

# **HYPOTHERMIE ACCIDENTELLE**

---

**Baisse non intentionnelle de la  
température corporelle centrale  
< 35 ° C.**

**Dr Pierre-Michel DEPINOY**

**ASSOCIATION NATIONALE DES MEDECINS DU  
SECOURS EN MONTAGNE**

**Centre Hospitalier des Escartons Briançon**

**Conjonction d'une exposition de  
l'organisme au froid  
et d'une incapacité des mécanismes  
de thermorégulation  
à maintenir la température centrale  
à une valeur physiologique.**

- Hypothermie modérée:  $> 32^{\circ}\text{c}$ .
- Hypothermie grave:  $32$  à  $25^{\circ}\text{c}$ .
- Hypothermie majeure  $< 25^{\circ}\text{c}$ .

# PHYSIOLOGIE

- Les échanges thermiques: Conduction, convection, radiation, évaporation.
- Noyau central: organes nobles (cerveau, cœur, gros vaisseaux) :  
Température constante
- Ecorce: température et thermogénèse variable selon l'environnement.

# Hypothermies : mécanismes

- Exposition au froid ; pertes proportionnelles
  - ◆ Surface exposée
  - ◆ Gradient de chaleur
  - ◆ Hygrométrie ambiante
- Types d 'hypothermie
  - ◆ Défenses maximales
  - ◆ Défenses diminuées
  - ◆ « Défenses contrariées »

# PERTES DE CHALEUR

- **Conduction:** échange de chaleur entre 2 corps solides.  
Couché au sol: pertes +++ si surface du solide froide et conductibilité thermique élevée (avalanché, victime inconsciente au sol).
- **Convection:** entre la surface de la peau et le fluide l'enveloppant. (air, eau) pertes thermiques dans l'eau = 25x plus élevées que dans l'air.  
Dans l'air, selon la vitesse du vent (cf Windchill index:  $T^{\circ} \text{ amb.} - 10^{\circ} \text{ C} \gg -30^{\circ} \text{ c}$  avec 40 km/h de vent.

# PERTES DE CHALEUR

- **Radiation**:selon l'intensité du rayonnement électromagnétique. (IR) entre la peau et les parois environnantes. Si  $T^{\circ} \text{peau} > t^{\circ} \text{paroi}$  >> perte de chaleur par radiation.
- **Evaporation**:toujours perte de chaleur.

# WIND CHILL INDEX

Wind chill chart showing the effect of wind on increasing the degree of cooling at any particular temperature and wind speed

Wind speed (mph)	Equivalent chill temperature (°C)									
0	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-46
5	2	-4	-9	-15	-21	-26	-32	-37	-43	-48
10	-1	-9	-15	-23	-29	-37	-34	-51	-57	-62
15	-4	-12	-21	-29	-34	-43	-51	-57	-65	-73
20	-7	-15	-23	-32	-37	-46	-54	-62	-71	-79
25	-9	-18	-26	-34	-43	-51	-59	-68	-76	-84
30	-12	-18	-29	-34	-46	-54	-62	-71	-79	-87
35	-12	-21	-29	-37	-46	-54	-62	-73	-82	-90
40	-12	-21	-29	-37	-48	-57	-65	-73	-82	-90
	Little danger			Increasing danger Flesh may freeze within one minute			Great danger Flesh may freeze within 30 seconds			

10 mph = 16.1 km/h.



# REACTIONS PHYSIOLOGIQUES AU FROID

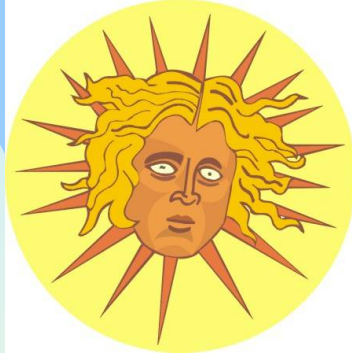
- Au froid: maintien de la  $t^{\circ}$  interne (noyau) en diminuant les pertes par conduction, radiation, convection et/ou en augmentant sa production de chaleur.  
Diminution des pertes par vasoconstriction cutanée réflexe.  
Puis vasodilatation paradoxale au niveau des extrémités: préserve des gelures;

# TOLERANCE GENERALE ET LOCALE AU FROID

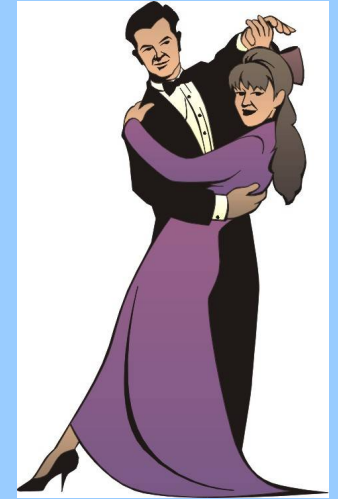
- Facteurs intervenant: sexe, âge, masse grasse corporelle, niveau d'aptitude physique aérobie (niveau de  $VO_2\text{max}$ ), privation de sommeil, alimentation, degré d'adaptation au froid.  
Apparition des frissons sous une température cutanée moyenne de  $30^\circ\text{C}$ .

# TRANSFERT DE TEMPERATURE ENTRE UN OBJET ET SON ENVIRONNEMENT

Radiation



Conduction



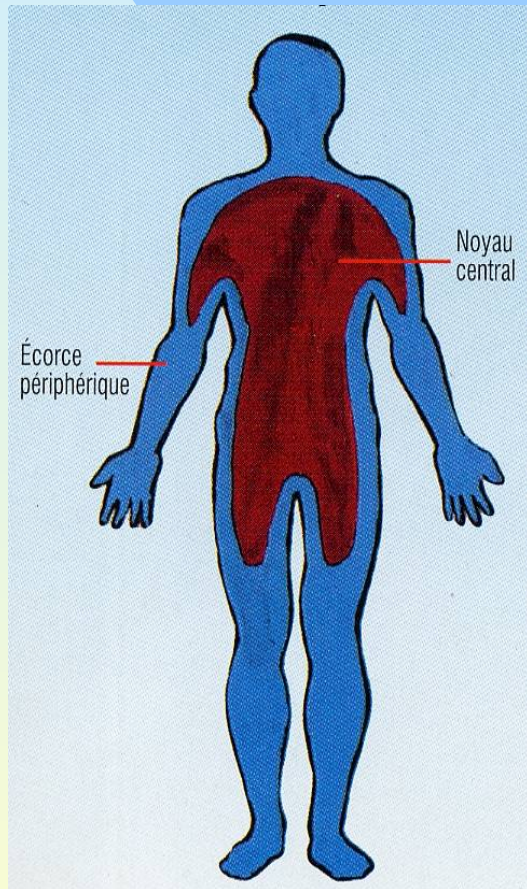
Evaporation



Convection

**Humidité!**

# Homéothermie



## Noyau central

- cerveau
- organes thoraciques et abdominaux
- 8 % de la masse corporelle
- 75 % de la chaleur

## Écorce

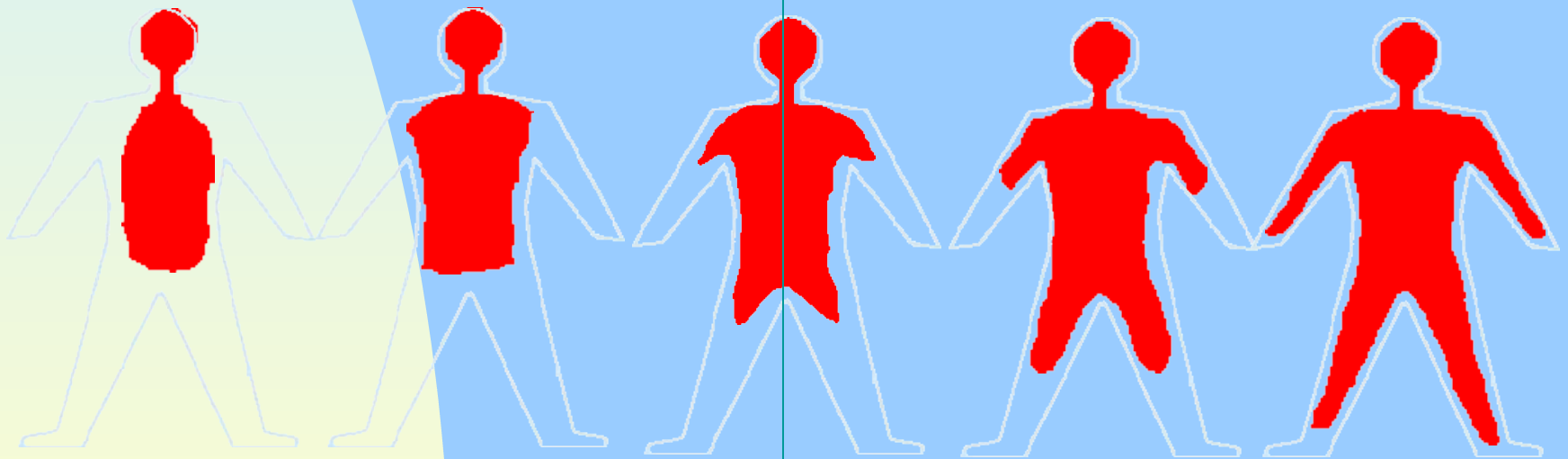
- peau
- graisse
- muscles

Zone tampon entre noyau et milieu ambiant

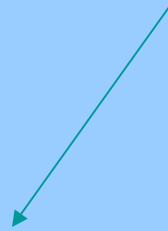
# Volume corporel à la température du noyau

Ambiance froide

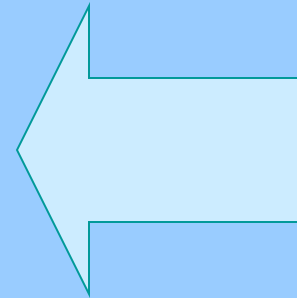
Ambiance chaude



Réerves énergétiques



THERMOGENESE



O<sub>2</sub>

# Conséquences de l'hypothermie sur les grandes fonctions physiologiques

- Conséquences sur le système cardiovasculaire >>> gravité potentielle: risque majeur de FV sous 28° c.

METABOLISME DE BASE: Chute de 50 % à 28° c.

# SYSTEME CARDIOVASCULAIRE:

- **Faibles hypothermies:** Tachycardie + vasoconstriction.  
DC et PA: légèrement élevés.
- **Hypothermies modérées** >>> dépassement des mécanismes de défense contre le froid >>> **Bradycardie** avec prolongation de la systole et **DC** ↓
- **Hypothermies < 28°C:** Vasodilatation fonction inotrope du VG altérée >> **PA** ↓  
Hyperviscosité sanguine >> Augmentation du travail du myocarde.  
**Seuil arythmogène ventriculaire diminué.**



# SYSTEME NERVEUX CENTRAL

Hypothermie >> dépression linéaire du métabolisme cérébral.  
Perte de l'autorégulation cérébrale et réduction du DSC.  
Effet protecteur de l'hypothermie modérée (34 °c)  
ACC à 12-13°C: Récupération neurologique sans séquelle.

# SYSTEME RESPIRATOIRE

Altération de la réponse ventilatoire au CO<sub>2</sub> et à l'hypoxémie.

Baisse de l'activité muco-ciliaire et inhibition du réflexe de toux >> **Fréquence de l'encombrement bronchique.**

Déplacement vers la gauche de la courbe de dissociation de l'Hb.

Gaz du sang: **Baisse du pH et de la PCO<sub>2</sub>.**

# MILIEU INTERIEUR, COAGULATION

Frissons, perfusion tissulaire diminuée, métabolisme hépatique altéré et diminution de l'excrétion rénale des acides

**>>> production de lactates et acidose métabolique.**

**Deshydratation** et séquestration liquidienne après exposition prolongée au froid.

**Hyperglycémie.**

Thrombopathie, thrombopénie, et paradoxalement états d'hypercoagulabilité avec **manifestations thromboemboliques.**

# EFFETS CLINIQUES ET BIOLOGIQUES

- **Hypothermie légère ( $> 34^{\circ}\text{C}$ ):**

Patient conscient, téguments froids avec horripilation, PA élevée, tachycardie.

# Hypothermie modérée (28 à 34 ° c)

Téguments glacés, livides, parfois cyanosés.

**Bradypsychie** avec trouble des fonctions sup. et dysarthrie.

**< 32 ° c: troubles de la conscience**, de l'obnubilation au coma.

Pupilles en **myosis** et **abolition des RPM**..

**Bradypnée** et baisse du VT.

**Encombrement bronchique.**

**Bradycardie** 40/mn vers 30 ° c.  **TA.**

**ECG:** Bradycardie sinusale avec allongement de PR et QT., TDR variés.

**RISQUE MAJEUR DE FV dès 32 ° c.**

**Apparition de l'onde J d'Osborn.**

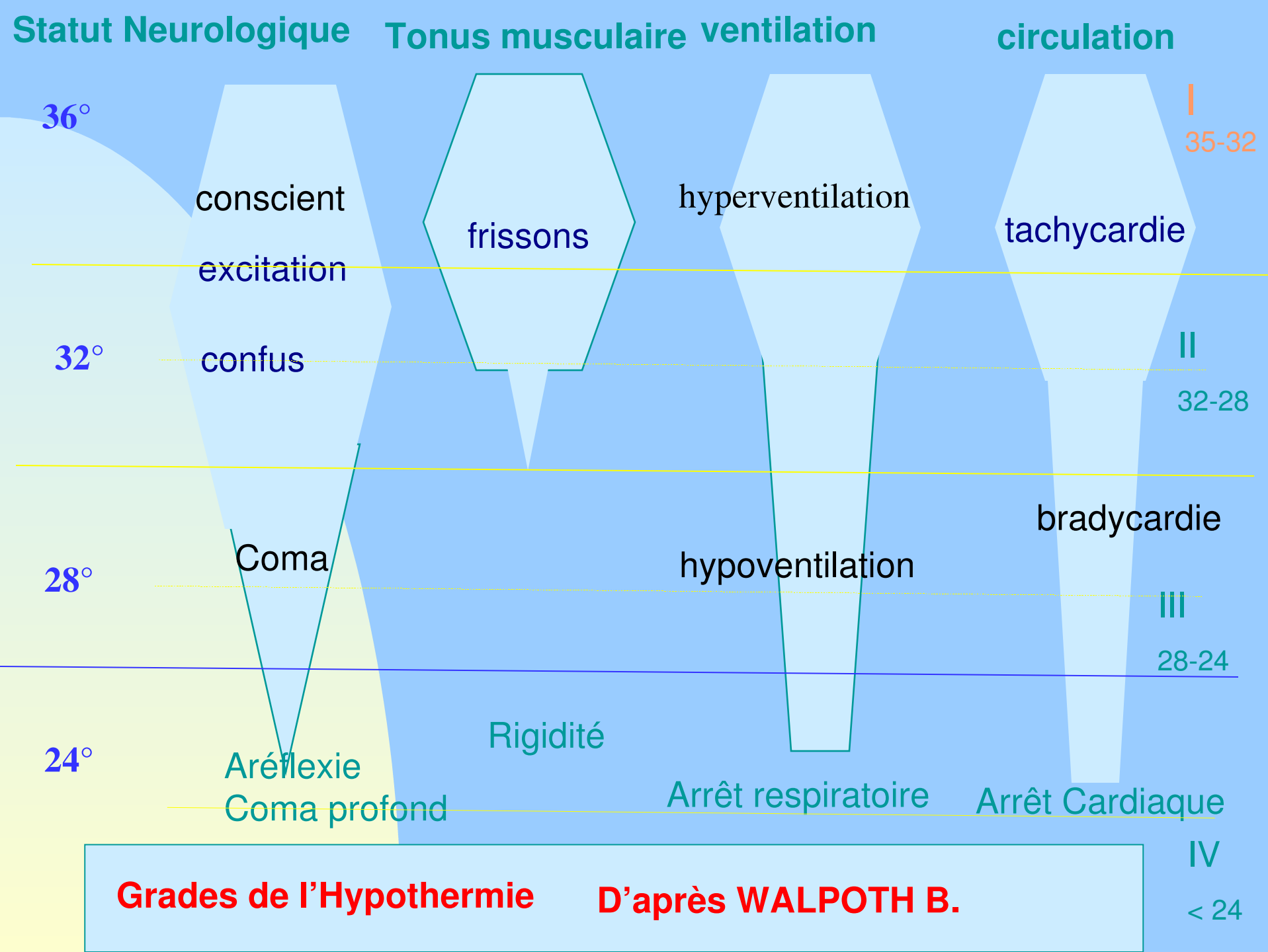
# Hypothermie sévère (< 28 °c):

**COMA** et risque d'apnée (sous 25 °c).

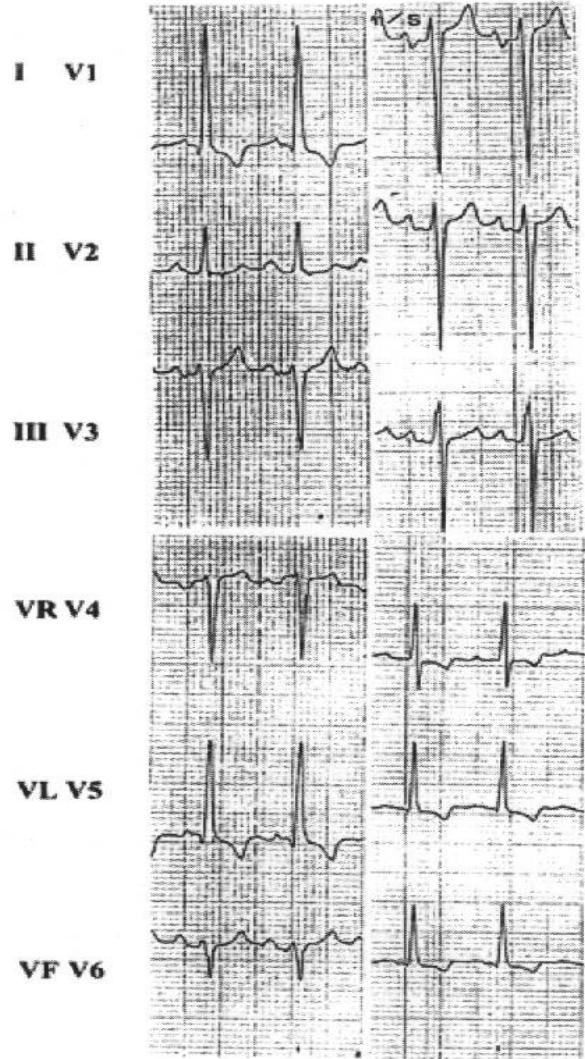
**ECG:** Troubles de la conduction et élargissement des QRS.

**FV!!!** Rebelle à la cardioversion sous 28 °c.

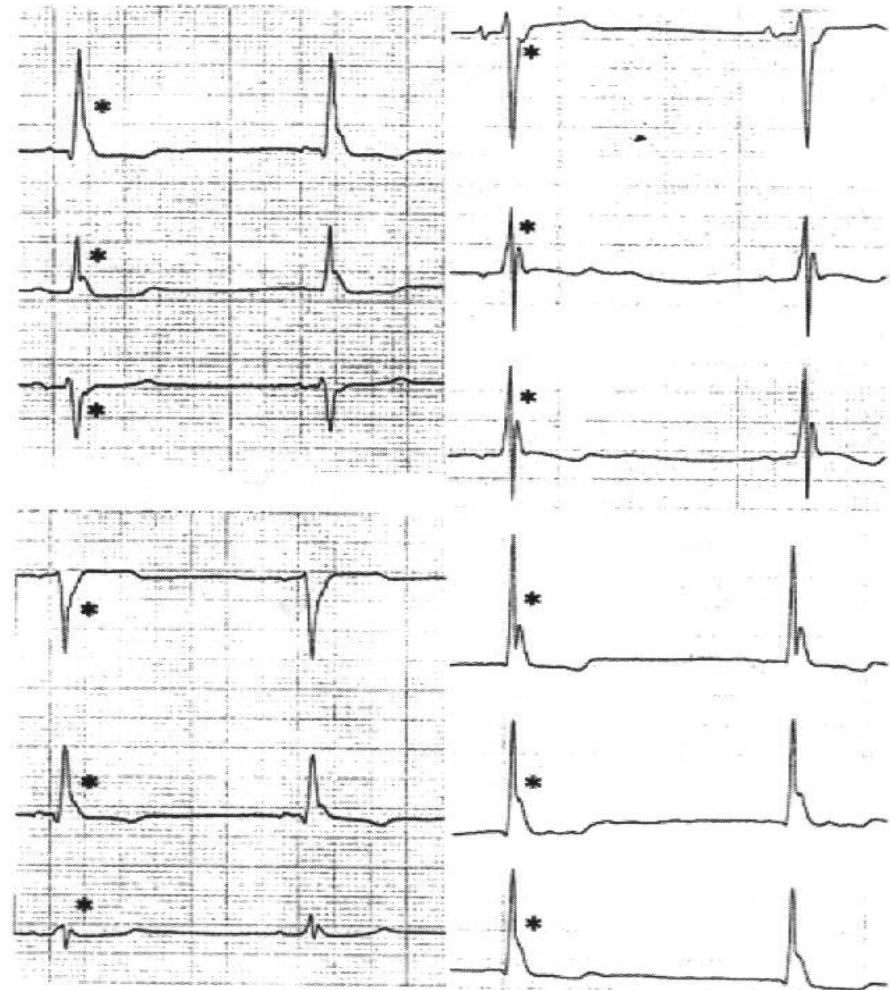
< 20 °c: possible asystole avec tracé ECG plat.



# ECG



**>33° C**

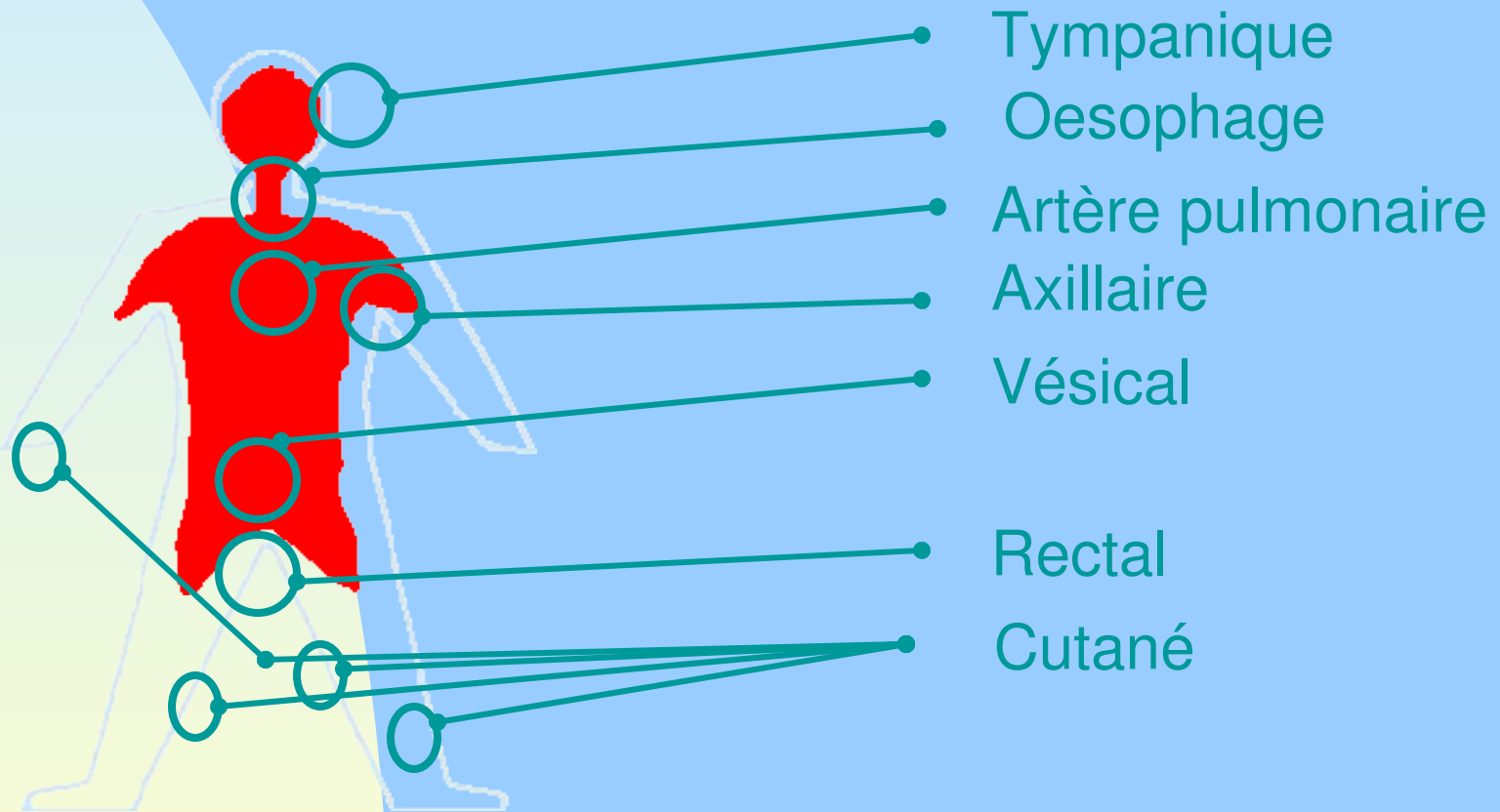


**31° C**

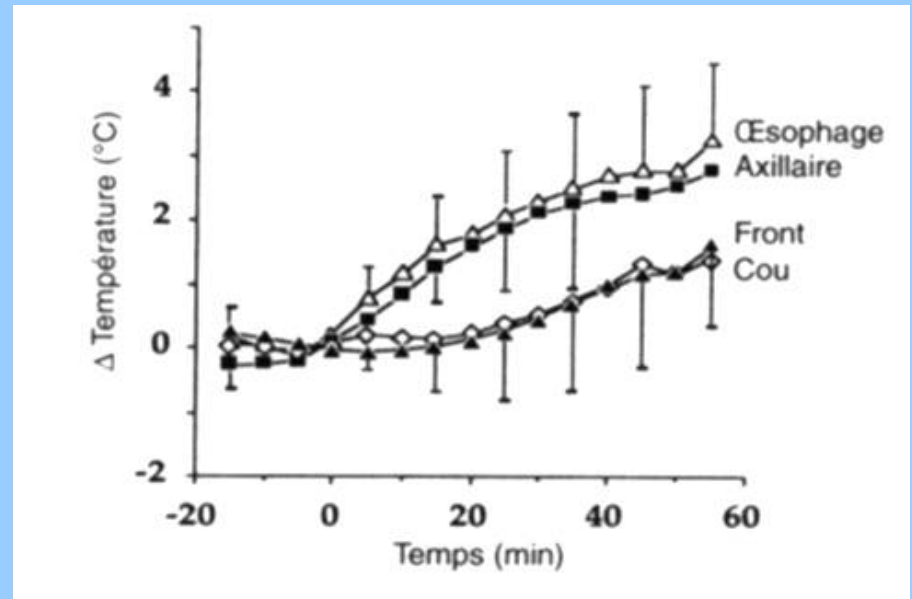
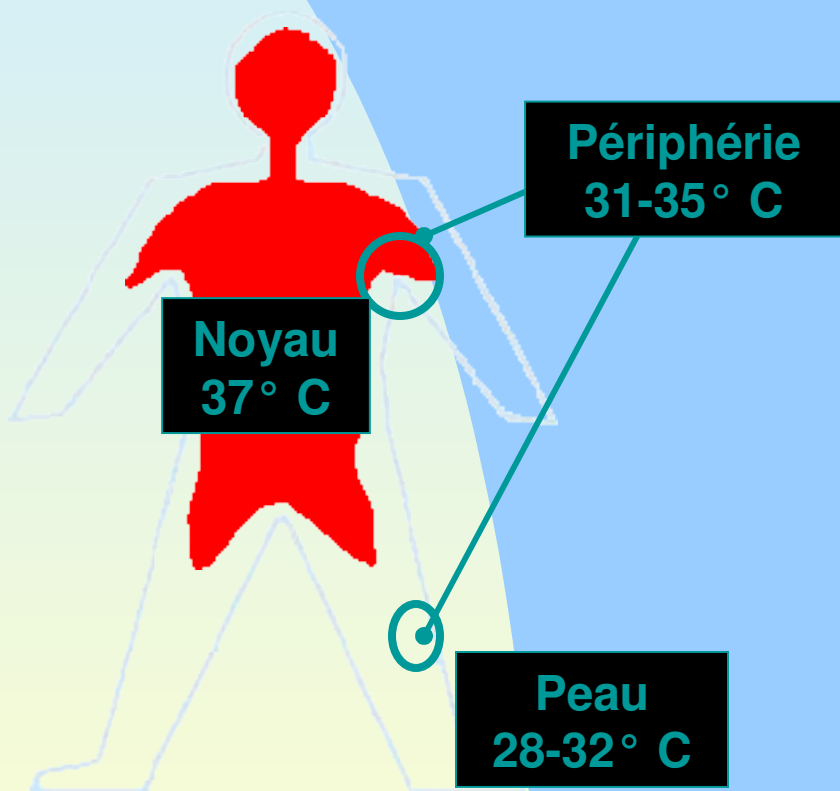


# MESURE DE LA TEMPERATURE

# Sites de mesure de la température

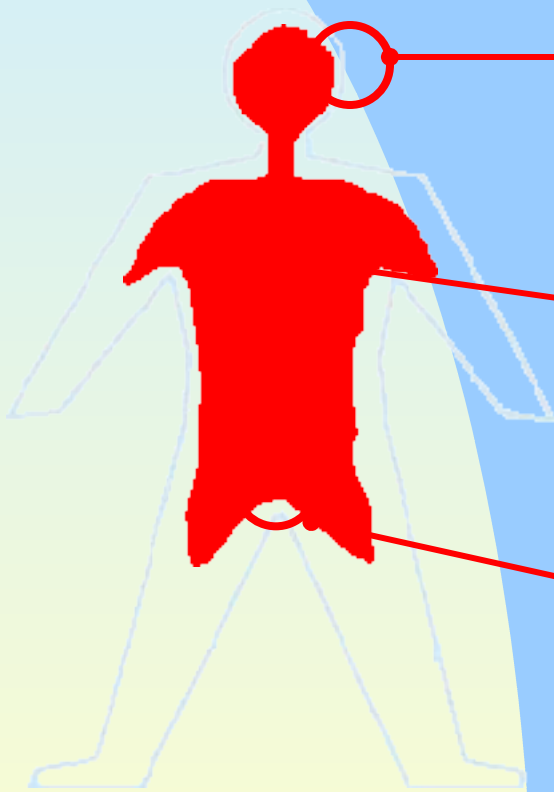


# Température : Site Axillaire ou cutané ?



*Inadapté !!!*

# Différents sites : limites d'utilisation



## **Tympanique :**

- Bon reflet T° Centrale
- Infrarouge : 2 secondes
- Position incorrecte possible
- fausse si ACR

## **Oesophagienne :**

- Bon reflet T° Centrale
- Electronique : délai >, recalibration
- risque FV si T < 30 °C

## **Rectal :**

- Reflet moins bon T° Centrale
- Electronique : délai >, recalibration
- risque malposition , 15 cm

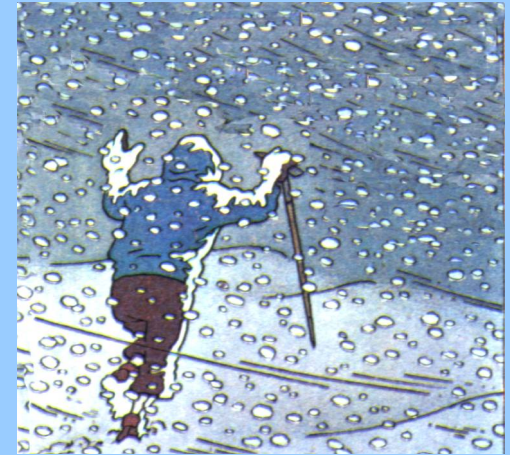
# CIRCONSTANCES DE SURVENUE



Avalanche



Crevasse



Tourmente et immobilisation



L'accident

# DIFFERENTS TYPES D'HYPOTHERMIE

## Hypothermie aiguë :

Hypothermie de l'alpiniste immobilisé dans la neige, une crevasse ou un torrent.

L'organisme se refroidit avant épuisement des réserves énergétiques.

# **Hypothermie subaigüe:**

Alpiniste indemne bloqué en montagne.

Dès épuisement des réserves énergétiques.

Apparition des déplacements liquidiens >>risque d'hypovolémie lors du réchauffement.

# **Hypothermie subchronique:**

Sans abri en hiver. Installation lente.



# Etiologie

## **Chamonix de 1988 à 1996:**

- Isolement dans le mauvais temps: 48 %.
- Chute en crevasse étroite: 40 %.
- Avalanche: 12 %

Hypothermie pure: seulement 22 % des cas.

Lésions associées:

**Crâne>Rachis>Abdomen>Thorax.**

Mortalité globale = 22 % (mais **traumatisme associé dans 95 % des cas**).

# IMMOBILISATION.EPUISEMENT

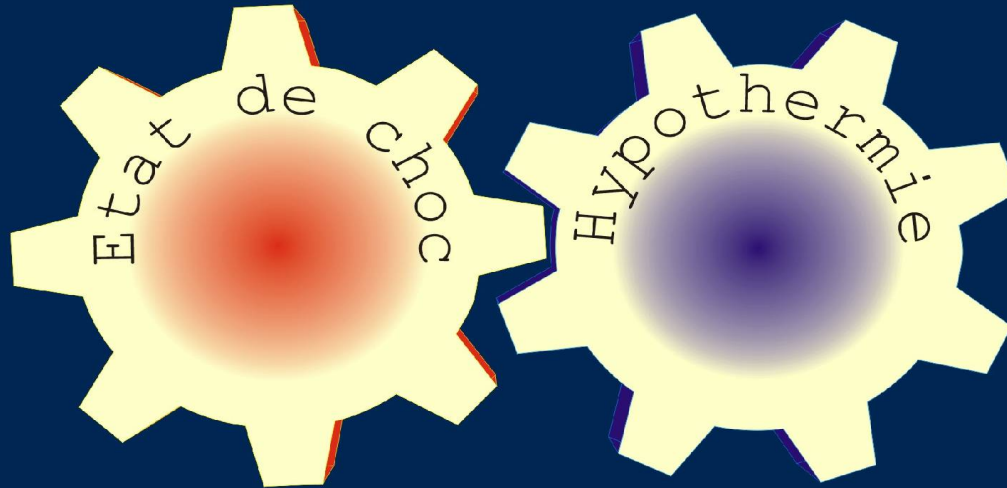
**Hypothermie et épuisement sévère:  
facteurs individuels  
vitesse du vent +++**

**Association avec des gelures graves** chez des alpinistes et randonneurs retrouvés après plusieurs heures ou jours au froid et à l'humidité. Gelures quand installation progressive

**Attention au réchauffement chez ces patients..  
Ils se défendent encore plus mal..**

# Traumatisme et hypothermie

CAUSE ET ... CAUSE !



**Pronostic péjoratif si  $t^{\circ} < 32^{\circ}$  à l'arrivée à l'hôpital**

# REANIMATION PREHOSPITALIERE

- Etablir le diagnostic: thermomètre épitympanique (le+ pratique) ou sonde rectale..
- Comment réanimer ?
- Transport:période de tous les dangers.

# DEMARCHE DIAGNOSTIQUE

- Hypotherme en état de mort apparente (EMA) ? ou victime décédée refroidie?
- Une  $t^{\circ}$  centrale  $>32^{\circ}\text{C}$  n'explique pas l'EMA.
- Protocoles de premier tri: selon  $T^{\circ}$ , examen clinique, anamnèse, possibilités d'évacuation.

# PHASE PREHOSPITALIERE

## **Trois cas possibles :**

- Victime en arrêt cardio-circulatoire
- L'équipe assiste à l'arrêt circulatoire
- La victime présente une activité cardiaque

# VICTIME RETROUVEE EN ARRET CARDIO-RESPIRATOIRE

- \* Ensevelissement < 45' et ou  $T^{\circ} > 32^{\circ}$  :  
ACR étranger à l'hypothermie

**Réanimation classique de 20' puis stop**

- \* Ensevelissement > 45' et ou  $T^{\circ} < 32^{\circ}$  :

- Nez bouché et bouche remplie de neige = ACR par asphyxie ou traumatisme

**Pas de Réanimation**

- Cavité respiratoire suspectée et pas de traumatisme évident

**Réanimation par MCE et VA et évacuation**

# LE MEDECIN ASSISTE A L'ARRET CARDIO-RESPIRATOIRE

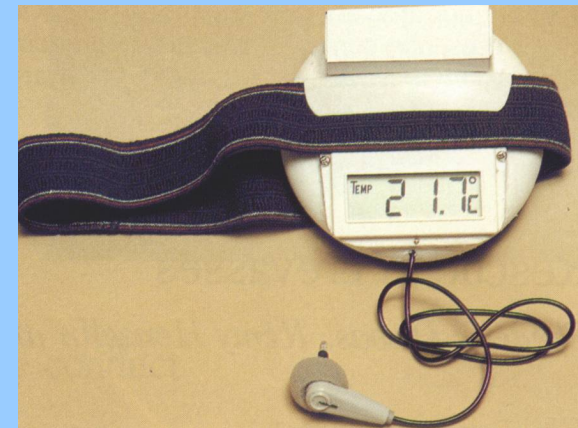
## Evacuation rapide sous MCE+VA

Il ne faut pas perdre de temps..

Pas la peine de mettre une voie veineuse

Si défibrillation : 3 tentatives au maximum

Mesure de la température sur le terrain:  
thermomètre tympanique perturbé en cas  
de vent, de neige dans l'oreille, inopérant  
si arrêt cardiaque, majore l'hypothermie





# LA VICTIME PRESENTE UNE ACTIVITE CARDIAQUE

**PRUDENCE**

- Pas de gestes agressifs
- Transport doux, si possible horizontal
- Pas de perte de temps sur le terrain
- Eviter l'aggravation. Séchage et isolation du froid
- Démarrage de petit moyens de chauffage
- Voie veineuse pas obligatoire
- IOT et VA si besoin



# A L'HÔPITAL : MALADE ADMIS EN ACR

- Préciser l'**anamnèse** : polytraumatisme, immobilisation, crevasse, avalanche
- **Confirmer l'hypothermie** : sonde rectale ou oesophagienne
- **Prélèvements sanguins** : K<sup>+</sup>, gaz du sang minimum

**Arrêt de la réanimation si K<sup>+</sup> > 10 mmol/l-1 et étiologie**

- **Equipement du patient** : V V C, PA sanglante, SAD, SG bilan succinct radio, échographie abdominale
- **Réchauffement** : dialyse péritonéale si traumatisme associé CEC si centre équipé

# A L'HÔPITAL : ACTIVITE CARDIAQUE CONSERVEE

Préciser l'anamnèse

Evaluer l'hypothermie

Conditionner : V V P ou fémorale, PA, SAD

Ne pas corriger la bradycardie, pas d'amines,  
pas d'agressions inutiles

Réchauffer et évaluer l'efficacité :

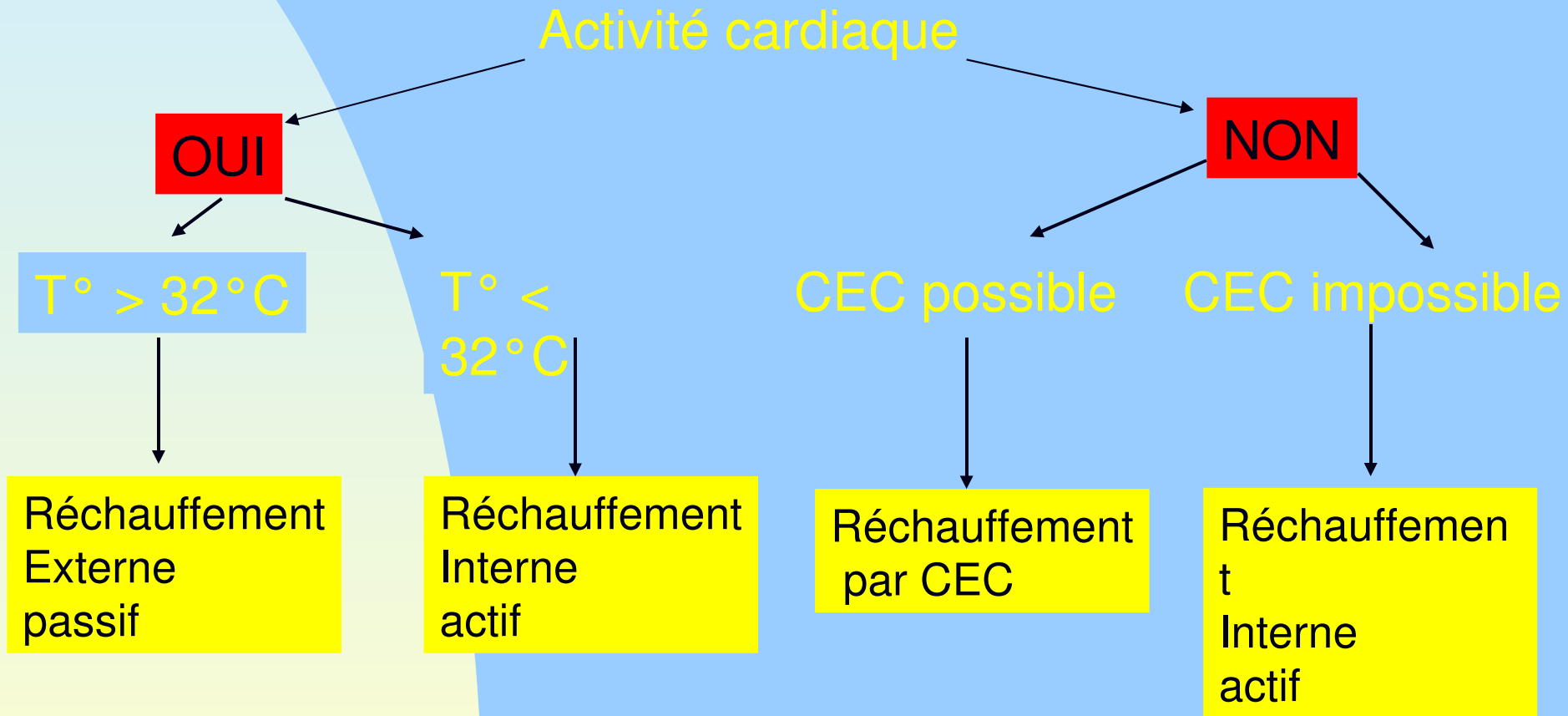
Si  $< 1^{\circ}$  à l'heure avec moyens non agressifs : poursuivre

Si  $> 0,5^{\circ}$  à l'heure : mettre en route moyens invasifs

CEC ou dialyse péritonéale

Si arrêt en cours de réchauffement, MCE puis CEC ou dialyse

# Algorithme de réchauffement



# Méthodes de réchauffement

## ■ Externes

- ◆ Passif :

- ◆ Actif :

  - ★ Air chaud pulsé

  - ★ Bain chaud

  - ★ Lampe radiante

## ■ Internes

- ◆ Fluides chauds

  - ★ Intrapéritonéal, intragastrique, intrapleural, intravasculaire

- ◆ CEC

# Passif externe

- Apports thermiques = thermogénèse
  - ◆ En dessous du frisson : métabolisme basal seul
- Technique
  - ◆ Isolation, et absence de vent
  - ◆ Pièce à 30 °C
  - ◆ Air humidifié et patient sec
  - ◆ Couvertures isolantes
- Limites
  - ◆ Gain de 0,5 °C/heure
  - ◆ Hypothermie modérée pure, > 30 °C

# ACTIF EXTERNE

- Principe
  - ◆ Apports calorique sur l'écorce
- Techniques
  - ◆ Air chaud pulsé
  - ◆ Bains chaud à 42 °C
  - ◆ Lampe radiante
- Limites
  - ◆ Transfert limité par la vasoconstriction
  - ◆ Retour paradoxal de sang froid

# RECHAUFFEMENT EXTERNE

- Principe
  - ◆ Transfert thermique direct noyau
- Techniques : Fluides chauds
  - ◆ Air inhalé 42 °C et humide : parachute
  - ◆ Perfusion : limite les pertes
  - ◆ Lavages divers cavités : serum phy 40 °C
- Limites
  - ◆ Gain de 1 à 1,5 °C/h
  - ◆ En dehors de l'ACR quoique ...



# CIRCULATION EXTRA CORPORELLE

- Principe
  - ◆ Échangeur thermique extra corporel
  - ◆ Rétablit un débit systémique en cas d 'ACR
- Technique
  - ◆ Centre équipé
  - ◆ Héparinisation du circuit ?
  - ◆ Débit 4 à 5 L / min; transfert : 10 °C / h
- Limites
  - ◆ « No one is dead until warm and dead »

# PRONOSTIC DE SURVIE APRES RECHAUFFEMENT

- Profondeur hypothermie
  - ◆ 30 --> 35° C : 50 % de survie
  - ◆ < 30° C --> 70 % de décès (Nicolas, 1980)
  - ◆ < 25° C, plus de 90 % des décès sans CEC
- Âge et pathologies associées
  - ◆ Surmortalité
- Circonstances de survenue
  - ◆ Crevasses et immersion
  - ◆ Avalanches : le plus mauvais pronostic

# Devenir des hypothermies en ACR traités par CEC de 1967 à 2003

<b>Mecanisme</b>	<b>Survivors</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Intoxications	12	35	<b>34%</b>
Trauma	16	30	<b>53%</b>
Exposure	42	120	<b>35%</b>
Drowning	18	36	<b>50%</b>
Avalanche	12	68	<b>18%</b>
Total	100	289	<b>39%</b>

# CONSEQUENCE

- **Tout blessé grave de montagne est suspect d'hypothermie.**

Une victime correctement équipée mais sérieusement blessée peut atteindre 30°C en moins d'une heure, par beau temps, à 4000 m.

- **Tout hypotherme est suspect de traumatisme interne.**

**Patient hypotherme aux urgences = traumatisé jusqu'à preuve du contraire.**

# RESULTATS

## SUISSE Walpoth 97

234 cas d'hypothermie

40 ACR, 32 CEC

18 survivants dont 15 à long  
terme

actifs sauf 1

meilleur pronostic:

chute en crevasse, épuisement,  
intoxication

## GRENOBLE Girardet 99

60 admission pour CEC

20 récusés

40 effectuées

2 survivants:

traumatisme

intoxication

aucun en avalanche

# EN PRATIQUE

- La réanimation cardio-pulmonaire de base reste prioritaire.
- Hypothermie modérée:
- pas d'interventionnisme, l'hypothermie se corrigera par un réchauffement externe passif lent et les petits moyens;
- Soustraire de l'environnement hostile +++
- Risques ou inutilité de certaines manœuvres chez les hypothermes: (SNG, EES, VVC, AAR).

# EN PRATIQUE ... suite

- **Pièges de l'évacuation:** FV à la mobilisation, collapsus de réchauffement.
- **Lésions associées** chez l'enseveli.
- **CEC:** usage restant confidentiel.
- Le rôle neuroprotecteur de l'hypothermie s'inverse dans l'association hypothermie sévère et TC grave.
- Le pronostic de l'arrêt circulatoire est très sombre chez l'hypotherme polytraumatisé malgré les protocoles de réchauffement et les techniques de réanimation circulatoire.

# CONCLUSION

- **Médecins extrahospitaliers: lourde responsabilité !!!**

Décision de la poursuite ou de l'arrêt des manœuvres de réanimation :

**circonstances de l'accident**

**moyens disponibles ou à mettre en œuvre**

**délai écoulé depuis l'accident**

**bilan lésionnel**

**plateau technique de l'hôpital de proximité.**