
L'Hyperthermie Maligne d'Effort : Aspects Médicaux et Organisationnels

Stéphane BERMON MD, PhD

Health & Science Department, World Athletics, Monaco

stephane.bermon@worldathletics.org

16:14

82



Sportricolore



+ Suivre



Vous ne verrez rien de plus beau aujourd'hui
...voir plus



0:21



16 K

483

491



British Army, Iraq, 1943

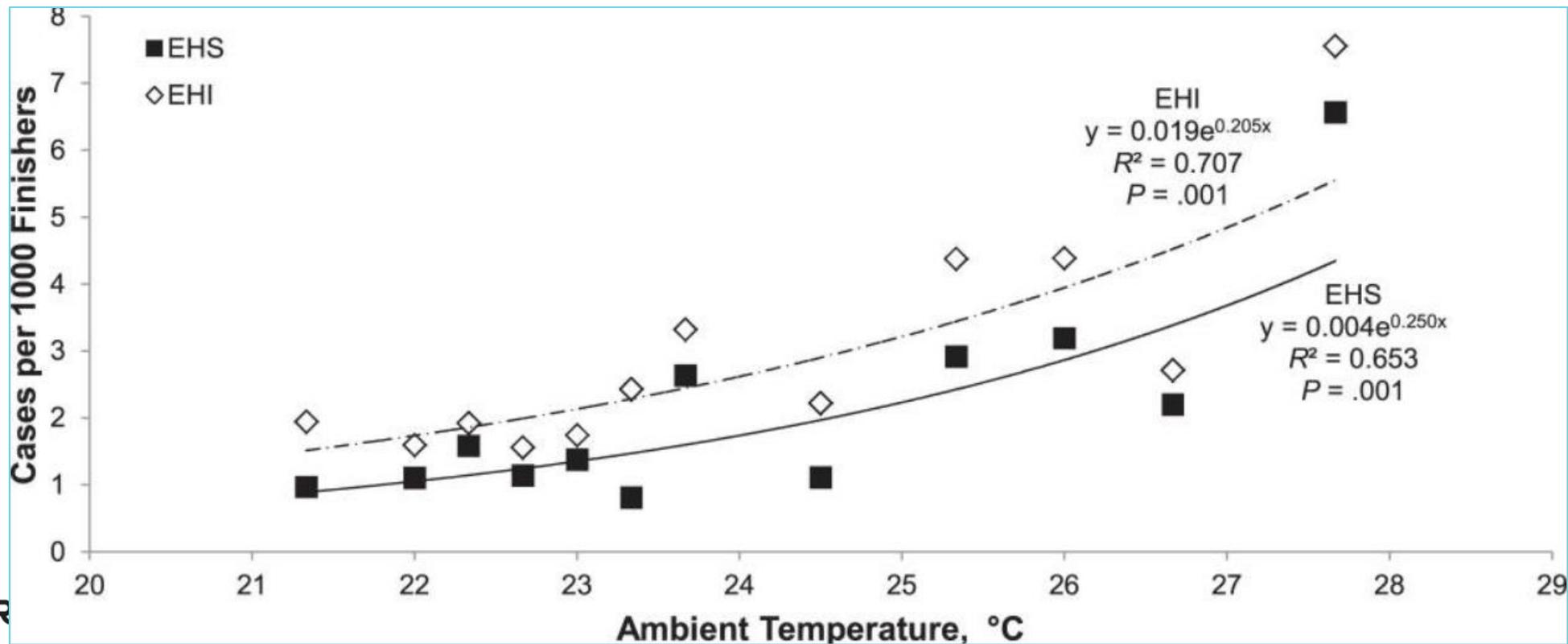


HME : DEFINITION ET INCIDENCE

DEFINITION HME :

- **Dysfonctionnement du SNC** + Température Centrale (rectale) > 40°C

DeMartini et al., 2014

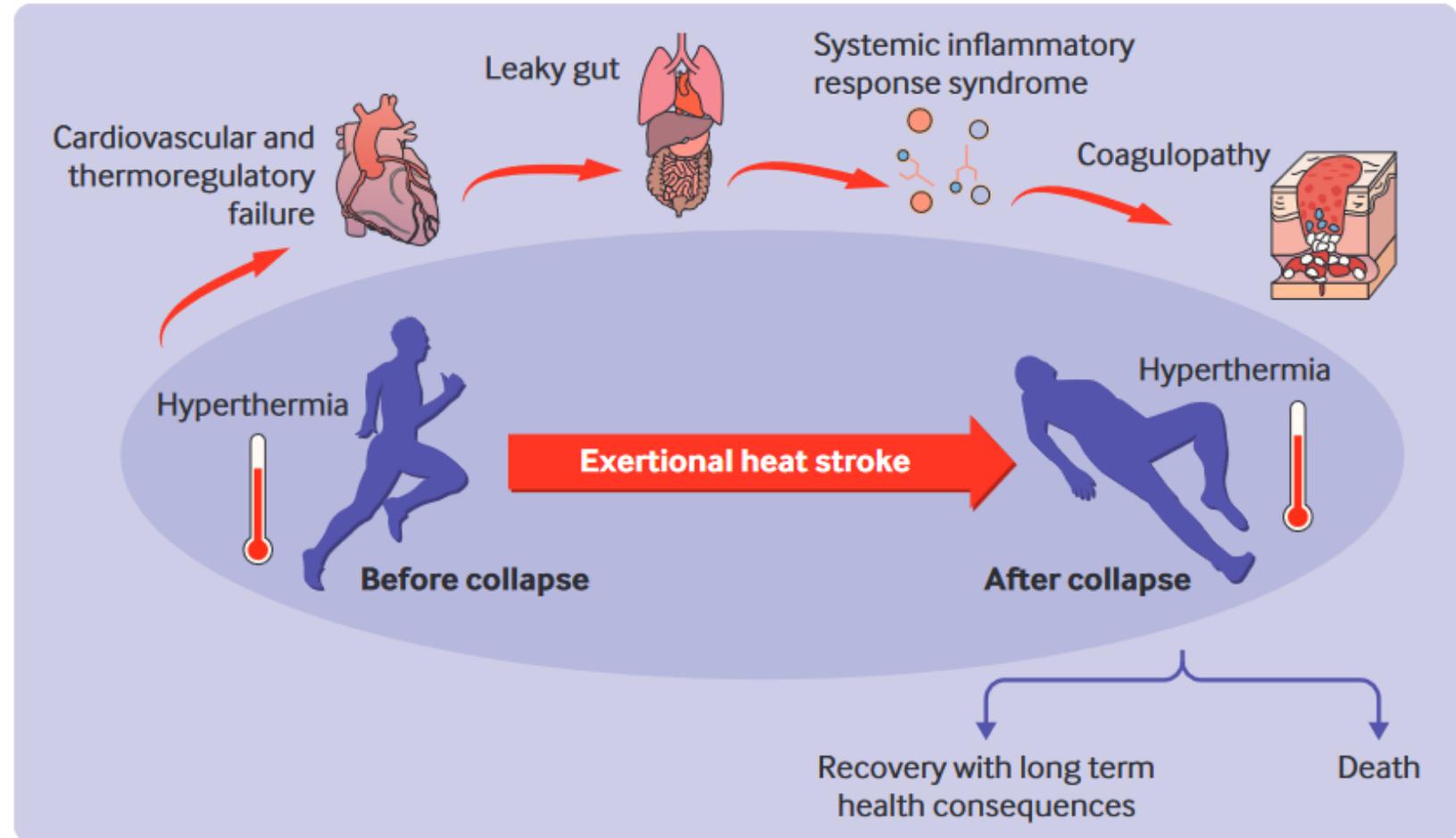


PHYSIOPATHOLOGIE

HME :

- Pronostic Vital
- Environ 27% mortalité si mal prise en charge.

Garcia et al., 2022



PRONOSTIC ET COMPLICATIONS

A Long Terme :

150 victimes d'HMvs 150 controles: 14 ans de suivi (*Wang et al., 2019*):

- Problèmes Cardiovasculaires : 32.7% vs 16.7%
- Coronaropathies : 16% vs 6.7%
- IDM : 6% vs 1.3%

- AVC : 12% vs 4.7%

- Insuffisance Rénale Chronique : 17.3% vs 6.7%

Limites : Pas HME (HM), circa 50 ans, groupes non différents en initial mais les patients HM pourraient présenter des facteurs prédisposants...

PRONOSTIC ET COMPLICATIONS

A Long Terme :

US Army 30 ans de suivi retrospectif : HME vs Appendicite (*Wallace et al., 2007*):

Cox proportional hazards models for risk of specific causes of a priori interest among men

Cause of death ^a	Heat illness <i>n</i> (%)	Appendicitis <i>n</i> (%)	Rate ratio ^b (95% CI) (age ^c as matching variable)
CVD ^d	25 (23)	128 (22)	1.84 (1.19–2.85)
IHD ^e	8 (7)	35 (6)	2.23 (1.02–4.90)
CVD ^f	17 (15)	92 (16)	1.71 (1.01–2.89)
Liver disease ^g	6 (5)	18 (3)	2.98 (1.17–7.60)
Liver disease ^h	2 (2)	12 (2)	1.41 (0.31–6.37)
Renal failure ⁱ	1 (<1)	2 (<1)	4.05 (0.34–48.4)
Heat related ^j	28 (25)	142 (25)	2.02 (1.37–2.98)

TRAITEMENT

Body Cooling Strategies (56, 63, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73)	Treatment Notes	Approximate Cooling Rate ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$) ^a
Ice water ($\sim 2^{\circ}\text{C}$) or cold water ($\sim 20^{\circ}\text{C}$) immersion with stirring	Immerse the full body up to the neck including upper and lower extremities ($\sim 90\%$ body surface area) in a tank/tub, circulate the water to increase heat transfer, add ice during cooling to maintain water temperature, support head and airway above water level.	0.13 to 0.35
	Immerse as much of the torso and pelvic region ($\sim 50\%$ body surface) following full body treatment. Upper extremities not in water should be cooled using other strategies	0.25
Cold water dousing	Free flowing hose or bucket of water applied to the whole body—extremities, feet, neck, and head (with hood).	0.04 to 0.20
Tarp-assisted water ice/cold immersion	Provide a tarp with patient, water, and ice. Immerse as much of the torso, groin, and legs as possible. Circulate the water.	0.14 to 0.17
Ice/cold water-soaked towels	Towels should be applied to the limbs (including feet and hands), trunk, and head with ice packs placed in the groin, axilla, and neck; include as much of the body as possible ($\sim 90\%$ body surface area). Wring towels after soaking in bucket of ice water and change the towels rapidly.	0.11 to 0.16
Ice/cold water-soaked sheets	The whole body ($\sim 90\%$ of body surface area) is wrapped in large sheets that are soaked with cold water. Sheets stay in place and are frequently rewetted. A fan directed at the body can be added.	0.05 to 0.06
Cold water immersion in portable water-impermeable bag	Immerse the full body up to the neck including upper and lower extremities ($\sim 90\%$ body surface area) in the bag, support head and airway out of the bag.	0.04
Water spray/mister or high powered fan with water spray	Patient should be placed supine on a cot or table. As much of the body surface should be exposed (<i>i.e.</i> , remove clothes and shoes) to the fan and mist as possible.	0.03 to 0.17

COOL FIRST, TRANSPORT SECOND!!!



Roberts et al., 2023



W

Water spray/mister or high powered fan with water spray

HYPERTHERMIE MALIGNNE D'EFFORT

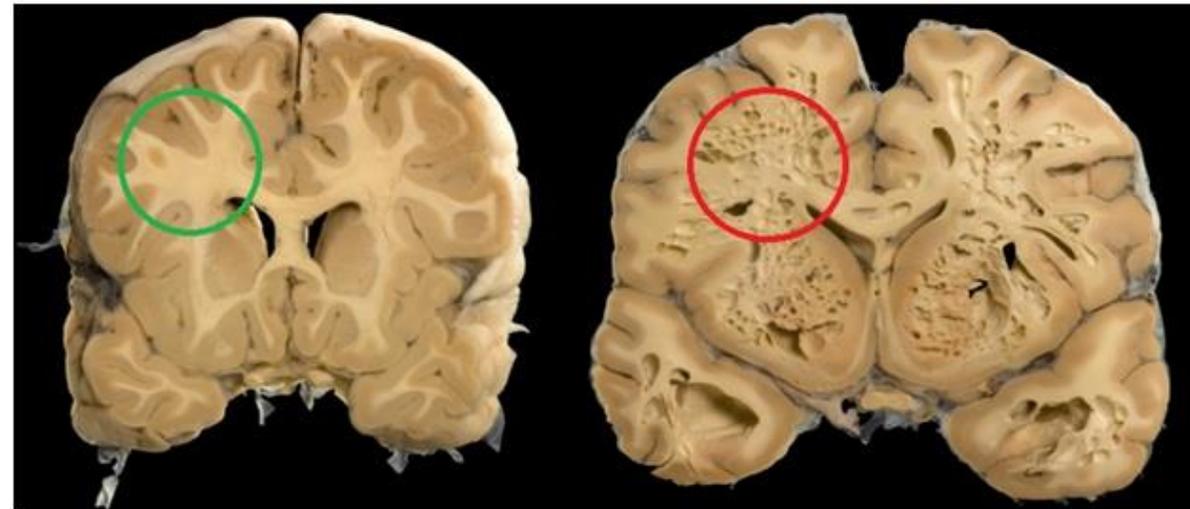
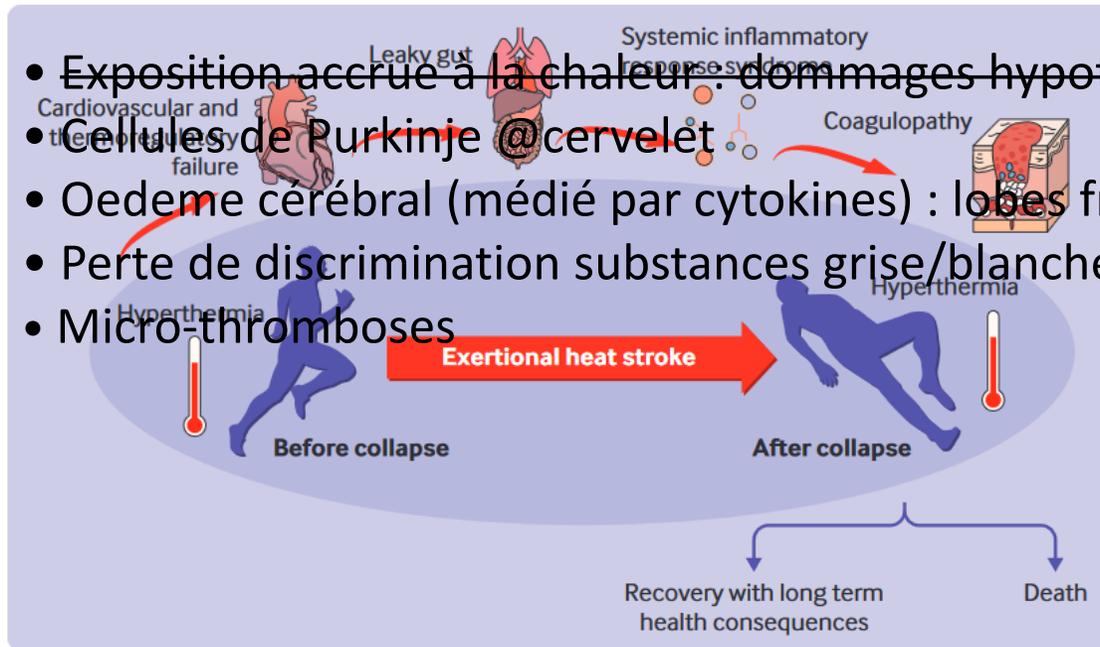
Facteurs de Risque :

- Infection récente ou intercurrente
- ATCD HME
 - RR d'une seconde HME (333 HME sur 174,853 finishers 11.4 km (Stearns et al., 2020)):
 - * 3.3 dans les 2 ans suivant l'épisode initial
 - * 1.3 dans les 3 à 5 ans suivant l'épisode initial
- Sujet âgé:
 - diminution de la fonction CV et des aptitudes sudorales
- IMC et/ou Masse Grasse importants:
 - Isolation des tissus
 - Inflammation systémique de bas grade
- Manque d'acclimatation à la chaleur :
 - processus sudoral non optimal
 - Protection cellulaire insuffisante (Heat Shock Proteins)

HYPERTHERMIE MALIGNE D'EFFORT

Impact sur le Cerveau:

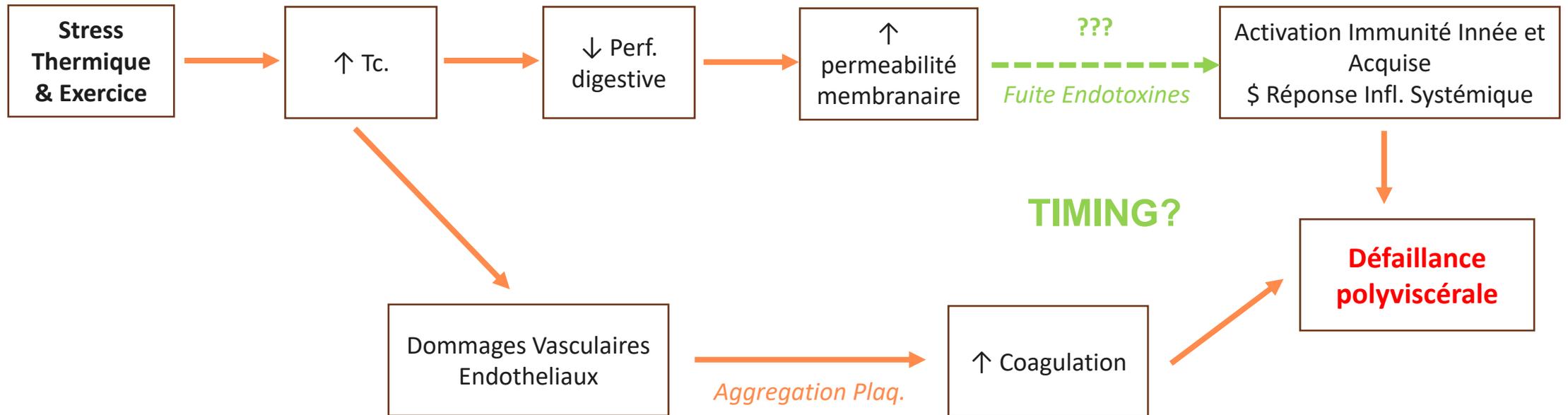
- Exposition accrue à la chaleur : dommages hypothalamiques : altération thermoregulation
- Cellules de Purkinje @cervelet
- Oedeme cérébral (médié par cytokines) : lobes frontaux : changements de comportement
- Perte de discrimination substances grise/blanche
- Micro-thromboses



Museum Anatomy & Pathology,
Radboudumc

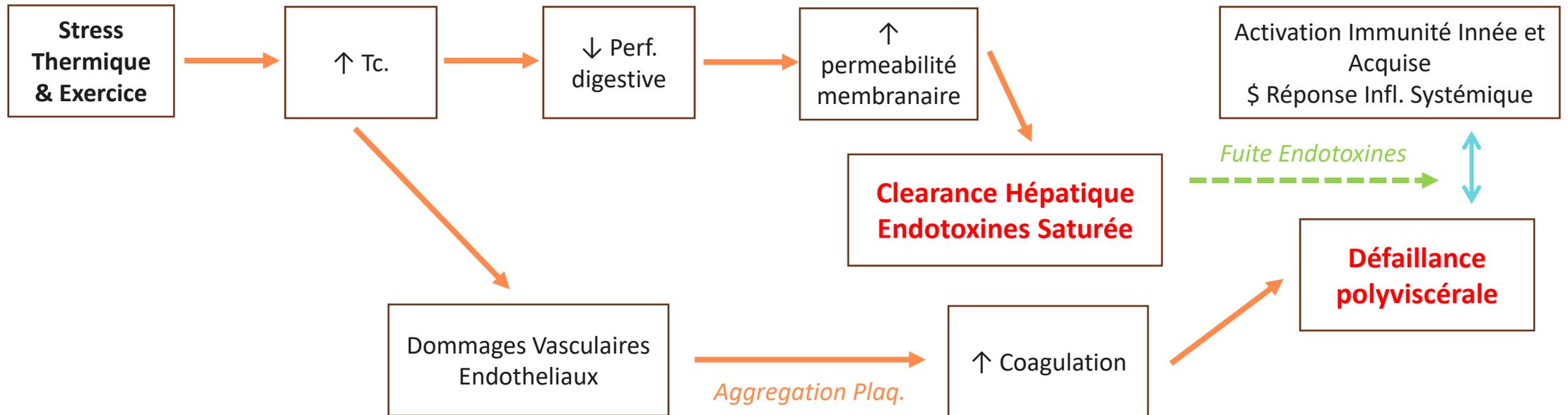
HYPERTHERMIE MALIGNE D'EFFORT

Rôle de l'Endotoxémie



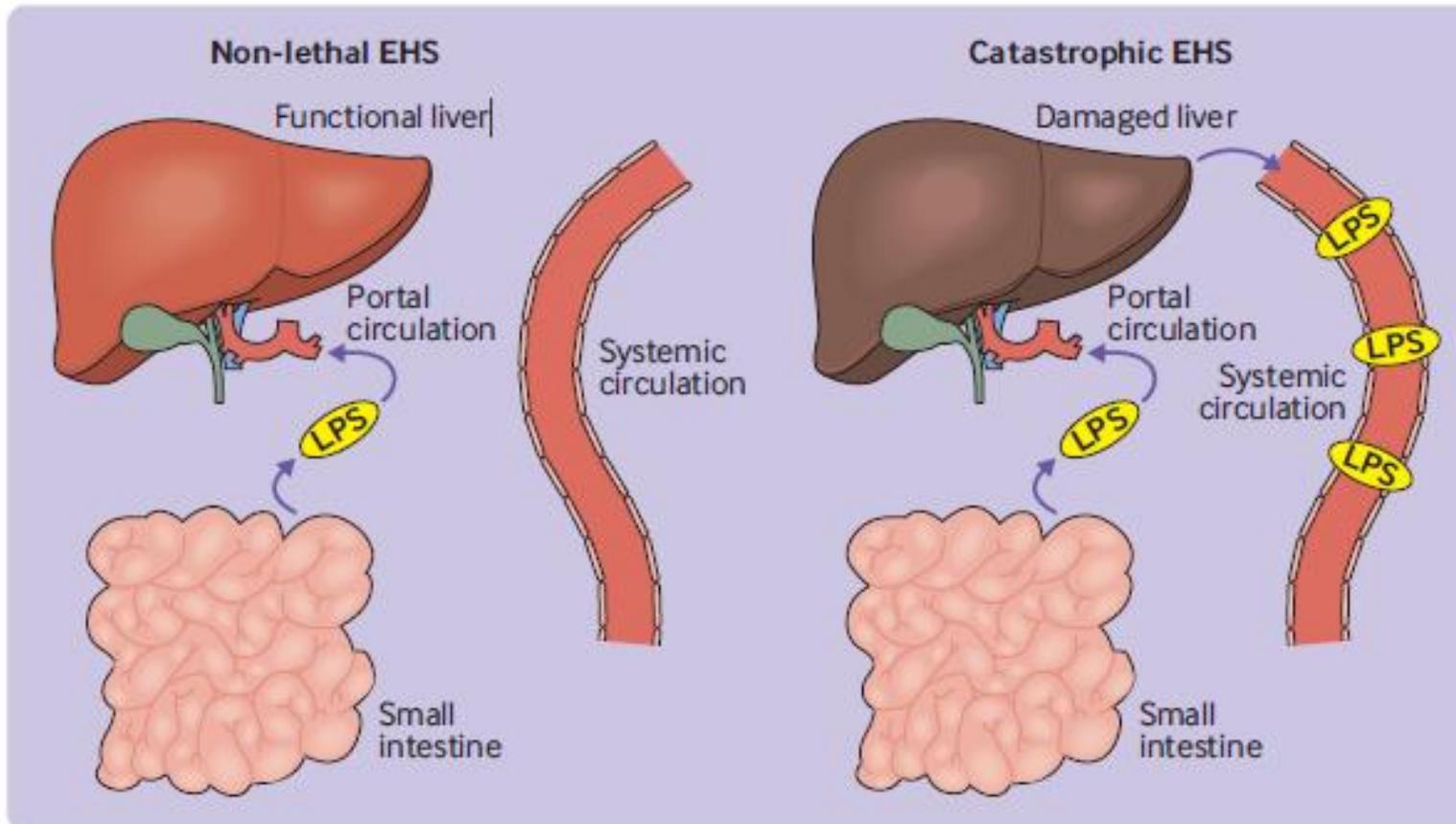
HYPERTHERMIE MALIGNE D'EFFORT

Rôle de l'Endotoxémie



HYPERTHERMIE MALIGNE D'EFFORT

Rôle de l'Endotoxémie



From Garcia et al., 2022

Place du Traitement Pharmacologique?

- AINS en Traitement Préventif
 - Athlète d'Endurance :
 - * Antalgiques
 - * AINS (MSK)
 - * Reduire augmentation de Tc pendant l'effort!
 - Pas d'effets bénéfiques prouvés vis à vis HME (Emerson et al., 2021)
 - Effets délétères prouvés :
 - * Insuff. Rénale Aigue
 - * Perméabilité barrière digestive

Place du Traitement Pharmacologique?

- Antibiotiques en complément du CWI
 - Réduire la production de LPS par les bactéries gram-négatives intestinales lors de la translocation et réduire le passage systémique
 - Modèle animal seulement
 - Nombre d'études limitées mais augmentation de la survie
- Autres agents pharmacologiques donnés pendant le CWI?
 - Retard de prise en charge, AUC élevée
 - Patients avec FDR
 - ...

HYPERTHERMIE MALIGNE D'EFFORT

Quand Retourner à l'Entr./Comp. après HME?

- Militaires USA
 - Repos (AVQ) 2 semaines
 - A la résolution des symptômes : 60 min/j Intensité faible à modérée
 - Vérification et suivi biologique
 - Rein, Foie, enzymes musculaires, troponines cardiaques
- Heat Tolerance Test:
 - Israeli Defence Forces ou récupération problématique - 6 semaines post EHS
 - 120 min marche 5km/h, 2% pente, 40°C, 40% RH
 - Intolérant : $T_c > 38.5^\circ\text{C}$ or $HR > 145/\text{min}$ or pas de plateau ou symptômes
 - Se: 66.7%, Sp: 77.7%
 - Limites: acclimatation, chambre climatique, athlètes élite, sexe...?

HYPERTHERMIE MALIGNNE D'EFFORT

Quand Retourner à l'Entr./Comp. après HME?

ACSM return to activity considerations following a diagnosis of EHS or EHI.

- A detailed history and physical examination including unique intrinsic and extrinsic risk factors, the timing of treatment, and the rate of cooling must be considered in the RTA decision.
- The athlete should refrain from exercise for at least 7 d after release from initial medical care, at which time the clinician will address the clinical course of the heat stroke incident and carefully assess the status of end-organ function (neurocognitive, renal, hepatic, muscle, hematologic as clinically indicated);
- The clinician should carefully address any intrinsic and extrinsic risk factors associated with the EHS event.
- When medically eligible for RTA/RTP based on the return of normal end organ function, an individual can begin exercise in a cool environment and gradually increase the duration, intensity, and heat exposure over 2 to 4 wk to initiate environmental acclimatization, improve fitness, and demonstrate heat tolerance.
- If return to vigorous activity and evidence of the patient's ability to adapt to exercise-heat stress over several days is not accomplished within 4 to 6 wk, consider referral to a physician with experience in heat related disorders for further evaluation that may include HTT in a controlled setting.
- An athlete may be allowed to resume full competition between 2 and 4 wk after demonstrating sports-specific exercise acclimatization and heat tolerance with no abnormal symptoms or test results during the re-acclimatization period.

Roberts et al., 2023

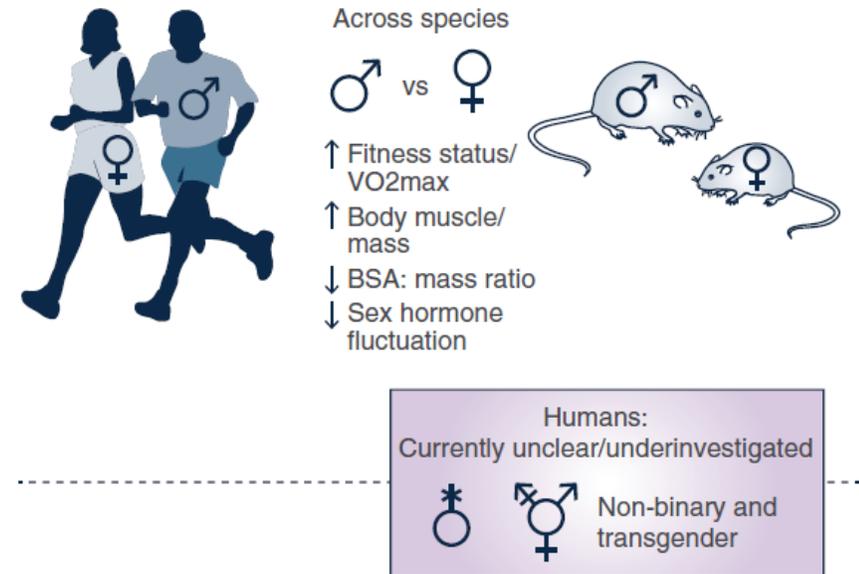
HYPERTHERMIE MALIGNE D'EFFORT

Quid des Femmes?

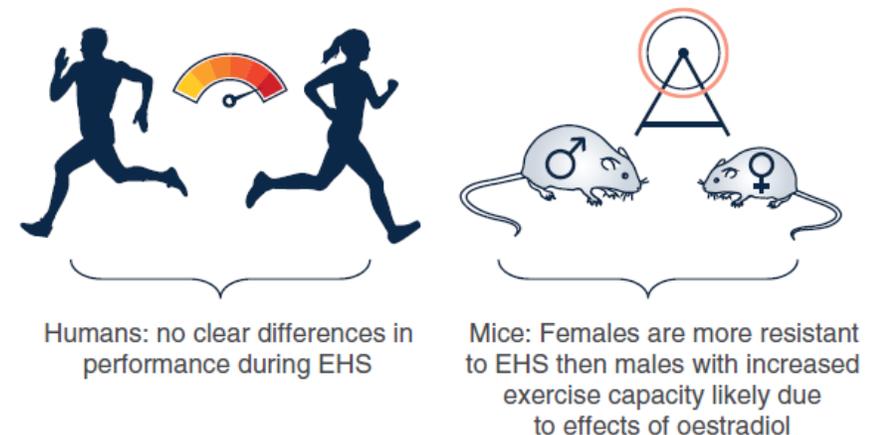
- Rarement étudiées
 - Physique différent
 - Capacités maximales différentes
 - Effet du cycle menstruel
 - Effet de la contraception orale
 - Effet du comportement
 - Résultats divergents Labo vs Terrain

Giersch et al., 2022

(a) Physiological characteristics



(b) During exertional heat stress



HME : CONCLUSION

Vos Collègues:

- HME est fréquent
- HME tue mais CWI rapide sauve
- Troubles neuro. + $T_c > 40^\circ\text{C}$
- Pas tous les FDR sont identifiés :
 - Age, ATCD HME, Infection, IMC
- Séquelles long-terme :
 - Cœur, Cerveau, Muscle
- Importance de l'acclimatation
- Recommandations Retour Terrain
 - Au moins deux semaines de repos

Vos Thésards et Post doc :

- Traitement pharmacologique
- Physiopathologie :
 - Endotoxémie, Engagement Immunitaire
 - Génétique , Rôle de l'hydratation
- Plus d'études d'impact sur le SNC
- Améliorer les protocoles RTT
 - Elites, Sexe, Ethnicité, Biomarqueurs
- Plus d'études sur les femmes :
 - Protocole de refroidissement
 - Hormones endogène ou exogènes, Comportement

ASPECTS ORGANISATIONNELS

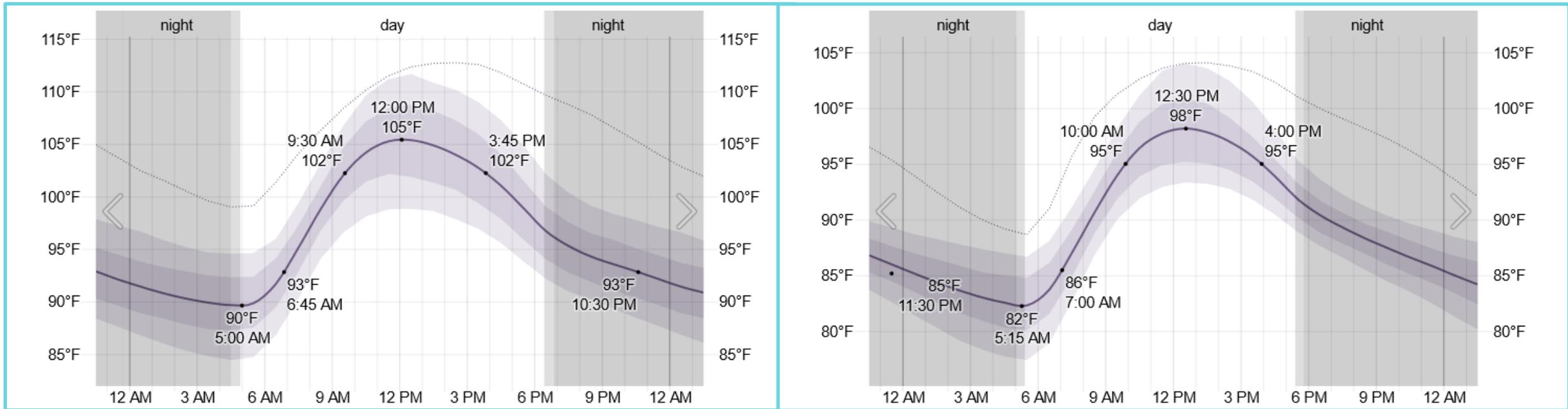


**Marathoners
Race Walkers**

**You run
Here**

REDUCTION DES RISQUES – DATES des Championnats

Température de l'Air



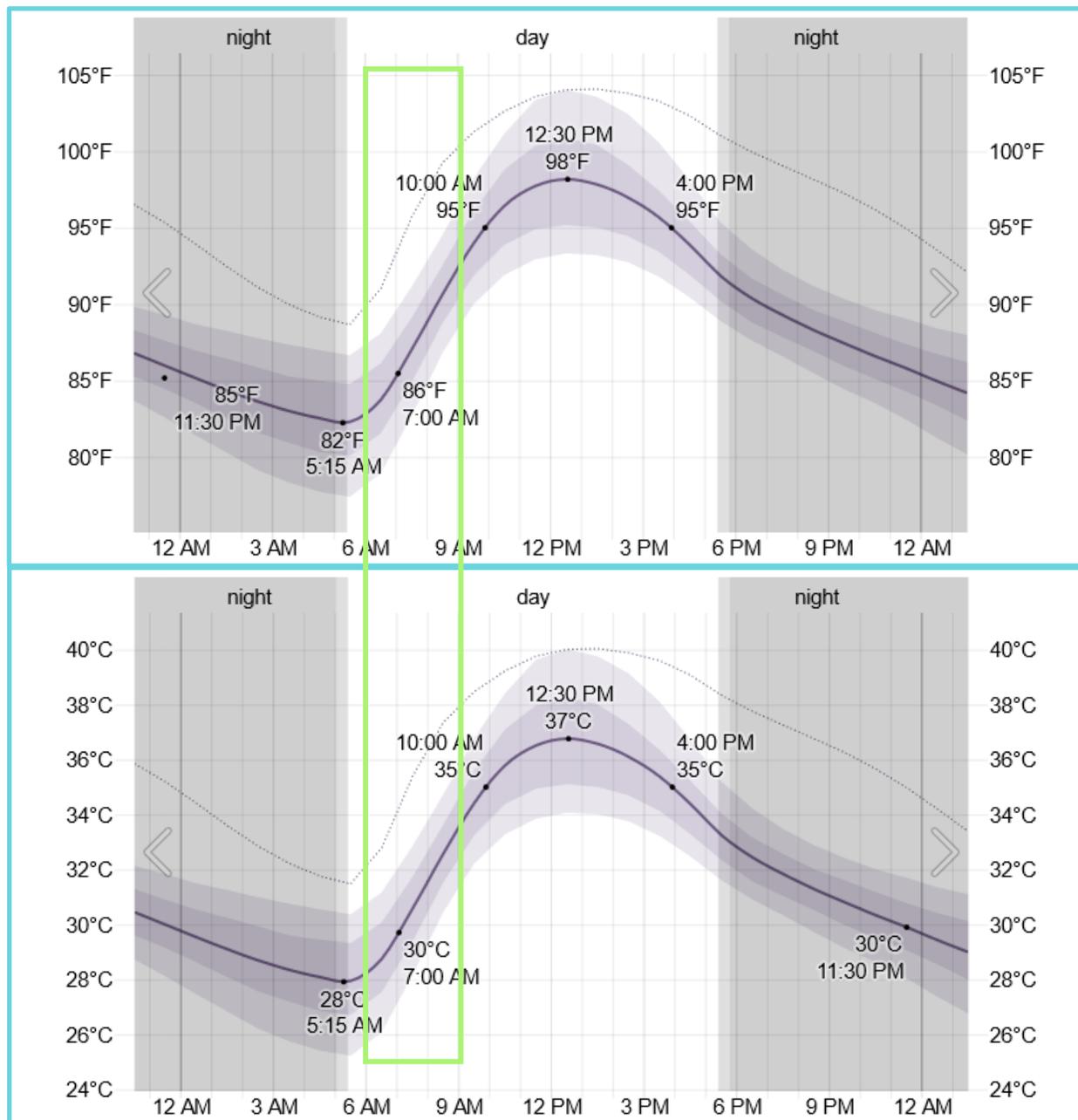
20 July

28 Septembre
(Marathon Femmes)

REDUCTION RISQUES : HORAIRE

Anticipation des heures de depart courses Hommes et Femmes

28 Septembre
(Marathon Femmes)



REDUCTION DES RISQUES - PARCOURS

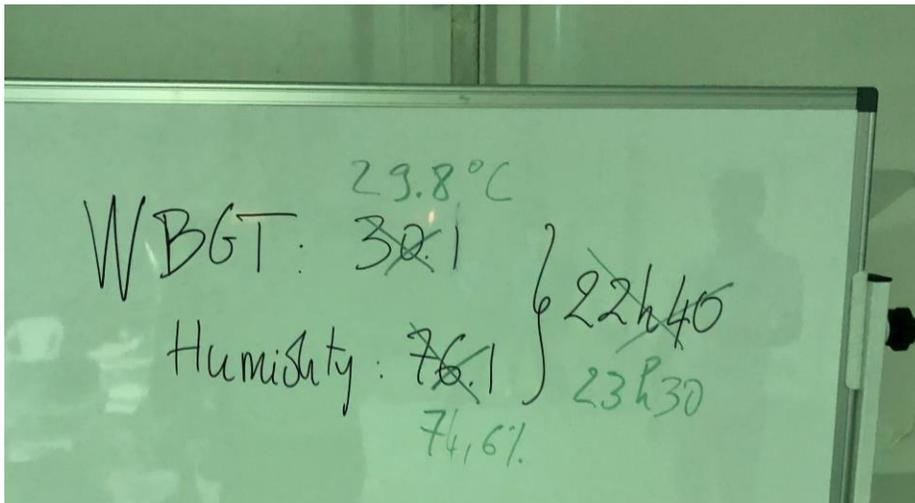
- Objectif Premier :
 - Temps Minimal entre survenue HME et CWI
 - Alerte HME + Transfer au Medical + Confirmation HME + Début CWI < **15 min**
 - **Effondrement pour HME à Température rectale < 39°C : MAX 30 min**
- Solutions :
 - Parcours en Boucle : **7 boucles de 6027m:**
 - 1st Responder: tous les 200m
 - Golf carts (3)



3 km long
Distance max du Médical: 2 km

REDUCTION DU RISQUE – EDUCATION & INFORMATION

- Livret
- Lettre Circulaires à 214 Fédérations
- Seminaires & Info Sessions
- Info Lettres quotidiennes aux Equipes
- Pre-course WBGT (Call Room)



IAAF | Health & Science

ASPETAR

Beat the heat

IAAF World Athletics Championships Doha 2019
and the Tokyo 2020 Olympics



DOHA (CORNICHE) 2019 : VALEURS DU WBGT

	WBGT °C (°F)				
	Marathon Women	20k RW Women	50k RW Women and Men	20k RW Men	Marathon Men
Start	29.8 (85.6)	29.1 (84.4)	29.1 (84.4)	30.4 (86.7)	23.6 (74.5)
Middle	29.6 (85.3)	28.2 (82.8)	28.5 (83.3)	30.3 (86.5)	22.7 (72.9)
Finish	29.4 (84.9)	28.8 (83.8)	28.2 (82.8)	30.2 (86.4)	22.5 (72.5)

DRAPEAU NOIR

WBGT > 28°C

REDUCTION DU RISQUE – PLAN MEDICAL



REDUCTION DU RISQUE – PLAN MEDICAL



- Max: 80 athletes par épreuve
- Tente Médicale Principale:
 - 4 Bains Glacés
 - 16 Lits Médicalisés
- Prêts à traiter 20% de l'effectif
- **Tente Médicale : Staff & Equipment: Marathon à 20 000 coureurs ! (Europe)**
- Triage à la Ligne d'arrivée
- Aire de Récupération proche de la Ligne d'arrivée

MERCI DE VOTRE ATTENTION



HYPERTHERMIE MALIGNNE D'EFFORT

Pourquoi une Charge Thermique est +/- bien Tolérée?

- The Multiple Hit Hypothesis:
 - Situation à faible risque d'HME
 - Activation système immunitaire : priming
 - Cellules/Tissus sensibilisés au stress thermique via activation interferon
 - Résultat : HME

Eugene 2021 World Athletics Championships, ChangMai 2022 WMTRC

 - Mécanisme exact encore mal connu