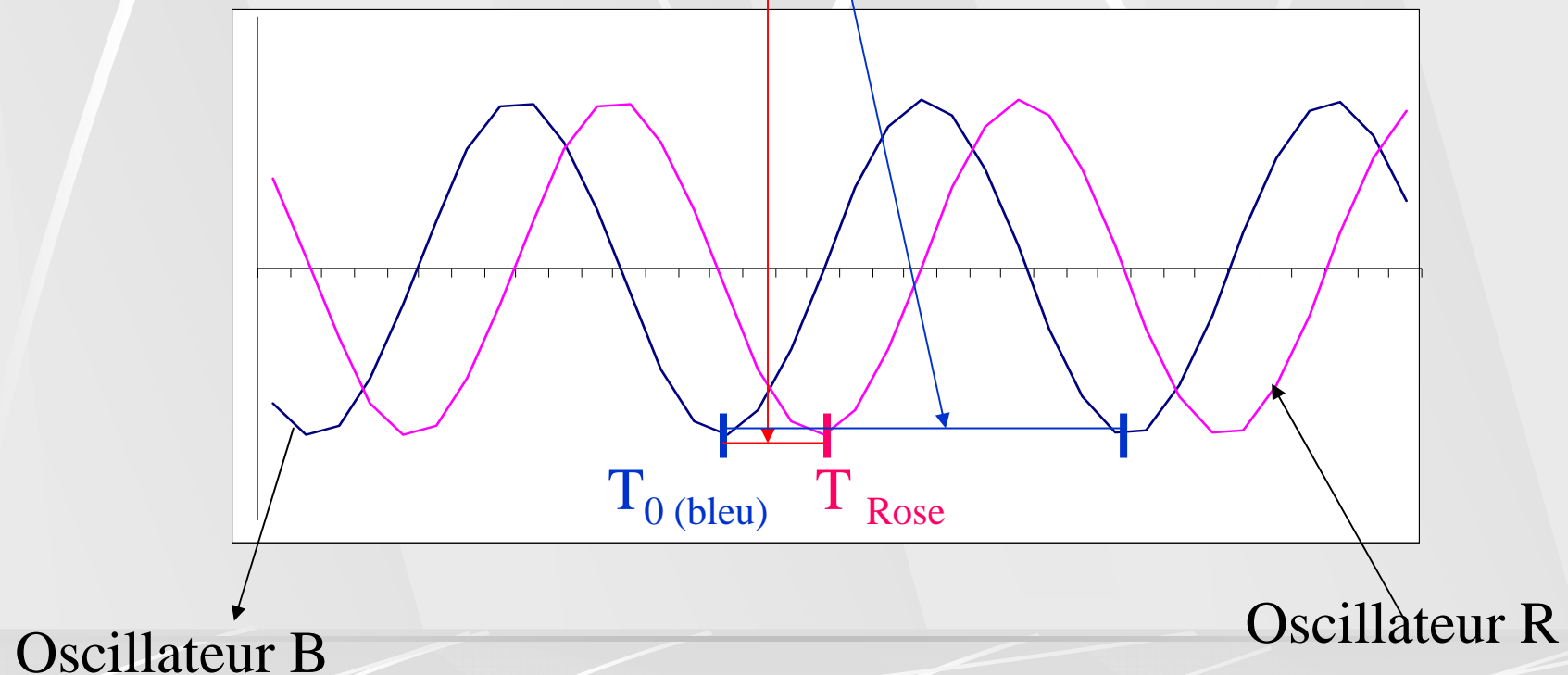


La tâche de coordination bimanuelle  
utilisée par Kelso, Holt, Rubin et Kugler (1981)

## Décalage de phase (*phase relative*)

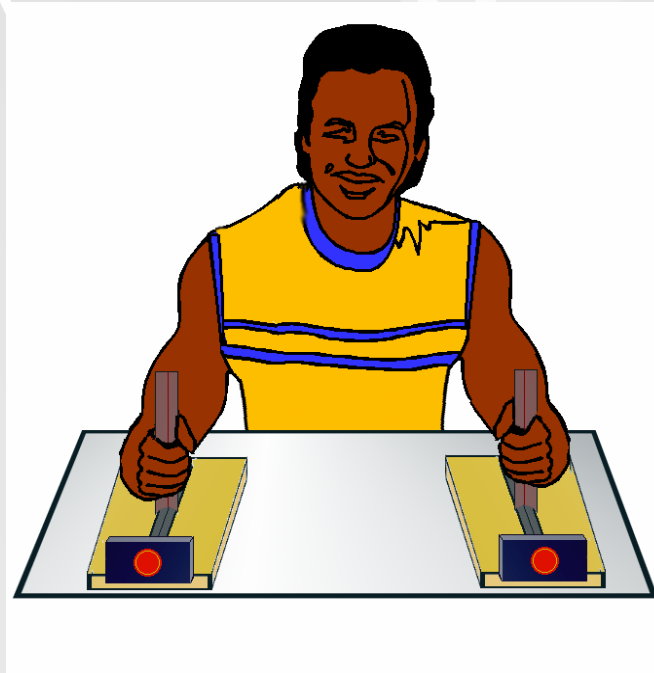
*Savoir si un oscillateur prend de l'avance ou du retard sur l'autre*

$$PR = \frac{t_{Rose} - t_{0(bleu)}}{P(\text{période.bleu})} * 360^\circ$$

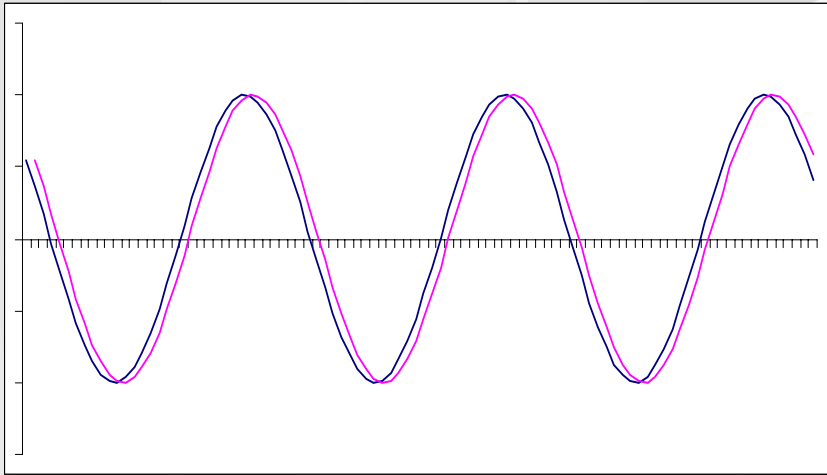




## Les coordinations bimanuelles

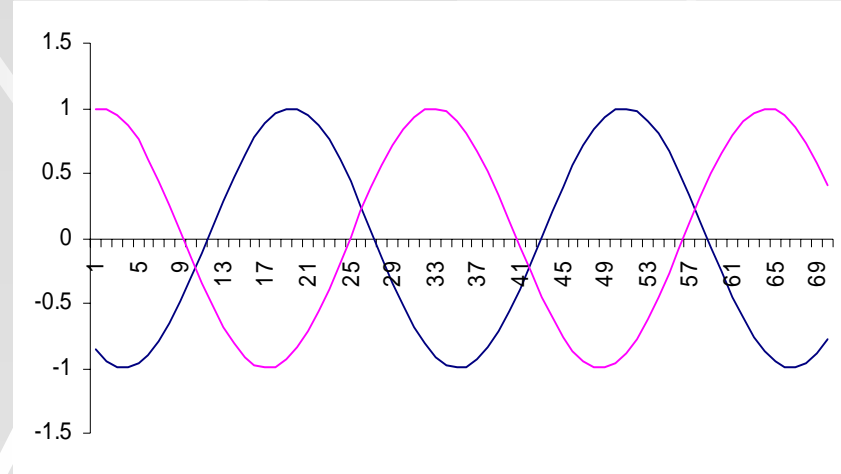


Certains modes de coordination émergent spontanément



Coordination  
en phase

$$PR=0^{\circ}$$

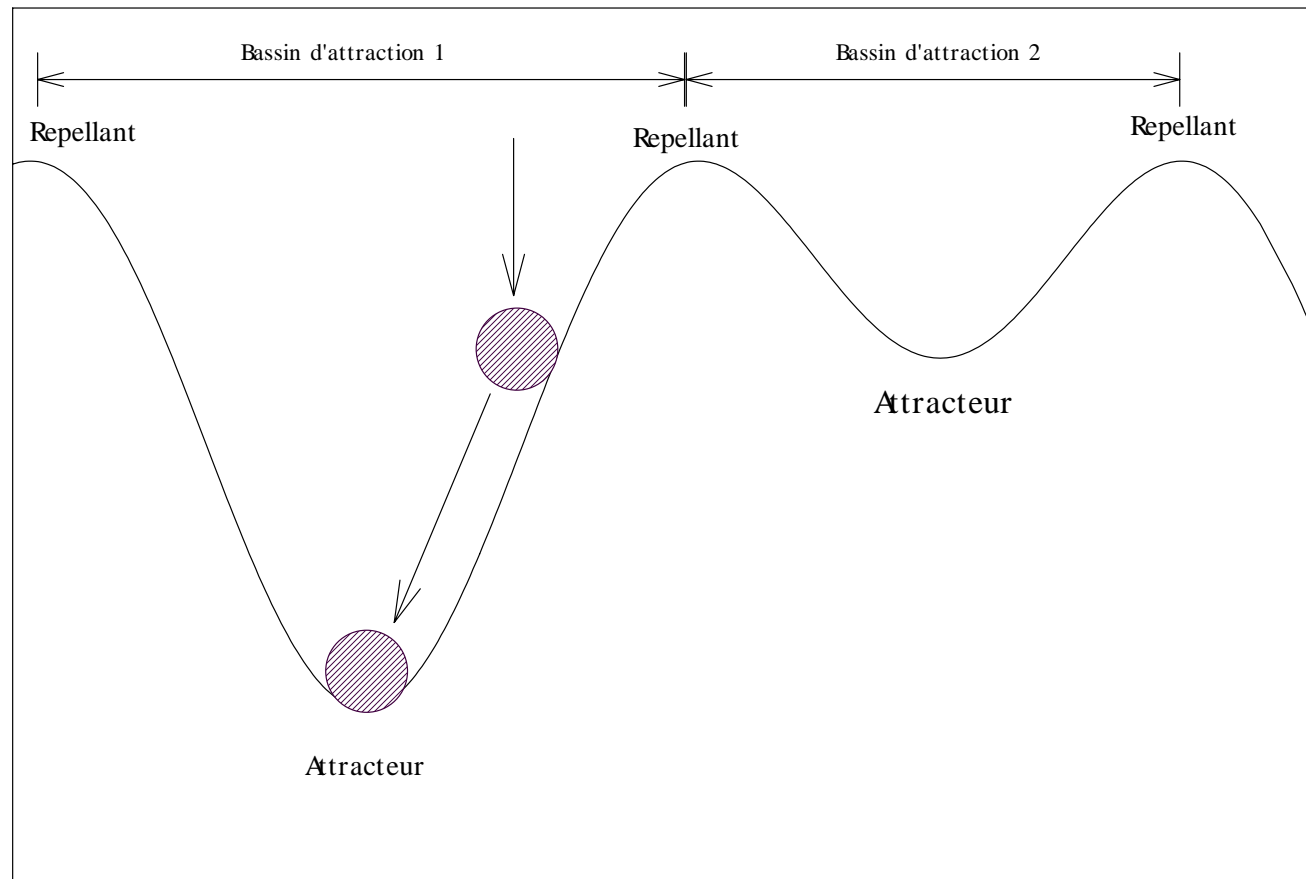


Coordination  
en anti-phase

$$PR=180^{\circ}$$

La coordination en phase est plus stable  
que la coordination en anti-phase

## La vallée des attracteurs



## Les transitions de phase dans les coordinations bimanuelles

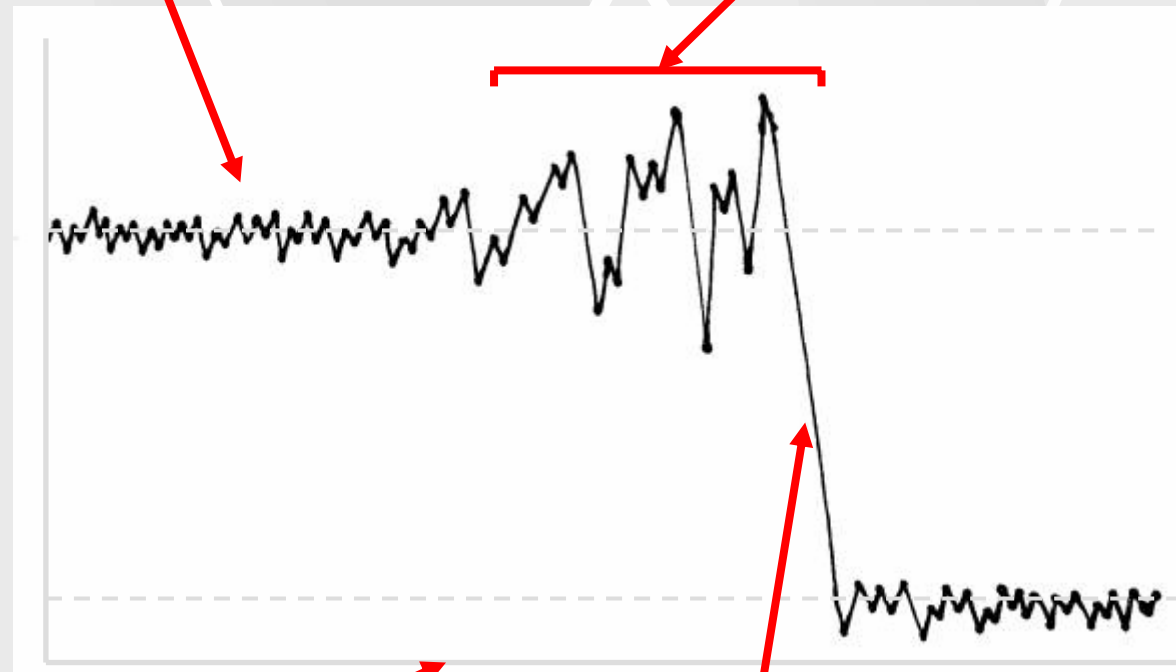
Préparation initiale en anti-phase

Fluctuations critiques

Phase  
relative

180°

0°

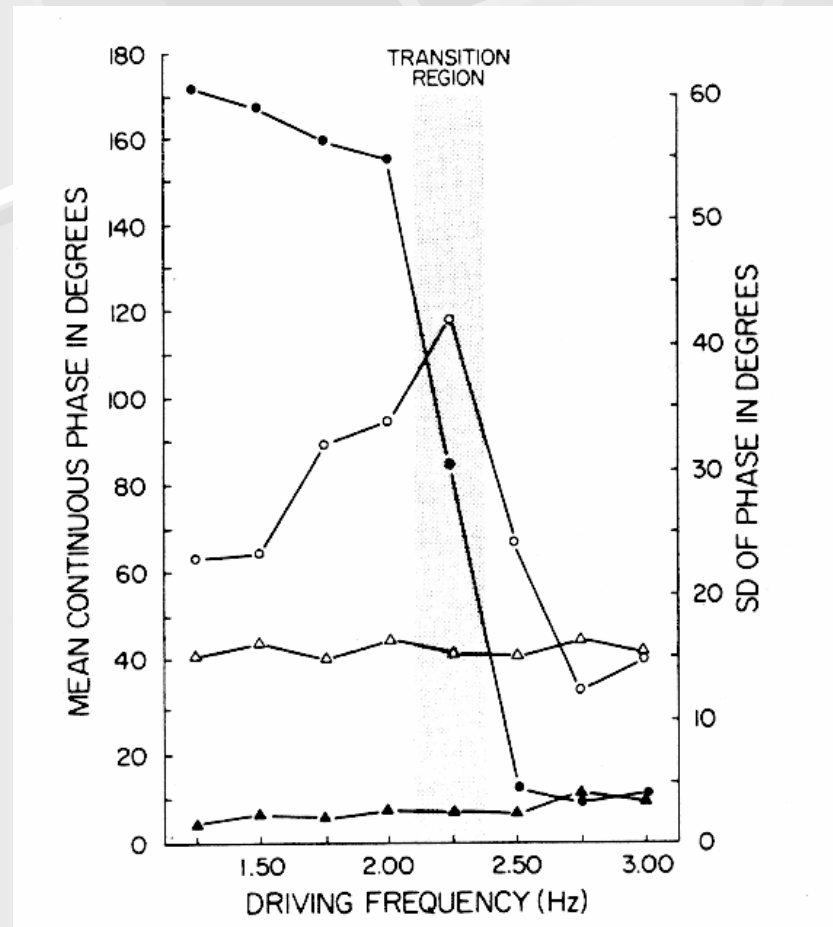


Fréquence

Accroissement de la fréquence

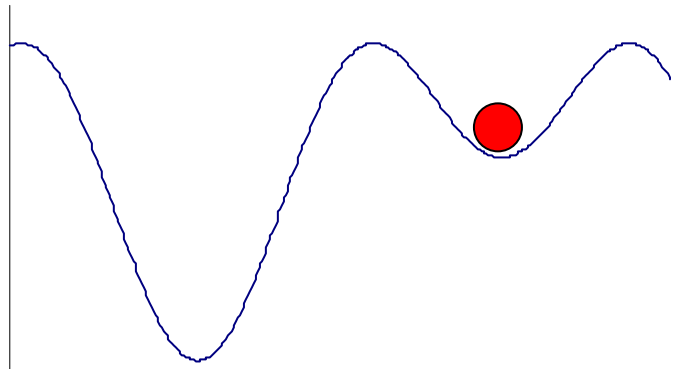
Transition de phase

### 2.3. L'approche dynamique des coordinations motrices

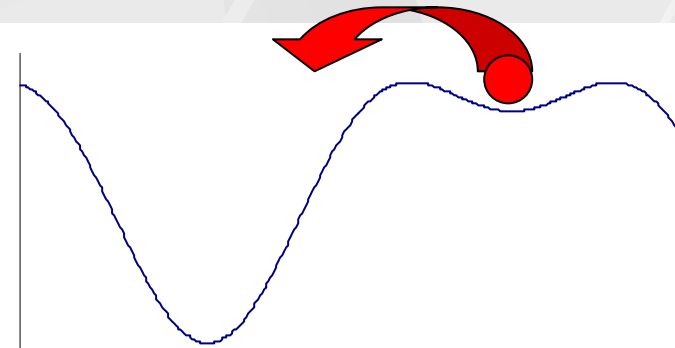


Evolution de la phase relative (symboles pleins)  
et de sa variabilité (symboles vides),  
en fonction de l'augmentation de la fréquence d'oscillation.  
Rond : Essais préparés en anti-phase  
Triangles : Essais préparés en phase.

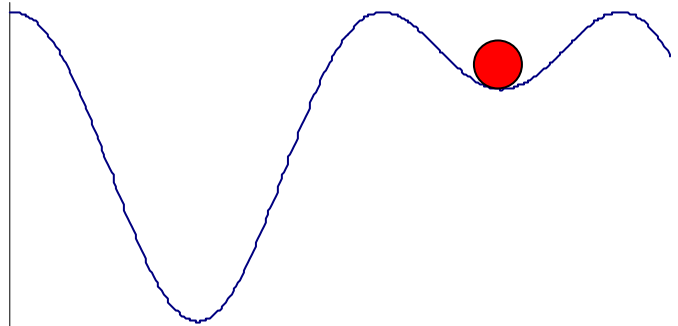
### 2.3. L'approche dynamique des coordinations motrices



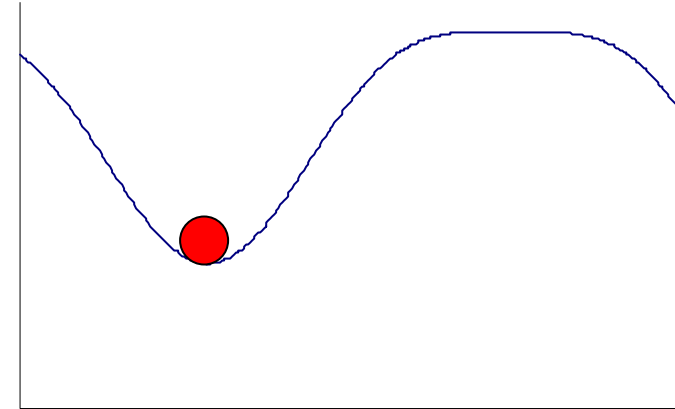
Décalage de phase



Décalage de phase



Décalage de phase

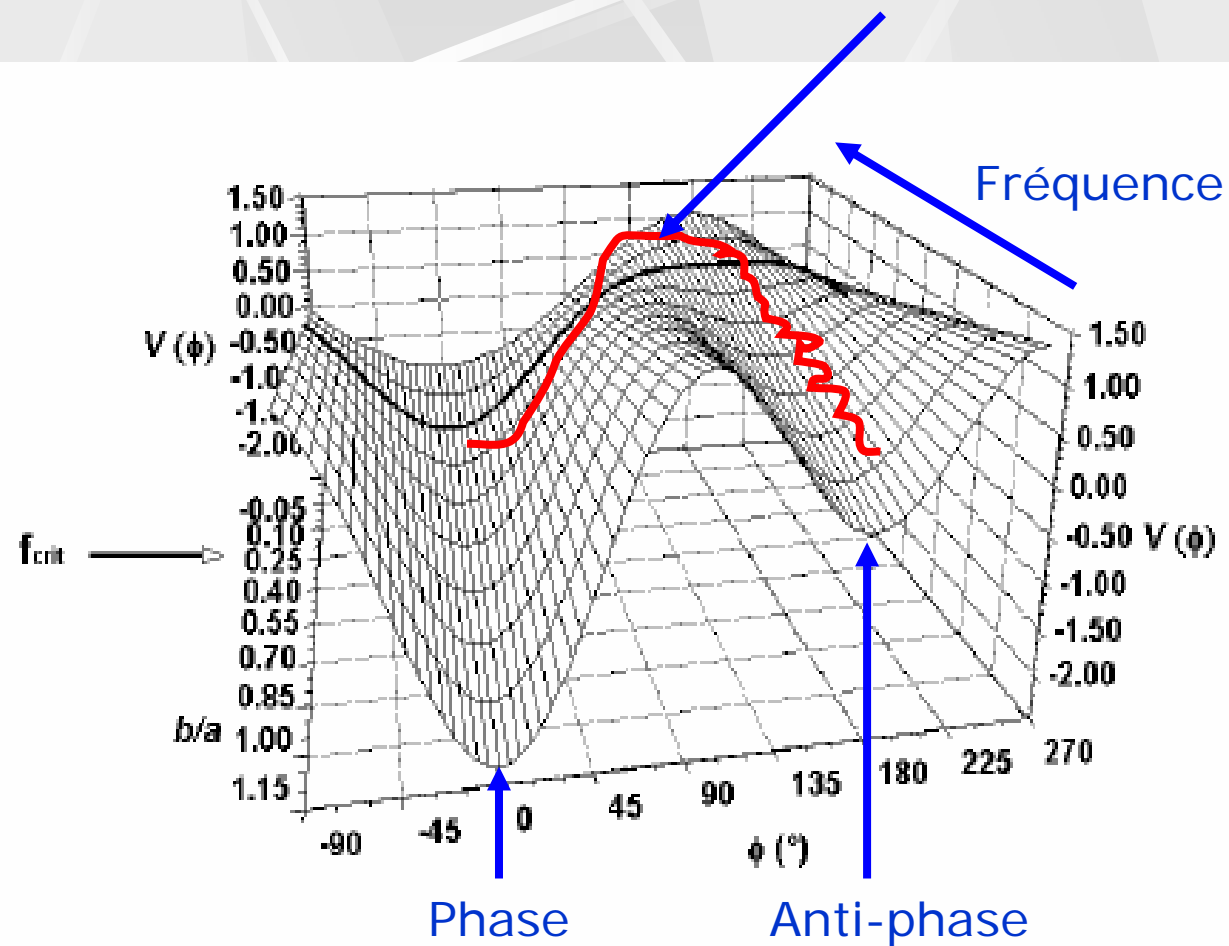


Décalage de phase

Influence de l'évolution d'un paramètre de contrôle sur le paysage des attracteurs

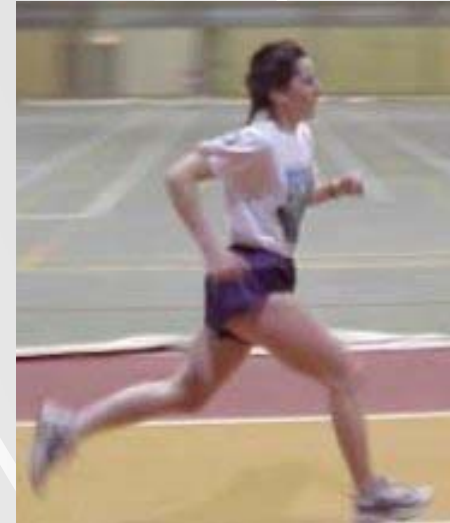
### 2.3. L'approche dynamique des coordinations motrices

Transition



$$V(\phi) = -a\cos\phi - b\cos 2\phi$$

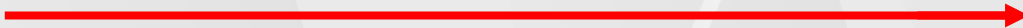
## La transition marche-course





## La transition marche-course

Marche



7,8 km/h

## La transition marche-course

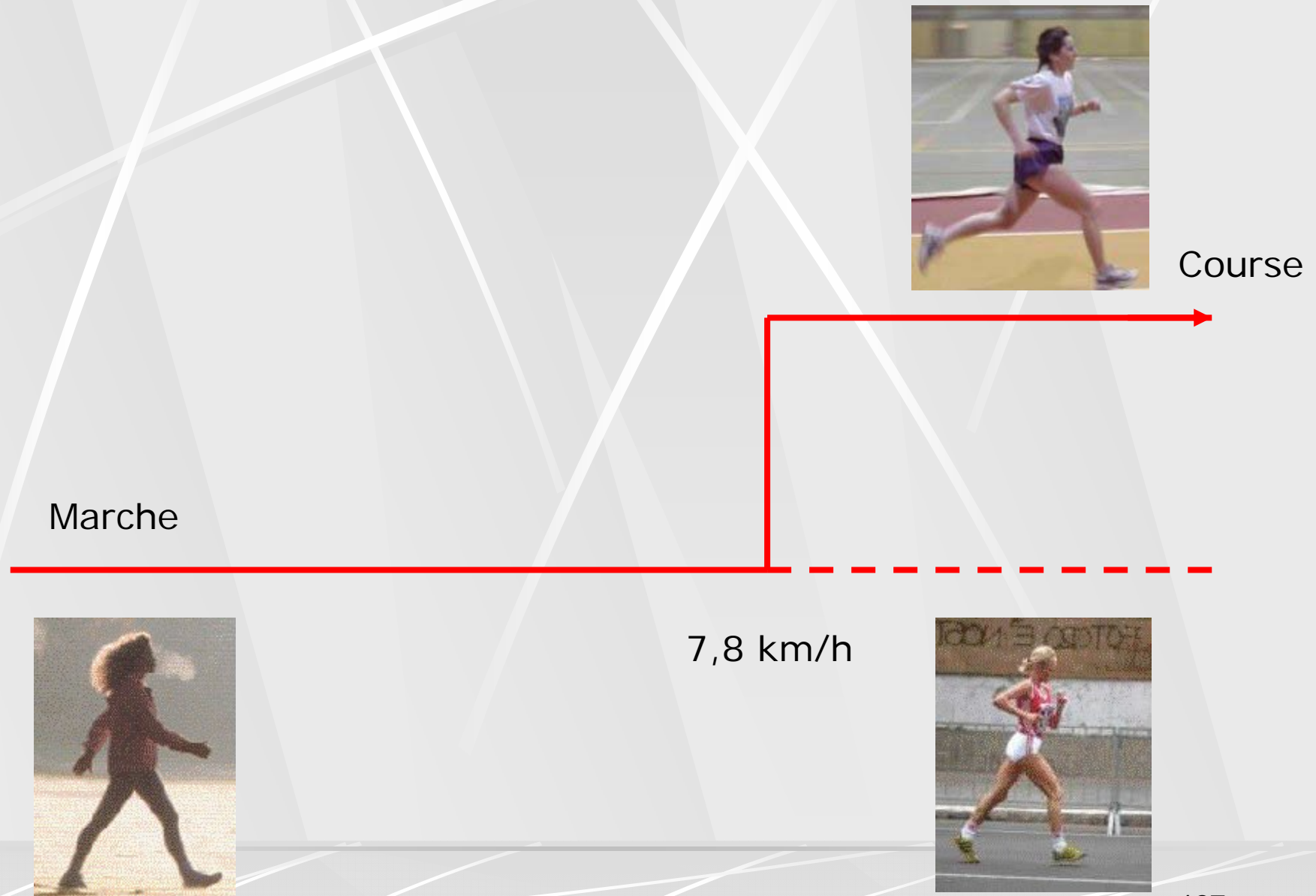
Marche



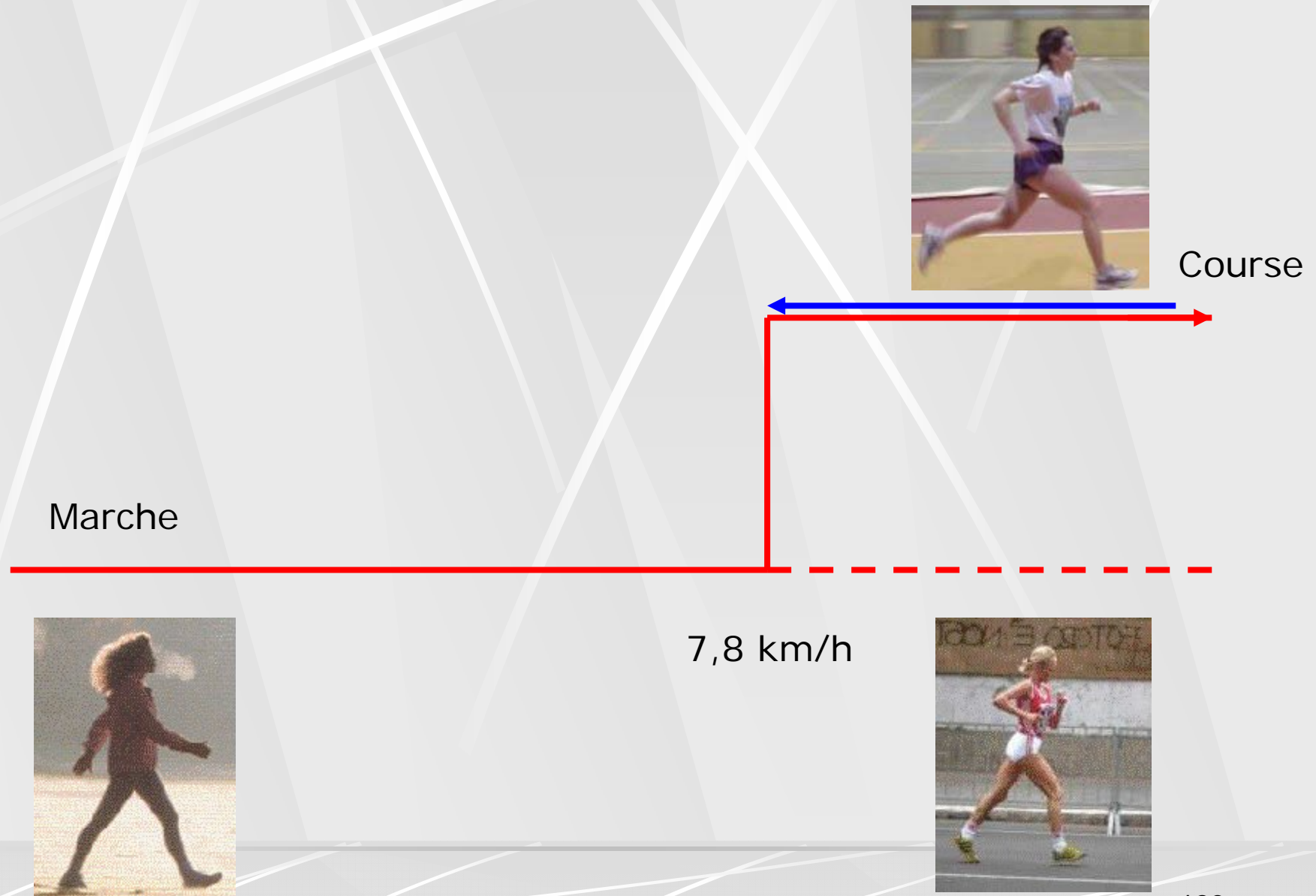
7,8 km/h



## La transition marche-course



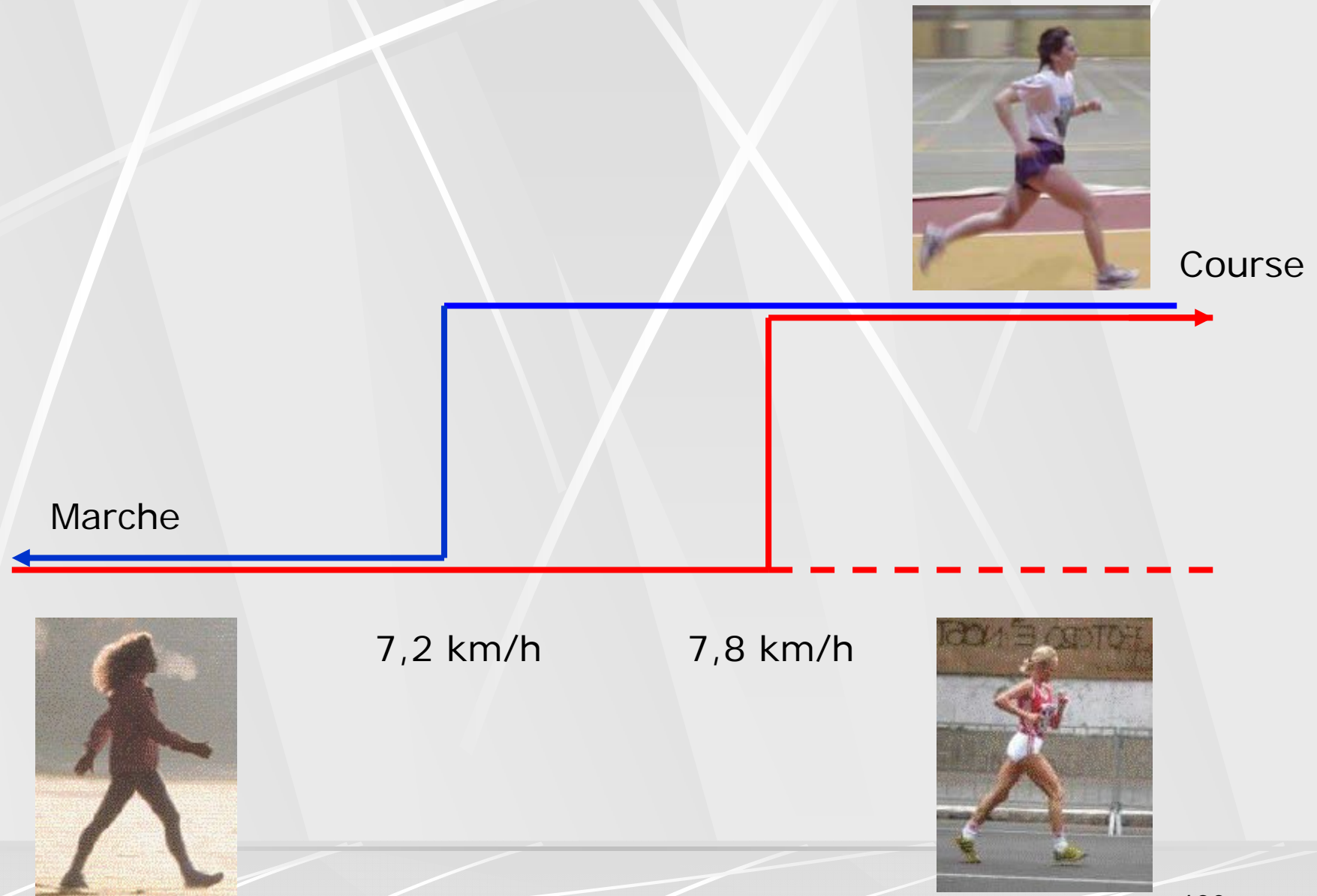
## La transition marche-course



## La transition marche-course

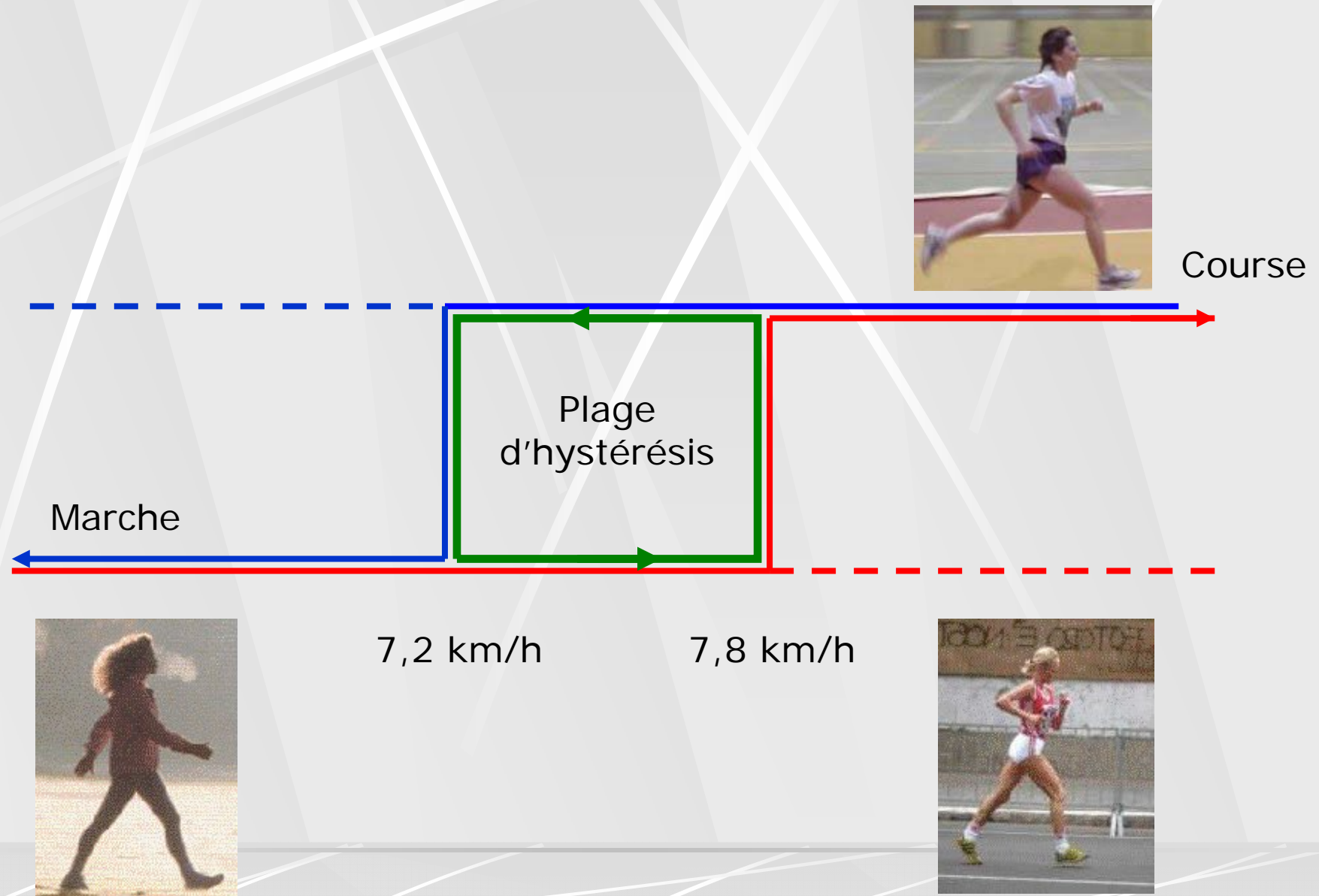


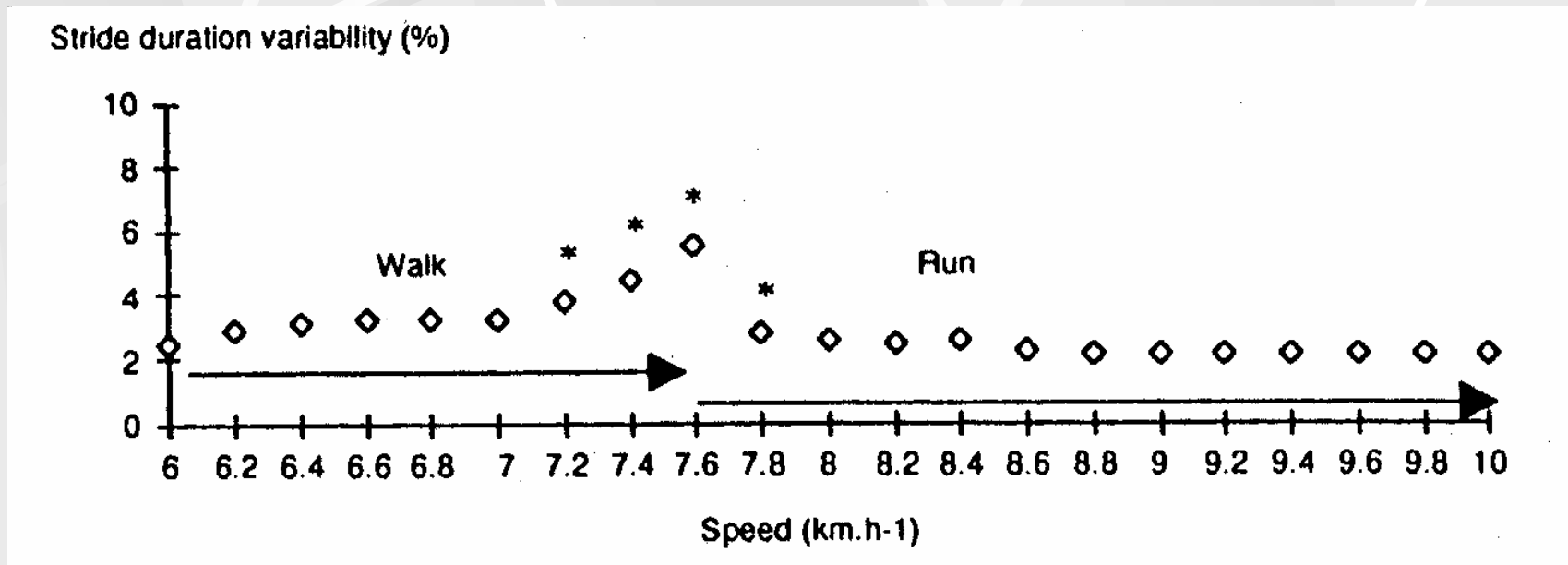
## La transition marche-course





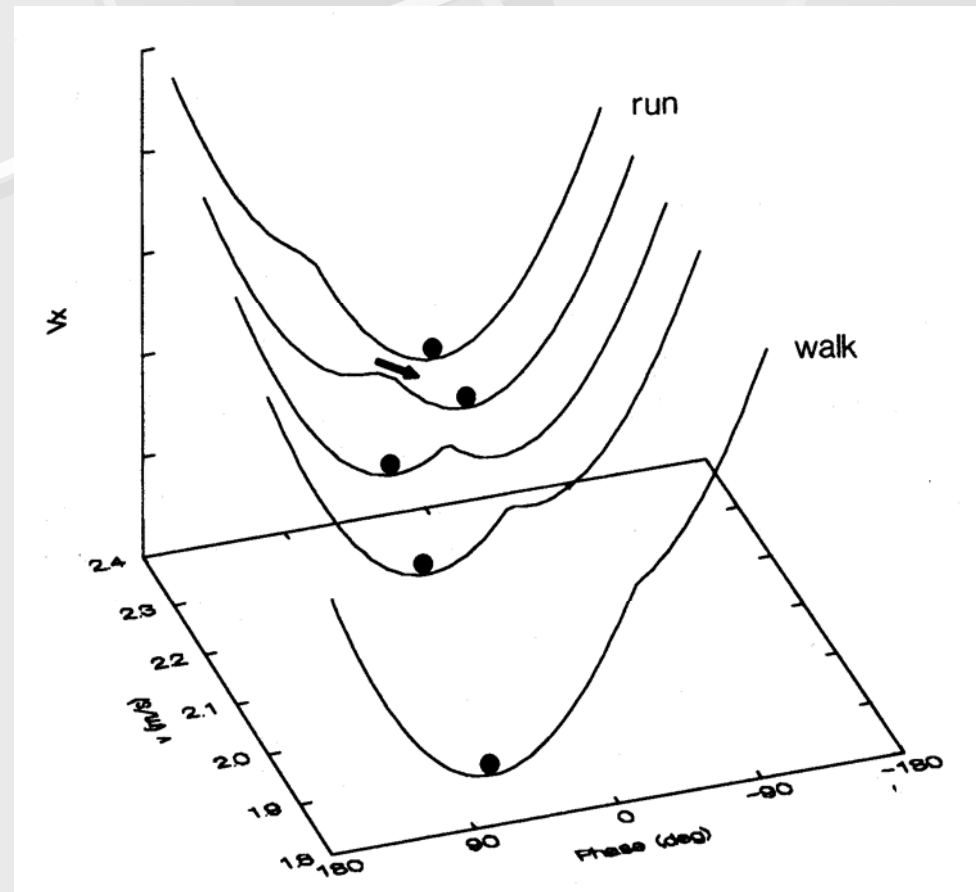
## La transition marche-course





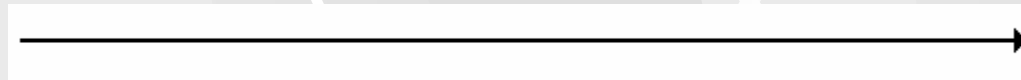
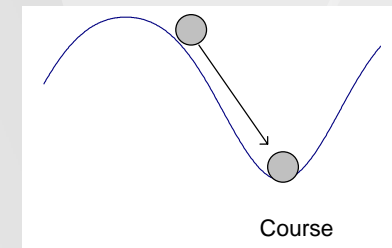
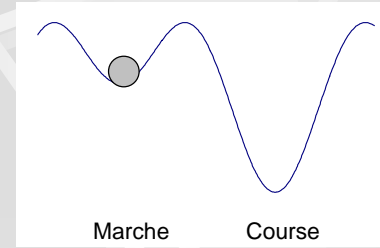
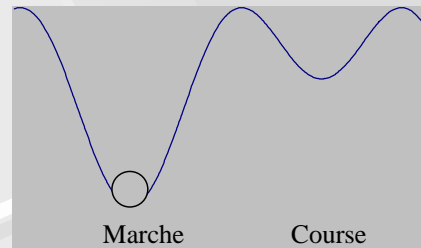
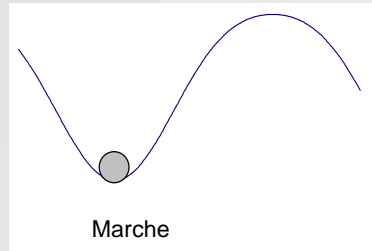
Variabilité de la durée du pas, en fonction de la vitesse de déplacement, lors d'un protocole d'incrémentation progressive de la vitesse. Une transition marche-course apparaît entre 7.6 et 7.8 km/h (Brisswalter & Mottet, 1996)



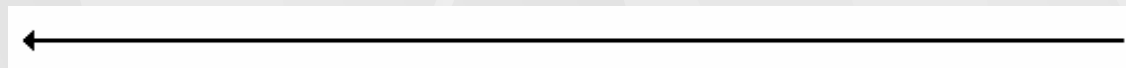
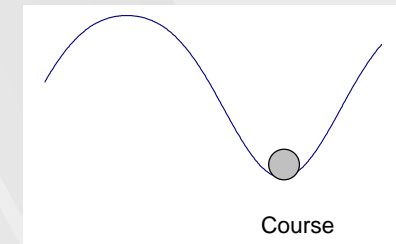
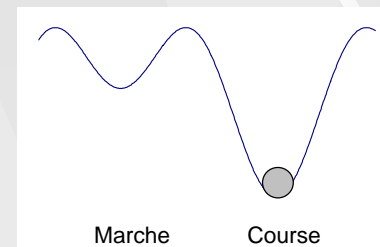
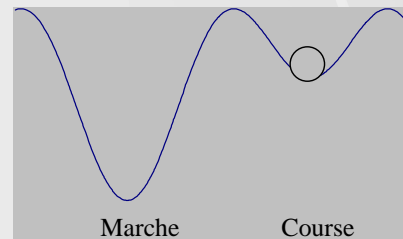
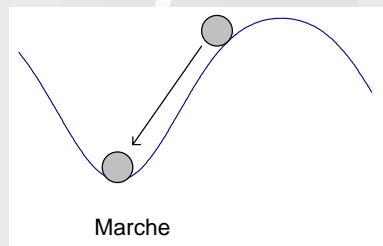


Modélisation de la transition marche-course  
comme bifurcation saddle-node  
(Diedrich & Warren, 1995)

### 2.3. L'approche dynamique des coordinations motrices



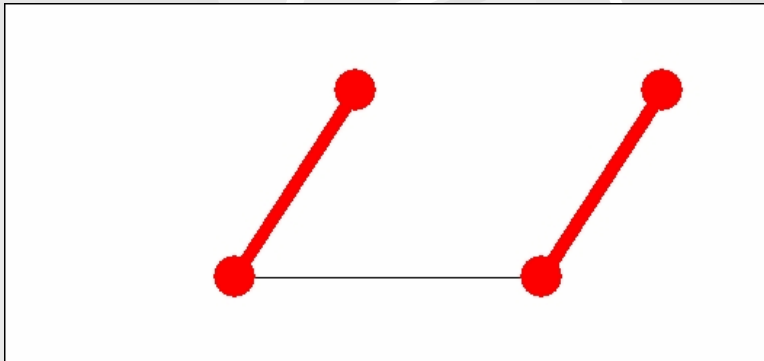
Vitesse de déplacement croissante



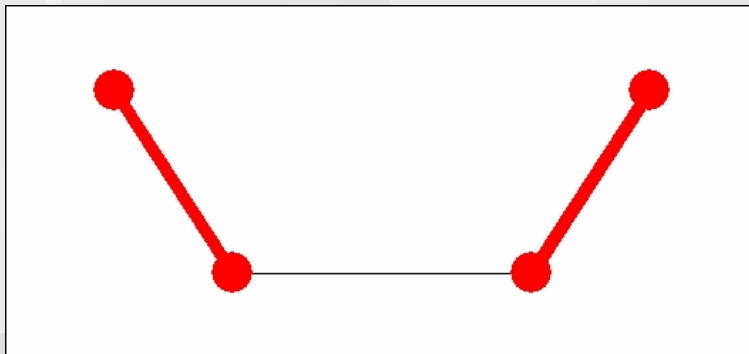
Vitesse de déplacement décroissante

Illustration du phénomène d'hystérésis, dans la transition marche-course

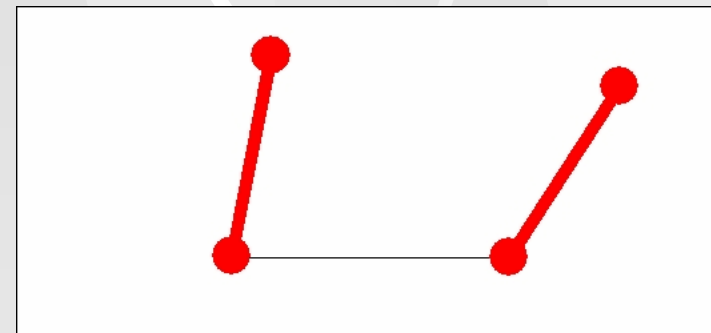
### Coordination en phase



### Coordination en anti-phase

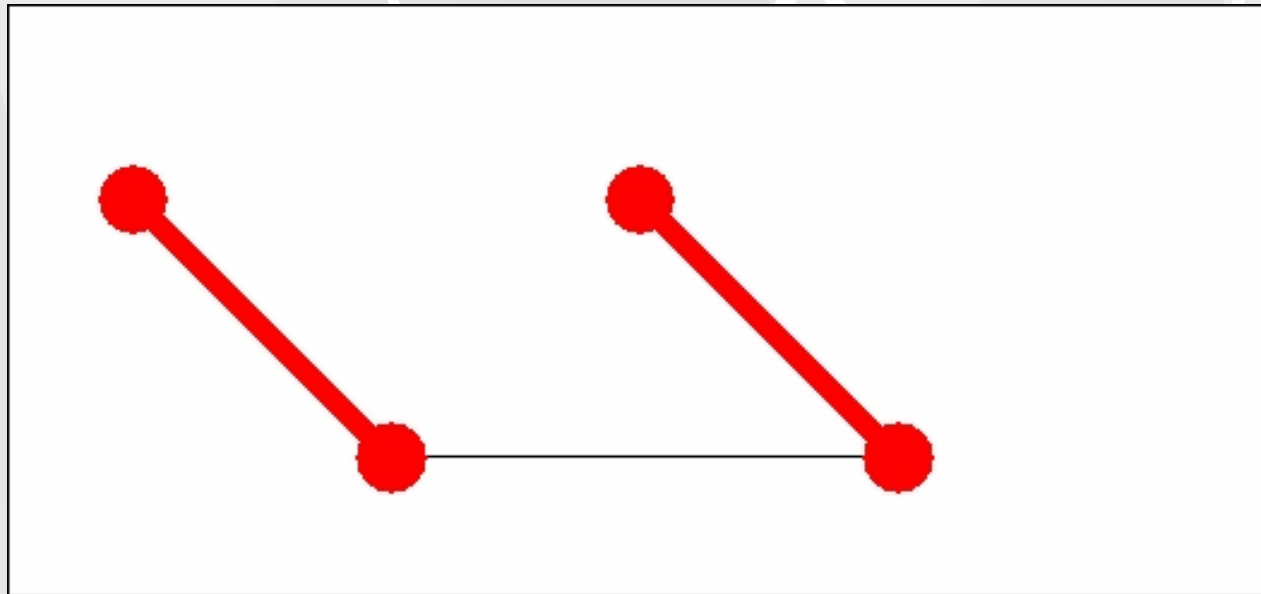


D'autres modes de coordination sont plus difficiles à réaliser de manière stable



Coordination à 90° de phase relative

Le mode de coordination à apprendre peut entrer en compétition avec les modes de coordination spontanés



Coordination 1:3 (Walter & Swinnen, 1994)

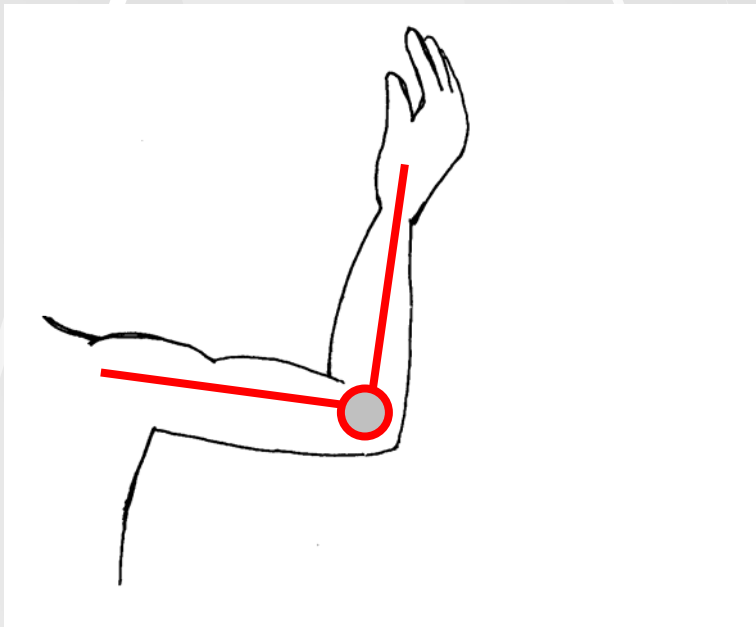
### 3. Les étapes de l'apprentissage moteur

3.1. Bernstein : l'apprentissage et la maîtrise des degrés de liberté

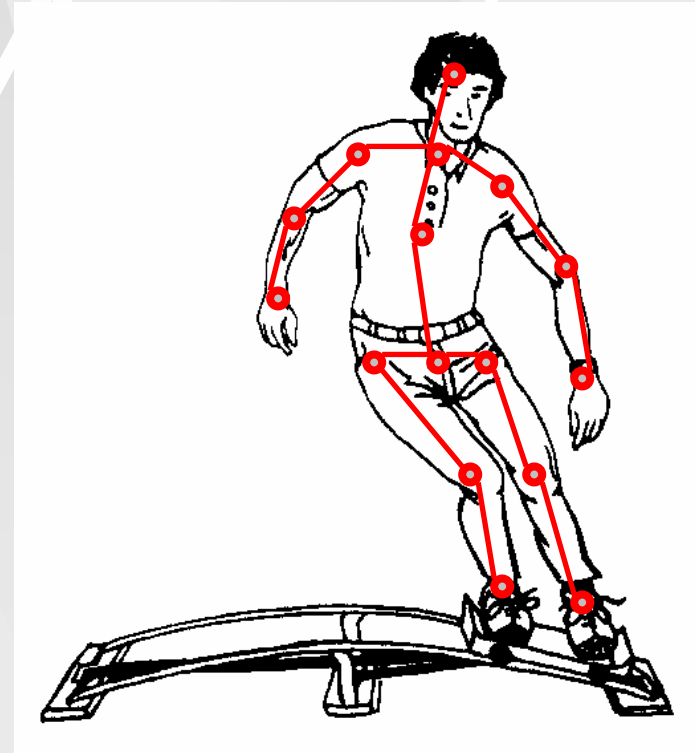
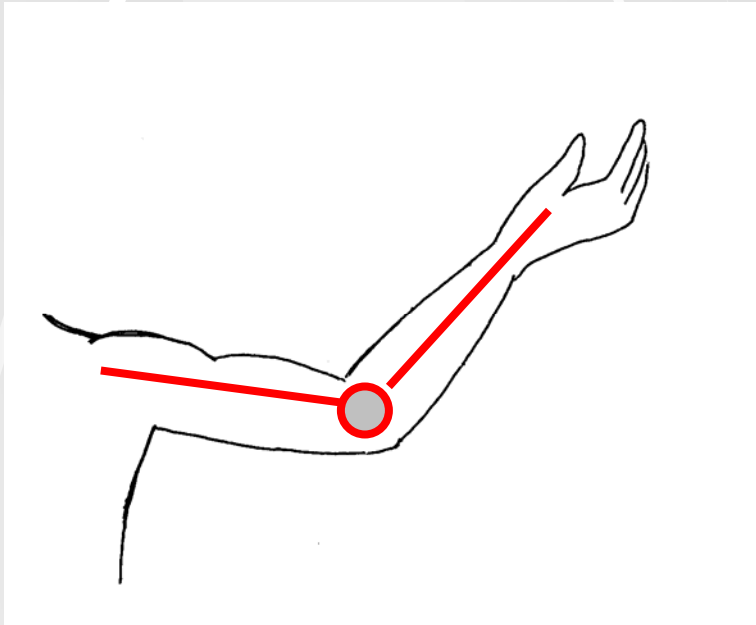
3.2. Newell : l'exploration de l'espace de travail perceptivo-moteur

3.3. La dynamique des coordinations

Degré de liberté: paramètre libre pour la spécification des propriétés d'un système



Degré de liberté: paramètre libre pour la spécification des propriétés d'un système



## Hypothèses de Bernstein

Le problème du débutant est de gérer la redondance de ses degrés de liberté

Dans un premier temps, le débutant « gèle » la plupart des ddl, et réalise la tâche avec les ddl résiduels

Dans un second temps, le sujet libère les degrés de liberté, et les intègre dans des « structures coordinatives »



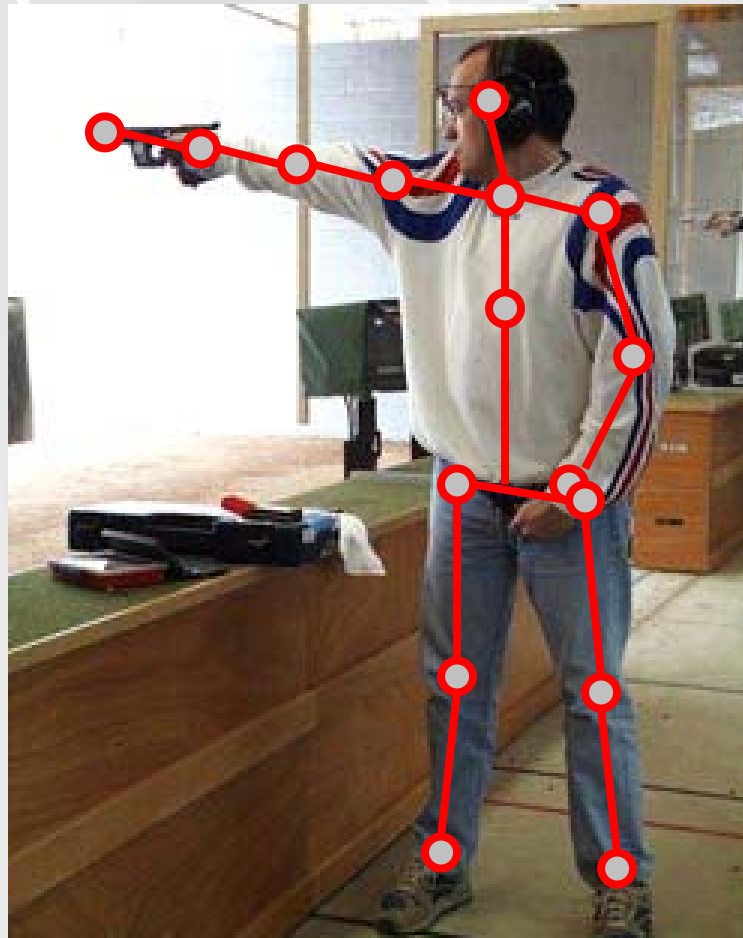
## Analyse de la variabilité des positions articulaires dans le tir au pistolet

Débutants

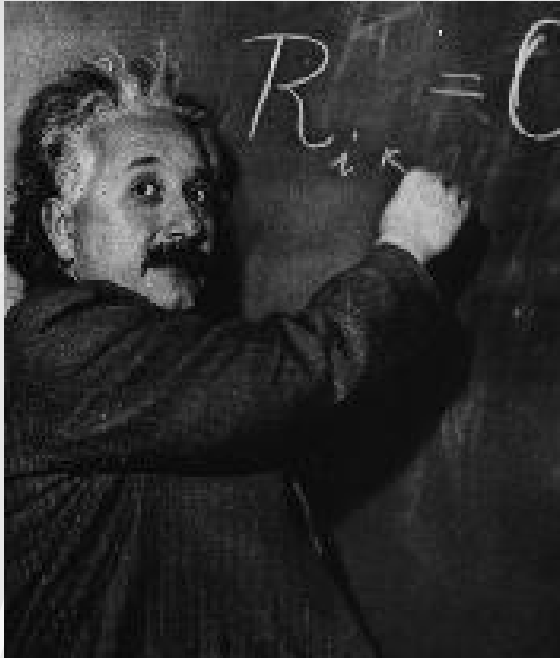


## Analyse de la variabilité des positions articulaires dans le tir au pistolet

Experts



Arutyunyan, Gurfinkel et Mirskii (1968)

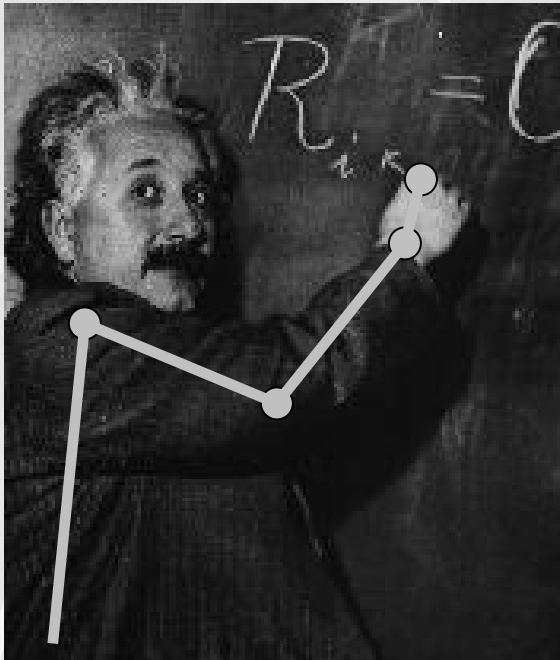


Newell & van Emmerik (1989)

Signature au tableau noir,  
réalisée avec la main dominante  
ou avec la main non dominante

Analyse des corrélations entre les déplacements verticaux:

- du stylo et du poignet,
- du poignet et du coude,
- du coude et de l'épaule

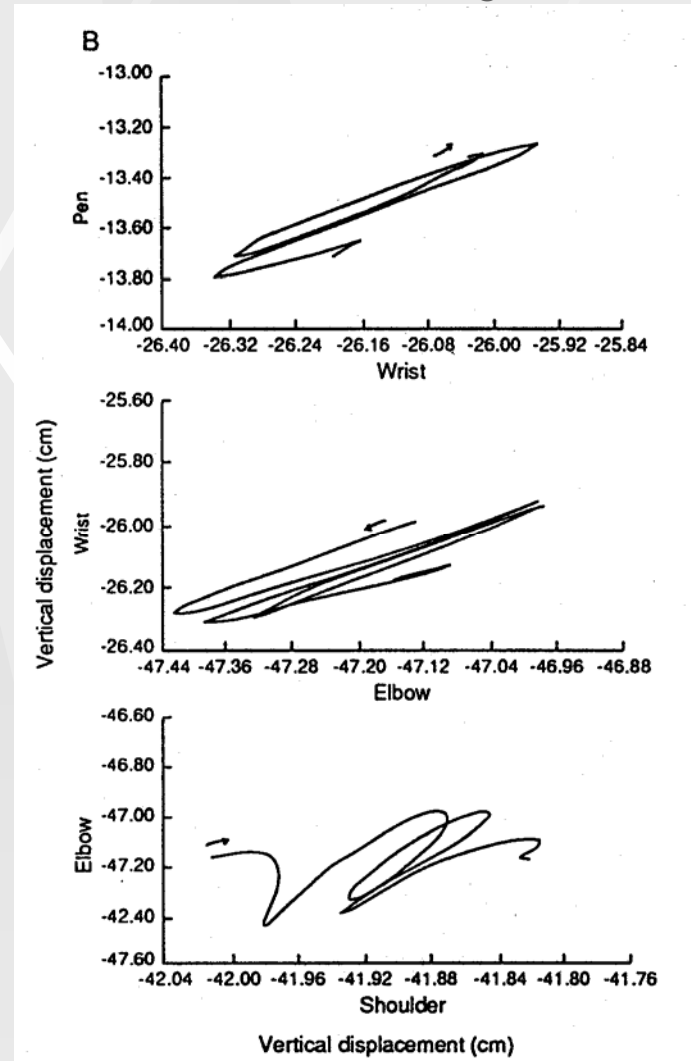


Stylo/poignet

Poignet/coude

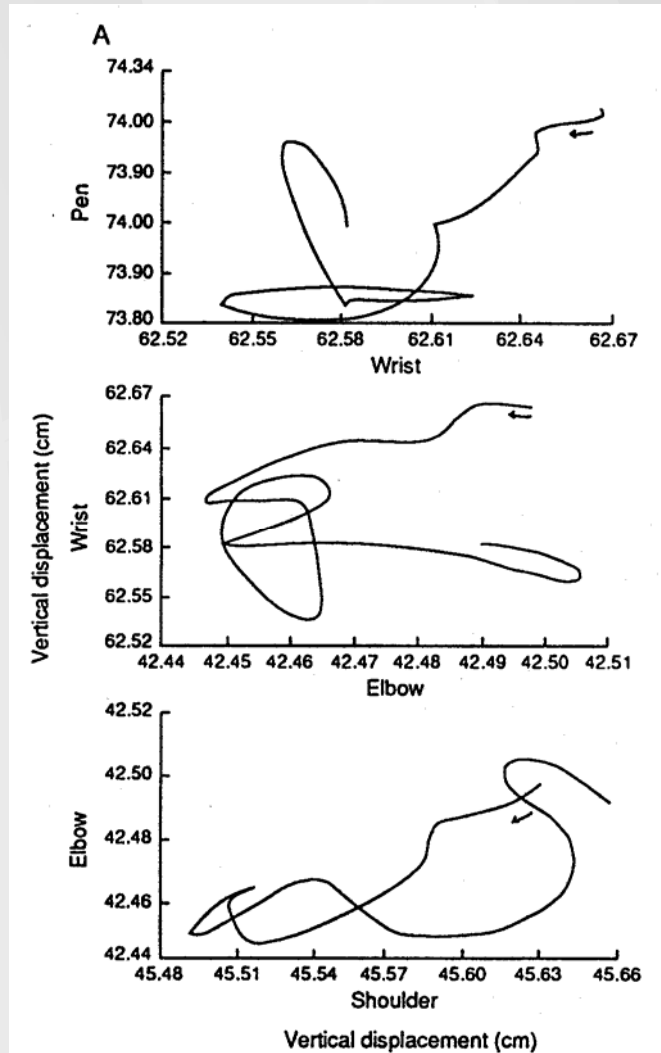
Coude/épaule

### 3.3. La maîtrise des degrés de liberté



Main non dominante

### 3.3. La maîtrise des degrés de liberté

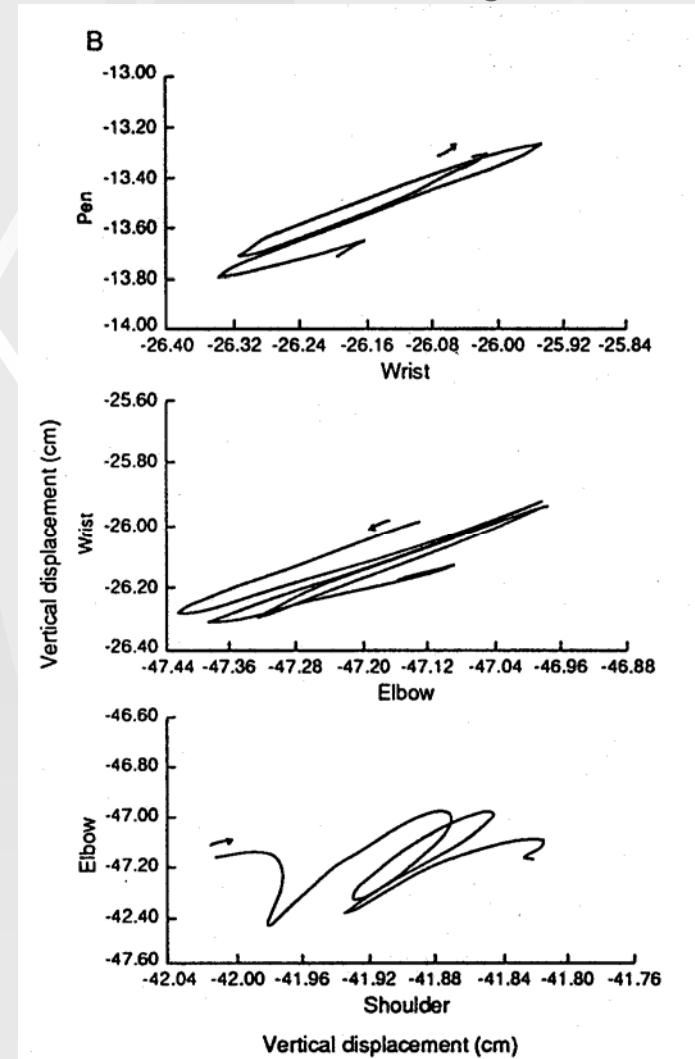


Stylo/poignet

Poignet/coude

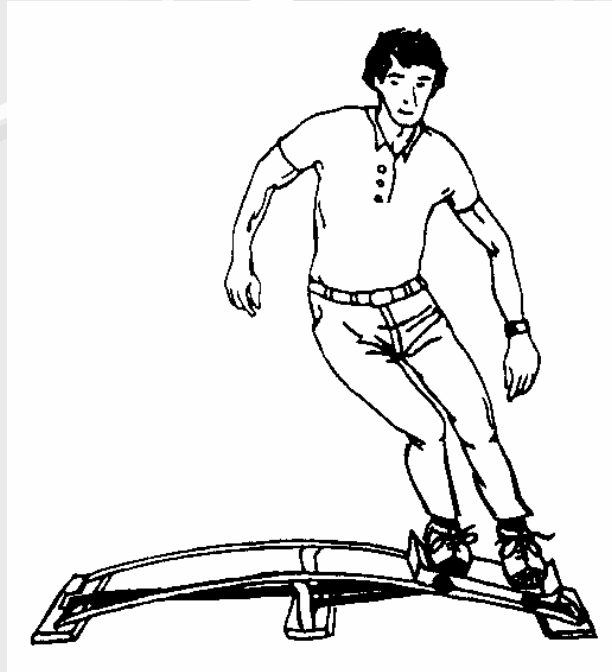
Coude/épaule

Main dominante

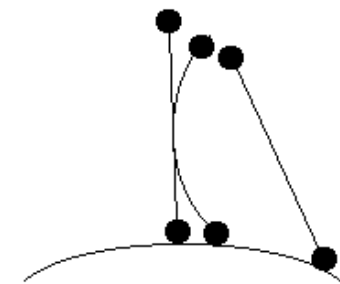
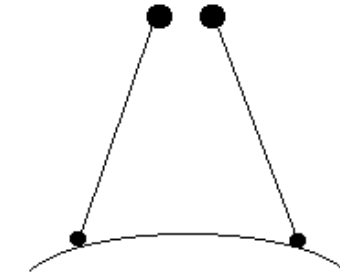
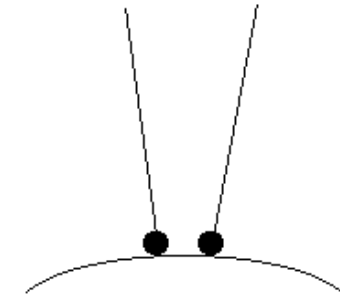


Main non dominante

### 3.3. La maîtrise des degrés de liberté



Simulateur de ski:  
Modélisation analogique du comportement de sujets  
débutants (haut), débrouillés (milieu), et experts (bas)  
D'après Vereijken (1991).



### 3. Les étapes de l'apprentissage moteur

3.1. Bernstein : l'apprentissage et la maîtrise des degrés de liberté

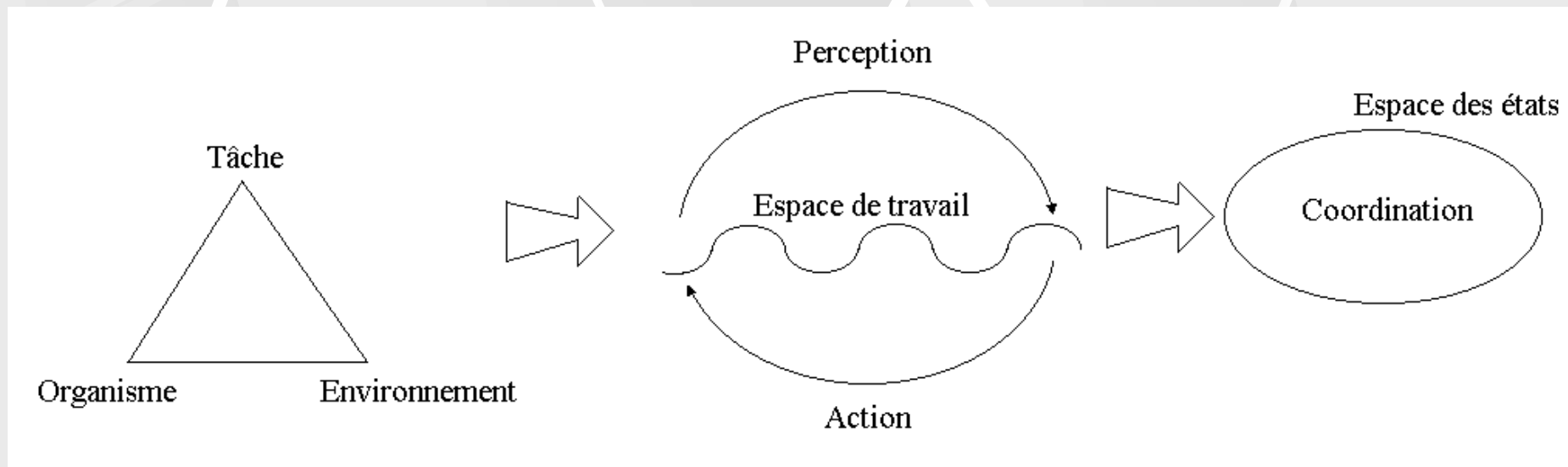
3.2. Newell : l'exploration de l'espace de travail perceptivo-moteur

3.3. La dynamique des coordinations



Karl Newell

### 3.4. L'exploration de l'espace de travail



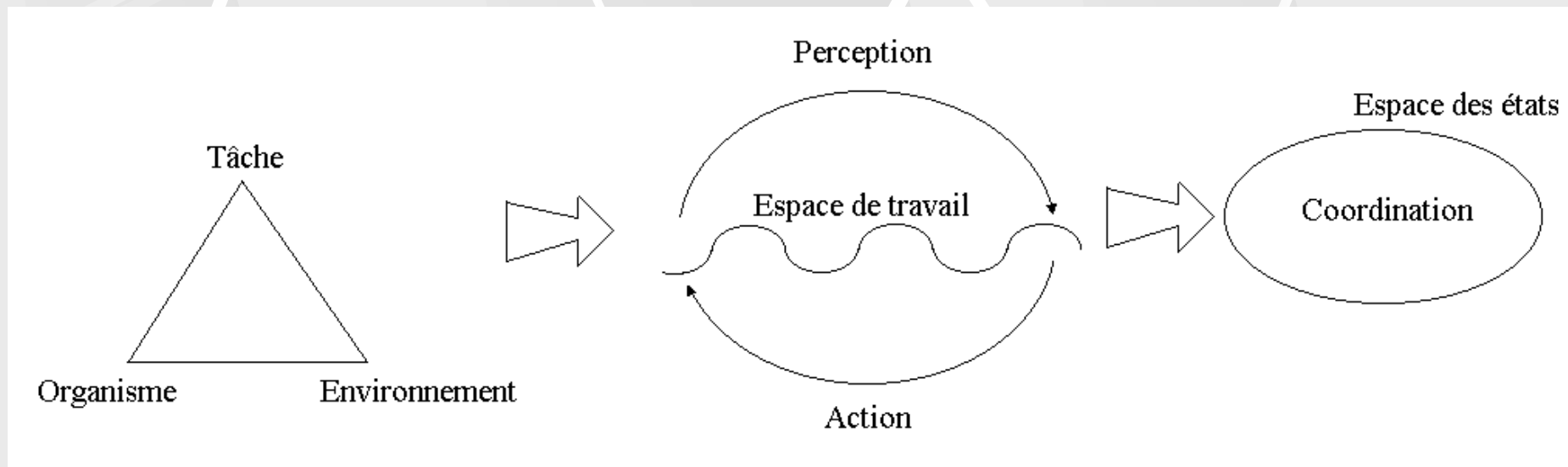
La tâche, l'organisme et l'environnement constituent un système complexe de contraintes





Karl Newell

### 3.4. L'exploration de l'espace de travail

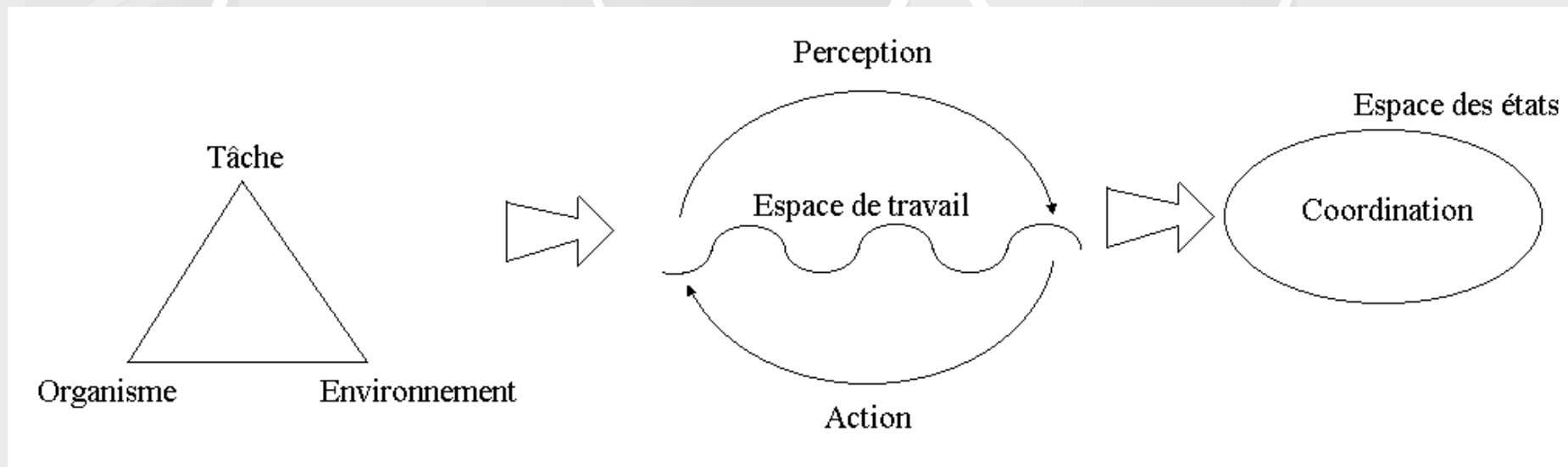


Ce système de contraintes définit un « espace de travail », dans lequel le sujet va devoir chercher une solution

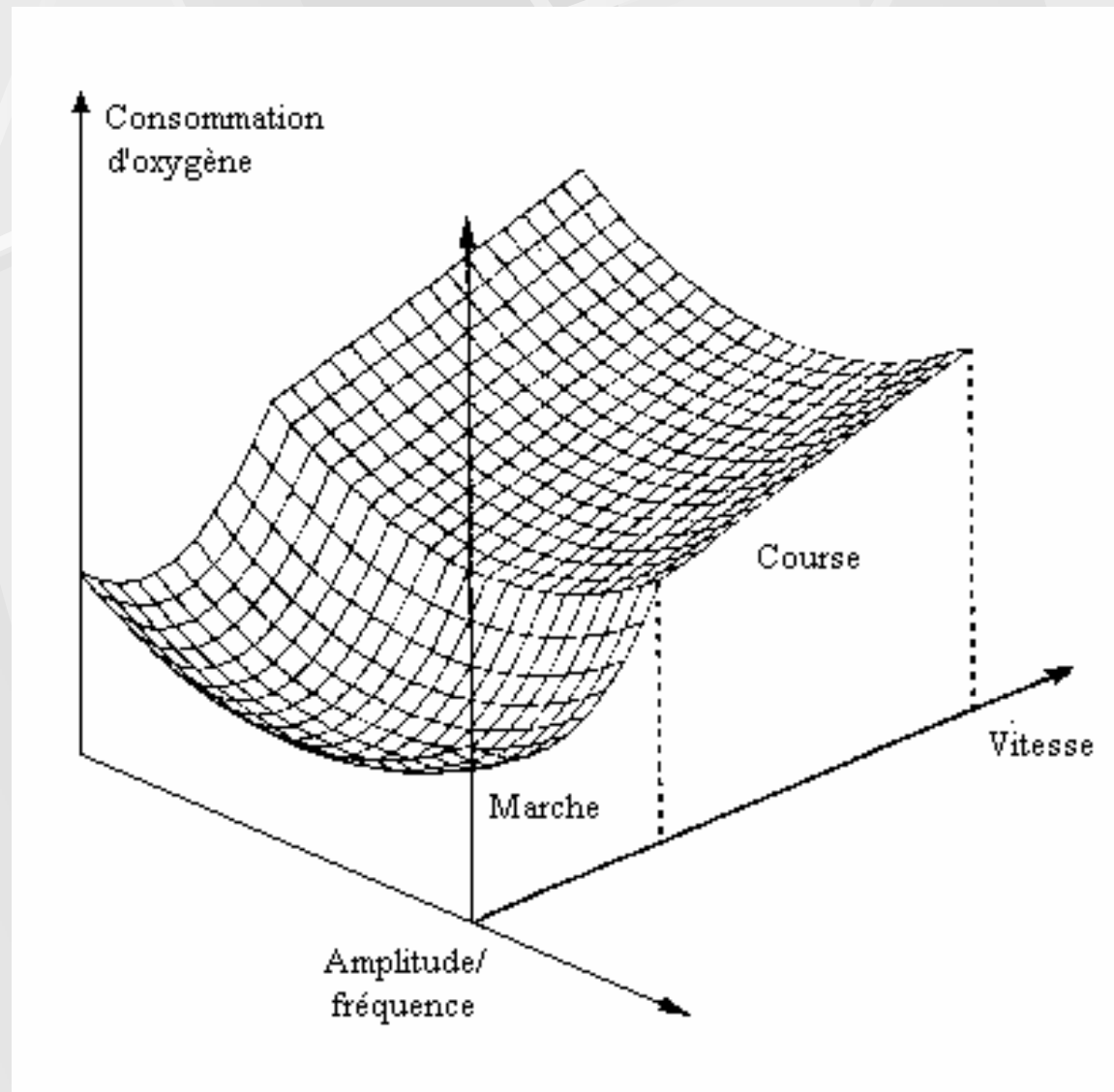


Karl Newell

### 3.4. L'exploration de l'espace de travail

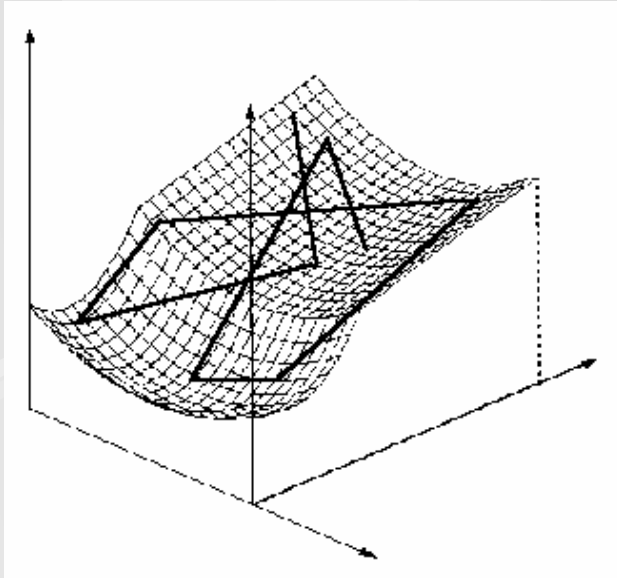


La coordination motrice est conçue comme propriété émergente de l'exploration active de l'espace de travail

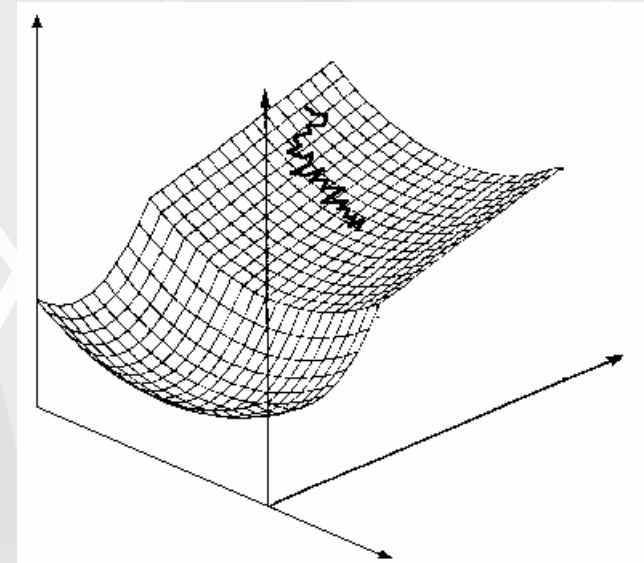


Représentation schématique de l'espace de travail de la tâche de locomotion, en fonction des dimensions de vitesse et d'amplitude-fréquence, et par rapport au critère de consommation d'énergie (d'après Durand, 1993).

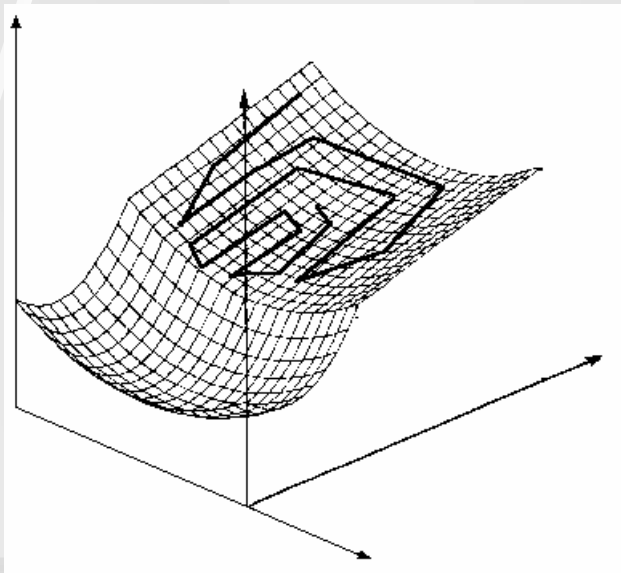
### 3.4. L'exploration de l'espace de travail



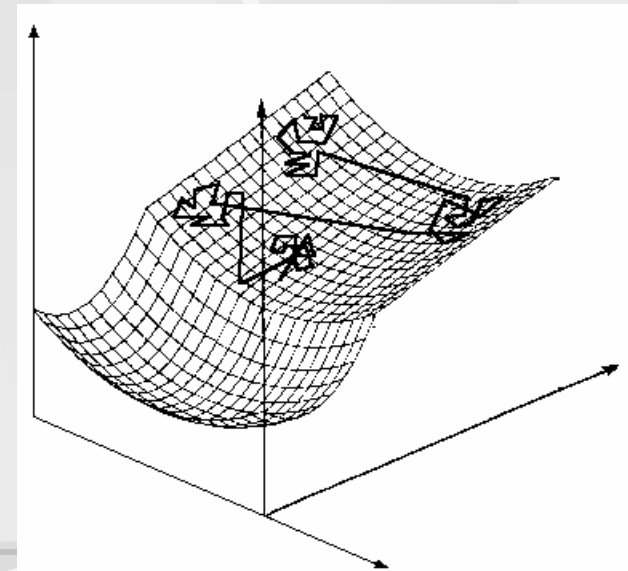
1. Stratégie aveugle



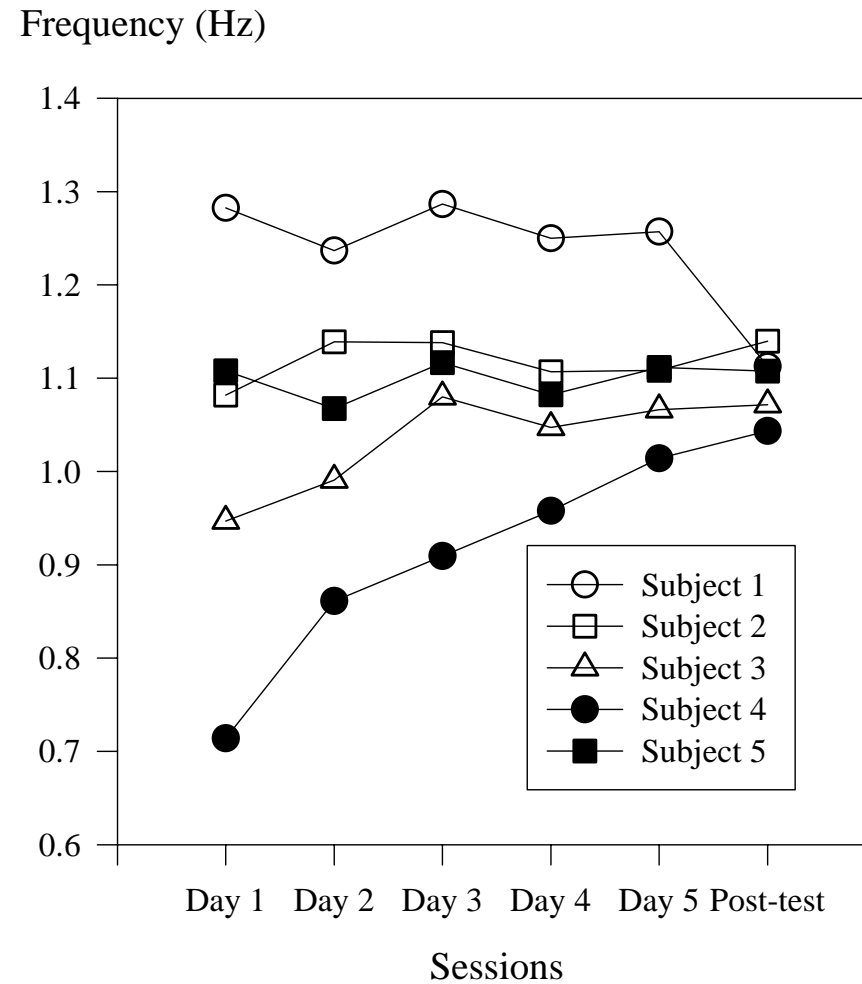
2. Stratégie locale



3. Stratégie non locale

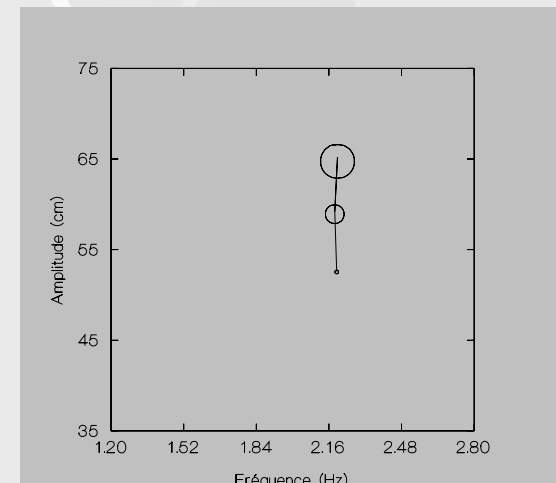
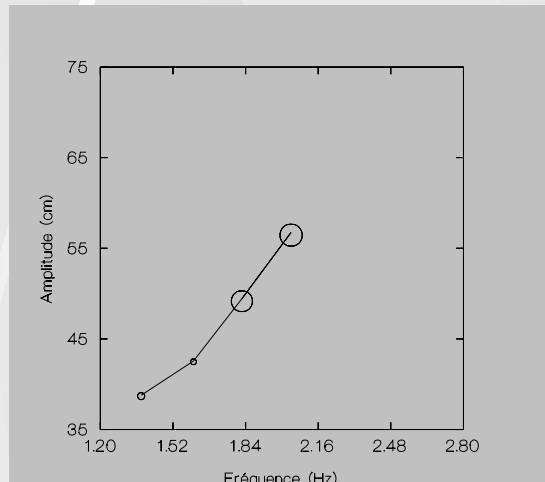
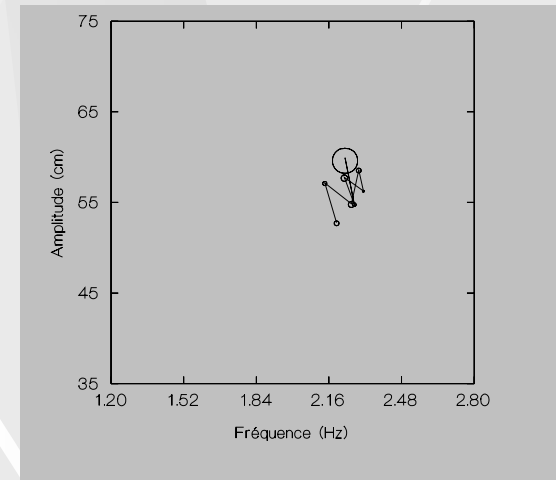
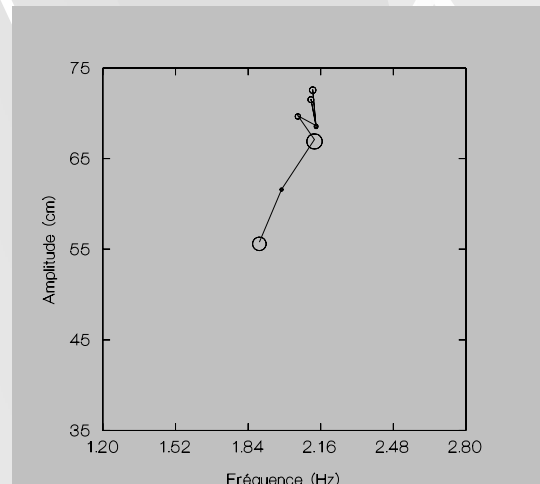
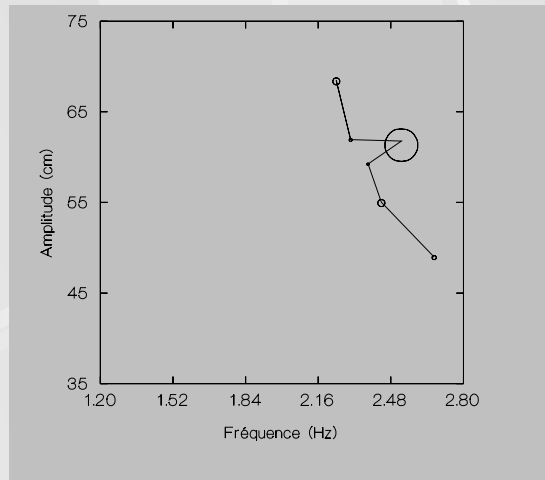


4. Stratégie mixte

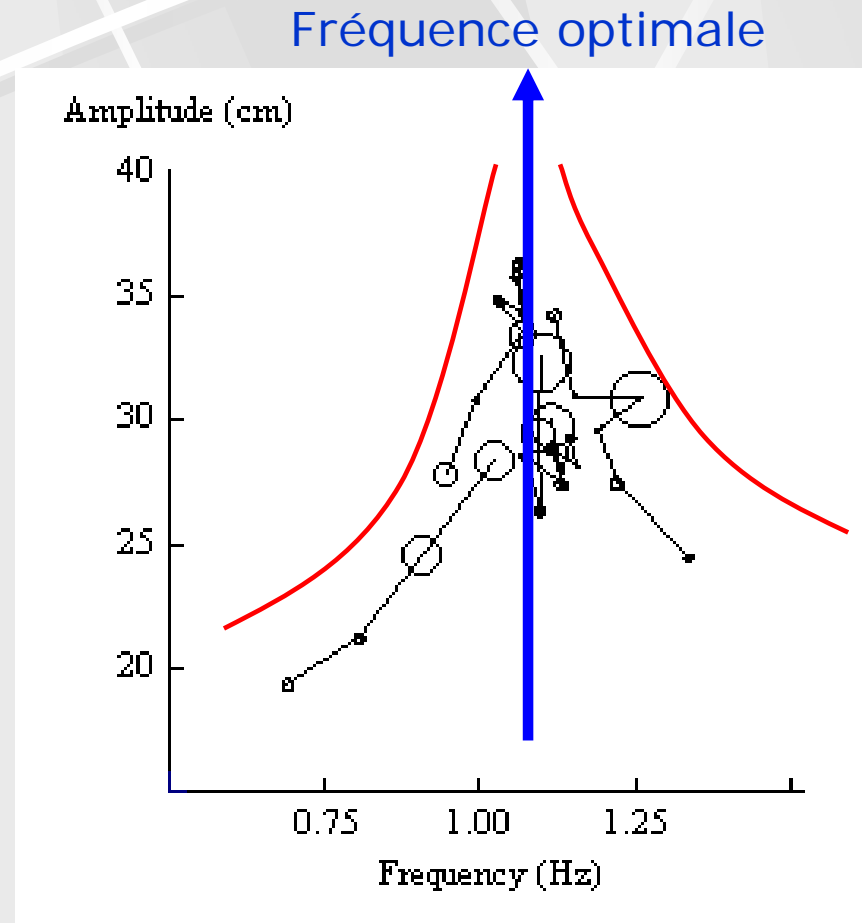


Evolution individuelle de la fréquence d'oscillation sur simulateur de ski lors des cinq sessions d'apprentissage et du post-test (d'après Durand, Geoffroi, Varray & Préfaut, 1994)

### 3.4. L'exploration de l'espace de travail

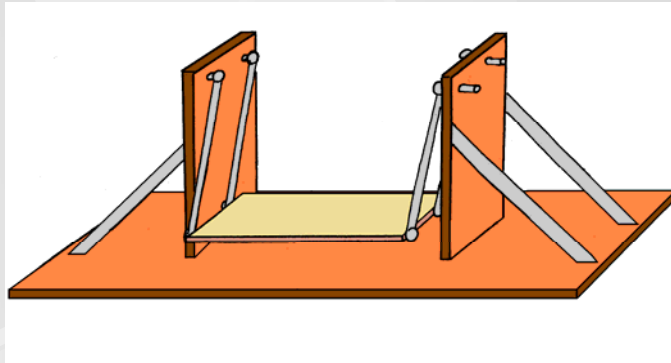


Evolution individuelle des sujets dans un plan amplitude/fréquence  
(Geoffroi, Delignières et Durand, 1995)



Evolution individuelle des sujets dans un plan amplitude/fréquence  
(Geoffroi, Delignières et Durand, 1995)

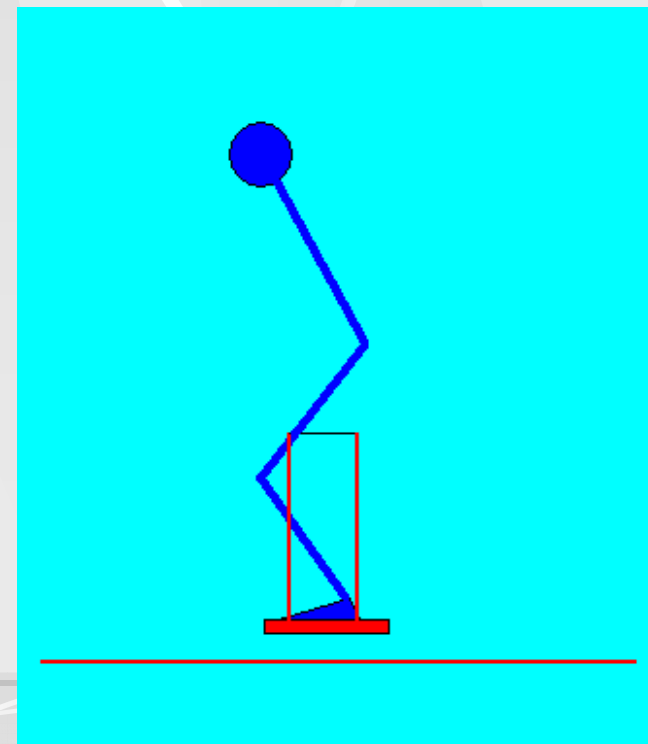
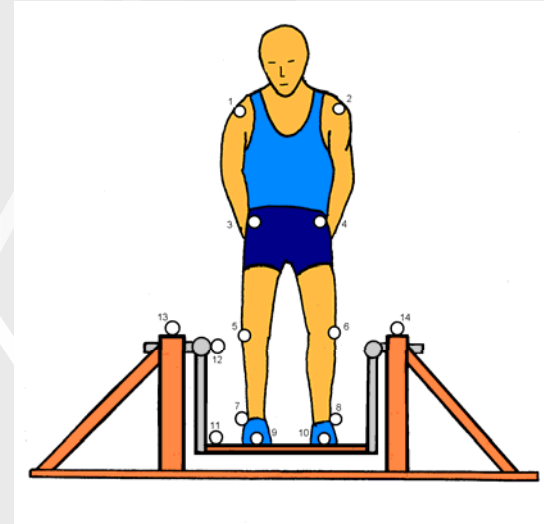
### 3.4. L'exploration de l'espace de travail



Balancoire expérimentale

6 sujets

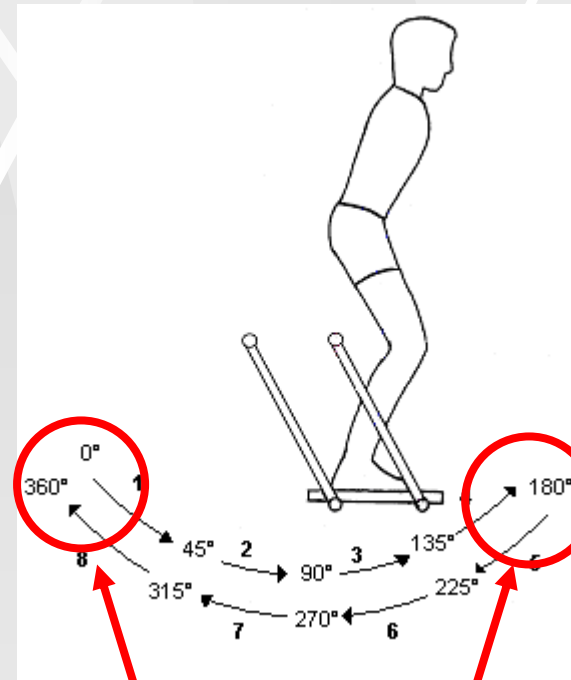
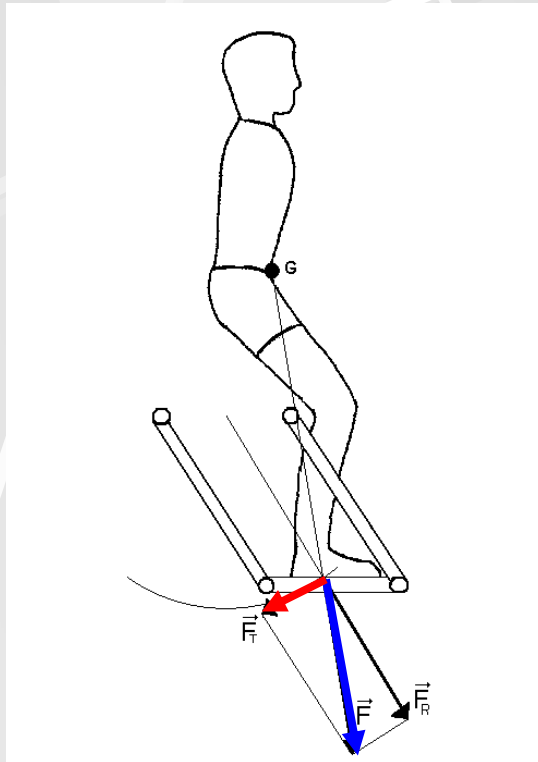
5 sessions de 10 essais



Teulier et Delignières (2004)

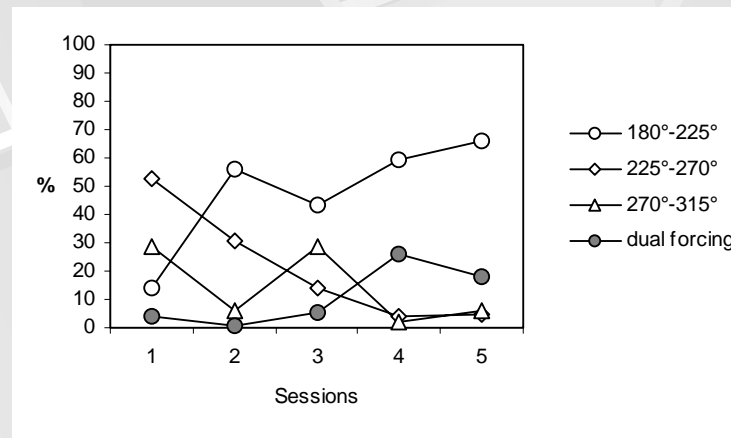


### 3.4. L'exploration de l'espace de travail

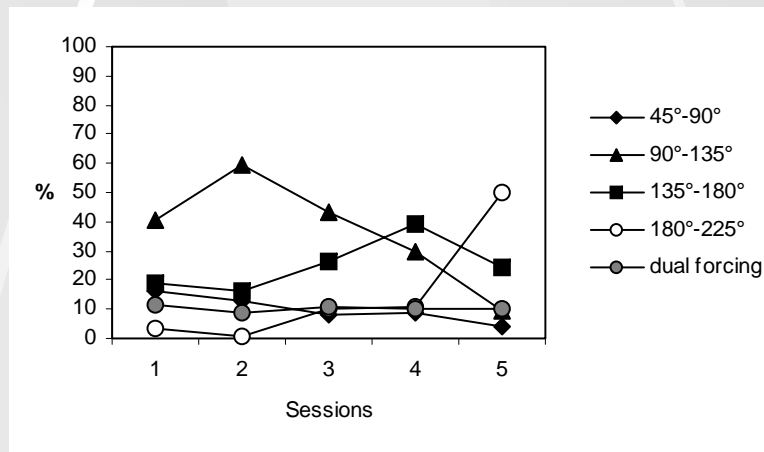


Forçages attendus

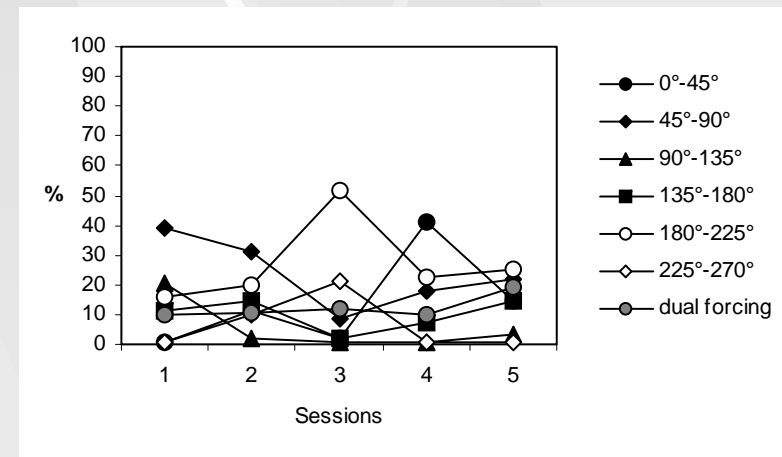
### 3.4. L'exploration de l'espace de travail



Sujet 2

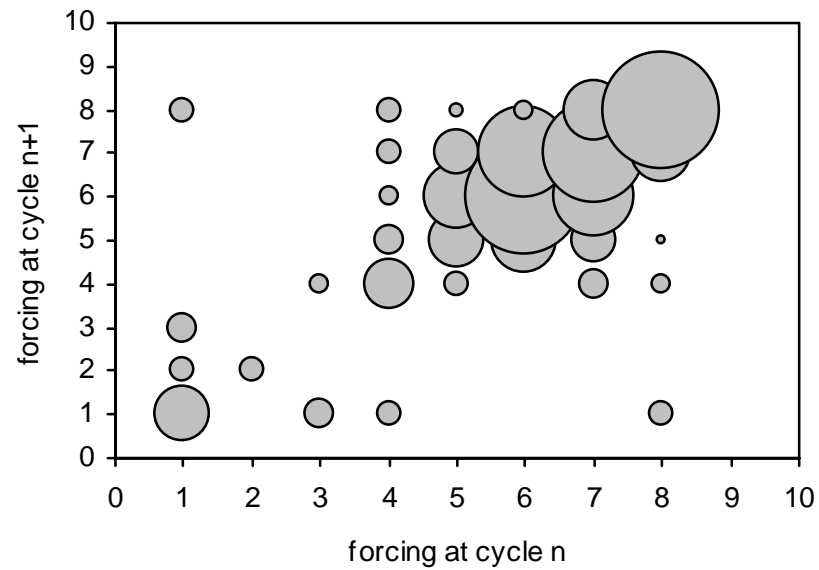


Sujet 4

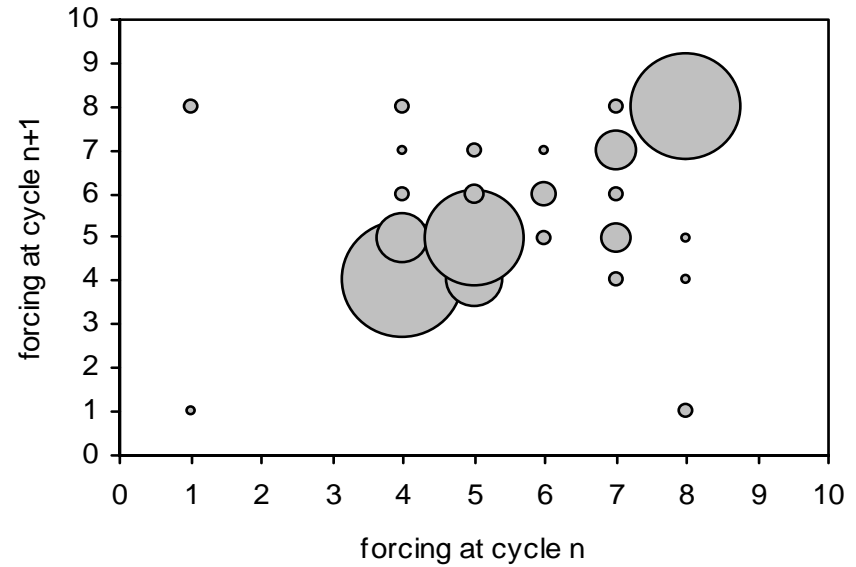


Sujet 5

Evolution des stratégies individuelles de forçage pour 3 sujets



Session 2



Session 5

Evolution des associations entre forçages successifs

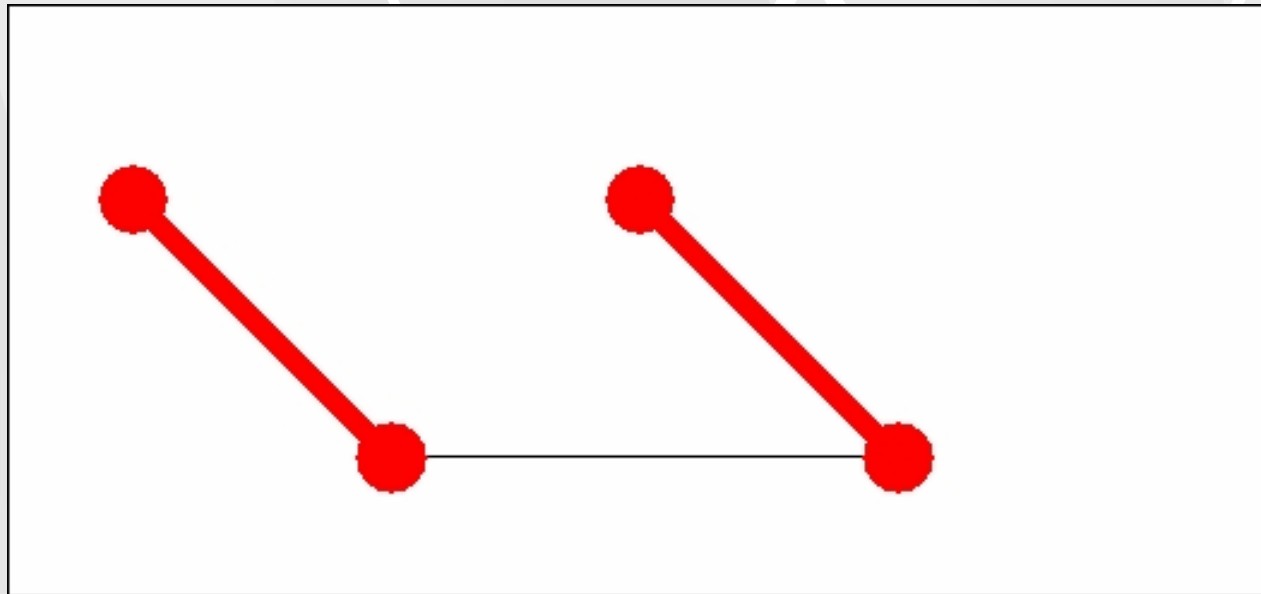
### 3. Les étapes de l'apprentissage moteur

3.1. Bernstein : l'apprentissage et la maîtrise des degrés de liberté

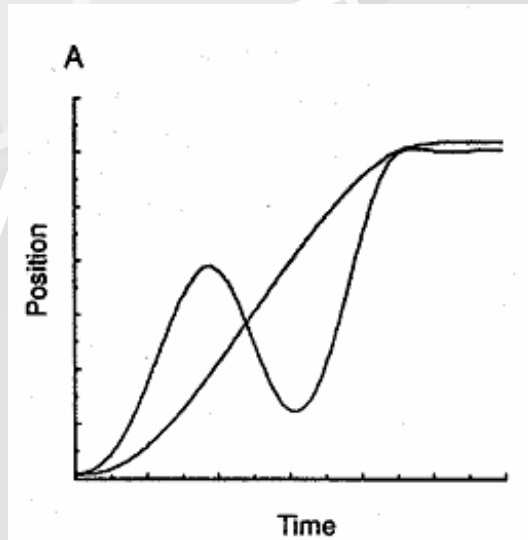
3.2. Newell : l'exploration de l'espace de travail perceptivo-moteur

3.3. La dynamique des coordinations

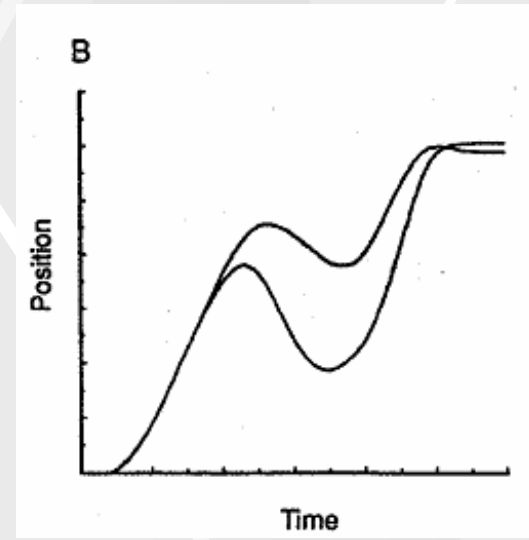
Le mode de coordination à apprendre peut entrer en compétition avec les modes de coordination spontanés



Coordination 1:3 (Walter & Swinnen, 1994)



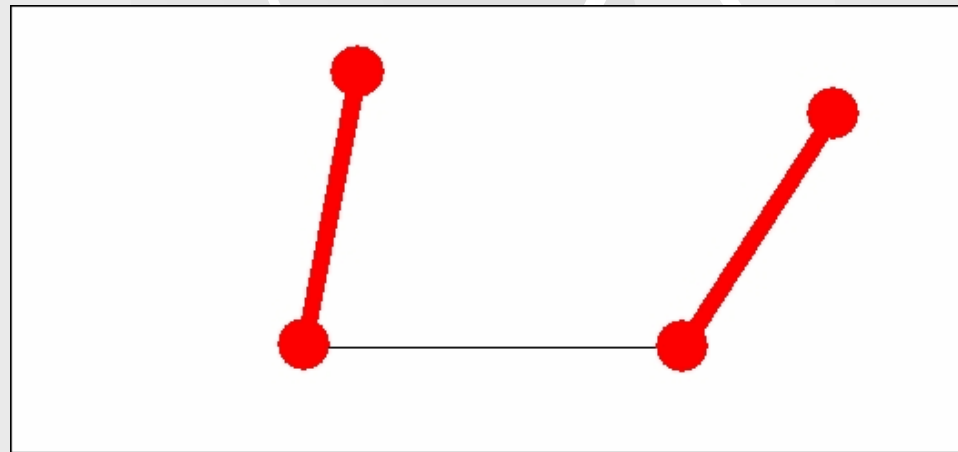
Trajectoires  
attendues



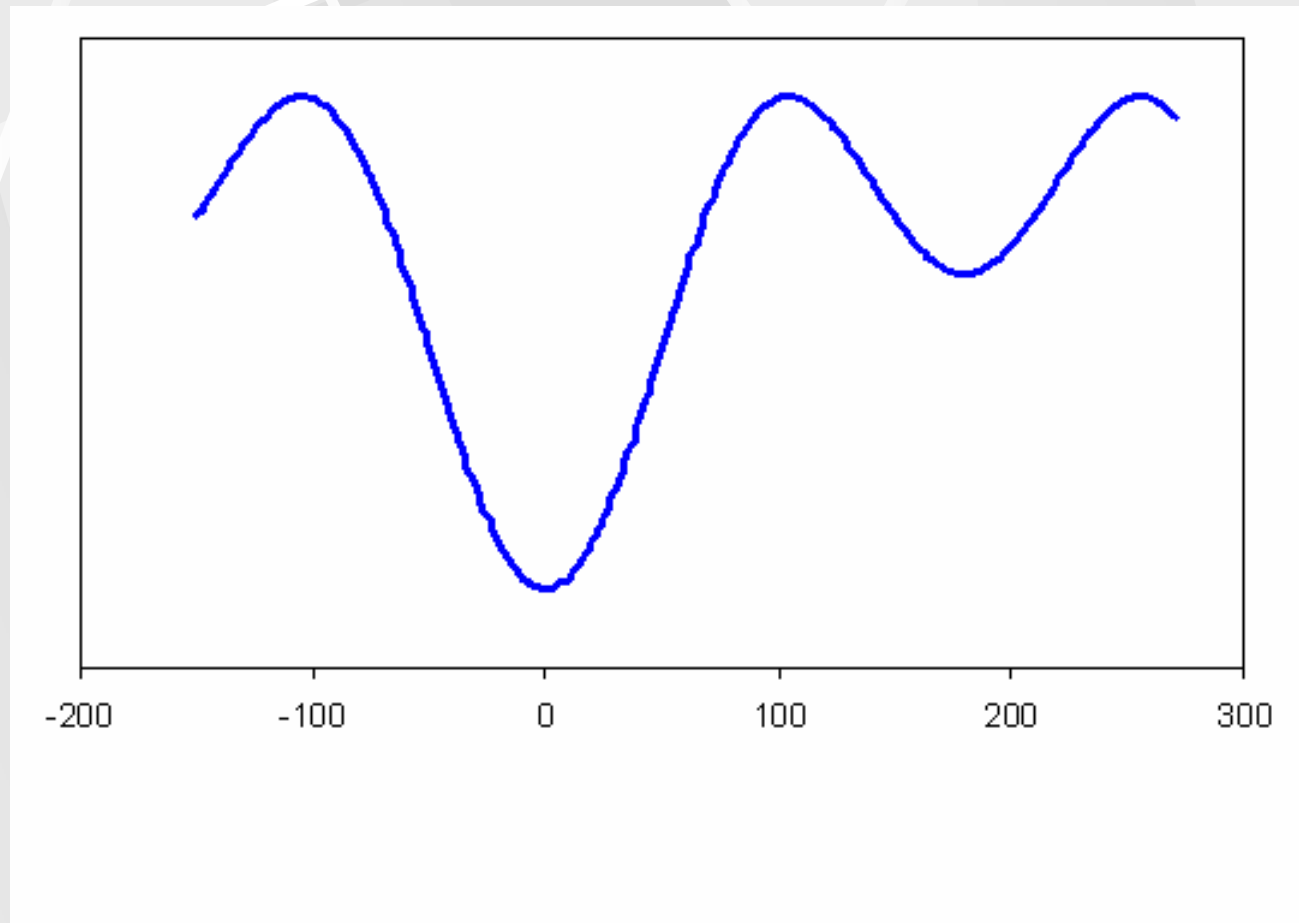
Trajectoires  
observées

Zanone et Kelso (1992)

Apprentissage de la coordination à  $90^\circ$  de phase relative

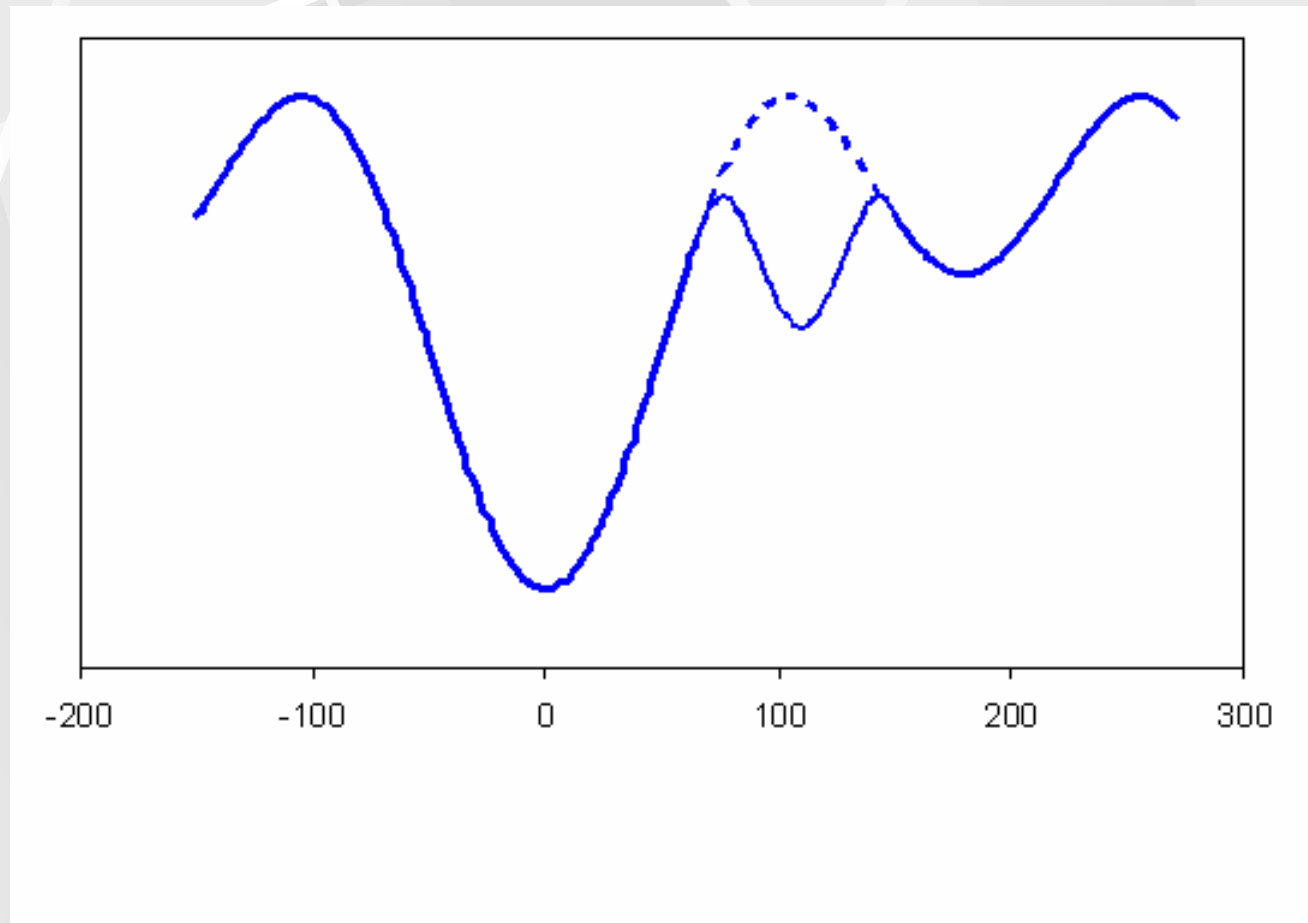


## Sujets initialement bistables

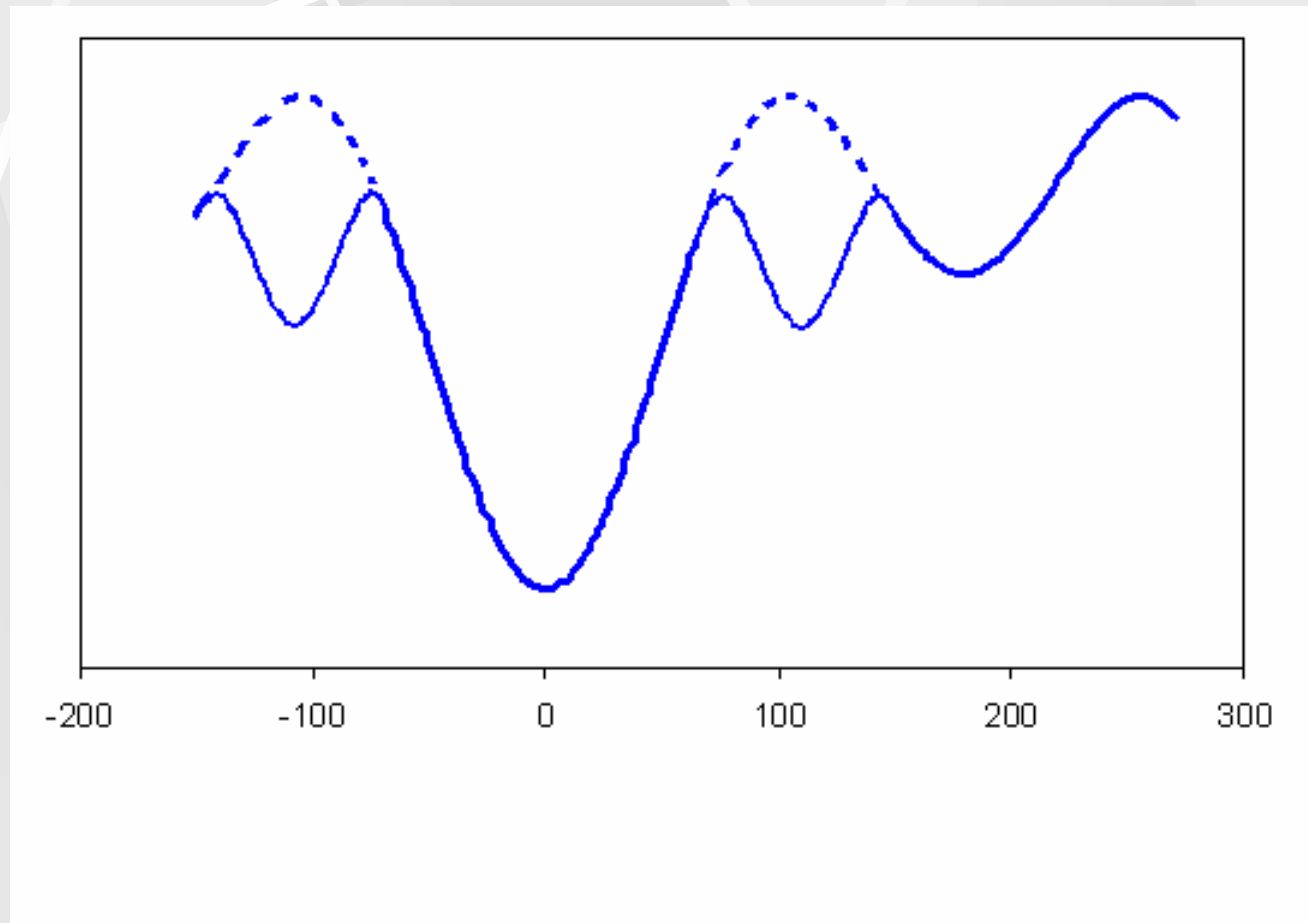




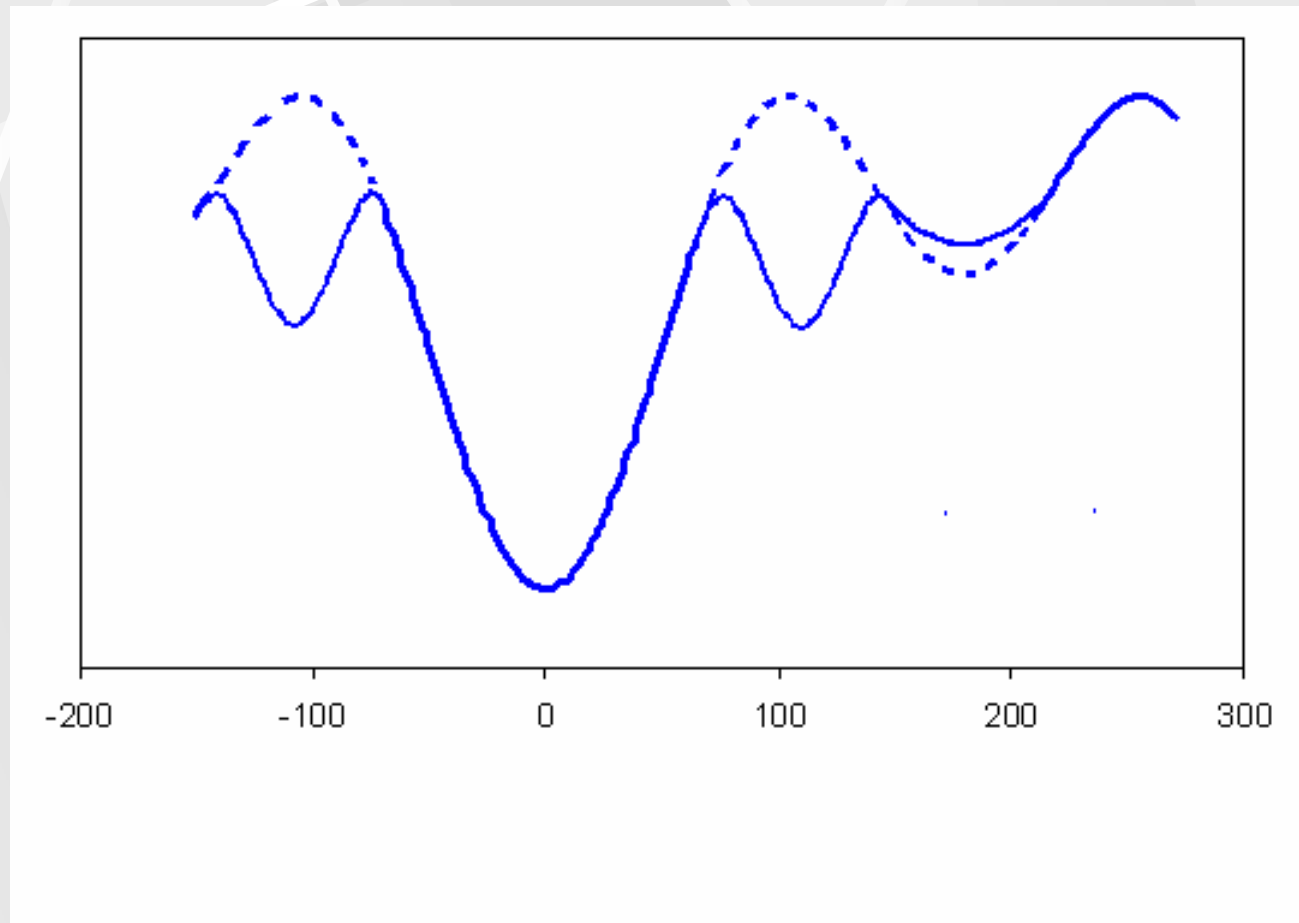
## Apparition d'un attracteur à 90°



## Apparition de l'attracteur miroir



## Déstabilisation de l'attracteur $180^\circ$



Apparition de nouveaux attracteurs, non présents à l'origine

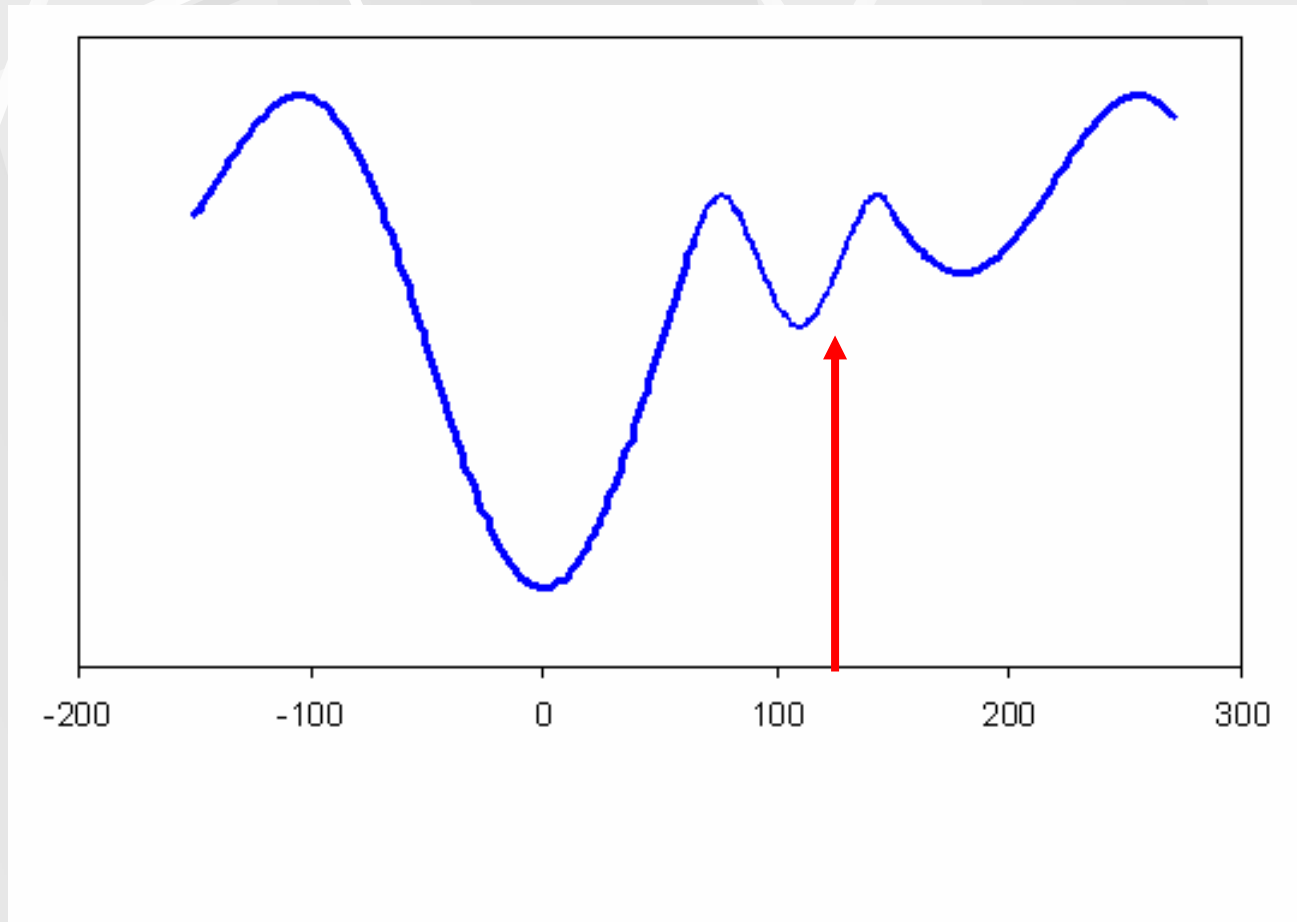
L'apprentissage peut être assimilé à une transition de phase

Stabilisation de coordinations non pratiquées: transfert positif

Déstabilisation de coordinations spontanées: transfert négatif

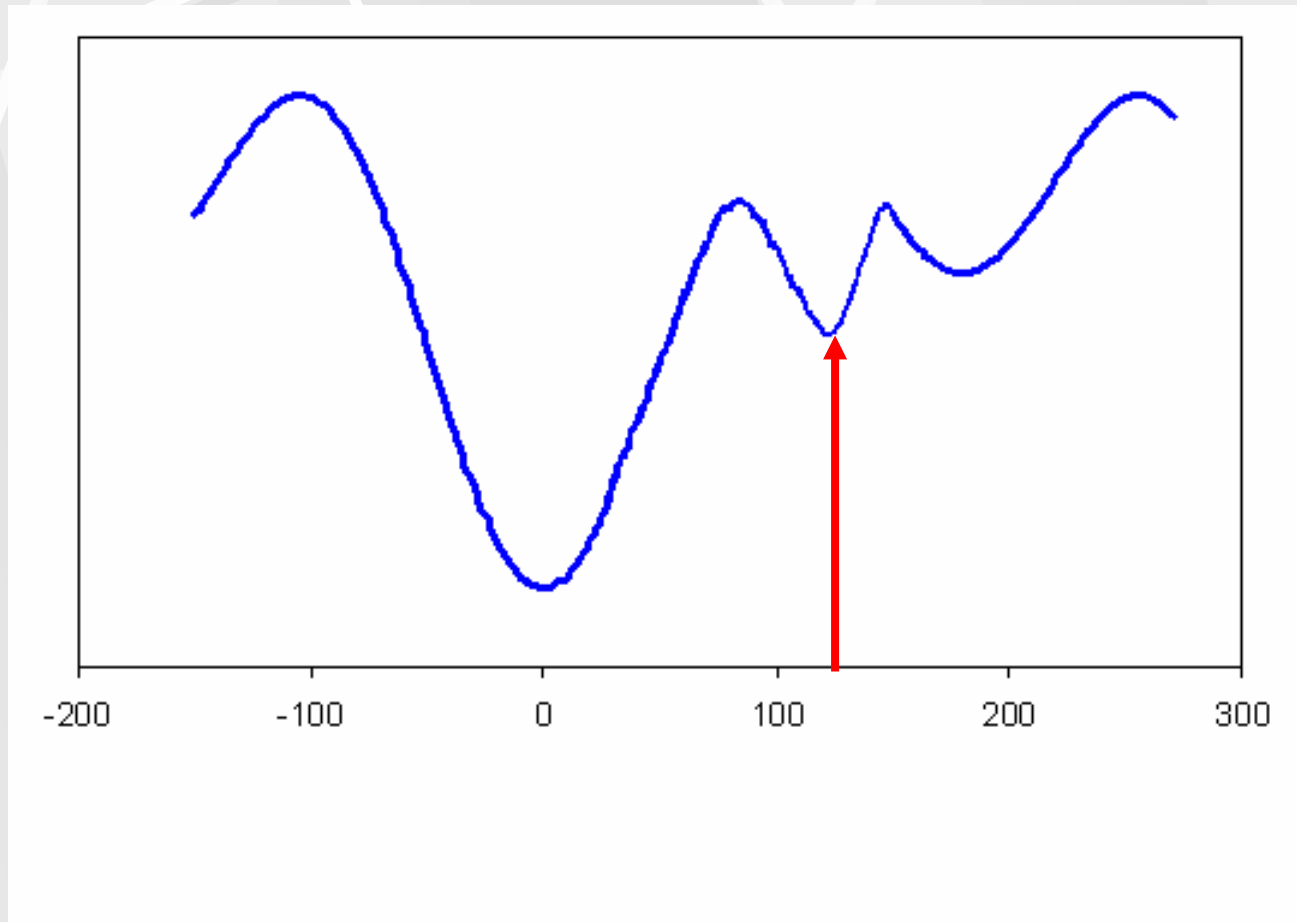
L'apprentissage entre en compétition avec la dynamique intrinsèque

Zanone et Kelso (1997)  
Sujets initialement tristables



Apprentissage de la coordination  $135^\circ$

## Zanone et Kelso (1997) Sujets initialement tristables



Apprentissage de la coordination  $135^\circ$

Stabilisation du nouveau comportement, par déformation de la dynamique intrinsèque

L'apprentissage n'est pas assimilé à une transition de phase

L'apprentissage exploite la dynamique intrinsèque

Convergence entre le pattern à apprendre et la dynamique intrinsèque

## Deux types de situations d'apprentissage

```
graph TD; A[Deux types de situations d'apprentissage] --> B[Situations de compétition]; A --> C[Situations de convergence]; B --> D[Apparition de nouveaux attracteurs, entrant en compétition avec la dynamique intrinsèque]; C --> E[Déformation progressive de la dynamique intrinsèque];
```

Situations de  
compétition

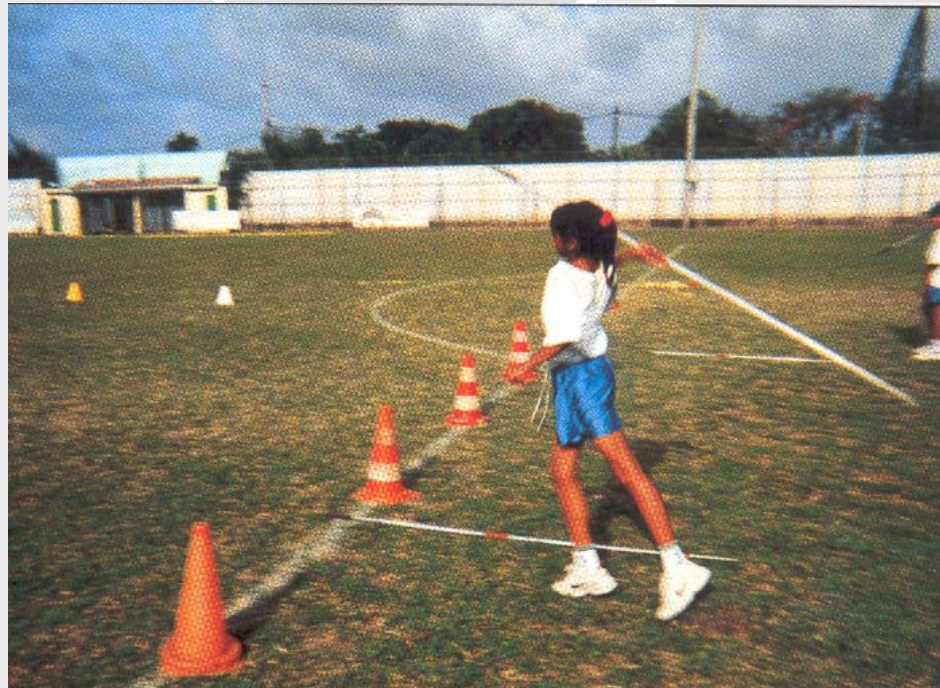
Apparition de nouveaux attracteurs,  
entrant en compétition avec la  
dynamique intrinsèque

Situations de  
convergence

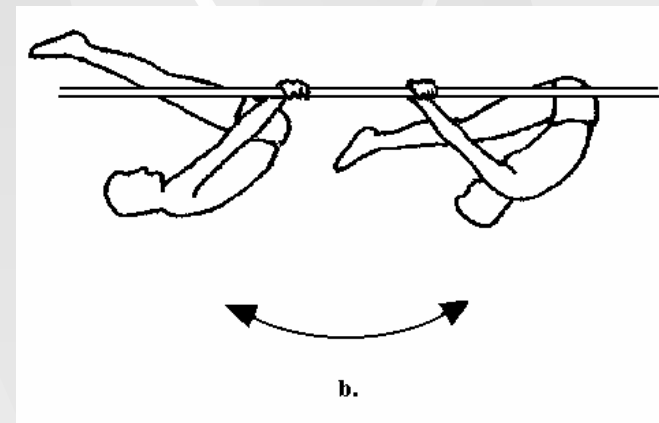
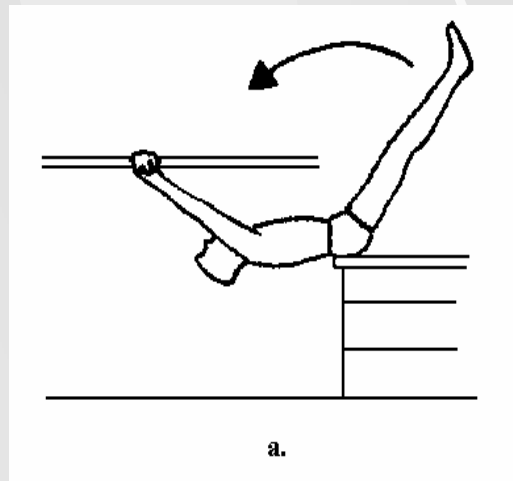
Déformation progressive de la  
dynamique intrinsèque



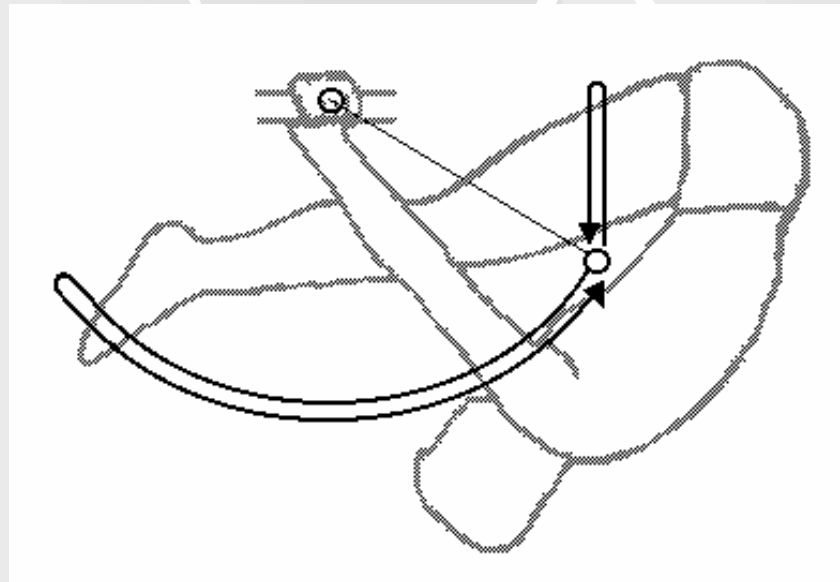
## Comment analyser le comportement du débutant dans les tâches complexes?



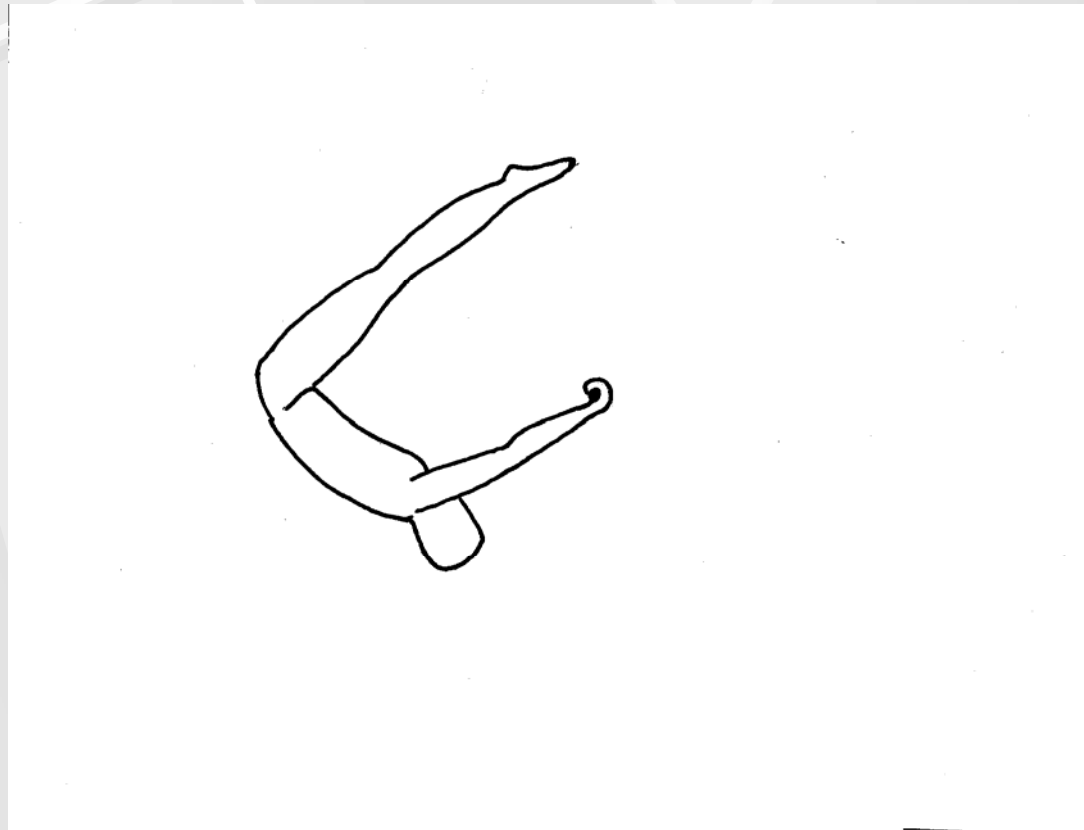
## L'apprentissage des balancers en suspension mi-renversée aux barres parallèles.



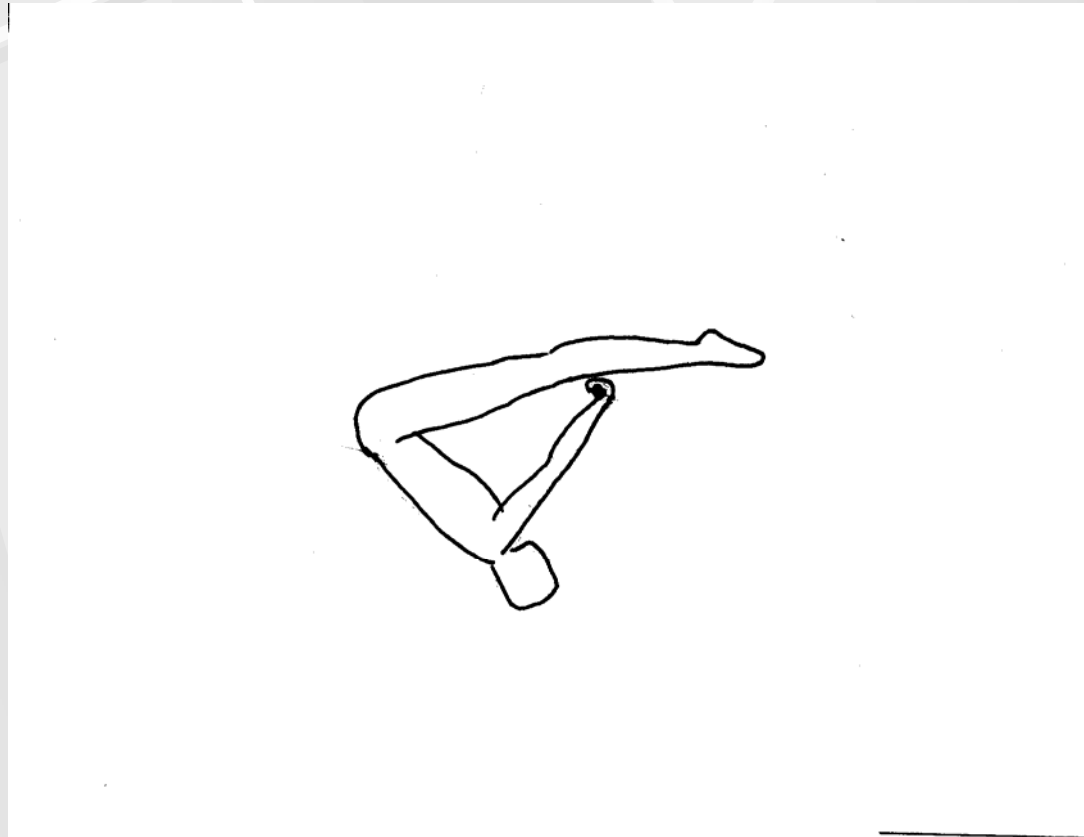
## Modélisation de la tâche comme système d'oscillateurs couplés



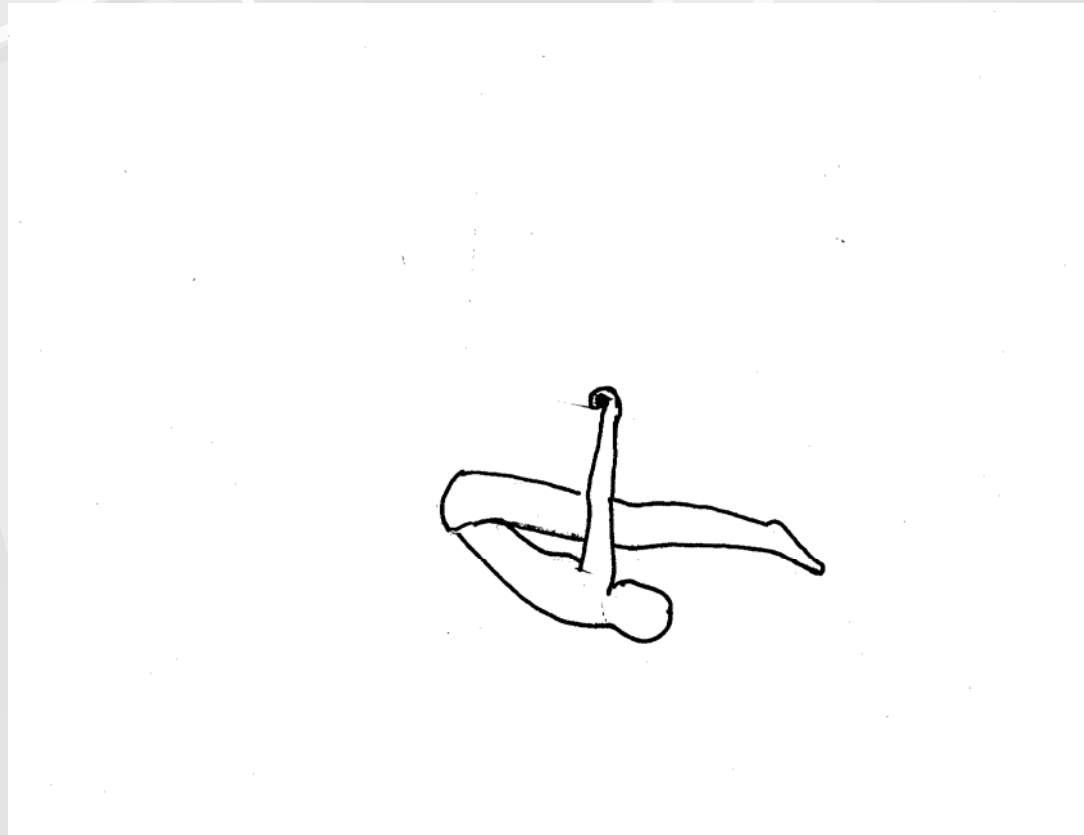
## Comportement des experts



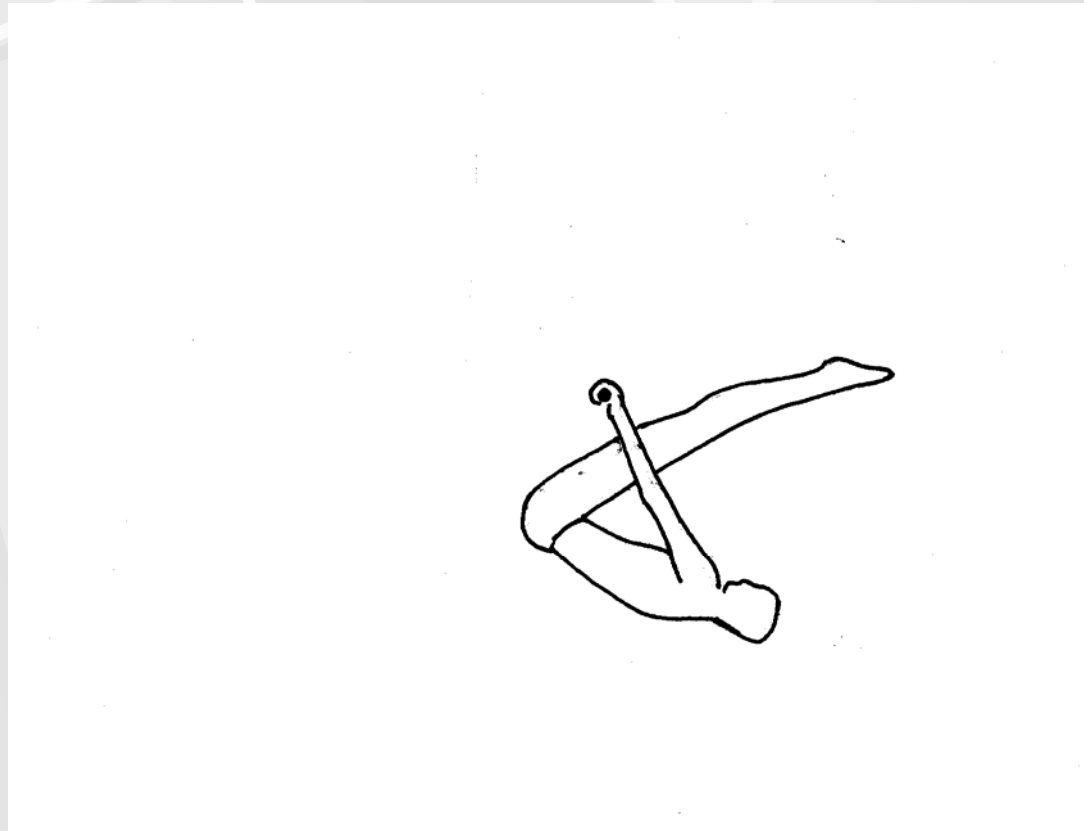
## Comportement des experts



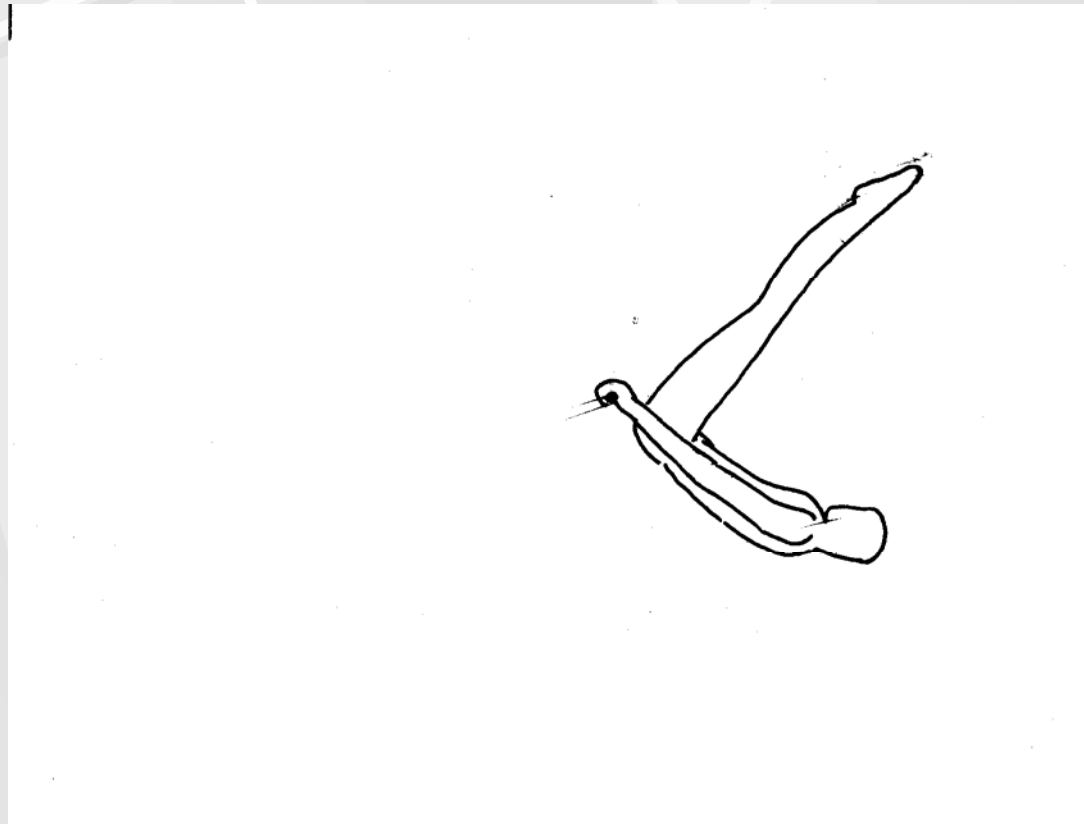
## Comportement des experts



## Comportement des experts

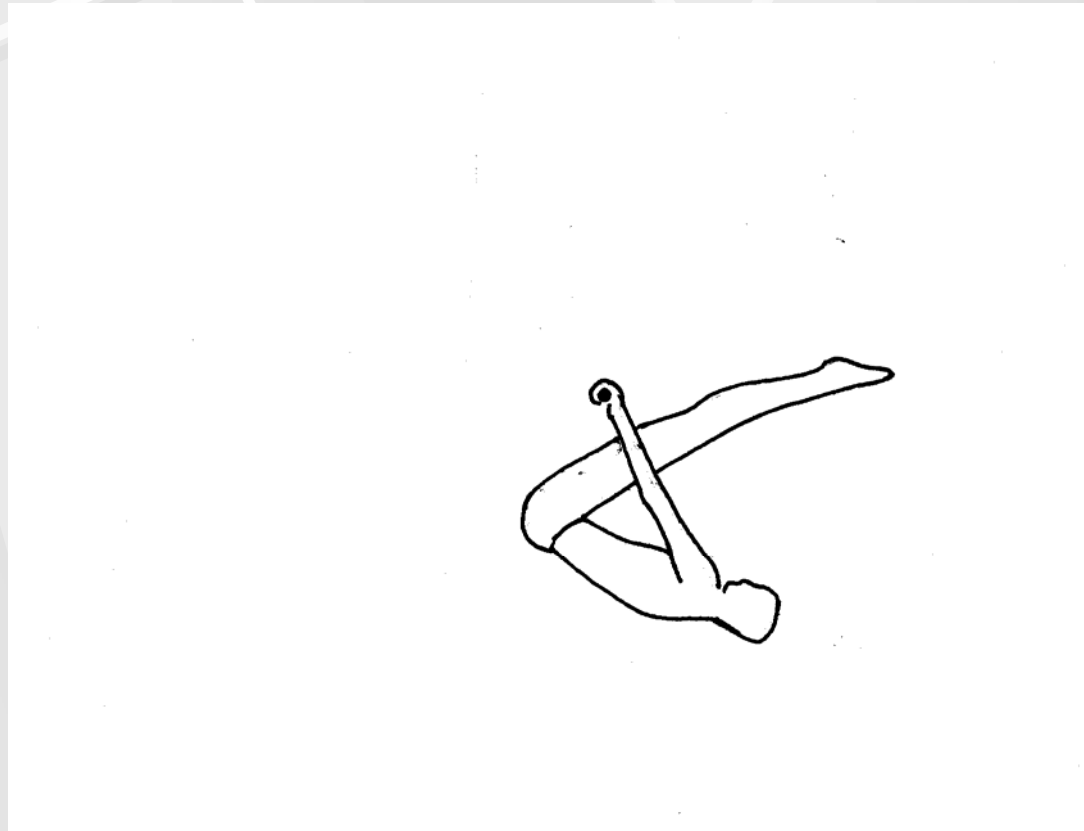


## Comportement des experts

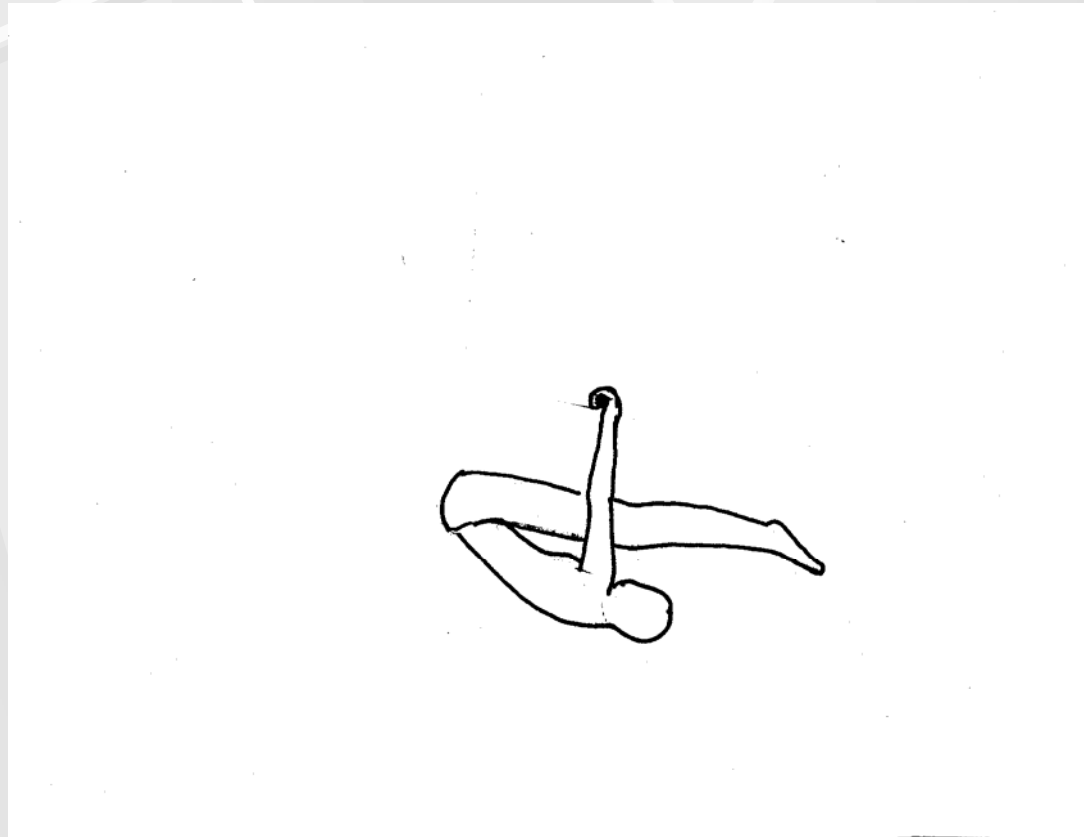




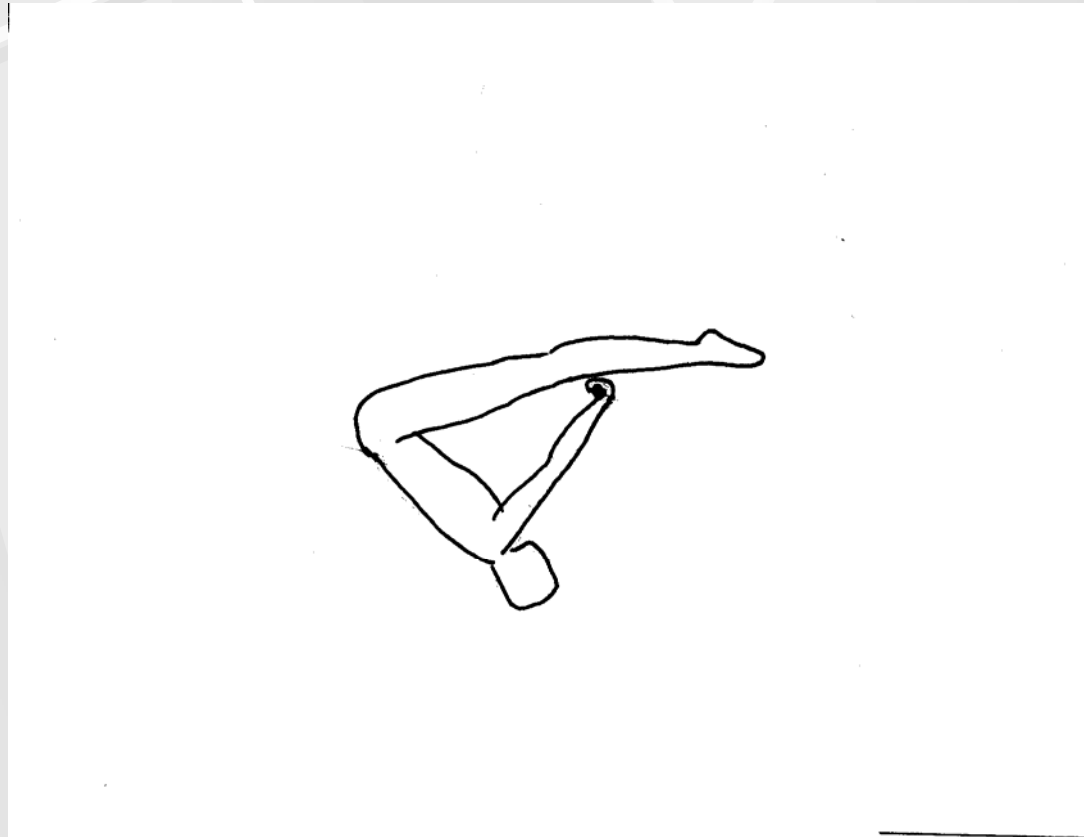
## Comportement des experts



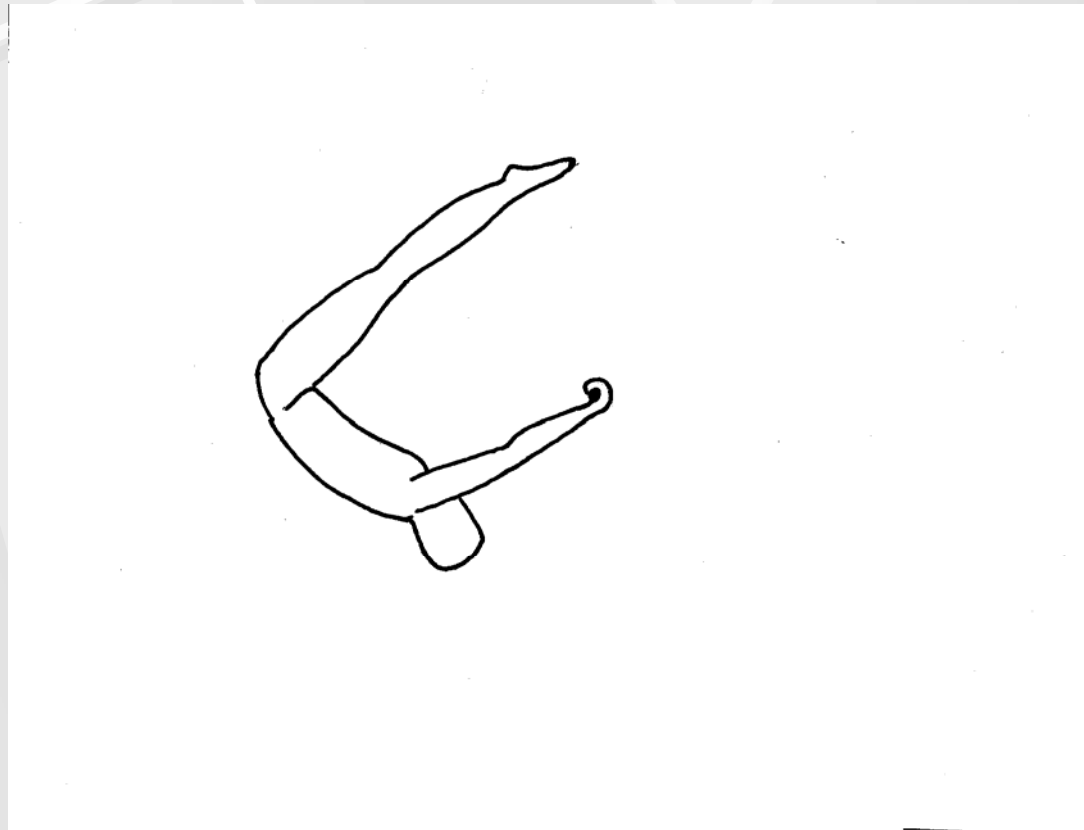
## Comportement des experts



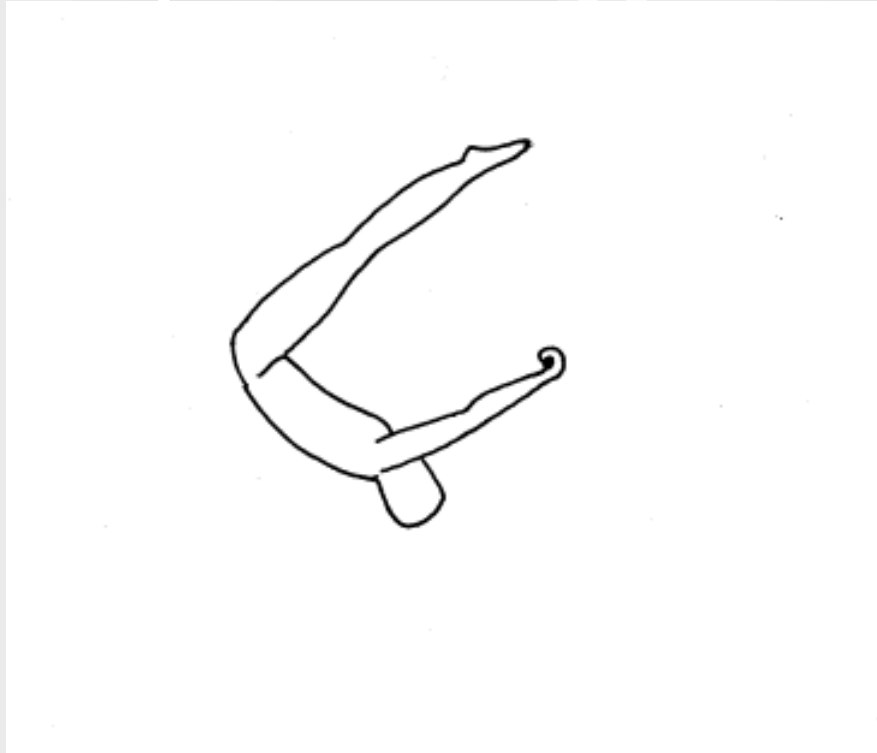
## Comportement des experts



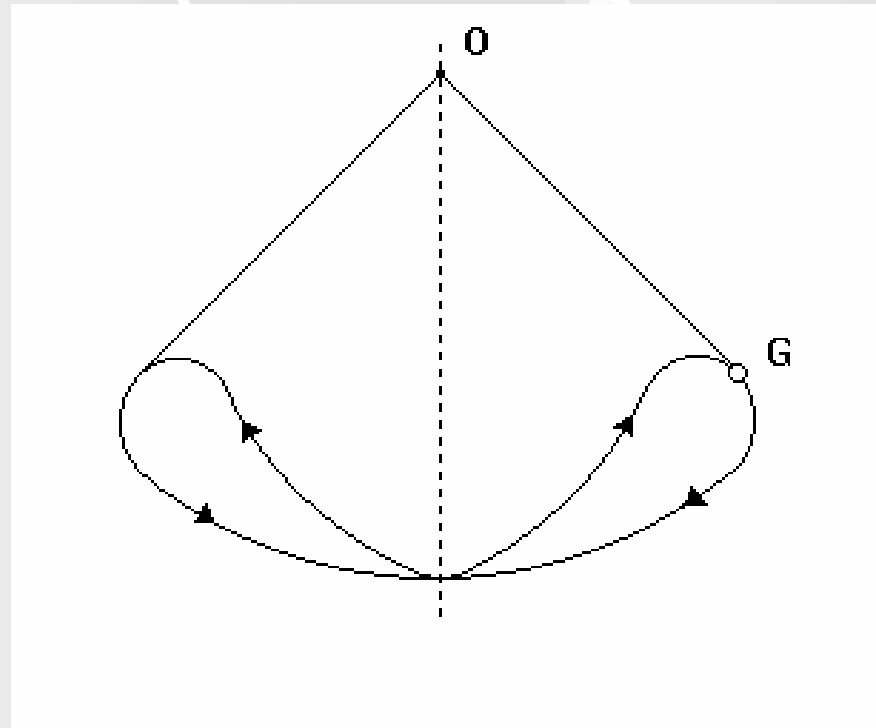
## Comportement des experts



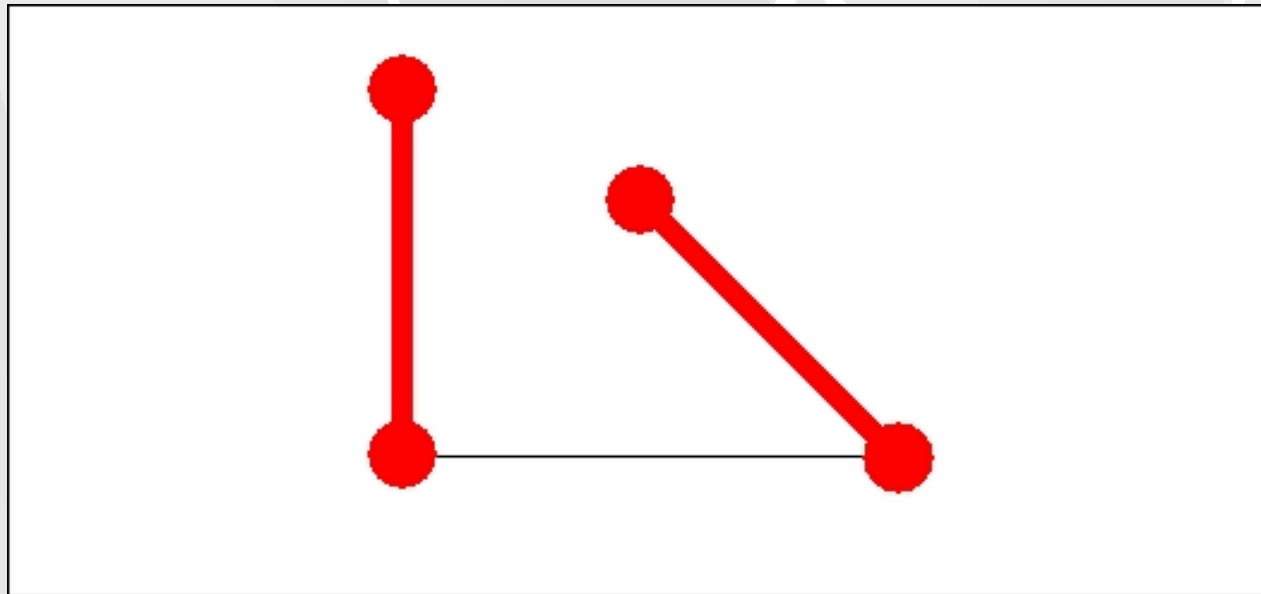
## Comportement des experts



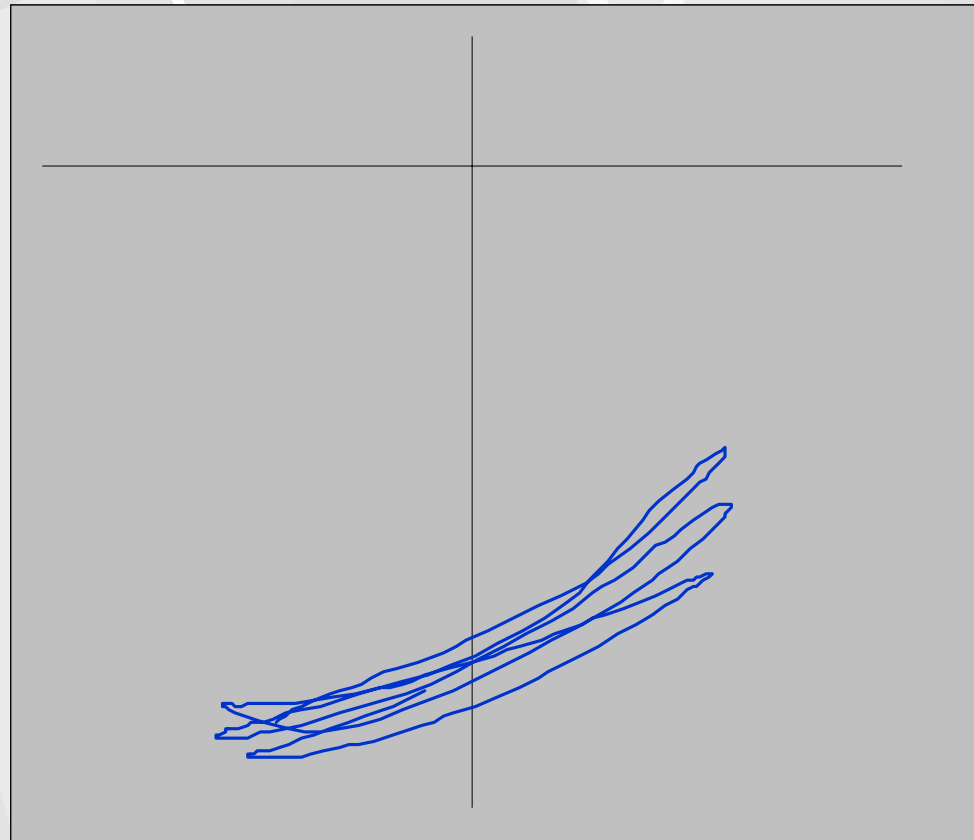
## Trajectoire du centre de gravité chez les experts



## Coordination 2:1 avec décalage de phase à $90^\circ/270^\circ$

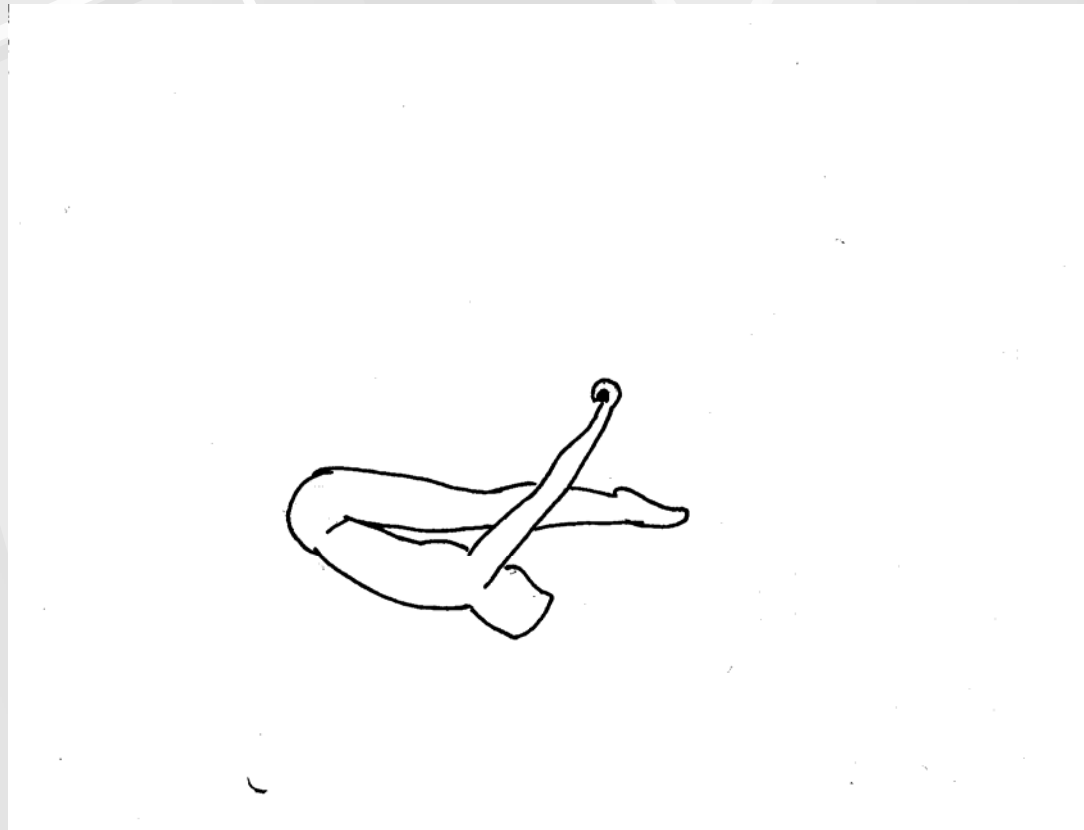


## Comportement des débutants

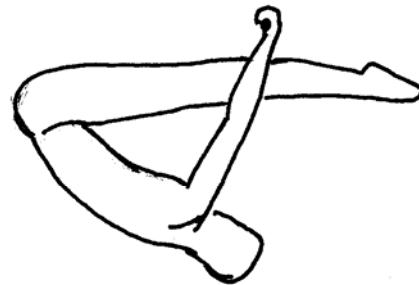




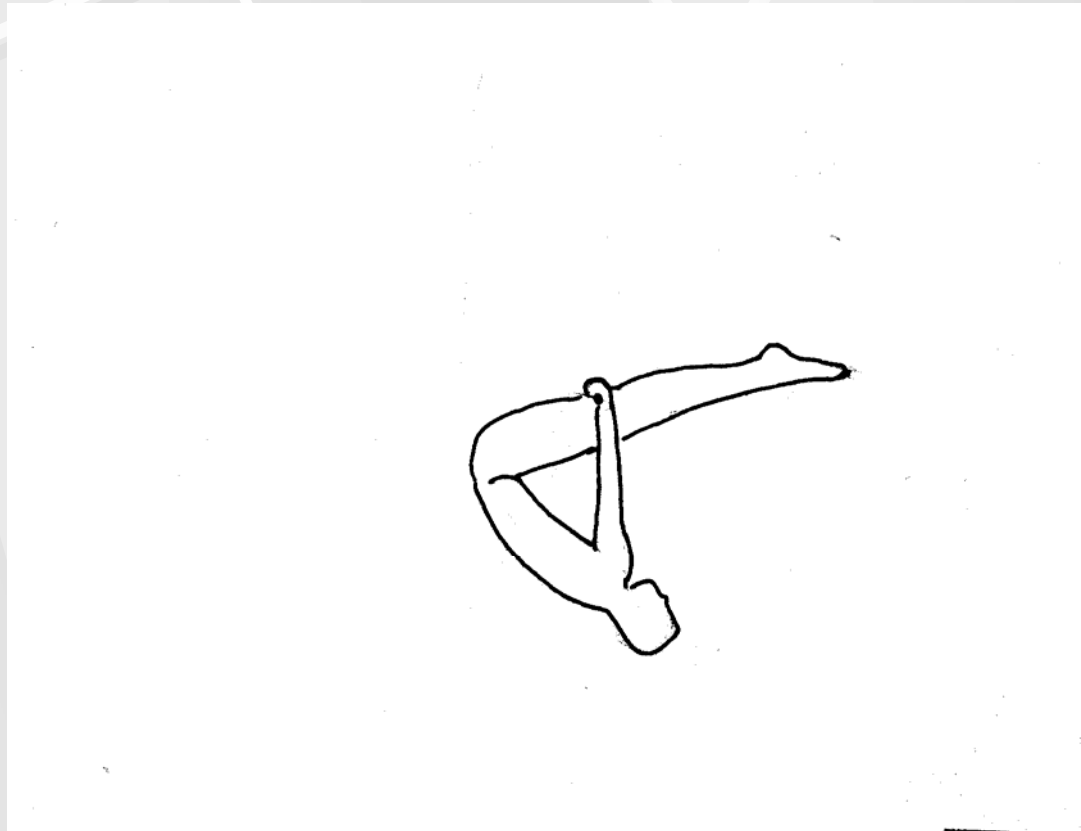
## Comportement des débutants



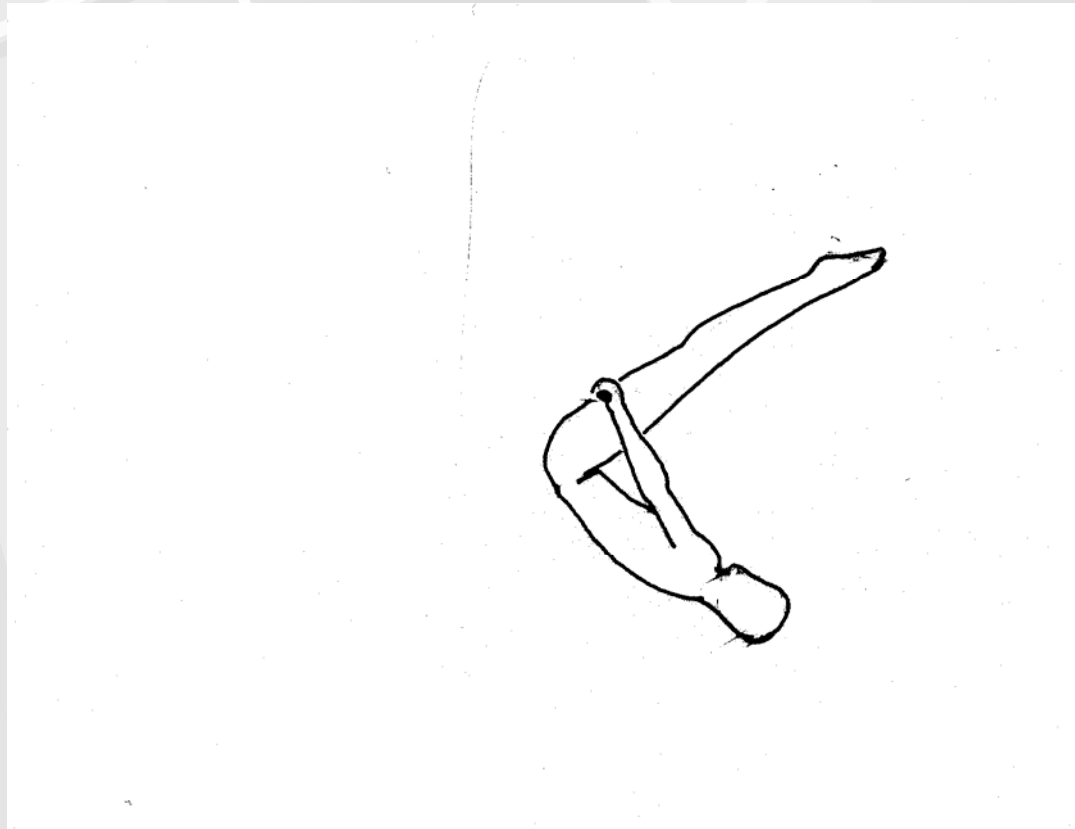
## Comportement des débutants



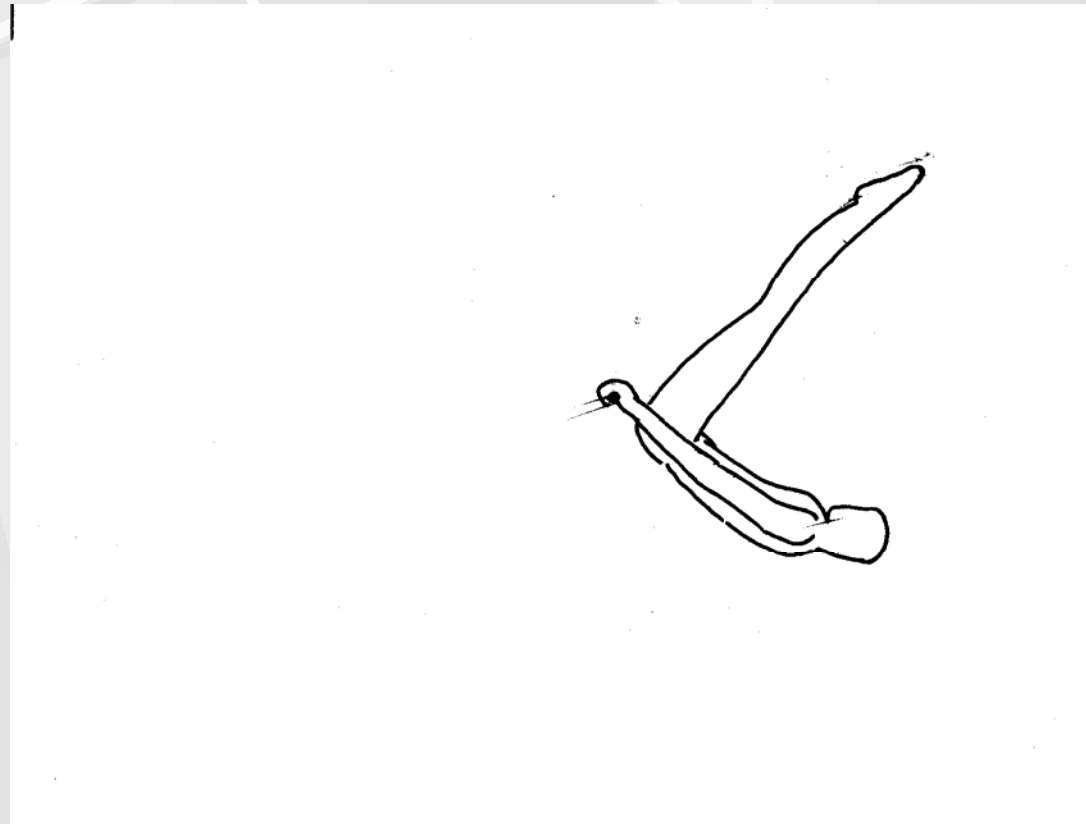
## Comportement des débutants



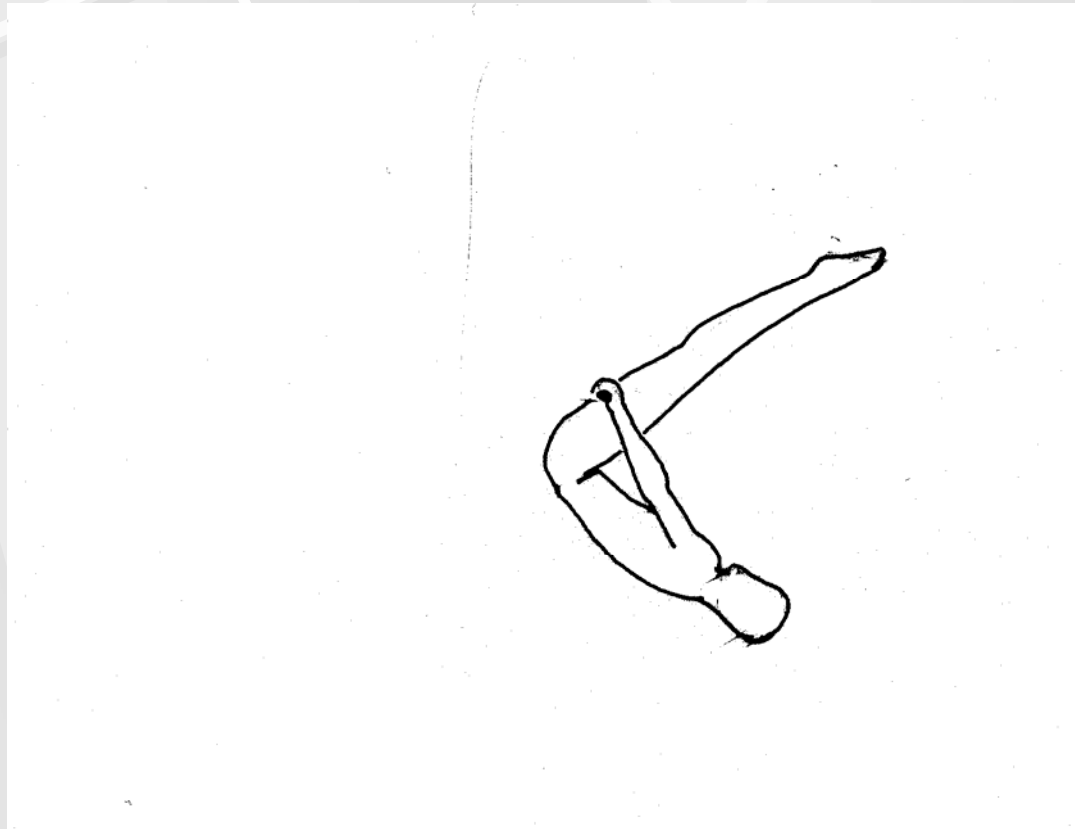
## Comportement des débutants



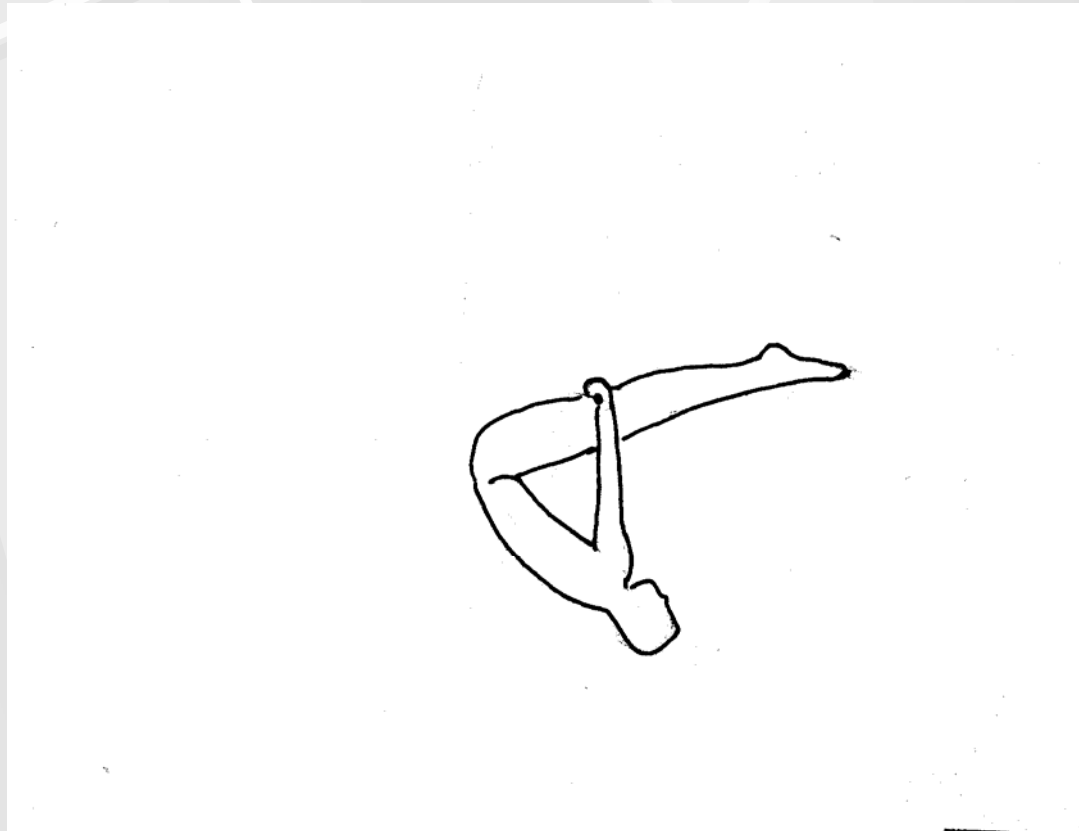
## Comportement des débutants



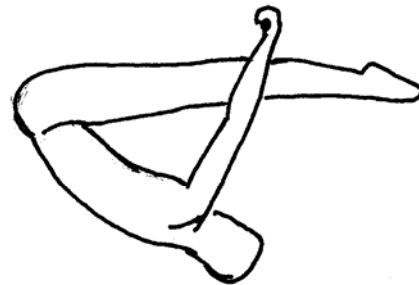
## Comportement des débutants



## Comportement des débutants

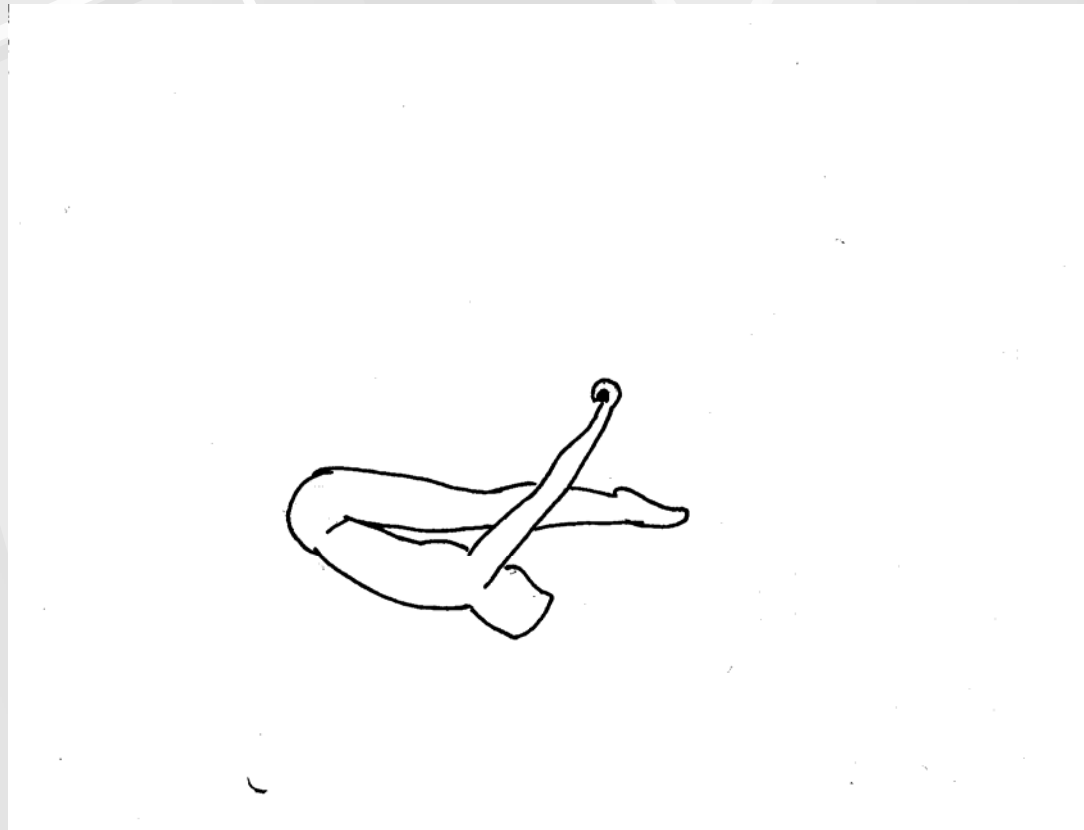


## Comportement des débutants

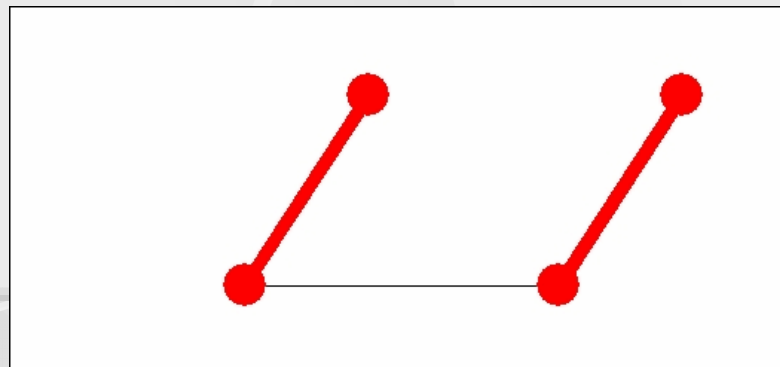




## Comportement des débutants



## Comportement des débutants



Influence des modes de coordination préexistants sur le comportement dans une tâche nouvelle



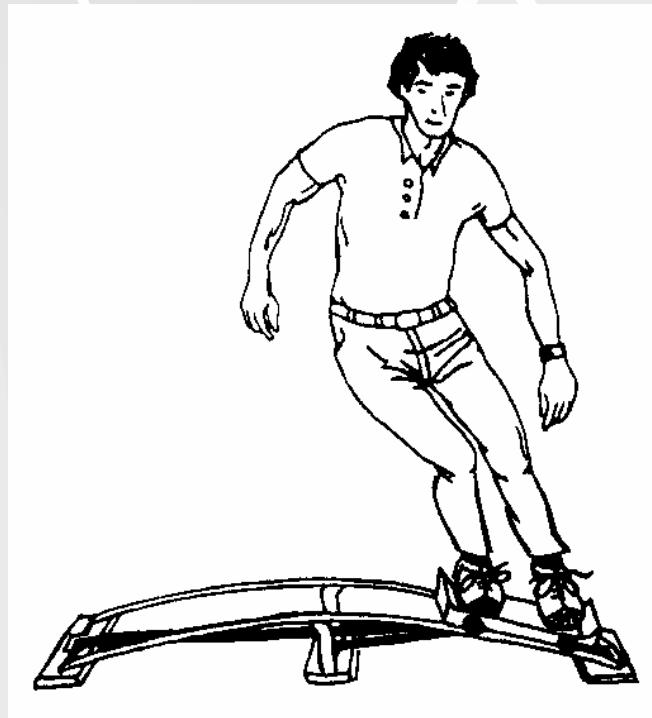
Lancer en opposition



Lancer à l'amble

Beaubrun & Judey (2001)

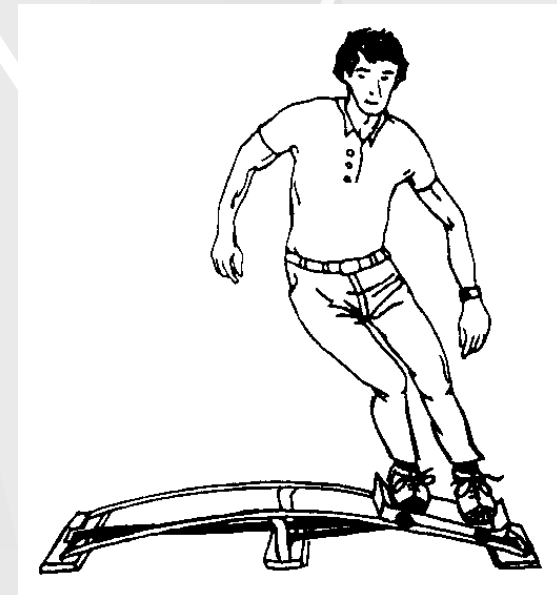
Comment passe-t-on du comportement débutant  
au comportement expert?



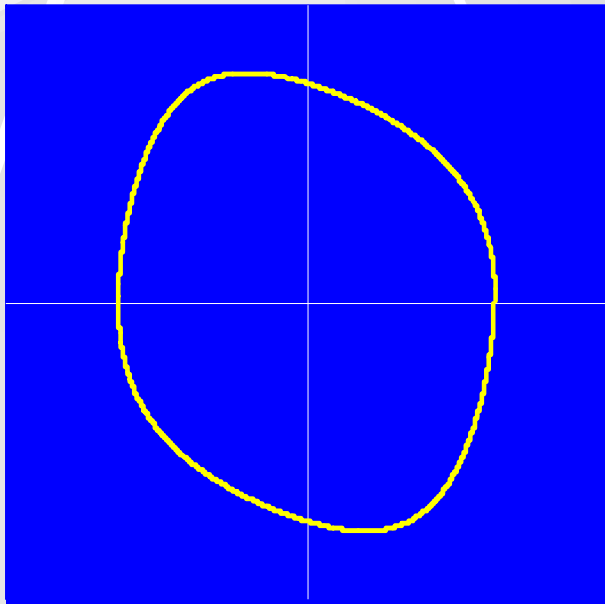
**Simulateur de ski  
(d'après Whiting, Vogt & Vereijken, 1992)**

## Apprentissage sur simulateur de ski

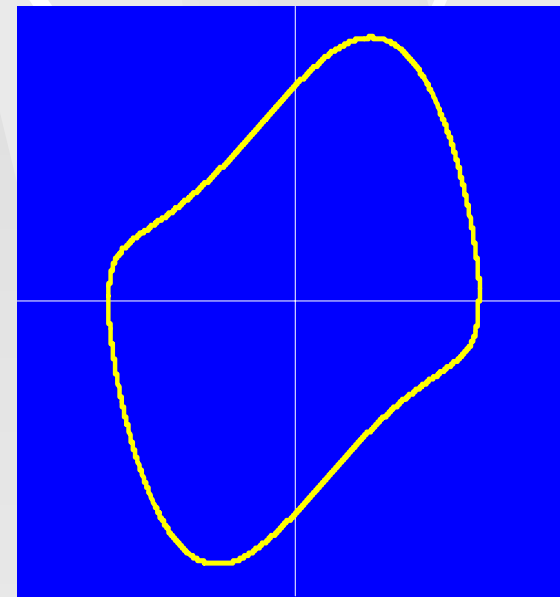
- 5 sujets débutants
- 13 semaines de pratique
- 3 sessions par semaine
- 10 essais de 1 minute par session
- Soit un total de 390 essais



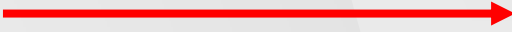
## Deux types d'oscillateurs



Rayleigh



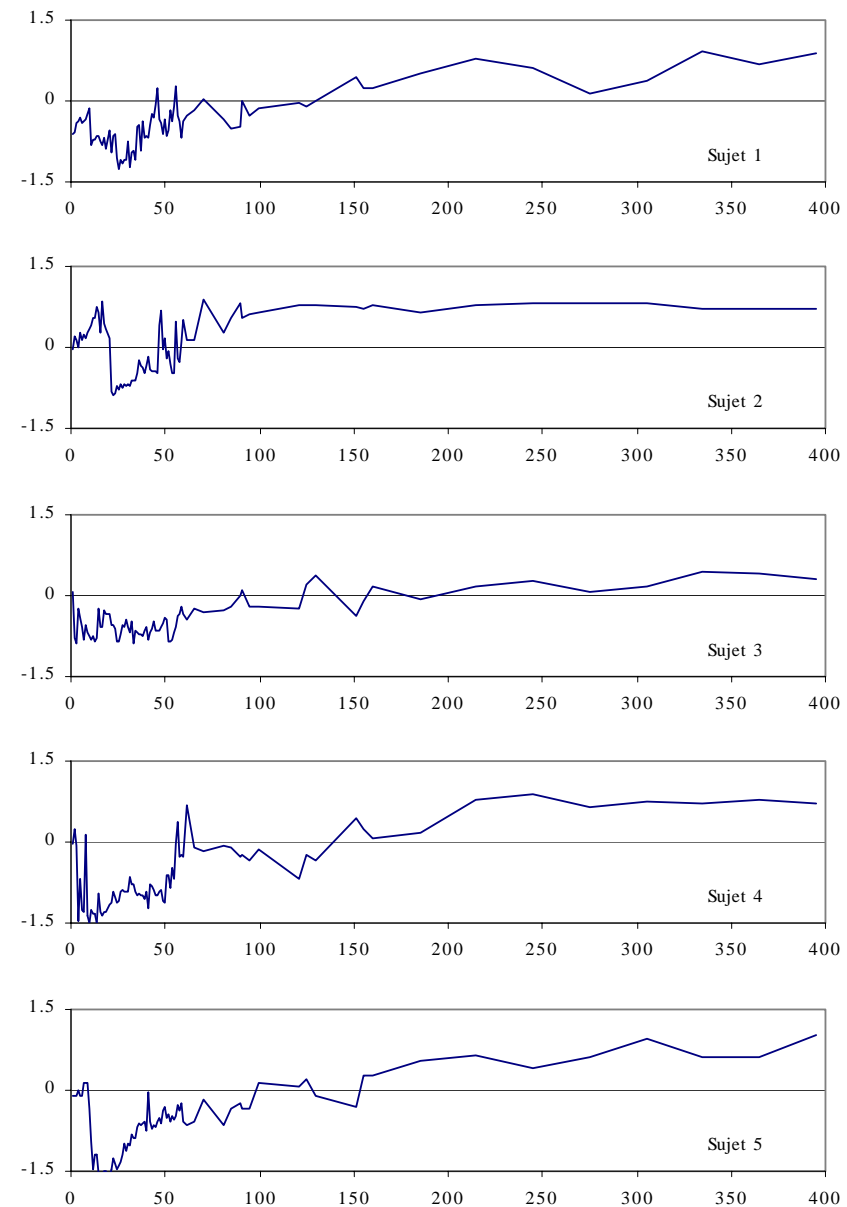
Van der Pol

Débutant  Expert

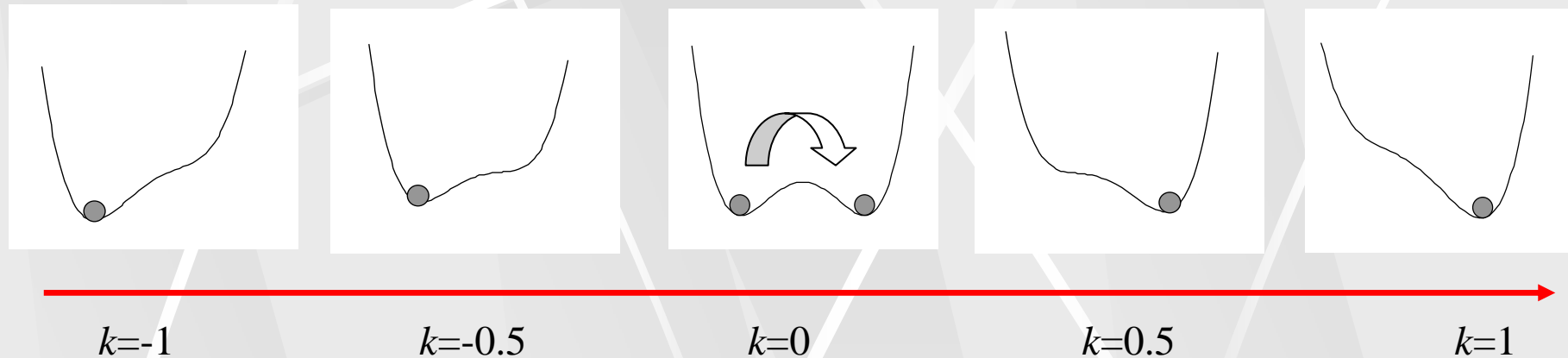
Evolution du comportement  
d'amortissement

Les valeurs négatives  
renvoient à un comportement  
débutant

Les valeurs positives  
renvoient à l'adoption du  
comportement expert



## L'apprentissage comme bifurcation *saddle-node*



Evolution de la fonction potentiel  $[V(x) = ax^4 + bx^2 + kx]$  durant une bifurcation *saddle-node*.

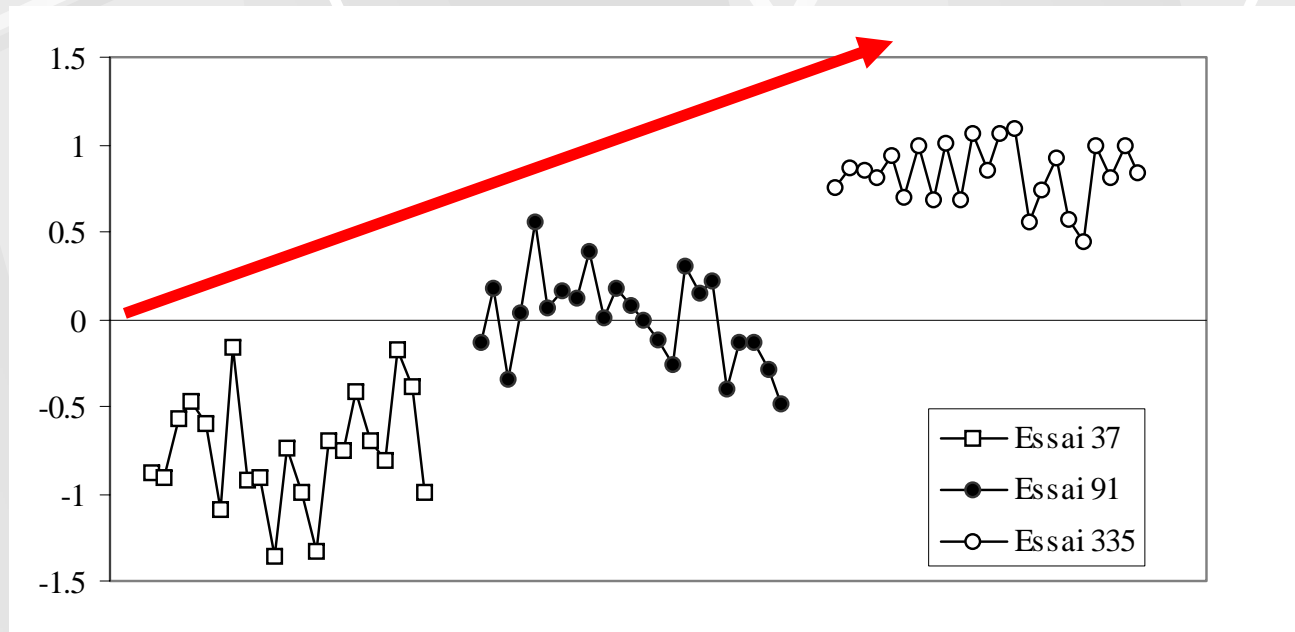
La flèche indique la direction de l'évolution du paramètre de contrôle  $k$ .



## Evolution cycle-à-cycle de l'amortissement dans trois essais caractéristiques

Van der Pol

Rayleigh

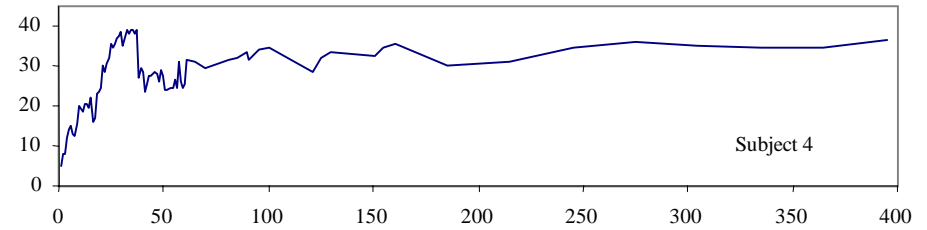


Comportement  
débutant

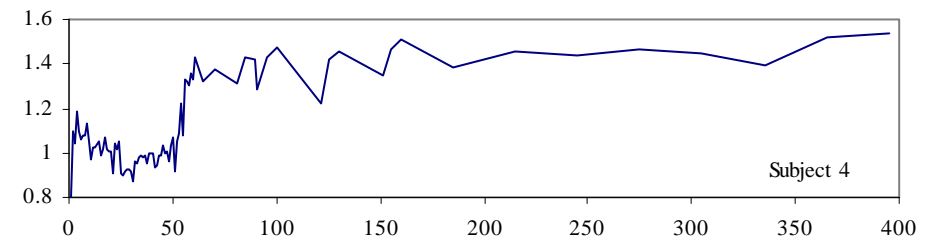
Transition

Comportement  
expert

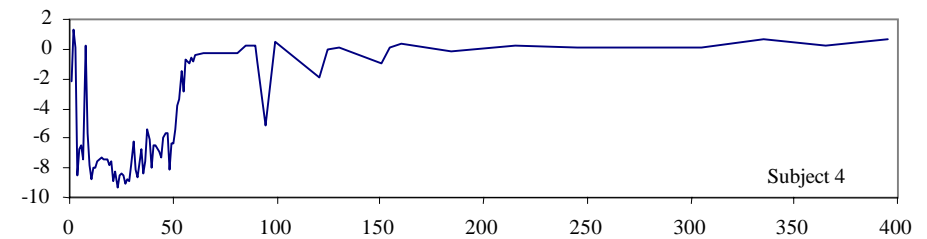
Amplitude



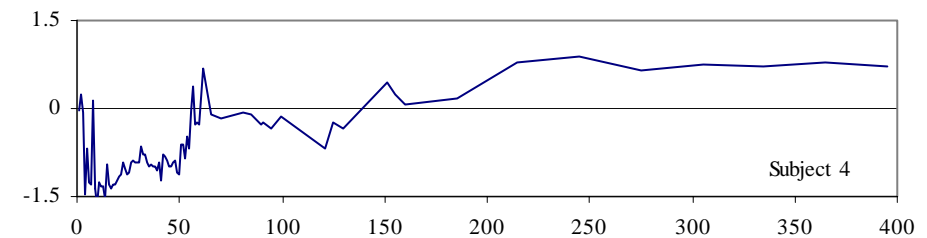
Fréquence



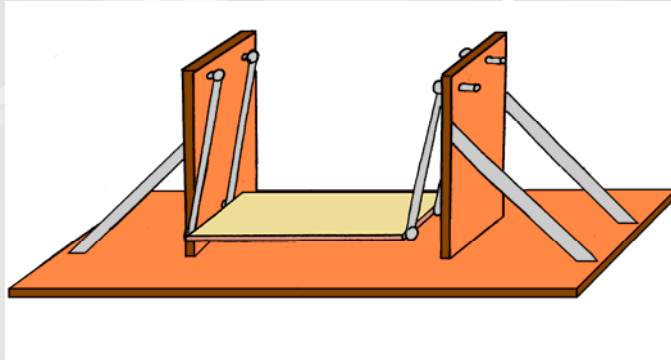
Raideur



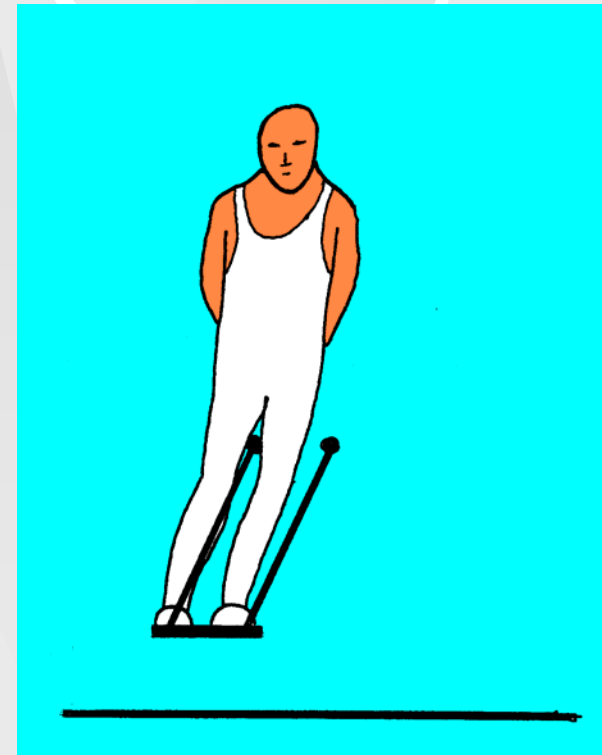
Amortissement



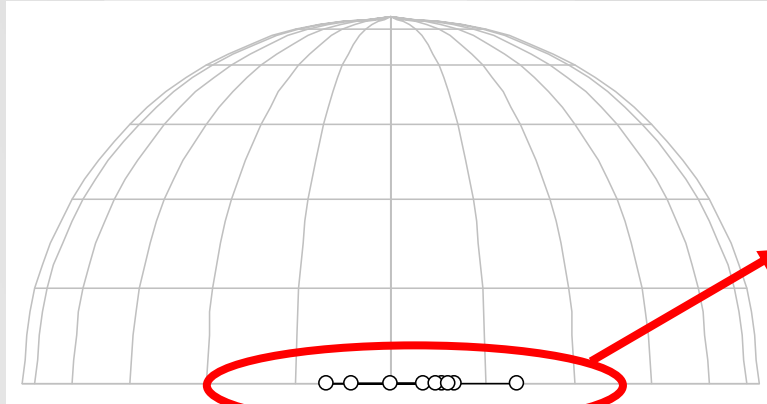
## Transition du comportement débutant au comportement expert



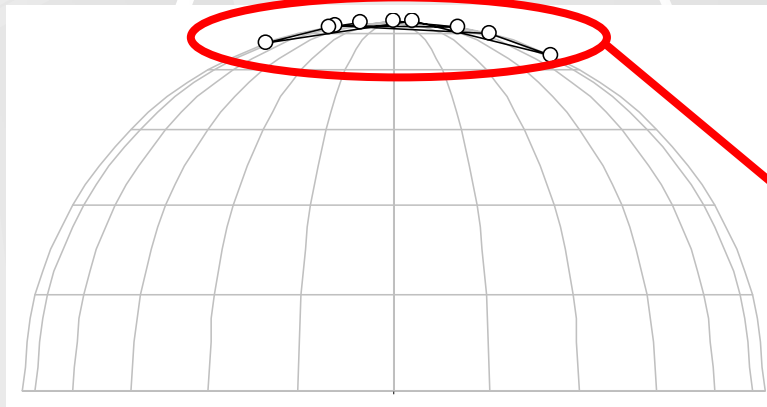
- Balançoire expérimentale
- Oscillations latérales
- 10 sujets
- 10 sessions de 10 essais



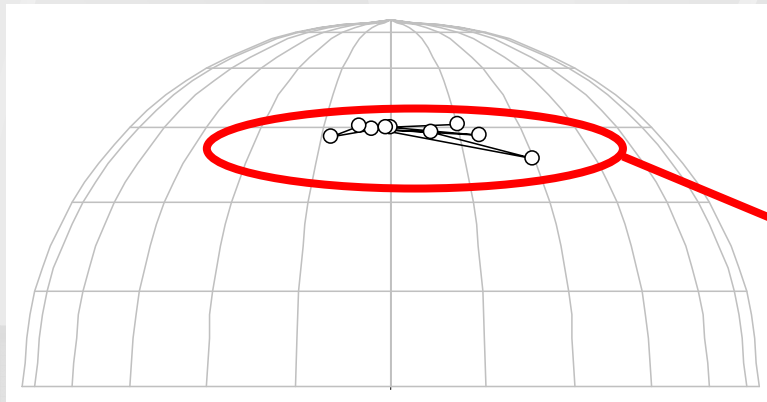
### 3.5. La dynamique des coordinations



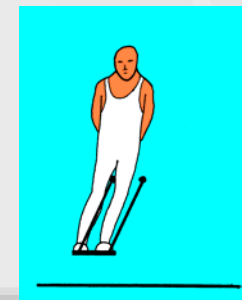
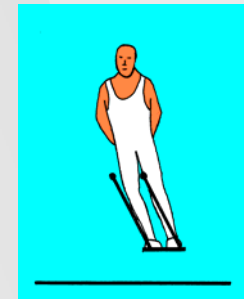
Forçage au point de revirement gauche



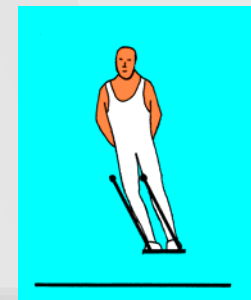
Forçage au point de revirement droit

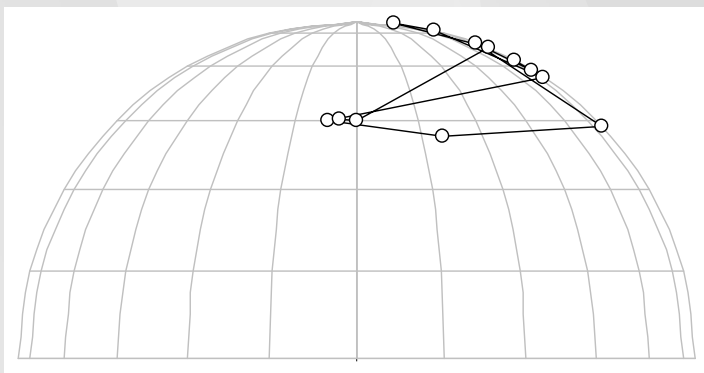


Double forçage gauche/droit

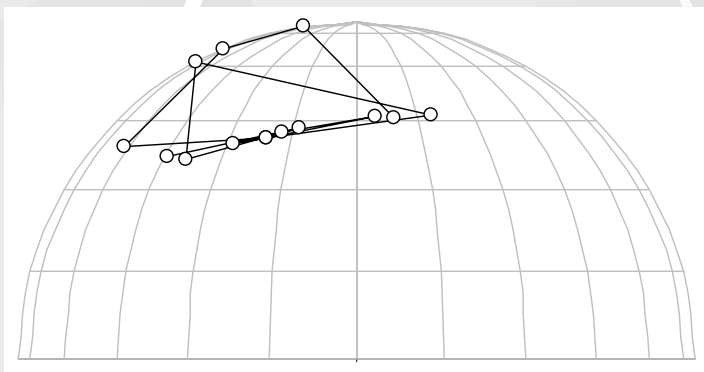
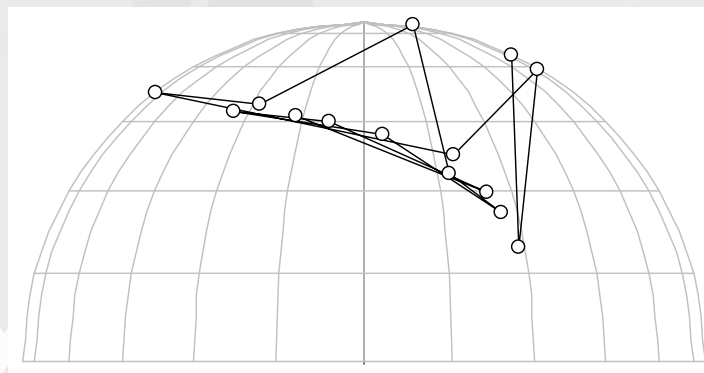


+

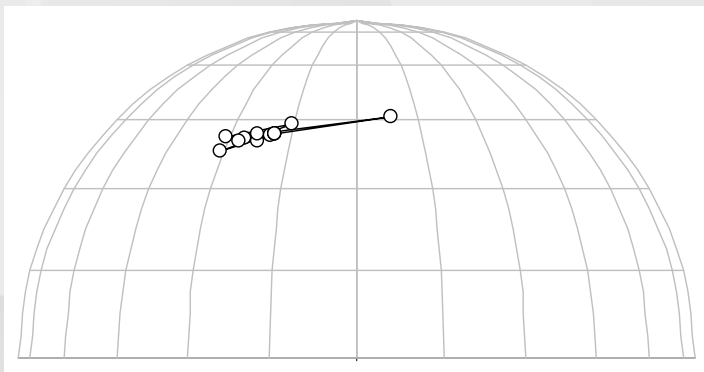
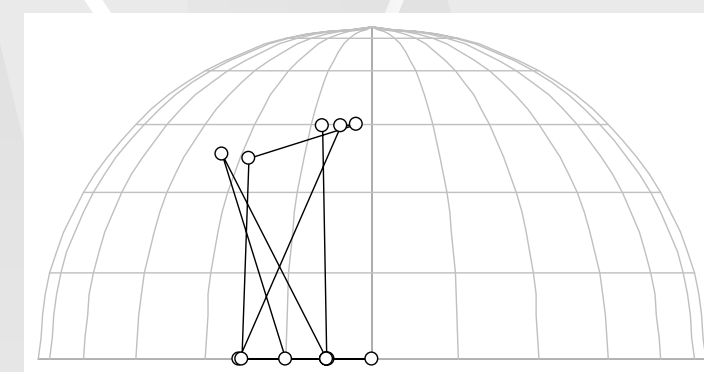




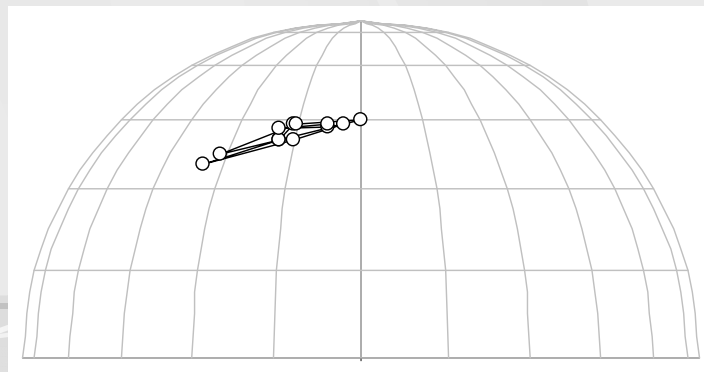
Session 1



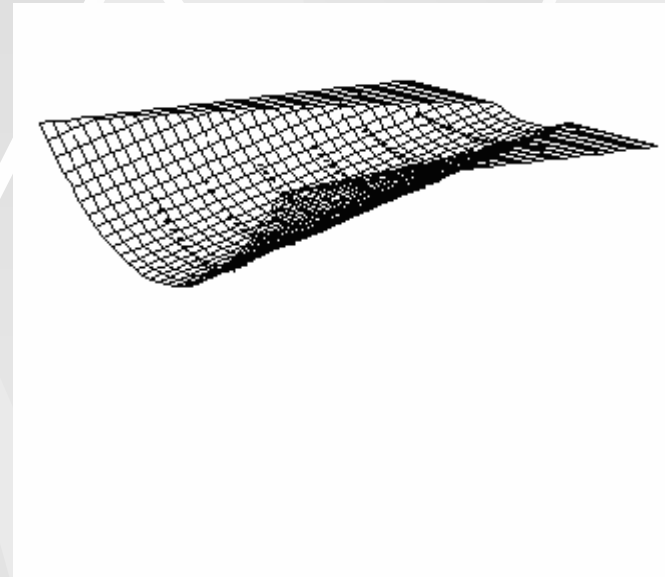
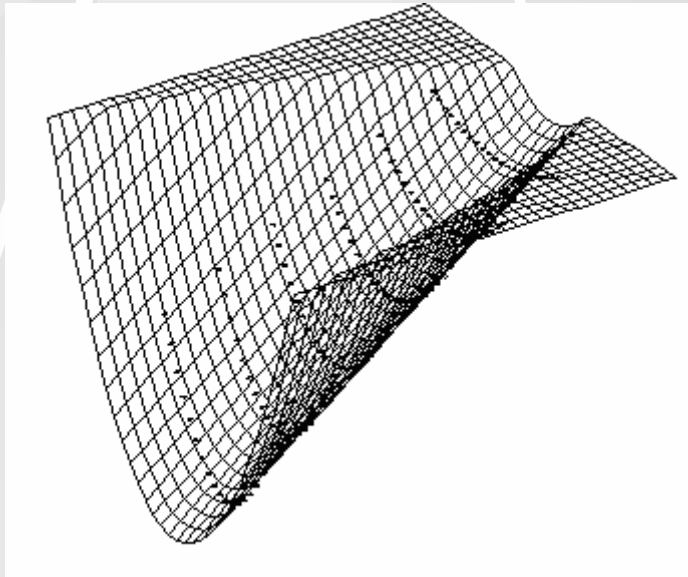
Session 5



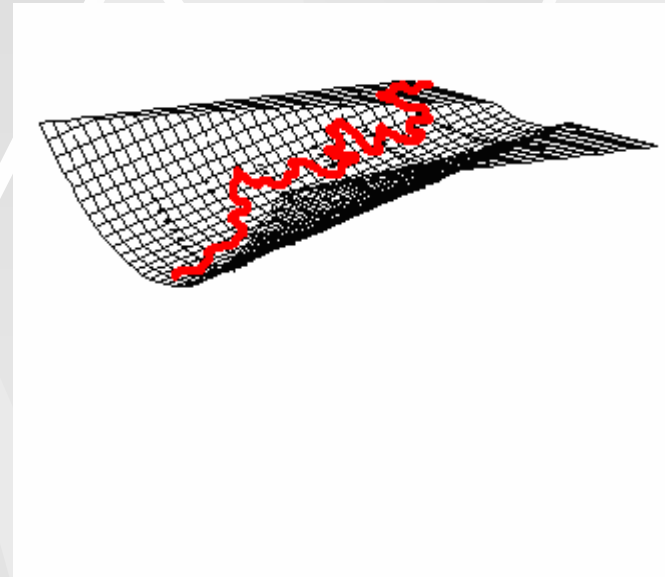
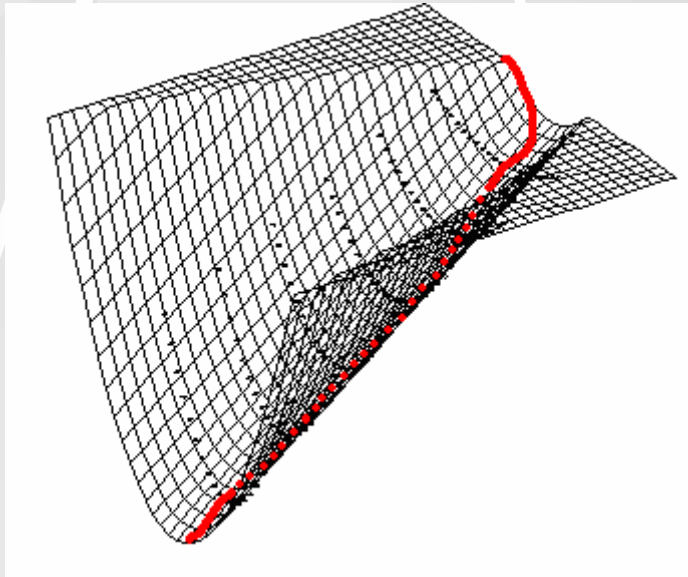
Session 10



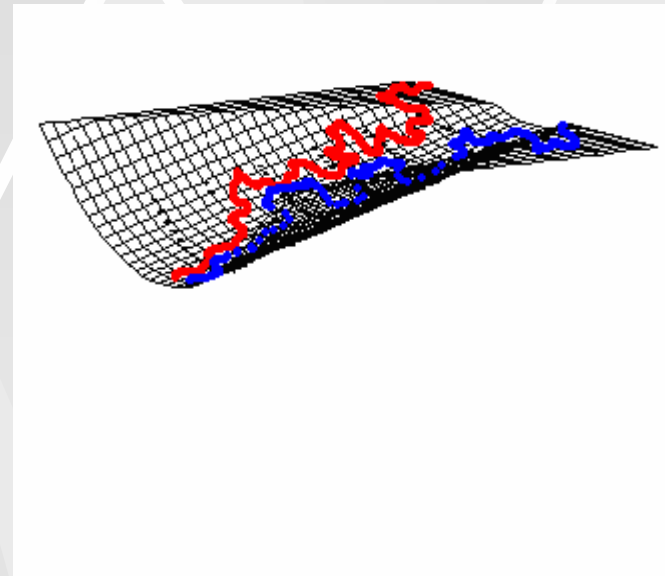
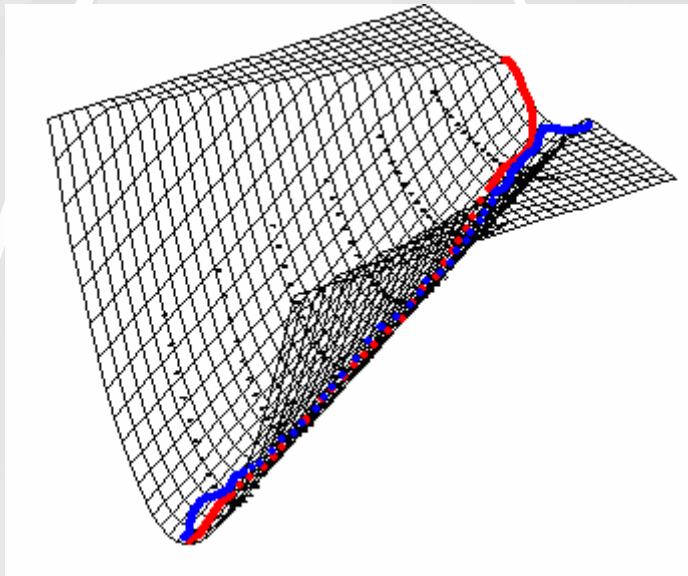
## Dynamique intrinsèque et stratégies de recherche



## Dynamique intrinsèque et stratégies de recherche



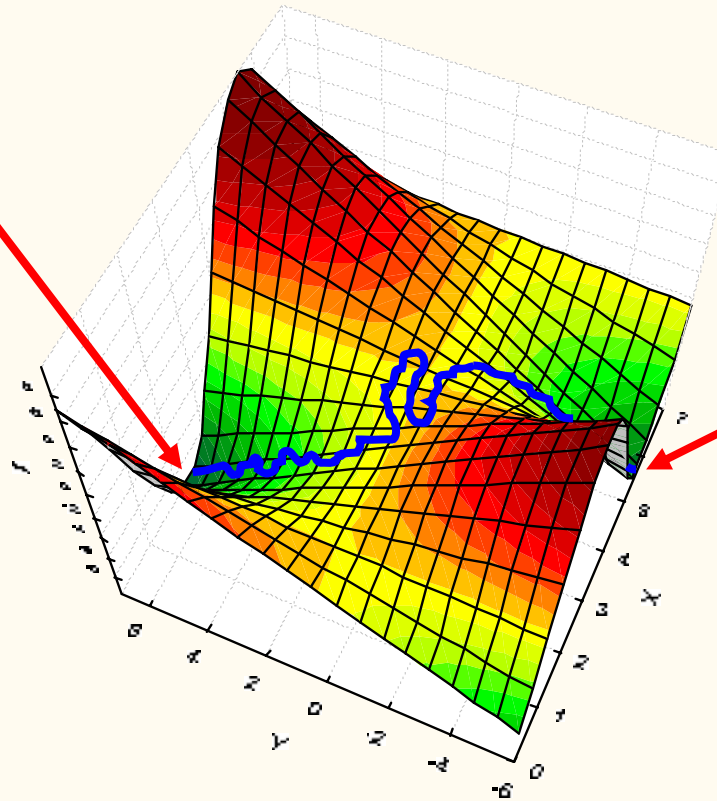
## Dynamique intrinsèque et stratégies de recherche





## Les apprentissages avec transition

Attracteur spontané



Attracteur nouveau

## Plan du cours

### Introduction : définitions

1. L'approche cognitive
2. L'approche dynamique
3. L'approche écologique
4. Apprentissage et efficience
5. Apprentissage et conditions d'apprentissage
6. Apprentissage et connaissances

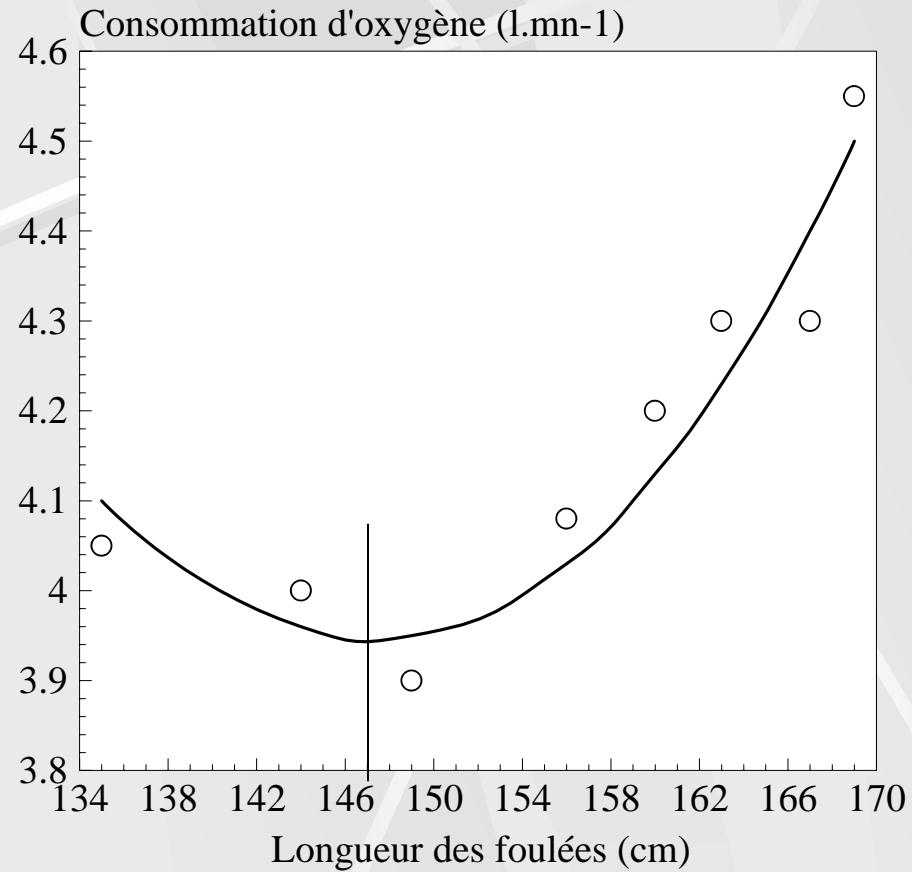
## 4. Apprentissage et efficience

### 4.1. Régimes optimaux de travail

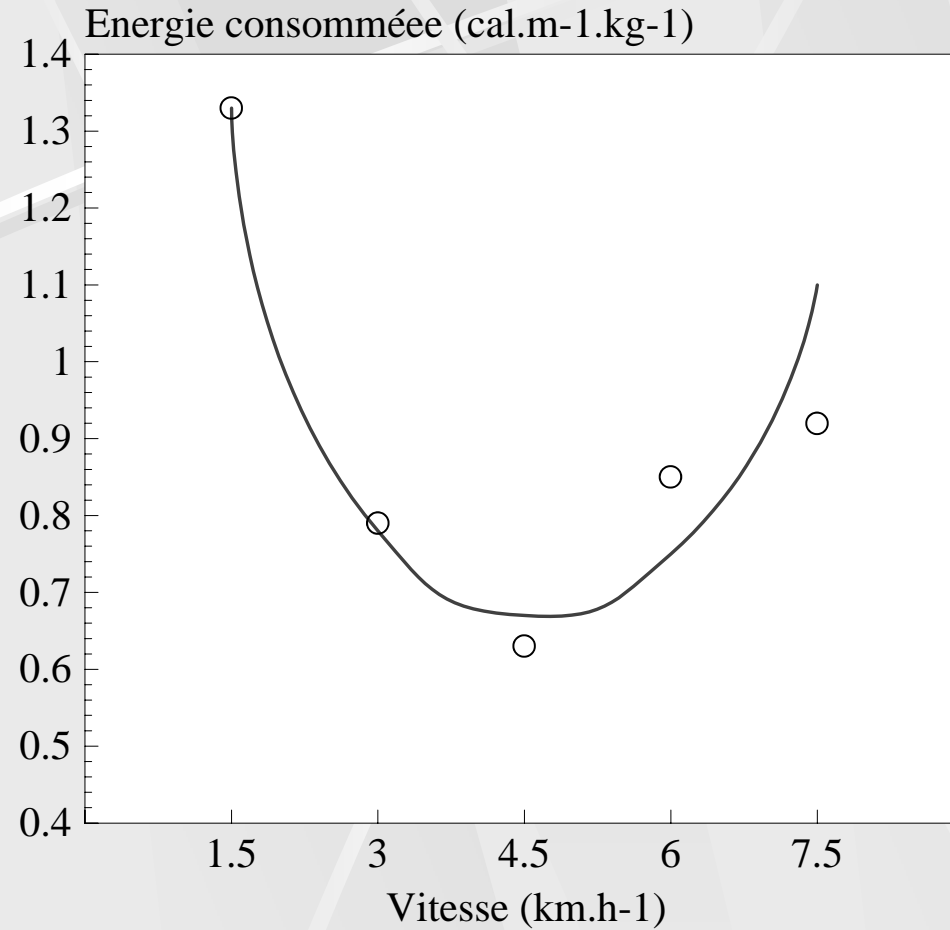
### 4.2. Apprentissage et optimisation

### 4.3. Stabilité et efficience

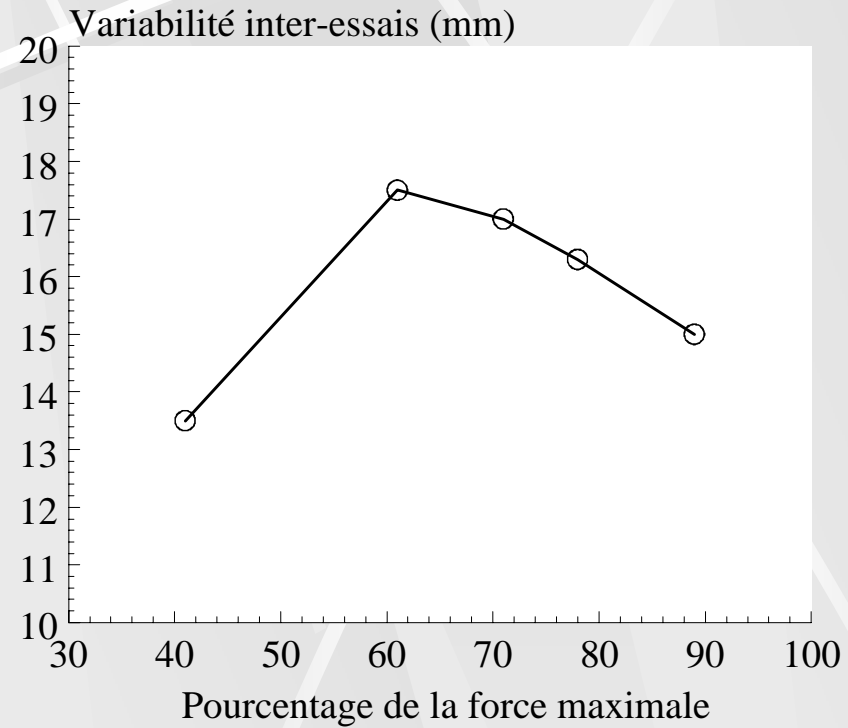
#### 4.1. Régimes optimaux de travail



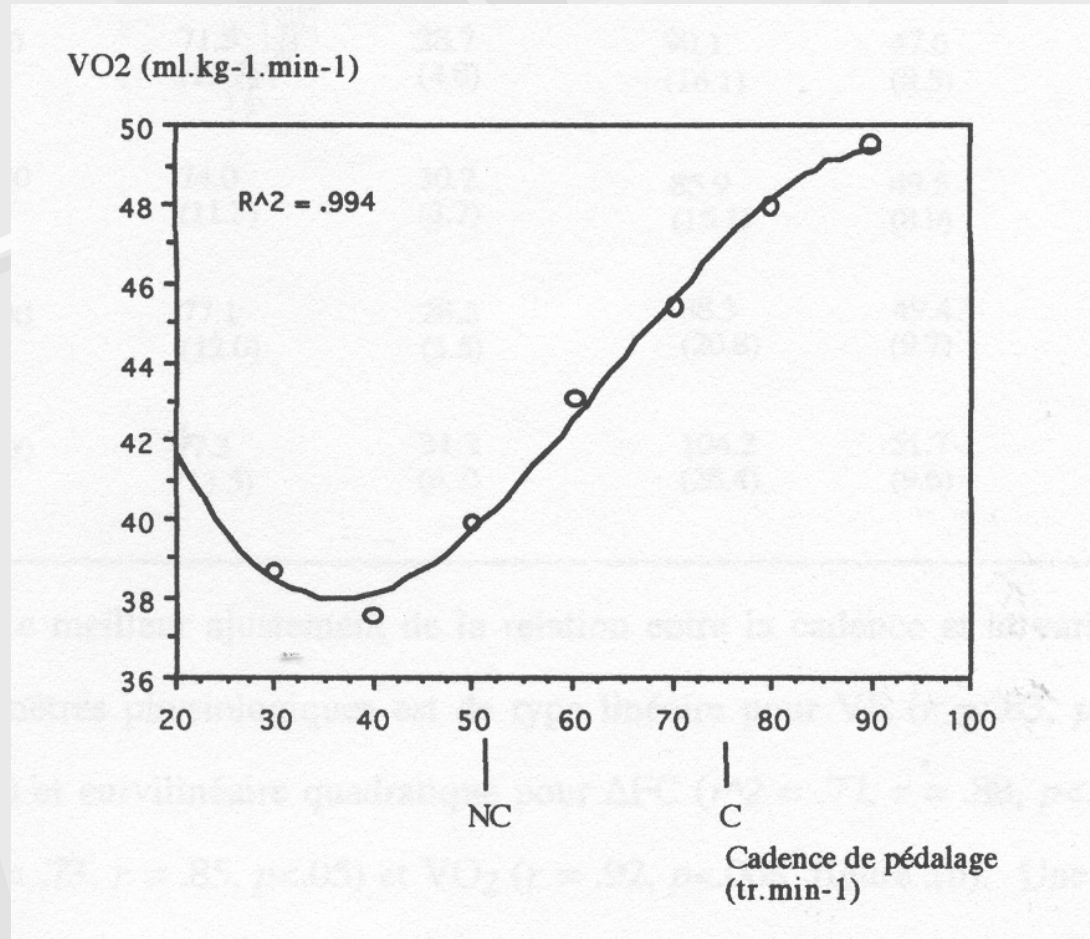
Consommation d'oxygène en fonction de la longueur des foulées lors d'une course à 16 km/h. Le trait vertical indique l'amplitude spontanément adoptée par les sujets (d'après Hogberg, 1952).



Relation entre le coût énergétique de la marche et la vitesse de déplacement  
(données d'après Ralston, 1958)

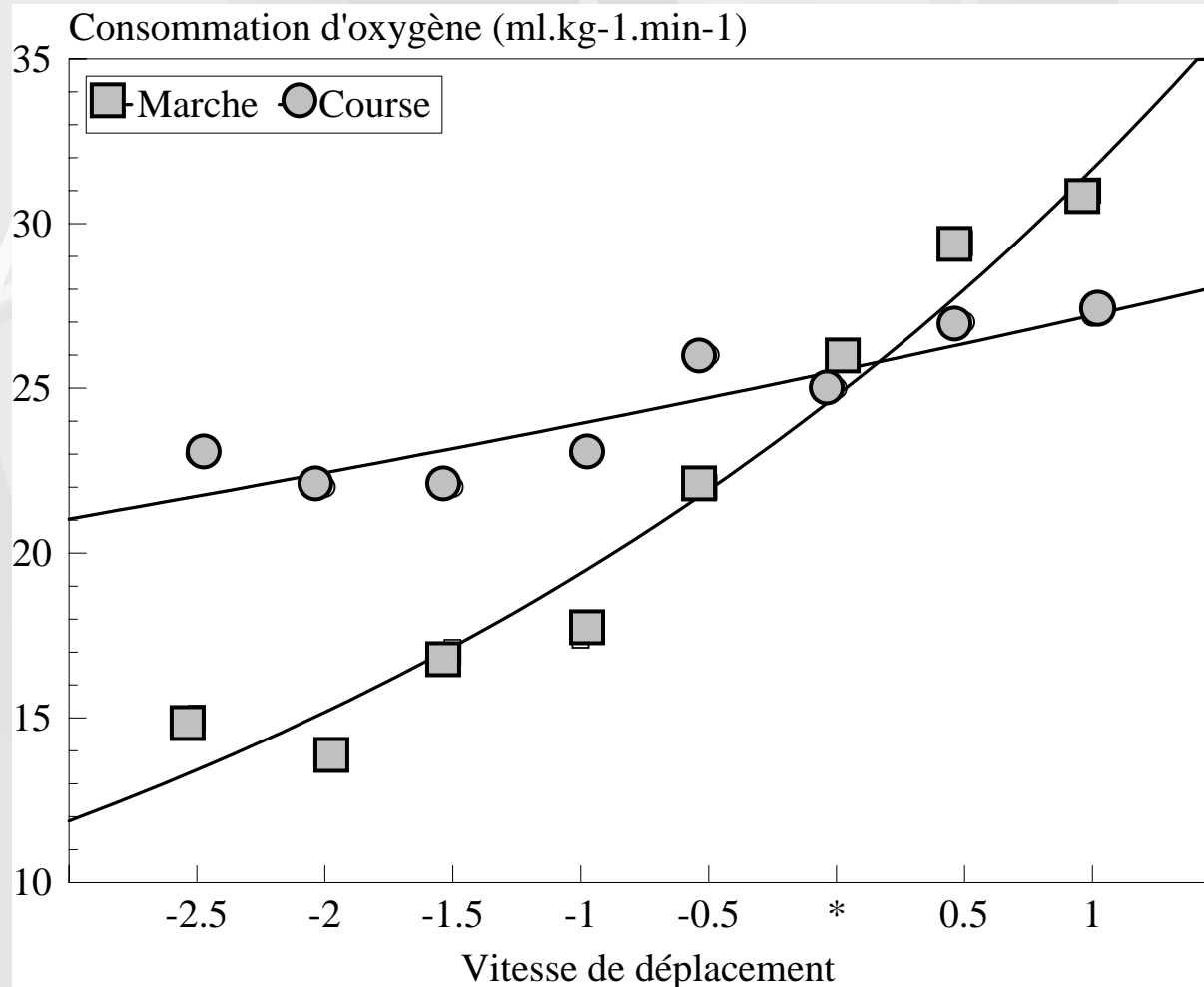


Erreur spatiale (exprimée par la variabilité inter-essais), en fonction de l'intensité de la force exercée (exprimée en pourcentage de la force maximale), dans une tâche de pointage à un degré de liberté (données d'après Schmidt & Sherwood, 1982).



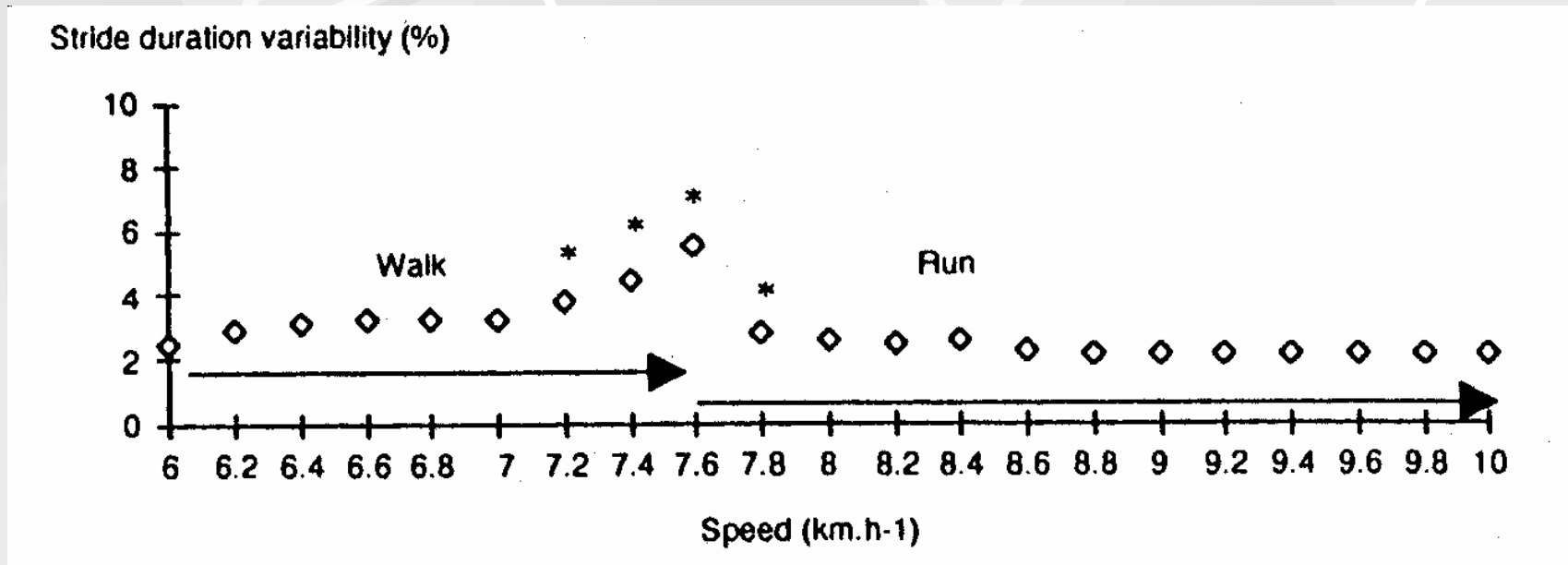
Relation entre fréquence de pédalage et coût énergétique,  
dans une tâche de pédalage à 50% e PMA.

Fréquences préférées: cyclistes (C) et non-cyclistes (NC)  
(Arcelin, 1999)

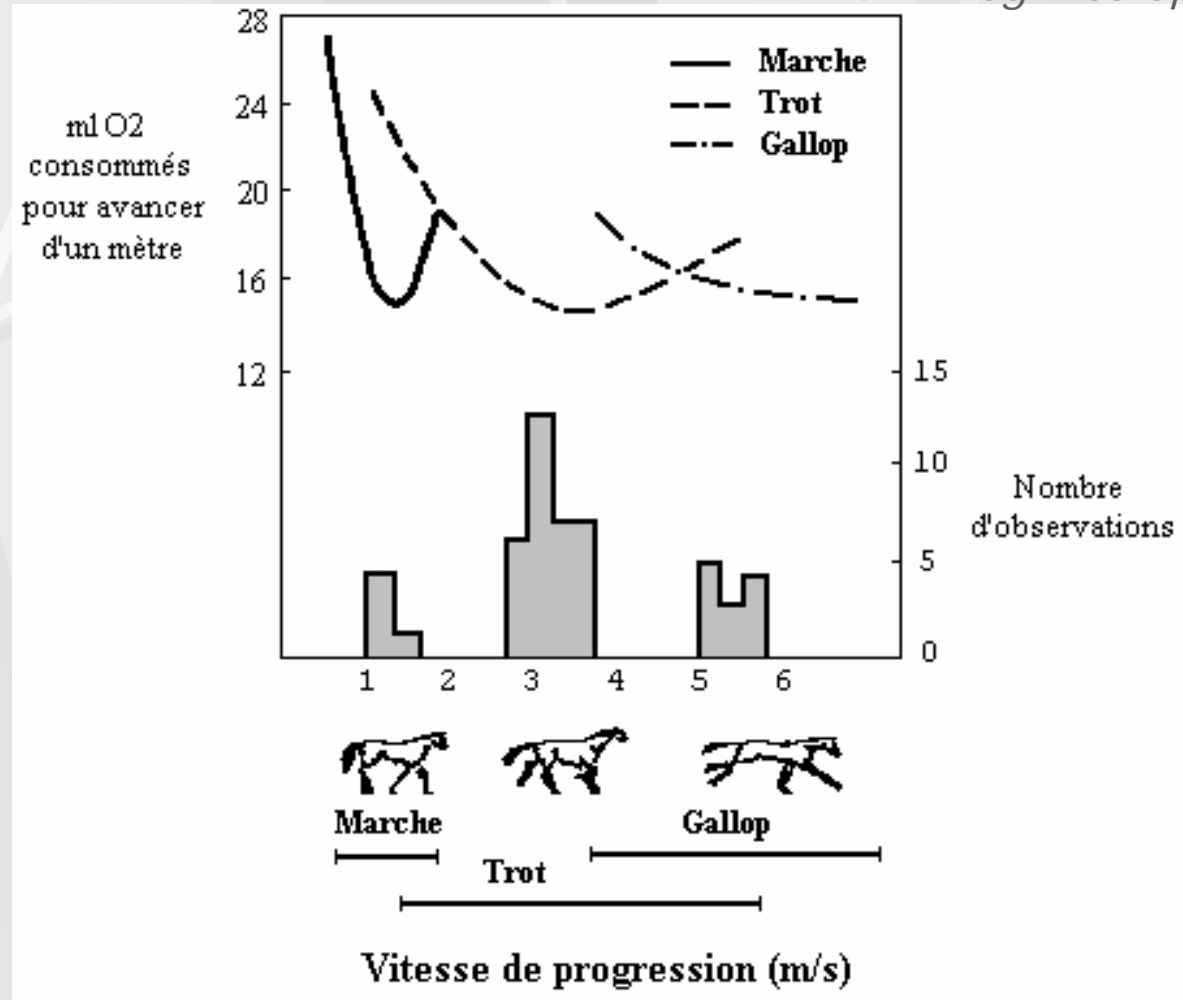


Consommation d'oxygène lors de la marche et de la course. L'étoile indique le palier où en moyenne les sujets sont passé de la marche à la course, dans une condition leur laissant le libre choix de l'allure.

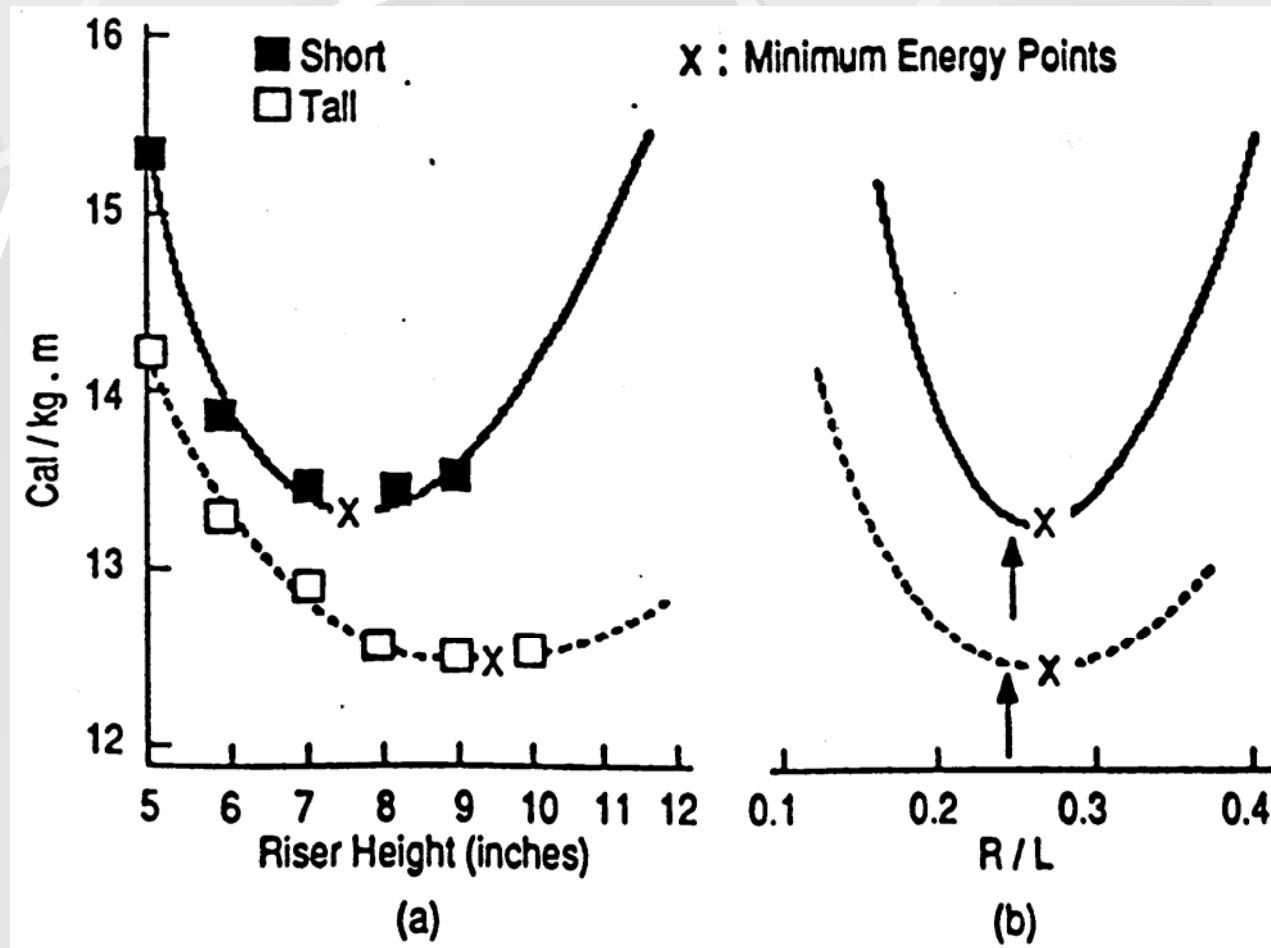




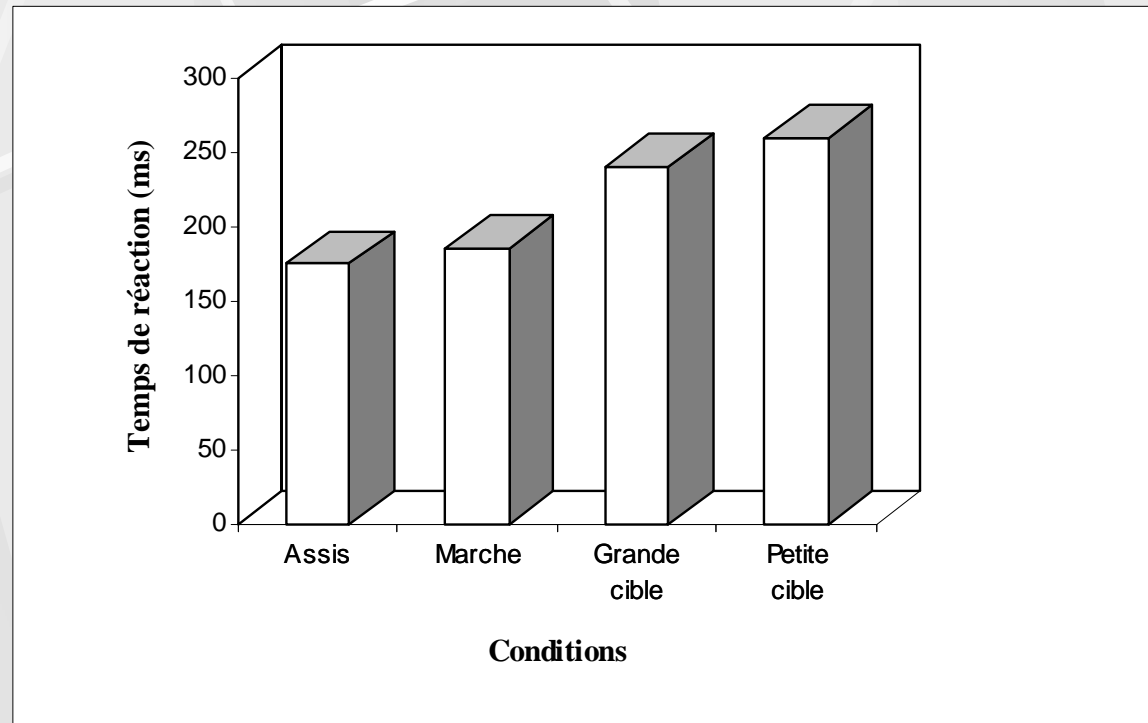
Variabilité de la durée du pas, en fonction de la vitesse de déplacement, lors d'un protocole d'incrémentation progressive de la vitesse. Une transition marche-course apparaît entre 7.6 et 7.8 km/h (Brisswalter & Mottet, 1996)



Profils métaboliques des principaux modes de locomotion chez le cheval,  
et fréquence d'apparition de ces différents modes  
en fonction de la vitesse de déplacement  
(d'après Hoyt & Taylor, 1981)



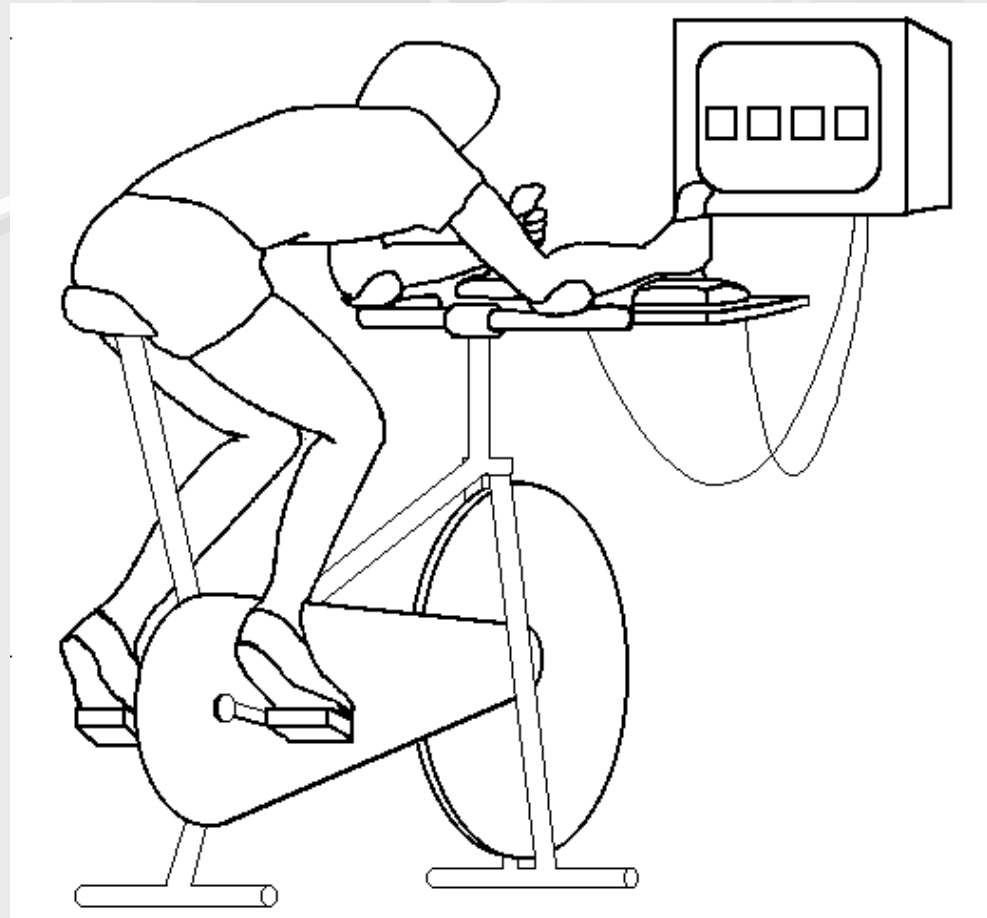
Warren (1988)



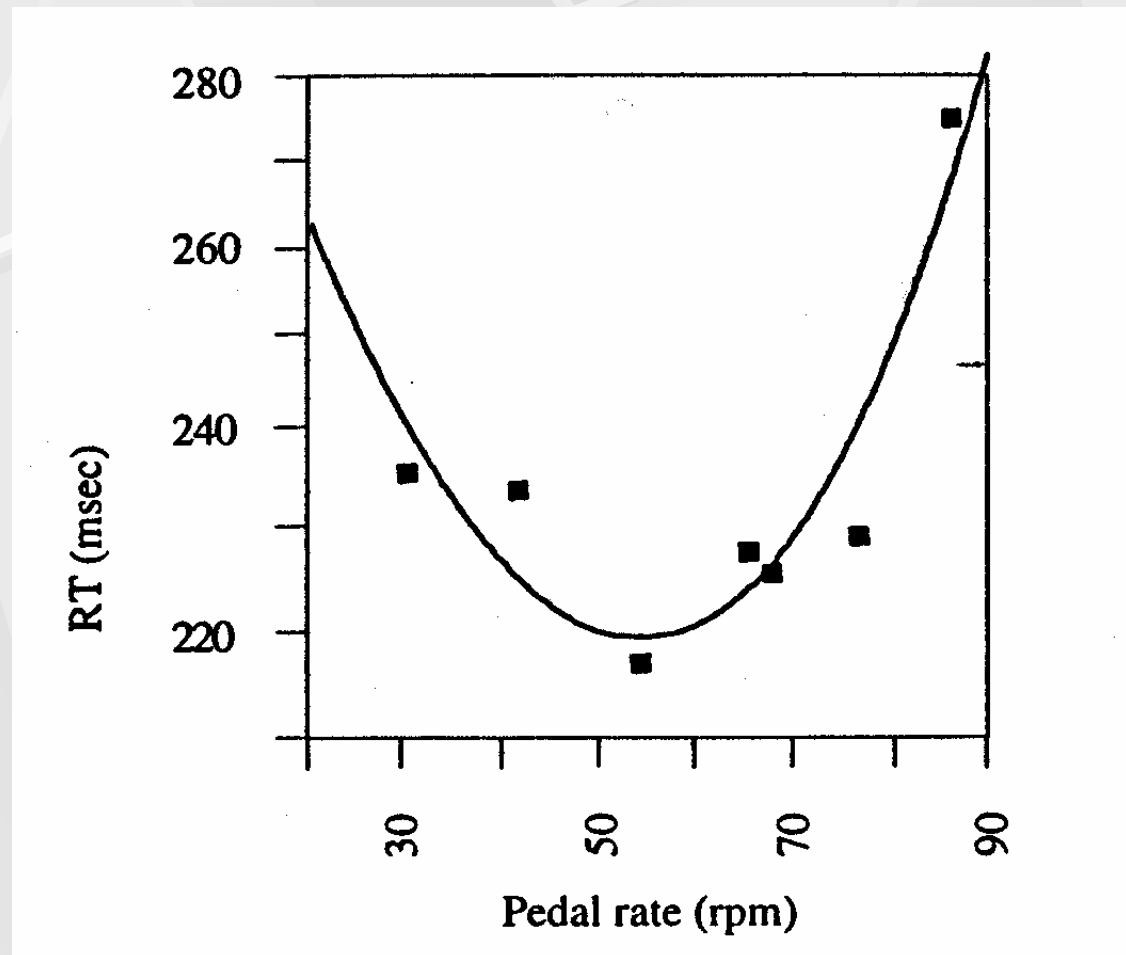
Evolution du temps de réaction, en fonction de la nature de la tâche primaire:

1. Assis
2. Marche
3. Pointage locomoteur sur grande cible
4. Pointage locomoteur sur petite cible

(d'après Bardy, 1993)



Influence de la fréquence de pédalage sur cycloergomètre sur la performance dans une tâche simultanée de temps de réaction  
(Brisswalter, Durand, Delignières & Legros, 1995)



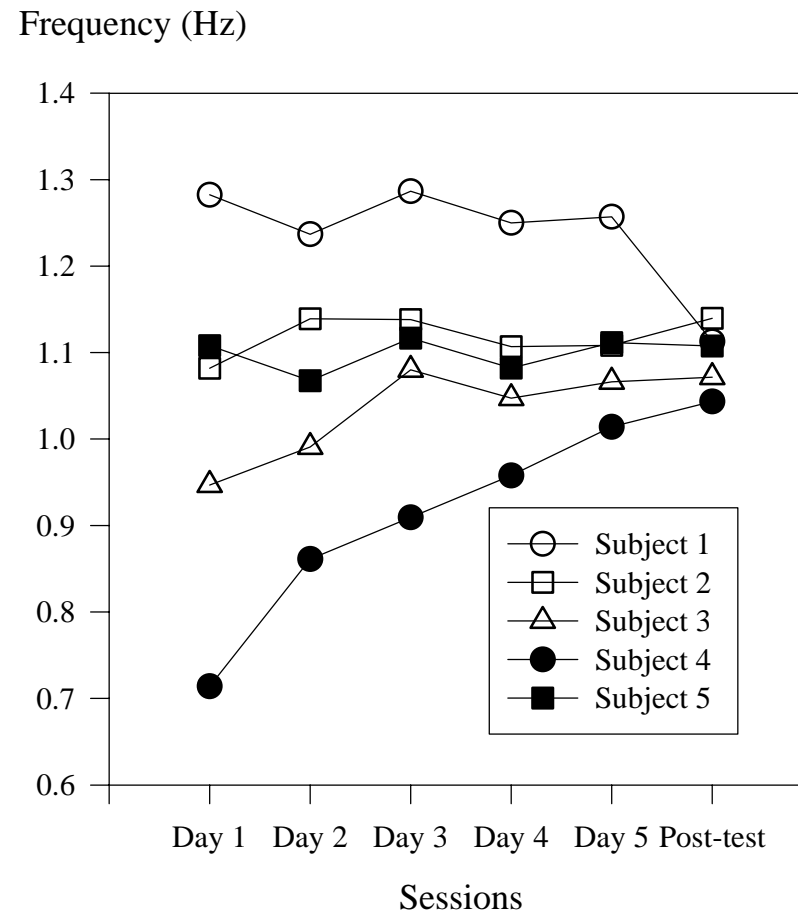
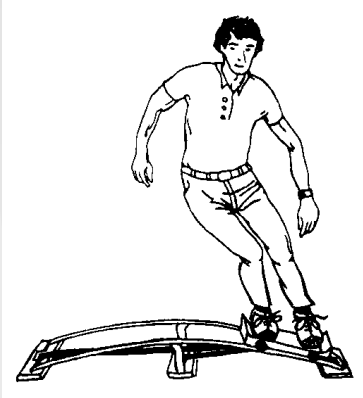
Influence de la fréquence de pédalage sur cycloergomètre sur la performance dans une tâche simultanée de temps de réaction (Brisswalter, Durand, Delignières & Legros, 1995)

## 4. Apprentissage et efficience

### 4.1. Régimes optimaux de travail

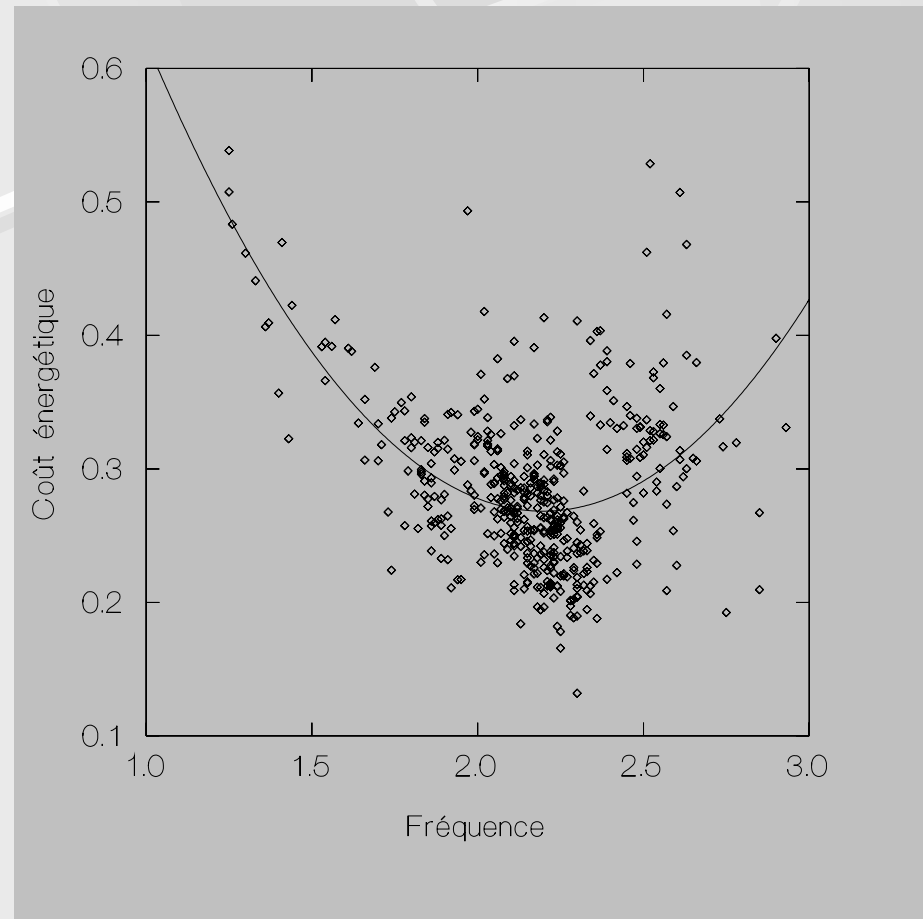
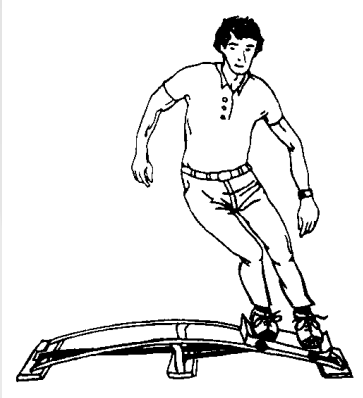
### 4.2. Apprentissage et optimisation

### 4.3. Stabilité et efficience

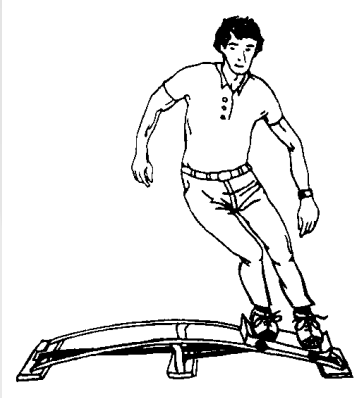


Evolution individuelle de la fréquence d'oscillation sur simulateur de ski  
(Durand, Geoffroi, Varray & Préfaut, 1994)

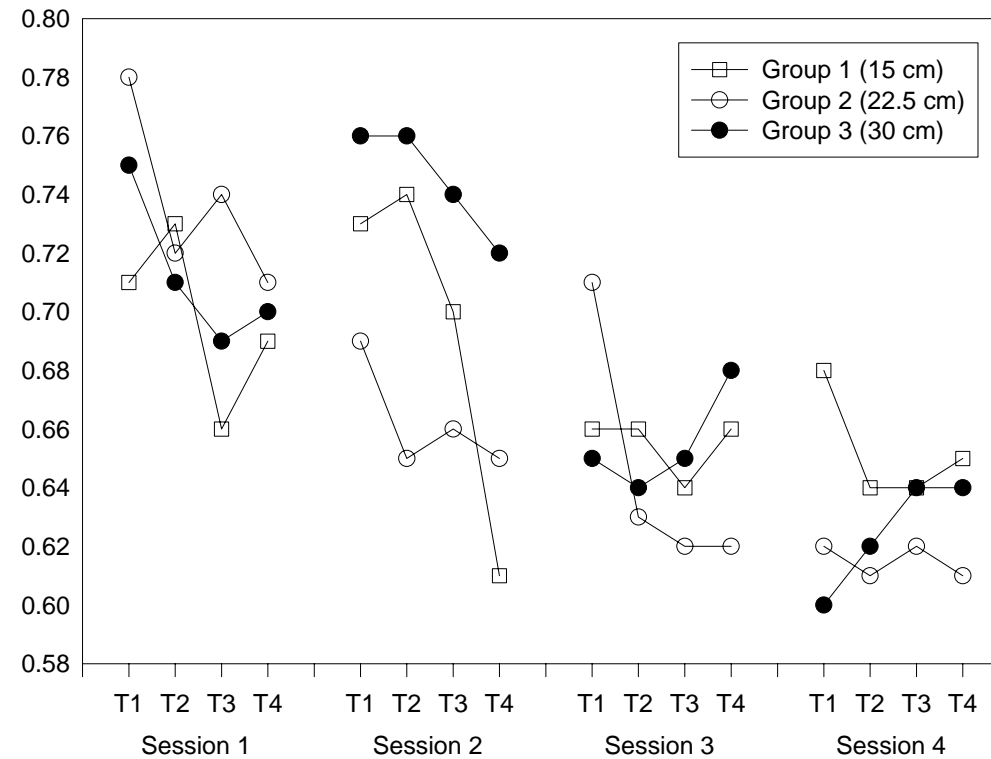




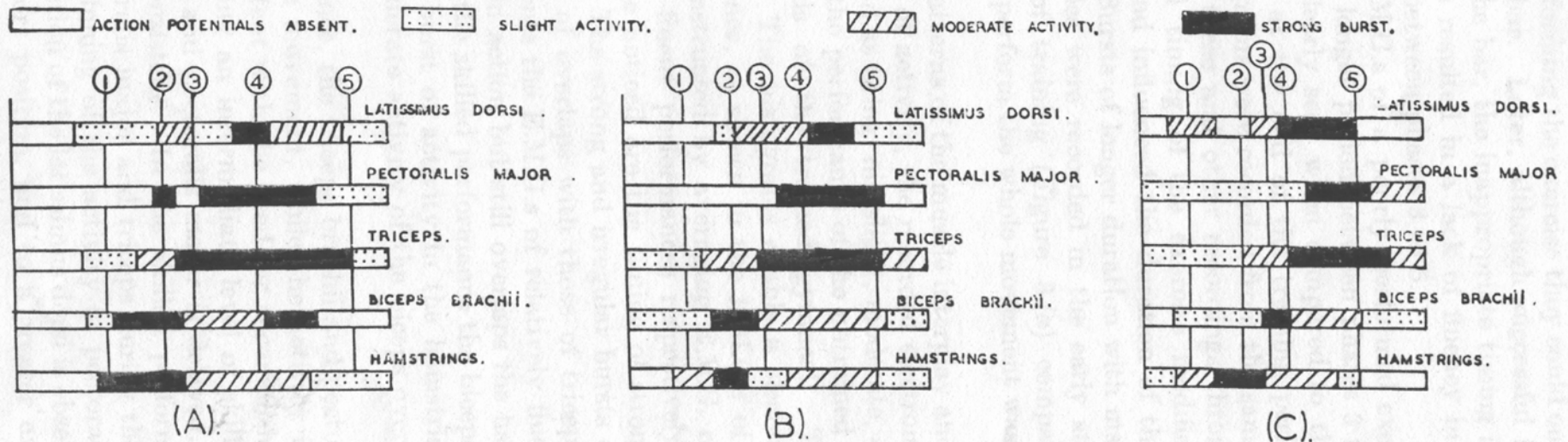
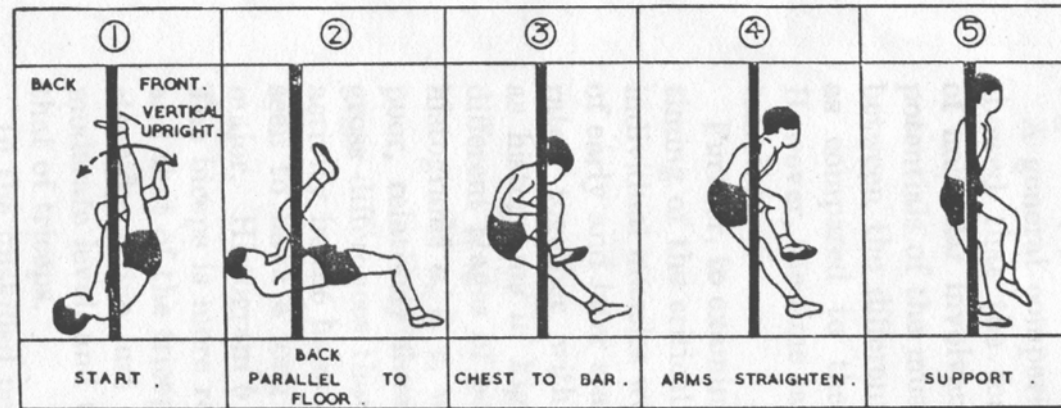
Relation entre fréquence d'oscillation et coût énergétique sur le simulateur de ski  
Delignières, Geoffroy, Nourrit & Durand (1996)



Movement Cost (ml.kg.s<sup>-1</sup>)



Evolution du coût du mouvement avec l'apprentissage  
Nourrit, Lauriot, Deschamps, Caillou & Delignières (2000)



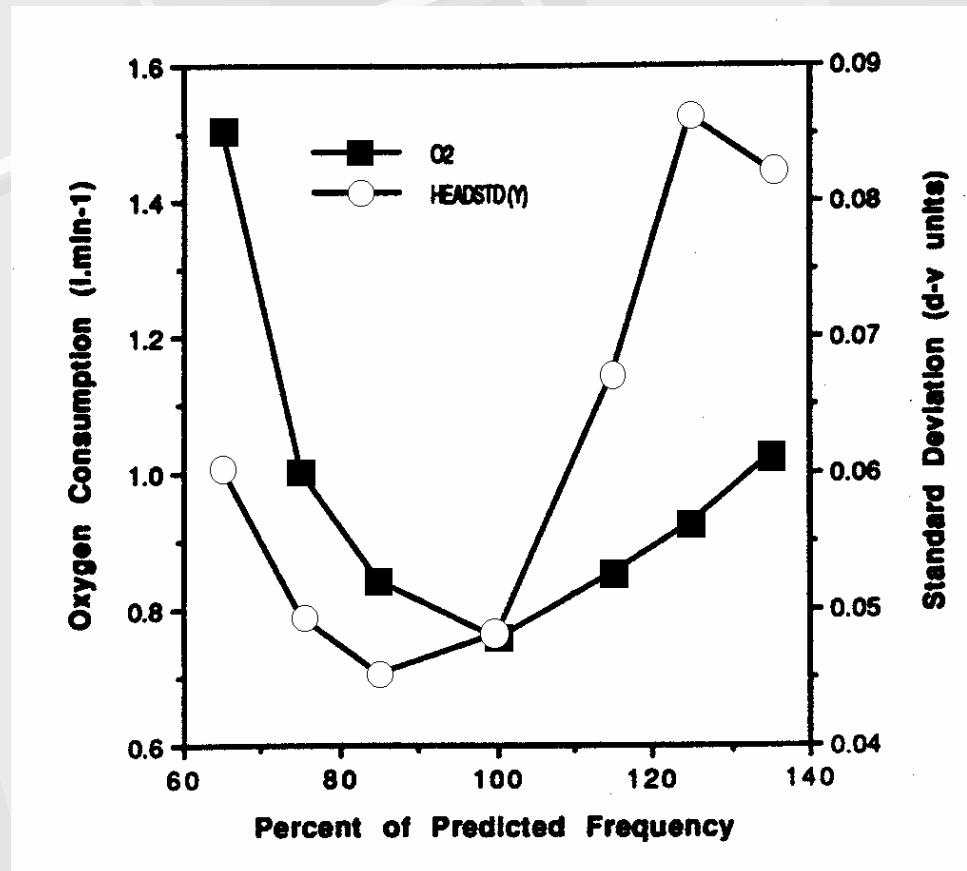
Evolution du pattern de recrutement musculaire lors de l'apprentissage  
 A gauche: en début d'apprentissage; au milieu: en fin d'apprentissage;  
 à droite: sujets experts  
 (Kamon & Gormley, 1968)

## 4. Apprentissage et efficience

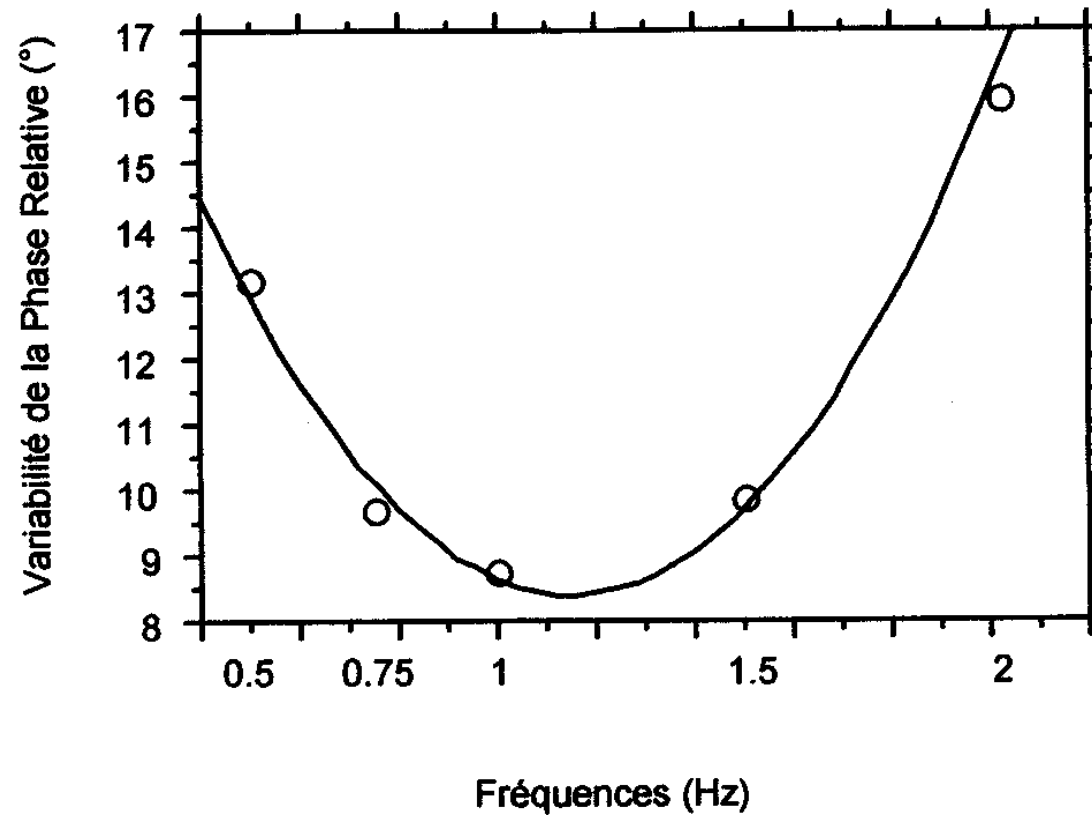
4.1. Régimes optimaux de travail

4.2. Apprentissage et optimisation

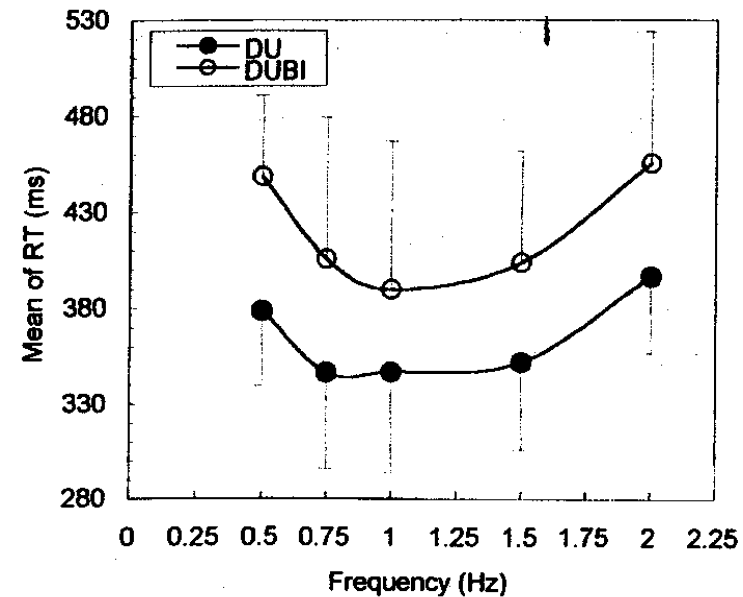
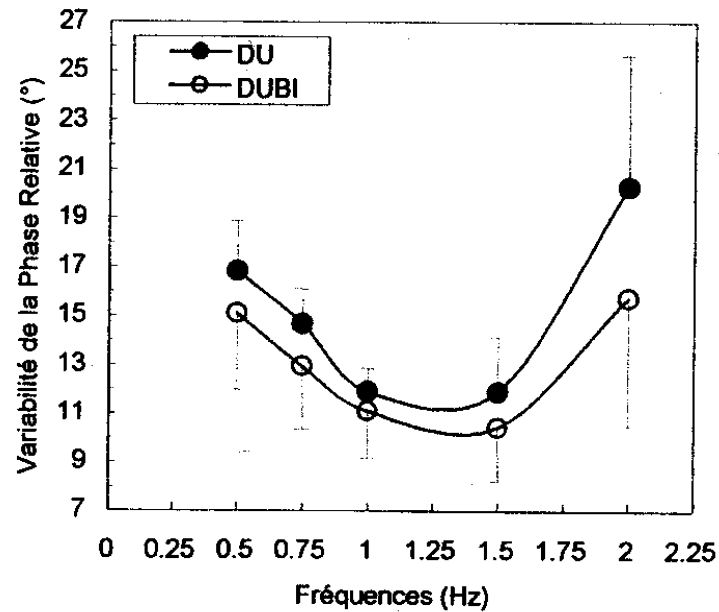
4.3. Stabilité et efficience



Consommation d'oxygène et stabilité de la tête,  
en fonction de la fréquence de marche.  
(Holt, Jeng, Ratcliffe & Hamill, 1995)



Influence de la fréquence d'oscillation sur la stabilité de la phase relative dans une tâche de coordination bi-manuelle (Monno, 2000)



Tâches de coordination bi-manuelles:  
Influence de la fréquence d'oscillation sur la stabilité de la phase relative (à gauche)  
et sur le temps de réaction dans la tâche simultanée (à droite)  
(Monno, (2000))

## Plan du cours

### Introduction : définitions

1. L'approche cognitive
2. L'approche dynamique
3. L'approche écologique
4. Apprentissage et efficience
5. Apprentissage et conditions d'apprentissage
6. Apprentissage et connaissances



## 5. Apprentissage et conditions d'apprentissage

### 5.1. Répétition, consistance et automatisisation

5.2. Difficulté de la tâche et apprentissage

5.3. La démonstration

5.4. Variabilité de la pratique

5.5. L'interférence contextuelle

5.6. Feedbacks

5.7. Adaptation de la force des attracteurs

Shiffrin et Schneider (1977) distinguent les processus contrôlés et les processus automatiques

Les processus contrôlés:

- Fonctionnent en série
- Sont contrôlés par la conscience
- Demandent de l'attention
- Demandent du temps

Les processus automatiques:

- Fonctionnent en parallèle
- Se déroulent en dehors du champ de la conscience
- Ne réclament aucun effort
- Sont extrêmement rapides

Un exemple:  
L'effet Stroop

Lisez le mot

**VERT**

**ROUGE**

**VERT**

**ROUGE**

**BLEU**

**VERT**

**BLEU**

**ROUGE**

**BLEU**

**ROUGE**

**VERT**

**BLEU**

Un exemple:

L'effet Stroop

Nommez la couleur

VERT

ROUGE

BLEU

ROUGE

BLEU

ROUGE

VERT

BLEU

BLEU

VERT

ROUGE

VERT

## Un exemple: L'effet Stroop

Lecture des mots et la désignation des couleurs sont automatiques

Par contre, la dissociation du texte et de la couleur renvoie à un processus contrôlé

Nommez la couleur

VERT

BLEU

ROUGE

BLEU

ROUGE

VERT

ROUGE

VERT

ROUGE

BLEU

VERT

BLEU

## L'expérience de Shiffrin et Schneider (1977)

- Tâche de recherche visuelle
  - Les sujets doivent détecter la présence de lettres cibles parmi un ensemble d'autres lettres (distracteurs)
  - Cibles: 1, 2 or 4 lettres

M

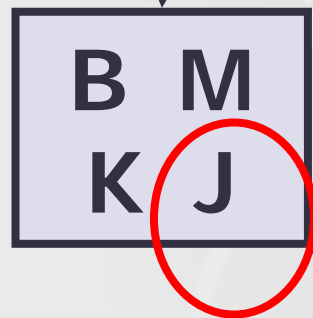
J D

G K  
S F

## Exemple: deux lettres cibles



Chaque écran est  
présenté pendant  
40 msec



Le sujet presse un bouton  
quand il détecte une cible

● Pratique variable:

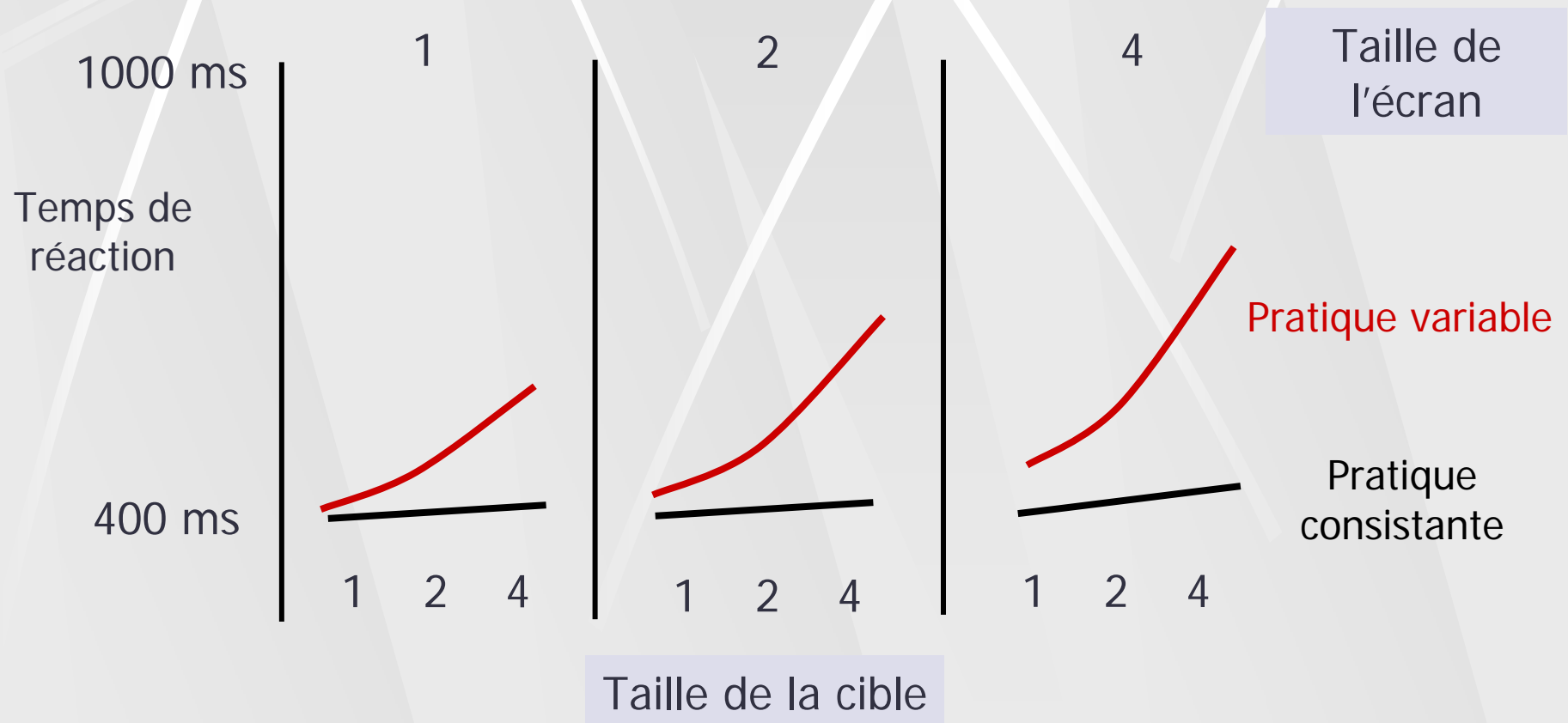
- Les lettres cibles changent à chaque essai
- Il n'y a aucune régularité dans la tâche – on doit utiliser des processus contrôlés à tout moment
- Le nombre de lettres cibles devrait avoir un effet sur la performance
- Le nombre de distracteurs devrait avoir un effet sur la performance



● Pratique consistante:

- Les lettres cibles sont identiques d'un essai à l'autre
- La tâche présente des régularités – on devrait être capables de construire des automatismes
- Le nombre de lettres cibles ou de distracteurs ne devrait pas avoir d'effet sur la performance

● Résultats après 2100 essais (sur deux semaines)



● Conclusions:

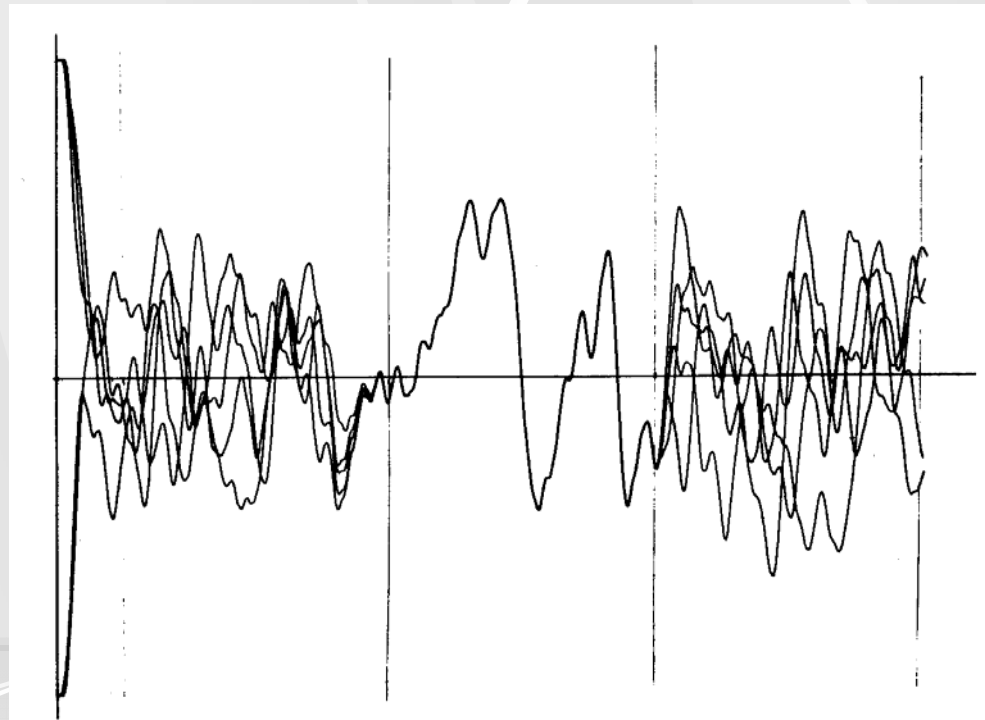
- La consistance de la tâche permet l'automatisation des processus cognitifs
- C'est la pratique, en situation consistante, qui est déterminante dans l'automatisation
- La consistance peut n'être que partielle: le degré d'automatisation est lié au degré de consistance (Camus, 1989)

## L'expérience de Pew (1974)

Les sujets doivent suivre une cible se déplaçant sur un écran

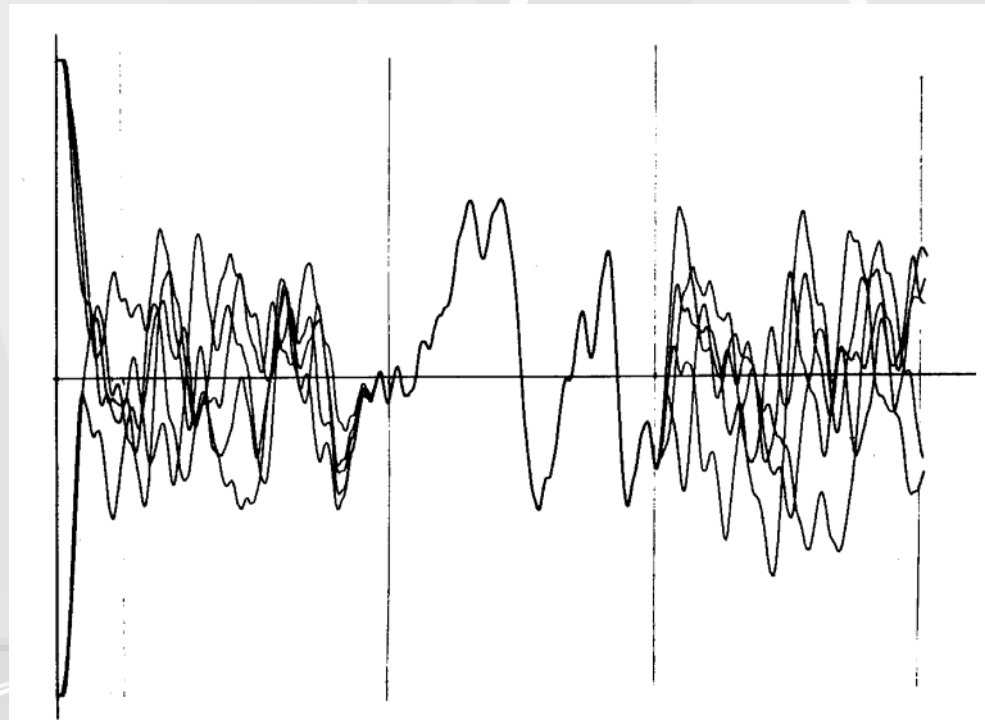
Chaque essai dure une minute

Le déplacement de la cible paraît aléatoire



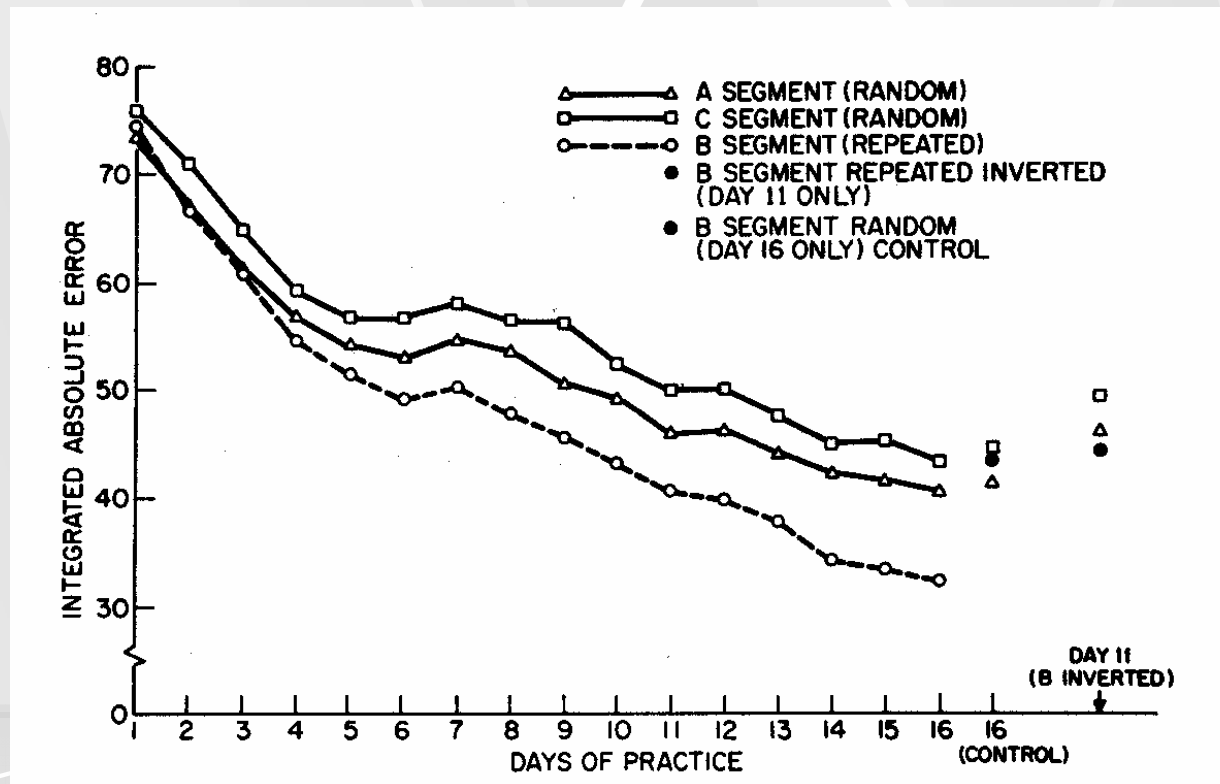
## L'expérience de Pew (1974)

Chaque essai est composé de deux segments aléatoires de 20 secondes, encadrant un segment consistant de 20 secondes



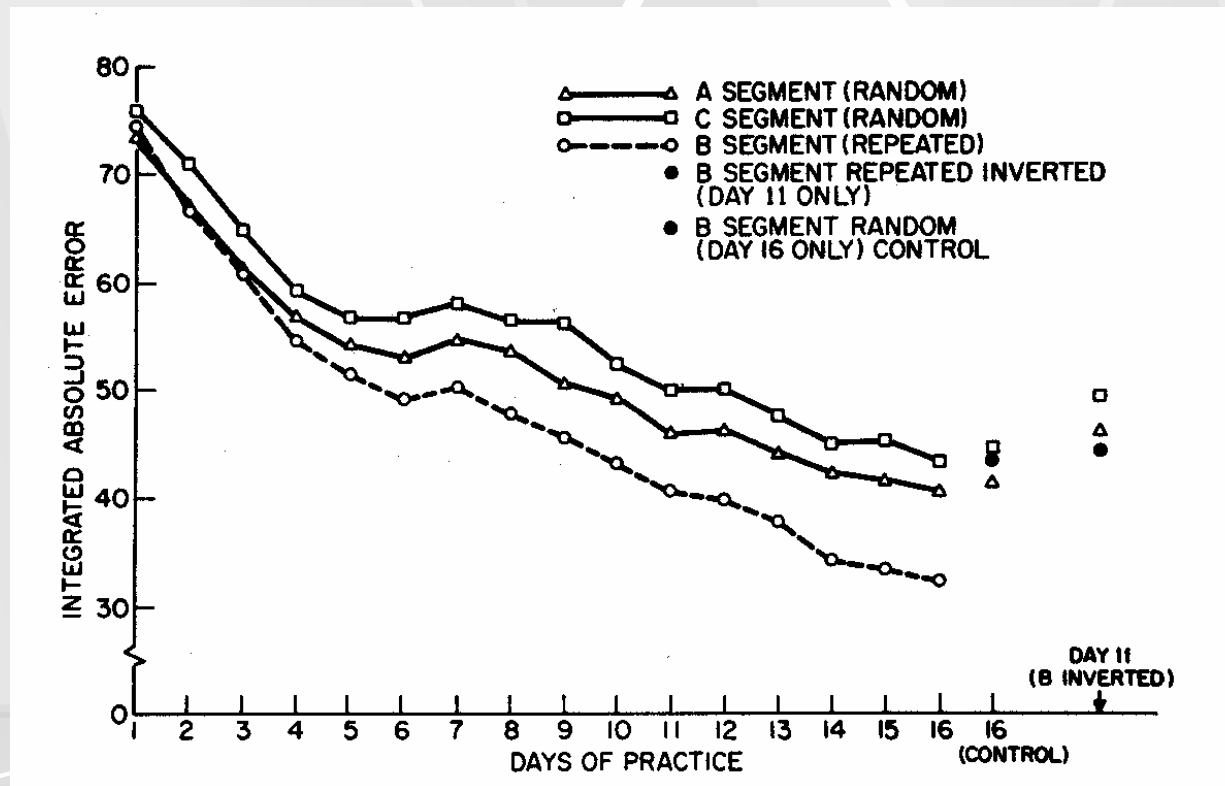
## L'expérience de Pew (1974)

La performance est significativement meilleure dans le segment consistant



## L'expérience de Pew (1974)

Aucun sujet n'a eu conscience de la consistance du segment médian



● Conclusions:

- La consistance de la tâche permet l'automatisation des processus cognitifs
- C'est la pratique, en situation consistante, qui est déterminante dans l'automatisation
- La consistance peut n'être que partielle: le degré d'automatisation est lié au degré de consistance (Camus, 1989)
- **Il n'est pas nécessaire que le sujet ait conscience de la consistance pour que l'automatisation ait lieu.**



## 5. Apprentissage et conditions d'apprentissage

5.1. Répétition, consistance et automatisisation

5.2. Difficulté de la tâche et apprentissage

5.3. La démonstration

5.4. Variabilité de la pratique

5.5. L'interférence contextuelle

5.6. Feedbacks

5.7. Adaptation de la force des attracteurs

## Position du problème:

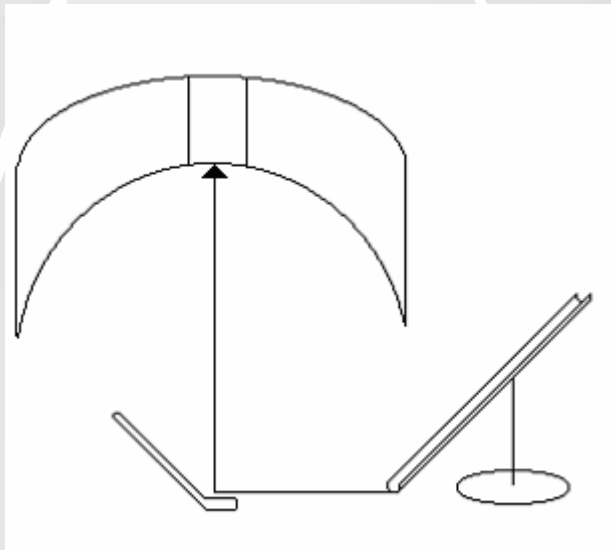
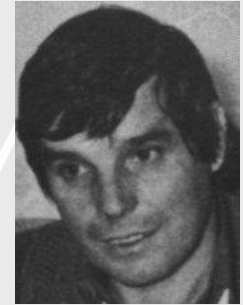
On veut apprendre à des sujets à réaliser une tâche de difficulté donnée (tâche critère)

Doit-on se contenter de faire répéter la tâche au niveau de difficulté visé?

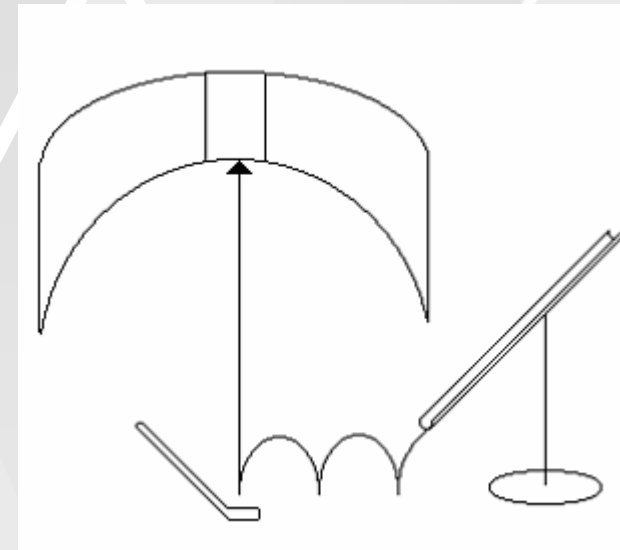
N'est-il pas plus efficace de proposer dans un premier temps une version plus facile de la tâche (progressivité)?

N'est –il pas plus efficace à contrario de confronter le sujet à une version encore plus difficile (sur-complexité)?

Famose, Durand et Bertsch (1985) travaillent avec une tâche d'anticipation-coïncidence



Tâche facile

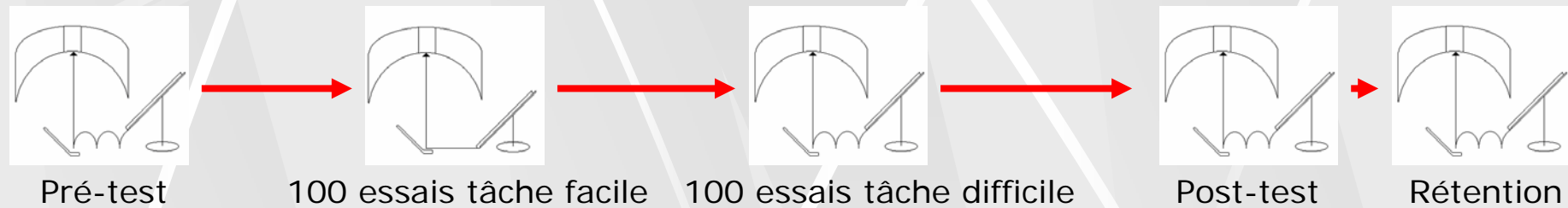


Tâche difficile  
(tâche critère)

## Plan expérimental

Famose, Durand et Betsch (1985)

### Groupe expérimental

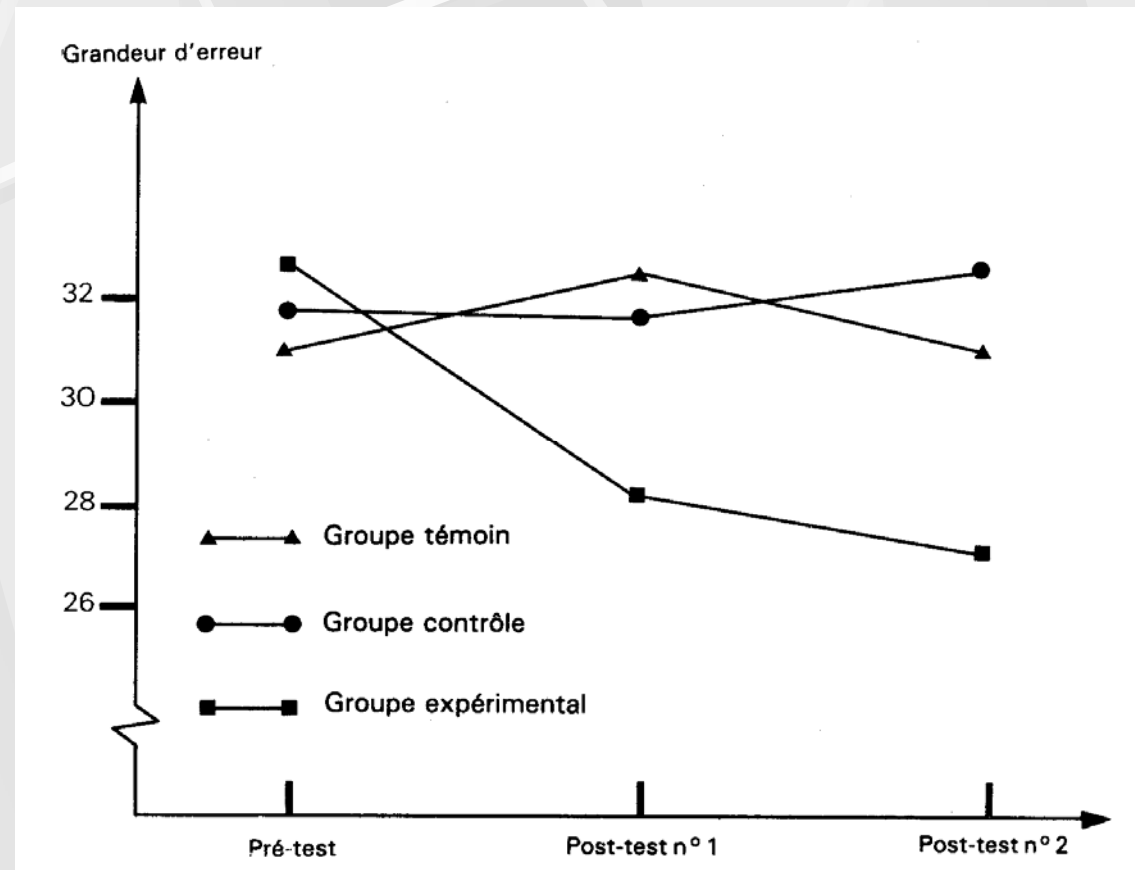


### Groupe témoin



### Groupe contrôle



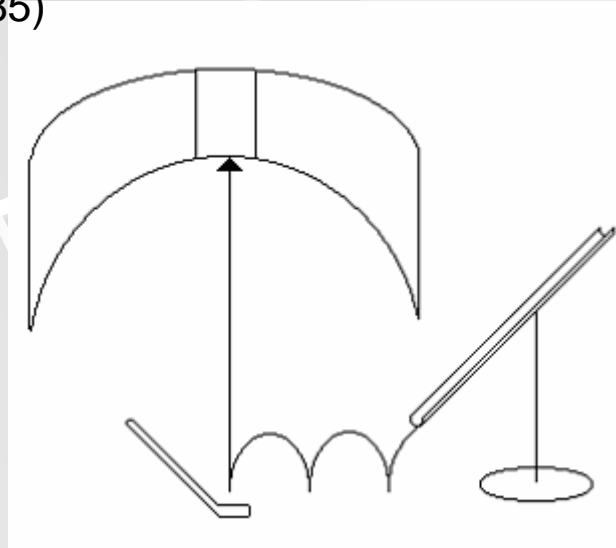


Evolution des performances dans une tâche d'anticipation-coïncidence  
(Famose, Durand & Bertsch, 1985)

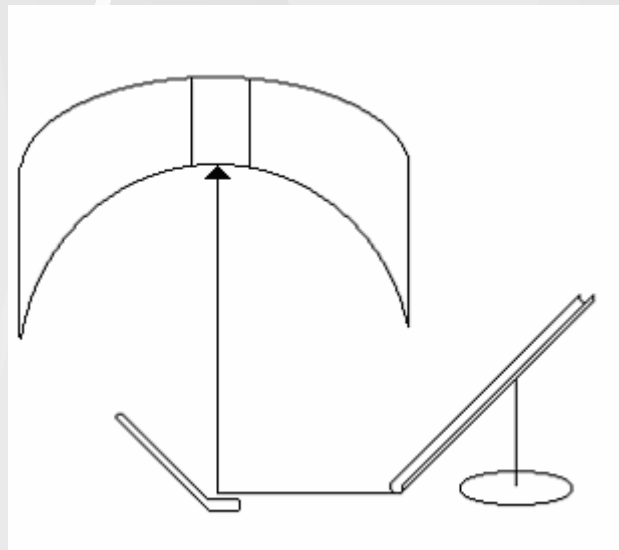
La progressivité de la difficulté s'avère favorable à l'apprentissage

Sur quelles dimensions de la tâche cette progressivité doit-elle être appliquée?

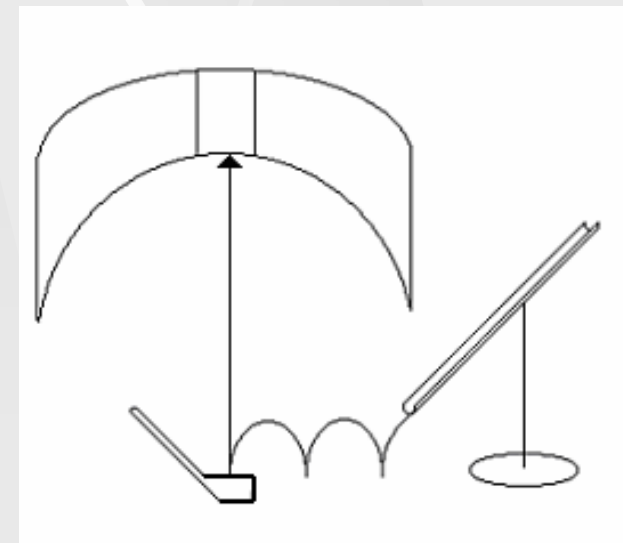
Y-a-t-il des dimensions plus pertinentes que d'autres, pour une tâche donnée?



Tâche critère

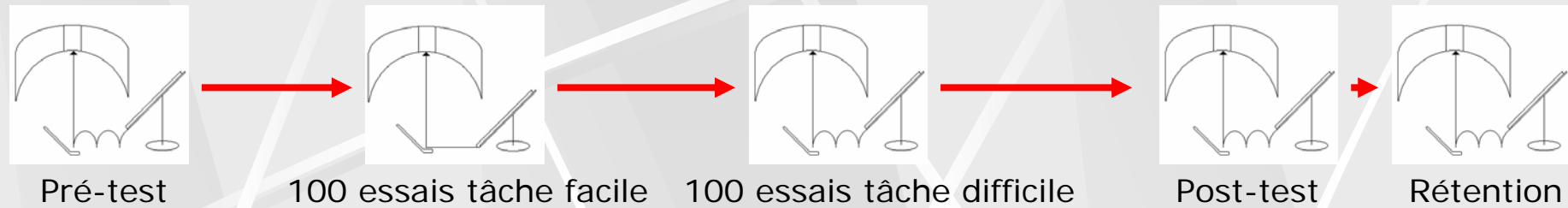


Simplification  
Incertitude spatiale

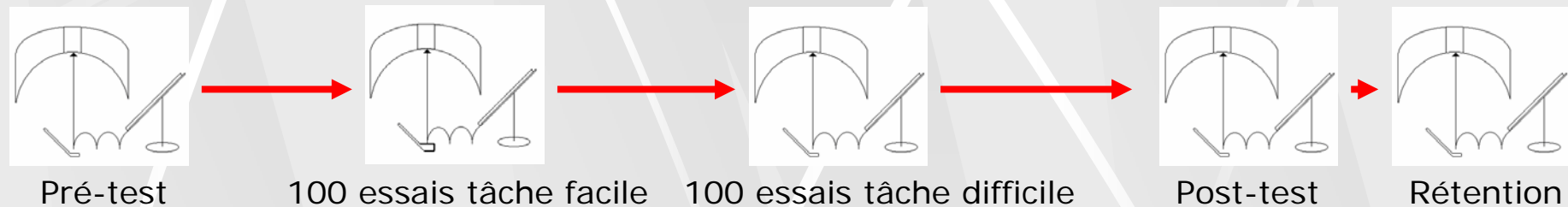


Simplification  
Précision requise

**Groupe incertitude spatiale**



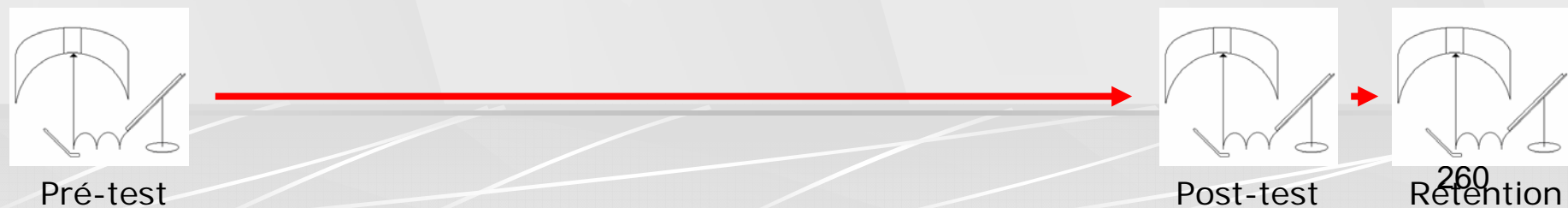
**Groupe précision requise**



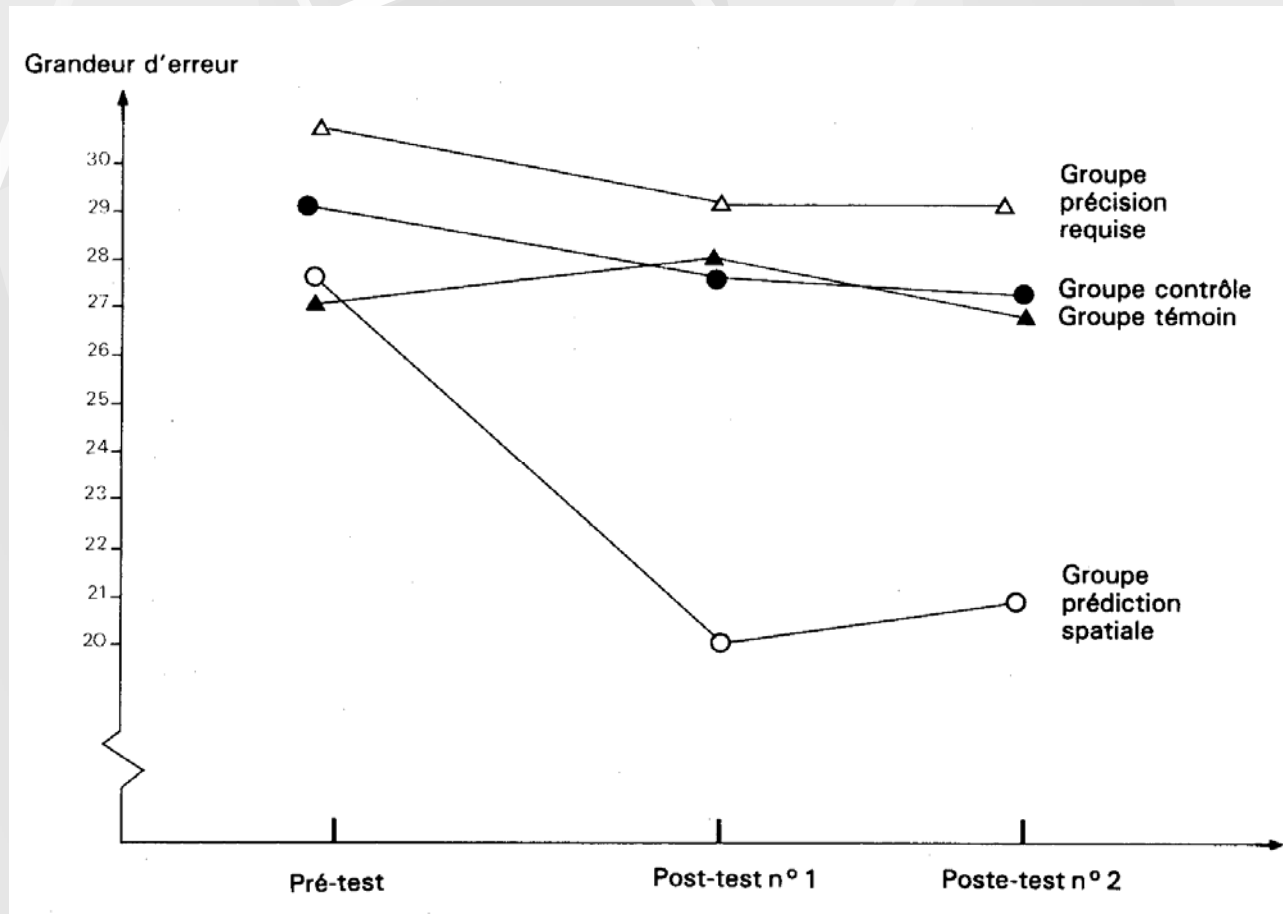
**Groupe témoin**



**Groupe contrôle**







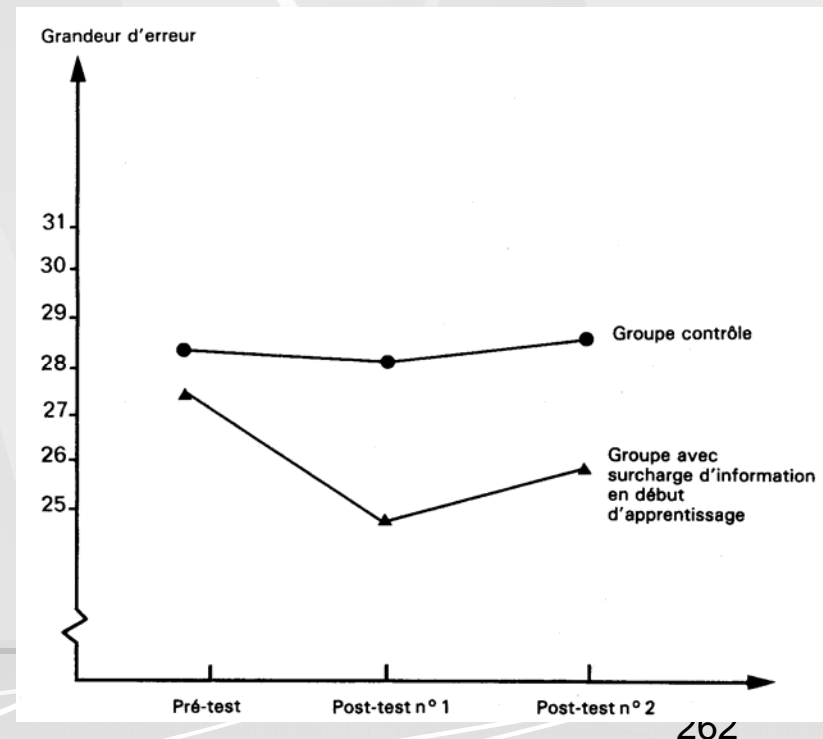
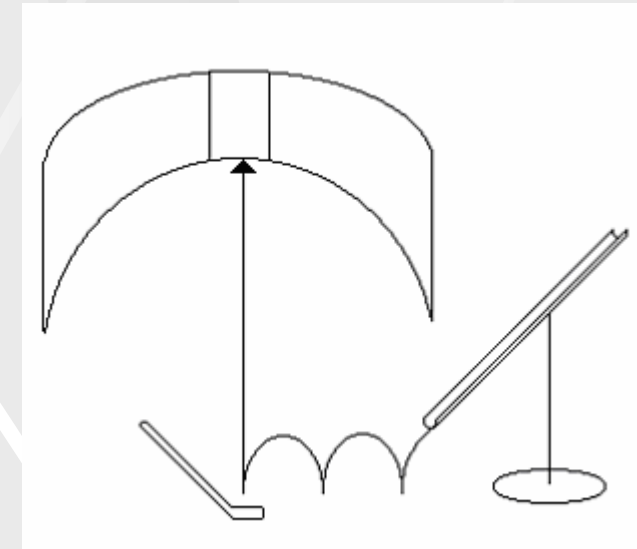
Evolution de l'apprentissage en fonction de la progressivité de l'incertitude spatiale et de la précision requise  
(Durand, Famose et Bertsch, 1985)

## Hypothèse de surcomplexité (Famose et Kosnikowski, 1986)

Le groupe expérimental pratique  
avec une balle qui rebondit de  
travers

Le groupe contrôle répète la tâche  
critère

Aucune différence significative entre  
les deux groupes



## 5. Apprentissage et conditions d'apprentissage

5.1. Répétition, consistance et automatisisation

5.2. Difficulté de la tâche et apprentissage

5.3. La démonstration

5.4. Variabilité de la pratique

5.5. L'interférence contextuelle

5.6. Feedbacks

5.7. Adaptation de la force des attracteurs

Procédure pédagogique souvent critiquée (Famose, 1983)

La démonstration est cependant abondamment utilisée dans les activités morphocinétiques

Problèmes:

Qui doit démontrer?

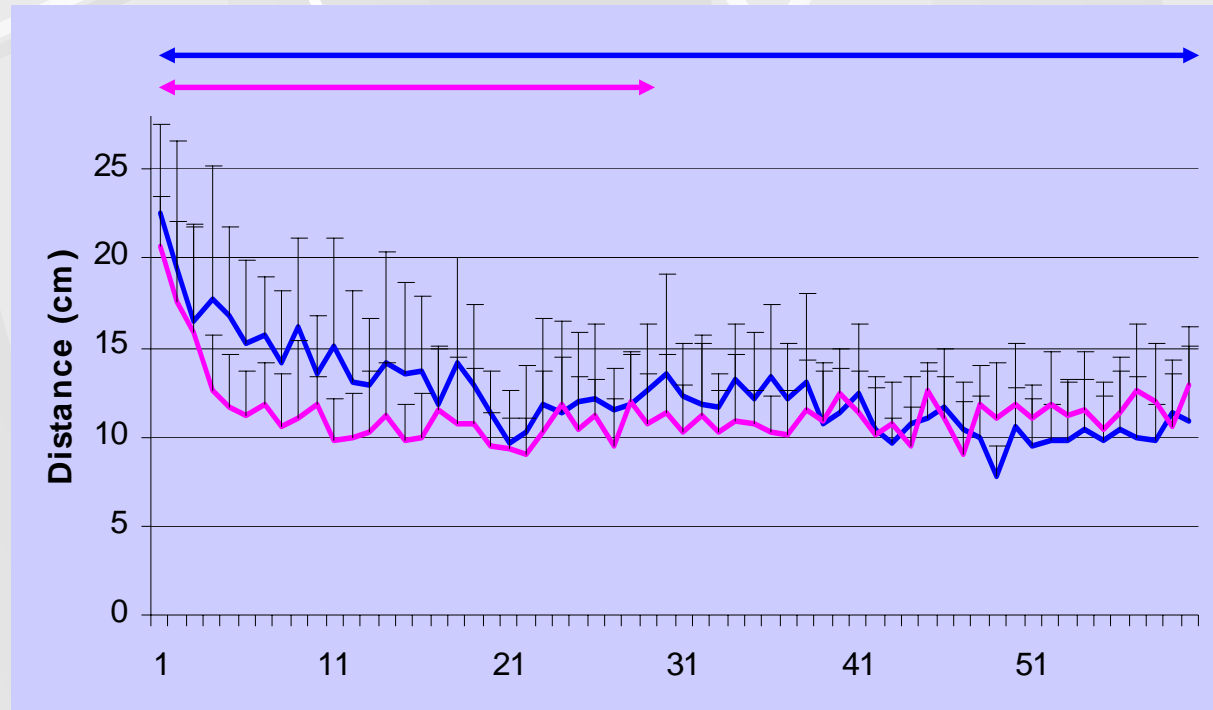
A quel moment?

Combien de fois?

Dans quels types de tâches?

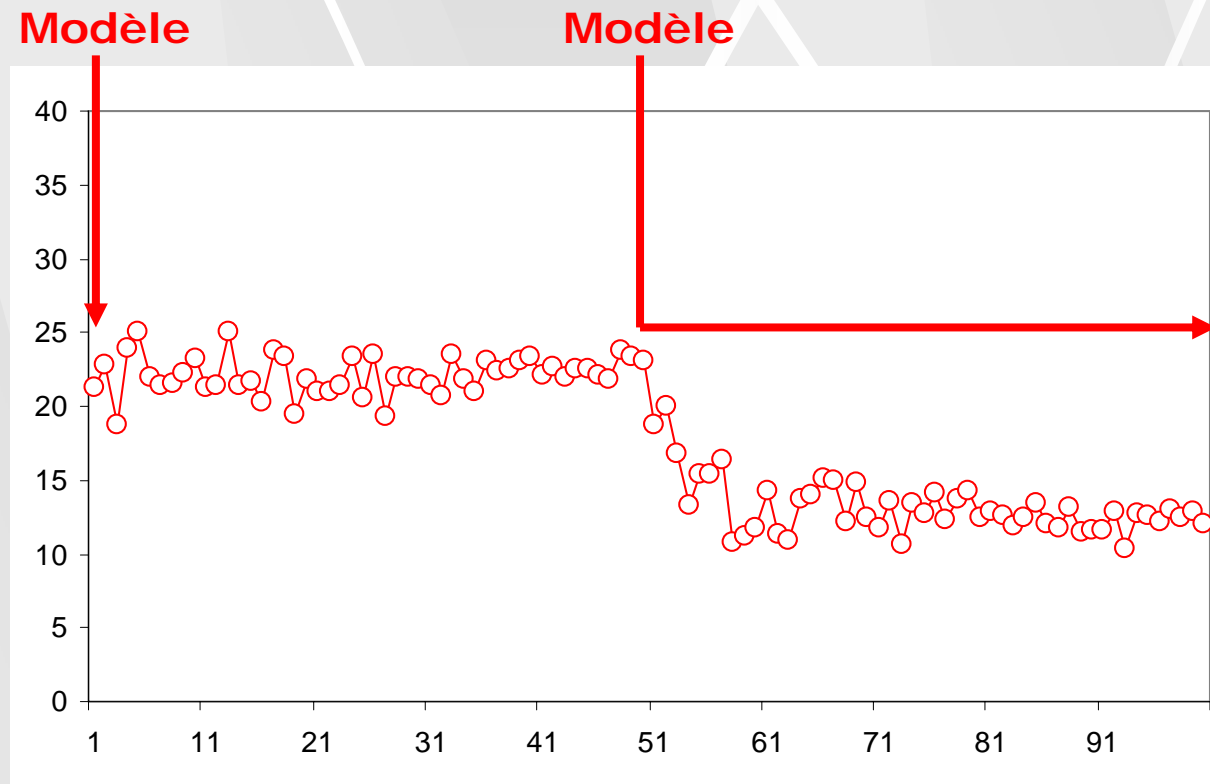


## Evolution de la performance dans une tâche morphocinétique avec présentation de modèle



Le modèle permet une amélioration de la performance en début d'apprentissage  
Il ne sert plus à rien au-delà d'un certain stade

## Evolution de la performance dans une tâche morphocinétique avec présentation de modèle

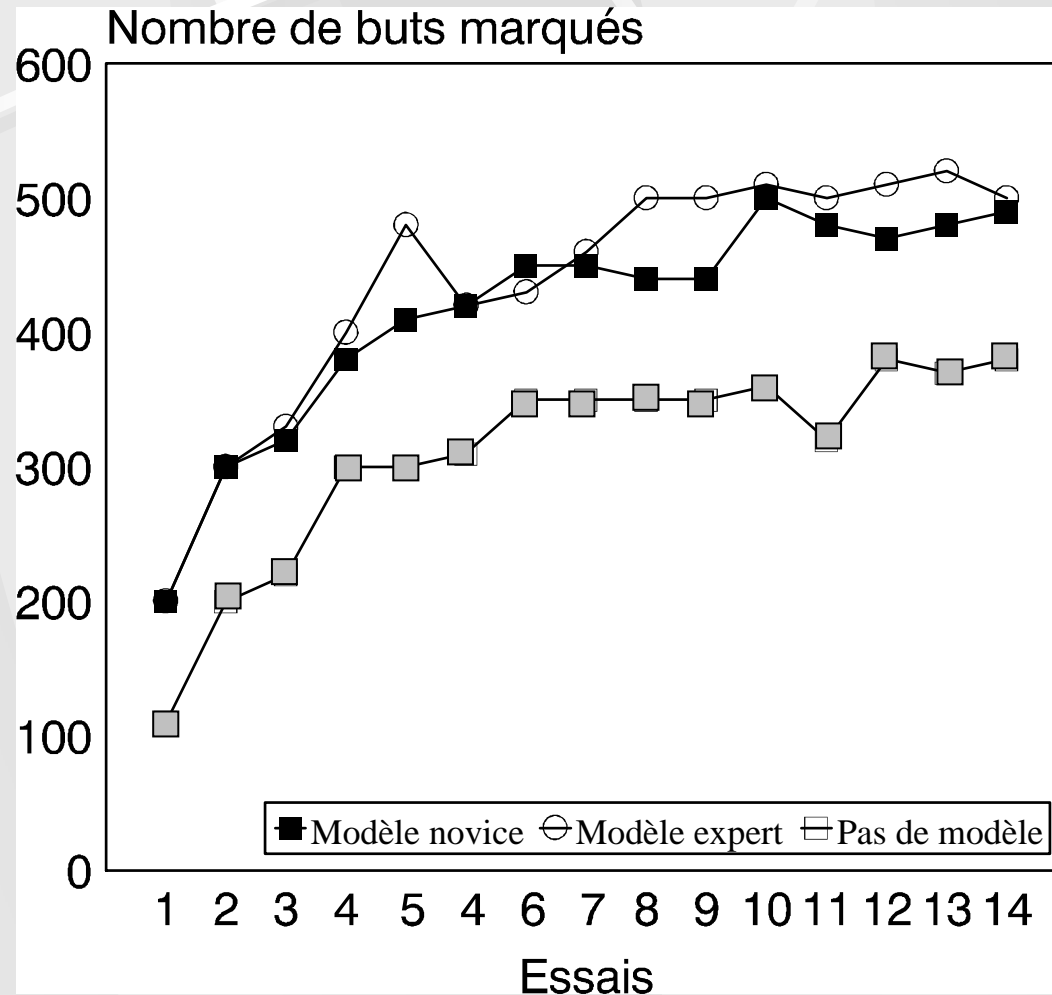


## **La théorie de l'apprentissage social (Bandura, 1977)**

Quatre processus sont impliqués dans l'apprentissage par observation

- L'attention: l'observateur doit sélectionner les informations pertinentes. L'attention est déterminée par de nombreux facteurs, tels que le degré d'attractivité du modèle ou les conditions de présentation. Des consignes verbales soulignant les aspects pertinents du modèle favorisent cette étape.
- La rétention: Les informations doivent être codées en mémoire à partir de représentations imagées ou verbales. La précision de la représentation est liée au nombre de fois où les sujets ont pu voir le modèle (Carroll et Bandura, 1990).
- La reproduction motrice: Cette représentation sert à guider le pratiquant pour l'action motrice, au niveau de la planification du mouvement, de la détection et de la correction d'erreurs.
- La motivation: Importance des facteurs motivationnels dans l'efficacité de l'apprentissage par observation (satisfaction du sujet, attrait du modèle et désir d'identification)

## Un modèle novice est aussi efficace qu'un modèle expert



Influence de l'observation d'un modèle et de l'expertise du modèle sur la performance  
(Pollack & Lee, 1992)





## Un modèle non expert?

Weir et Leavitt (1990), dans une expérience sur le lancer de fléchettes, montrent qu'un modèle novice est plus efficace qu'un modèle expert

L'observation d'un débutant permet d'avoir des informations sur les problèmes que les sujets inexpérimentés rencontrent, et surtout de voir comment ces problèmes peuvent être résolus

## Démonstration, tâches de contrôle, tâches de coordination

Magill et Schoenfelder-Zohdi (1995)

Les auteurs distinguent:

Les tâches à buts de coordination: le sujet ne dispose pas de solution et doit construire une nouvelle coordination

Les tâches à but de contrôle: le problème du sujet est d'adapter à la situation présente une coordination déjà acquise

La démonstration semble profitable lorsque le sujet est confronté à un tâche de coordination

## Démonstration et théorie du Schéma

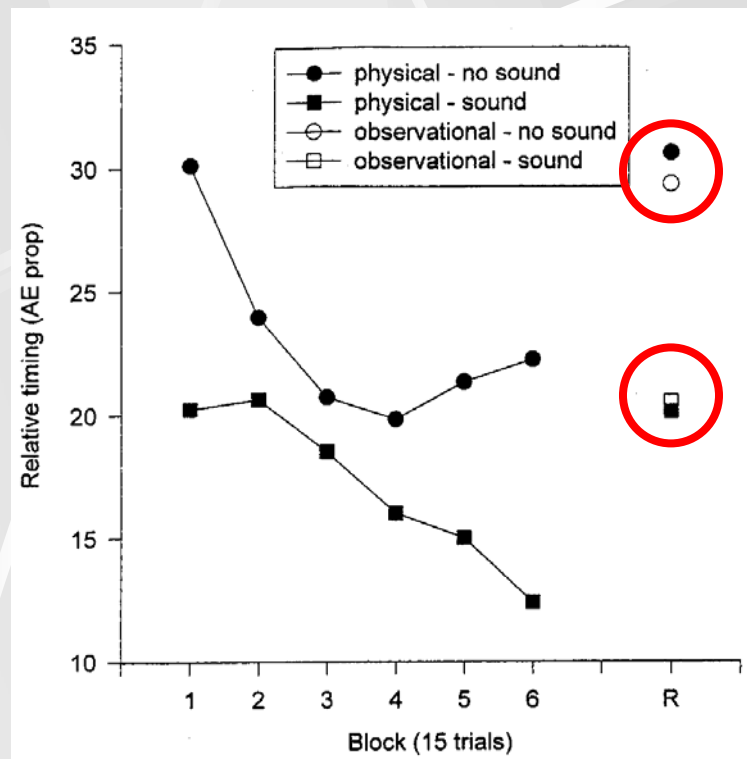
Par extension, on peut prédire que la démonstration favorise la construction du PMG, mais qu'elle n'a pas d'effet bénéfique sur les règles de paramétrisation

Shea, Wulf, Park et Gaunt (2001) analysent l'effet de la démonstration sur le timing relatif et le timing absolu d'une tâche motrice

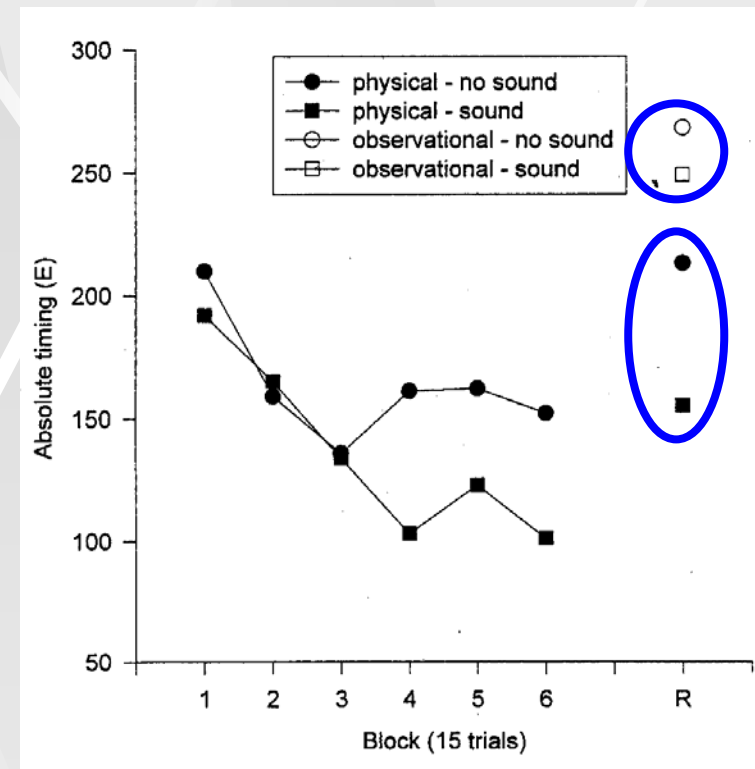
Rappel:

Le timing relatif renvoie au programme moteur généralisé

Le timing absolu renvoie aux règles de paramétrisation



Erreur temporelle relative



Erreur temporelle absolue

## 5. Apprentissage et conditions d'apprentissage

5.1. Répétition, consistance et automatisisation

5.2. Difficulté de la tâche et apprentissage

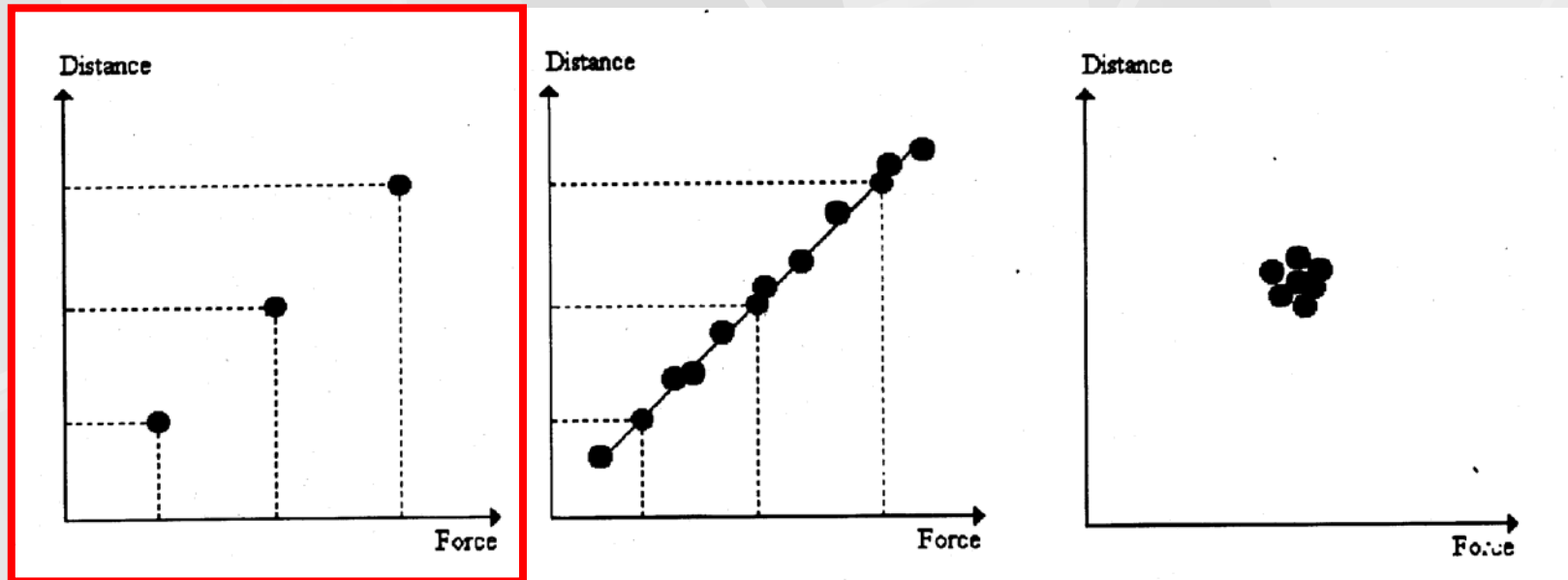
5.3. La démonstration

5.4. Variabilité de la pratique

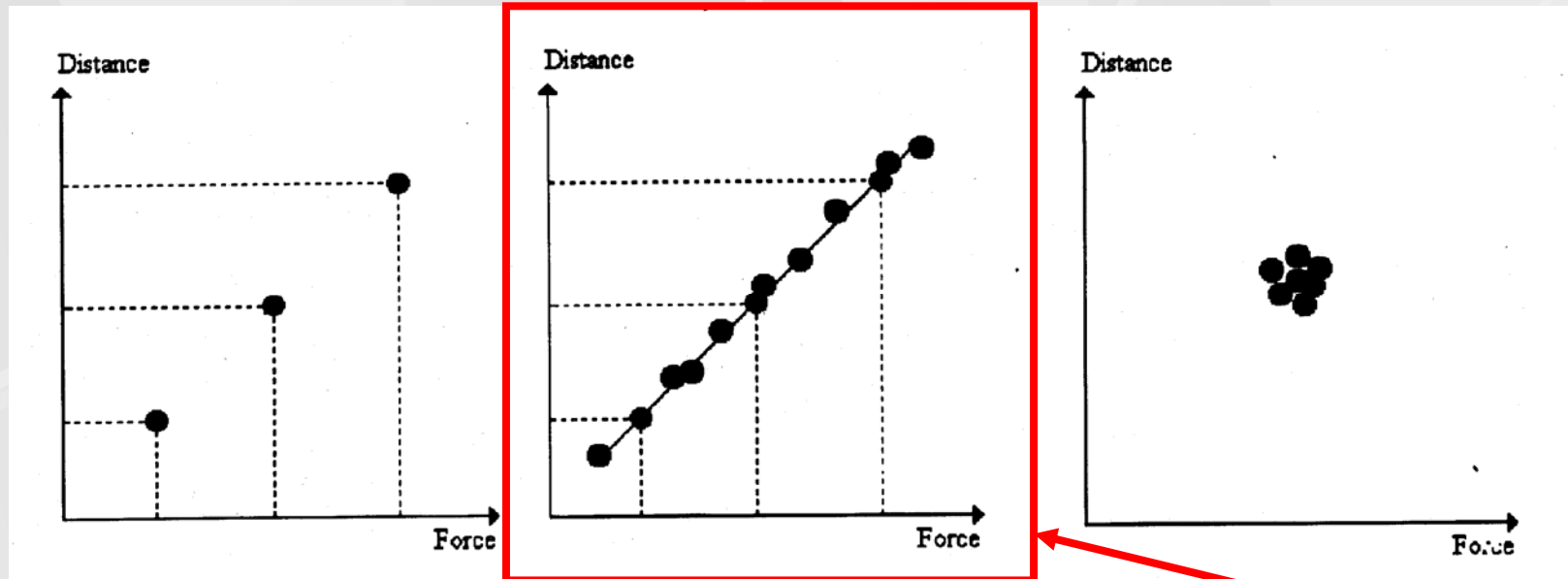
5.5. L'interférence contextuelle

5.6. Feedbacks

5.7. Adaptation de la force des attracteurs



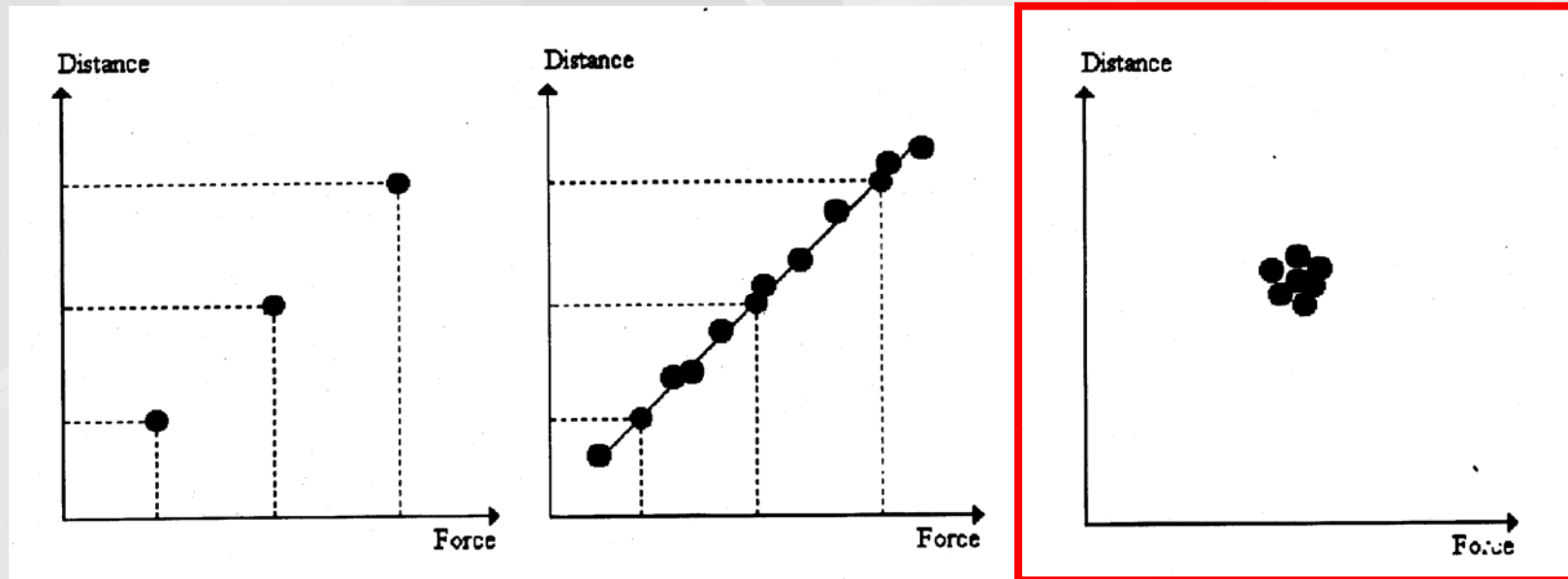
Les règles de paramétrisation permettent d'adapter le programme moteur en fonction des caractéristiques de la tâche



Les règles de paramétrisation permettent d'adapter le programme moteur en fonction des caractéristiques de la tâche

Hypothèses:

L'exercice de modalités différentes de la tâche (pratique variable) permet au sujet de construire les règles de paramétrisation



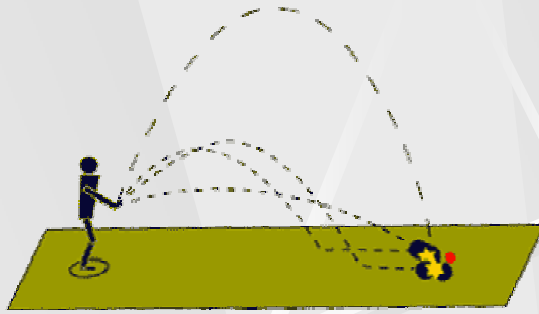
Les règles de paramétrisation permettent d'adapter le programme moteur en fonction des caractéristiques de la tâche

Hypothèses:

L'exercice de modalités différentes de la tâche (pratique variable) permet au sujet de construire les règles de paramétrisation

L'exercice d'une seule modalité (pratique fixe) ne permet pas la construction des règles





### Protocole expérimental standard

Utilisation d'une tâche au niveau d'exigence modulable (ex. lancer de balles)

Le groupe expérimental pratique la tâche selon des modalités variées

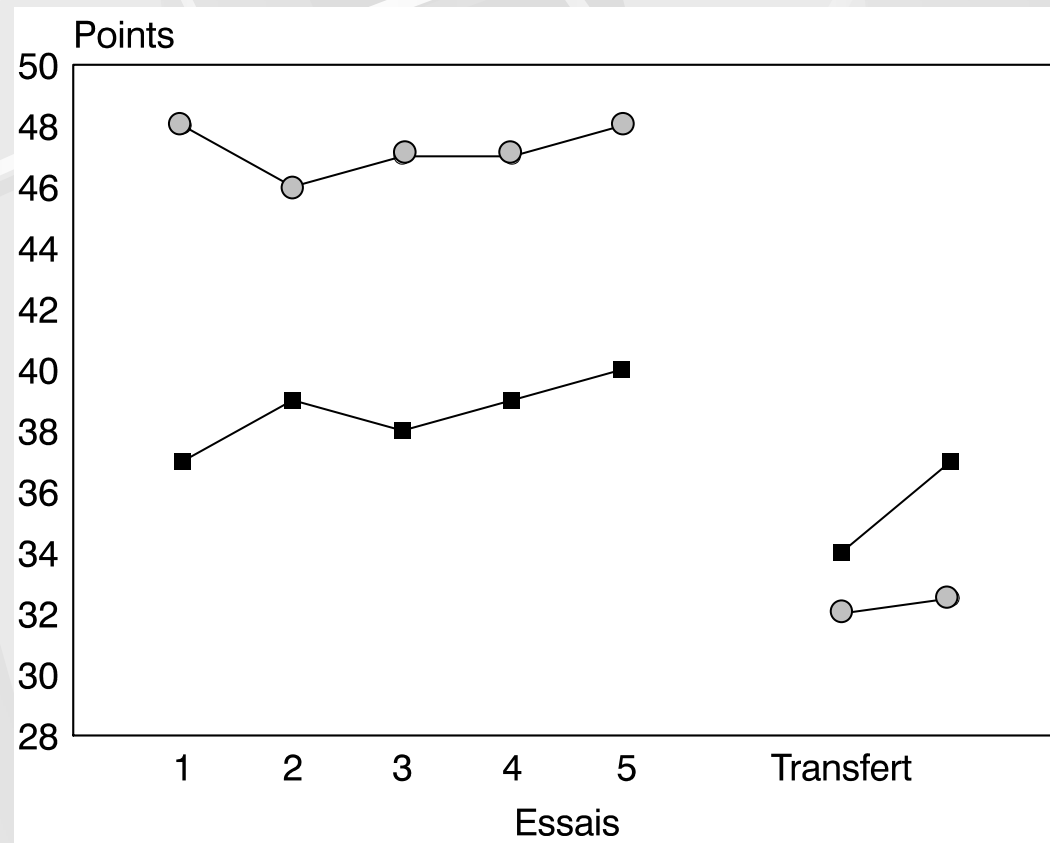
(Par exemple, lancer à 3m, 6m, et 9m)

Le groupe témoin pratique la tâche selon une condition unique

(Par exemple 6m)

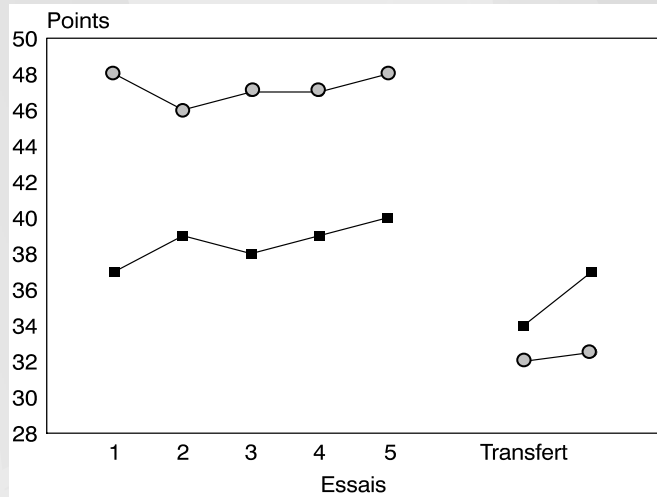
On évalue l'apprentissage par un test de transfert, sur une distance non pratiquée lors des sessions de travail

(Par exemple 7.50m)



Influence de la variabilité de la pratique sur l'apprentissage  
et le transfert d'une habileté de tir en basket-ball  
(Boutmans, Buekers & Cockaerts, 1985)

Ronds: groupe à pratique fixe  
Carrés noirs: groupe à pratique variable

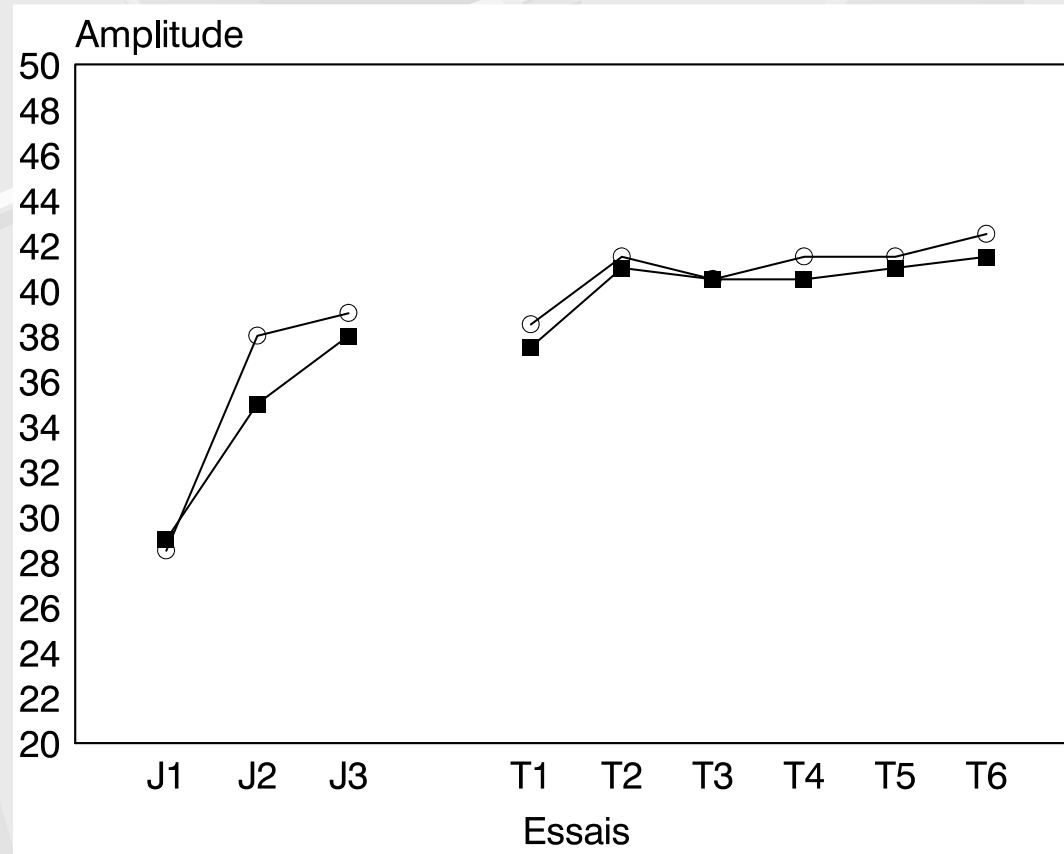
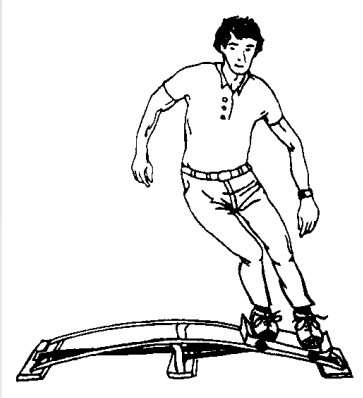


La variabilité de la pratique permet une meilleure adaptabilité du PMG

Il convient de distinguer les performances lors des sessions de pratique  
et les performances de transfert

Problème:

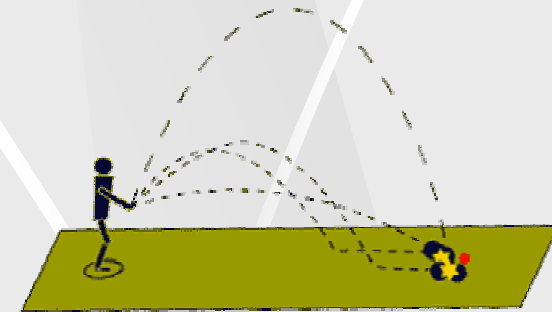
Si la variabilité est favorable à l'élaboration des règles de paramétrisation,  
quel est son effet sur la construction du programme moteur généralisé?



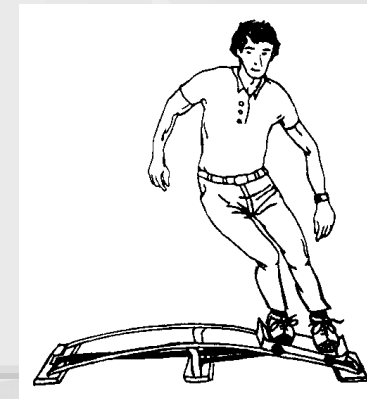
Amplitude des mouvements réalisés sur le simulateur de ski, en fonction des conditions fixes ou variées de la pratique  
(Den Brinker, Stabler, Whiting, & Van Wieringen, 1985)

Ronds: groupe à pratique fixe  
Carrés noirs: groupe à pratique variable

La variabilité est favorable dans les tâches  
à but de contrôle



La variabilité est inutile dans les tâches  
à but de coordination



## 5. Apprentissage et conditions d'apprentissage

5.1. Répétition, consistance et automatisisation

5.2. Difficulté de la tâche et apprentissage

5.3. La démonstration

5.4. Variabilité de la pratique

5.5. L'interférence contextuelle

5.6. Feedbacks

5.7. Adaptation de la force des attracteurs

## L'interférence contextuelle

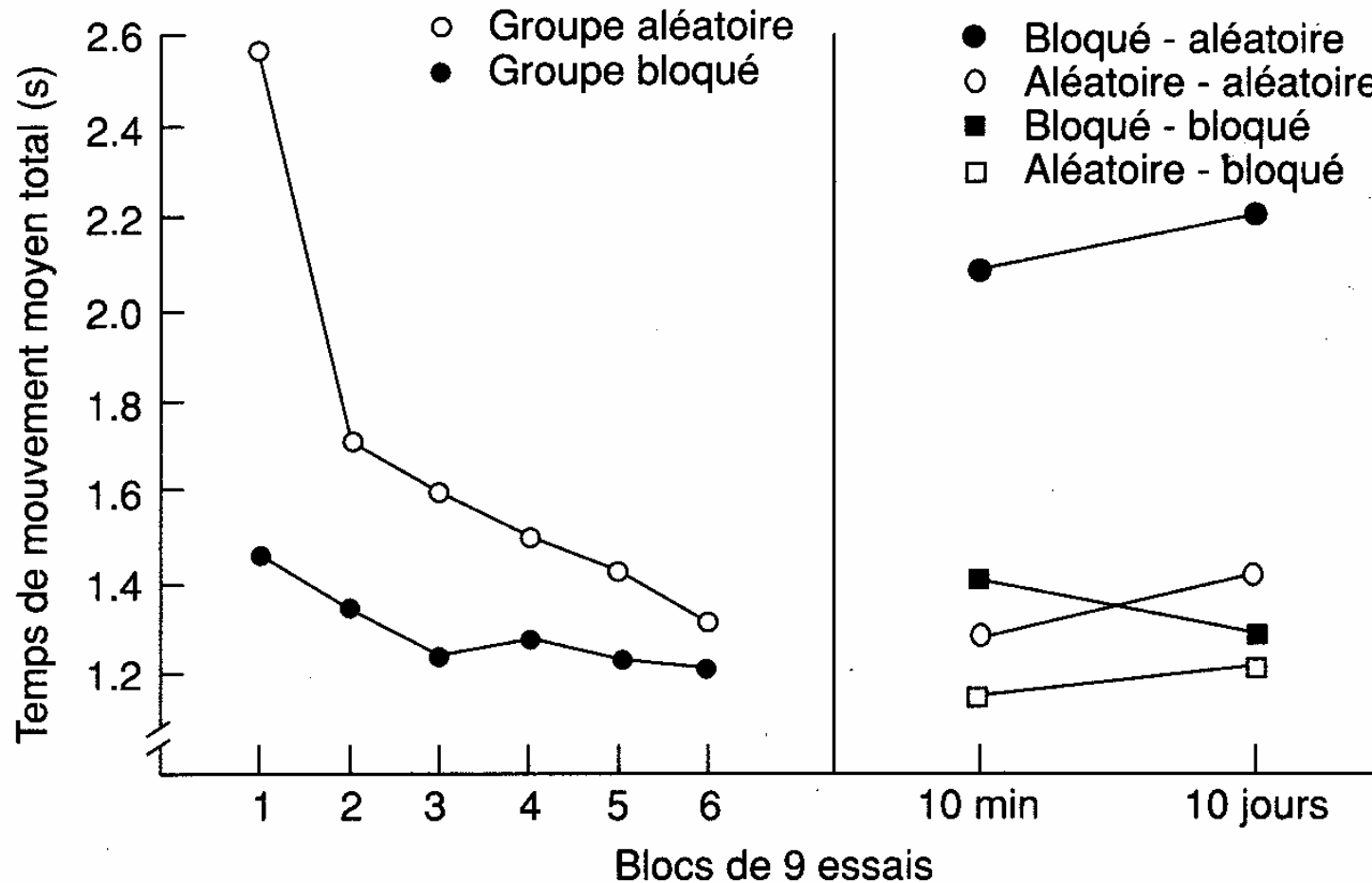
On veut enseigner trois habiletés différentes A, B, et C

Par exemple en volleyball: la réception, le service, le smash

Vaut-il mieux regrouper les essais sur chaque habileté (pratique bloquée)

Ou

Varier l'habileté travaillée d'un essai à l'autre (pratique aléatoire)



Performance dans des tâches de vitesse de mouvement,  
en conditions bloquées et aléatoire

(D'après Shea et Morgan, 1979)<sub>284</sub>



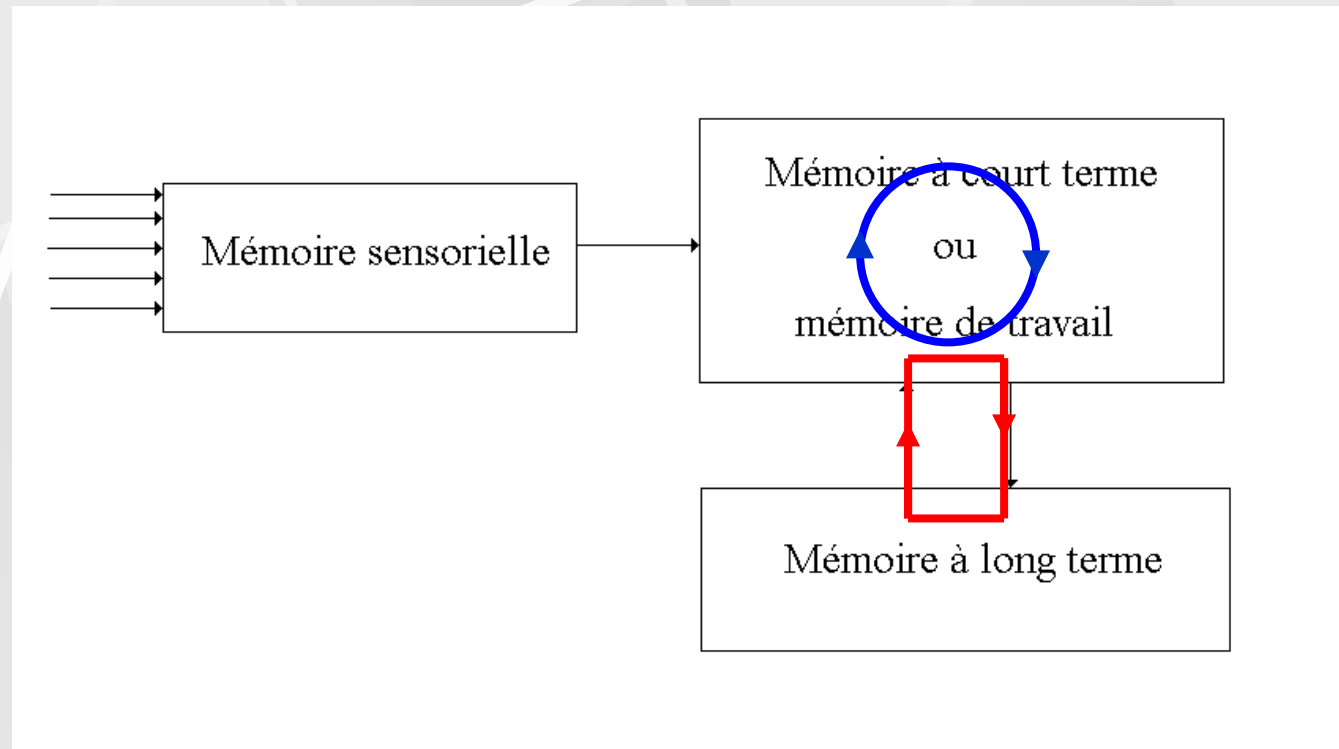
## Conclusions

La pratique bloquée favorise la performance lors des sessions d'apprentissage

La pratique bloquée ne permet pas d'être efficace dans les tests de rétention en conditions aléatoires

La pratique aléatoire permet de s'adapter à toutes les conditions d'exercice dans les tests de rétention

L'interférence contextuelle, lors de l'apprentissage, permet de s'adapter à l'exercice des habiletés dans un environnement imprévisible



### Hypothèse

L'interférence contextuelle oblige les sujets à mobiliser activement les informations au sein du système des mémoires

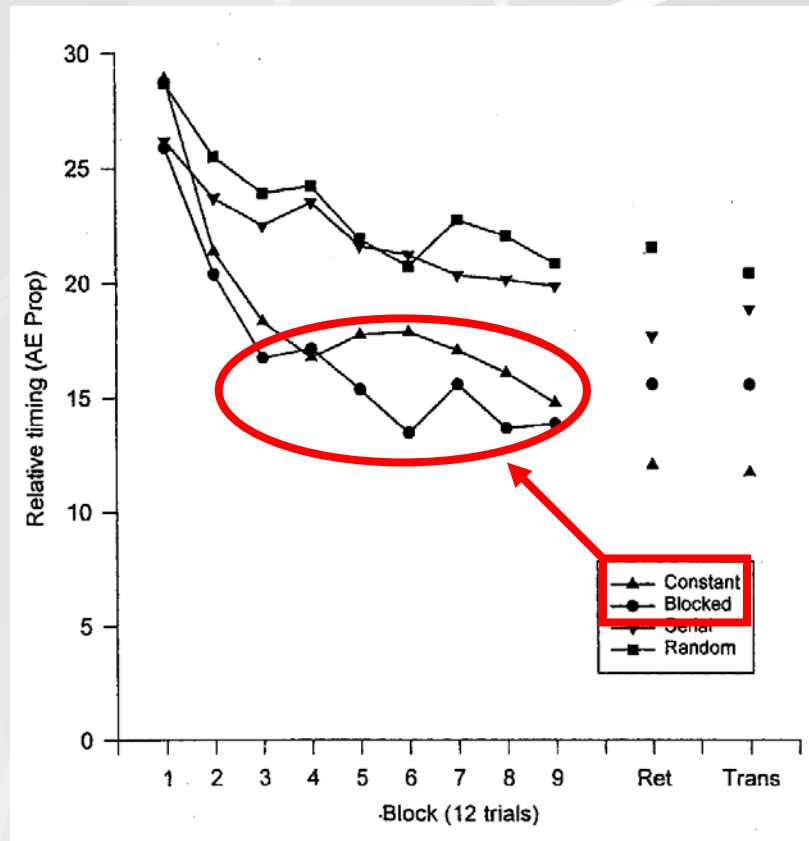
La pratique bloquée ne permet pas cet entraînement à l'adaptation

## Interférence contextuelle, timing absolu et timing relatif

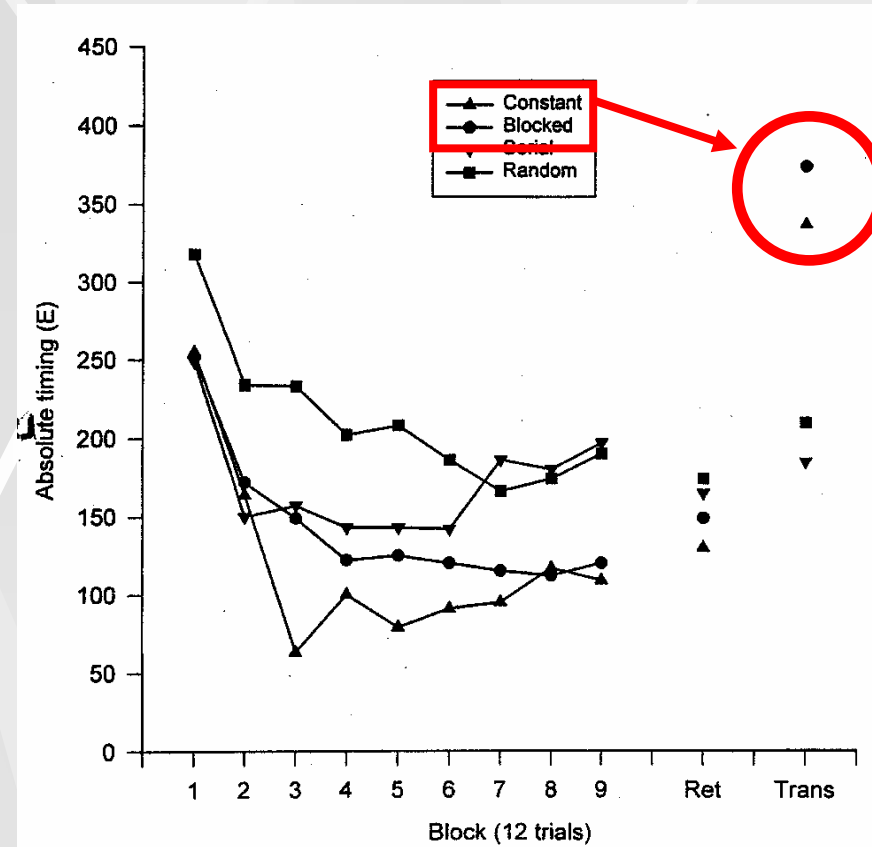
La pratique bloquée devrait favoriser la construction des PMG  
(réduction de l'erreur temporelle relative)

La pratique bloquée ne permet pas d'entraîner l'adaptation des PMG  
(accroissement de l'erreur temporelle absolue lors de tests de transfert)

La pratique aléatoire devrait favoriser la construction de règles de  
paramétrisation  
(stabilité de l'erreur temporelle absolue lors de tests de transfert)



Erreur temporelle relative



Erreur temporelle absolue

## 5. Apprentissage et conditions d'apprentissage

5.1. Répétition, consistance et automatisisation

5.2. Difficulté de la tâche et apprentissage

5.3. La démonstration

5.4. Variabilité de la pratique

5.5. L'interférence contextuelle

5.6. Feedbacks

5.7. Adaptation de la force des attracteurs

## Définitions

Le feedback renvoie à l'ensemble des informations que le sujet peut recevoir en retour sur sa prestation

**Feedback intrinsèque:** l'information est issue de la pratique même

**Feedback extrinsèque ou augmenté:** l'information est apportée par un tiers, par exemple sous forme verbale, ou sous forme de feedback vidéo.

La **connaissance des résultats** renseigne sur l'écart au but visé

La **connaissance de la performance** est une information sur les moyens mis en œuvre pour atteindre le but

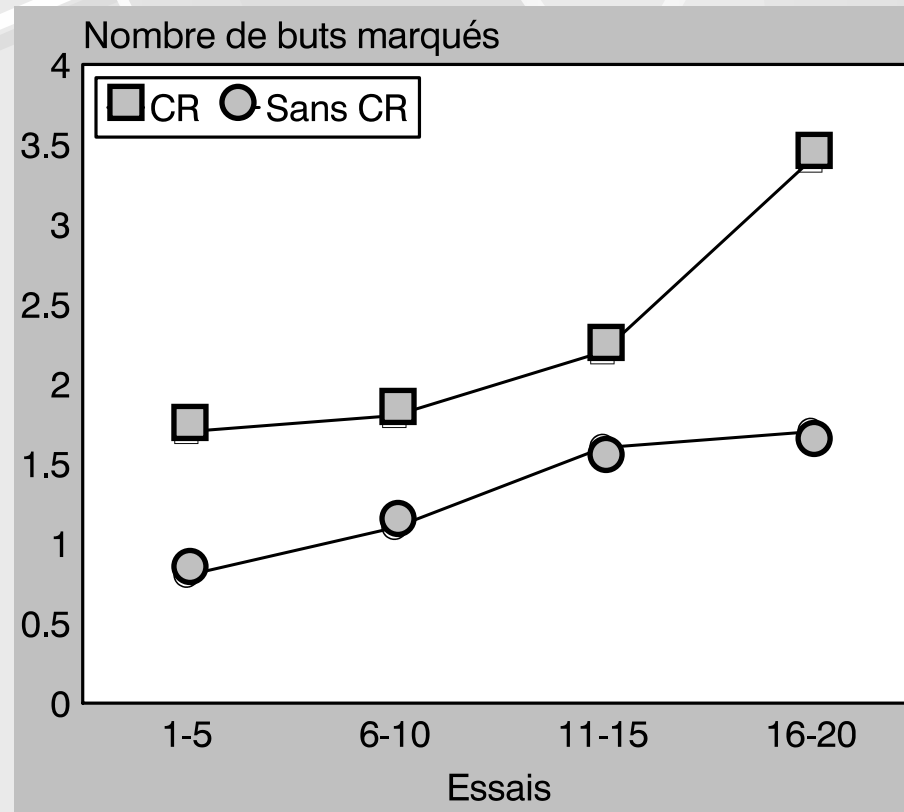
# Feedback et apprentissage

Adams (1971): sans feedback, il n'y a pas d'apprentissage.

Adams travaille sur des tâches de laboratoire, dans lesquelles le feedback intrinsèque est supprimé. Il montre dans ces conditions que sans feedback extrinsèque, les performances ne s'améliorent pas.

Cependant il est rare, dans les pratiques courantes, que le feedback intrinsèque soit absent.

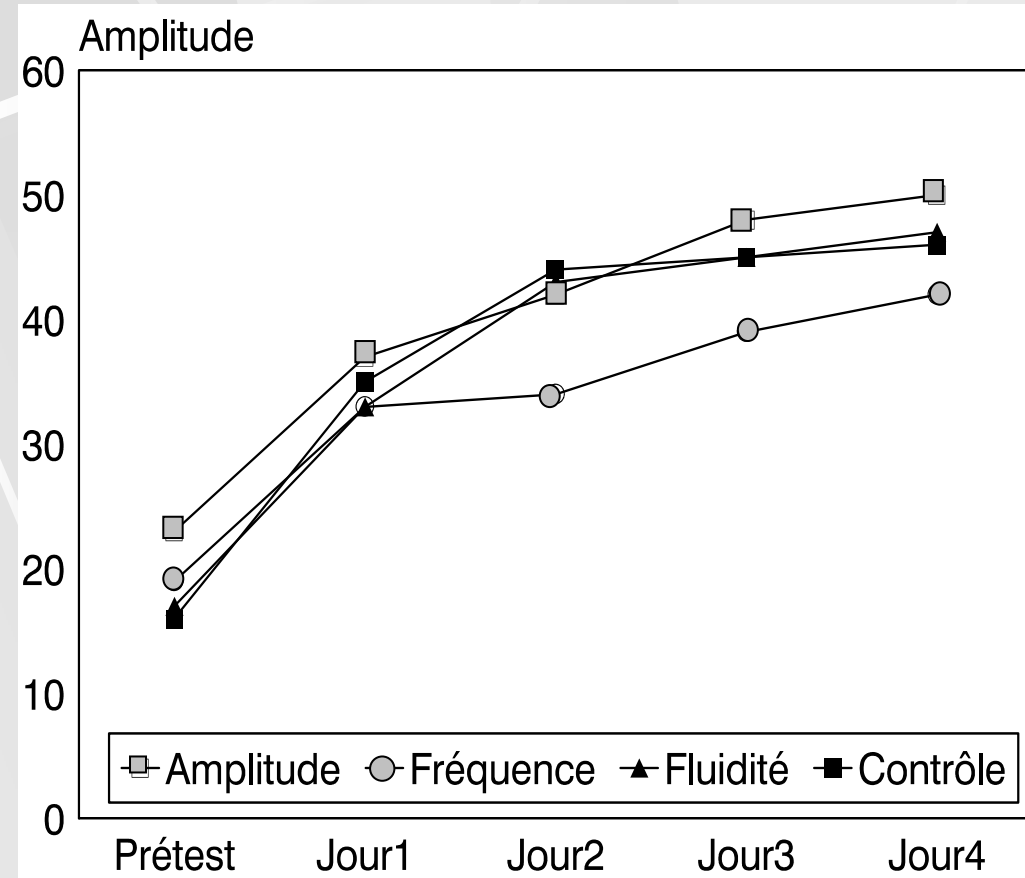
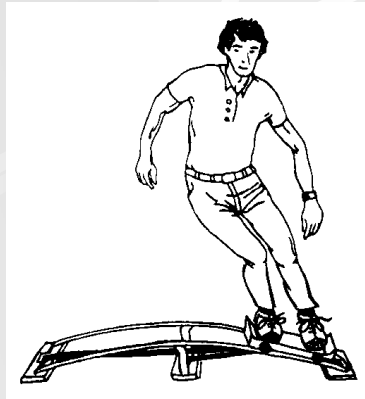
## Le feedback augmenté peut dans certains cas favoriser l'apprentissage



Influence de la connaissance des résultats sur la performance et l'apprentissage dans une tâche de tir au but de la tête en football  
( Pauwels & Buekers, 1984)



Vereijken et Whiting (1990)

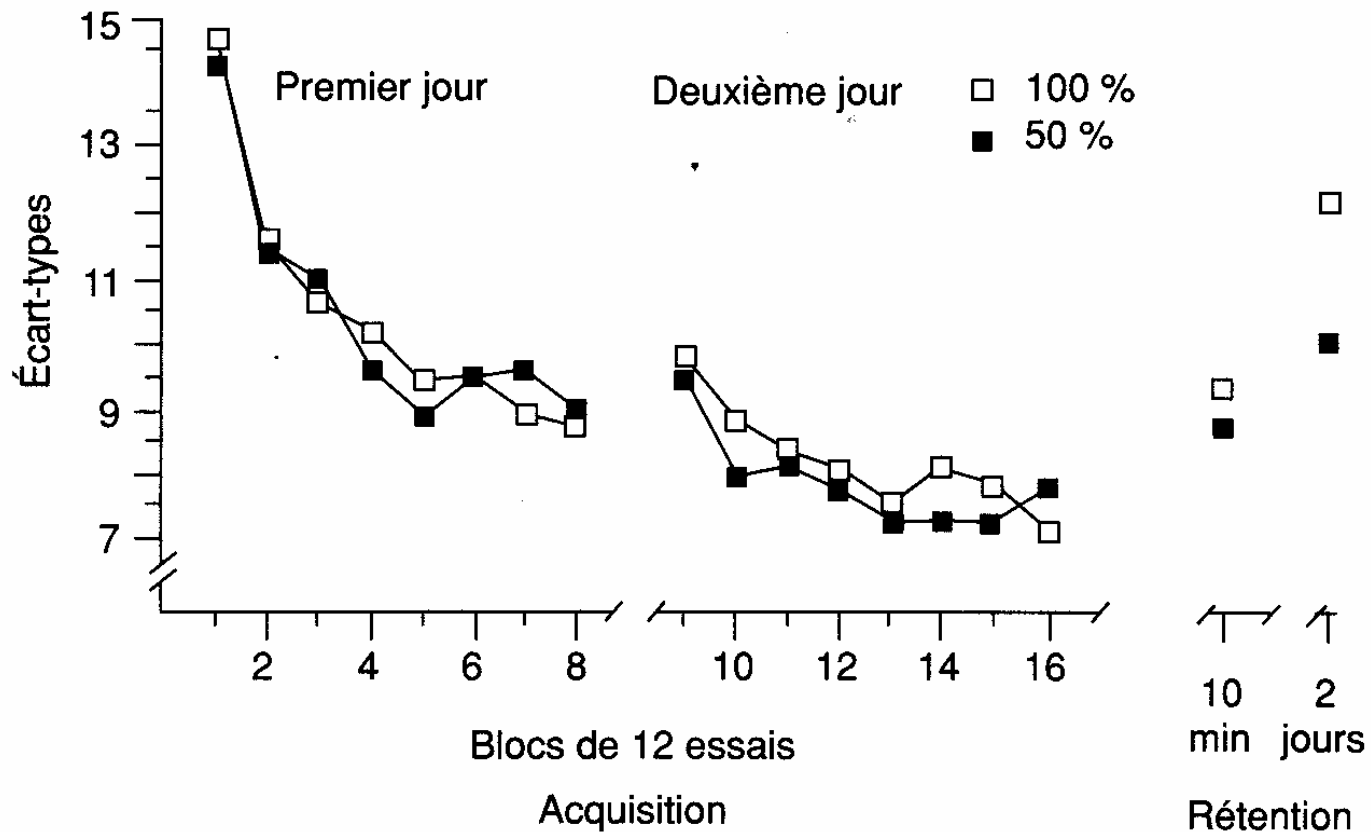


Dans des tâches complexes, le sujet dispose de suffisamment d'informations intrinsèques pour guider l'apprentissage.

L'intérêt porté à l'importance du feedback extrinsèque constitue un artefact de laboratoire, lié à la pauvreté informationnelle des tâches analysées.

## Atténuation du feedback

L'utilisation massive du feedback peut entraîner un processus de dépendance: la performance est alors fortement affectée par sa suppression (Winstein & Schmidt, 1990).



## Atténuation du feedback

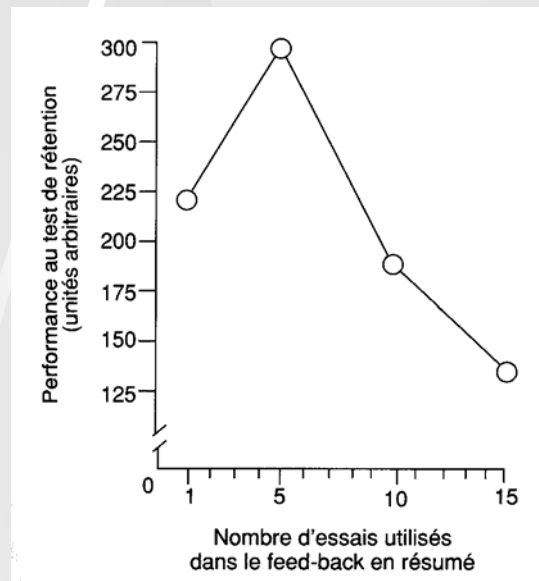
Schmidt (1993) propose un processus d'*atténuation* du feedback: on propose un feedback à chaque essai jusqu'à ce que les sujets aient acquis le pattern de base, puis on diminue progressivement la fréquence des feedback.

L'atténuation progressive du feedback va notamment entraîner l'élève à utiliser davantage les feedbacks intrinsèques

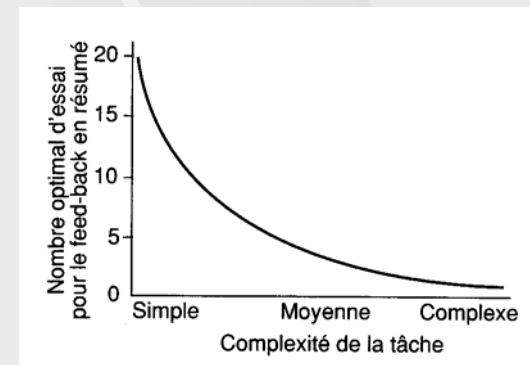
## Le feedback résumé

Le feedback résumé permet de réduire la dépendance au feedback

Principe: on attend plusieurs essais avant de proposer un feedback qui résume l'ensemble du bloc



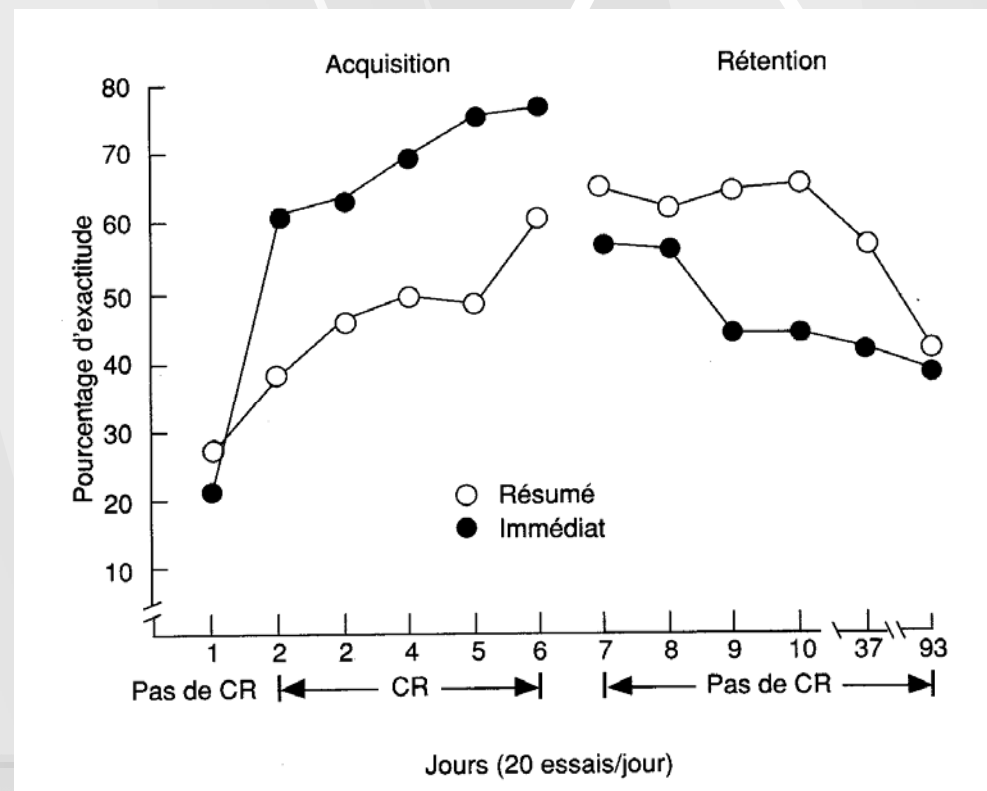
Schmidt, Lange et Young (1990) ont montré qu'il existait un nombre optimal d'essais à inclure dans un résumé



Plus la tâche est simple, plus le nombre optimal est élevé

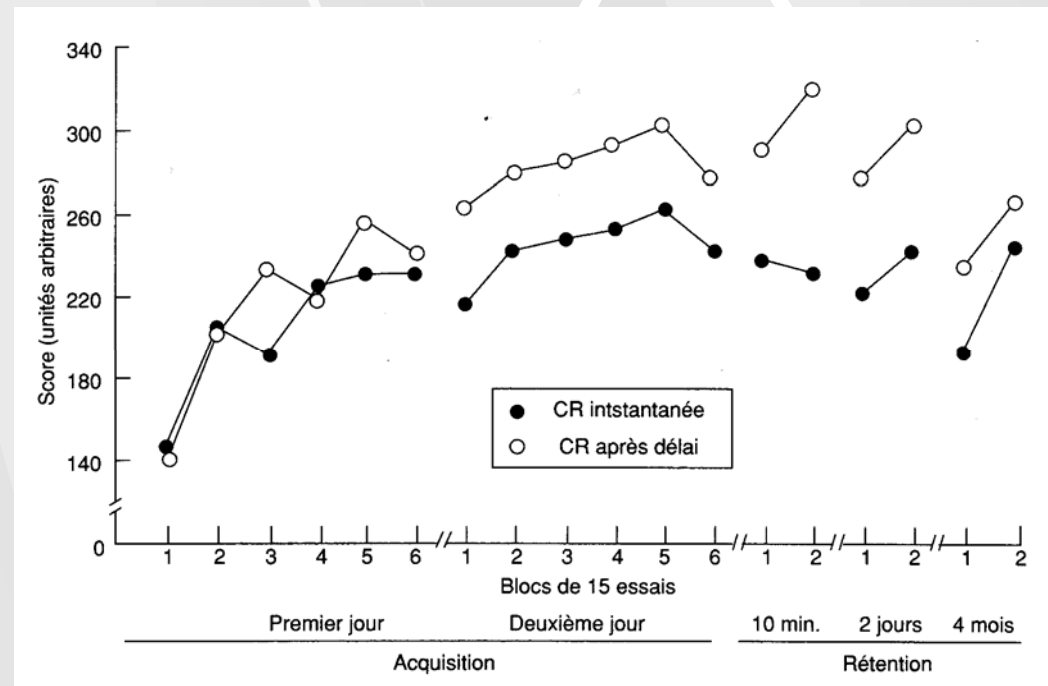
## Le feedback résumé

Le feedback résumé peut être moins efficace à court terme, mais il permet de meilleures performances dans les tests de rétention (Schmidt, 1993)



## Le délai de feedback

Swinnen, Schmidt, Nicholson et Shapiro (1990) ont montré que le feedback instantané était néfaste pour l'apprentissage.



Le sujet n'a plus le temps de traiter le feedback intrinsèque, son attention étant détournée par le feedback extrinsèque

## Le délai de feedback

Au-delà de quelques secondes, la durée de l'intervalle n'a que peu d'influence (jusqu'à quelques minutes)

Il est important que l'élève ne soit pas perturbé, durant l'intervalle pré-feedback, par des activités extérieures à la tâche (autre activité, ou discussion,, bruit, etc....)

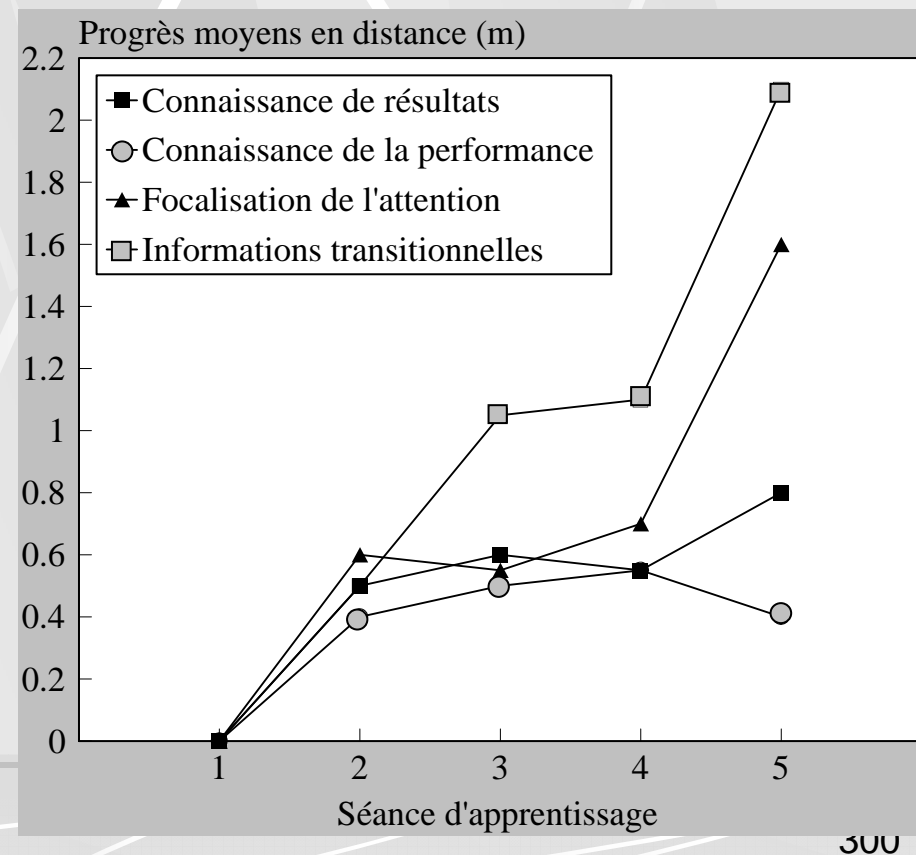
Dans ce cas une détérioration est observée lors des tests de rétention (Marteniuk, 1986)

## L'information transitionnelle

Kernodle et Carlton (1992) définissent l'information transitionnelle comme une information portant sur ce qui doit être fait à l'essai suivant

Ils comparent dans une tâche de lancer de balle de précision, l'efficacité de la CR, de la CP et de l'information transitionnelle

Il est plus efficace de dire au sujet ce qu'il doit faire pour progresser, que de le renseigner sur ce qu'il a fait





## 5. Apprentissage et conditions d'apprentissage

5.1. Répétition, consistance et automatisisation

5.2. Difficulté de la tâche et apprentissage

5.3. La démonstration

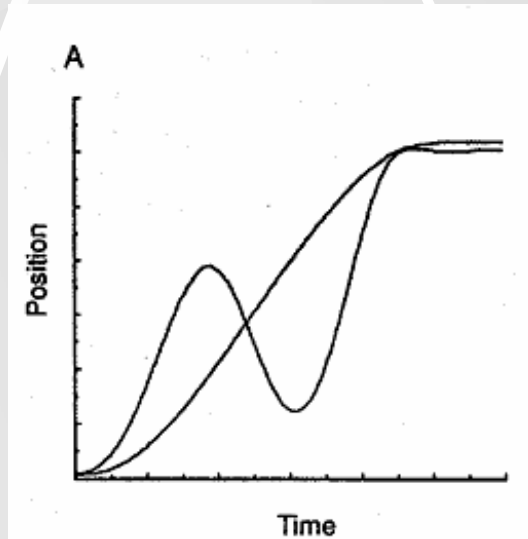
5.4. Variabilité de la pratique

5.5. L'interférence contextuelle

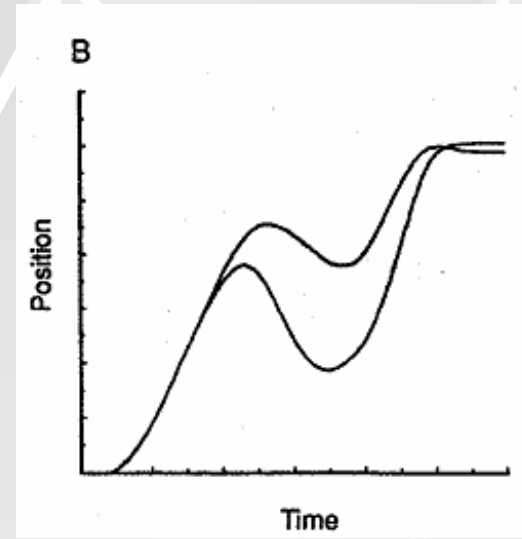
5.6. Feedbacks

5.7. Adaptation de la force des attracteurs

L'approche dynamique suggère que dans certains cas le comportement du débutant est fortement attiré par des modes de coordination spontanés



Trajectoires  
attendues



Trajectoires  
observées

## La modulation adaptative

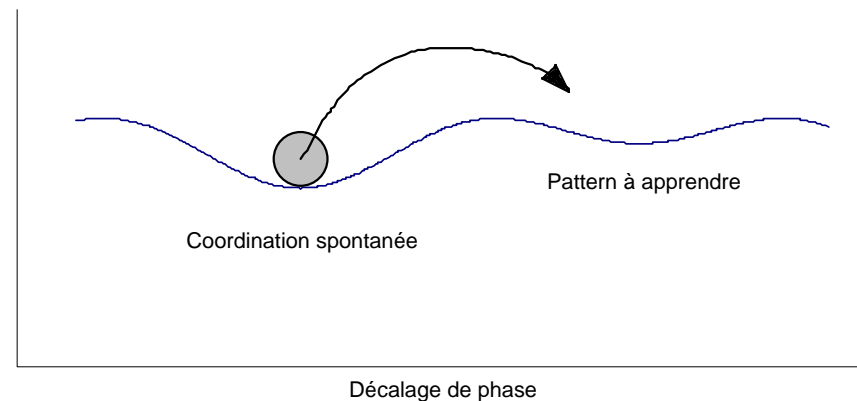
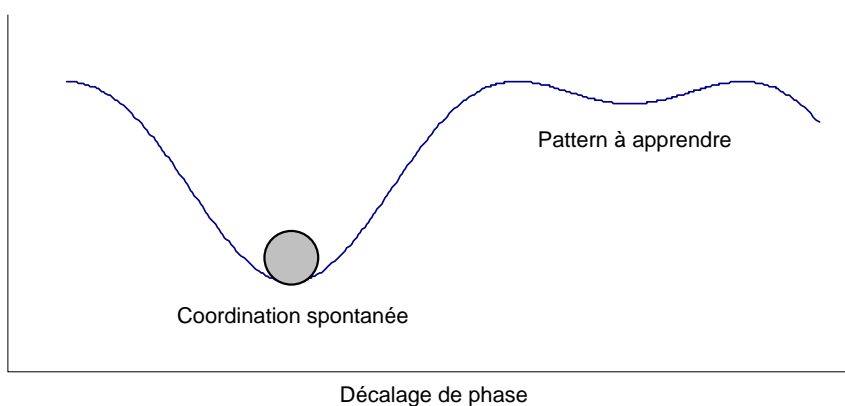
Walter et Swinnen (1995)

Plus les attracteurs spontanés sont stables, plus il contrarient l'apprentissage

A haute fréquence, seul l'attracteur en phase est stable

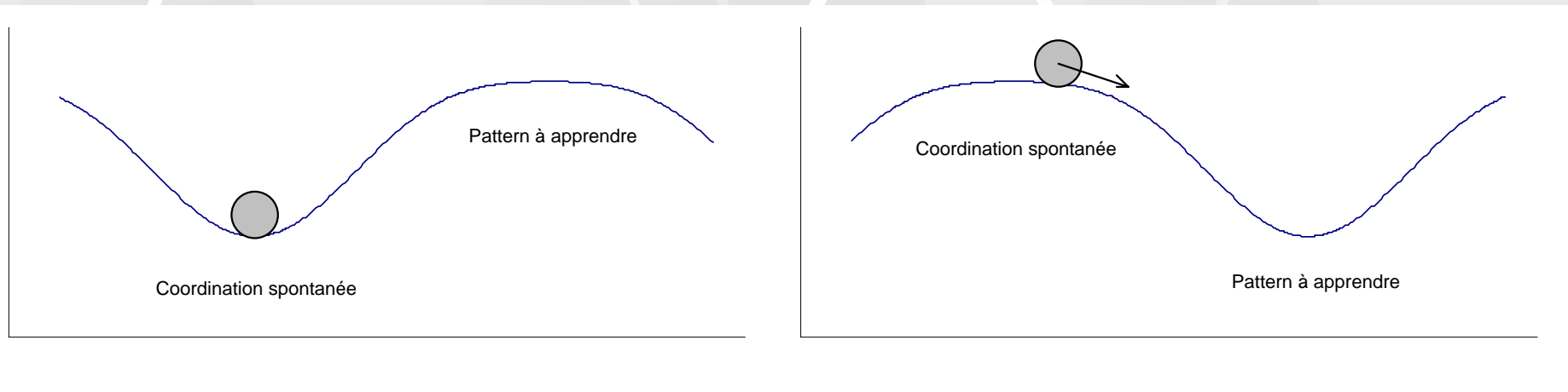
La coordination 1:3 est très difficile à produire

Hypothèse: si l'on réduit la force de l'attracteur en phase en diminuant la fréquence, on rend plus facile l'exploration d'autres solutions



## La modulation adaptative

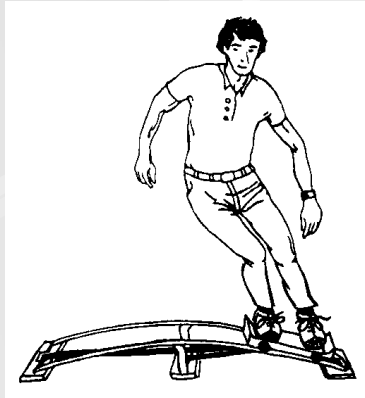
On peut également agir sur le paramètre de contrôle pour rendre disponible un attracteur



Il s'agit de déstabiliser la coordination spontanée et de rendre attractive la nouvelle coordination

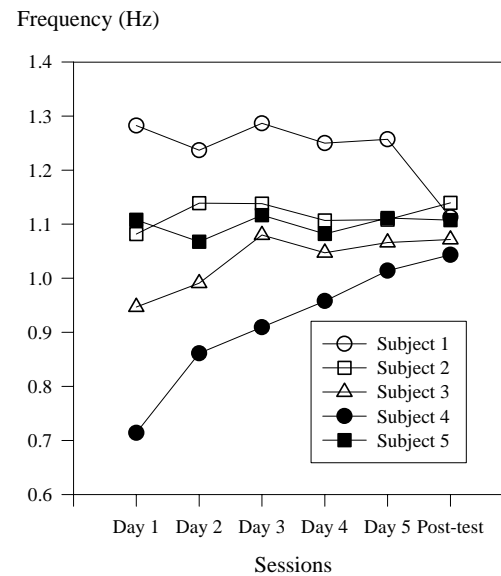
## La modulation adaptative

Nourrit, Lauriot, Deschamps, Caillou & Delignières (2000)



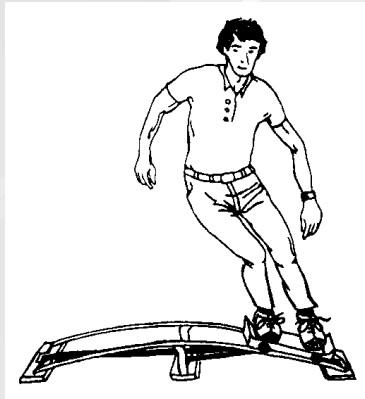
A forte amplitude, les sujets convergent vers la fréquence de résonance du système

(Durand, Geoffroi, Varray & Préfaut, 1994)



## La modulation adaptative

Nourrit, Lauriot, Deschamps, Caillou & Delignières (2000)



Hypothèse: si l'on force les sujets à osciller à forte amplitude, on devrait obtenir

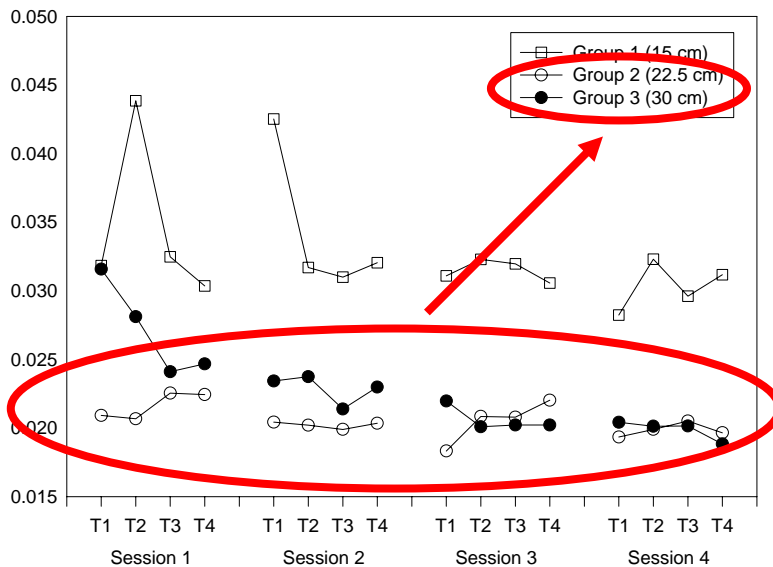
- des oscillations plus stables (variabilité inter-individuelle)
  - des oscillations plus homogènes (variabilité inter-individuelle)
- 
- Trois groupes de 6 sujets
  - Quatre sessions de pratiques
  - Trois amplitudes imposées: 15 cm, 22.5 cm, et 30 cm

## La modulation adaptative

Nourrit, Lauriot, Deschamps, Caillou & Delignières (2000)

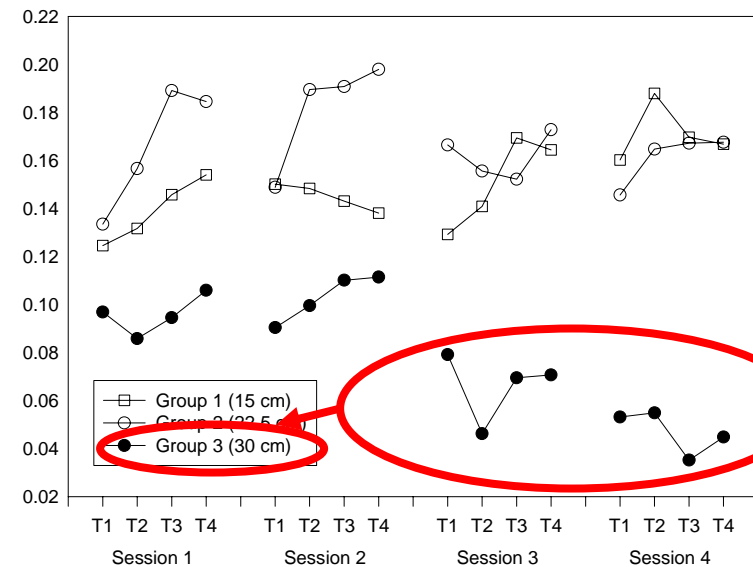
### Variabilité intra-individuelle

Frequency Intra-Individual Variability (Hz)



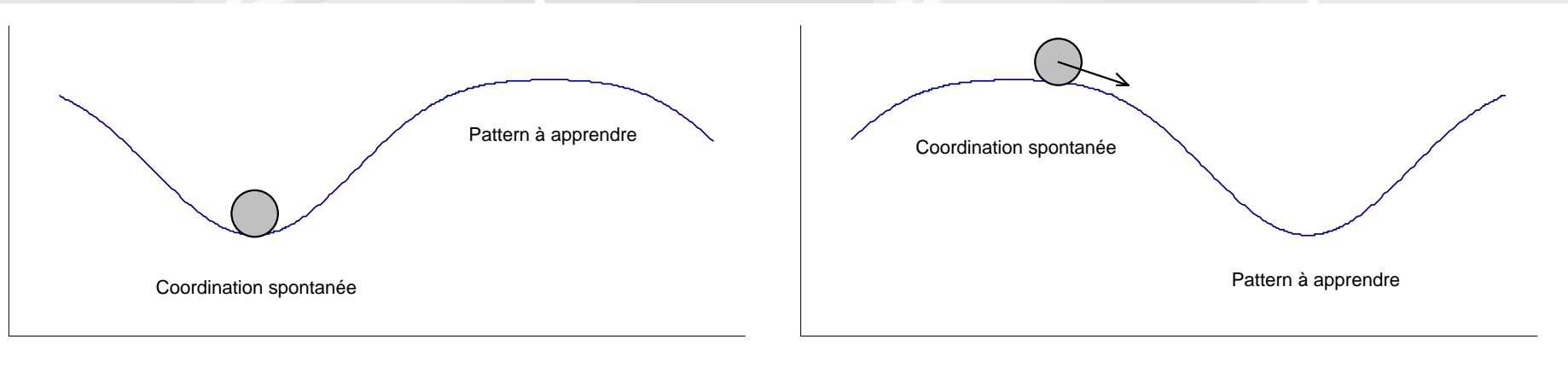
### Variabilité inter-individuelle

Frequency Inter-individual Variability (Hz)



## La modulation adaptative

Nourrit, Lauriot, Deschamps, Caillou & Delignières (2000)



Dans ce type de tâche, c'est paradoxalement en rendant la tâche plus difficile que l'on favorise l'apprentissage

Comparer avec le principe de progressivité de Famose

Comment apprendre à courir?

Comment apprendre la roue?



## Plan du cours

### Introduction : définitions

1. L'approche cognitive
2. L'approche dynamique
3. L'approche écologique
4. Apprentissage et efficience
5. Apprentissage et conditions d'apprentissage
6. Apprentissage et connaissances

## 6. Apprentissage et connaissances

### 6.1. Connaissances et habiletés motrices

### 6.2. Apprentissage implicite et apprentissage explicite

### 6.3. Les limites de la prise de conscience

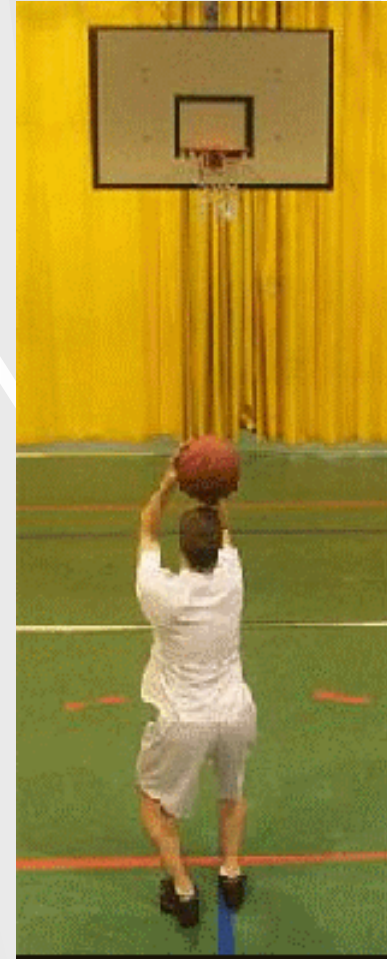


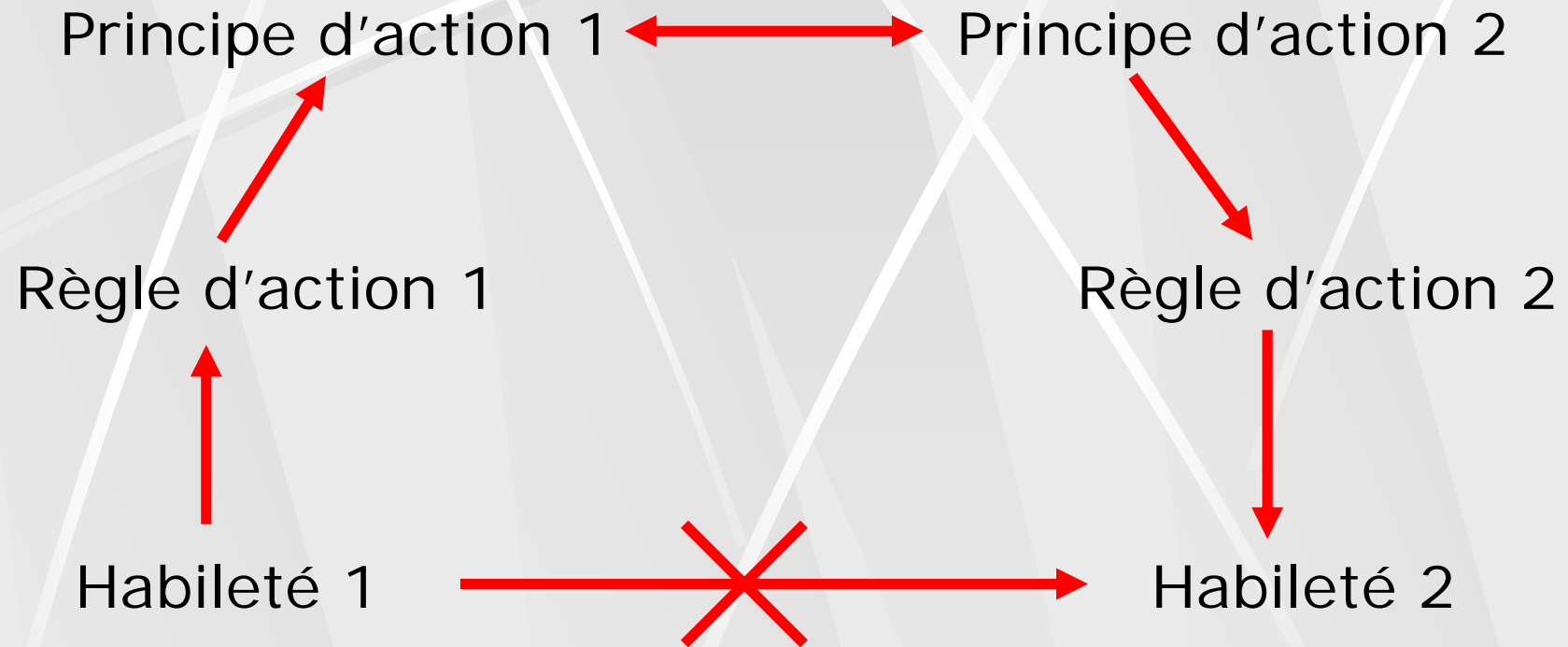
Le transfert

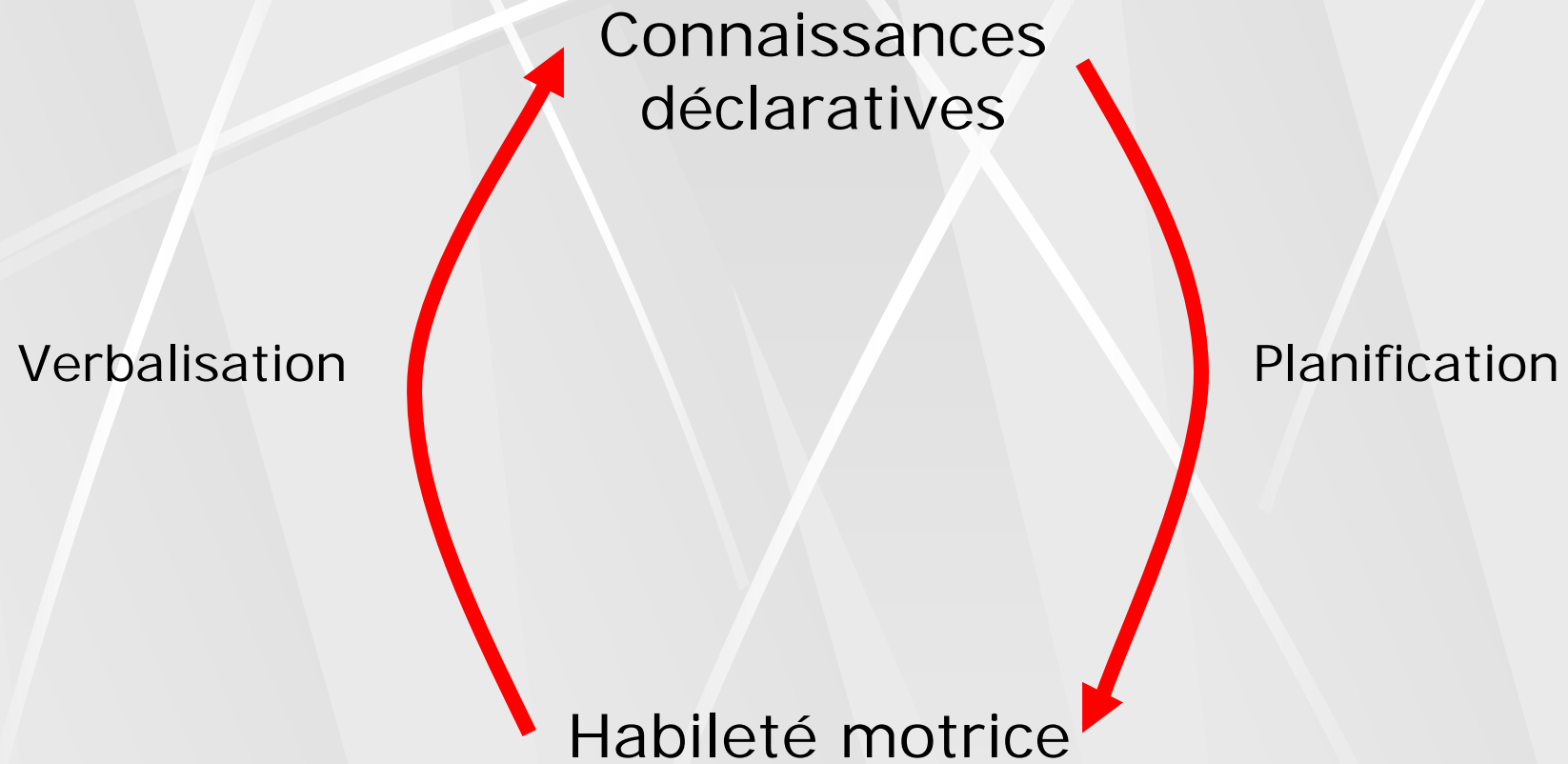


## Migeon (1981)

Pas de transfert entre le lancer à la poitrine et le lancer balle au-dessus de la tête







## Des arguments théoriques

Georges (1983) distingue les connaissances déclaratives et procédurales

Les **connaissances déclaratives** s'expriment par le discours

Les **connaissances procédurales** s'expriment par l'action

Les connaissances procédurales font appels à des processus automatiques, imperméables à la conscience

Leplat (1989): une partie de l'habileté échappe à conscience du sujet.

Cette **habileté tacite** ne s'acquiert que par la pratique, et ne peut être ni verbalisée, ni enseignée



## Des arguments théoriques

Gréco (1976) : "Il n'est pas certain que la représentation mentale que l'on a de ses propres mouvements soit une représentation adéquate, ni même qu'elle doive l'être. [...] On n'arriverait jamais à traverser la rue, ni aller à bicyclette s'il fallait calculer exhaustivement les trajectoires, les vitesses, les conditions de l'équilibre, etc..."

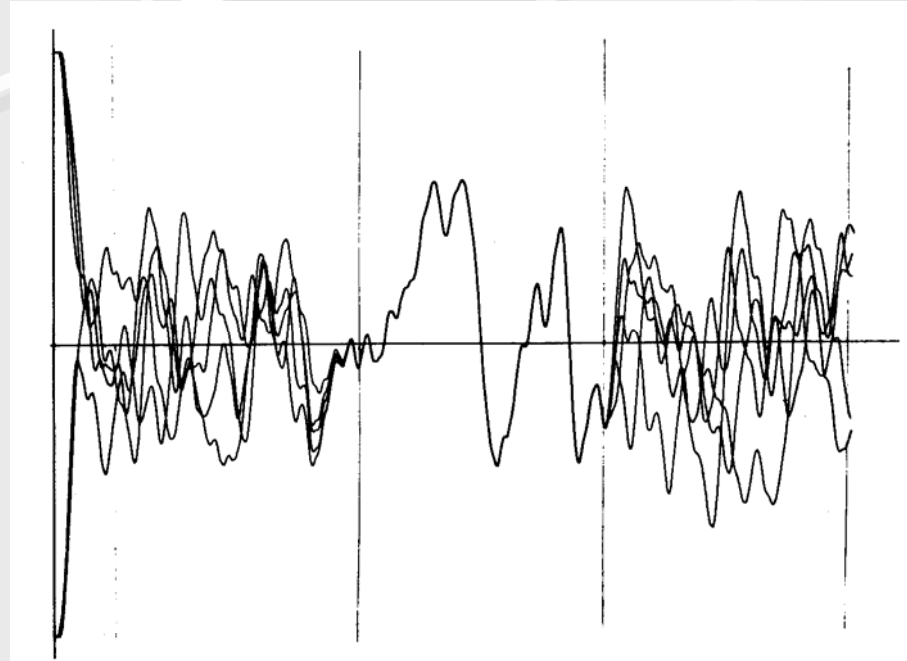
## 6. Apprentissage et connaissances

6.1. Connaissances et habiletés motrices

6.2. Apprentissage implicite et apprentissage explicite

6.3. Les limites de la prise de conscience

## L'expérience de Pew (1974)



Les sujets doivent suivre avec un pointeur les déplacements d'une cible

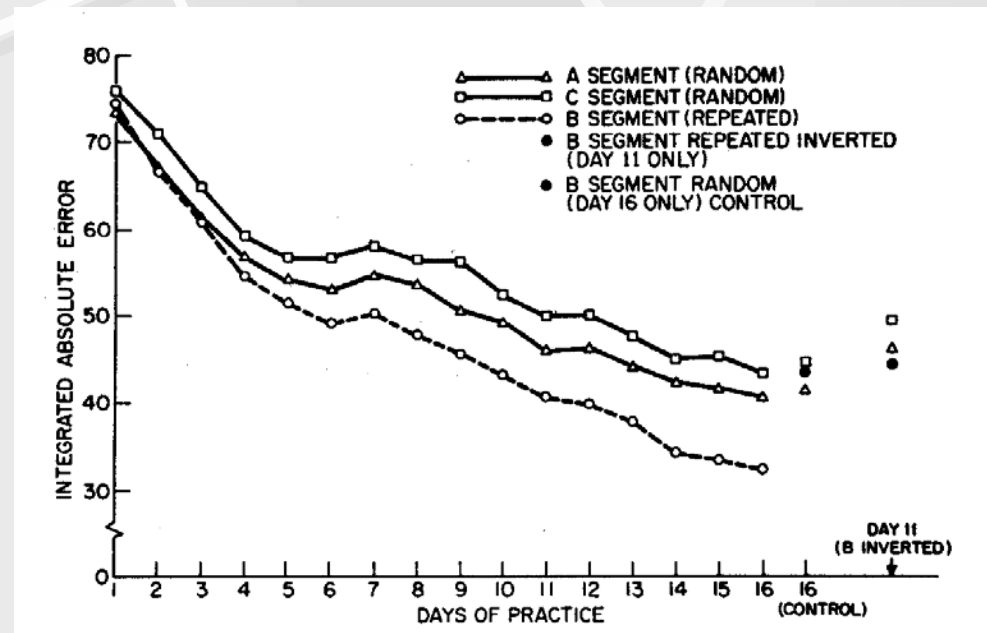
Le déplacement dure 1 minute:

Le déplacement est aléatoire lors des premières 20 secs et des dernières 20 secs

Le segment médian se répète à l'identique d'un essai à l'autre

Les sujets ne sont pas prévenus de la régularité du segment médian

## L'expérience de Pew (1974)



Les performances s'améliorent plus rapidement dans le segment médian

Les sujets n'ont pas conscience des régularités

L'apprentissage est implicite

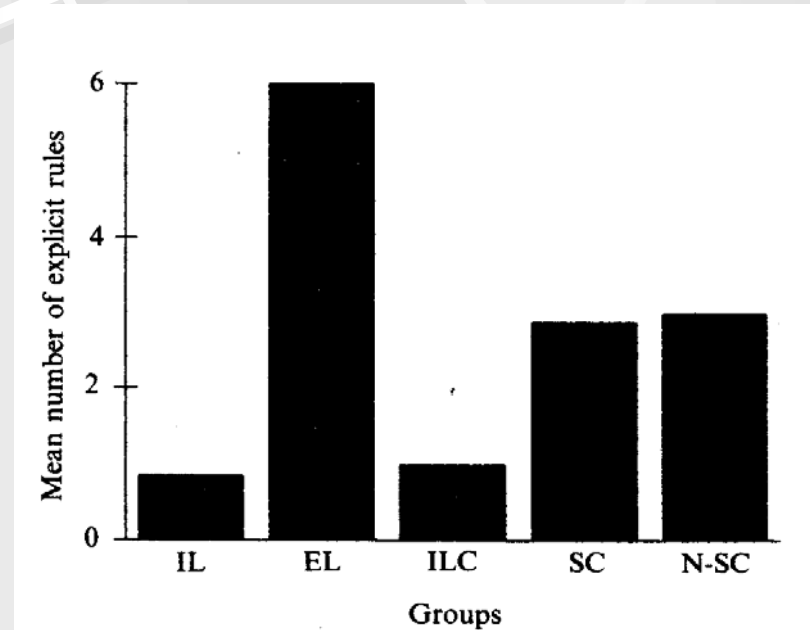
## Masters (1992)

Hypothèse: une habileté apprise implicitement résiste mieux au stress qu'une habileté apprise de manière explicite

Tâche: Putting au golf. VERT ascendant.

Groupes	Apprentissage (4 sessions)	Stress (une session)
Implicite	Apprentissage en situation de double tâche	Oui
Explicite	Lecture de règles d'action	Oui
Implicite (contrôle)	Apprentissage en situation de double tâche	Non
Stress (contrôle)	Apprentissage par découverte	Oui
Non-stress (contrôle)	Apprentissage par découverte	Non

## Evaluation des connaissances déclaratives en fin d'apprentissage



IL: apprentissage implicite

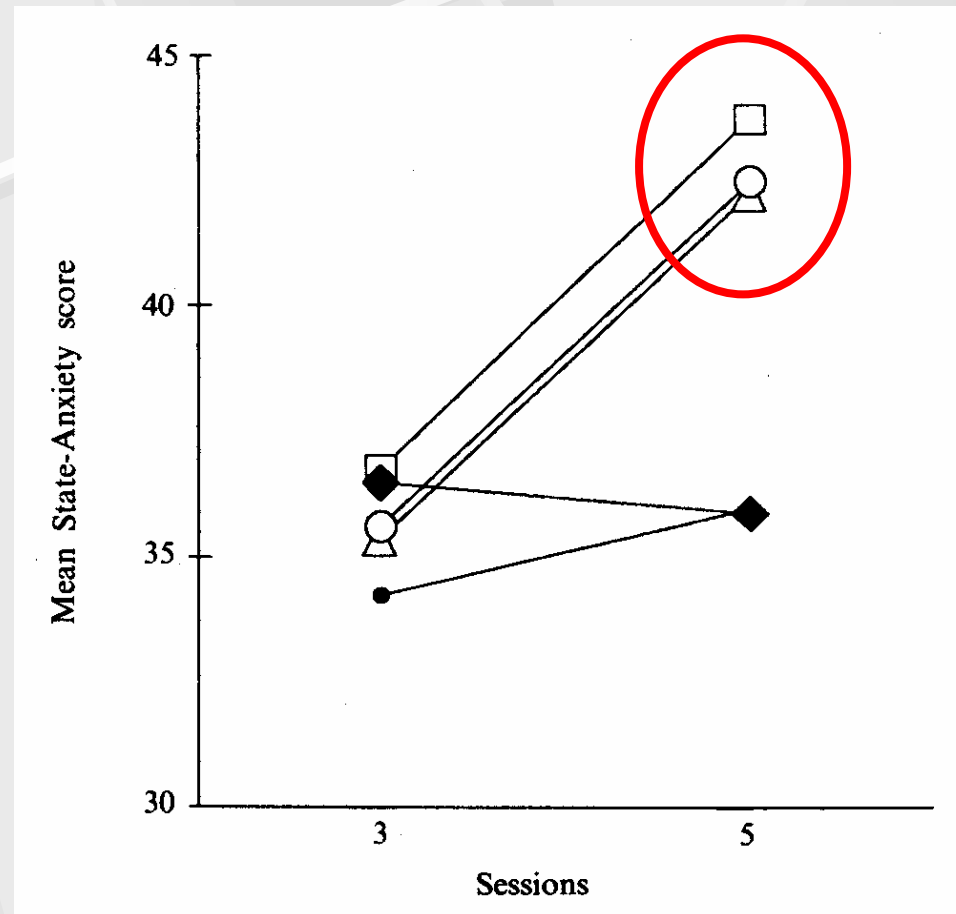
EL: apprentissage explicite

ILC: apprentissage implicite (contrôle)

SC: stress (contrôle)

N-SC: non stress (contrôle)

Niveaux d'anxiété au cours de la dernière session



$\triangle$ : apprentissage implicite

$\square$ : apprentissage explicite

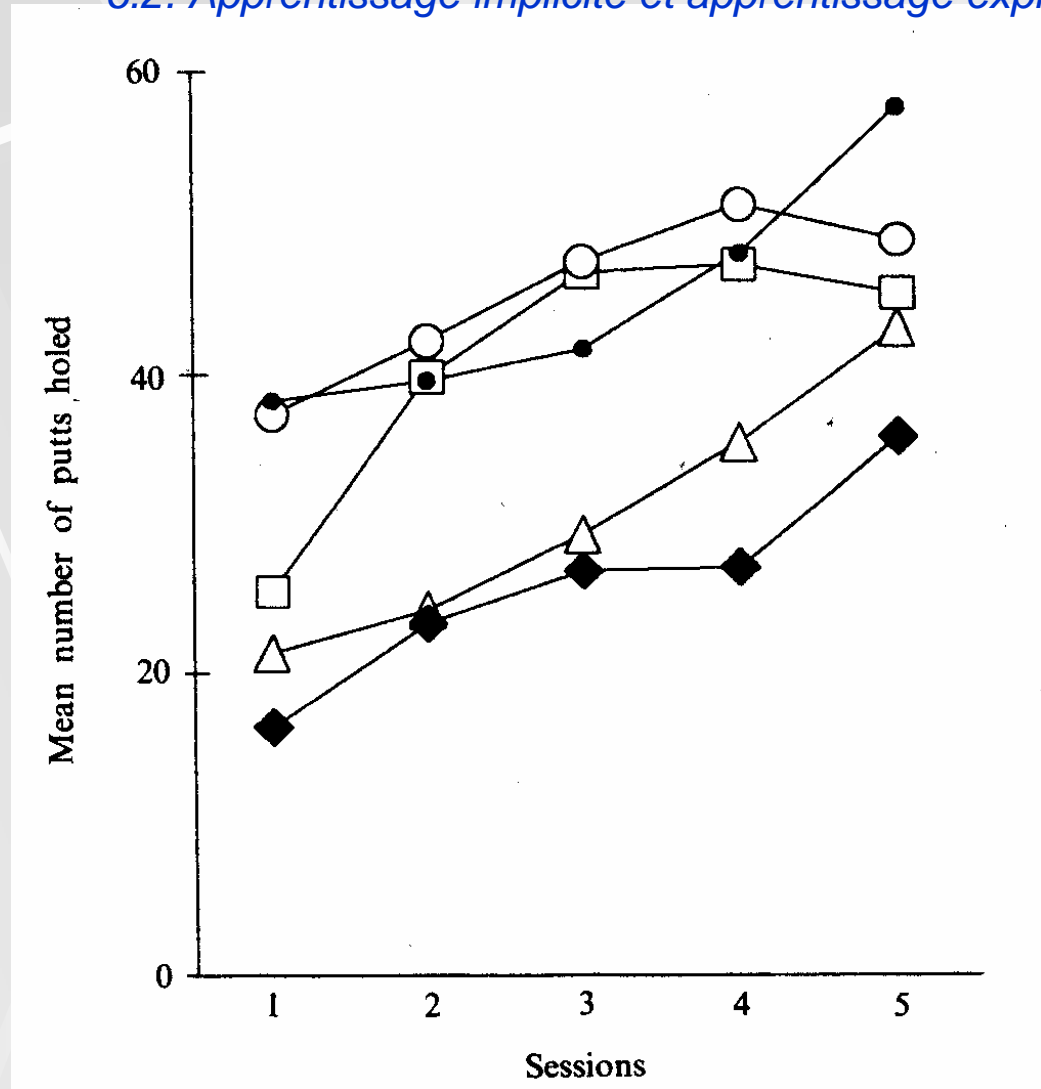
$\blacklozenge$ : apprentissage implicite (contrôle)

$\circ$ : stress (contrôle)

$\bullet$ : non stress (contrôle)

## 6.2. Apprentissage implicite et apprentissage explicite

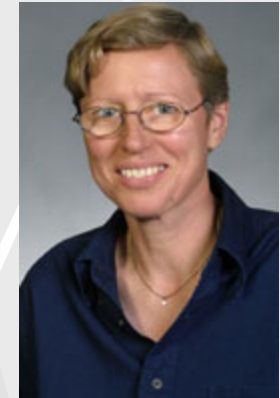
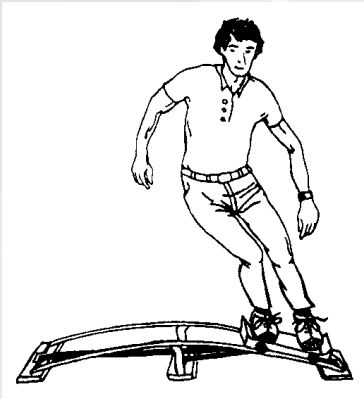
Evolution de la performance au cours des sessions



- △: apprentissage implicite
- : apprentissage explicite
- ◆: apprentissage implicite (contrôle)
- : stress (contrôle)
- : non stress (contrôle)



## L'expérience de Wulf et Weigelt (1997) (1)



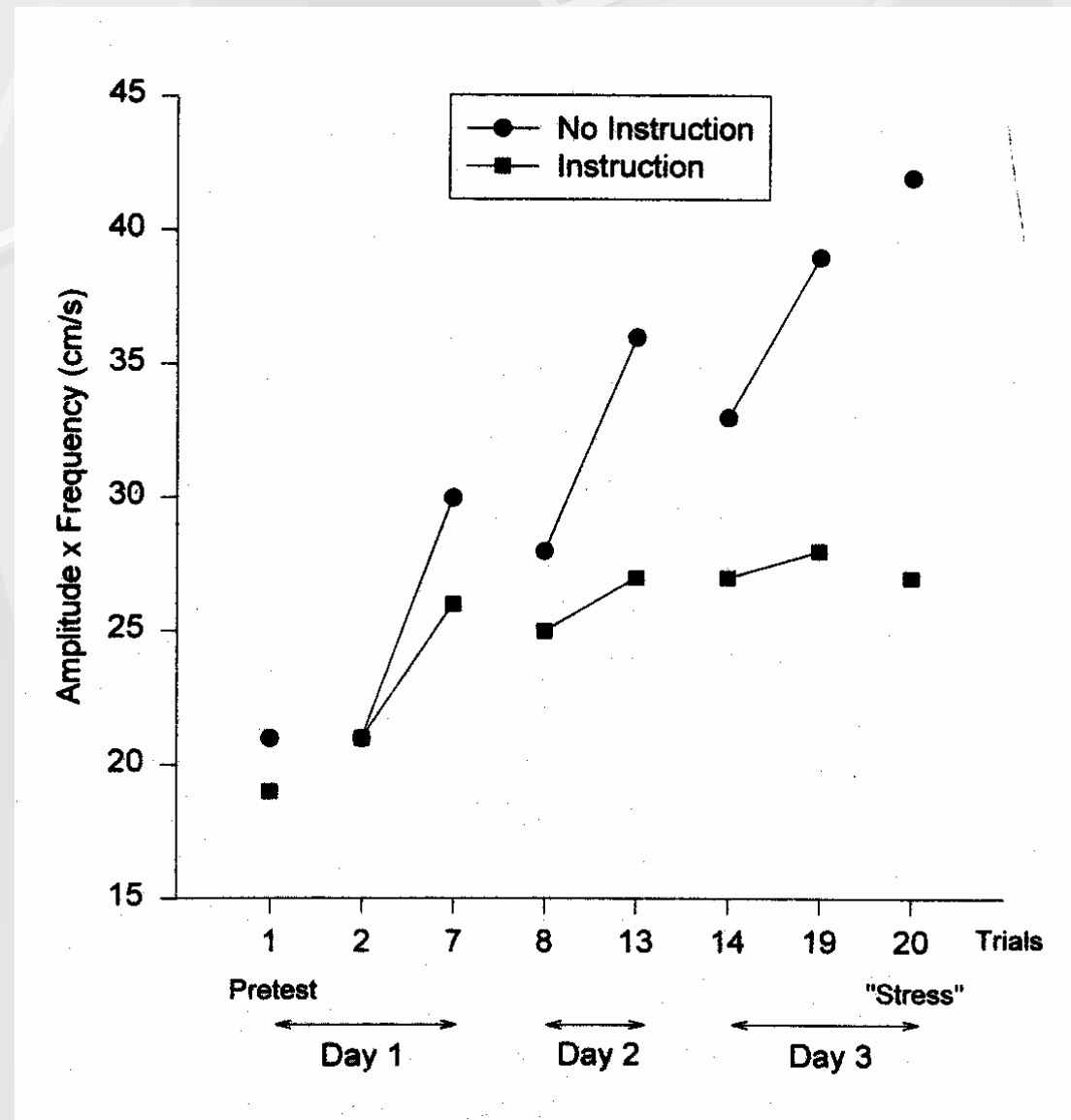
3 sessions de pratique

Un groupe « apprentissage par découverte »

Un groupe « apprentissage par instruction »

Un essai « stress » en fin d'expérimentation

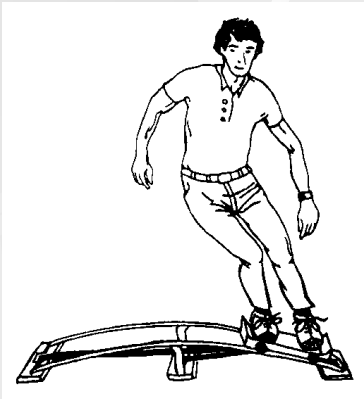
## 6.2. Apprentissage implicite et apprentissage explicite



Influence des instructions techniques sur l'apprentissage (Wulf & Weigelt, 1997)

## L'expérience de Wulf et Weigelt (1997)

(2)



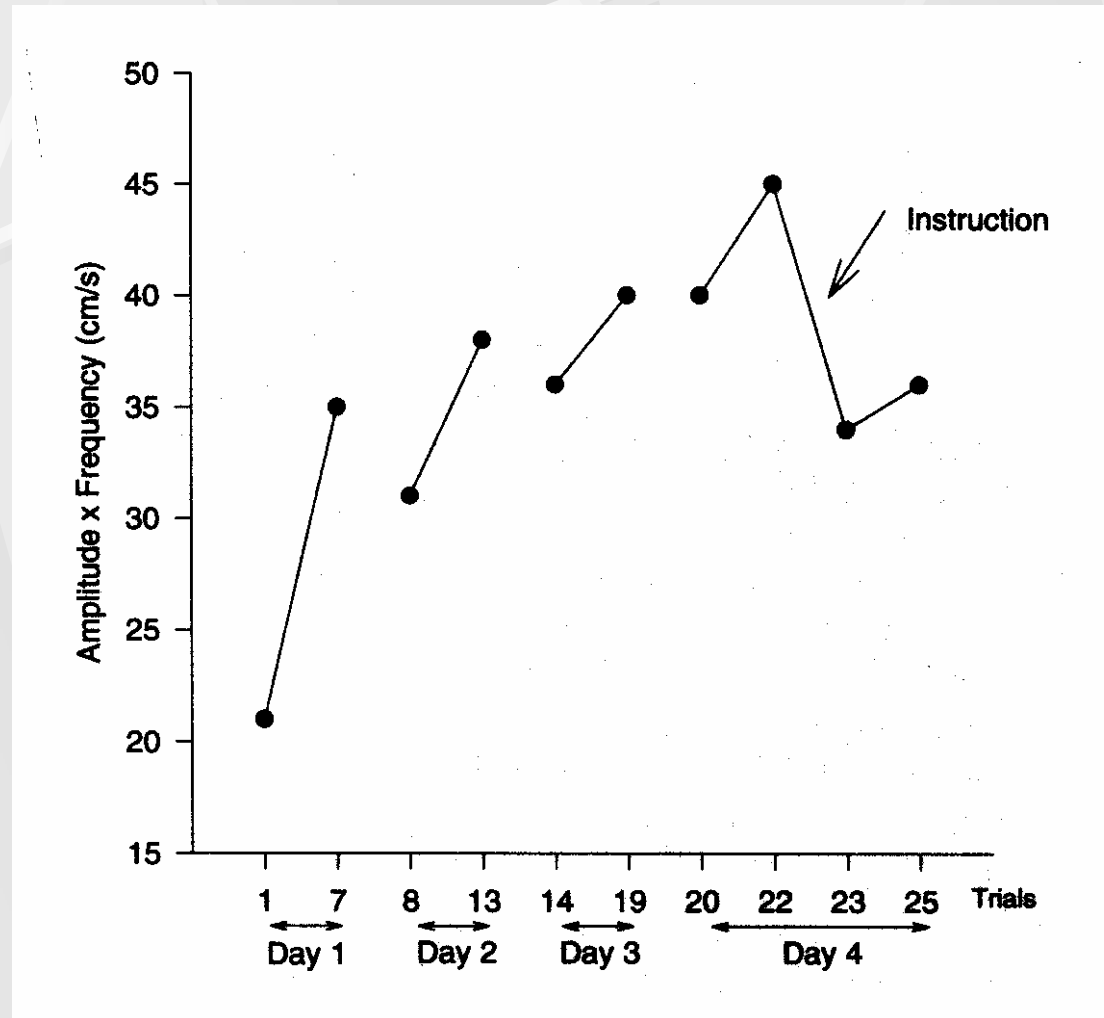
4 sessions de pratique

6 essais par session

Apprentissage par découverte

Introduction d'instructions au milieu de la quatrième session

## 6.2. Apprentissage implicite et apprentissage explicite



Effets d'instructions techniques données en cours d'apprentissage  
(Wulf & Weigelt, 1997)

## 6. Apprentissage et connaissances

6.1. Connaissances et habiletés motrices

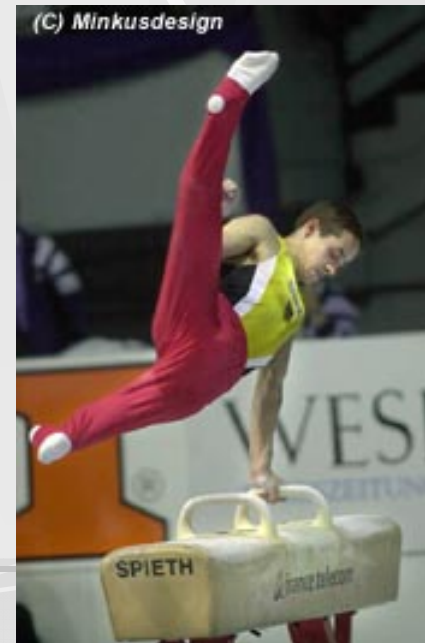
6.2. Apprentissage implicite et apprentissage explicite

6.3. Les limites de la prise de conscience



Habiletés stratégiques

Habiletés techniques



## French et Thomas (1987)

Suivi d'une équipe de basket-ball pendant une saison

Evaluation de quatre critères:

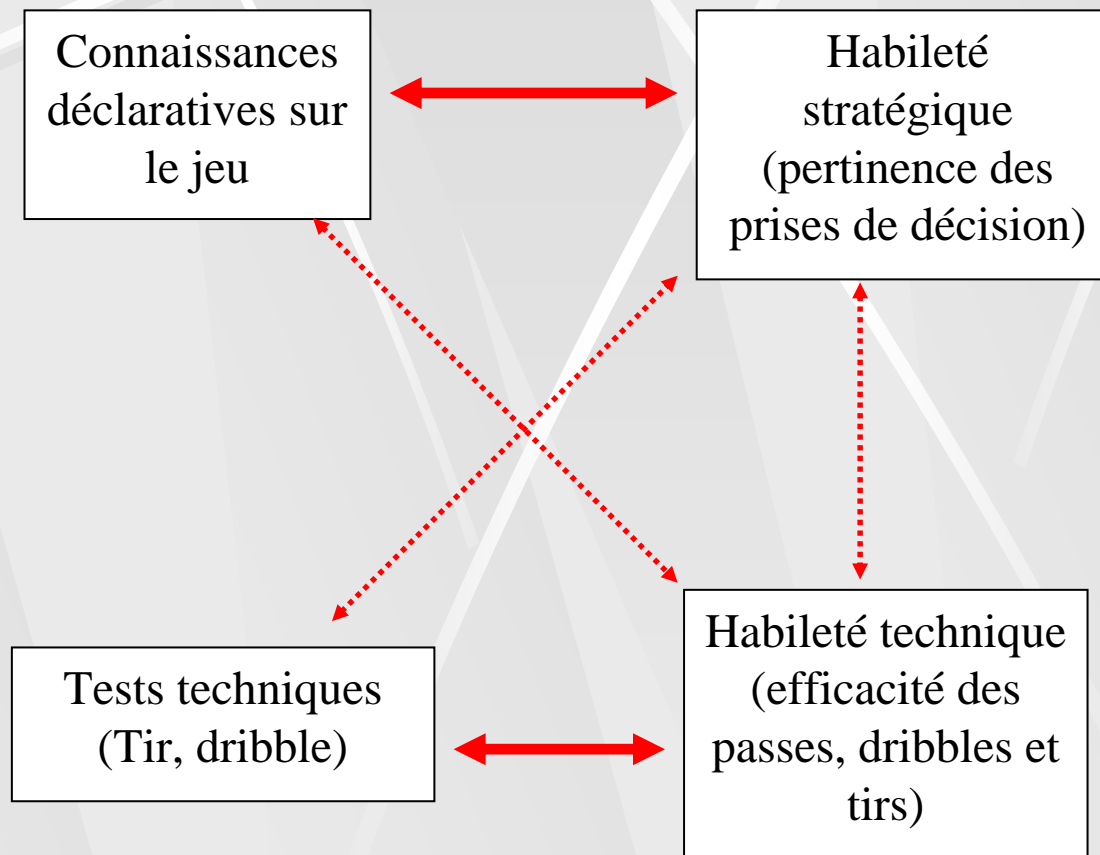
L'habileté stratégique (pertinence des décisions prises sur le terrain)

L'habileté technique (efficacité des actions entreprises sur le terrain)

Connaissances déclaratives sur le jeu

Tests techniques (tir, passe, dribble)

## French et Thomas (1987)

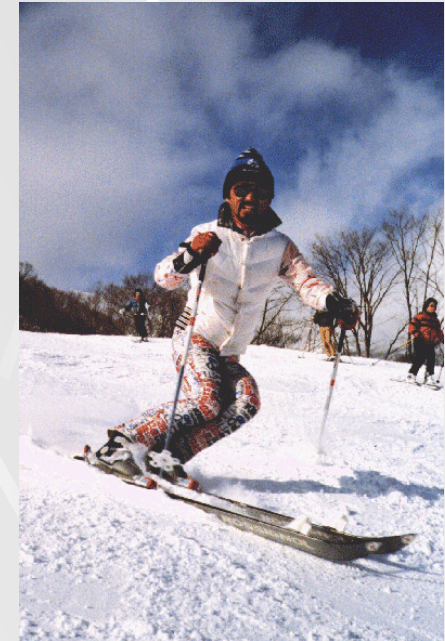




## Famose, Hébrard, Simonet et Vivès (1979)

Apprentissage du virage en ski

- pédagogie par instruction
- pédagogie par modèle
- aménagement du milieu (la « trace bleue »)



L'aménagement du milieu est la méthode la plus efficace

## Bouthier (1986)

Apprentissage d'une combinaison tactique en rugby

- pédagogie par instruction (base d'orientation)
- pédagogie par modèle
- aménagement du milieu



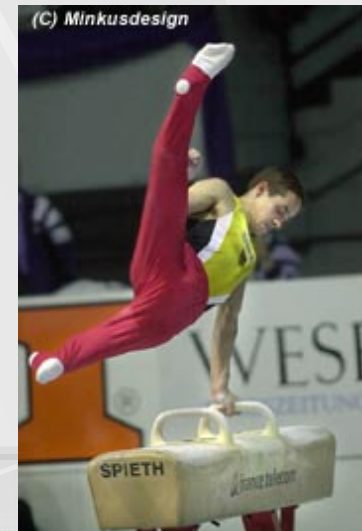
La pédagogie par instruction semble la méthode la plus efficace

## Conclusion

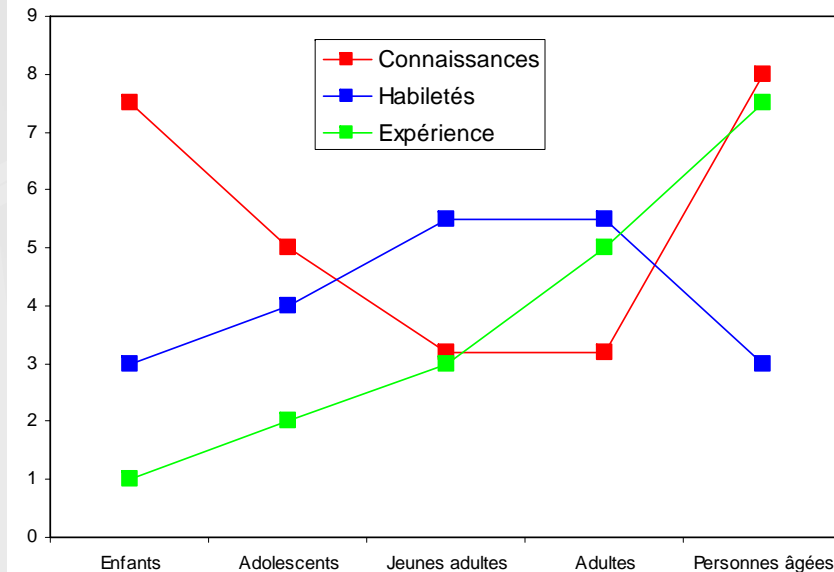


Les habiletés stratégiques entretiennent des liens étroits avec les connaissances déclaratives

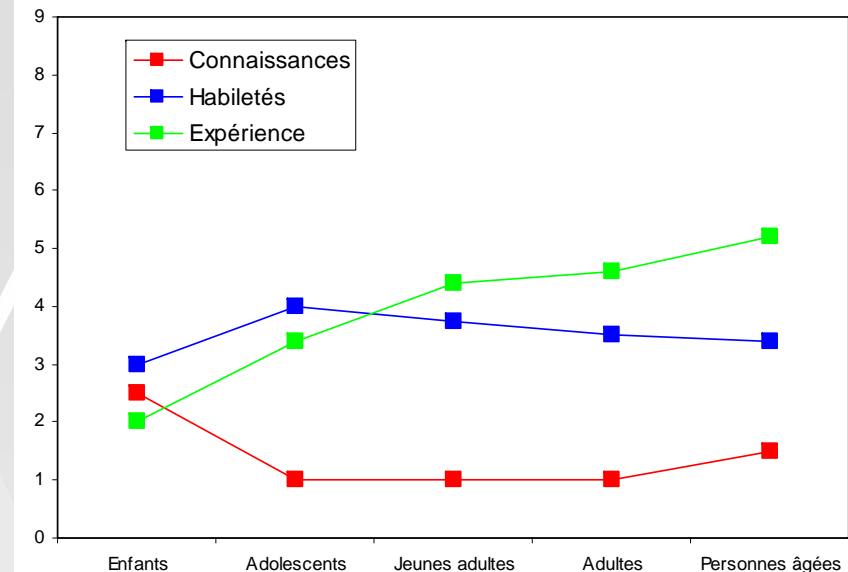
Les habiletés techniques semblent mobiliser un registre plus profond, moins accessible à la conscience



### Activités stratégiques



### Activités techniques

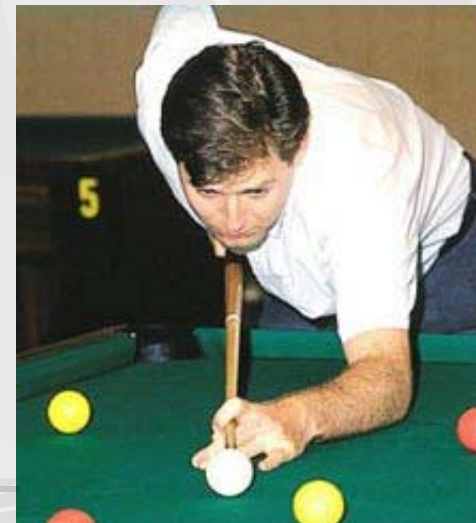


Modifications de l'importance des connaissances, de l'habileté et de l'expérience en fonction de l'âge et de la nature de la tâche (Abernethy, Thomas & Thomas, 1993)

Habiletés globales



Habiletés  
manipulatoires







## Piaget (1974) « Réussir et comprendre »

Vers 5/6 ans, la réussite est obtenue par tâtonnement, sans compréhension des principes mis en jeu

Vers 7/8 ans, la réussite reste première. L'enfant parvient a posteriori à en comprendre les principes, par **abstraction réfléchissante**

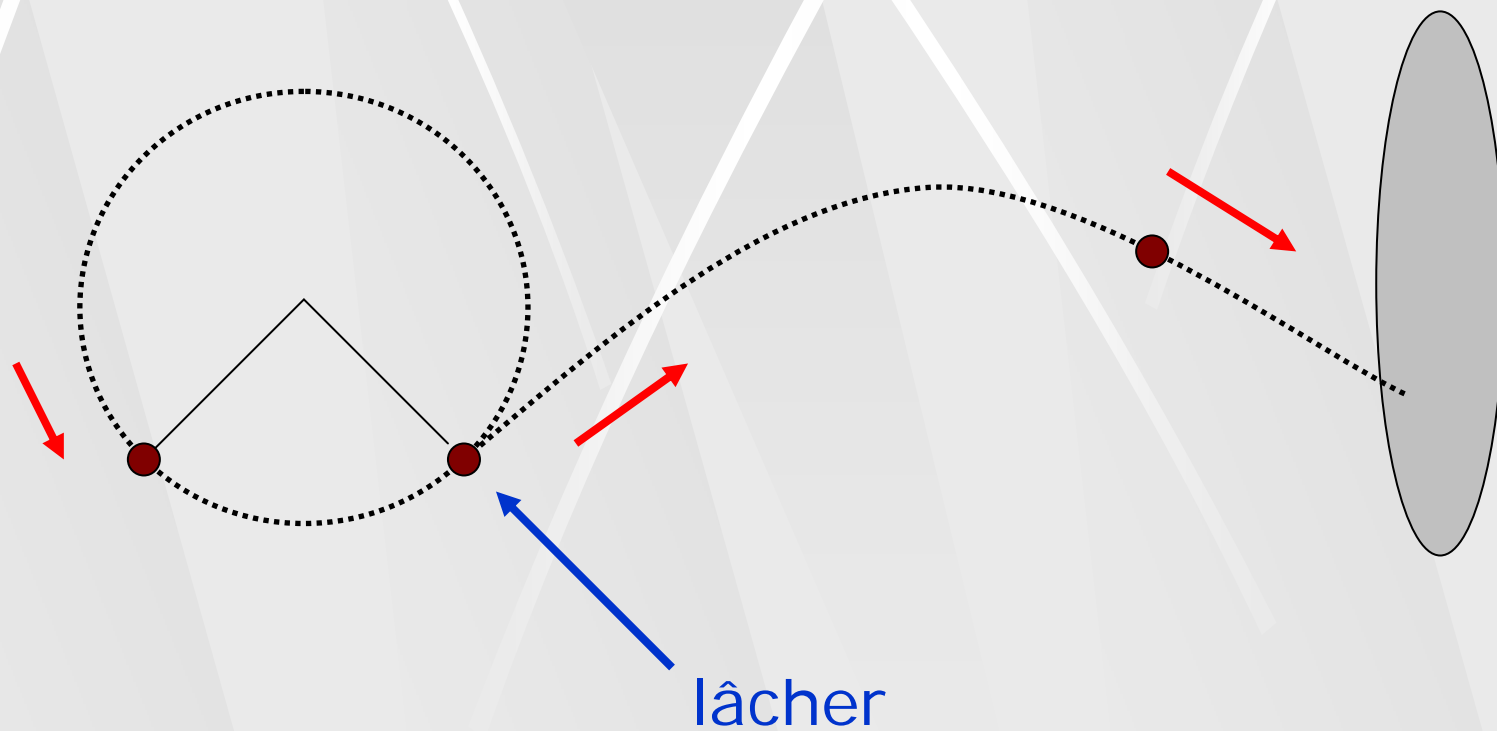
Vers 11/12 ans, la compréhension précède et anticipe l'action. La réussite ne prend qu'un caractère confirmatoire



Durand (1984)

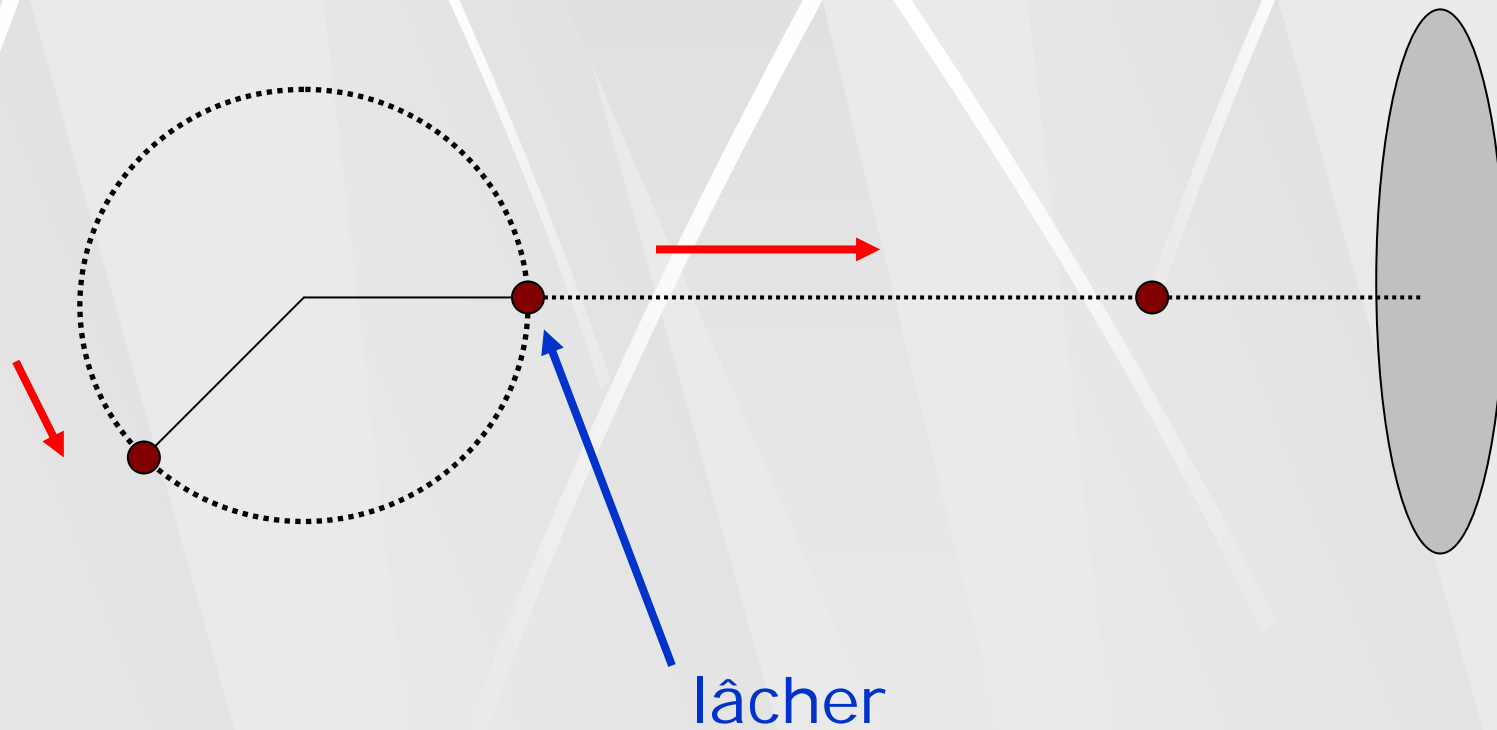


Durand (1984)





Durand (1984)



## Durand (1984)

À 5/6 ans, les enfants progressent par tâtonnement

Les connaissances formulées sont erronées

L'action n'est pas planifiée

À 11/12 ans, les enfants peuvent se représenter et analyser la tâche

Leurs connaissances sont précises et pertinentes

Les connaissances peuvent piloter l'action

Arnaud (1977)

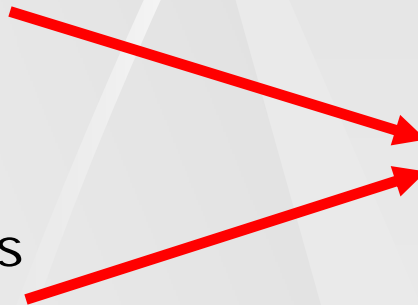
La connaissance du principe d'Archimède peut-elle être généralisée au corps propre?

Expérience de terrain, réalisée en établissement scolaire

Apprentissage de la  
natation

Manipulation d'objets  
dans une baignoire

Apprentissage du  
principe d'Archimède

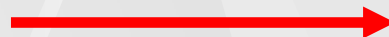


Arnaud (1977)

La connaissance du principe d'Archimède peut-elle être généralisée au corps propre?

Expérience de terrain, réalisée en établissement scolaire

Apprentissage du  
principe d'Archimède



Apprentissage de la  
natation



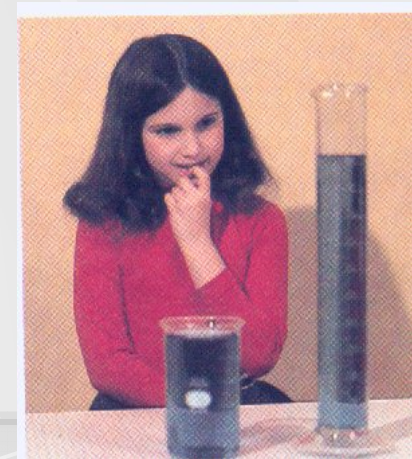
Arnaud (1977)

1. La manipulation d'objets dans une baignoire permet de mieux apprendre le principe d'Archimède
2. L'expérience de la natation ne permet pas un meilleur apprentissage du principe d'Archimède
3. La connaissance du principe d'Archimède ne permet pas de mieux apprendre à nager
4. L'expérience de la natation chez des élèves connaissant le principe d'Archimède peut entraîner une « régression cognitive »

## Conclusion

La capacité de se représenter la tâche et sa solution semble plus évidente dans le cadre de tâches manipulatoires que dans celui des tâches globales

La plupart des travaux de Piaget ont porté sur des tâches où il s'agissait de manipuler des objets pour résoudre un problème



## La pression temporelle

Distinction processus contrôlés/automatiques

Les processus automatiques sont plus rapides, et sont privilégiés en cas de pression temporelle

Les processus automatiques sont imperméables à la conscience

Hypothèse: impossibilité de prendre conscience de ses stratégies dans les activités sous pression temporelle

## Keller, Henneman & Alegria (1979)

Analyse de l'activité de gardiens de but en situation de penalty

Comment décident-ils du sens de leur déplacement?

Verbalisation des experts: décision a priori, au hasard



On devrait donc observer une répartition équiprobable des déplacements droite et gauche

Observation: les gardiens plongent trop souvent du bon côté



## Keller, Henneman & Alegria (1979)

Les gardiens prennent des informations de manière précoce, sur la course d'élan et l'orientation des segments, pour étayer leur prise de décision

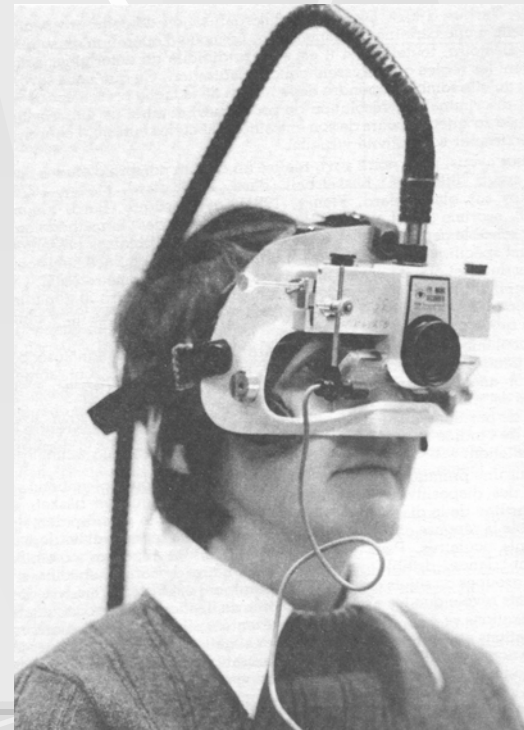


Ces processus sont automatiques, les gardiens n'ont pas conscience de les mettre en œuvre

## Ripoll, Papin & Simonet (1983)

Analyse du comportement exploratoire visuel chez les sportifs

Utilisation d'un oculomètre NAC

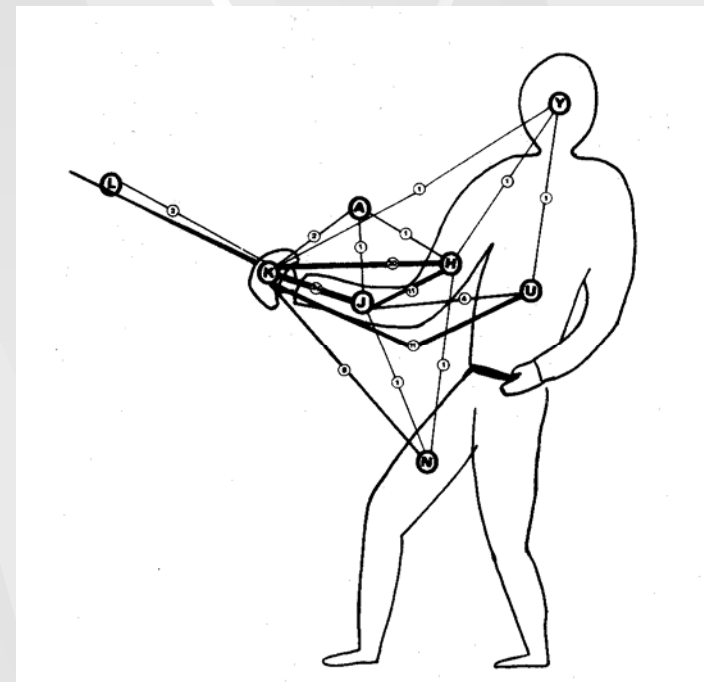


## Ripoll, Papin & Simonet (1983)

Exemple de comportement exploratoire visuel

L'expert fixe des zones privilégiées

L'exploration visuelle fonctionne en étoile à partir de ces zones



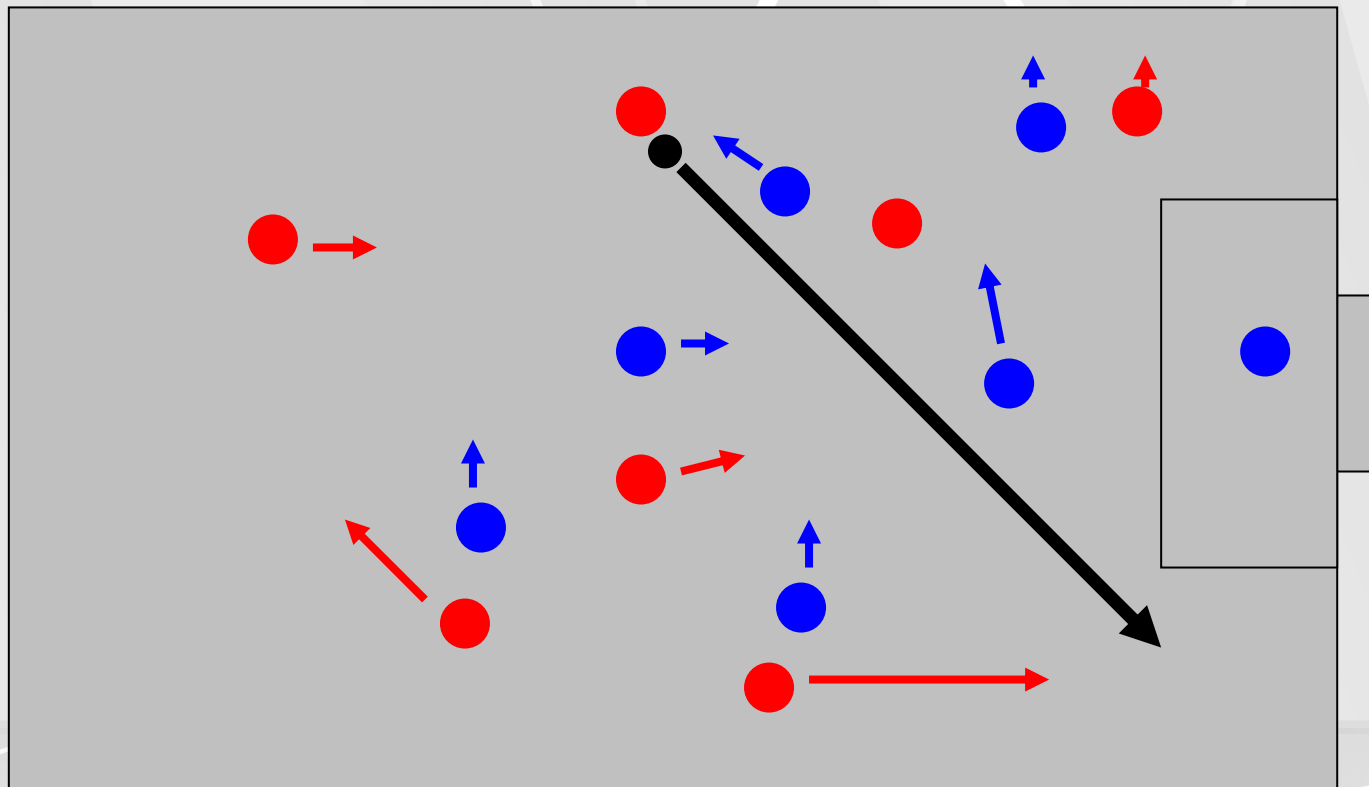
## Ripoll, Papin & Simonet (1983)

Incapacité des experts à verbaliser de manière pertinente leurs stratégies exploratoires

Cette distorsion "est bien compréhensible en sport, dans la mesure où ces activités, du fait de leur grande vitesse d'exécution, se déroulent essentiellement sur un registre de fonctionnement infraverbal, excluant par là même toute forme de raisonnement hypothético-déductif" (Ripoll, Papin & Simonet , 1983)

## Vom Hofe (1991)

Tâche: sur la base de configurations de jeu en football, trouver des solutions pour le porteur de balle



## Vom Hofe (1991)

Deux conditions:

- Trouver le maximum de solution en 10 secondes (activité d'analyse)
- Trouver une solution le plus vite possible (décision sous pression temporelle)

Deux tests supplémentaires:

- Connaissances déclaratives sur le football
- Test de rotation mentale (vitesse de reconnaissance des formes)

## Vom Hofe (1991)

