Effets des agressions du climat et de l'altitude sur l'aptitude opérationnelle des Unités.

Professeur M-M Deminatti

Nice le 8 juin 2007

Union Nice des Officiers de Réserve

Introduction - Les personnes:

les homéostasies somatique, mentale.

- Le groupe.

Les variations climatiques et leurs effets.

Les variations d'altitude et leurs effets.

Combinaisons 'climat – altitude'.

Diagnostic - Traitements.

Prévention.

Conclusions.

Les conflits actuels

En zones montagneuses

Zones de passage

En zones urbanisées

Armée de Conscrits

Armée professionnelle

Le combattant

Altitude basse : 0 -1000m /
moyenne:1000 à 2000m /
haute: 2000 à 5500m

Facteurs stressants physiques

t°, pression atmosphérique, vent, neige, etc…

Facteurs stressants chimiques: O_2 CO_2 autres

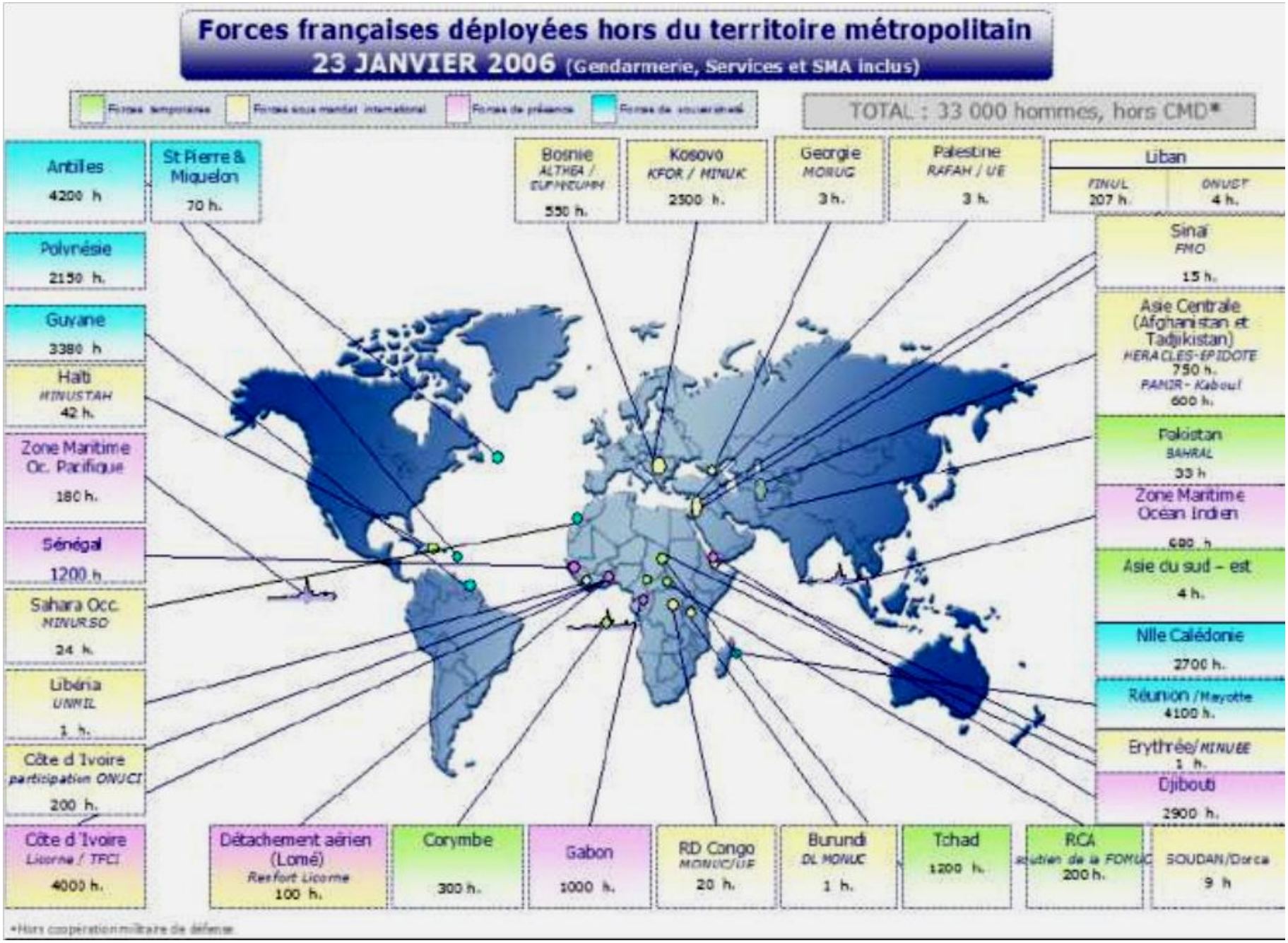
Facteurs stressants biologiques

Facteurs stressants relationnels

Le combat

Capacités physiques et mentales perturbées

Sélection Entraînement Durée



in Diaporama: MCS JM Rousseau (Hôpital d'instruction des Armées Bégin), les pathologies circonstancielles liées au froid ou à la chaleur en milieu militaire, Faculté de Médecine de Lille, 15 mars 2007.

Le Monde 29 août 2006

Des forces disséminées dans le monde

Opérations :
- nationales
- multinationales
- avec l'ONU
- avec l'UE
- avec l'OTAN

Forces françaises de présence

Balkans : 41 soldats
dont 16 au titre d'une mission d'observation de l'UE au Monténégro, et 25 à Naples au sein du quartier général de l'OTAN).

Bosnie : 426 soldats
dont 26 gendarmes au sein de la mission de police de l'UE, et 400 soldats (mission européenne ALTHEA), en application des accords de Dayton.

Kosovo : 2 050 soldats
dont 50 dans le cadre de la mission de l'ONU de formation de la police civile, et 2 000 dans celle de l'OTAN (KFOR).

Macédoine : 4 soldats
au quartier général de l'OTAN à Skopje.

Géorgie : 3 soldats
dans la mission d'observation de l'ONU

Palestine : 3 gendarmes
dans la mission de police européenne à Rafah

Egypte : 15 soldats
dans la mission d'observation du Sinaï résultant des accords de Camp David.

Afghanistan : 2 050 soldats
dont 1 050 au titre des opérations multinationales HÉRACLÈS (dont 470 soldats basés à Douchambé, au Tadjikistan) et EPIDOTE de soutien à l'opération américaine Enduring Freedom de lutte contre les talibans et Al-Qaida, et de formation de l'armée afghane ; 1 000 soldats dans le cadre de la force internationale d'assistance à la sécurité, sous commandement de l'OTAN (ISAF).

Haïti : 42 soldats
dont 40 gendarmes dans la mission de stabilisation des troubles de 2002.

Sahara occidental : 20 soldats
dans la mission de l'ONU de préparation du référendum sur le statut final du Sahara.

Tchad : 1 100 soldats
dans le cadre de la mission ÉPERVIER

Sénégal : 1 100 soldats

Djibouti : 3 000 soldats

Gabon : 750 soldats

Forces françaises dites « de souveraineté » :
Martinique/Guadeloupe : 4 100 soldats.
Guyane : 3 300 soldats.
Réunion/Mayotte : 3 800 soldats.
Nouvelle-Calédonie : 2 800 soldats.
Polynésie : 2 500 soldats.
Saint-Pierre et Miquelon : 70 soldats.

Côte d'Ivoire : 3 800 soldats
dont 3 600 dans le cadre de la mission française LICORNE, et 200 dans le cadre de la mission des Nations unies ONUCI.

Soudan : 10 soldats dont 4 au titre de la mission humanitaire multinationale liée au Darfour, et 6 dans le cadre de la mission européenne de maintien de la paix AMIS.

Zone Liban
3 704 soldats
dont 1 700 dans le cadre de l'opération maritime BALISTE de soutien à la FINUL, et antérieurement de rapatriement des ressortissants français et étrangers du Liban ; dans quelques semaines, 2 000 soldats au sein de la FINUL ; enfin, 4 soldats au titre de la mission d'observation qui est en place sur le plateau du Golan depuis 1948.

Togo : 100 soldats
dans le dispositif aérien DETAIR de soutien à l'opération LICORNE en Côte d'Ivoire.

Rép. centrafricaine : 200 soldats dans une mission de soutien à l'armée nationale.

Océan Pacifique/ Océan Indien : 459 marins
dont 200 à bord de bateaux dans le Pacifique et 259 dans l'océan Indien.

Golfe de Guinée : 300 marins
dans une mission (CORIMBE) de présence au large des côtes africaines.

Cameroun : 50 soldats
dans le cadre de la mission ARAMIS de surveillance des frontières et de formation de l'armée nationale.

R.D. Congo : 1 048 soldats dont 1 020 dans l'opération européenne BENGA qui vise à sécuriser le processus électoral. Dans ce total, 600 sont en renfort à Libreville (Gabon) et 20 sont intégrés au quartier général de Potsdam. Enfin, 15 soldats sont en RDC au titre de la mission européenne MONUC (maintien de la paix).

Source : ministère de la défense

Infographie Le Monde

" L'être humain est un animal tropical.
On peut vivre nu dans un air à 20°,
mais pas moins.
En dessous,
les possibilités d'adaptation
physiologique sont très limitées"
Gustave Savourey du Centre de
Recherche du Service de Santé des
Armées (Grenoble), *in* Aux limites du corps, le froid . Charlie Buffet, Le Monde 18-19 juillet 2004.

Homéothermie = t° centrale constante = 37°

Neutralité thermique: nu 28° à l'air 36° dans l'eau

Production de chaleur thermogenèse

Réactions chimio- énergétiques aérobie ou anaérobie

nécessaires à l'anabolisme, au catabolisme.

0 à 25% max / 75% à 100% chaleur

chaleur = déchet

L'activité musculaire augmente surtout la chaleur.

Perte de chaleur thermolyse

Radiation = rayonnement 50%

Convection = flux d'air ou d'eau 25%

Conduction = contact

Évaporation : peau, voies respiratoires 25%

1 litre d'eau liquide en vapeur: 580 kcal

Dans l'eau les pertes par convection et conduction sont les plus importantes.

Selon les conditions extérieures il faut:

H_2O

Augmenter ou diminuer la production de chaleur

Alimentation: quantité – qualité.

Activité musculaire: contractions, repos.

Augmenter ou diminuer les pertes de chaleur

radiation, convection, conduction, évaporation

Moyens physiologiques

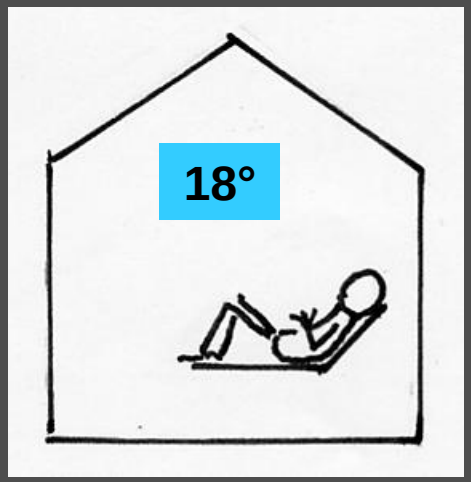
Moyens physiques

Si j'ai bien compris, le sujet en 1, 2, 3, 4 a-t-il chaud, froid, frissonne-t-il, est-il bien ?

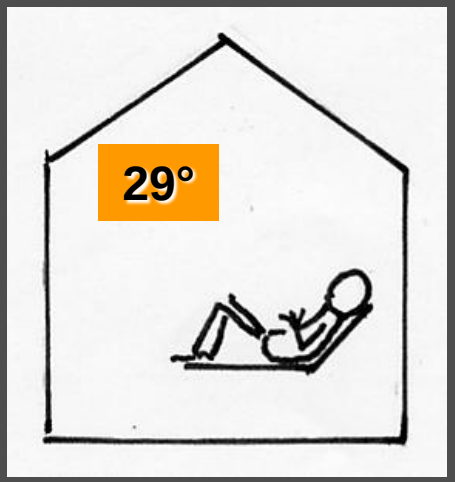
Je suis en slip et après une heure !!

sans ventilateur

1

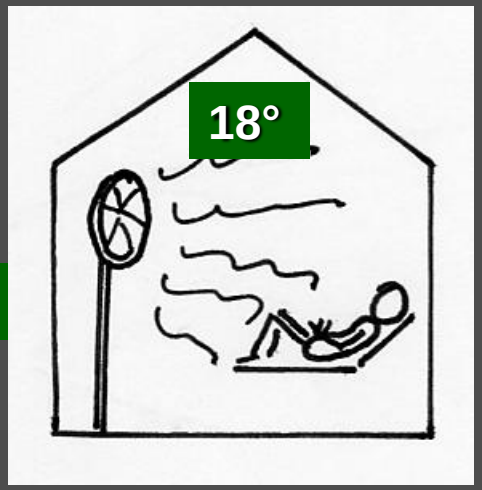


2

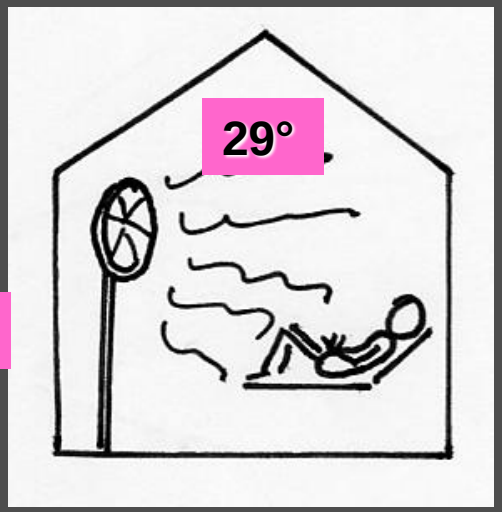


avec ventilateur

3



4



Réponses exactes écrites à l'envers !

1- diorf a
2- duahc a
3- ennossirf
4 -neib tse

La perte de chaleur par conduction, convection, radiation, évaporation ??

Index WBGT

Index WBGT= 0,7 x WBT + 0,2 x GT + 0,1 DBT =

WBT = Weet (humide) Bulb Temperature

GT = Glub Temperature

DBT = Dry (sèche) Bulb Temperature

in Diaporama: MCS JM Rousseau (Hôpital d'instruction des Armées Bégin), les pathologies circonstancielles liées au froid ou à la chaleur en milieu militaire, Faculté de Médecine de Lille, 15 mars 2007.

Poste de pilotage d'un char au soleil

WBT = 28° GT = 43° DBT = 38°

WBGT = 0,7 x 28 + 0,2 x 43 + 0,1 x 38 = 32°C

La montagne

Altitude basse : 0 -1000m /
moyenne:1000 à 2000m /
haute: 2000 à 5500m

Facteurs stressants physiques

t°, pression atmosphérique, vent, neige, etc…

Protections naturelles et acclimatation très limitées.

Facteurs stressants chimiques: O_2 CO_2

hypoxie

Phase d'<u>acclimatation</u> avec risques pathologiques puis <u>acclimatement</u> stable.
<u>Dégradation</u> rapide si séjour à plus de 5000 m pendant plusieurs semaines.

Capacités physiques et mentales perturbées

Sélection Entraînement Durée

Les variations avec l'altitude.

Composition de l'air: Azote 78%; O_2 20,95%; CO_2 0,035%; gaz rares. Le % de l'O_2 dans l'air est donc de l'ordre de 21% quelque soit l'altitude, mais sa pression diminue, comme pour les autres constituants de l'air.

in La photosynthèse. J. Farineau, J.-F. Morot-Gaudy. Inra, Paris, 2006, p370.

Altitude (mètres)	Altitude (pieds)	Pression atmosph. (mmHg)	Pression d'O_2 air ambiant sec (mmHg)	Pression d'O_2 air inspiré trachéal (mmHg)	Pression d'O_2 air ambiant sec (% P. atm. niveau mer)	Température (°C)
0	0	760	159,2	149,4	20,95	15
1 000	3 281	674,1	141,2	131,4	18,6	8,5
2 000	6 562	596,3	124,9	115,1	16,4	2,0
3 000	9 842	526,0	110,2	100,4	14,5	– 4,5
3 500	11 483	493,4	103,4	93,5	13,6	– 7,7
4 000	13 123	462,5	96,9	87,0	12,7	– 11,0
4 200	13 780	450,6	94,4	84,6	12,4	– 12,3
4 400	14 436	438,9	91,9	82,1	12,1	– 13,6
4 600	15 092	427,5	89,6	79,7	11,8	– 14,9
4 800	15 748	416,3	87,2	77,4	11,5	– 16,2
5 000	16 404	405,4	84,9	75,1	11,2	– 17,5
5 200	17 060	394,7	82,7	72,8	10,9	– 18,8

In Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p7, p 8.

Les facteurs aggravants: (convection, conduction, radiation)

Le vent (wind chill index)

In Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p 75.

T (°C) V (km/h)	4	2	-1	-4	-7	-9	-12	-15	-18	-21	-23	-26	-29	-32	-34
8	3	0	-3	-6	-9	-11	-14	-17	-21	-24	-26	-29	-32	-35	-37
15	-2	-6	-9	-13	-16	-19	-23	-26	-29	-33	-36	-39	-43	-47	-50
22	-6	-9	-12	-17	-21	-24	-28	-32	-35	-40	-43	-46	-50	-54	-57
30	-8	-11	-16	-20	-23	-27	-32	-36	-39	-43	-47	-51	-55	-60	-63
40	-9	-14	-18	-22	-26	-30	-34	-38	-42	-47	-51	-55	-59	-64	-67
50	-11	-15	-19	-24	-28	-32	-36	-41	-44	-49	-53	-57	-62	-66	-70
58	-12	-16	-20	-25	-29	-33	-37	-42	-45	-51	-55	-59	-64	-68	-72
65	-12	-17	-21	-26	-30	-34	-38	-43	-47	-52	-56	-60	-65	-70	-74

L'eau : " humidité externe": neige, pluie, …

" humidité interne": sueur

Contact : objets, sol, …

Équipement: tête, …

Activités: …….

Les effets du froid

Les effets de l'altitude

SOI BIOLOGIQUE

MOI MENTAL

Facteur intensité

Facteur durée

Facteurs individuels: entraînement, génétiques,…

Autres facteurs…..

prévention

Lésions, blessures

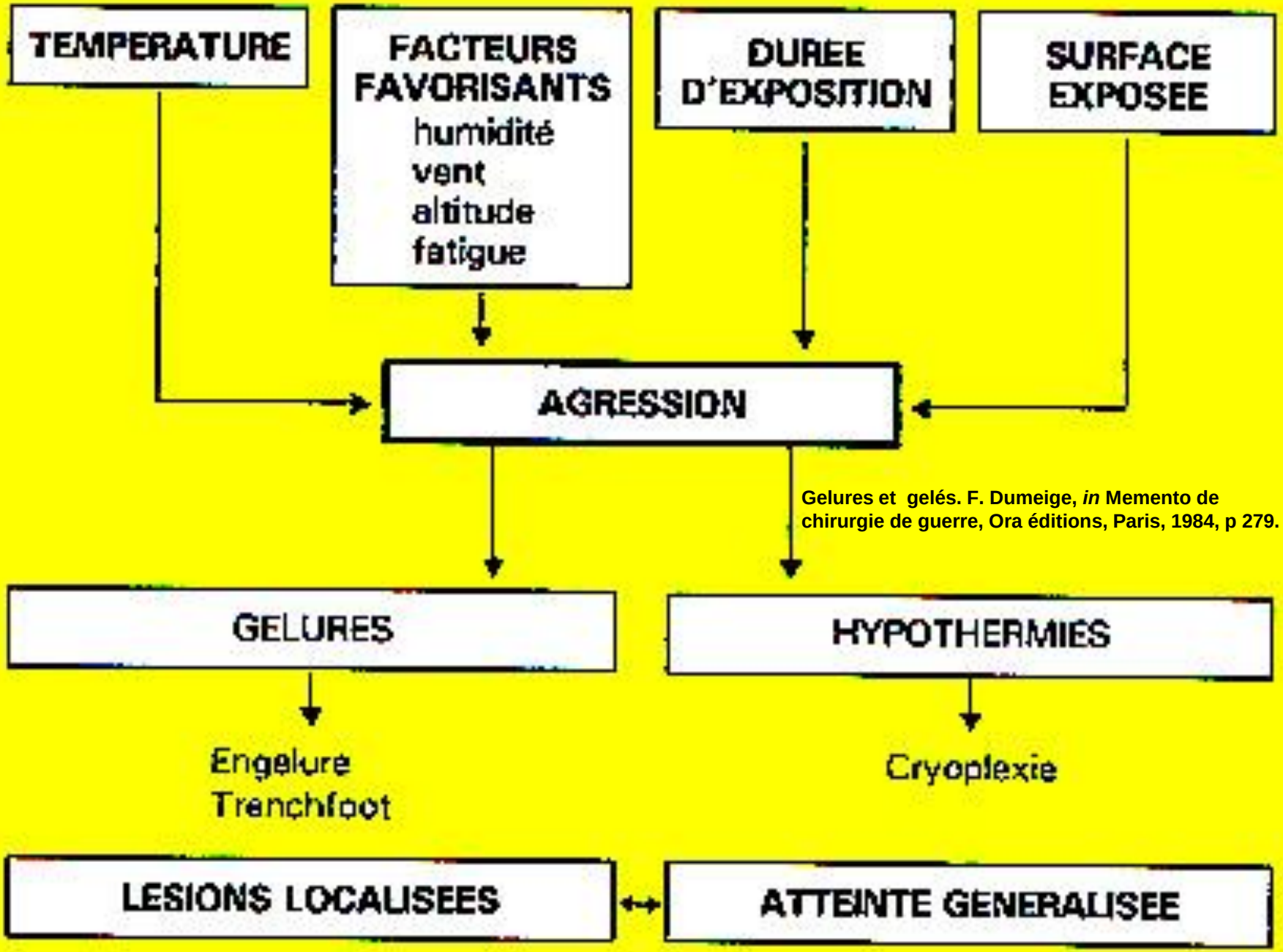
spécifiques ou non

alerte protection évacuation traitement

Réparation sans séquelles

Réparation avec séquelles

Mort



Gelures et gelés. F. Dumeige, *in* Memento de chirurgie de guerre, Ora éditions, Paris, 1984, p 279.

Les réactions au froid:
maintenir la t° centrale au-dessus de 35°

Diminution des pertes caloriques

Position fœtale …

Cardiovasculaire: vasoconstriction, tachycardie, diurèse +, …

Augmentation de la production calorique

Muscles: frissons

Tachypnée, réduction de la toux

Biologie: hyperglycémie

t° centrale en dessous de 35°:

HYPOTHERMIES

Hypothermies d'immersion (suraiguë) qq mn / intriquée (aiguë) qq heures / d'épuisement (subaiguë) dizaines d'heures / urbaine (sub-chronique)

Fatigue, apathie, puis agitation, hypertonie musculaire à 33°;
dysarthrie à 32°; mydriase, coma à 28°;
aréflexie à 23°; EEG, ECG plats à 20°.

Risque de coagulopathies si traumatisme physique

Mort douce !!!

In Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet JP Herry, Masson édit. 2006, p191-197

Hypothermies sportives

Exercice militaire dans le massif de l'Ubaye

13 Janvier 2004

Deux Saint-Cyriens morts de froid

Sept autres dont deux femmes sont hospitalisés

avalanches

Hypothermies urbaines: dans la rue, au domicile

Facteurs individuels favorisant ou aggravant l'hypothermie

Âge, fatigue d'efforts antérieurs, dénutrition, déshydratation,…

Pathologie(s) en cours: infectieuse, traumatismes, …

Médicaments, etc…: sédatifs, alcool,…

Gènes de susceptibilité: anomalies des canaux sodiques, calciques, potassiques,…

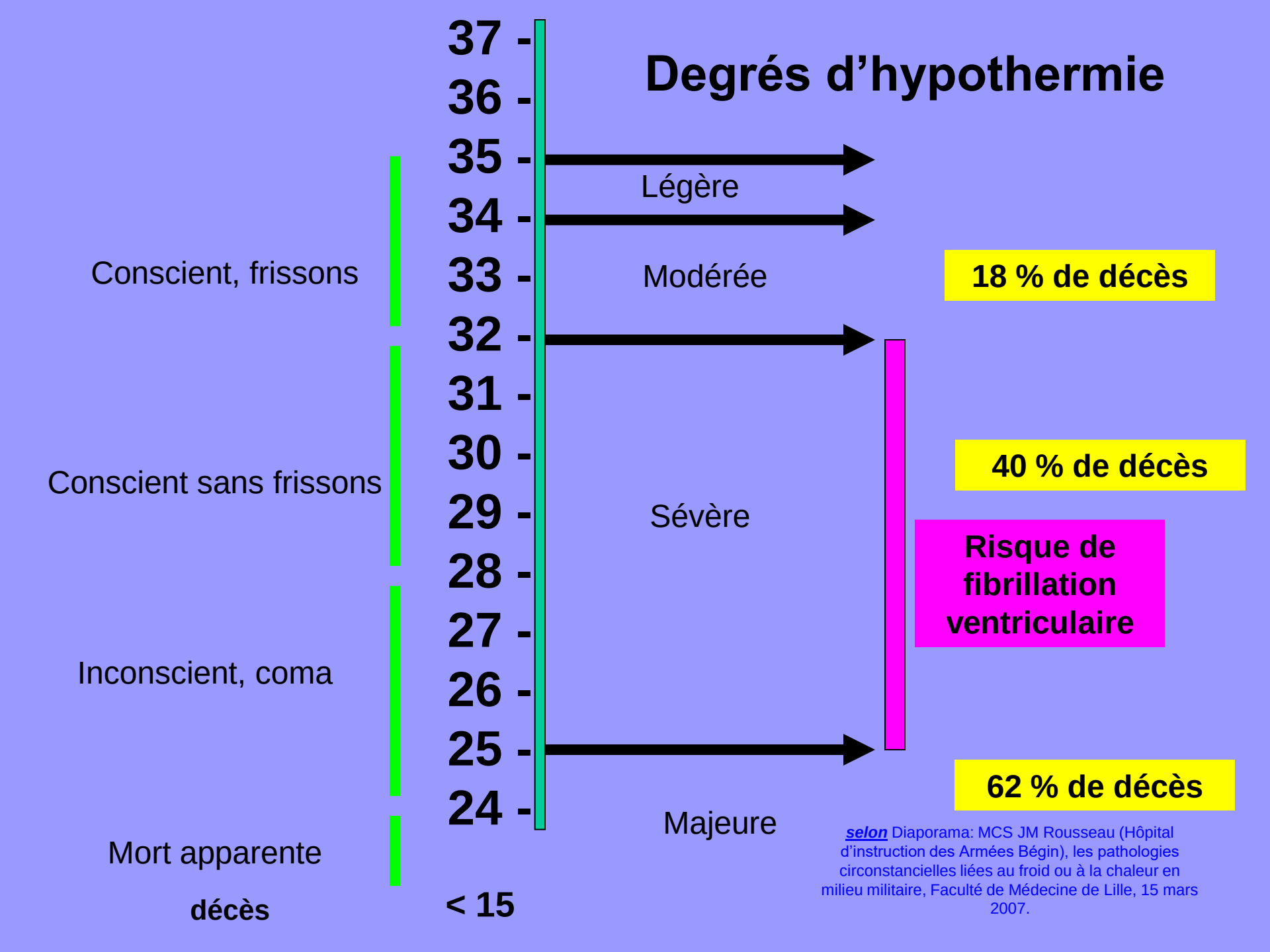
HOKPP: paralysie périodique hypokaliémique(OMIM 170400)

Bases biochimiques de la fatigue, *in* Biochimie des activités physiques, JR Poortmans, N Boisseau, édit. De Boeck Université, Paris, 2002, p.433-454.

Comment survivre en hiver en montagne, P.Menthonnex, le Concours Médical, 21-12-1996,T.118-43, p.3150-3152.

Hypothermie au domicile chez les personnes âgées, B.Megarbane et al., le Concours Médical, 04-11-2000,T.125-35, p.2481-2485.

Degrés d'hypothermie



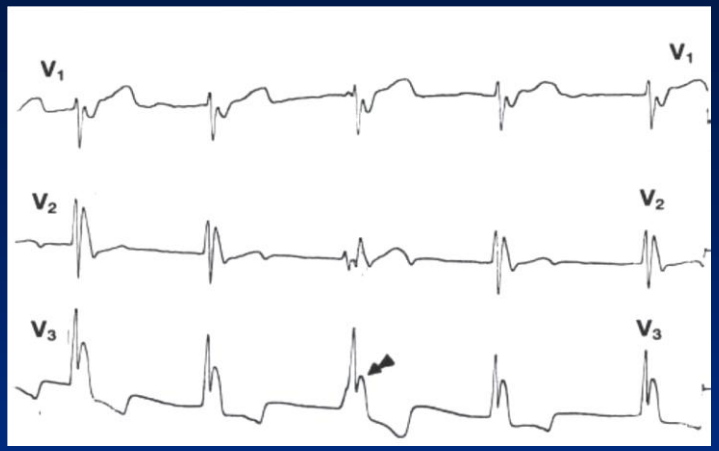
selon Diaporama: MCS JM Rousseau (Hôpital d'instruction des Armées Bégin), les pathologies circonstancielles liées au froid ou à la chaleur en milieu militaire, Faculté de Médecine de Lille, 15 mars 2007.

Hypothermie

Cœur et vaisseaux

T°>32°C: élévation pouls et TA

T°<32°C: bradycardie, disparition de l'onde P, fibrillation auriculaire



T°<30°C: bradycardie (10 bat/mn)-onde d'Osborn-fibrillation ventriculaire

T°=20°C: asystolie

Respiration: **bronchorrhée, rapide au début, lente en dessous de 30°C, s'arrête à 20°C.**

Système nerveux: dysarthrie à partir de 32°C, pupille en myosis sont en mydriase à 28°C, coma à 28°C, aréflexie à 28°C.

L'hypothermie est « protectrice » en cas de traumatisme crânien.

In **Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p191-207.**

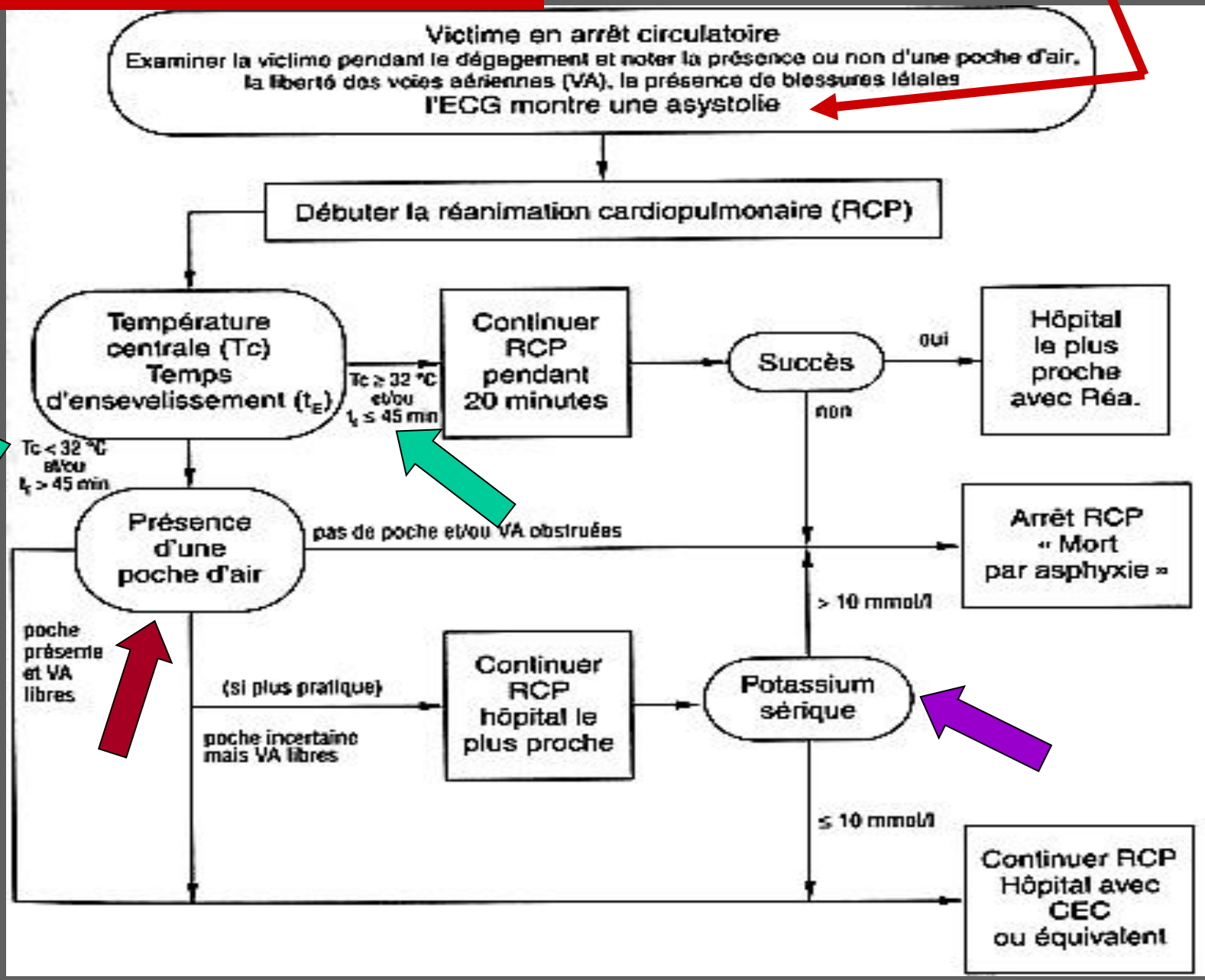
in Diaporama: MCS JM Rousseau (Hôpital d'instruction des Armées Bégin), les pathologies circonstancielles liées au froid ou à la chaleur en milieu militaire, Faculté de Médecine de Lille, 15 mars 2007.

Victime ensevelie: avalanches

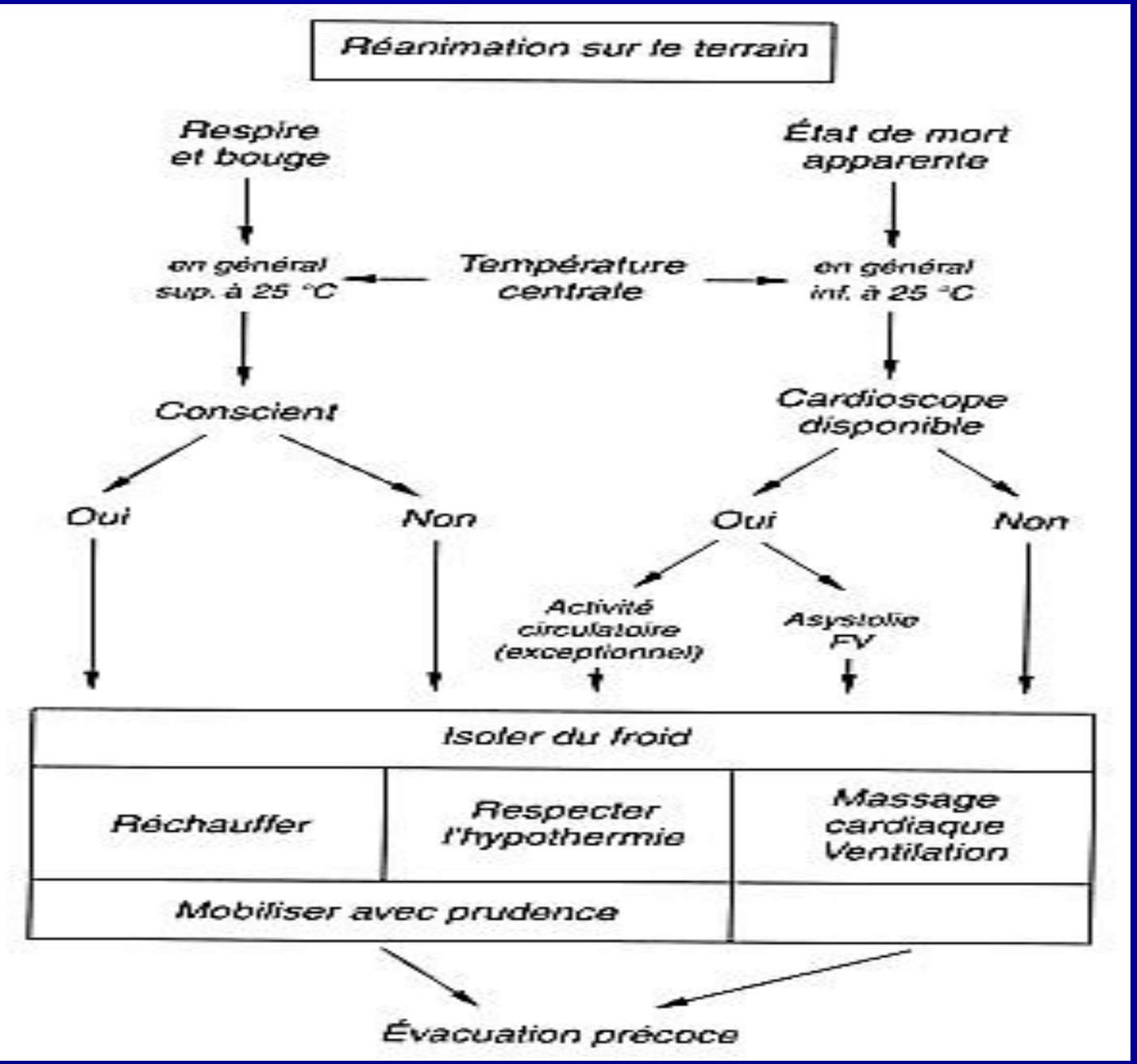
Défibrillateur semi-automatique

$T_{C=}$T° centrale: +/- 32°

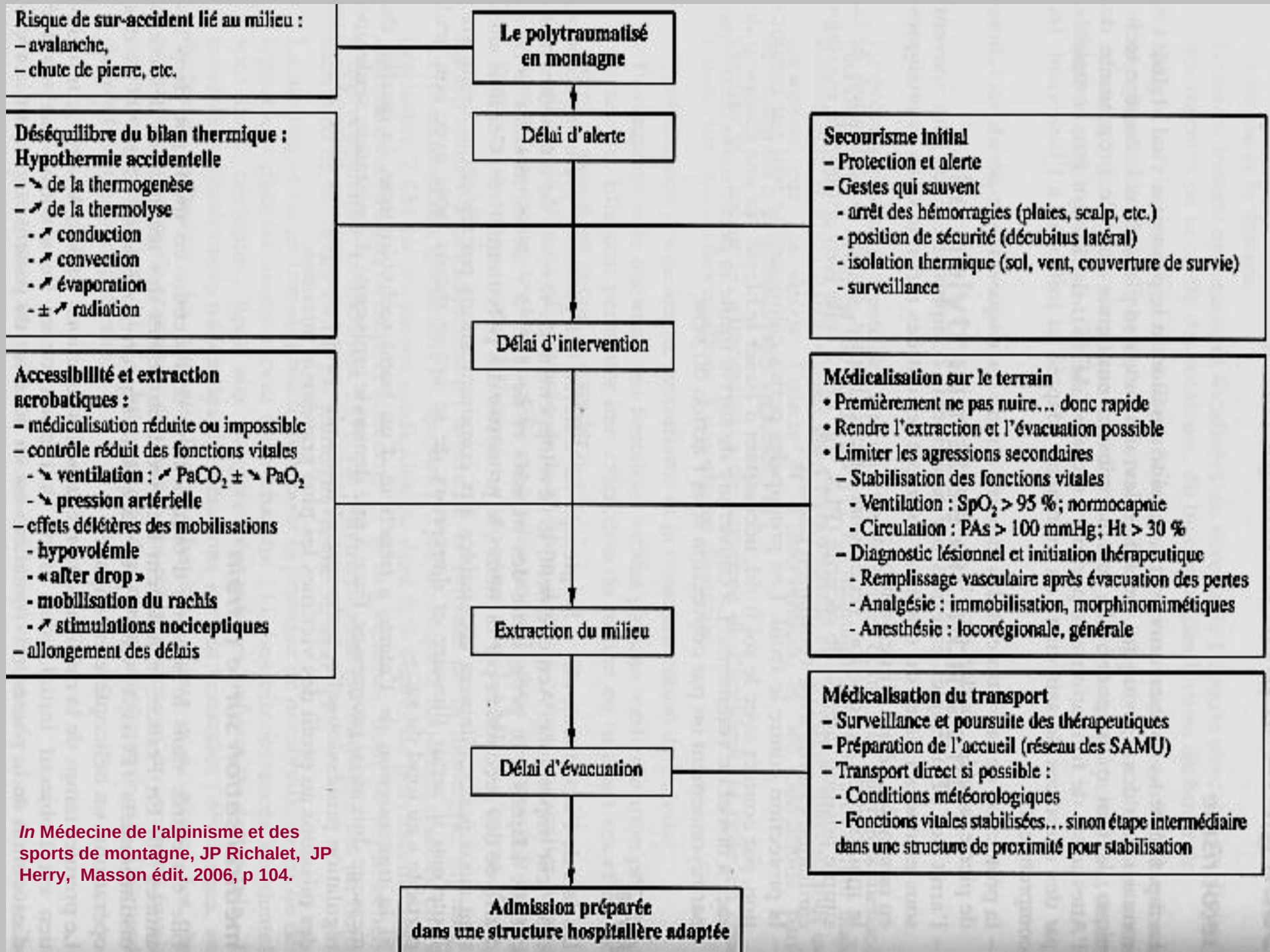
t_E = temps d'ensevelissement : +/- 45 mn



In Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p 201.



In **Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p 202.**



In Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p 104.

Réchauffement externe : Couverture chauffante

perfusions

Parachute thermique

Réchauffement interne:

Circulation extracorporelle – Extra corporeal membrane oxygénation

in Diaporama: MCS JM Rousseau (Hôpital d'instruction des Armées Bégin), les pathologies circonstancielles liées au froid ou à la chaleur en milieu militaire, Faculté de Médecine de Lille, 15 mars 2007.

Les gelures et les pieds de tranchées

1ère phase: action cryogénique, action vasculaire (anoxie) du froid

2ème: 24 à 48h après: réchauffement: nécrose, thrombose, début de réparation

3ème: phase du chirurgien

Gelures et gelés. F. Dumeige, *in* Memento de chirurgie de guerre, Ora éditions, Paris, 1984, p 279-290.

Les 3 degrés:

1er degré: pâleur, puis cyanose qq heures, œdème, perte de sensibilité. Guérison en 3 à 4 j. Si le réchauffement est douloureux = onglée.

2ème degré: à J0 après réchauffement, la cyanose persiste. À J2 les phlyctènes claires (bon pronostic), séro-hématiques, hémorragiques et œdème en amont. À J10 chute des phlyctènes, peau rose. Séquelles neurologiques décelables.

3ème degré: nécrotique. Souvent seule l'évolution clinique permet la distinction entre le 2ème degré profond et le 3ème degré.

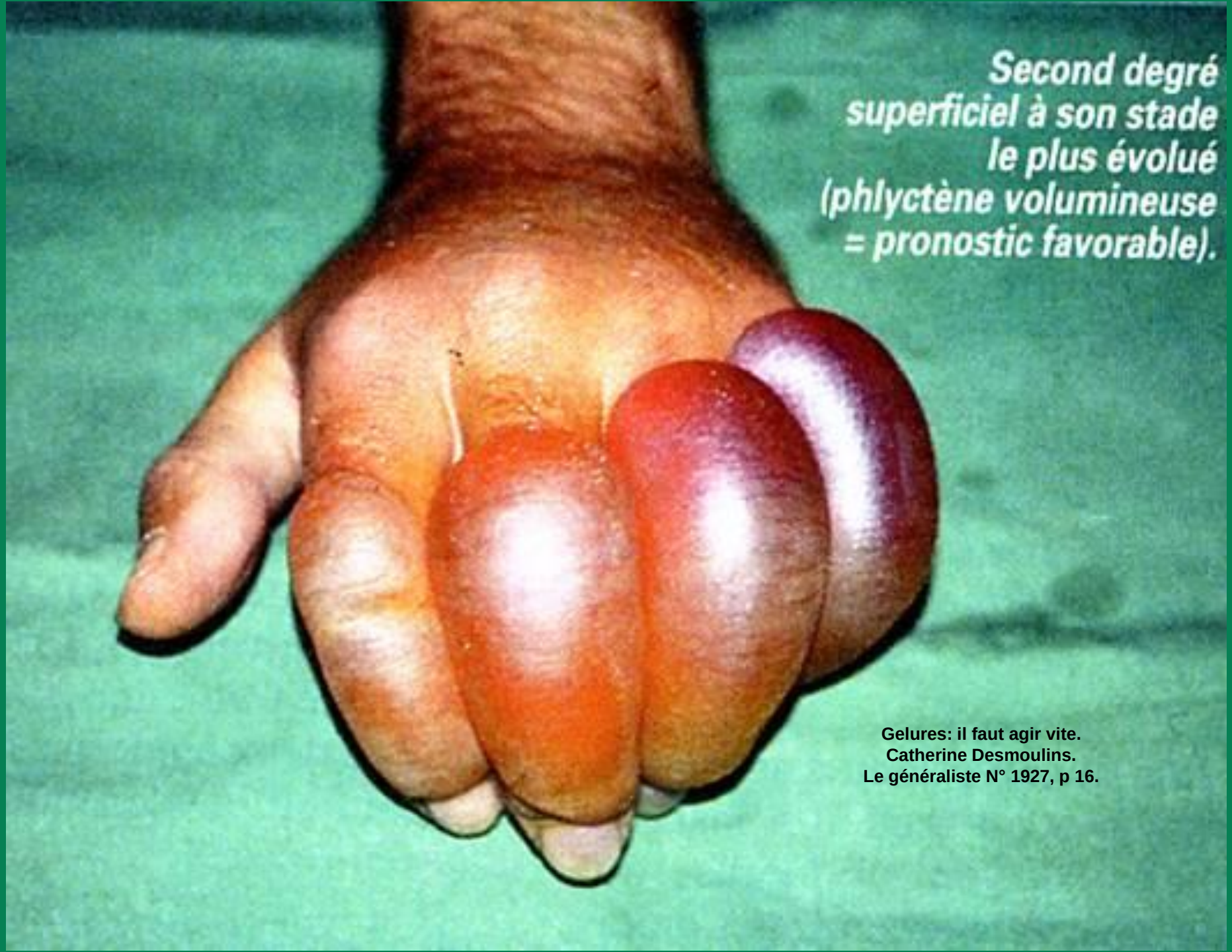
Les gelures

Les stades et leurs pronostics après réchauffement (eau à 38°)

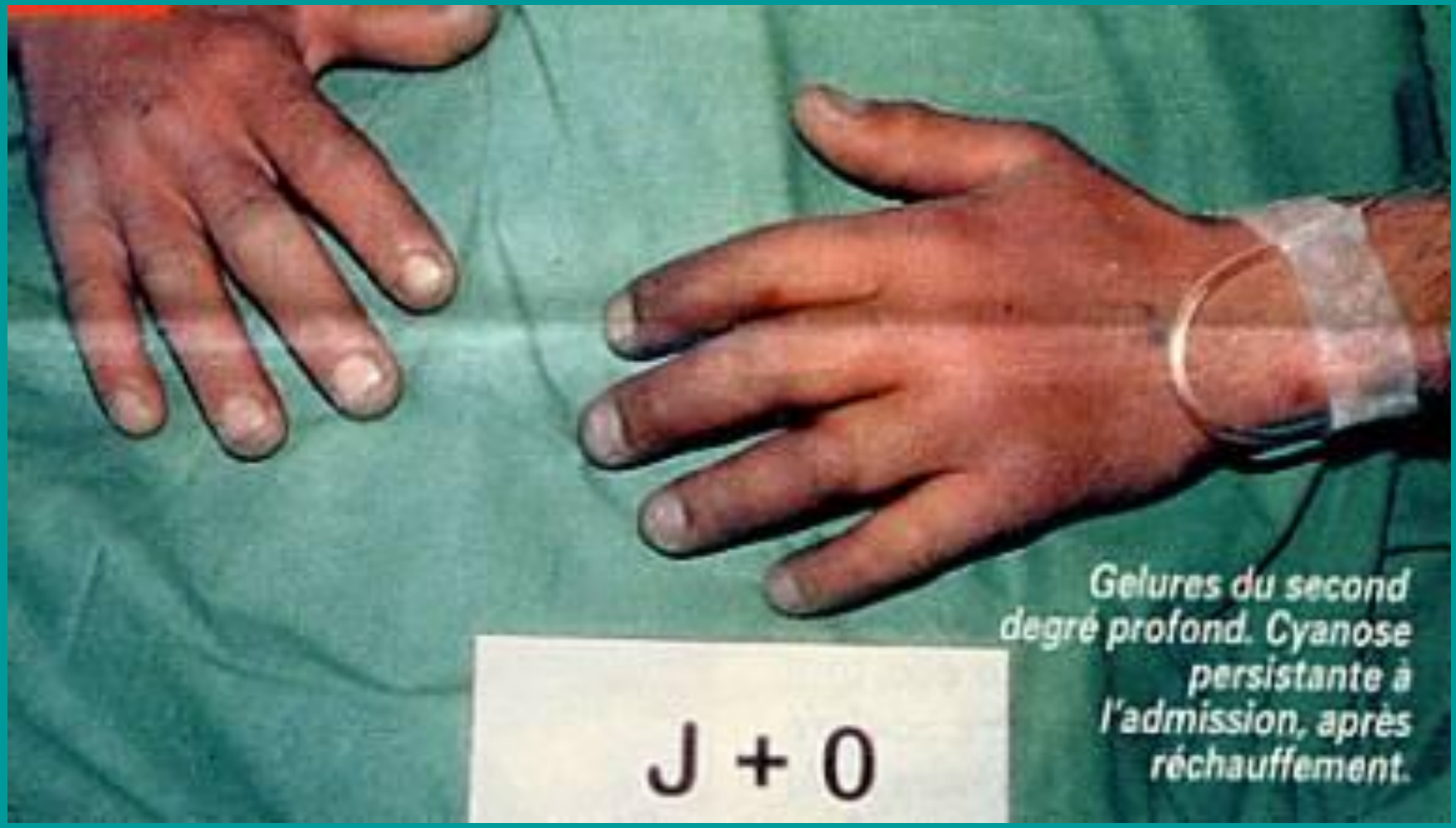
	Stade I (fig. 9.5)	Stade II (fig. 9.6)	Stade III (fig. 9.7)	Stade IV (fig. 9.8)
Extension de la lésion initiale après échauffement rapide	Absence de lésion initiale	Lésion initiale sur la phalange distale	Lésion initiale sur la phalange intermédiaire et proximale	Lésion initiale sur le carpe/tarse et au-dessus
Scintigraphie osseuse à J2 Technétium 99	Inutile	Hypofixation	Zones de non-fixation sur les doigts/orteils	Zones de non-fixation sur le carpe/tarse
Phlyctènes à J 2	Absence de phlyctènes	Phlyctènes translucides	Phlyctènes hémorragiques	Phlyctènes hémorragiques
Pronostic à J2	Pas d'amputation Pas de séquelle	Amputation tissulaire Atteinte des phanères	Amputation osseuse digitale Séquelles fonctionnelles	Amputation des membres Séquelles importantes +/- sepsis, voire amputation en urgence

In **Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p189.**

Gelures: il faut agir vite.
Catherine Desmoulins.
Le généraliste N° 1927, p 16.



Gelures: il faut agir vite.
Catherine Desmoulins.
Le généraliste N° 1927, p 16.



Gelures: il faut agir vite.
Catherine Desmoulins.
Le généraliste N° 1927, p 16.

Phlyctènes séro-hématiques: le tissu sous-jacent est sain (même patient que photo J+0).

Gelures: il faut agir vite.
Catherine Desmoulins.
Le généraliste N° 1927, p 16.

Admission 3 jours après la gelure !!!

Gelures: il faut agir vite.
Catherine Desmoulins.
Le généraliste N° 1927, p 16.

Gelures: il faut agir vite.
Catherine Desmoulins.
Le généraliste N° 1927, p 16.

Admission 1 mois après la gelure: votre pronostic ?

Gelures: il faut agir vite.
Catherine Desmoulins.
Le généraliste N° 1927, p 16.

Traitement des gelures

Stade I	Stade II	Stade III	Stade IV
Traitement ambulatoire *per os* (buflomédil, aspirine) Guérison en quelques jours Pas d'amputation osseuse Pas de séquelles	Hospitalisation 2 jours +/- Scintigraphie osseuse (buflomédil, aspirine IV) Pas d'amputation osseuse Trouble des phanères	Hospitalisation 8 jours Scintigraphie osseuse à J2 Perfusion : buflomédil 400 mg/1h + aspirine 250 mg IVD chaque jour/8 jours Scintigraphie osseuse à J8 Amputation osseuse après 30 jours	Hospitalisation en soins intensifs Perfusion : buflomédil 400 mg/1h + aspirine 250 mg IVD, chaque jour pendant 8 jours +/- antibiotiques Scintigraphie osseuse et amputation en urgence si sepsis

Aspirine injectable IV: ASPEGIC: 500mg/5ml

DEXTRANS,…

Buflomédil: FONZYLANE/400mg/120ml (pochettes)

thrombolytiques

Anti-inflammatoires / iloprost (ILOMÉDINE / aloe vera/….)

in Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p 187-189.

Gelure, d'abord la réchauffer, F.X. Koch, le Concours Médical, 21-12-1996, T.118-43, p.3160-3162.

Lésions de l'ensoleillement = brûlures 1er et 2ème degré

Cutanées

Brûlures, allergie actinique, facteurs favorisants (Feldène, Flexil, etc …)

Oculaires

Ophtalmie des neiges = kératoconjonctivite aiguë = lésions de la cornée, de la conjonctive correspondant à l'aire des fentes palpébrales.

Prévention **Traitement**

In Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p 227.

Pathologies spécifiques provoquées par la chaleur

- **Pathologies mineures**: **dermite de chaleur, œdème des extrémités, crampes de chaleur.**

- **Syncope due à la chaleur**: à l'arrêt d'un effort physique intense, nausées, vertiges, trouble de la vision, hypotension orthostatique.

- **Épuisement dû à la chaleur**: T°centrale < 40°C:consécutif à une perte excessive d'eau et sels après une exposition prolongée à la chaleur; maux de tête, vertiges, nausées, vomissements, tachycardie, hypotension, tachypnée.

- **Le coup de chaleur**: progressif chez la P.âgée, brutal lors effort
  T°centrale > 39,4°au début: céphalées lancinantes, vertiges, nausées, confusion, inconscience, peau rouge, chaude, sèche ou moite.
  Phase d'état T°peut dépasser 42°: hypotonie musculaire, perte de connaissance, hyperventilation, diarrhée, vomissements, pouls lent et filant voire imperceptible, détresse respiratoire aiguë.
  Bilan biologique: hémoconcentration, chutes des concentrations du K, Ca, Mg, P; cytolyse hépatique, atteinte rénale,

Pathologies liées à la chaleur, Monographie, *in* La Revue du Praticien, 30 juin 2004, T 54, n°8, p.1287-1326.

Pathologies consécutives à une exposition prolongée à la chaleur, B. Lavallart et al., in La Revue du Praticien, 2004, T.54, n°12, p.1298-1304.

HYPERTHERMIE

Favorisée par un degré hygrométrique élevé, l'effort physique, équipement non adapté, etc …

Dermite, Œdème des extrémités,Crampes de chaleur

Insolation (le plus souvent avec fort ensoleillement)

Fatigue, prostration, nausées avec céphalée occipitale symétrique, vasodilatation cutanée (visage rouge), sudation profuse froide (*peau humide et froide*), diurèse diminuée, vomissements, coliques, puis perte de connaissance.

Coup de chaleur hyperthermique (t°centrale 39 - 40)

Signes prémonitoires identiques à ceux de l'insolation finissant rapidement par la perte de connaissance. Les mécanismes de thermorégulation sont dépassés.

Arrêt de la sudation, *peau chaude et sèche*.

Facteurs aggravants ou favorisants le risque du coup de chaleur

Facteurs environnementaux:

t°ambiante, degré hygrométrique, habillement, etc…

Facteurs individuels:

âge, sexe féminin, pathologies neuropsychiatriques, diabète, hyperthyroïdie, hypercalcémie, insuffisance surrénale, etc…myotonies, myopathies métaboliques, mucoviscidose, drépanocytose.

Les hyperthermies malignes: hyperthermia malignant susceptibility

Syndrome malin des neuroleptiques: phénothiazines (Largactil,…); butyrophénones (Haldol,…)

Hyperthermies malignes peranesthésiques: canal calcique récepteur de la Ryanodine. Traitement: Dantrolène. Canal sodique,…..

Les hyperthermies malignes, F. Zagnoli, le Concours Médical, -09-10-99-121-31,p.2374-2379.(dossier muscle)

Gène "Hal " porcin / gène " HMS-1 " humain / gène "Mstn" bovin et murin

porcin "culard" *(1926) à Piétrain (Belgique): sélection, fréquentes pertes par crise cardiaque et viande "pisseuse"*

1966 : trois porcs pleins frères: ***accident anesthésique à l'halothane***

Intérêt économique: maintenir le gène récessif dans l'élevage, car les hétérozygotes sont "culards" avec une viande bonne à la cuisson

Mutations du gène à ***caractère récessif*** *d'un récepteur calcique réticulaire sensible à la* ***Ryanodine*** *(et à d'autres substances) situé sur le chromosome 6*

Humain*: hyperthermie maligne anesthésique à l'éther (1929)*

1989: clonage du gène à ***caractère dominant*** *(RyR 1) d'un récepteur calcique réticulaire sensible à la* ***Ryanodine*** *(et à d'autres substances) situé sur le chromosome 19 et analyse des mutations responsables d'hyperthermie maligne anesthésique(HMS-1). Cinq autres gènes concernant d'autres récepteurs sont aussi responsables de cet accident anesthésique (contractures musculaires, hyperthermie, etc…)*

Murin: souris"culard": *inactivation du gène de la* ***Myostatine*** *(Mstn): protéine GDF8 (growth differenciation factor) menbre de la superfamille du TGFbeta (transforming growth factor)*

Bovin"culard": *mutations par inactivation du gène de la* ***Myostatine*** *(Mstn) à caractère dominant mais pénétrance incomplète de la myostatine: bovin Blanc Bleu Belge: mâle culard INRA95*

Conclusions

Les analogies et les différences entre espèces

Le phénotype "culard" est-il un critère de résistance aux Stress ???

Les gènes de susceptibilité des hyperthermies malignes

In 0rphanet HMS

Loci	Région	Gène	Mutations	Fréquence	Protéine
MHS1 (180901) (-.0001 à -.0017)	19q13.1	*RyR1*	2 familles sur 5	+ 50 %	Canal calcique réticulaire
MHS2 (154275)	17q11.2	*SCN4A?*	?	?	Canal sodium
MHS3 (154276)	7q21	*CACNL2A?*	?	?	Récepteur dihydropyridine
MHS4 (600467)	3q13.1	Microsatellites	?	?	-
MHS5 (601887) (.0004)	1q31	*CACLN1A3P*	arg1086his	?	Récepteur dihydropyridine
MHS6 (601888)	5p	Microsatellites	?	?	-

Mutations du *RyR1* : elles sont groupées sur la portion N-terminale et centrale du gène. Par ordre de fréquence dans les familles HM françaises : Arg614Cys/Leu [11 et 3%] (MIM 180901.0001). Gly341Arg [8%] (MIM -.0006). Arg2454Cys/His [1 et 4%] (en attente de validation). Gly2433Arg [3%] (MIM -.0007). Arg163Cys [2%] (MIM -.0004). Arg2458Cys/His [0 et 2%] (MIM -.0008 & 9). Les autres mutations apparaissent comme "privées" : Arg248Gly (MIM -.0002). Arg2434(révisé 2435)His (CCD - MIM -.0003). Ile403Met (CCD - MIM -.0005). Gly2433Arg (MIM -.0007). Arg2163Cys/His (MIM -.0010 & 11).

Mutations du *RyR1* : elles sont groupées sur la portion N-terminale et centrale du gène. Par ordre de fréquence dans les familles HM françaises : Arg614Cys/Leu [11 et 3%] (MIM 180901.0001). Gly341Arg [8%] (MIM -.0006). Arg2454Cys/His [1 et 4%] (en attente de validation). Gly2433Arg [3%] (MIM -.0007). Arg163Cys [2%] (MIM -.0004). Arg2458Cys/His [0 et 2%] (MIM -.0008 & 9). Les autres mutations apparaissent comme "privées" : Arg248Gly (MIM -.0002). Arg2434(révisé 2435)His (CCD - MIM -.0003). Ile403Met (CCD - MIM -.0005). Gly2433Arg (MIM -.0007). Arg2163Cys/His (MIM -.0010 & 11).

In Orphanet HMS

Un troisième "hot spot" des mutations de l'extrémité C-terminale du gène RyR1 vient d'être mis en évidence. Les mutations dans cette région s'accompagneraient fréquemment d'une myopathie clinique. Thr4826Ile (MIM -.0015). Tyr4796Cys (CCD - MIM -.0016).

La mise en évidence de nouvelles mutations pose le problème général de la validation de leur responsabilité fonctionnelle dans l'HM afin de différencier la mutation conditionnelle (phénotypiquement silencieuse en dehors de l'anesthésie), d'un polymorphisme génétique inhabituel. Le principe général de la validation est fondé sur un modèle cellulaire transgénique et la mise en évidence de la dysrégulation calcique intracellulaire, seules les mutations validées pouvant servir au diagnostic en biologie moléculaire selon l'EMGH, ainsi que les études de liaison, en l'absence de mutation connue.

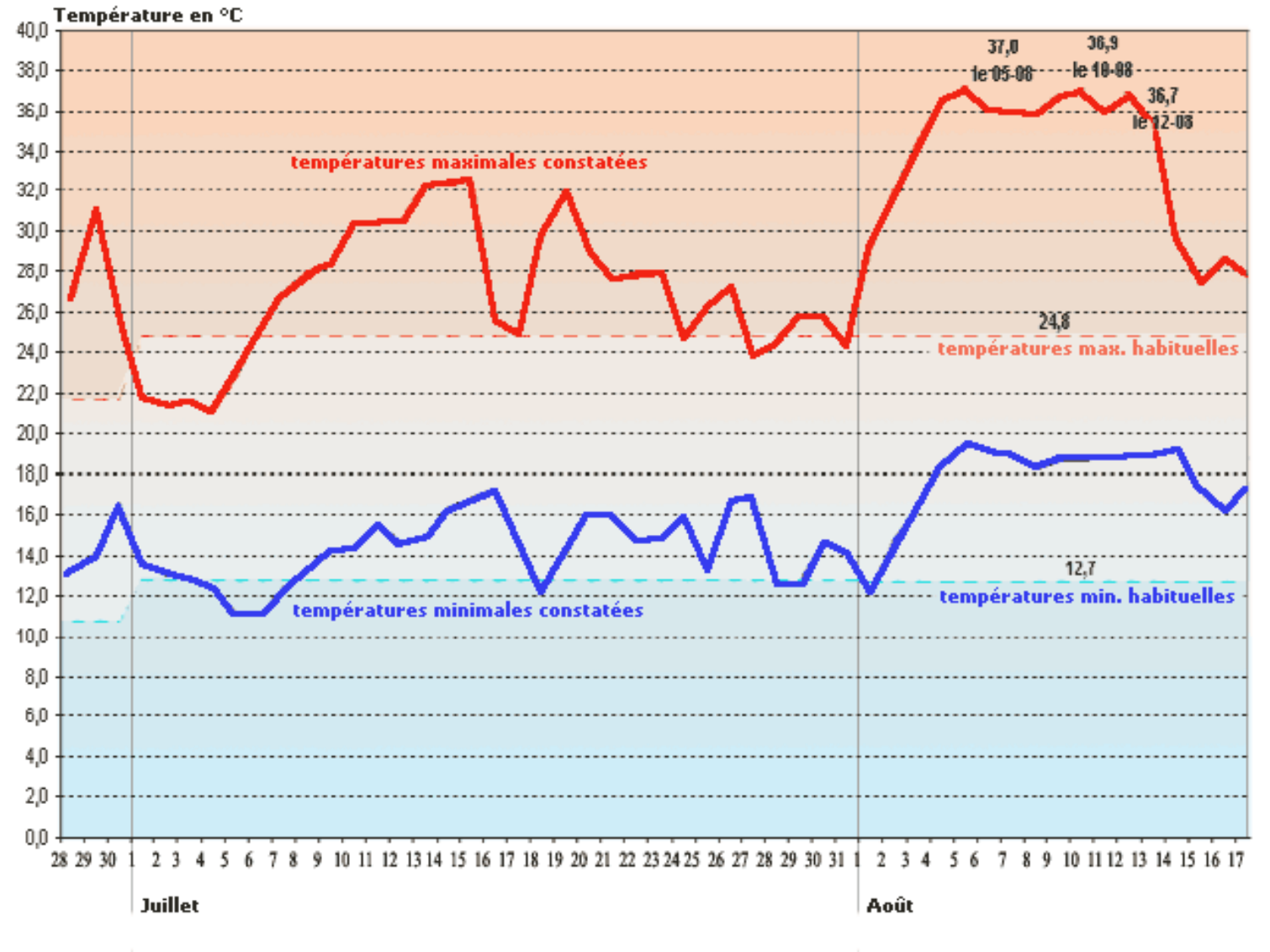
Génétique et hyperthermie

Comparaison des résultats des explorations réalisées chez 120 patients ayant présenté une HM ou membre de la famille d'une personne décédée d'HM et chez 296 patient ayant présenté un CCE

Population	HM (n = 120)		CCE (n = 296)	
Statut HM	nombre	%	nombre	%
MHN	87	72,5	191	64,5
MHS	25	20,8	53	17,9
MHEH	3	2,5	25	8,4
MHEC	5	4,2	27	9,1

in Diaporama: MCS JM Rousseau (Hôpital d'instruction des Armées Bégin), les pathologies circonstancielles liées au froid ou à la chaleur en milieu militaire, Faculté de Médecine de Lille, 15 mars 2007.

France: canicule 2003



in Diaporama: MCS JM Rousseau (Hôpital d'instruction des Armées Bégin), les pathologies circonstancielles liées au froid ou à la chaleur en milieu militaire, Faculté de Médecine de Lille, 15 mars 2007.

Coup de chaleur à l'exercice

Sudation et évaporation

Mise en jeu par hypothalamus
- Vasodilatation cutanée
- Sudation

Elimination de chaleur
- 1 g de sueur élimine 0,58 Kcal
- Si hygrométrie ↗ ➡ vaporisation ↘

Pertes d'eau jusqu'à 4 l/h
- Teneur en sel maximale ➡ 4 g/L

Durée exercice	Sujet entraîné	Sujet non entraîné
1 heure	4 l/h	0,8 l/h
2 heure	1,5 l/h	0,5 l/h
4 heure	1 l/h	0,3 l/h

in Diaporama: MCS JM Rousseau (Hôpital d'instruction des Armées Bégin), les pathologies circonstancielles liées au froid ou à la chaleur en milieu militaire, Faculté de Médecine de Lille, 15 mars 2007.

Evolution de l'aspect épidémiologique des CCE dans les Armées françaises depuis 1989

(Etabli à partir des rapports de surveillance épidémiologique des CCE dans les Armées)

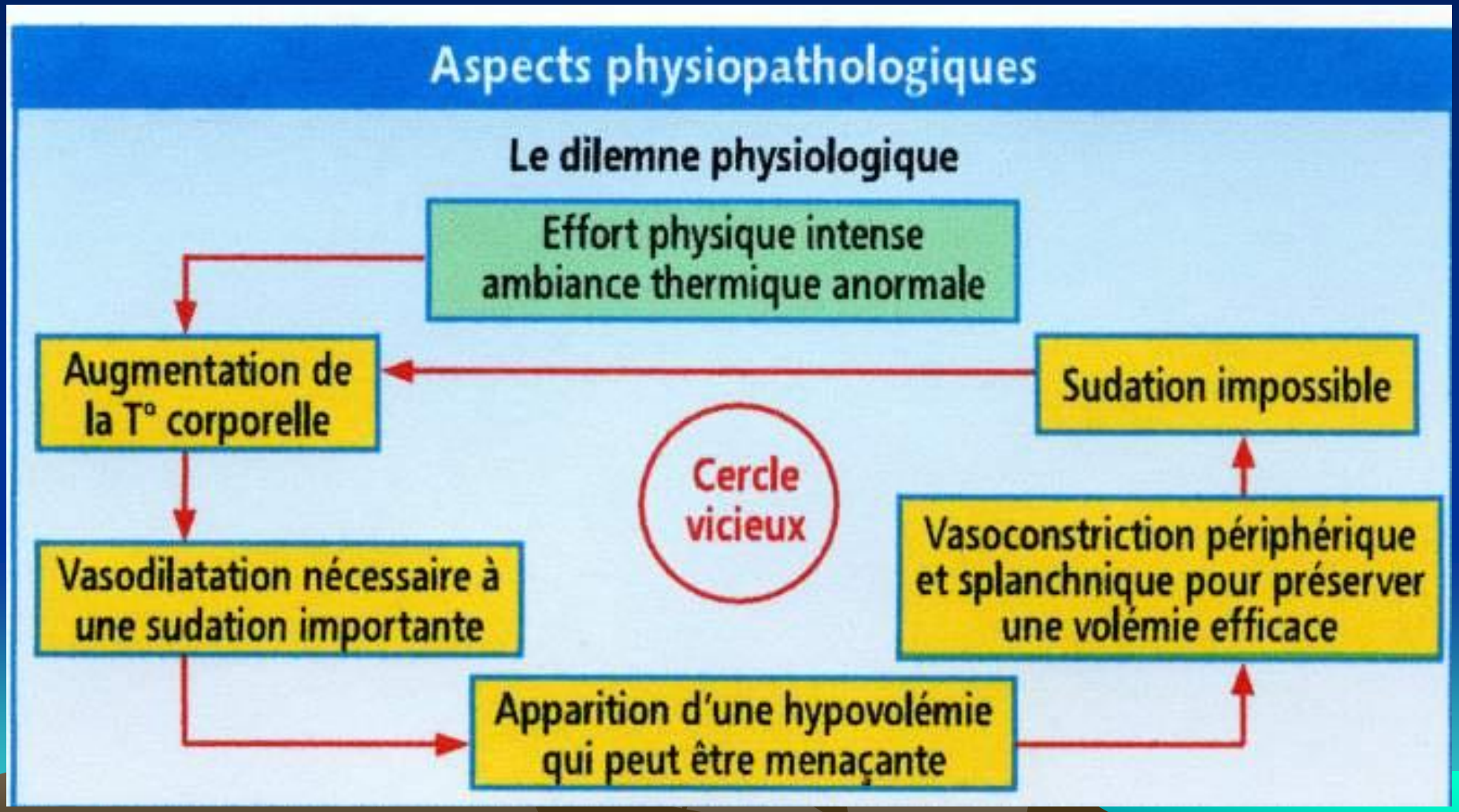
	De 1989 à 1995	De 2002 à 2004
Nombre des cas recensés	**200**	**318**
Taux/100 000 militaires		31,27
Taux/100 000 militaires en OPEX ou OM		100,02
Age (ans)	**23**	**25**
Circonstances		
- Type de l'exercice		
Marche commando (%)	*56,00*	*57,90*
- Moment par rapport à l'effort		
Pendant l'effort (%)		*73,65*
Après l'effort (%)		*25,55*
- Durée de l'effort (min)		40
- Distance parcourue (km)	8,6	7
- Tenue vestimentaire		
Tenue de combat (%)	*94,00*	*85,35*
- Charge portée (kg)	11	11
- Conditions climatiques		
Température (°C)		*21,5*
Hygrométrie (%)	*> 79*	*73*
Clair ou ensoleillé (%)		*48,35*
Aspects cliniques		
- Température corporelle (°C)	40,3	40
- Troubles de conscience (%)	73	74,10
- Sudation (%)		76,35
- Vomissements (%)		40,00
- Céphalées (%)		32,25
- Coma (%)	18	9,05
Décès	**5 (2,50 %)**	**0**

in Diaporama: MCS JM Rousseau (Hôpital d'instruction des Armées Bégin), les pathologies circonstancielles liées au froid ou à la chaleur en milieu militaire, Faculté de Médecine de Lille, 15 mars 2007.

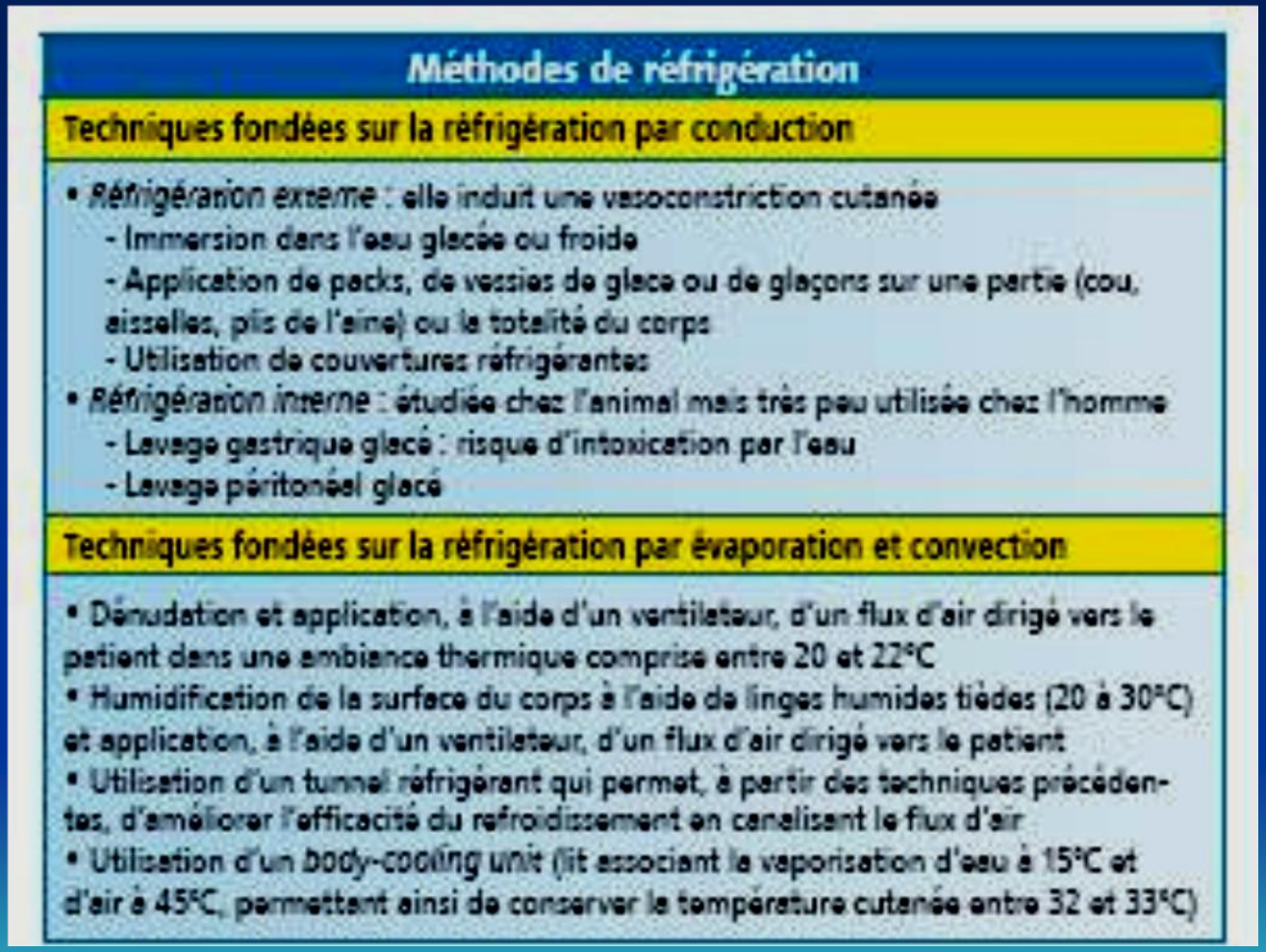
Coup de chaleur à l'exercice

Physiopathologie du Coup de chaleur à l'exercice

in Diaporama: MCS JM Rousseau (Hôpital d'instruction des Armées Bégin), les pathologies circonstancielles liées au froid ou à la chaleur en milieu militaire, Faculté de Médecine de Lille, 15 mars 2007.



Traitement d'un Coup de chaleur à l'exercice: réfrigération



Méthodes de réfrigération

Techniques fondées sur la réfrigération par conduction

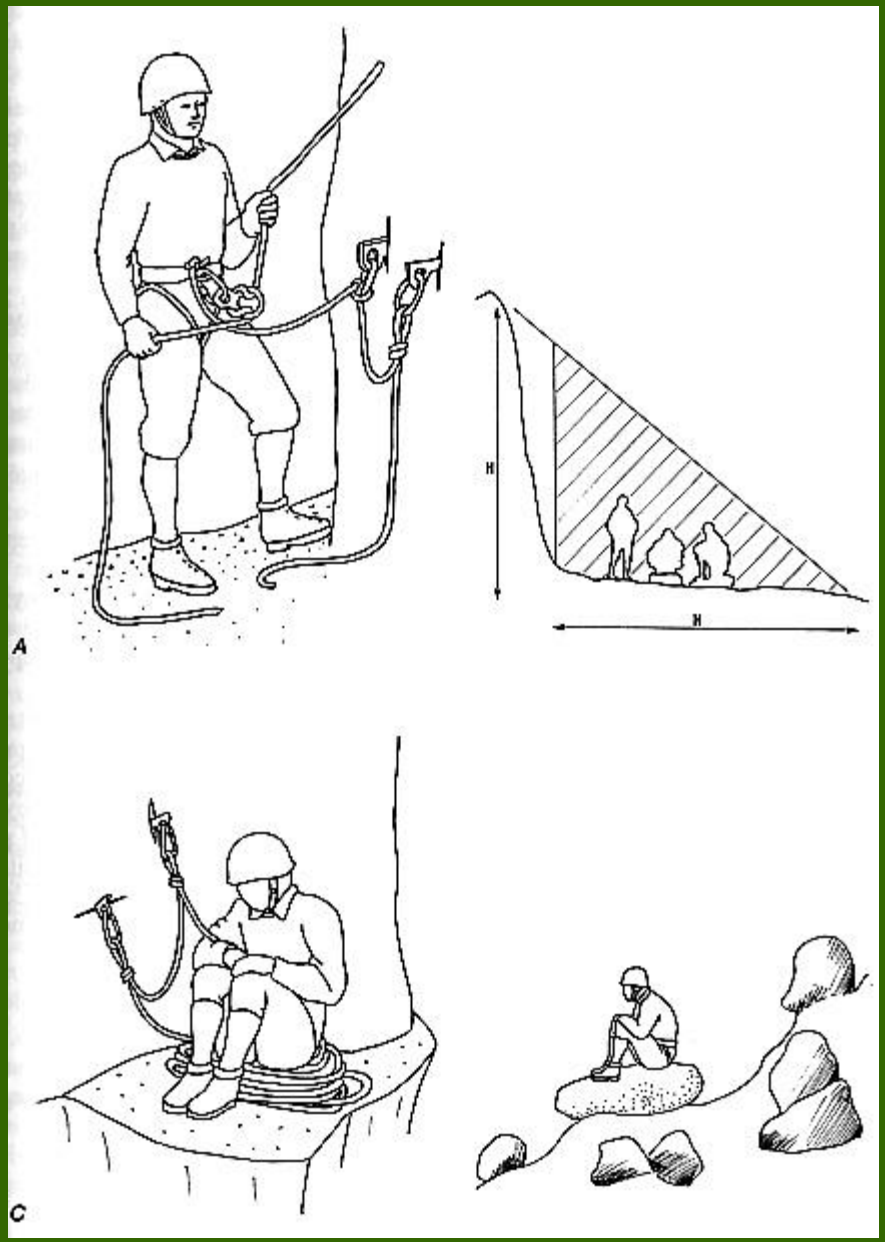
- *Réfrigération externe* : elle induit une vasoconstriction cutanée
  - Immersion dans l'eau glacée ou froide
  - Application de packs, de vessies de glace ou de glaçons sur une partie (cou, aisselles, plis de l'aine) ou la totalité du corps
  - Utilisation de couvertures réfrigérantes
- *Réfrigération interne* : étudiée chez l'animal mais très peu utilisée chez l'homme
  - Lavage gastrique glacé : risque d'intoxication par l'eau
  - Lavage péritonéal glacé

Techniques fondées sur la réfrigération par évaporation et convection

- Dénudation et application, à l'aide d'un ventilateur, d'un flux d'air dirigé vers le patient dans une ambiance thermique comprise entre 20 et 22°C
- Humidification de la surface du corps à l'aide de linges humides tièdes (20 à 30°C) et application, à l'aide d'un ventilateur, d'un flux d'air dirigé vers le patient
- Utilisation d'un tunnel réfrigérant qui permet, à partir des techniques précédentes, d'améliorer l'efficacité du refroidissement en canalisant le flux d'air
- Utilisation d'un body-cooling unit (lit associant la vaporisation d'eau à 15°C et d'air à 45°C, permettant ainsi de conserver la température cutanée entre 32 et 33°C)

in Diaporama: MCS JM Rousseau (Hôpital d'instruction des Armées Bégin), les pathologies circonstancielles liées au froid ou à la chaleur en milieu militaire, Faculté de Médecine de Lille, 15 mars 2007.

Le foudroiement



Lésions neurologiques (coma, perte de connaissance, paralysies flasques), cardiovasculaires, pulmonaires, cutanées (figures de Lichtenberg, brûlures rares), oculaires, auditives.

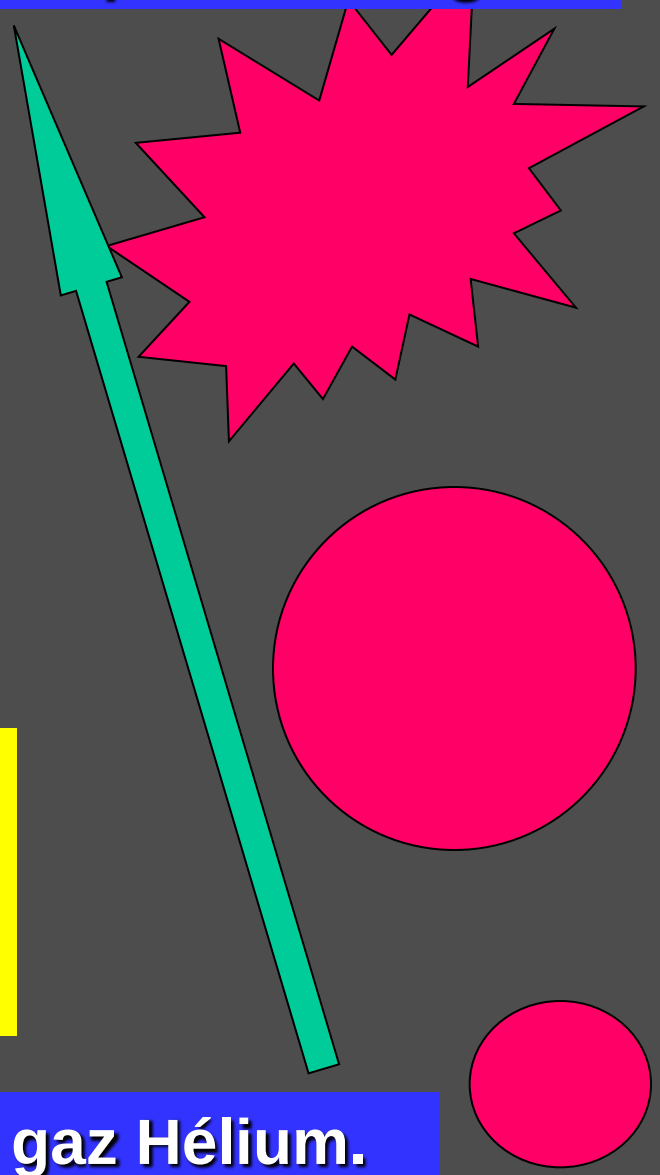
Les zones à risques - les précautions collectives, individuelles

In Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p 223.

Facteurs stressants chimiques: O_2 CO_2

Éclatement du ballon et dispersion du gaz.

Ascension du ballon car sa densité est inférieure à celle de l'air. La pression extérieure sur le ballon diminue progressivement lors de sa montée d'où dilatation du gaz et gonflement du ballon.



Pour l'être humain, une ascension à 8000m, en quelques secondes, entraînerait comme pour le ballon d'hélium, une dilatation rapide des gaz contenus dans les poumons, etc… donc " l'explosion " des poumons, etc…

Lâcher au sol d'un ballon rempli de gaz Hélium.

CO_2 = gaz carbonique

O_2 = oxygène

Le CO_2 dissous dans le sang tend avec l'altitude à "s'évaporer", il en résulte une hypocapnie et une alcalose (respiratoire) du sang (son pH augmente).

La pressurisation des aéronefs maintient à une "pression" suffisante les gaz de l'air dont la composition ne change pas avec l'altitude. (*in* Richalet p.7)

L'O_2 est transporté vers les organes en se combinant à des molécules d'hémoglobine contenues dans les globules rouges.
Cette combinaison appelée oxyhémoglobine dépend de la "pression" de l'O_2.
Cette "pression" diminuant avec l'altitude, il en résulte une diminution de l'oxyhémoglobine.
Ce déficit en oxygène de l'organisme, appelé hypoxie, est responsable de troubles pathologiques spécifiques.

In Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p 33-69.

L'hypoxie

Phase" blanche " de quelques heures:
cœur et rythme cardiaque s'accélèrent

Phase d'acclimatation:
les signes du mal de montagne apparaissent

Phase d'acclimatement:
les performances ont baissé, mais l'organisme est adapté à l'altitude

Phase de dégradation

" le cerveau ne supporte pas le manque d'oxygène, l'hypoxie provoque des erreurs de jugement. Le problème, c'est qu'en altitude les erreurs sont presque toujours fatales" JP Richalet *in* " Nicolas Jaeger au pays de l'Oxygène rare". Charlie Buffet. Le Monde, 22 juillet 2004.

HYPOXIE

maladie endothéliale

Réactions de défense adaptée dès 1000 m

Tachycardie, hyperventilation

Hypocapnie: alcalose

Érythropoïèse stimulée dès 1500 m: polyglobulie 5 à 7 jours après

Les muscles

Modifications comportementales

Réactions d'alerte: céphalée, vertiges, asthénie

MAM: mal aigu des montagnes (rare à 2000m)

OLHA: œdème aigu localisé de haute altitude

In Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p 35.

Réactions de défense dépassée

OPHA: œdème pulmonaire de haute altitude (à partir de 2000 m)

OCHA: œdème cérébral de haute altitude

Accidents thromboemboliques, neurologiques, rétinopathies de Haute Altitude

Fibre musculaire

Fibre II B(x) : blanche, rapide

Fibre II A: rouge, rapide

Skieur de fond : 95 %

Fibre I: rouge, lente

musculation

Musculation et sprint

Selon stress

Transformations par modifications qualitatives et /ou quantitatives de l'expression des gènes

Nécrose:

rhabdomyolyse

hypotrophie

hypertrophie

Apoptose

Stress hypoxique

'marins' : 2 mois à 5 000 m

Sarcopénie : 25 % - mitonchondries ↘ - gouttelettes lipidiques ↗

Sherpas (Tibet, Andes)

Lit capillaire comme 'marins'

Muscles squel.: 68 % type I (lente, résistante)

idem chez descendants depuis 2 générations en basse altitude.

Hypoxie : Exerc. Endurance: 30 mn, 5 x sem., 6 semaines

H I F (Hypoxie inductible factors)

Facteurs de transcription : action sur les gènes codant les transporteurs d'O_2: érythropoïétine, VGE, myoglobine.

Action sur le transport glucidique.

Le muscle ne grossit pas

Le transport d'O^2 est facilité

Le lit capillaire est augmenté

MAM: mal aigu des montagnes

Rare en dessous de 2000m Début 4 à 8 heures après l'arrivée en altitude si sujet non acclimaté Durée 3 à 4 jours

Céphalées (96%) favorisées par l'arrêt de l'activité, aggravées en position allongée

Insomnie (70%) alternée avec somnolence diurne

Nausées (30%) **Vomissements**

Sensation d'ébriété, vertiges

In Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p 112.

Anorexie, asthénie, récupération lente après effort

Dyspnée anormale à l'effort Diurèse réduite

Comportement: Malaises mal acceptés, cachés, voire niés ou attribués à l'inconfort, etc…

Médecin et Malade ont la même maladie !!!

MAM

Une préacclimatation dans les 8 jours qui précèdent diminue l'incidence

Selon intensité (score de Hackett ou de Lake Louise)

Aspirine (1,8 g / jour), paracétamol, repos sur place ou descente immédiate de 500m

<u>Vitesse de montée</u>: ainsi au-dessus de 3000m la vitesse ne doit pas excéder 300 à 500m de différence d'altitude entre deux nuits successives, en moyenne sur deux jours

Si acclimatation lente: DIAMOX (acétazolamide: inhibiteur de l'anhydrase carbonique, 2 x 125 mg/mat/midi)

In Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p 119.

LES ÉPUISEMENTS

Bases biochimiques de la fatigue, *in* Biochimie des activités physiques, JR Poortmans, N Boisseau, édit. De Boeck Université, Paris, 2002, p.433-454.

État de dégradation des mécanismes vitaux qui assurent l'homéostasie, qui succède sans raison, ni cause évidente à un état de fatigue qui décompense.

Détresse due à agressions: hypoxie d'altitude, le vent, l'effort physique intense et prolongé, la déshydratation, la dénutrition, le froid, l'hypothermie.

C'est un stress dépassé

Signes cliniques: fatigue, désorientation donc danger, déshydratation intense, état de choc imminent ou patent

Prise en charge: glycémie et hypothermie ??

Prévention: alimentation, hydratation, …

In Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p 215.

1991

Le R.R.T.T.É

psychique

Bilan CIRCONSTANCIEL

Sur le terrain

Arrêter le désordre

Faire le Bilan VITAL: conscience, respiration, circulation, t° centrale

Faire le Bilan LÉSIONNEL superficiel

Placer la victime dans un endroit protégé

Si arrêt cardiorespiratoire: placer DSA / Faire RCP

Selon équipement: Déshabiller (support sec, laisser chaussures et gants), Bilan lésionnel complet, vêtements secs (veste type Heatpac)

Bilan FONCTIONNEL

Tête couverte, air respiré réchauffé, …

Perfusion: cristalloïdes réchauffés 42° (pas de Ringer lactate)

Manuel de secourisme en milieu sportif, éditions Fransel-Sélection, 2005.

Évacuer

Gelures et gelés. F.Dumeige. *In* Memento de Chirurgie de Guerre. 1984. Ora éditions, Paris, p 279-290.

Si retard à l'évacuation et équipement, commencer le réchauffement (bouillottes Hot Pack), couverture chauffante, bains avec eau agitée à 38° pendant 60 mn, etc..

Bilan CIRCONSTANCIEL

Sur le terrain

Arrêter le désordre

Faire le Bilan VITAL: conscience, respiration, circulation, t° centrale

Gestes de survie

Faire le Bilan LÉSIONNEL : traumatismes, blessures

Placer la victime dans un endroit protégé

Bilan FONCTIONNEL

Manuel de secourisme en milieu sportif, éditions Fransel-Sélection, 2005.

gestes MÉDICAUX

Gelures et gelés. F.Dumeige. *In* Memento de Chirurgie de Guerre. 1984. Ora éditions, Paris, p 279-290.

Évacuer

CONCLUSIONS

Sélection – Équipement – Entraînement – Acclimatement

Binôme et Groupe

La pause chandail

Tireur et vue

Recettes : contre le froid

Abris: durs, tentes, neige, …

Coucher: froid et les "humidités"

Vêtements, chaussures et Saint Plastique !!!

Pieds , dos, nez, tête

Réveil: les chaussures

Se laver or not !!!

contre la chaleur

contre les moustiques…….

In Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p251-295.

CONCLUSIONS

Sélection – Équipement – Entraînement – Acclimatement

Binôme et Groupe

La pause chandail

Tireur et vue

Recettes

Abris: durs, tentes, neige, …

Coucher: froid et les "humidités"

Vêtements, chaussures et Saint Plastique !!!

Pieds , dos, nez, tête

In Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne, JP Richalet, JP Herry, Masson édit. 2006, p251-295.

Réveil: les chaussures

Se laver or not !!!

Activités musculaires et mentales

Manger et Boire (sucré): fromage et saucisson sec, produits lyophilisés, 2 bidons …

CIECM

(Centre d'Instruction et d'Entraînement au Combat en Montagne)

CNISAG

(Centre National Instruction de Ski et d'Alpinisme de la Gendarmerie)

Le CRSSA

(Centre de Recherche du Service de Santé des Armées) à La Tronche (Grenoble)

" Deux heures en slip dans une pièce à + 1°, avec un vent de 0,8 m/s (2,8 Km/h), c'est très brutal. On pisse, puis on tremble de façon incontrôlée. C'est épouvantablement long. Ce jour-là, j'ai su ce que c'était que d'avoir froid aux os" J-L Étienne auteur de "Médecine et randonnées extrêmes". *in* Aux limites du corps, le froid. Charlie Buffet. Le Monde, 18-10 juillet 2004.

Premier danger:
celui avec qui on se bat
et non celui contre qui on se bat !

Deuxième danger :
la fatigue

La place primordiale du médecin
avant , pendant et après !

Professeur M-M Deminatti
8 / 6 / 2007
.