

# EFFETS DE L'EFFORT PHYSIQUE SUR LES PROCESSUS COGNITIFS

MLH  
2004- 2005

# Introduction : L'effort physique comme stressueur

## LE CONCEPT DE STRESS

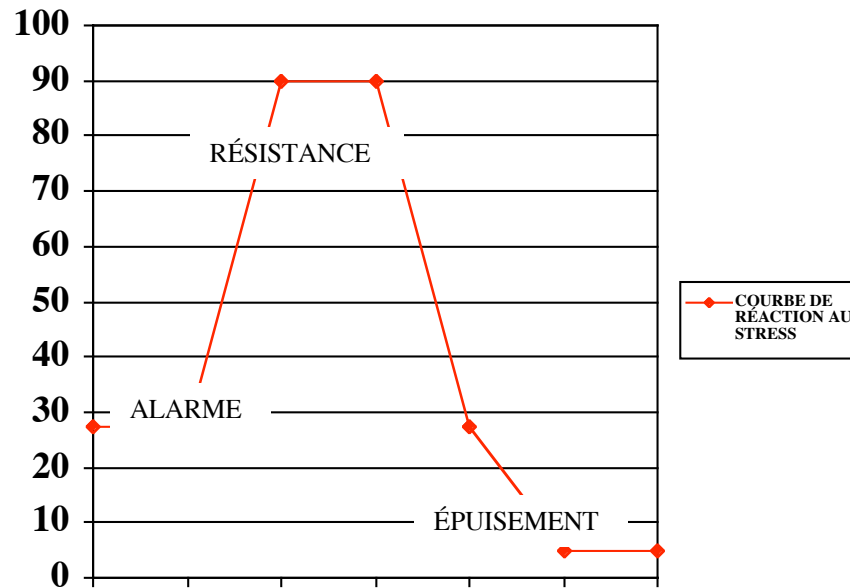
### DÉFINITION DE SEYLE :

« Etat de l'organisme en train de réagir à une agression »

### ETAT :

- **PHYSIOLOGIQUE (SLA)**
- **ENDOCRINIEN(SGA)**

**PSYCHIQUE (ANXIÉTÉ)**



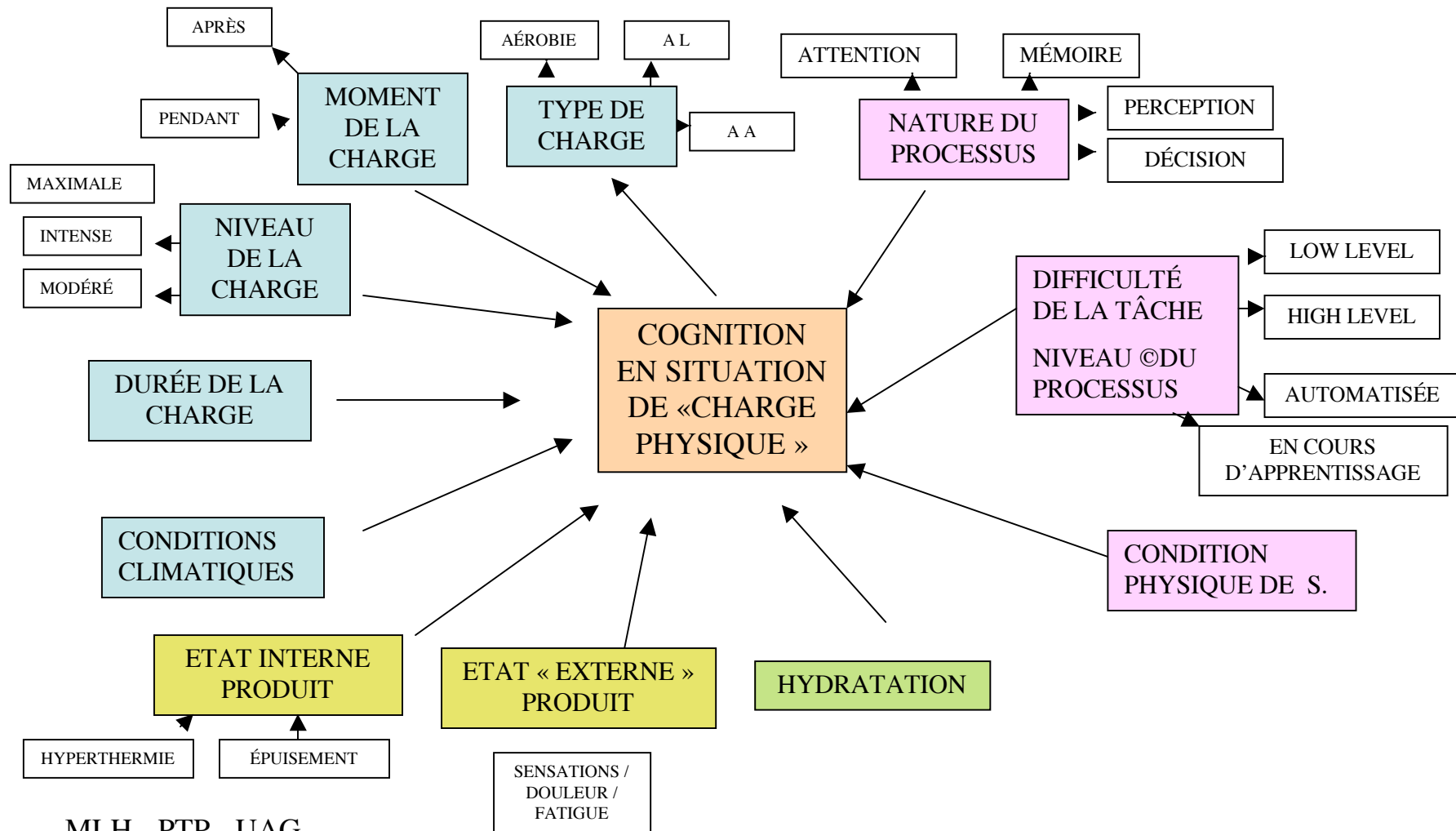
MLH - PTP - UAG -  
2004

### DÉFINITION DE MARTENS :

« le stress est un processus qui implique une perception d'un déséquilibre substantiel entre la demande environnementale et la capacité de réponse, dans des conditions où l'échec de la rencontre avec la demande est considérée comme pouvant avoir des conséquences importantes et qui aboutit à une augmentation du niveau d'anxiété »

# DIFFICULTÉS DES ÉTUDES : EFFORT / COGNITION

COMME TOUTE ADAPTATION HUMAINE : MÉCANISMES COMPLEXES ET EFFETS COMBINÉS DE MULTIPLES FACTEURS



# DEUX GRANDS PROTOCOLES D'ÉTUDE

## 1) LA TÂCHE PHYSIQUE PENDANT LA TÂCHE COGNITIVE (PROTOCOLE DE LA DOUBLE TÂCHE)

IL SERT, **ICI**, À ÉTUDIER LES EFFETS D'UNE TÂCHE PHYSIQUE (D'UNE CHARGE PHYSIQUE) **ACTUELLEMENT RÉALISÉE**, SUR L'EFFICACITÉ DES PROCESSUS COGNITIFS.

DOUBLE TÂCHE CAR LES DEUX TÂCHES (PHYSIQUE ET COGNITIVES) SONT RÉALISÉES EN **MÊME TEMPS**

**QUESTION :-** EST-CE QUE LA COGNITION EST MODIFIÉE EN COURS D'ACTION ?

- EST-CE QUE L'EFFORT PHYSIQUE PERTURBE LES PROCESSUS COGNITIFS?

- EST-CE QUE L'EFFORT PHYSIQUE AMÉLIORE LES PROCESSUS DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION

NB : C'EST AUSSI LE PROTOCOLE D'ÉTUDE DE

L'AUTOMATISATION

# DEUX GRANDS PROTOCOLES D'ÉTUDE

## EXEMPLE DE PROTOCOLE DE LA DOUBLE TÂCHE

### 1ER JOUR :

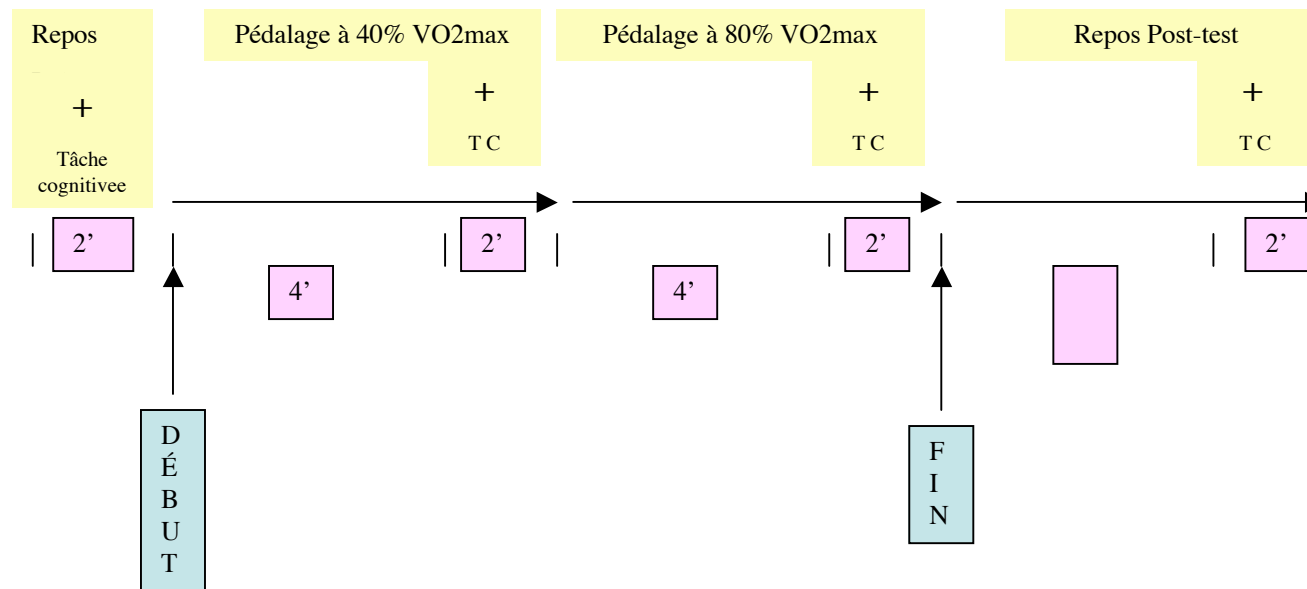
#### 1) EVALUATION DES SUJETS

- DÉTERMINATION DE LA VO<sub>2</sub>MAX ET DE LA PUISSANCE DE W
- DÉTERMINATION DES HABILITÉS COGNITIVES ÉTUDIÉES

#### 2) HABITUATION AUX TÂCHES PHYSIQUES ET COGNITIVES

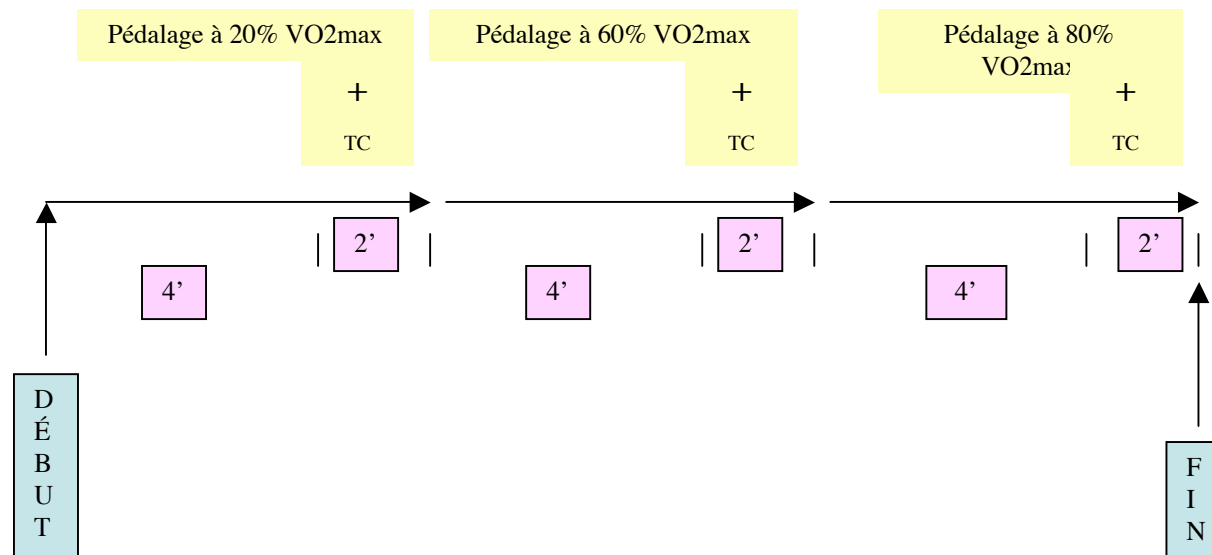
# DEUX GRANDS PROTOCOLES D'ÉTUDE

2ème jour



# DEUX GRANDS PROTOCOLES D'ÉTUDE

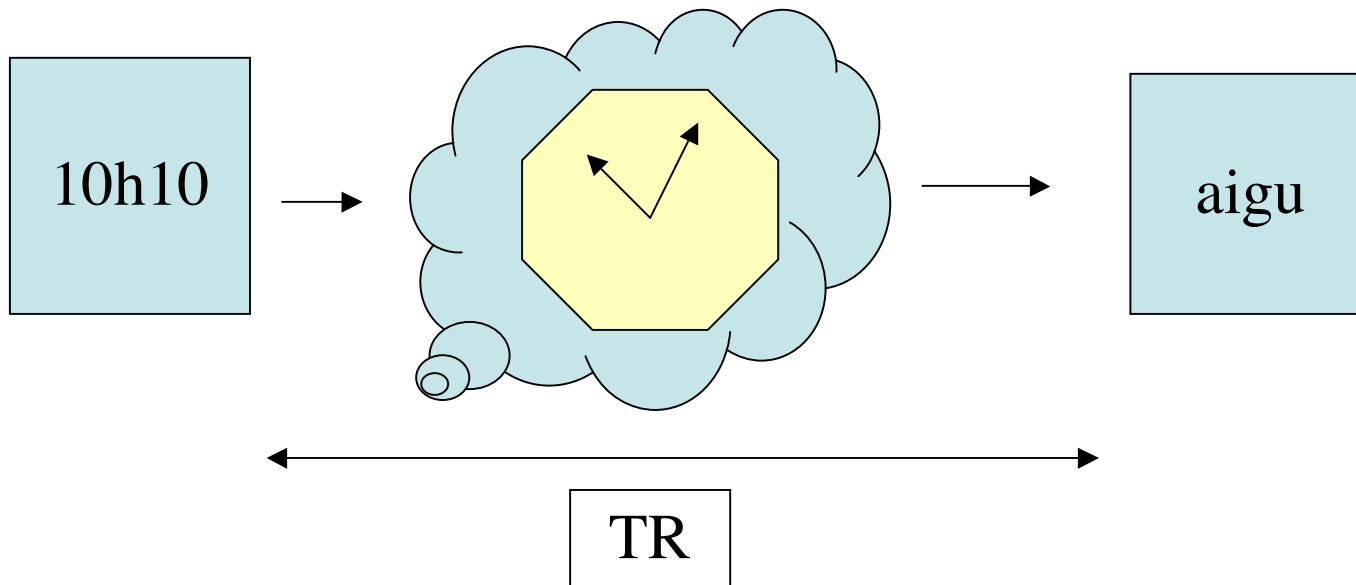
3ème jour



MESURE : - DURÉE ET EXACTITUDE DE LA RÉPONSE  
- FRÉQUENCE CARDIAQUE - TEMPÉRATURE - ÉCHANGE GAZEUX  
- SENTIMENT DE FATIGUE (ÉCHELLE DE BORG) - PERTE HYDRIQUE

# DEUX GRANDS PROTOCOLES D'ÉTUDE

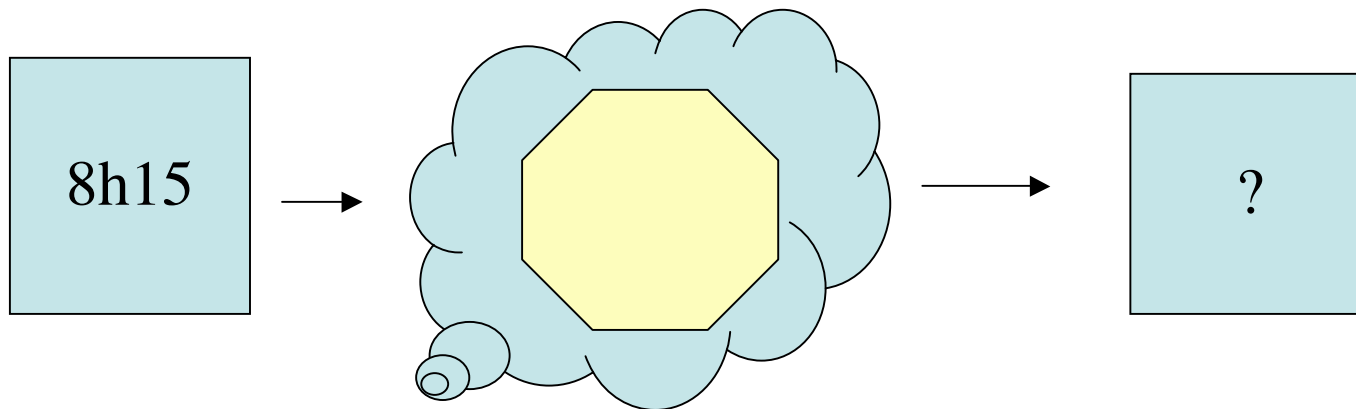
## EXEMPLE DE TÂCHE D'IMAGERIE : MODULE GENERATE





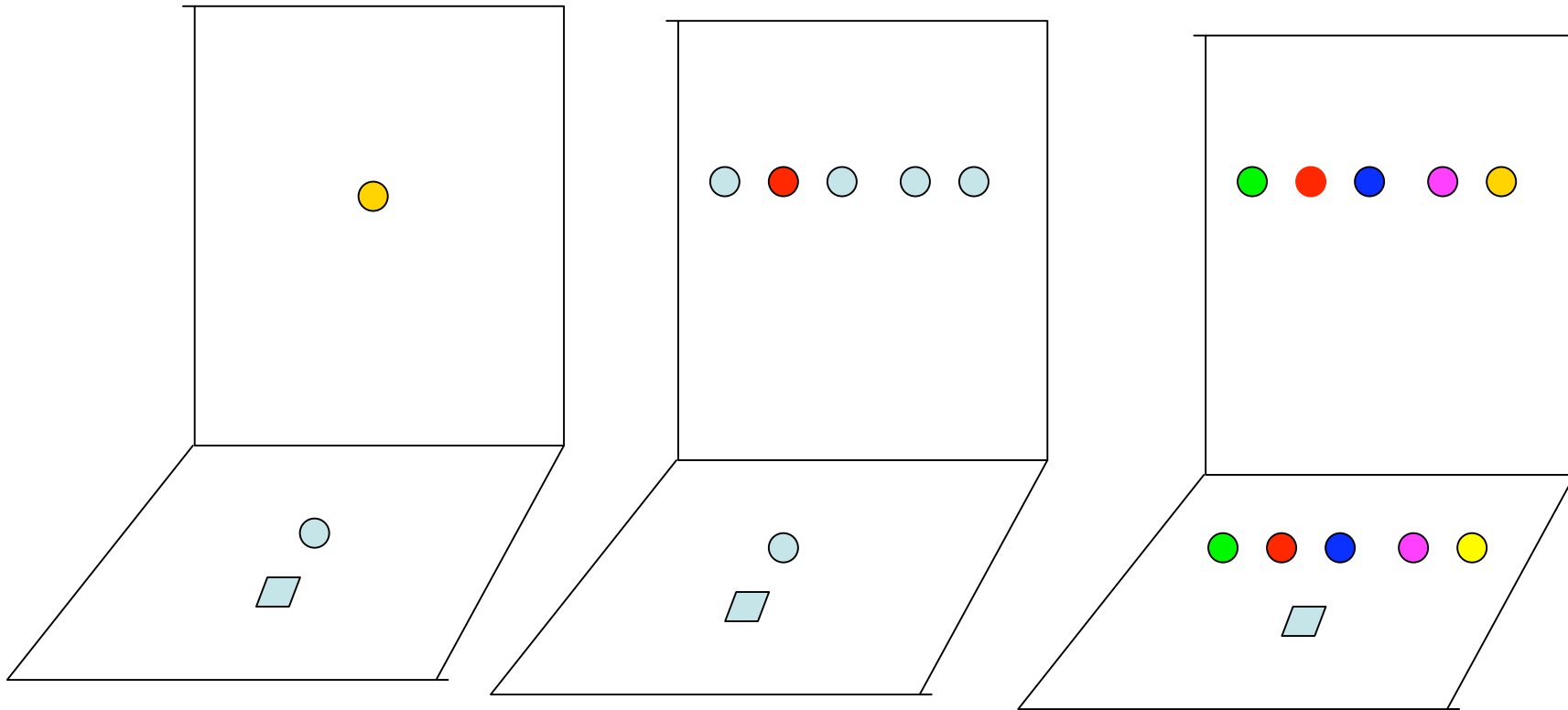
# DEUX GRANDS PROTOCOLES D'ÉTUDE

## EXEMPLE DE TÂCHE D'IMAGERIE : MODULE GENERATE



Mesure du TR et de l'exactitude

# Tâche de Temps de Réaction



TRS

MLH - PTP - UAG -  
2004

TRR (5)

TRC (5)

# DEUX GRANDS PROTOCOLES D'ÉTUDE

## 2) LA TACHE COGNITIVE APRÈS LA TÂCHE PHYSIQUE

IL SERT À ÉTUDIER LES EFFETS D'UNE TÂCHE PHYSIQUE (D'UNE CHARGE PHYSIQUE) SUR L'EFFICACITÉ DES PROCESSUS COGNITIFS.

**QUESTION : EST-CE QUE LA COGNITION EST MODIFIÉE - APRÈS L'ACTION ?**

- **AVEC LA FATIGUE**
- **AVEC L'ACTIVATION PHYSIQUE**

EXEMPLE DE PROTOCOLE

- **TÂCHE COGNITIVE : CONSTRUCTION D'UNE IMAGE MENTALE**
- **TÂCHE PHYSIQUE : PÉDALAGE SUR BICYCLETTE ERGOMÉTRIQUE**

## DEUX GRANDS PROTOCOLES D'ÉTUDE

6' À 20%, 40%, 60%, 80%, 90% VO<sub>2</sub>MAX (PUISSANCE DÉTERMINÉE POUR CHAQUE SUJET)

- TESTS COGNITIFS EFFECTUÉS

- PENDANT LES 2 DERNÈRES MINUTES DE CHAQUE PALIER, MAIS SANS ACTION DE **PÉDALAGE**

- À LA FIN DE LA TÂCHE DE PÉDALAGE

- MESURES :

- DURÉE ET EXACTITUDE DE LA RÉPONSE

- FRÉQUENCE CARDIAQUE - TEMPÉRATURE -  
- ÉCHANGE GAZEUX

- SENTIMENT DE FATIGUE (ÉCHELLE DE BORG) -

- PERTE HYDRIQUE

# UNE GRANDE DIFFÉRENCE

**QUAND TÂCHE COGNITIVE EFFECTUÉE PENDANT  
TÂCHE PHYSIQUE:**

**COÛT COGNITIF DE LA TÂCHE PHYSIQUE :**

- SUIVRE UNE CADENCE DE PÉDALAGE
- SUIVRE UNE CADENCE DE COURSE
- RESPECTER CONSIGNES ETC..
- BRUITS

**ON SE SAIT ALORS PAS SI LES PERTURBATIONS  
ÉVENTUELLES DES TÂCHES COGNITIVES SONT LIÉES À  
DES FACTEURS PHYSIOLOGIQUES OU COGNITIFS**

# UNE GRANDE DIFFÉRENCE

**QUAND TÂCHE COGNITIVE EFFECTUÉE APRÈS  
TÂCHES PHYSIQUES**

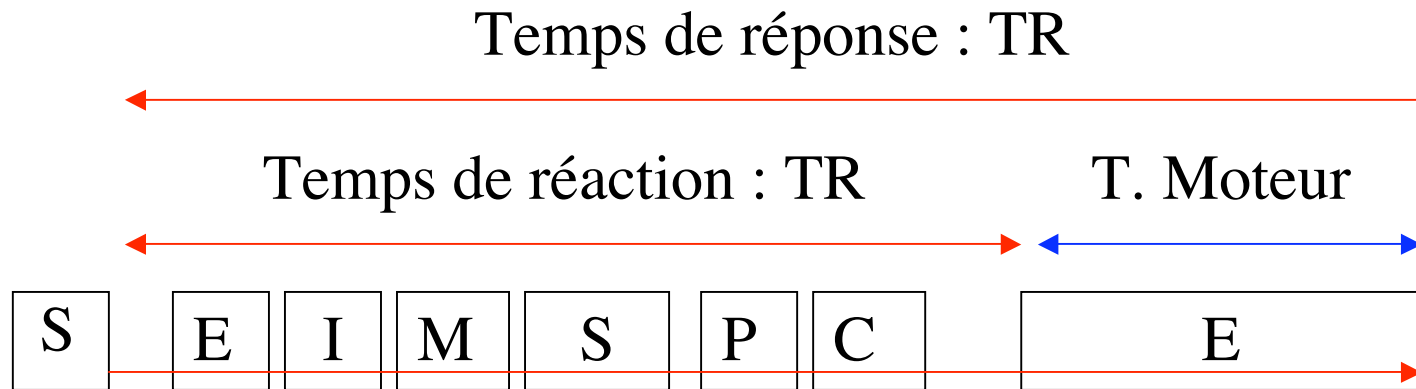
**PLUS DE COÛT COGNITIF DE LA TÂCHE  
PHYSIQUE**

**MAIS...NE VEUT PAS DIRE QUE LES  
PERTURBATIONS ÉVENTUELLES DES PROCESSUS  
COGNITIFS NE SONT PAS LIÉES NON PLUS À DES  
COGNITIONS PARASITES (SENSATIONS DE FATIGUE,  
SUDATION, DOULEURS LIÉES À L'EFFORT ETC...)**

**L'ETUDE DES PROCESSUS COGNITIFS SOUS-JACENTS  
À LA PERFORMANCE SPORTIVE**

MLH - PTP - UAG -  
2004

# Schéma du traitement de l'information



S = Stimulus

E = Extraction

I = Identification

M = Recherche en mémoire

S = Sélection

P = Programmation

C = Chargement

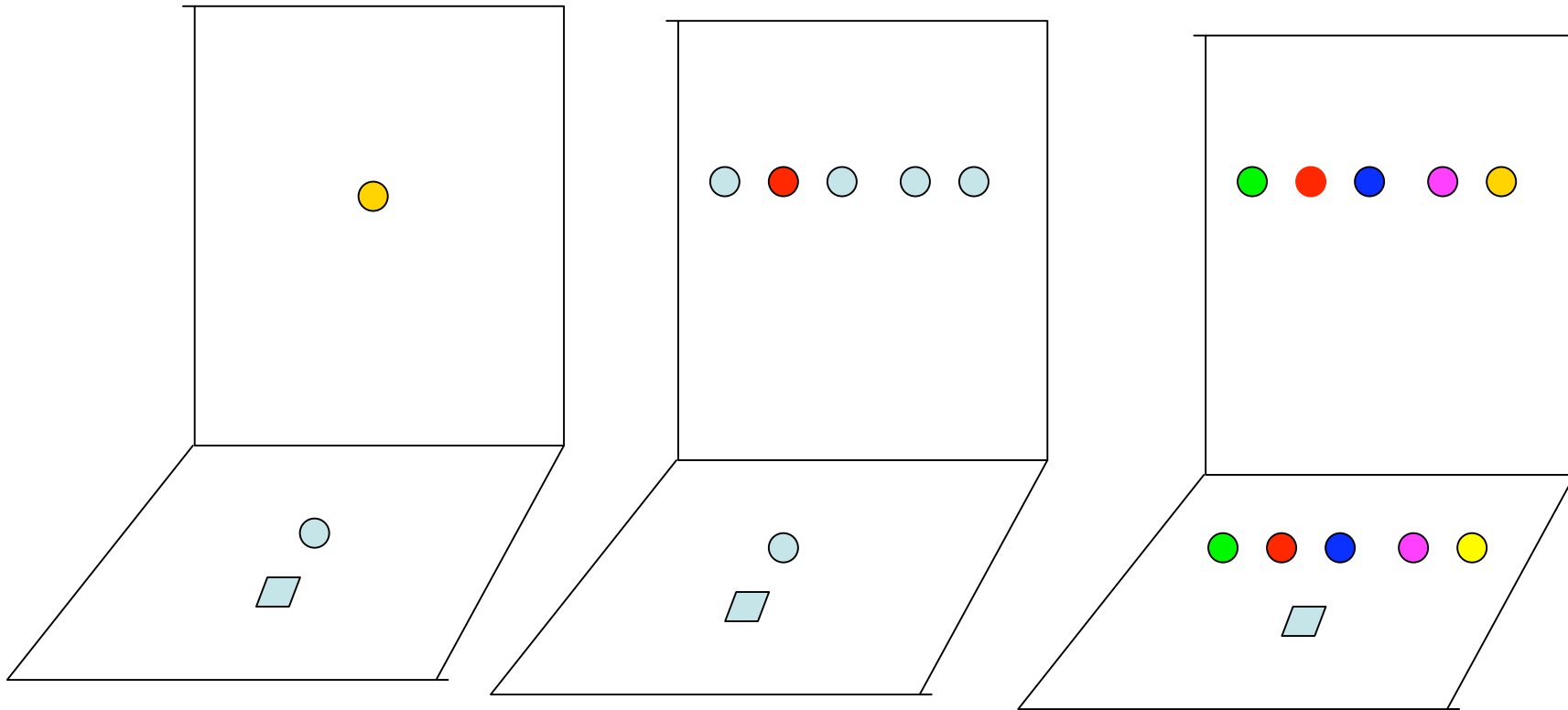
Méthode soustractive de Donders (calques)  
Méthode des facteurs additif de Sternberg



## La méthode soustractive de Donders

- TRSimple = détection + déclenchement
- TRReconnaissance (5L et 1R) = TRS + Identification de S = Détec.+décl.+ident
- TRC choix (5S et 5R) = TRCa + choix de R = Détec.+décl.+ident + choix
- Donc :
  - **TRCb - TRR = temps de choix**
  - **TRR - TRS = temps d'identification**
- Vitesse et précision du TR = indicateur de l'efficacité des processus.

# La méthode soustractive de Donders



TRS

TRR (5)

TRC (5)

# RÉSULTATS DES RECHERCHES

MLH - PTP - UAG -  
2004

# **1) influence de l'EFFORT sur les PROCESSUS PERCEPTIFS**

## **1. Intérêt :**

- Canal prioritaire d'information**
- les actions motrices se fondent sur perceptions**
  
- Deux mécanismes**
  - automatique (modules de traitement)**
  
  - cognitif**

# 1) Etude du Temps de Réaction Simple : Processus : Détection de Stimuli

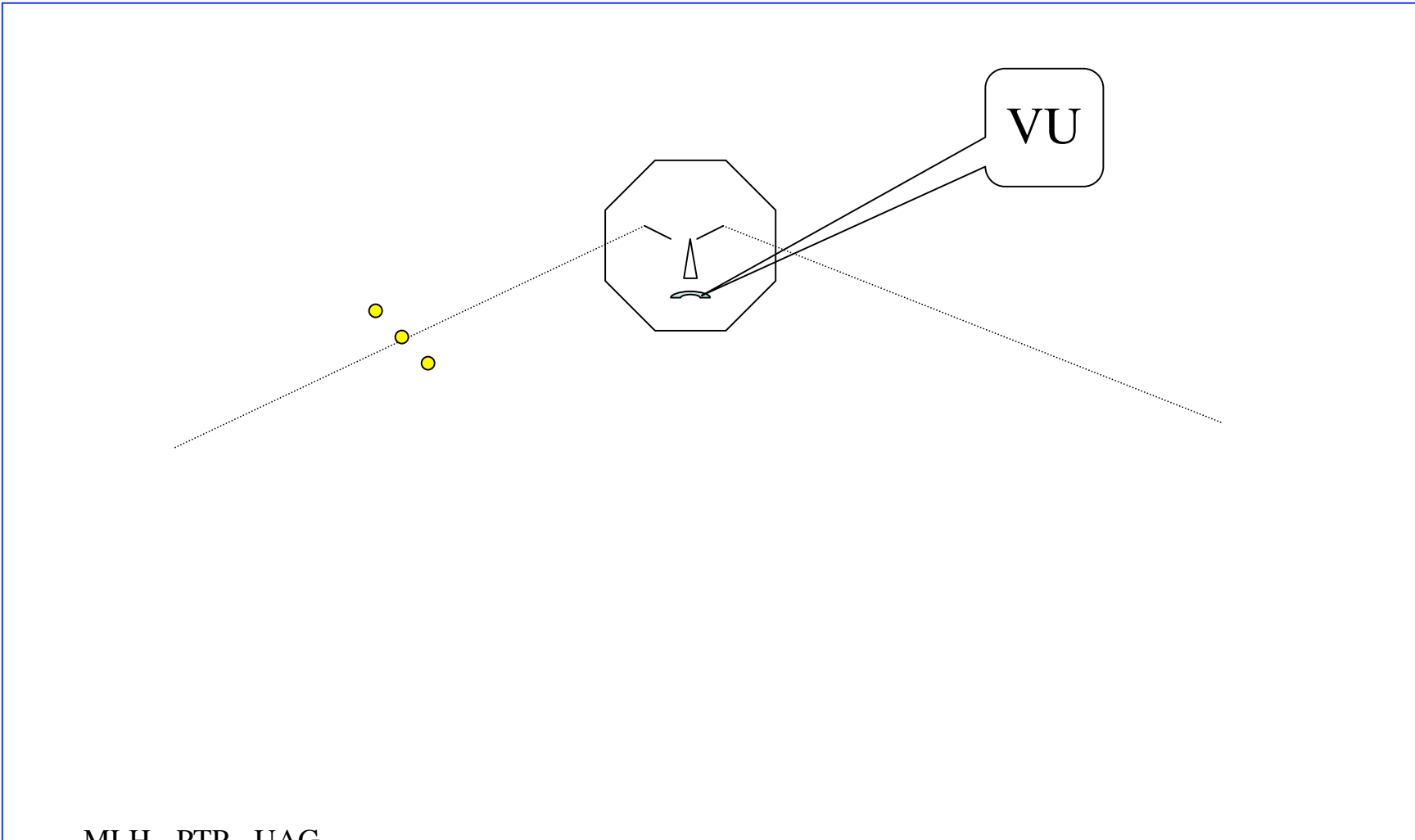
- **Etude de Bard (1987) : effets de différents types d'AP sur la performance dans des tâches de vision centrale et périphérique. Ergonomics, 30, 945-958**

- **Protocole :**

- **30 sujets (VO<sub>2</sub>max moy = 42,4ml/O<sub>2</sub>/kg)**
- **4 types d'effort**
  - Anaérobie Alactique (20s : de 11,2 à 16km/h sur pente à 10%)
  - Anaérobie lactique (5\*90s à 9,7km/h. pente pour W à 150% VO<sub>2</sub>max)
  - Aérobie sous maximale (30' à 5,6km:h Pente pour W à 60% Vo<sub>2</sub>max)
  - Aérobie maximale (Marche à 5,6km:h 4' puis 12km:h avec 1% de pente de + chaque minute)
- **Tâche perceptive : Après l'effort**
  - Détection d'un signal lumineux en vision périphérique
    - » Simple détection
    - » Pas d'identification
    - » Pas d'action motrice

- **Mesure de l'angle du champ visuel**

# 1) Etude du Temps de Réaction Simple : Processus : Détection de Stimuli



## Résultats : amplitude du champ visuel en fonction des charges

REPOS	AA	AL	A ss max	A max
156,18	174,69 *	173,95 *	177,58 *	175,16 *

Significatif à .05

### Conclusion :

- Amélioration moyenne de 9% du champ visuel APRES un effort
- Pas de différence en fonction de l'effort

# 1) Etude du Temps de Réaction Simple : Processus : Détection de Stimuli

- **Etude de Durand, Bourrier, Legros (1990) in Sport et Psychologie, Ed EPS N°10**
  - **Protocole :**
    - **12 étudiants : age moyen : 21,25**
    - **4 types d'effort**
      - 35 % VO2max**
      - 60% VO2max**
      - 90% VO2max**
    - **Tâche : Pendant l'effort:**
      - **Temps Réaction Simple (mesure détection et déclenchement)**



## Résultats : Temps de réaction à un stimulus (en ms)

REPOS Pré test	35%	60%	90%	Repos Post- test
245 ms	262 ms	258ms	260ms	258ms

Différences Non Significatives

### Conclusion :

- Pas d'effet de l'effort sur performances perceptives (détection)
- mais Tache cognitive effectuée **pendant l'effort**

# 1) Etude du Temps de Réaction Simple : Processus : Détection de Stimuli

- **Etude de Delignère, Brissegalle et Legros (1991) in Actes du Congrès de Psychologie du Sport. Montpellier**
  - **Protocole :**
    - **40 sujets :**
      - » **10 experts in tâche perceptivo-décisionnelle en Condition Physique moyenne**
      - » **10 experts in tâche perceptivo-décisionnelle en Condition Physique élevée**
      - » **10 novices in tâche perceptivo-décisionnelle en Condition Physique moyenne**
      - » **10 novices in tâche perceptivo-décisionnelle en Condition Physique élevée**
    - **types d'effort**
      - 20 % VO<sub>2</sub>max**
      - 40% VO<sub>2</sub>max**
      - 60% VO<sub>2</sub>max**
      - 80% VO<sub>2</sub>max**
    - **Tâche : Pendant l'effort:**
    - **Temps Réaction Simple (TRS) (mesure détection et déclenchement)**

## **Résultats :**

**Dégradation du TRS dès le passage à l'effort**

**Pas de différence entre les types d'effort**

**Experts meilleurs que novices**

**CP joue chez les novices**

## POURQUOI CES DIFFÉRENCES ?

### 1) QUAND Tâche Cognitives APRÈS : AMÉLIORATION

#### HYPOTHÈSE :

- Augmentation de la **température interne** (38-39° à 75% PMA) augmente la **Vitesse de conduction** (Saltin et Hermansen(1966))
- L'augmentation de la T° interne augmente le **niveau d'activation** et rétrécit le champ attentionnel; cela favorise la concentration mais peu entraîner des pertes d'informations. Effets différents suivant la tâche!
- Amélioration du débit sanguin cérébral (Johns et Wilcott, 77) et donc accroissement de la sensibilité à la lumière

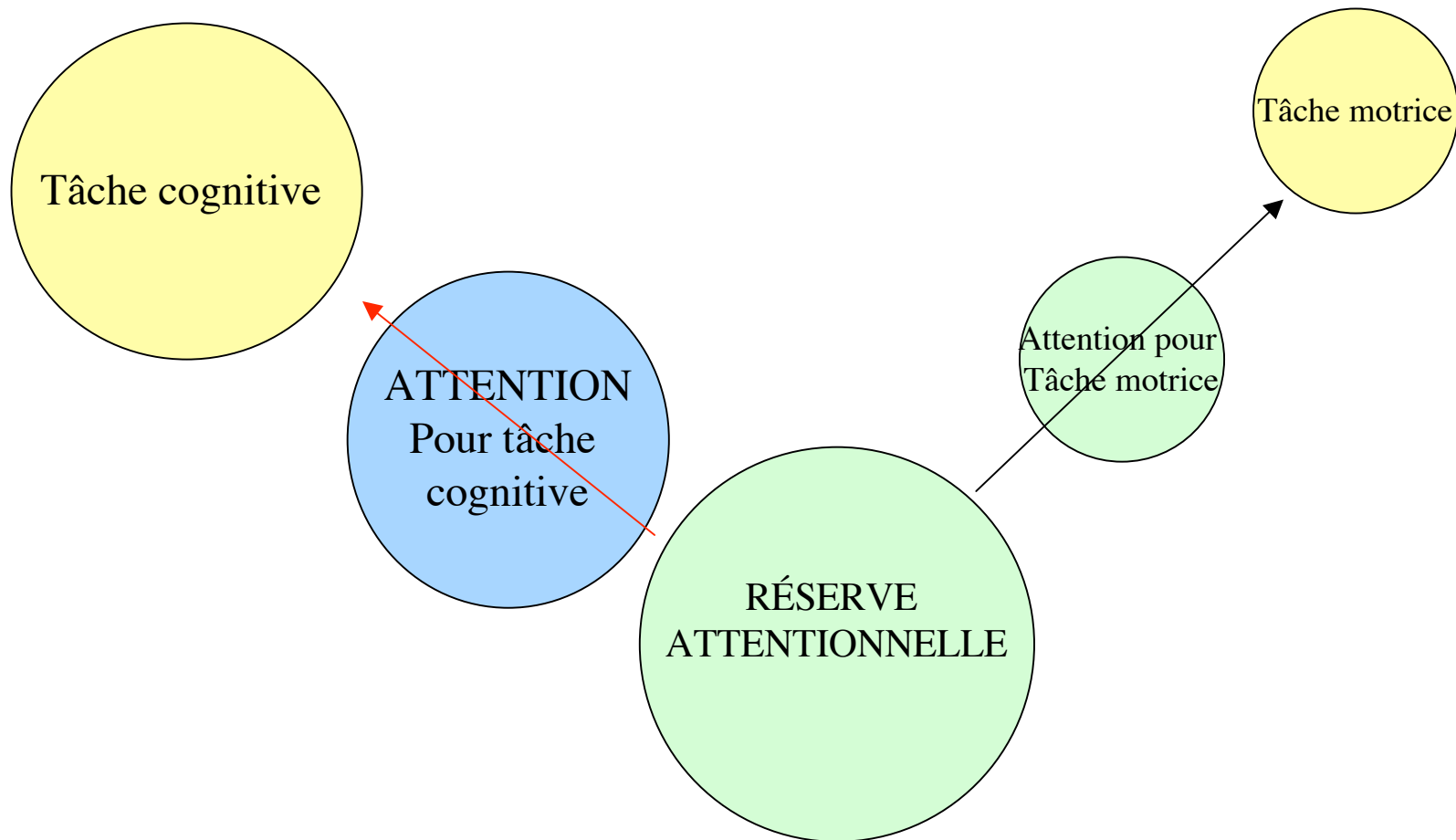
## POURQUOI CES DIFFÉRENCES ?

### 2) QUAND TACHE COGNITIVES PENDANT EFFORT : STAGNATION, VOIRE DÉGRADATION

#### HYPOTHÈSE :

- Partage des ressources attentionnelles.
  - Attention allouée aussi à la tâche physique et moins d'attention pour la tâche cognitive
- Contre-balancement des effets positifs antérieurs

# THÉORIE DE LA CONCURRENCE ATTENTIONNELLE



## 2) Etude des processus perceptifs « complexes »

- **Etude de Bard (1987) : effets de différents types d'AP sur la performance dans des tâches de vision centrale et périphérique. Ergonomics, 30, 945-958**
  - **Protocole :**
    - 30 sujets ( $VO_2\text{max moy} = 42,4\text{ml/O}_2/\text{kg}$ )
    - 4 types d'effort
      - Anaérobie Alactique (20s : de 11,2 à 16km/h sur pente à 10%)
      - Anaérobie lactique (5\*90s à 9,7km/h. pente pour W à 150%  $VO_2\text{max}$ )
      - Aérobie sous maximale (30' à 5,6km:h Pente pour W à 60%  $Vo_2\text{max}$ )
      - Aérobie maximale (Marche à 5,6km:h 4' puis 12km:h avec 1% de pente de + chaque minute)
  - **Tâche perceptive : Après l'effort**
    - Détection d'une forme ambiguë parmi d'autres formes
    - **Mesure du nombre de bonnes réponses**

## Résultats : Nbre de bonnes réponses

REPOS	AA	AL	A ss max	A max
36	34	35	34	31 *

\* Significatif à .05

### Conclusion :

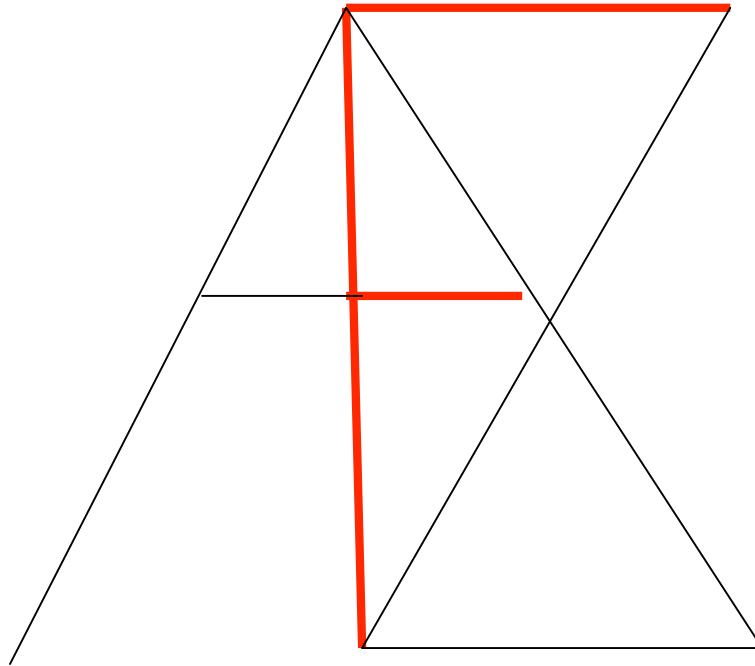
- **Détérioration** de la vision centrale, seulement à A max

-- Peut-être due à hypoxie

-- mais Fleury ne trouve pas d'effet sur des sujets entraînés (VO2max

MLP) PTP - UAG -  
2004





MLH - PTP - UAG -  
2004

## 2) Etude des processus perceptifs « complexes »

- **Etude de Fleury (93)** : effets de la charge énergétique sur les performances cognitives de coureurs d'orientation. Actes du Congrès de l'ACAPS
  - **Protocole :**
    - Coureurs de **haut niveau** en situation de recalage (arrêt pour vérifier leur route)
    - Course à 60, 70, 90% de la VO<sub>2</sub>max
    - Tâche perceptive : **Après l'effort**
      - Projection d'une diapo paysage
      - Choisir parmi plusieurs morceaux de cartes, celle qui correspond au paysage
      - Mesure du TR

## Résultats : Nbre de bonnes réponses

### Gain de temps :

60% VO<sub>2</sub>max : 0,13%

75% Vo<sub>2</sub>max : 8,71% \*

90% Vo<sub>2</sub>max : 16,15% \*

\* Significatif à .05

### Conclusion :

- **Amélioration** des processus perceptifs de traitement de haut niveau

- **Mais deux critiques :**

- **ce n'est pas une tâche purement perceptive mais perceptivo-décisionnelles**

**Athlètes de haut niveau : Qu'en serait-il avec débutants ?**

## **Conclusion :**

### **Difficile**

- détérioration d'une tâche de labo avec débutants**
- pas d'effet dans une tâche de labo avec experts**
- effet dans tâche écologique avec experts**

## 2) Etude des processus décisionnel : Le TRC

- **Etude de Durand, Bourrier, Legros (1990) in Sport et Psychologie, Ed EPS N°10**
  - **Protocole :**
    - **12 étudiants :      age moyen : 21,25**
    - **4 types d'effort**
      - 35 % VO2max**
      - 60% VO2max**
      - 90% VO2max**
    - **Tâche : Pendant l'effort:**
    - **Temps de choix (TRC5 - TRS)**

## Résultats :TRC en ms

Repos post	35%	60%	90%	Repos post
395	385	380	295 *	292 *

\* Significatif à .05

### Conclusion :

- Pas de différence entre les allures
- Mais quand on sépare les basketteuses des gymnastes / athlètes
  - Baisse significative du temps de décision à 90% et au repos post-test

## 2) Etude des processus décisionnel : Le TRC

- **Etude de Delignère, Brissewalter et Legros (1991) in Actes du Congrès de Psychologie du Sport. Montpellier**
  - **Protocole :**
    - **40 sujets :**
      - » **10 experts in tâche perceptivo-décisionnnelle en Condition Physique moyenne**
      - » **10 experts in tâche perceptivo-décisionnnelle en Condition Physique élevée**
      - » **10 novices in tâche perceptivo-décisionnnelle en Condition Physique moyenne**
      - » **10 novices in tâche perceptivo-décisionnnelle en Condition Physique élevée**
    - **types d'effort**
      - 20 % VO2max**
      - 40% VO2max**
      - 60% VO2max**
      - 80% VO2max**
    - **Tâche : Pendant l'effort:**
      - **Temps Réaction choix (TRC2 et TRC)**

## **Résultats :TRC en ms**

**Amélioration du TRC2 dès 40% chez experts**

**Amélioration du TRC4 à partir 60% chez experts**

**Dégradation à partir de 80% chez non experts**

**Dégradation brutale dès 20% chez non expert en méforme**

**Pas de dégradation chez experts en méforme**

**Conclusion : sans doute amélioration des processus de décision à l'effort, mais dépend de la condition physique et de l'expertise dans la tâche cognitive**



## **CONCLUSION GÉNÉRALE**

**SANS DOUTE EFFETS POSITIFS DE L'EFFORT PHYSIQUE  
SUR LES PROCESSUS COGNITIFS (PERCEPTION , DÉCISION)**

**MAIS CES EFFETS DÉPENDENT**

**- DU NIVEAU D'EXPERTISE DANS LA TÂCHE  
COGNITIVE**

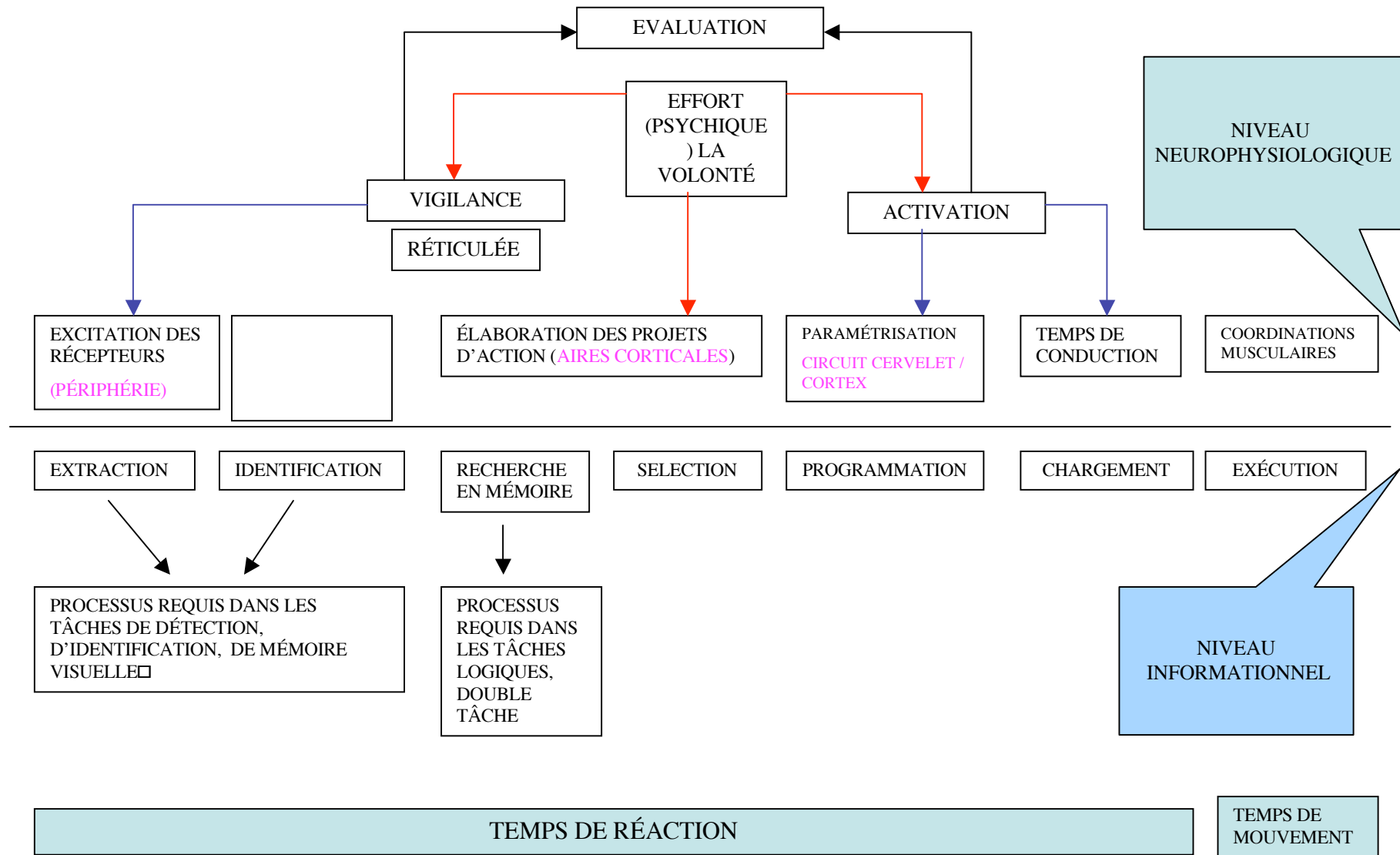
**DU NIVEAU DE CONDITION PHYSIQUE**

**DE LA NATURE DE LA TÂCHE**

**POURQUOI ? (LES EXPLICATIONS)**

**LE MODÈLE DE SANDERS**

# LE MODÈLE DE SANDERS



## LA TEMPÉRATURE INTERNE

- L'augmentation de la T° interne augmente le **niveau de vigilance** et rétrécit le champ attentionnel; cela favorise la concentration mais peut entraîner des pertes d'informations. Effets différents suivant la tâche!

- Augmentation de la **température interne** (38-39° à 75% PMA)

augmente la **Vitesse de conduction** (Saltin et Hermansen(1966))

Augmente la sensibilité perceptive

# Les catécholamines

L'adrénaline sécrétée par la médullo-surrénale franchit la barrière hémoméningée et **stimule le système activateur** ascendant.

- Les taux circulants augmentent significativement avec l'intensité de l'exercice à partir du seuil ventilatoire (Cruze et coll, 1988)
- Les sujets qui présentent les taux de catécholamines les plus élevés réalisent les meilleures performances cognitives (Hatfield et Landers, 1987)
- L'expertise:(selon Diensbier, 1991)
  - Modifie la réponse adrénergique
  - Modifie la sensibilité de l'organisme à ces hormones
- L'entraînement physique améliore la sensibilité aux catécholamines.  
( Péronnet, Cléroux et coll,1981;Galbo et Kjaer, 1988; Galbo,1992; Pesquies et Guézennec,1988

# Effet de l'effort ( de la volonté)

- Permet d'allouer des ressources supplémentaires
  - Au système de vigilance
  - Au système activateur
- Permet de stimuler directement les processus décisionnels

MAIS :

Jusqu'à une certaine limite

Au delà : STRESS ET DÉGRADATION DES  
PROCESSUS