

# STRESS ET PERFORMANCE MOTRICE :

ROLE DES CONDITIONS THERMIQUES SUR LES  
PROCESSUS COGNITIFS SOUS-JACENTS

Michel LE HER  
UFRSTAPS - UAG

# INTRODUCTION

Michel LE HER - STAPS - UAG

# 1) LA PERFORMANCE MOTRICE

## RAPPEL :

- Production d'une action à un instant t  
(cf. apprentissage)
- Résultat d'une série de **processus de traitement de l'information (approche cognitive)**
- mais aussi de **processus « énergétiques »** au sens psychologique du terme (éveil, activation, effort) (Sanders)

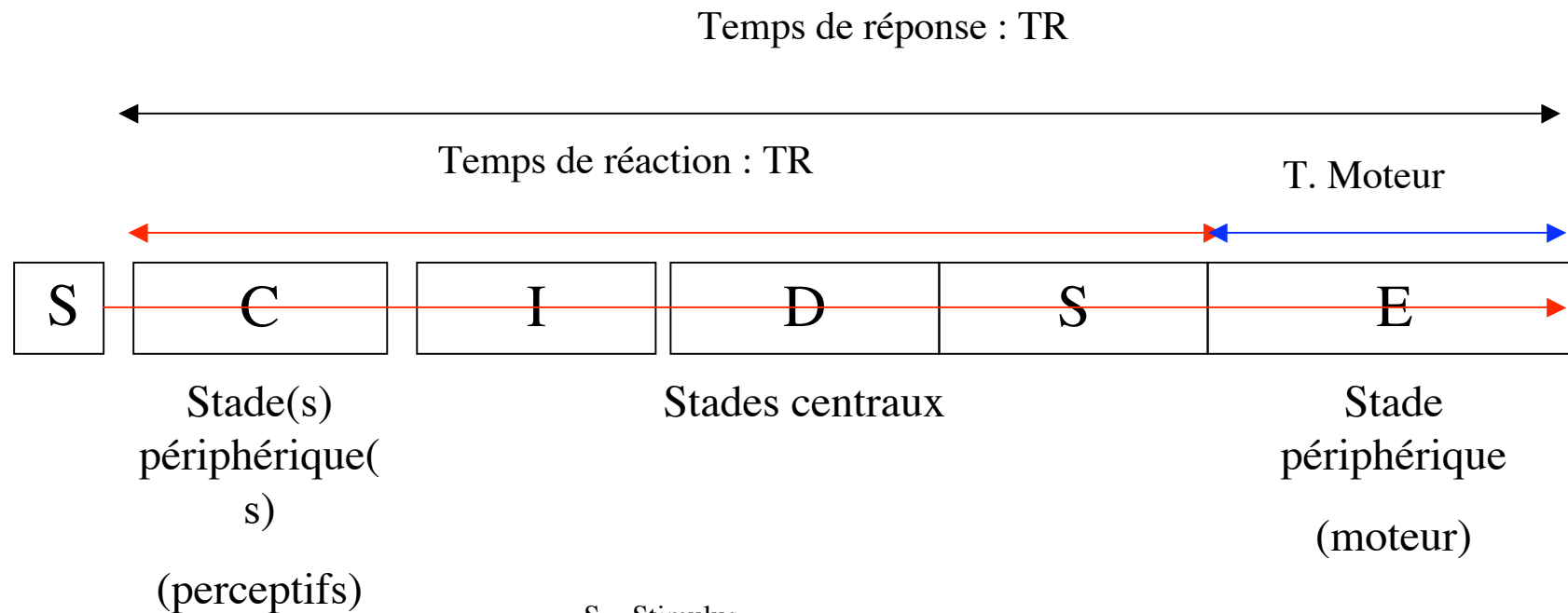
## Deux approches du système de traitement

- **L'approche computationnelle** (dirigée par les données) : la performance dépend de la qualité du traitement effectué par une succession de stades opérant des transformations de représentations
- **L'approche énergétique** (dirigée par les ressources) : La performance dépend de la quantité de ressources allouées à la tâche

## 2) L'APPROCHE COMPUTATIONNELLE :

### 2 - 1 ) les modèles d'analyse

#### 2 - 1- 1 ) EXEMPLE : LE MODÈLE DE THEIOS (1975)



S = Stimulus

C = Capture et codage

I = Identification

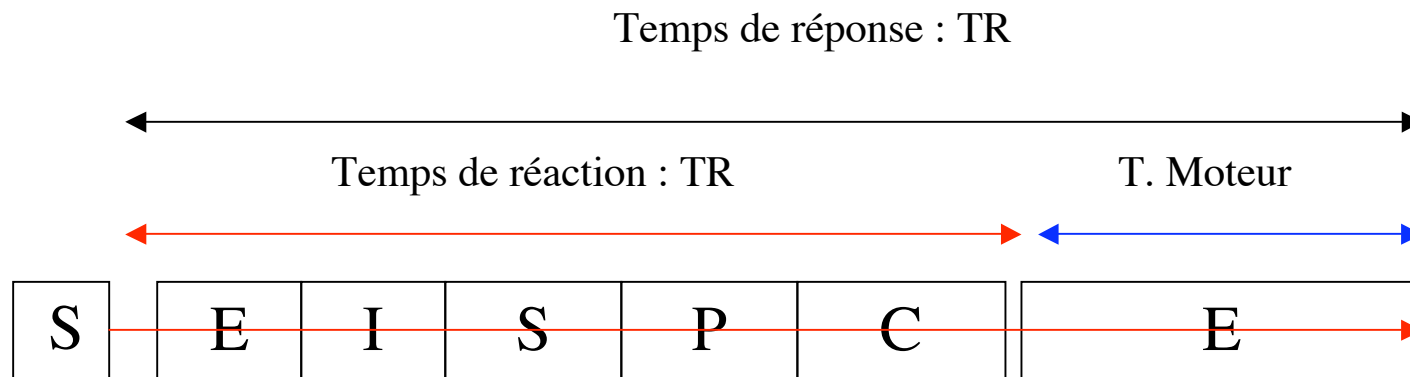
D = détermination de la réponse  
(choix ou sélection)

S = Spécification des paramètres

E = Exécution de la réponse

Michel HERSTAPS - UAG

2-2) EXEMPLE : LE MODÈLE DE SANDERS (1990)



S = Stimulus

E = Extraction

I = Identification

S = Sélection du programme

P = Programmation

C = Chargement du programme

E = Exécution

# Un certain nombre de facteurs affectent certains stades

## PROCESSUS

## FACTEURS

Extraction

Barbiturique  
Privation de sommeil  
Qualité du signal

Identification

Intensité du signal

Sélection

Nombre d'alternatives  
Compatibilité S-R  
Nombre d'éléments dans la réponse

Programmation

Direction du mouvement  
Vitesse du mouvement

Chargement

Précision spatiale du mouvement

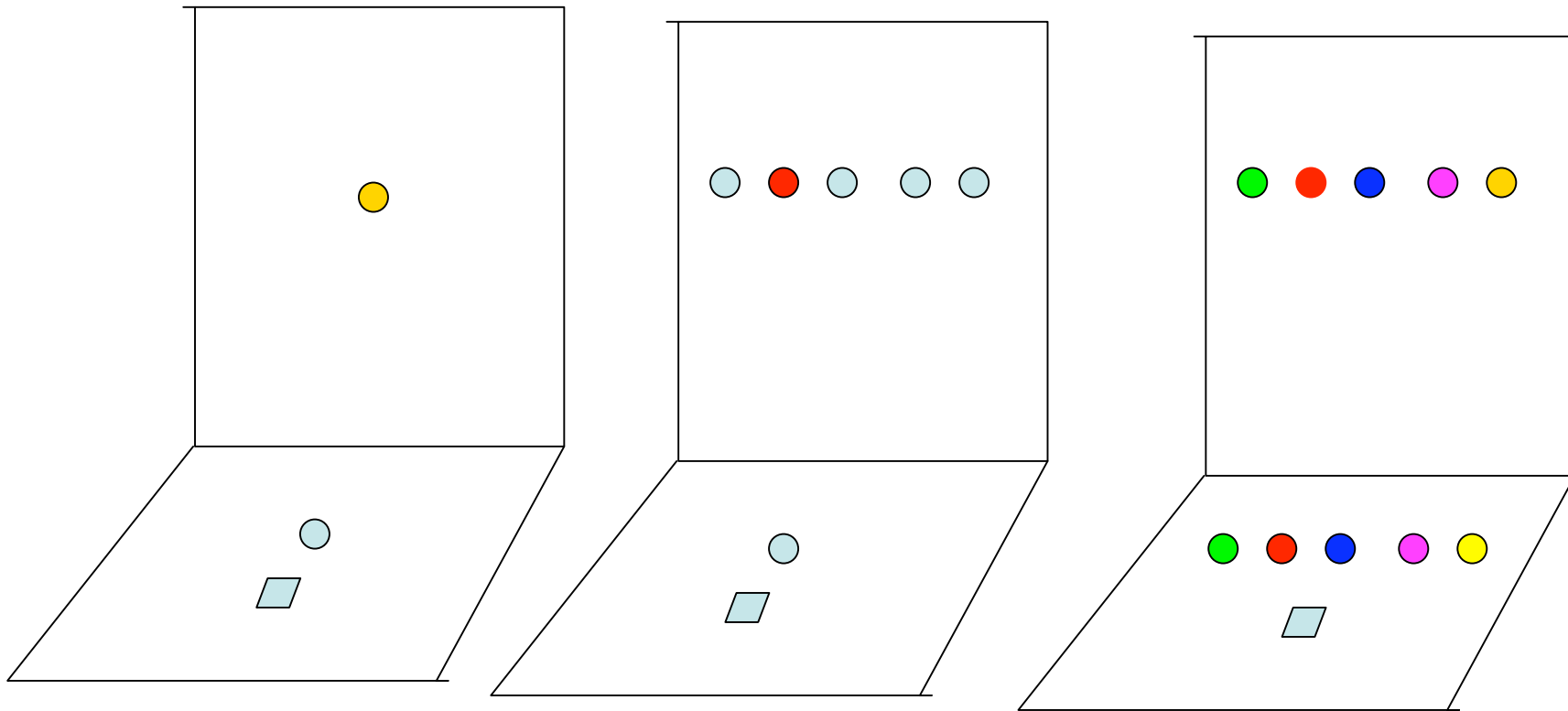
Exécution

Spécificité de la réponse  
Privation de sommeil  
Amphétamines

Michel LE HER - STAPS - UAG

2) L'APPROCHE COMPUTATIONNELLE :  
2 - 2 ) les méthodes d'analyse

2 - 2 - 1) La méthode soustractive de Donders



TRSimple

TRDiscr (5)

TRChoix (5)



## » OPÉRATIONS SOUS-JACENTES

- TRS Détection + chargement
- TRD Détection + chargement (TRS) + **identification**
- TRC TRR + **choix**
- TM **Mouvement**

## » MÉTHODE SOUSTRACTIVE :

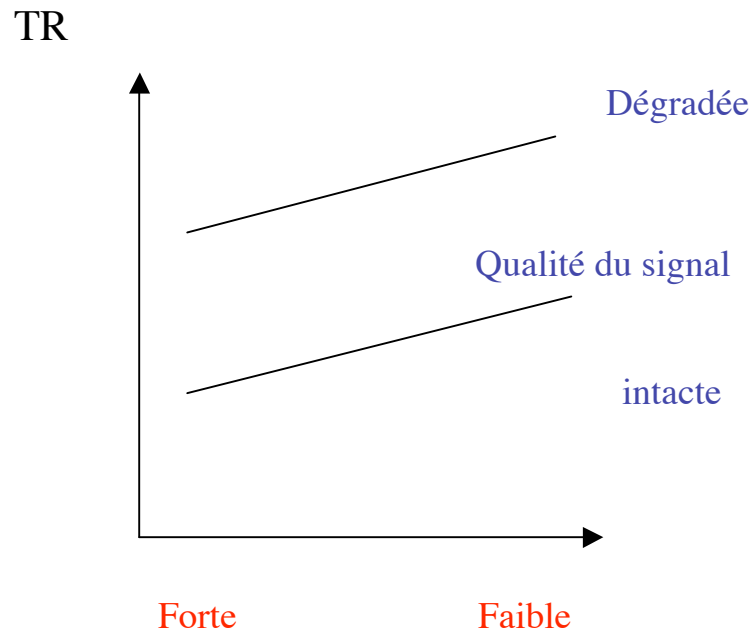
- $TRD - TRS =$  **Temps d'identification**
- $TRC - TRD =$  **Temps de choix**
- $TM =$  **Temps de mouvement**

## 2 - 2 ) La méthode des facteurs additifs de Steinberg

Se base sur l'effet des facteurs sur les stades de traitement (diap.7)

Principes :

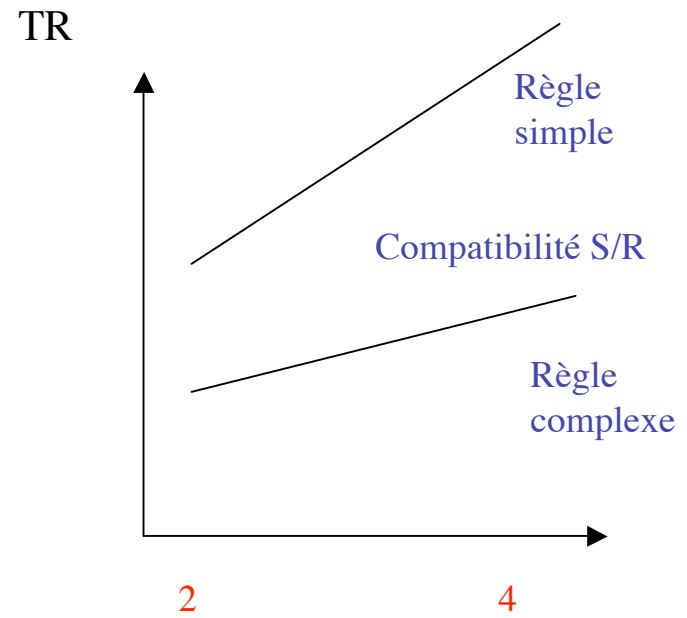
- Si 2 facteurs influencent sélectivement **2 stades distincts** de traitement ....alors les effets de ces 2 facteurs sur le TR sont additifs
- Si 2 facteurs influencent sélectivement **au moins un stade en commun**....alors leurs effets sur le TR sont en interaction suradditive



Intensité du signal

Additivité

indépendance



Nbre d'éléments dans la réponse

Suradditivité

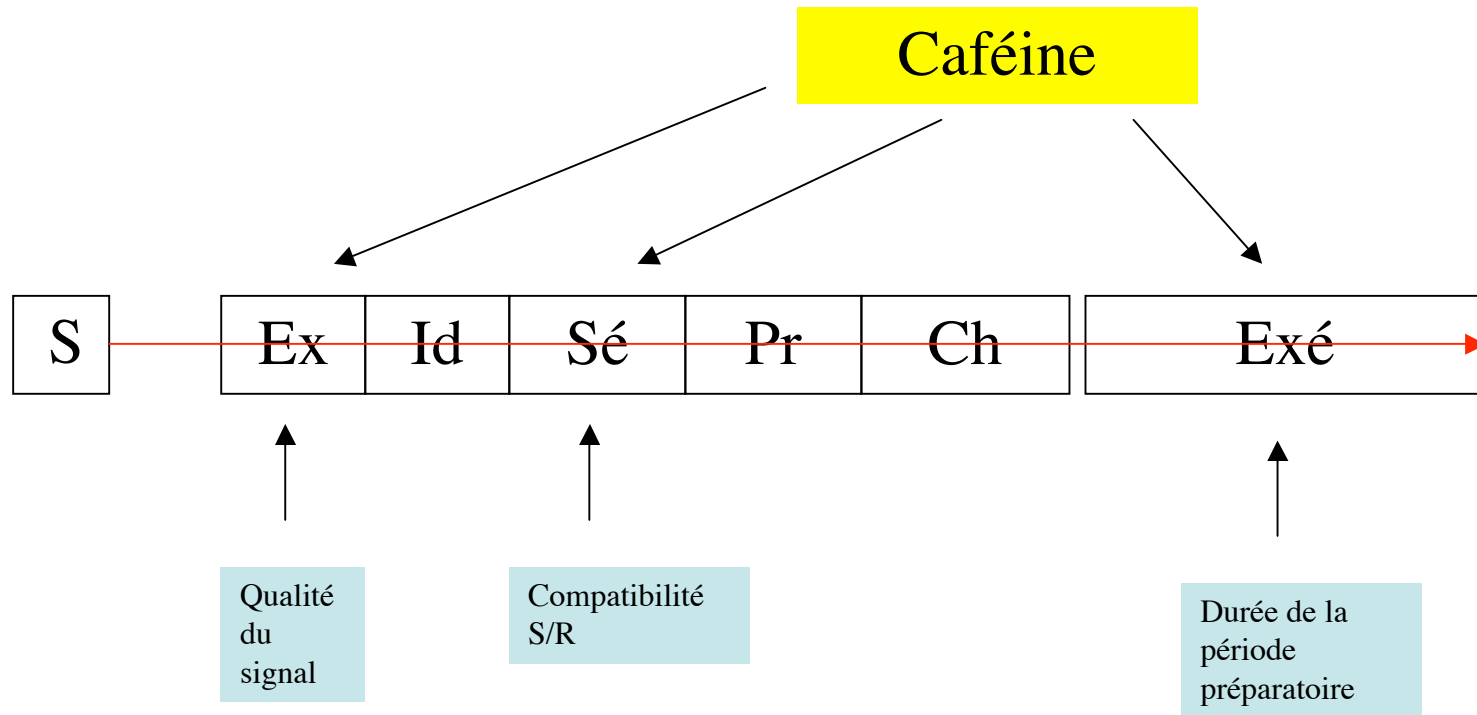
Interaction

Intérêt de la MFA : Localisation du site d'influence d'un facteur dans la chaîne de traitement

Connaissant le lieu d'influence de certains facteurs (Sanders) on peut tenter de voir où le facteur qu'on étudie (chaleur, tabac, caféine) manifeste son influence

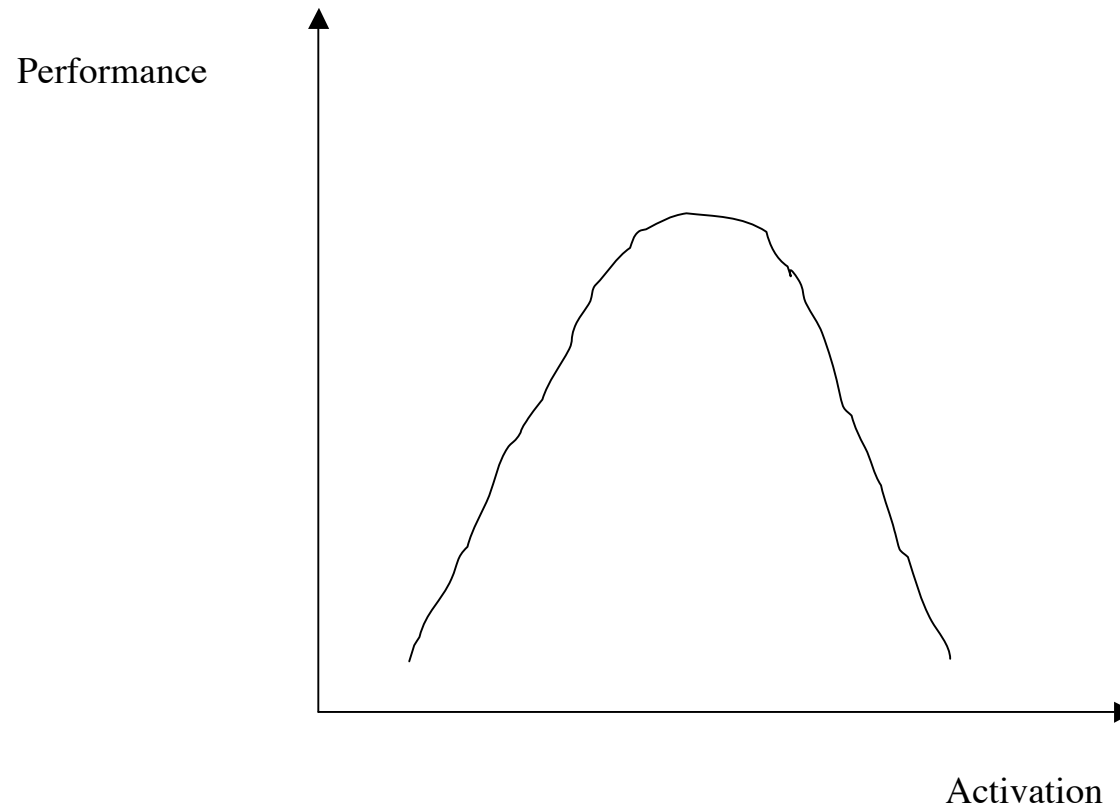
S'il y a additivité simple....alors le nouveau facteur n'affecte pas le stade de traitement qu'affecte l'autre facteur

S'il y a suradditivité .....alors le nouveau facteur affecte le stade qu'affecte l'autre facteur.



### 3) L'APPROCHE ENERGÉTIQUE

#### 3-1) LE MODÈLE DE L'ACTIVATION (Yerkes et Dodson, 1908))



### 3-2) LE MODÈLE DE MCGUINNESS ET PRIBAM (1980)

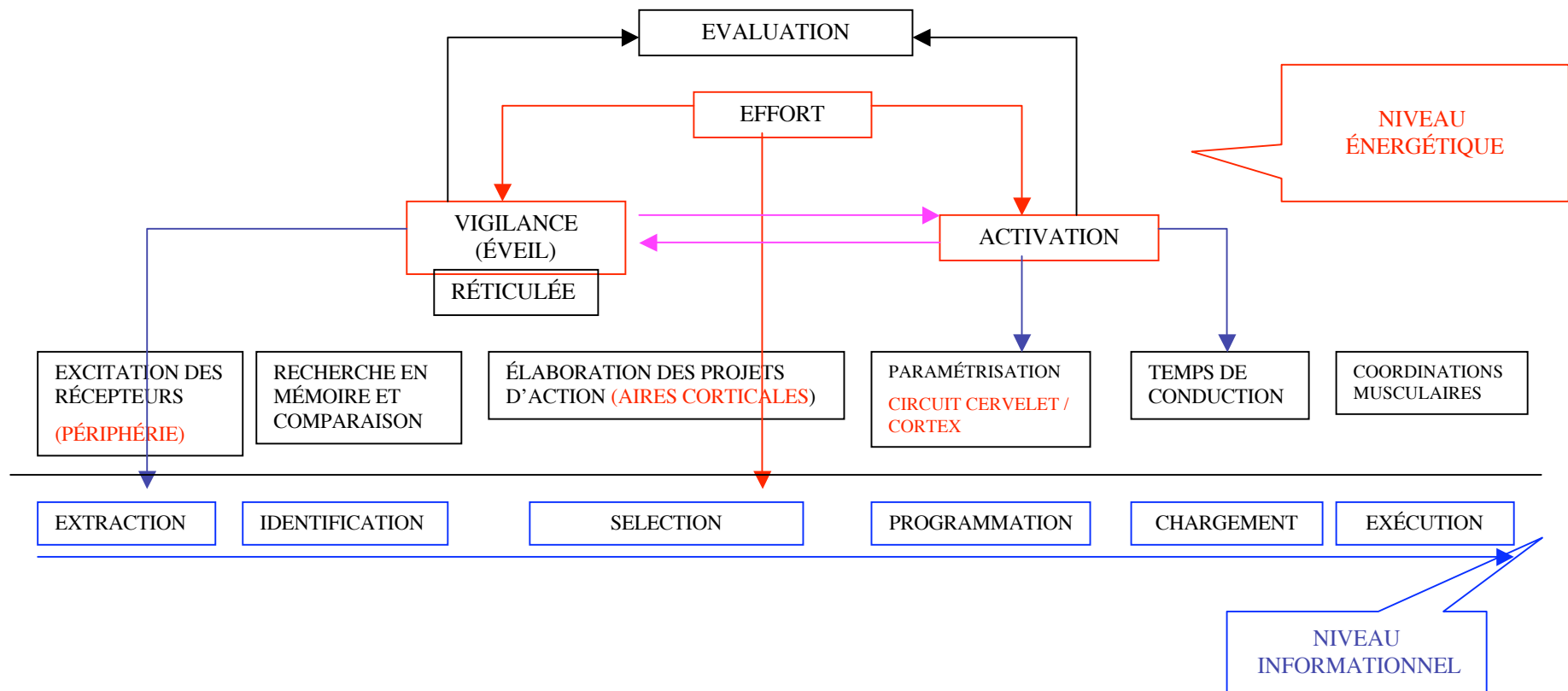
3 mécanismes **énergétiques** régulent la performance :

L'ÉVEIL : Mécanisme de base sous-tendu par les systèmes noradrénergique (locus coeruleus) et sérotoninergique (Noyaux de Raphé)

L'ACTIVATION : Mécanisme de base sous-tendu par les systèmes dopaminergique (Locus Niger) et cholinergique (Noyaux de Meyner)

L'EFFORT : Mécanisme supérieur sous-tendu par le système peptidergique (ACTH, Opioïdes)

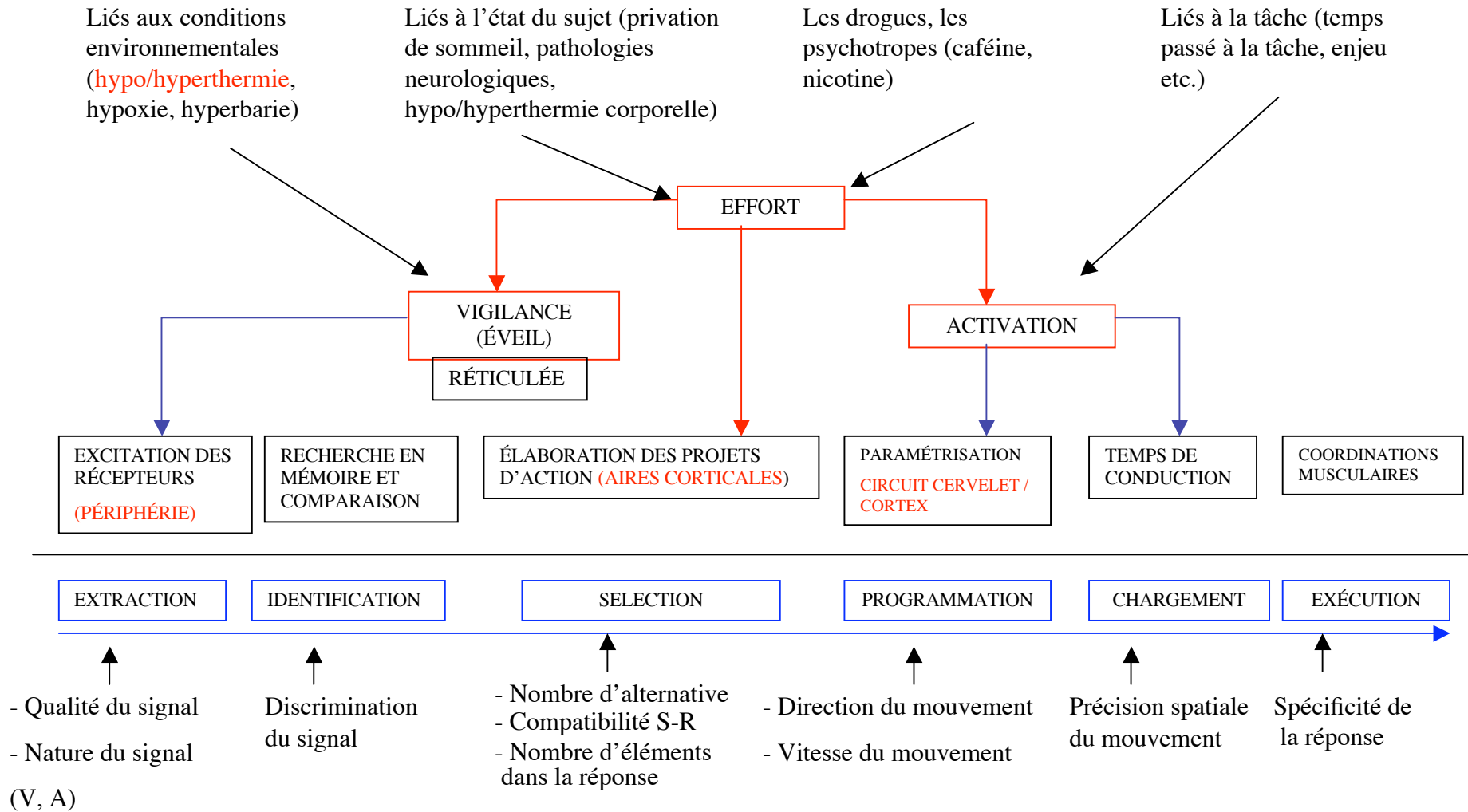
### 3-3) LE MODÈLE COGNITIVO-ÉNERGÉTIQUE DE SANDERS (1983)





### 3-3) LES FACTEURS INFLUENCANT LE TR

#### FACTEURS ÉNERGÉTIQUES



#### FACTEURS INFORMATIONNELS

### 3-4) CARACTÉRISTIQUES NEUROPHYSIOLOGIQUES DU TR

1) La vitesse de réponse dépend du **niveau de traitement**

- périphérique (réponse à stimuli proprio. Voie spinale) : rapide
- centraux : plus lent

2) Mais dépend aussi de la **VITESSE DE CONDUCTION NERVEUSE** qui intervient :

- au niveau périphérique (durée **d'excitation des récepteurs**)
- au niveau centripète et centrifuge (temps de **conduction de l'influx vers le centre et du centre vers la périphérie**)
- au niveau périphérique (délai de **transmission synaptique neuromusculaire**)

Or : **modification du milieu intérieur** (chaleur exogène ou produite à l'effort) **limite la conduction** (Garnier, Rouillon, 1991))

- modification équilibre ionique
- modification des capacités de détection des récepteurs thermiques hypothalamiques
- baisse du liquide intra et extra cellulaire

relations entre efficacité cognitive et **température interne**

En outre:

Importance du **niveau d'éveil** des étages de traitement (formation réticulée)

- La sécrétion d'adrénaline (consécutive à un **effort**) **augmente l'activité** de la FR donc **augmente l'éveil**(Bonvallet, 1950)

- La **chaleur ou l'effort** entraînent une stimulation des thermorécepteurs afin de rétablir l'homéothermie.

Ceci entraîne une **baisse de l'activité réticulaire** donc une **diminution de l'éveil**

NB. Fonctionnement très complexe de la Formation réticulée.

UN STRESS THERMIQUE PERTURBE SANS DOUTE LE TR À PLUSIEURS NIVEAUX:

- AU NIVEAU PHYSIOLOGIQUE PAR L'INTERMÉDIAIRE DES MODIFICATIONS DU MILIEU INTÉRIEUR(VITESSE DE DÉTECTION, VITESSE DE CONDUCTION)

- AU NIVEAU ÉNERGÉTIQUE (S'IL Y A DÉPASSEMENT DES CAPACITÉS D'ALLOCATION D'EFFORT)

- AU NIVEAU COGNITIF (S'IL Y A PERTURBATION DES PROCESSUS INFORMATIONNELS PAR SURCHARGE DU CANAL DE TRAITEMENT)

**- QUAND Y A T-IL STRESS THERMIQUE ?**

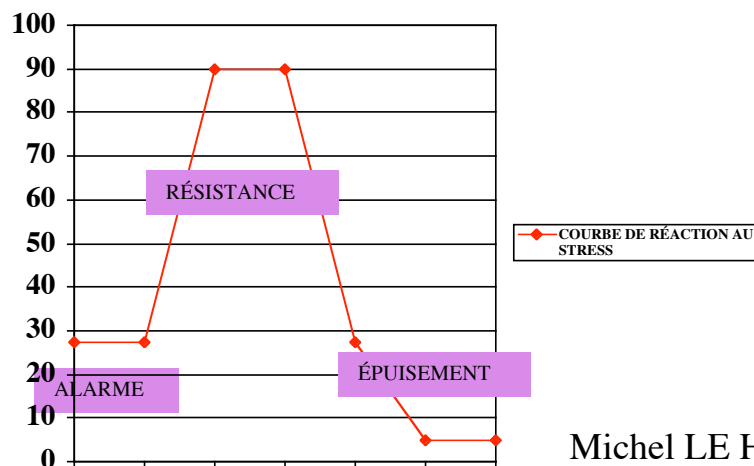
**- QUAND ET DANS QUELLES CONDITIONS LA CHALEUR ET L'HUMIDITÉ (ET LE FROID) SONT-ILS DES STRESSORS ?**

**- POUR QUELLE POPULATION ?**

## 4) LE STRESS

**En physique** : désigne la contrainte exercée sur un matériau pour induire une déformation

**En physiologie** : Désigne à la fois la **contrainte exercée** sur l'organisme pour induire une rupture de l'équilibre du milieu intérieur et **l'état induit** par le déséquilibre. Canon propose la notion d'homéostasie et met en évidence le syndrome d'urgence (activation de l'axe sympatho-adrénergique). Seyle met en évidence le syndrome général d'adaptation (SGA) (axe corticotrope)



### DÉFINITION DE SEYLE :

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

**En psychologie** : désigne selon Sanders (83) « le déséquilibre énergétique qui ne peut être compensé par un effort »

### **DÉFINITION DE MARTENS :**

« le stress est un processus (déséquilibre énergétique non compensable de Sanders) 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 »

### **MODIFICATION DE L'ETAT DE L'ORGANISME À 3 NIVEAUX:**

- PHYSIOLOGIQUE (SLA)
- ENDOCRINIEN(SGA)
- PSYCHIQUE (ANXIÉTÉ)

## 4) LE STRESS THERMIQUE

Il y a ST quand :

- il y a **altération de la performance motrice** et donc probablement des **mécanismes computationnelles sous-jacents** (mesurés par les TR)

Pourquoi ?

- par modifications physiologiques du milieu intérieur
- sans doute par l'action désorganisatrice des mécanismes « énergétiques »
  - baisse de l'éveil non compensable par l'effort
  - baisse de l'activation non compensable par l'effort
  - surstimulation de l'éveil non régulable par l'effort
  - surstimulation de l'activation non régulable par l'effort
  - effort plus suffisant pour compenser les perturbations « cognitives » dues au stress (investissement insuffisant des ressources sur la tâche car occupées par le stress)
- par les perturbations cognitives accompagnant l'augmentation de la température (concurrence attentionnelle

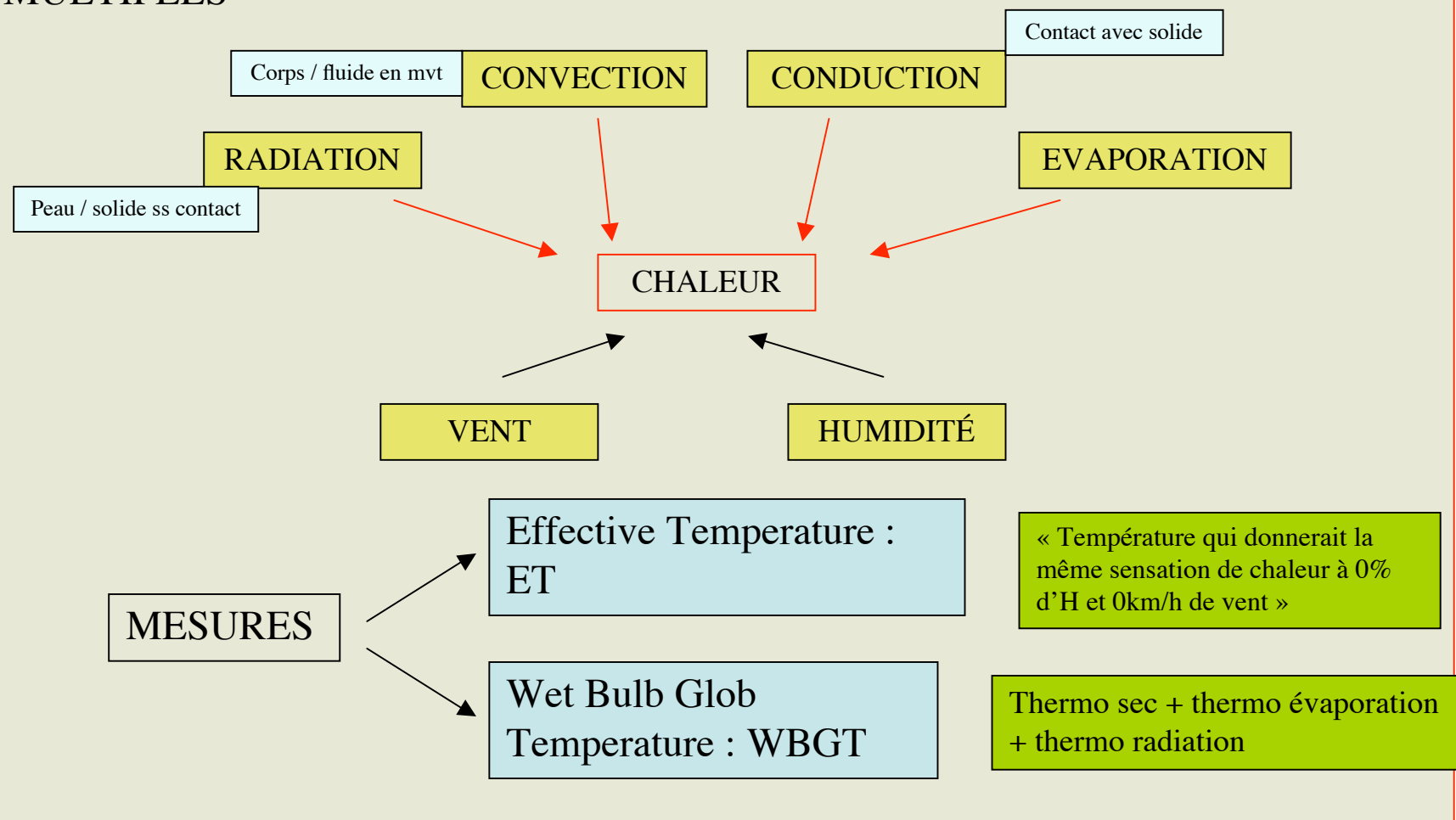


# ETAT DES TRAVAUX SUR L'EFFET DE LA CHALEUR SUR LES PROCESSUS COGNITIFS

Michel LE HER - STAPS - UAG

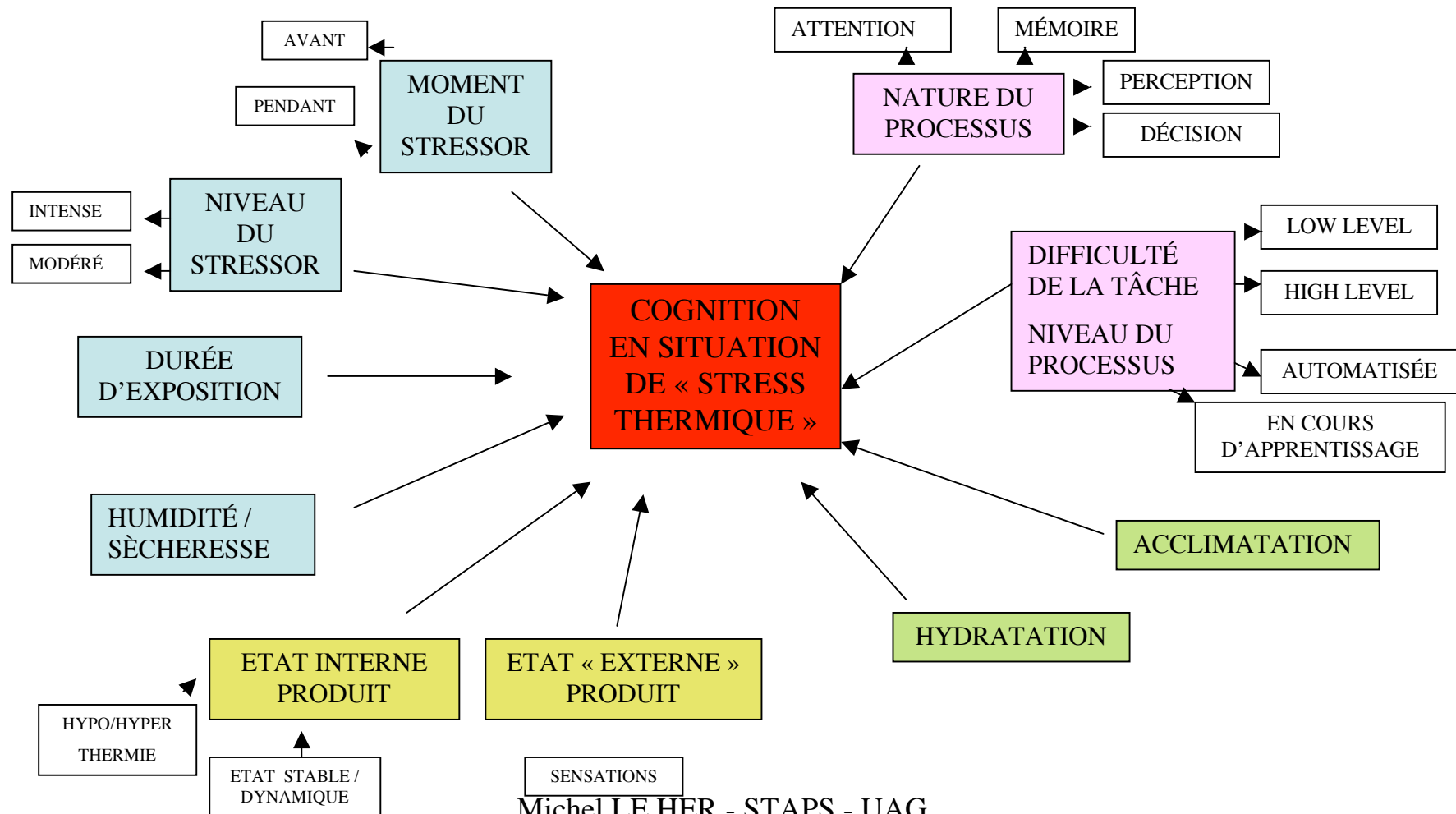
# 1) DIFFICULTÉS DE LA MESURE

DIFFICULTÉ A MESURER LA TEMPÉRATURE (À DES FINS DE COMPARAISON DES EXPÉRIENCES ENTRE ELLES) CAR FACTEURS MULTIPLES



## 2) DIFFICULTÉS DES ÉTUDES : CHALEUR / COGNITION

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



### 3) RÉSULTATS DES RECHERCHES

#### 3 - 1 ) L'ÉTUDE PRINCEPT DE PEPER (1961)

TROTEUSE FOLLE

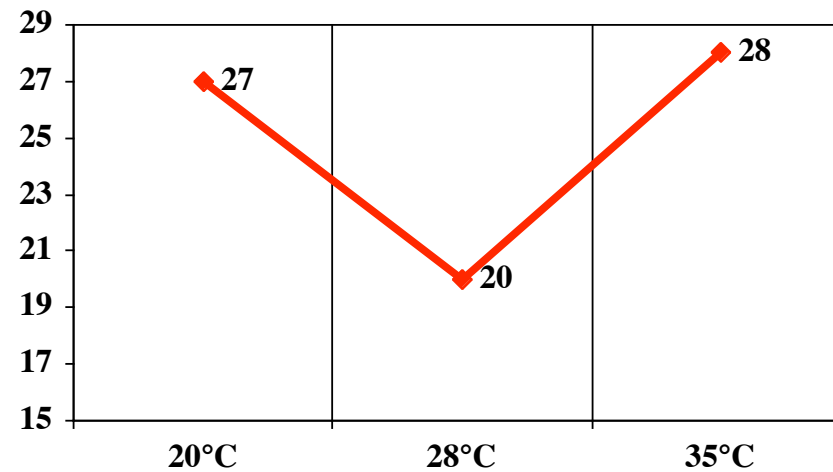
(TÂCHE DE DÉTECTION PERCEPTIVE VISUELLE : TRS)

-2 HEURES

-20, 28, 35°C (ET)

-**OPTIMUM À 28°** - PERF.INF. EN DECA ET AU DELÀ

Nombre d'erreurs en fonction de la température d'exposition



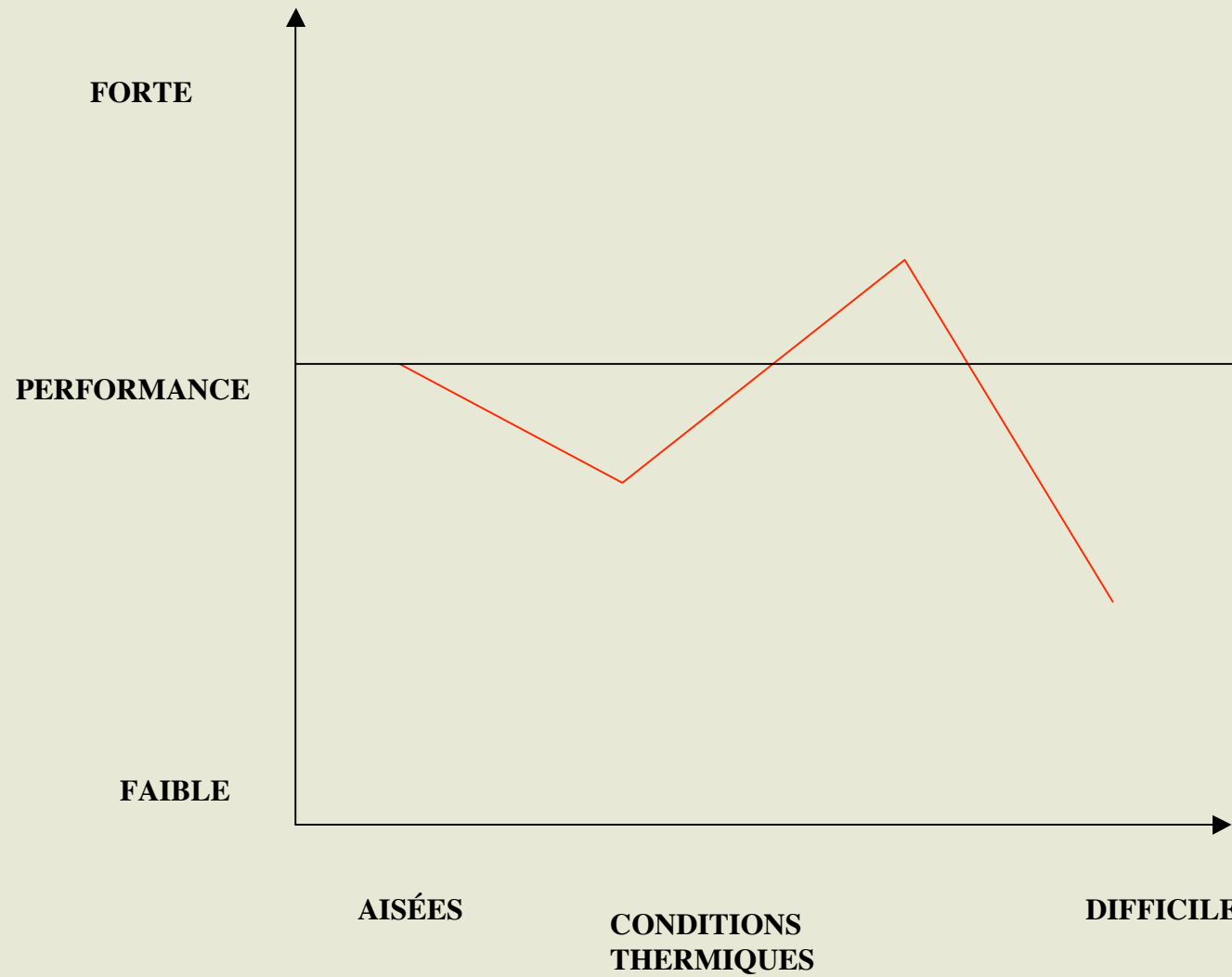
Michel LE HER - STAPS - UAG

- **MAIS DE NOMBREUSES RECHERCHES NE VONT PAS DANS LE MÊME SENS**
  - **POULTON (1974) : VIGILANCE AUDITIVE : AMÉLIORATION À 34°C**
  - **LOVINGOOD(1967) : VIGILANCE VISUELLE : AMÉLIORATION DU TRS APRÈS EXPOSITION DE 60' À 52°C**
  - **REILLY (1967) : TRS VISUEL ET AUDITIF : AMÉLIORATION PENDANT 6 HEURES APRÈS EXPOSITION À 30°C**
- **PAR CONTRE : POUR D'AUTRES TÂCHES (SURTOUT COMPLEXES),**
  - **PERTURBATION DES TR AVEC LA CHALEUR MAIS TOUT DÉPEND DE LA CHARGE THERMIQUE**

### 3 - 2 ) CONCLUSION GÉNÉRALE (TRÈS SIMPLIFIÉE)

- 1) QUAND LA TEMPÉRATURE S'ÉLÈVE À UN « CERTAIN NIVEAU », BAISSÉ DU NIVEAU D'ÉVEIL (FR) (SOMNOLENCE) , BAISSÉ DE LA PERFORMANCE SI PAS DE COMPENSATION VOLONTAIRE PAR L'EFFORT  
(MAIS DÉPEND BEAUCOUP DE LA NATURE DES PROCESSUS ET IL PEUT Y AVOIR AUGMENTATION DES PERFORMANCES DE CERTAINS PROCESSUS)  
(STRESS THERMIQUE MOMENTANNÉ CAR COMPENSABLE)
  
- 2) QUAND LA TEMPÉRATURE DÉPASSE CE NIVEAU, ÉLÉVATION DU NIVEAU DE VIGILANCE PAR EFFET ACTIVATEUR DE L'EFFORT ET DONC PAS DE DÉTÉRIORATION DE LA PERFORMANCE  
(PAS DE STRESS THERMIQUE)
  
- 3) MAIS QUAND TEMPÉRATURE TROP IMPORTANTE, COÛT ATTENTIONNEL LIÉ AUX SENSATIONS DE CHALEUR ET BAISSÉ DU NIVEAU DE PERFORMANCE CAR PARTAGE DES RESSOURCES ET PEUT-ÊTRE PERTURBATIONS DU MILIEU INTÉRIEUR ET DIMINUTION DE L'EFFICACITÉ DES MÉCANISMES DE TRAITEMENT DES STIMULI ET DE LA CONDUCTION NERVEUSE
- ( STRESS THERMIQUE RÉEL)

## HYPOTHÈSE GÉNÉRALE:



### 3 - 3 ) RÉSULTATS DE LA MÉTA-ANALYSE DE PILCHER ETCO (2002)

#### **Pilcher & Co. (2002). Effets de l'exposition à des températures chaudes et froides sur les performances. Une méta-analyse. Ergonomics, 45**

- Résultats de 22 études originales (515 effets) suggèrent que les températures **chaudes et froides** ont un **impact négatif sur une large variété de tâches cognitives**.
- Plus particulièrement, **au delà de 32,2°C** (WBGT) et **en deçà de 10°C**, les **diminutions des performances** sont accentuées par rapport à des conditions neutres (14,88° et 13,91° respectivement)
- De plus, **la durée de l'exposition** pendant la tâche, la **durée d'exposition avant la tâche**, le **type de tâche** et la **durée de la tâche** ont des effets différentiels.



### 3 - 4 ) LES MÉCANISMES POSSIBLES

#### 1) AUGMENTATION « RAISONNABLE » DE LA CHARGE THERMIQUE

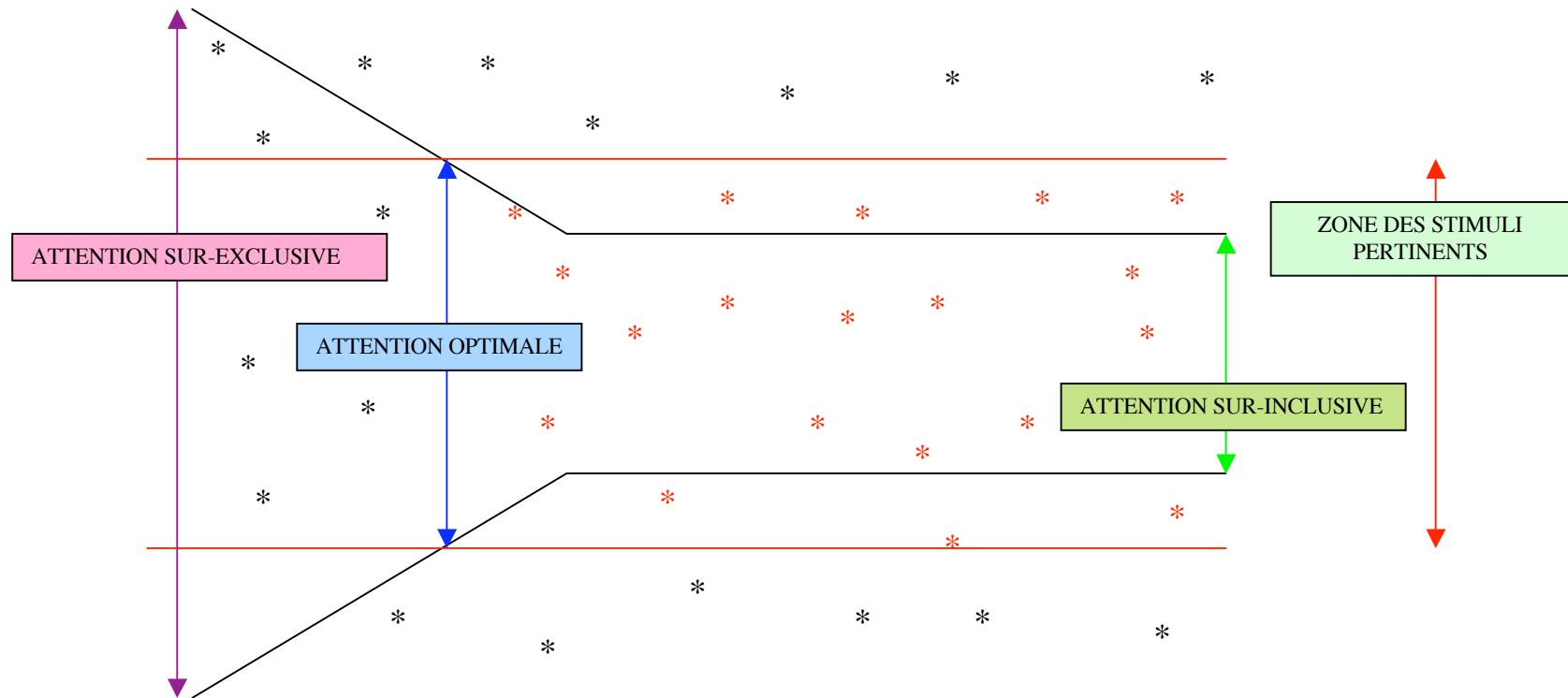
- PAS ENCORE DE MODIFICATION DU MILIEU INTÉRIEUR
- PAS DE MODIFICATION DE LA TEMPÉRATURE INTERNE
  
- **MAIS DIMINUTION DE LA VIGILANCE (RÉTICULÉE)**

#### **BAISSE DE LA PERFORMANCE**

HYPOTHÈSE DU CANAL DE TRAITEMENT ET DU RÉTRÉCISSEMENT ATTENTIONNEL DE EASTERBROOK (DIAPO SUIVANTE)

# EXPOSITION À UN STRESSEUR THERMIQUE CHAUD : **EXEMPLE** DES TÂCHES DE VIGILANCE

- MODÉLISATION D'EASTERBROOK



## 2) AUGMENTATION « SUPPLÉMENTAIRE » DE LA CHARGE THERMIQUE (DURÉE + QUANTITÉ)

- DÉBUT DE MODIFICATION DE LA TEMPÉRATURE INTERNE

- **AMÉLIORATION** PAR AUGMENTATION DE L'ACTIVITÉ MÉTABOLIQUE DES CELLULES CÉRÉBRALES (KLEITMAN, 63) ET AUGMENTATION DE LA CONDUCTIBILITÉ NERVEUSE ET SYNAPTIQUE

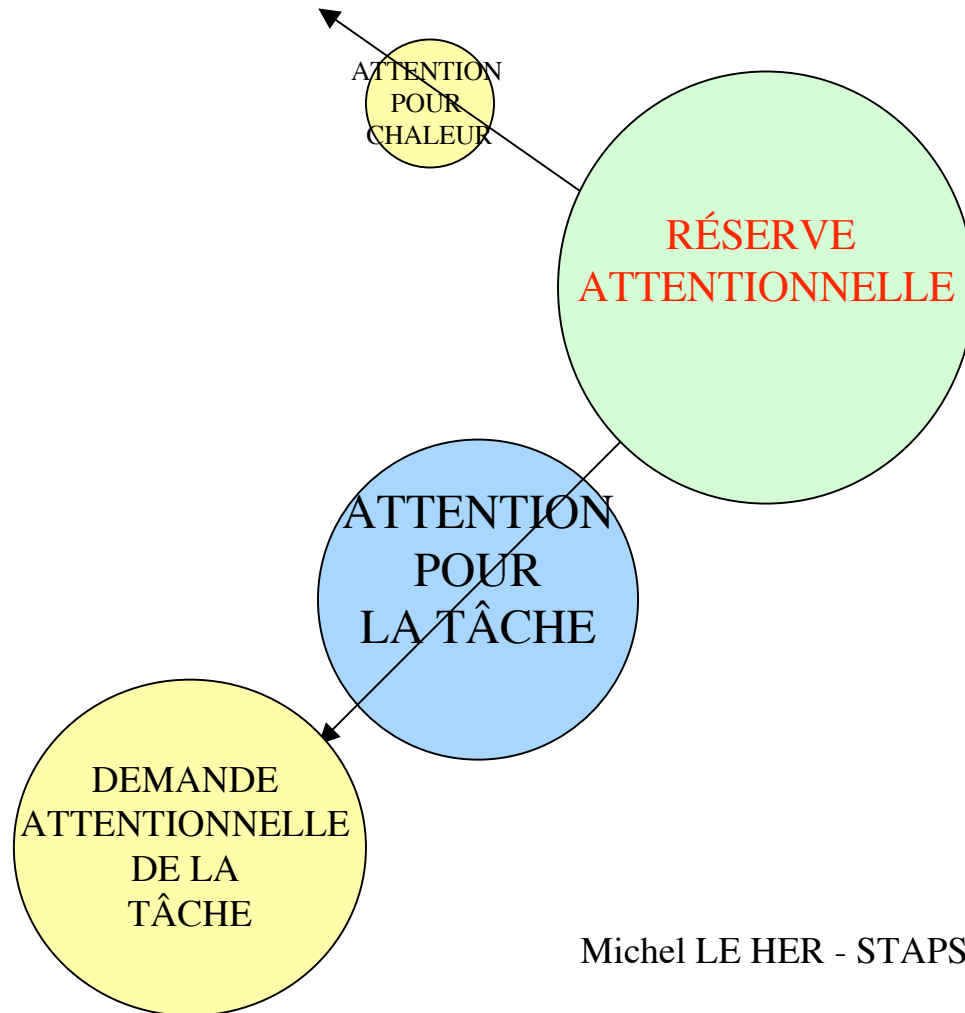
- **ET AUGMENTATION DE LA VIGILANCE** PAR ALLOCATION D'EFFORT

## AUGMENTATION DE LA PERFORMANCE COGNITIVE

HYPOTHÈSE DE L'ALLOCATION DE RESSOURCES (DIAPÔ SUIVANTE)

# HYPOTHÈSE DE L'ALLOCATION DE RESSOURCES

**CHARGE THERMIQUE  
MODÉRÉE**



### 3) CHARGE THERMIQUE TRÈS IMPORTANTE

- MODIFICATION DU MILIEU INTÉRIEUR

**DIMINUTION DE LA CONDUCTION NERVEUSE ? (Garnier, Rouillon, 1991)**

- MODIFICATION DE LA TEMPÉRATURE INTERNE

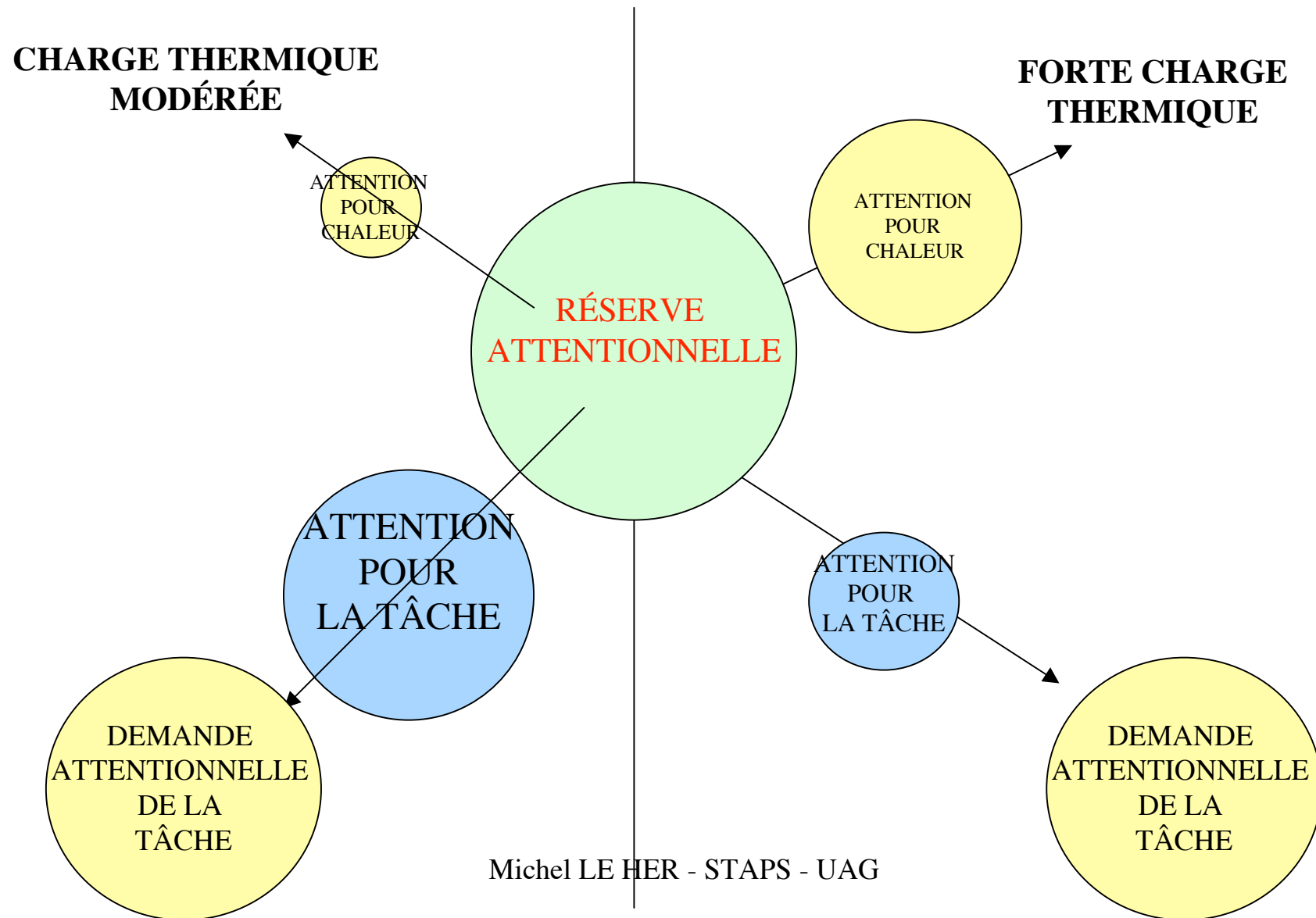
**AMÉLIORATION PAR AUGMENTATION DE L'ACTIVITÉ MÉTABOLIQUE DES CELLULES CÉRÉBRALES (KLEITMAN, 63)**

- **MAIS DIMINUTION DE L'ATTENTION POUR LA TÂCHE CAR CONCURRENCE ATTENTIONNELLE DE LA CHARGE THERMIQUE (AU NIVEAU CENTRAL ET PÉRIPHÉRIQUE)**

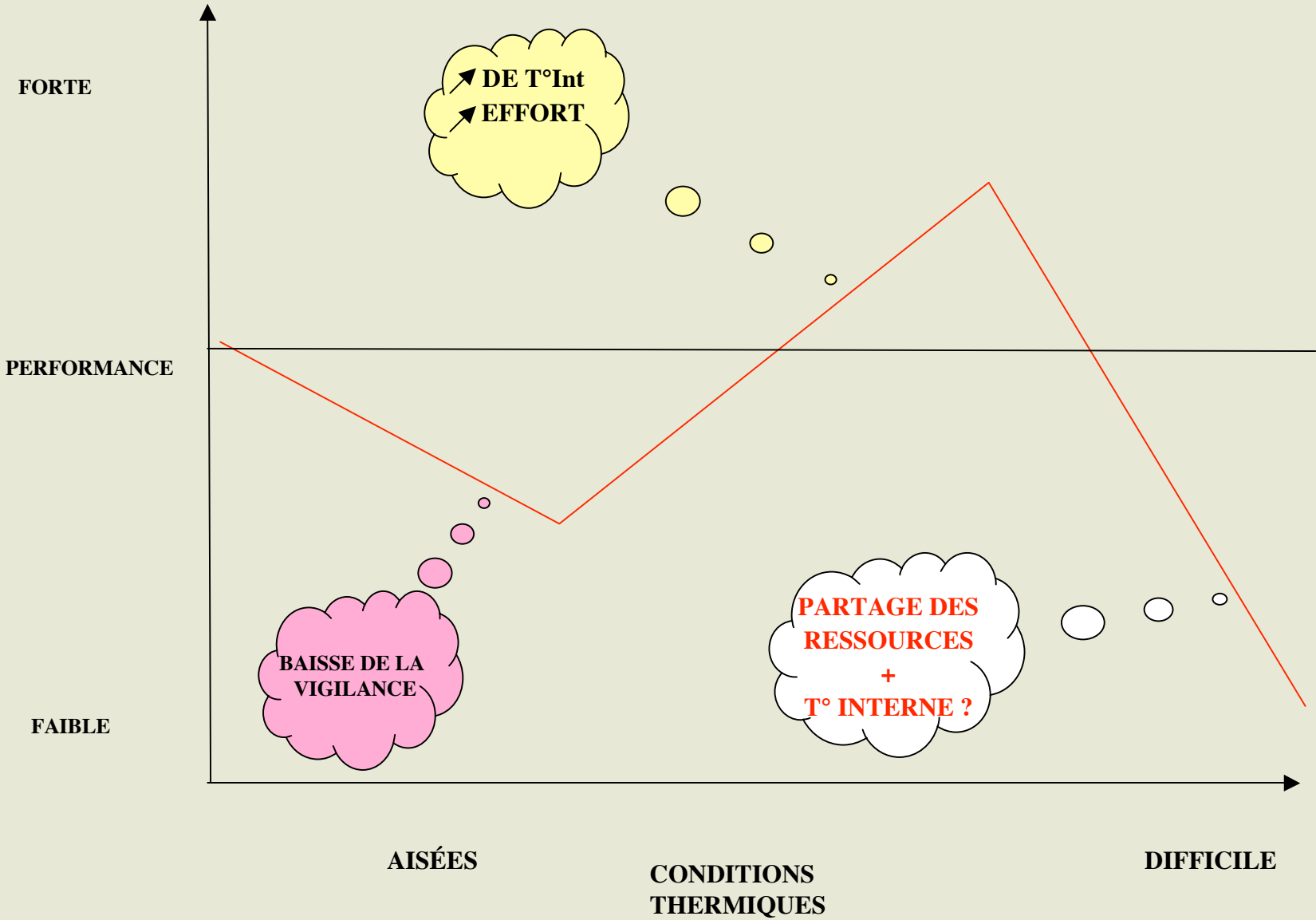
### **DÉGRADATION DE LA PERFORMANCE COGNITIVE**

**HYPOTHÈSE DE L'ALLOCATION DE RESSOURCES (DIAPÔ SUIVANTE)**

# HYPOTHÈSE DE L'ALLOCATION DE RESSOURCES



# HYPOTHÈSE GÉNÉRALE:



# **MAIS...**

**INFLUENCE DE NOMBREUX FACTEURS**

Michel LE HER - STAPS - UAG



# FACTEURS LIÉS À LA TÂCHE

Michel LE HER - STAPS - UAG

# LA NATURE DE LA TÂCHE COGNITIVE

## - BAS NIVEAU

LA DÉTECTION D'INDICE

LA COORDINATION INTERSEGMENTAIRE

**PAS D'EFFET, VOIRE AMÉLIORATION, SAUF SI DÉPASSE DES SEUILS**

## - HAUT NIVEAU

LE CHOIX ENTRE DEUX STIMULI

LA RECONNAISSANCE DE FORMES

LA DÉCISION D'ACTION

LES PROCESSUS D'IMAGERIE

LES PROCESSUS DE DÉDUCTIUN, INDUCTION

**DÉTÉRIORATION DES PERFORMANCES COGNITIVES**

**Hypothèse : PARTAGE DES RESSOURCES**

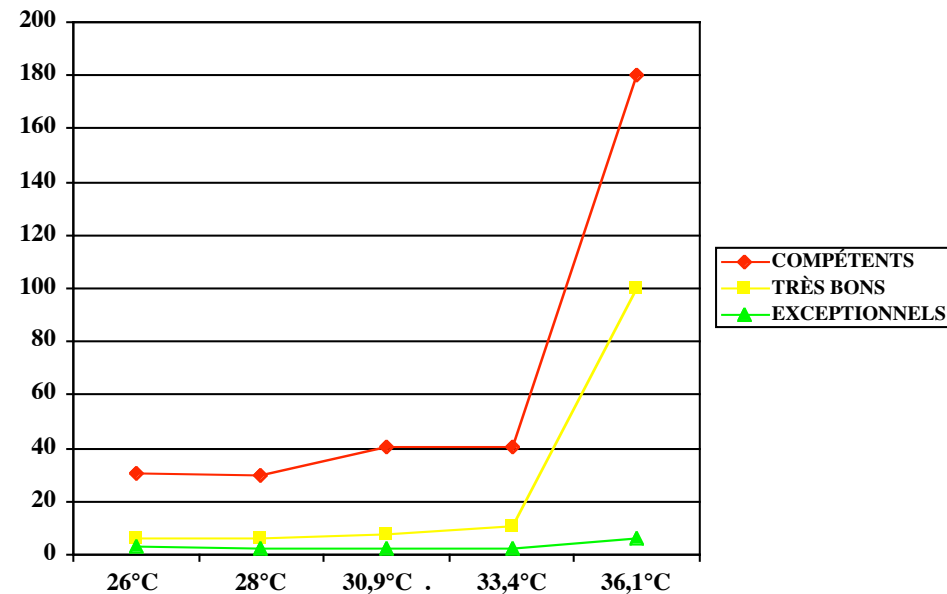
Michel LE HER - STAPS - UAG

# L'EXPERTISE DANS LA TÂCHE

EXPERTISE = AUTOMATISME DE TRAITEMENT DONC PAS DE COUP ATTENTIONNEL

DÉGRADATION PLUS TARDIVE

MACKWORTH (1945) : ETUDE SUR SPÉCIALISTES DE MORSE



NOMBRE D'ERREURS PAR HEURE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE ET DE L'EXPERTISE

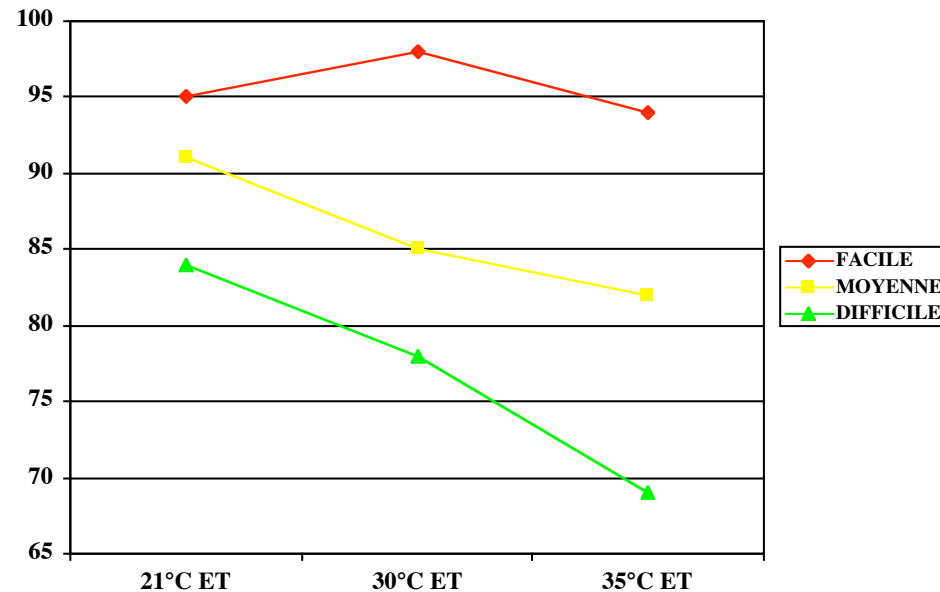
Michel LE HER - STAPS - UAG

# LA COMPLEXITÉ DE LA TÂCHE

UNE TÂCHE COMPLEXE DEMANDE PLUS D'ATTENTION

DÉGRADATION PLUS PRÉCOCE

EPSTEIN (1980) : TÂCHE SENSORI-MOTRICE COMPLEXE



POURCENTAGE DE SUCCÈS EN FONCTION DE LA CHARGE THERMIQUE ET LA DIFFICULTÉ DE LA TÂCHE

Michel LE HER - STAPS - UAG

# FACTEURS LIÉS AUX CONDITIONS DE PASSATION

Michel LE HER - STAPS - UAG

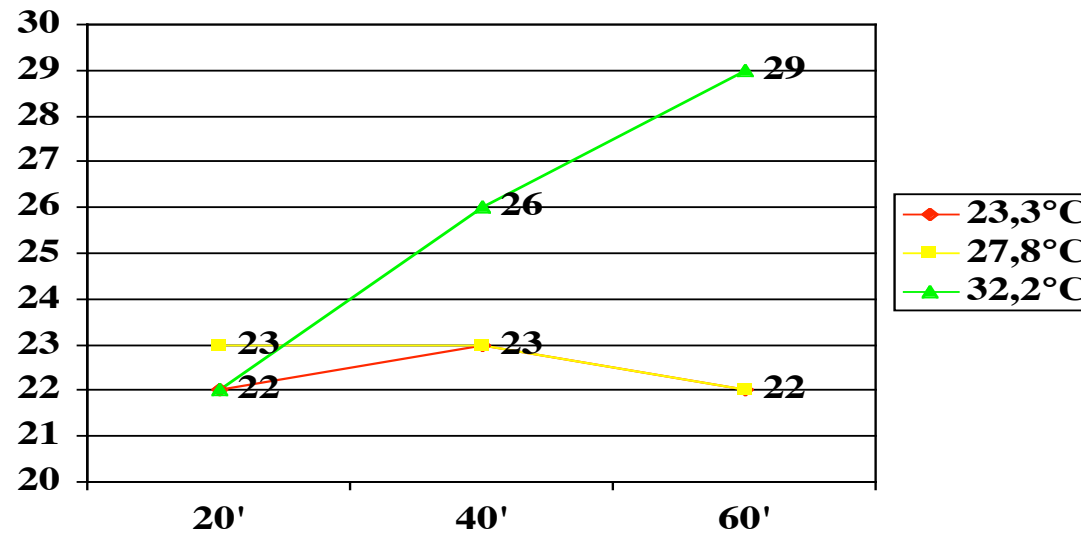
# LA DURÉE D'EXPOSITION À LA CHARGE THERMIQUE

## MORTAGY (1971)

DURÉE : 20,40,60'

INTENSITÉ : 23,3°C - 27,8°C - 32,2°C

RÉSULTATS :



EFFETS DE LA DURÉE D'EXPOSITION ET DE LA  
TEMPÉRATURE SUR LA VIGILANCE (MORTAGY 1971)

Michel LE HER - STAPS - UAG

# LA TEMPÉRATURE INTERNE

MAJORITÉ DES RECHERCHES :

- AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE INTERNE **AMÉLIORE** L'EFFICACITÉ DES PROCESSUS COGNITIFS

- TRAVAUX SUR LES RYTHMES CIRCADIENS

- EFFICACITÉ PLUS GRANDE QUAND PIC DE TEMPÉRATURE (SOIR)

(PAS DUE À VIGILENCE, MAIS À TEMPÉRATURE CORPORELLE) (KENNETH & AL. 2002)

- TRAVAUX SUR RÉCHAUFFEMENT INTERNE

PLUS GRANDE EFFICACITÉ QUAND TEMPÉRATURE CORPORELLE LÉGÈREMENT AU DESSUS DE 37°

**HYPOTHÈSE DE L'AUGMENTATION DU MÉTABOLISME DES NEURONES DU SNC (TRANSMISSION PLUS RAPIDE)**

MAIS SI TEMPÉRATURE PLUS ÉLEVÉE ?

**-HOCKING & CO (2001).** Evaluation des performances cognitives sous la chaleur par imagerie cérébrale fonctionnelle et tests psychométriques

- 11 SUJETS (31 ANS) MILITAIRES (PARTIELLEMENT ACCLIMATÉ.... !)

- 3 CONDITIONS THERMIQUES :

  - 25°C/65% RH – (ET MARCHE À 1,8KM/H)

  - 35°C/65% RH – (ET MARCHE À 1,8KM/H)

  - 35°C/65% RH, / **T°CORPS >38,5°C** (PAR MARCHE SUR TAPIS ROULANT 12° - 40' PUIS MARCHE À 1,8KM/H POUR MAINTIEN TEMP.

- ENREGISTREMENT ÉLECTRO DONNANT INFOS TOPOGRAPHIQUES DES AIRES CÉRÉBRALES ACTIVÉES

- TESTS COGNITIFS

  - TEST D'APPRENTISSAGE VERBAL AUDITIF DE REY

  - **TEMPS D'INSPECTION (TR)**

  - TÂCHE DE MÉMOIRE DE TRAVAIL SPATIALE

  - TEST DE DIGIT SPAN (EMPAN DIGITAL)

**RÉSULTATS :**

- PERTURBATION DES TR DANS **LES DEUX CONDITIONS 35°C** (MAIS PAS DE DIF. ENTRE ELLES POUR CES TESTS) - **LA T° INTERNE NE SEMBLE PAS JOUER**

- CHANGEMENT DE L'ACTIVITÉ ÉLECTRIQUE PENDANT LES TÂCHES COGNITIVES À LA CHALEUR, **CE QUI SUPPOSE UNE AUGMENTATION DE L'UTILISATION DES RESSOURCES NERVEUSES OU DE L'EFFORT DES SUJETS POUR MAINTENIR LE MÊME NIVEAU DE PERFORMANCE**

- AUGMENTATION CARDIOVASCULAIRE



- **WILKINSON (1964) : : ÉTUDE DES VITESSES DE RÉACTION DANS TÂCHE DE DÉTECTION**

TEMPÉRATURES CORPORELLES : 37,7°C , 37,9°C, 38,5°C (PAR EXPOSITION À 43°C ET)

**RÉSULTATS : CORRÉLATION ENTRE TR ET T°(positive)**

**PUIS MAINTIEN DE LA TEMPÉRATURE DU CORPS OBTENUE PAR EXPOSITION AVEC COMBINAISON SPÉCIALE (TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE ÉTANT REDESCENDUE)**

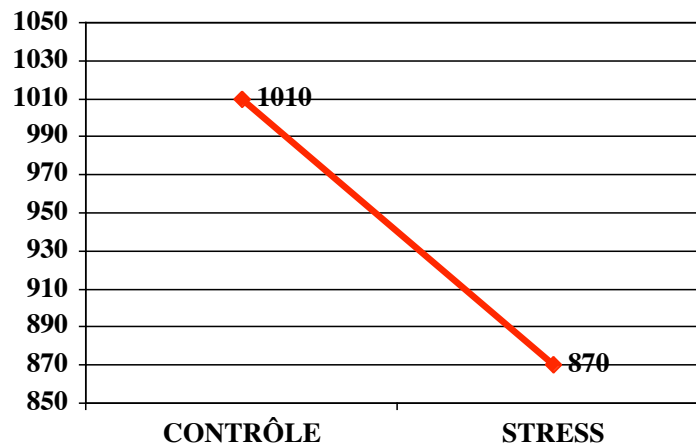
**AMÉLIORATION DES PERFORMANCES AU TEST DE VIGILANCE**

# LE REFROIDISSEMENT PÉRIPHÉRIQUE

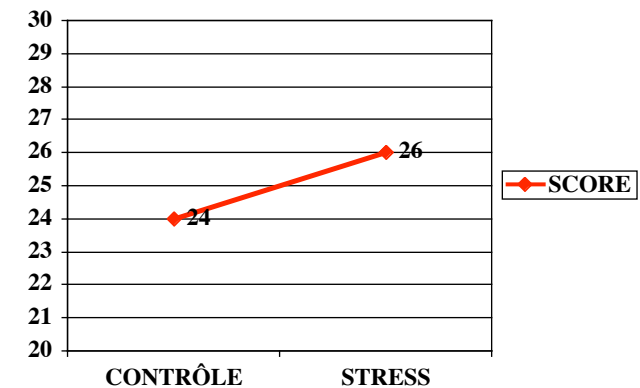
• ALLNUT ET ALLAN (1979) (TÂCHE DE RAISONNEMENT NON- VERBAL)

ÉLÉVATION DE LA TEMPÉRATURE CENTRALE : 38,5°C

MAINTIEN DE LA TEMPÉRATURE DE LA PEAU PAR COMBINAISON  
(CONFORT THERMIQUE)



VITESSE DE RÉPONSE



ERREURS

# LA DÉSHYDRATATION

**CIAN, BARRAUD, MELIN ET RAPHEL (2001)** Effet de l'ingestion de fluide sur les fonctions cognitives après un stress thermique ou une déshydratation induite par l'exercice. International Journal of Psychophysiology.

- TESTS : MÉMOIRE À COURT TERME ET **DISCRIMINATION PERCEPTIVE** (30' APRÈS FIN DÉSHYDRATATION ET 2H APRÈS INGESTION DE FLUIDE)

- 7 SUJETS **NON ACCLIMATÉS** À LA CHALEUR

- MAINTENU HYDRATÉS

- DÉSHYDRATÉS PAR EXPOSITION CONTRÔLÉE À LA CHALEUR (45°C+70%RH alterné avec 50°C+20%RH) TEMPÉRATURE DU CORPS **SOUS 38°**((**PERTE DE 2,8%**)( H , 2 SESSIONS)

- DÉSHYDRATÉS PAR EXERCICE PHYSIQUE. TAPIS ROULANT(65% VO2MAX ; 25-26°C ; 35-45%RH AVEC VENT POUR MAINTENIR T° CORPS SOUS 39°) (PERTE DE 2,8%) (E, 2 SESSIONS)

- AU COURS D'UNE PÉRIODE DE RÉCUPÉRATION D'1 HEURE (25°C - 40% RH) :  
H1 ET E1 REÇOIVENT SOLUTION DE GLUCOSE (50G/L )ET DE SEL (1,34G/L) JUSQU'À  
RÉCUPÉRATION DES 2,8% DE POIDS PERDU

H0 ET E0 MAINTIEN DU DÉFICIT EN FLUIDE.

- **RÉSULTAT**

LES DEUX CONDITIONS DE DÉSHYDRATATION **DIMINUENT LES PERFORMANCES COGNITIVES** ET AUGMENTENT LE SENTIMENT DE FATIGUE, MAIS PAS DE DIFFÉRENCE ENTRE LES DEUX MÉTHODES/

MAIS :           APRÈS 3H1/2 DE DÉFICIT EN FLUIDE : PLUS D'EFFET NÉGATIF DE LA  
DÉSHYDRATATION  
Michel LE HER - STAPS - UAG

# L'HUMIDITÉ

QUELQUES AUTEURS NE TROUVENT PAS DE DIFFÉRENCE ENTRE CLIMATS CHAUD ET SEC ET CHAUD ET HUMIDE.

- **EX : HOHNSBEIN (83)**

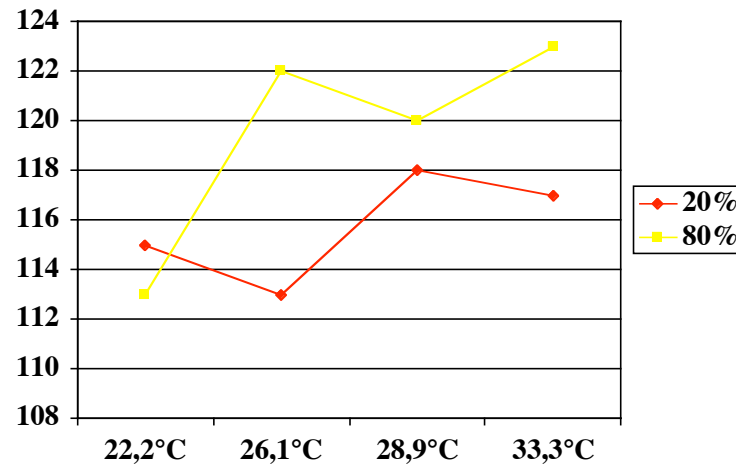
PAS DE DIFFÉRENCE À UNE TÂCHE DE SENSIBILITÉ AU CONTRASTE VISUEL ENTRE CLIMAT CHAUD ET HUMIDE (38,5°C ET 65% RH) ET TRÈS CHAUD ET SEC (50°C ET 10% RH)

**MAIS ...QUELLE TEMPÉRATURE CORPORELLE ?**

....QUELLE SENSATION D'INCONFORT ?

**MALGRÉ TOUT :**

PEPLER (1958) : TÂCHE DE TRACKING



Michelle HER, STAPS, UAG  
ERREUR MOYENNE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE ET DE L'HUMIDITÉ

# L'ACCLIMATATION

Michel LE HER - STAPS - UAG

**ACCLIMATATION** : MODIFICATIONS PHYSIOLOGIQUES QUI A POUR RÉSULTAT DE RÉDUIRE LE NIVEAU DE STRESS PROOQUÉ PAR UN STRESSEUR THERMIQUE DONNÉ

**À COURT TERME** : PROCESSUS DE COMPENSATION POUR LUTTER CONTRE LA CHALEUR

- VASO-DILATATION PÉRIPHÉRIQUE (FAVORISE LES PERTE PAR CONVECTION)

+ TACHYCHARDIE

+ HYPOTENSION

+ AUGMENTATION DU DÉBIT CARDIAQUE

- ACCROISSEMENT DE LA SUDATION

ÉLIMINATION D'ÉLECTROLYTES

**SAUVEGARDE DU CONFORT THERMIQUE**

**À LONG TERME** : SÈCRÈTION THYROÏDIENNE

ADAPTATION DU MÉTABOLISME POUR ADAPTATION DES COMBUTIONS AUX BESOINS

**PEPLER ( 1958) : TÂCHE DE VIGILANCE VISUELLE DE 2 HEURES PENDANT 3 JOURS  
D'EXPOSITION**

1ER JOUR : DÉGRADATION DE PLUS EN PLUS IMPORTANTE À PARTIR DE LA 1ÈRE 1/2  
HEURE  
DÉGRADATION DE MOINS EN MOINS IMPORTANTE AVEC LE TEMPS

Michel LE HER - STAPS - UAG

## WEINER ET HUTCHINSON (1945) : TÂCHE DE COORDINATION BI-MANUELLE

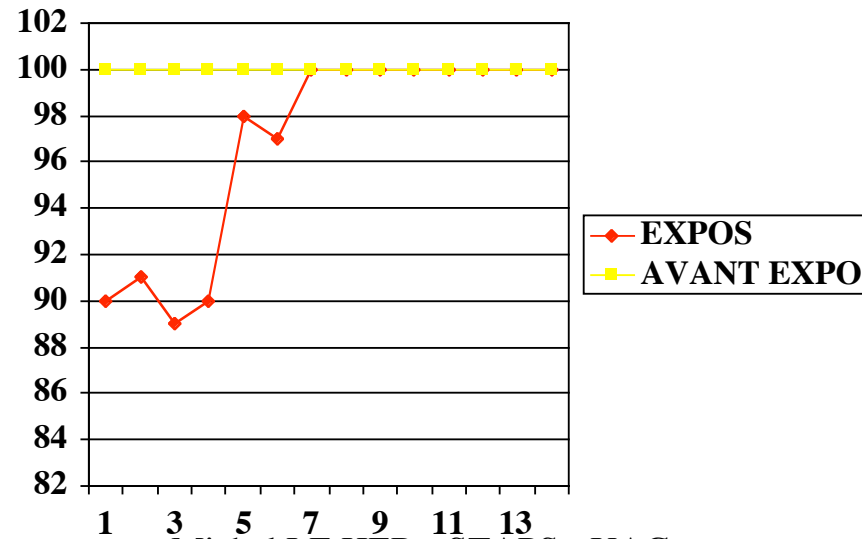
AVANT EXPOSITION : APPRENTISSAGE JUSQU'À STABILISATION DE LA COURBE D'APPRENTISSAGE

EXPOSITION À TEMPÉRATURE (ENTRE 27 ET 35°C ET) PENDANT 13 JOURS

### RÉSULTATS

4 PREMIERS JOURS : PERFORMANCE INFÉRIEURE (11%)

SIX DERNIERS JOURS : MÊME NIVEAU QU'AU DÉPART



Michel LE HER - STAPS - UAG



**Curley MD, Hawkins RN (1983)** Cognitive performance during a heat acclimatization regimen. Aviation Space Environnement Medecine. 54

- 6 « marines » soumis à 10 jours d'acclimatation
- **exercice sur tapis roulant** dans une chambre à 33°C sèche et 29,4°C humide. 155' par jour d'exposition
- tâches nouvelles d'acquisition et tâches d'estimation de temps

## **RÉSULTATS**

- le 1<sup>er</sup> jour :

tests de **temps estimée moins bon**  
**idem pour tâche d'apprentissage**

- au bout de 10 jours d'exposition
  - signe d'acclimatation pour tous
  - **performance d'apprentissage restent en dessous** et temps d'estimation, moins bon que le premier jour

## **CONCLUSIONS**

Les tâches qui nécessitent des **acquisitions nouvelles** sont plus difficiles en environnement chaud, même chez des sujets partiellement acclimatés.

## PROTOCOLE D'ACCLIMATATION

- **MACKWORTH (50)** : PROPOSE PÉRIODE DE 3 À 6 SEMAINES À RAISON DE 3 HEURES PAR JOURS
  - **EDHOLM (1963)** : heat acclimatization studied in the laboratory and field : a multidisciplinary approach. ergonomics, 6
    - G1 : ACCLIMATÉ PAR 6 MOIS SOUS LES TROPIQUES
    - G2 : ACCLIMATATION ARTIFICIELLE EN CHAMBRE CLIMATIQUE (3 HEURES PAR J PENDANT 6 SEMAINES)
    - G3 : NON ACCLIMATÉ
- SÉJOUR DE 12 JOURS DANS LE DÉSERT
- G3 : TEMPÉRATURE CORPORELLE PLUS ÉLEVÉE - PBS DE SANTÉ LES 3 PREMIERS JOURS
  - PAS DE DIFFÉRENCE ENTRE G1 ET G2
- MAIS :**
- **PAS DE DIFFÉRENCE AUX TESTS DE VIGILANCE, D'INTELLIGENCE OU DE MÉMOIRE À COURT TERME ENTRE LES 3 GROUPES.**

• **INTÉRÊT DE L'EFFORT PHYSIQUE POUR ACCLIMATATION À LA CHALEUR (PRÉFAUT - QUINTIN)**

Michel LE HEK - STAPS - UAG

## ACCLIMATATION GÉNÉTIQUE ?

• **MARINO et Co (2004)** Superior performance of African runners in warm humid but not in coll environmental conditions. J. A. P.

- 6 Africains - 6 Caucasiens
- 30' à 70% Vo<sub>2</sub> max puis 8km à allure libre (AL)
- 15°C et 35°C (HR ?)

### • Résultats :

- Temps pour 8km AL égal à 15° mais sup chez Caucasiens à 35° (29,7' contre 33')
- Pas de différence entre groupe pour t° rectale (mais t° sup à 35°)
- Quantité relative de sueur sup chez Caucasiens à 35°

### • Conclusion :

- Même réponse globale d'adaptation à la chaleur mais allure + modérée des Caucasiens

Pour limiter hyperthermie

## ACCLIMATATION GÉNÉTIQUE ?

•Kelsey et Co (2000). Racial differences in hemodynamic responses to environmental thermal stress among adolescent.  
Circulation

- 76 Afro-Américains et 60 Caucasiens (adolescents)
- Exposition passive in chambre à 8-10° et 40-42°C
- Mesure de la PA, FC et impédance cardiographique.

•Résultats :

- Différence au froid mais pas à la chaleur

- Perturbation cardiaque plus grande chez les AA

- Plus grande réactivité bêta-adénergique cardiaque

- Plus grande réactivité vasoconstictive alpha-adrénergique

## ACCLIMATATION GÉNÉTIQUE ?

•**Buguet et Co. (1988)** Seasonal changes in circadian rhythms of body temperatures in human living in dry tropical climate. European J Ap Physio.

3 femmes (Caucasiennes) et 4 hommes (Africains) au Sahel

2 sessions de 24h in saison (sèche et froide) et (sèche et chaude) ... t° ???

-t° rectale et t° de la peau diminuent en saison Sèche et Chaude (une des adaptations à la chaleur)

-Pas de différence raciale.

-Température corporelle sup. chez femmes

- les hommes réagissent à la chaleur par diminution de la t° interne (sans changement dans le ratio t°interne / t° peau)

- Les femmes diminuent les t° interne et de la peau (+ marquée pour la t° de la peau)

Les hommes montrent une adaptation saisonnière à la chaleur en diminuant le métabolisme confirmé par une diminution des niveaux plasmatiques de la TSH en condition chaude

Les femmes type d'acclimation mixte à la fois métabolique et thermolitique sans modification plasmatique de la TSH

## ACCLIMATATION GÉNÉTIQUE ?

• **Yousef et Co. (1984)** Thermoregulatory responses to desert heat : race, race and sex. Journal of Gérontology

- 69 Caucasiens (38H et 31 F) et 48 AA (19H et 29F)
- Marche dans le désert pendant 1 heure (40% de capacité aérobie)...t° ????

t° rectale (Tre), t° peau (Tsk), FC, PA, Sueur (

Résultats

Hommes des 2 races

- taux de sueur sup.
- FC, Tre et Tsk inf.

que Femmes

Pas de différence entre race

## ACCLIMATATION GÉNÉTIQUE ?

• **Duncan MT, Horwath SM. (1988) Physiological adaptations to thermal stress in tropical Asians. EJAP**

- Résidents malais, Indiens et Chinois, supposés acclimatés (Malaisie). Mais Chinois pas né dans pays tropical
- 18' de marche (50% VO<sub>2</sub>max) et 2' de repos (pendant 2 heures)
- 34°C dry bulb - 32,1°C wet bulb
- FC, T<sub>c</sub>, T<sub>sk</sub>, T<sub>sueur</sub>, Consommation O<sub>2</sub>
- Moindre stress circulatoire pour les Malais

QUELQUES DONNÉES SUR L'INFLUENCE  
DU FROID SUR LA COGNITION

Michel LE HER - STAPS - UAG



# CHARGE THERMIQUE ET COGNITION

## EFFET DU FROID

### 1) EFFETS LOCAUX DU FROID SUR LES PERFORMANCES DE DEXTÉRITÉ MANUELLE

**LOCKHART (1966).** effect of body and hand cooling on complex manual performance. journal of applied psychology, 50

#### PLUSIEURS CONDITIONS

- CORPS FROID / MAIN FROIDE
- CORPS CHAUD / MAIN CHAUDE
- CORPS FROID / MAIN CHAUDE
- CORP CHAUD / MAIN FROIDE

#### TÂCHES DE MANIPULATION :

#### RÉSULTATS :

PERFORMANCES LES PLUS BASSES AVEC CF/MF  
DÉGRADATION AUSSI AVEC CC / MF

# CHARGE THERMIQUE ET COGNITION : EFFET DU FROID

## 2) TÂCHES COGNITIVES

TRS PEU AFFECTÉ  
TRC PLUS AFFECTÉ

**THOMAS JR & CO. (1989)**. repeat mesure to moderate cold impairs matchin-to ....performance. aviation space  
environnemental medecine. 60

- SUJETS EXPOSÉS AU FROID (5°C) PENDANT QU'ILS RÉPONDAIENT À UNE TÂCHE DE **DISCRIMINATION** DEMANDANT DE CHOISIR PARMIS DEUX STIMULI PROCHES LEQUEL EST L'ÉQUIVALENT D'UN STIMULUS ÉTALON
- MESURE DES PERFORMANCES 3 FOIS (UNE PAR SEMAINE) EN CONDITION FROIDE OU TEMPÉRÉE.

### RÉSULTATS

- LA **PRÉCISION DES RÉPONSES DIMINUE** LORS DE CHAQUE SESSION FROIDE.
- EN OUTRE LA **LATENCE DES RÉPONSES AU CHOIX S'ALLONGE**
- ET LA **LATENCE DES RÉPONSES SIMPLES DIMINUE** EN EXPOSITION FROIDE.
- MÊME EN CONDITION D'EXPOSITION À UN FROID MODÉRÉ, SANS DIMINUTION DE LA TEMPÉRATURE CORPORELLE, LES **PERFORMANCES D'UNE TÂCHE COGNITIVE COMPLEXE DIMINUENT ET L'AMPLITUDE DU CHANGEMENT DE PERFORMANCE N'EST PAS ATTÉNUÉ PAR UNE BRÈVE SÉRIE D'EXPOSITION AU FROID.**

## CHARGE THERMIQUE ET COGNITION : EFFET DU FROID

**GIESBRECHT GG. & CO. (1993).** effect of task complexity on mental performance during immersion hypothermia. aviation space environmental medicine. 64

### DIFFÉRENTS TESTS DE DIFFICULTÉS VARIABLES ET DE LONGUEUR VARIABLE ADMINISTRÉS

- AVANT UNE IMMERSION EN EAU FROIDE
- JUSTE APRÈS UNE IMMERSION JUSQU'AU COU DANS EAU FROIDE (8°C) MAIS AVANT LA DIMINUTION DE LA TEMPÉRATURE CORPORELLE
- APRÈS UNE IMMERSION DE 55 À 80' QUAND LA TEMPÉRATURE DU CORPS A BAISSÉ DE 2 À 4°C

## **CHARGE THERMIQUE ET COGNITION : EFFET DU FROID**

### **LES RÉSULTATS :**

- LES TESTS A **DEMANDE COGNITIVE BASSE** (ATTENTION AUDITIVE, RECONNAISSANCE VISUELLE, EMPAN DE CHIFFRES) SONT **PEU AFFECTÉS** SOIT PAR L'IMMERSION DANS L'EAU FROIDE, SOIT PAR LA BAISSSE DE TEMPÉRATURE

- LES TESTS **DEMANDANT PLUS DE MANIPULATION MENTALE ET DE LA MÉMOIRE À COURT TERME** (EMPAN DE CHIFFRE À L'ENVERS) OU D'ANALYSE OU DE TRAITEMENT (TEST DE STROOP) MONTRENT UNE **LÉGÈRE AUGMENTATION** LORS DE L'IMMERSION EN EAU FROIDE (PEUT-ÊTRE GRÂCE À L'AUGMENTATION DE LA VIGILANCE OU DE L'APPRENTISSAGE)

**MAIS DIMINUTION SIGNIFICATIVE À LA SUITE DE LA BAISSSE DE LA TEMPÉRATURE CENTRALE DE 2 À 4°C**