

# TOLERANCE PHYSIOLOGIQUE AUX VÊTEMENTS DE PROTECTION NRBC

B. Melin et C. Jimenez



Département des Facteurs Humains  
CRSSA



Les progrès technologiques en matière de protection NRBC ont permis de développer des tenues légères de protection (de combat) rendant possible en niveau 3 de protection des activités opérationnelles dans des conditions équivalentes à celles autorisées par une tenue de combat classique



Cependant, la protection complète (niveau 4) pose des problèmes qui vont nuire à la tolérance physiologique et à la capacité opérationnelle du combattant



Des études concernant la capacité opérationnelle du combattant sous protection NRBC ont été menées sur le terrain en environnements tropical et équatorial

**exercices CAPOPS**

Mandatés par l'EMA/MA  
Collaboration CRSSA -  
DGA/CEB - EMAT/STAT

# Enseignements des exercices CAPOPS

Djibouti 1993

Djibouti 1997

Guyane 1999 → nette réduction de la  
capacité opérationnelle

Djibouti 2003

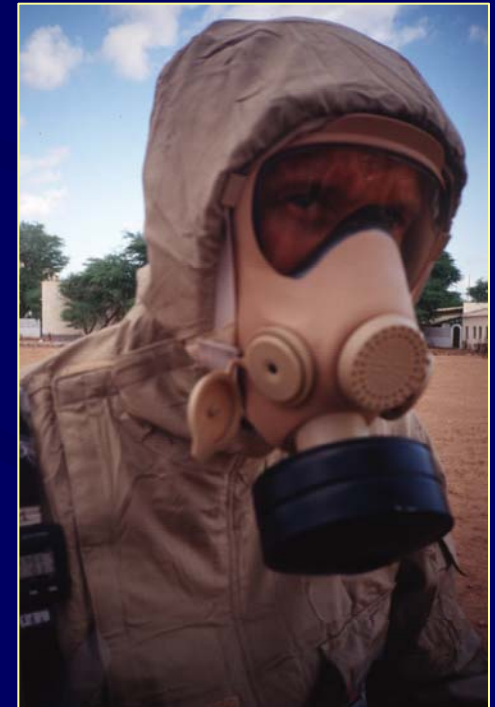
Djibouti 2006

Baisse immédiate de la capacité opérationnelle due à  
la réduction des capacités sensorielles

dextérité    sensibilité



vision  
communication



# Enseignements des exercices CAPOPS



Baisse plus progressive de la tolérance physiologique

Contraintes « chaudes »

- activité physique
- climat chaud
- vêtement de protection (niv. 4)  
(écran à l'élimination de la chaleur)

⇒ hyperthermie  
et déshydratation majeure

# Importance des pertes sudorales et baisse du volume sanguin

Tair : 32 - 37°C Hr : 50 - 70% TG : 40 - 50°C	Pertes sudorales			Baisse du volume plasmatique	Importance du risque
tenues de combat NBC	marche 4 km/h (30 min) et repos (30 min)	1 h	0,9 L	- 5%	++
	logistique sur véhicule	1 h	1,5 L	- 6%	++
	missions de combat	2 h 30	4,5 L	- 13%	+++
	parcours du combattant	6 min	0,5 L	- 6%	+

# Diminution de la tolérance



⇒ **réduction des possibilités  
d'hydratation**

système classique d'apport en eau sous  
masque mal adapté à l'ingestion d'eau

En environnement chaud la  
charge thermique ne pourra  
plus être compensée :

« stress thermique non  
compensable »

⇒ **situation dangereuse  
au plan vital**



# Deux risques d'accidents

## ⇒ coup de chaleur

accident le plus redouté en raison de sa gravité

(nécessite le contrôle (SCI3C)  
permanent de  $T_{re}$  avec  
un seuil de sécurité à  $39^{\circ}C$ )



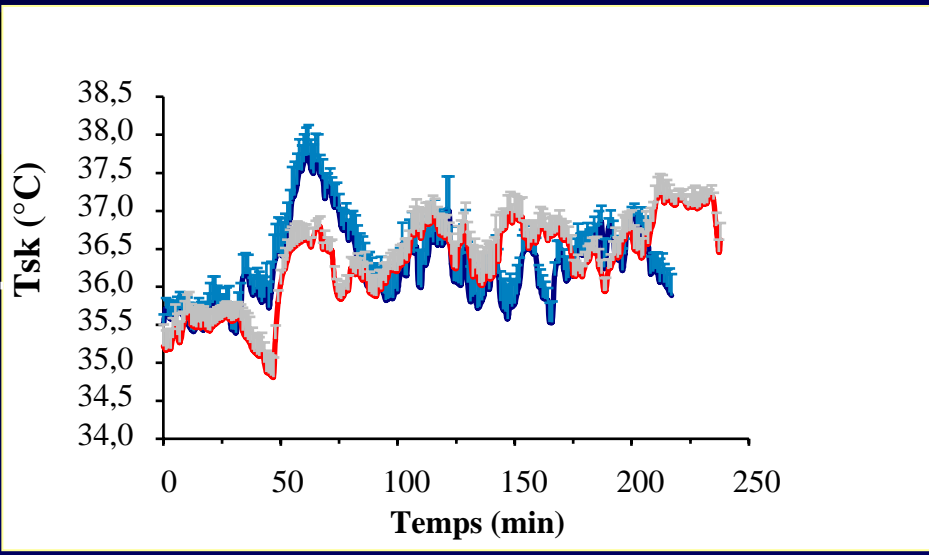
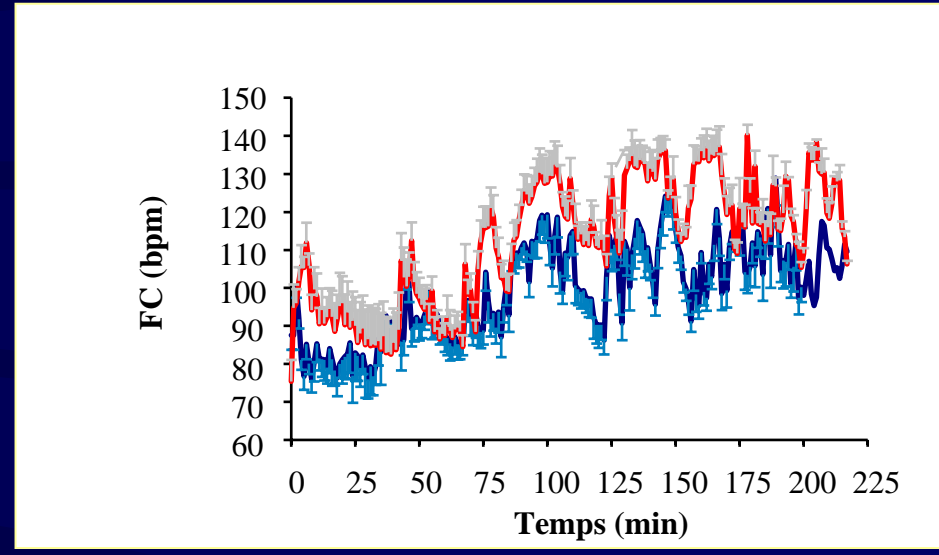
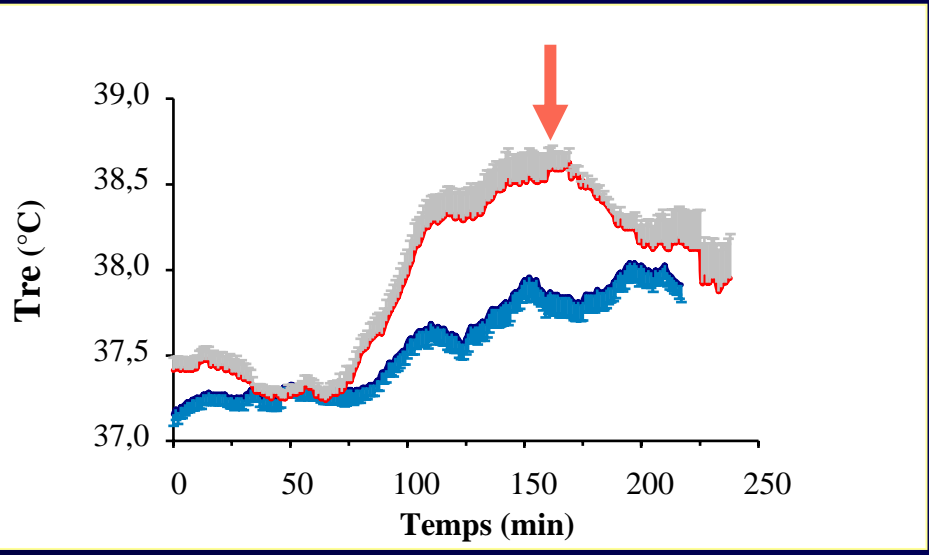
## ⇒ syncope de chaleur

instabilité circulatoire due à la réduction du volume sanguin central : vasodilatation périphérique et hypovolémie liée à la déshydratation



# Guyane 1999 (mission Eclairer)

— Niveau 2  
— Niveau 4



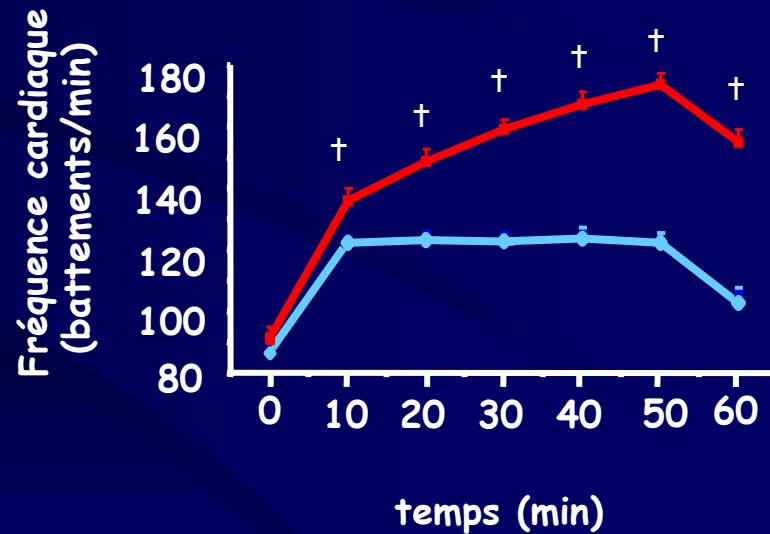
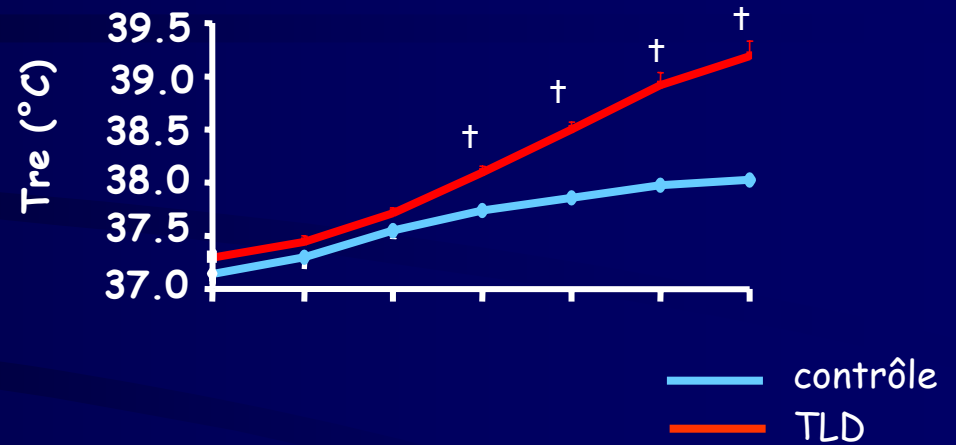
**Niveau 2 : Tair moy. = 29,4 ° - Hr moy. = 71 %**  
**Niveau 4 : Tair moy. = 30 °C - Hr moy. = 74 %**

**En niveau 4 :  
arrêt prématuré de 5 sujets/9  
(Tre = 39°C - malaises...)**

# Effets du port de la tenue de protection NRBC sur la baisse de la tolérance cardiovasculaire aux changements posturaux



## Effets sur Tre et FC pendant l'exercice



# Tolérance à l'orthostatisme (tilt test)



protocole	durée de la verticalisation (min)
référence	45,00
contrôle	40,75
TLD	23,75*

\*  $P < 0,05$  / référence et contrôle

Lors de TLD, l'étude la variabilité cardiaque :

pas de maintien des PA syst et diast (conflit pour l'activité sympathique vasculaire avec les besoins de thermorégulation liés au stockage thermique)

baisse importante de la sensibilité du baroréflexe spontané

# Amélioration de la tolérance

## Les contre-mesures

### ⇒ Gestion de la dépense énergétique

⇒ produire moins de chaleur pendant l'activité physique

### ⇒ Hydratation au travers du masque

- hydratation régulière et abondante
- intérêt d'un apport en sel
- système d'apport en eau plus adapté (gourde souple)

### ⇒ Assistance thermique de la tenue

- assistance thermique individuelle
- assistance thermique collective

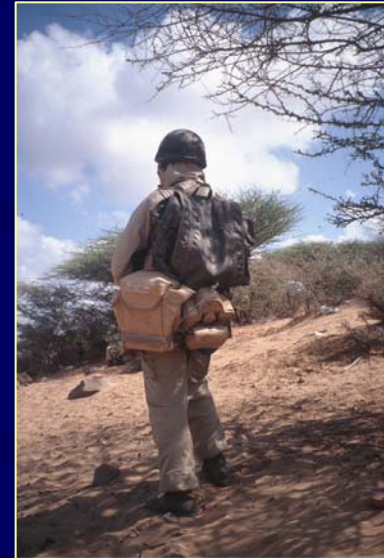
# Les contre-mesures 1<sup>ère</sup> approche Djibouti 1997

Assistance thermique  
du vêtement

individuelle  
et  
collective



Réhydratation sous masque  
gourdes souples



# Les contre-mesures CAPOPS 2003 Djibouti

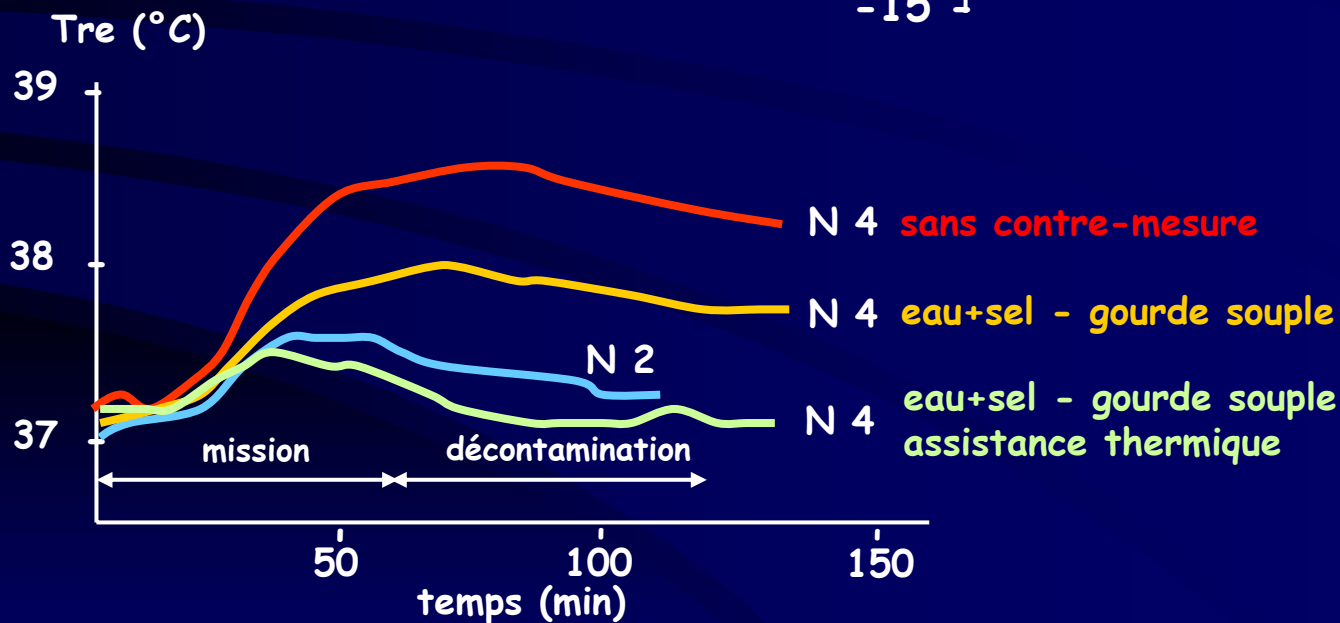
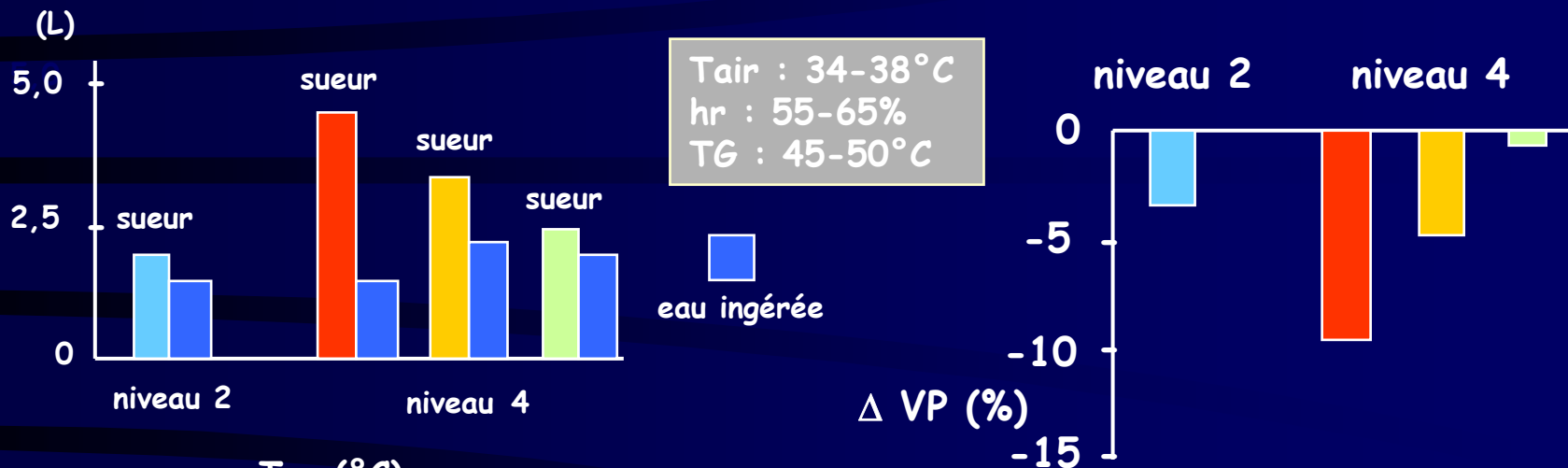


⇒ effets de contre-mesures sur la tolérance

- sel dans la boisson
- gourdes souples
- assistance thermique du vêtement

Missions réalisées en niveau 2 et en niveau 4  
Personnels d'une section d'infanterie de la 13<sup>ème</sup> DBLE

# Les contre-mesures - CAPOPS 2003 Djibouti



# Conclusions

## Intérêts des études

- Prévention des risques d'accidents posés par le port des tenues NRBC à la chaleur
- Valider des solutions techniques permettant d'améliorer la tolérance aux contraintes
- Fournir des éléments objectifs permettant de définir des directives d'emploi sous contrainte NRBC