



**Journée thématique JASP 2004**  
**LES EFFETS DE LA CHALEUR :**  
**ON PEUT LES PRÉVENIR ET LES RÉDUIRE**

---

***PHYSIOPATHOLOGIE DE LA  
CHALEUR ACCABLANTE CHEZ LES  
TRAVAILLEURS ET LA POPULATION  
GÉNÉRALE***

Pierre Deshaies, MD  
*Direction de santé publique Chaudière-Appalaches  
Institut national de santé publique du Québec  
Hôtel-Dieu de Lévis*

Louis Jacques, MD  
*Direction de santé publique de Montréal  
Institut thoracique de Montréal*

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004 1

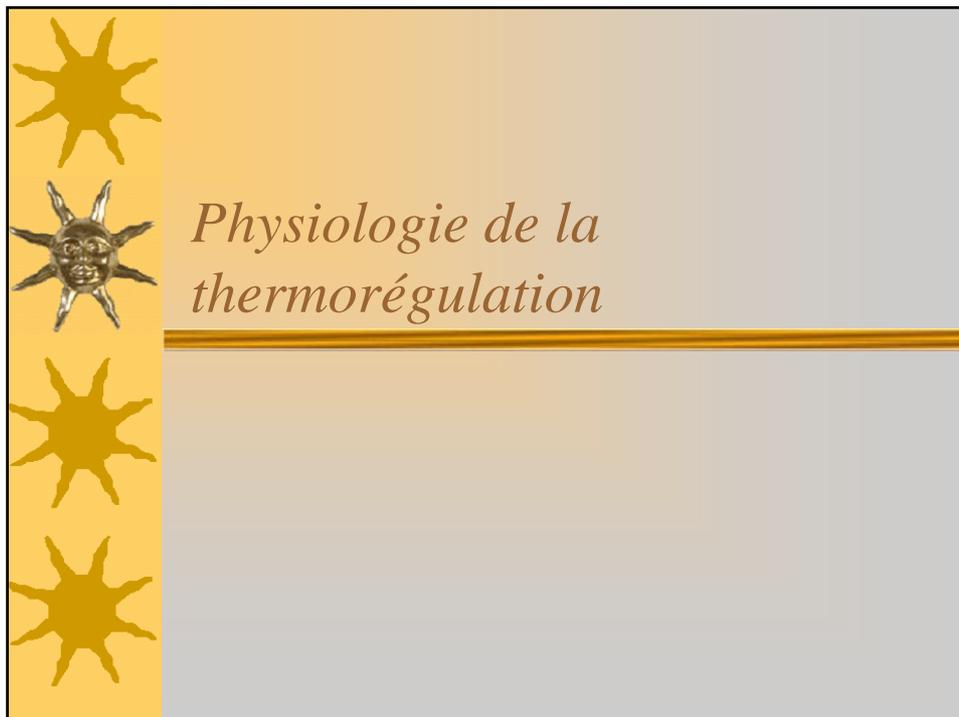


*Plan*

---

- ★ **Physiologie de la thermorégulation**
- ★ **Facteurs de risque associés aux pathologies thermiques**
- ★ **Pathologies thermiques**
- ★ **Effets de la chaleur chez les aînés**
- ★ **Mesures de prévention et leur justification**
- ★ **Conclusion**

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004 2



*Physiologie de la thermorégulation*

- Humain = homéotherme: maintien de la température corporelle centrale 36,5 - 37,5°C
- Balance entre production de chaleur corporelle (chaleur endogène) et échanges de chaleur (chaleur exogène)

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004 4

This slide is similar to the title slide but includes two bullet points. The decorative sun icons and layout are identical to the first slide.



## Physiologie de la thermorégulation

### Chaleur endogène

- Métabolisme basal
- Si travail physique, alors énergie requise ++++ aux muscles = Production de chaleur ++++
- De 75 à 100% de cette énergie est libérée en chaleur



## Physiologie de la thermorégulation

Chaleur exogène: sources de chaleur par rayonnement, air, eau, objets

Échanges de chaleur par :

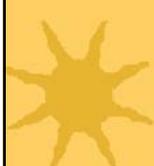
- Rayonnement (ex. : Peau vs soleil, sources radiantes)
- Convection (ex. : Peau vs air)
- Conduction (ex. : Peau vs eau froide, solides)
- Évaporation (ex. : Sueur et respiration vs air)

Importance relative:

Évaporation surtout, conduction négligeable, rayonnement et convection variables



## Physiologie



### ➤ Réponse à la chaleur

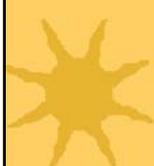
- Adaptations comportementales
- Adaptations physiologiques (thermorégulation)
  - Régulation vasomotrice
  - Régulation sudorale

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004

7



## Thermorégulation



### • Régulation vasomotrice

- Débit sanguin cutané jusqu'à 30% débit cardiaque total
- Débit cardiaque total peut augmenter considérablement
- Pendant activité physique, compétition apport sanguin muscles versus cutané
- Pendant repos, ↓ apport sanguin muscles ⇒ ↑ apport sanguin cutané X 2

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004

8



## Thermorégulation

- **Régulation sudorale**
  - Production de sueur : jusqu'à 2 litres/heure; 15 litres par jour
  - Si température de l'air > 33°C, pas de perte par convection (de 32,2°C + HR >35% à 35°C selon auteurs)
  - Si humidité relative élevée, diminution de perte par évaporation
  - Si vêtement imperméable, convection et évaporation diminuées, voire absentes

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004 9



## Acclimatation

**Acclimatation:** action de s'acclimater; ajustements du corps humain visant à augmenter la tolérance à la chaleur

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004 10



# Acclimatation

**Principaux changements physiologiques:**

- sudation:
  - sudation plus précoce, plus abondante, mieux distribuée et plus finement ajustée aux besoins;
  - diminution concentration en sel;
- cardiovasculaire:
  - diminution de la fréquence;
  - augmentation du débit cardiaque;
  - tension artérielle est plus stable;
- température centrale est moins élevée.

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004 11



## *Facteurs de risque*



## Facteurs de risque

### ★ Environnementaux:

- État et lieu du bâtiment (*îlot urbain, climatisation, ventilation, humidité, isolation, étage, type toit, ...*)
- Caractéristiques de la vague de chaleur (*survenue précoce, durée et intensité de vague, pollution associée, ...*)

### ★ Personnels:

- Âge
- Autonomie sur le plan mental et physique
- État de santé (maladies aiguës et chroniques, Rx, poids)
- Habitudes de vie (alcool, drogue, alimentation, hydratation, activité physique, vêtements)



## Facteurs de risque...

### ★ Sociaux (population générale):

- Isolement social
- Niveau socio-économique

### ★ Professionnels:

- Information
- Charge de travail
- Sources de radiation
- Vêtements protecteurs
- Organisation du travail: pauses, travail lors de périodes moins chaudes, période d'acclimatation, surveillance
- Disponibilité d'eau potable et sels minéraux



## *Pathologies thermiques*

- Miliaire rouge (boutons de chaleur)
- Fatigue transitoire due à la chaleur
- Oedème (ou enflure)
- Crampes
- Syncope
- Épuisement
- Coup de chaleur classique
- Coup de chaleur lié à l'effort physique

Problème de santé (phénomène explicatif)	Signes d'avertissement	Quoi faire
<b>Miliaire rouge</b> (rétention de la sueur par obstruction du canal excréteur)	Éruption cutanée, démangeaison	Hygiène de la peau; consulter un médecin au besoin
<b>Fatigue transitoire due à la chaleur</b>	Impatience, irritabilité, gestes précipités; réduction des performances; réactions émotionnelles diverses	Se reposer dans une ambiance fraîche; boire des liquides
<b>Oedème ou enflure</b> (dilatation des vaisseaux sanguins périphériques)	Enflure des mains, des pieds et des chevilles	Élever les membres enflés; porter des bas support élastique
<b>Crampes</b> (sudation importante ou température élevée, déséquilibre électrolytique)	Spasmes musculaires douloureux (jambes, bras, abdomen); température habituellement normale; sudation profuse	Boire des liquides; ingérer du sel en buvant des liquides légèrement salés au goût (solution à 0,1% NaCl)
<b>Syncope</b> (perte excessive de liquides par la sueur)	Brefs épisodes (quelques secondes à 1-2 minutes) de perte de conscience lorsqu'en position debout (forme bénigne d'épuisement dû à la chaleur); peut survenir à l'arrêt d'un travail physique, surtout les premiers jours de chaleur	S'étendre à l'ombre; élever les jambes plus hautes que le cœur; se reposer; boire fréquemment des liquides en petites quantités; ingérer du sel en buvant des liquides légèrement salés au goût (solution à 0,1% NaCl)
<b>Épuisement dû à la chaleur</b> (réduction excessive du volume sanguin circulant, parfois liée à la perte excessive de liquides et d'électrolytes par la sueur)	Faiblesse graduelle, nausée, anxiété, sudation excessive, syncope. Peut être confondu avec le coup de chaleur.	S'étendre à l'ombre; se reposer; boire des liquides; ingérer du sel en buvant des liquides légèrement salés au goût (solution à 0,1% NaCl); dans le doute, traiter comme un coup de chaleur
<b>Coup de chaleur classique</b> (impossibilité pour le corps de maintenir un bilan thermique à zéro, c'est-à-dire d'éliminer le surplus de chaleur produit)	<b>Symptômes</b> : fatigue inhabituelle ou malaise généralisé, mal de cœur, mal de ventre, mal de tête, crampes musculaires, frissons, vertige, étourdissements. <b>Signes</b> : confusion mentale (agitation, incohérence, irritabilité, combativité), vomissements, perte d'équilibre, perte de conscience (même en position couchée), peau très chaude et sèche, température corporelle de plus de 40°C	Si une personne éprouve des symptômes de coup de chaleur, elle doit immédiatement prévenir son entourage, son superviseur ou un secouriste, se reposer à l'ombre ou dans un endroit frais sous surveillance et boire de l'eau jusqu'à récupération complète. Si elle ne récupère pas complètement ou qu'elle présente un des signes de coup de chaleur, il y a danger de mort. C'est une <b>URGENCE MÉDICALE</b> . Le Pronostic dépend de la précocité du traitement. Immédiatement alerter les premiers secours, les secouristes et le 911, en attendant les secours: * transporter la personne à l'ombre ou dans un endroit frais; * lui enlever ses vêtements; * asperger son corps d'eau; * faire le plus de ventilation possible; * si la personne est consciente et lucide, lui donner de l'eau fraîche en petites quantités
<b>Coup de chaleur lié à l'effort physique</b> (impossibilité pour le corps de maintenir un bilan thermique à zéro, c'est-à-dire d'éliminer le surplus de chaleur produit)	<b>Symptômes</b> : fatigue inhabituelle ou malaise généralisé, mal de cœur, mal de ventre, mal de tête, crampes musculaires, frissons, vertige, étourdissements. <b>Signes</b> : confusion mentale (agitation, incohérence, irritabilité, combativité), vomissements, perte d'équilibre, perte de conscience (même en position couchée), peau très chaude et sèche, température corporelle de plus de 40°C	



## Définition clinique du coup de chaleur

---

### Par définition:

- Température corporelle centrale > 40°C (40,6 à 41,1)
  - ET
- Dysfonctionnement du système nerveux central (léthargie, confusion, delirium, convulsion, coma)

### Deux types de coup de chaleur

- CLASSIQUE
  - Surtout chez les personnes âgées, jeunes enfants, personnes avec maladies chroniques ...
- LIÉ À L'ACTIVITÉ PHYSIQUE :
  - Athlètes, militaires, travailleurs

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004

18



## Coup de chaleur

- Urgence médicale (létalité élevée 40% ou + selon les auteurs)
- Survenue peut être rapide (minutes)

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004 19



## Coup de chaleur

- Symptômes
  - • crampes musculaires;
  - • frissons;
  - • mal de cœur;
  - • mal de ventre;
  - • étourdissements, vertiges;
  - • fatigue inhabituelle ou malaise généralisé;
  - • mal de tête;
- • vision embrouillée, perte vision périphérique;
- • drôle de goût, tremblement des mains;
- • sensation de grippe («flu-like symptoms»)

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004 20



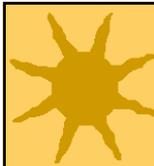
## *Coup de chaleur...*

### ➤ Signes

- • confusion, délire;
- • incohérence des propos;
- • maladresse au travail, perte de concentration;
- • agressivité, comportement bizarre (comme s'il était drogué);
- • apathie;
- • perte d'équilibre;
- • convulsions;
- • perte de conscience;
- • vomissements;
- • température corporelle élevée (>40°C );
- • pouls rapide; respiration rapide; peau sèche, rouge et chaude (tardivement).

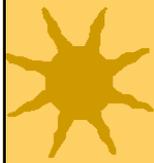
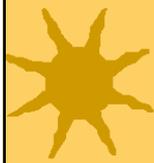
8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004

21

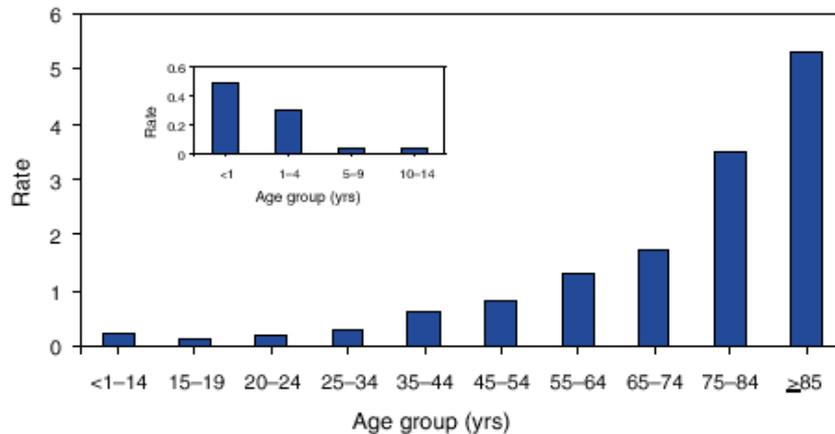


## *Physiopathologie de la chaleur accablante...*

### *... population générale*



**FIGURE 2. Average annual rate\* of heat-related deaths attributed to weather conditions† and exposure to excessive natural heat‡, by age group — United States, 1979–1999**



\* Per million population.

† International Classification of Diseases, Ninth Revision (ICD-9), code E900.0.

‡ ICD-10, code X30.

MMWR, July 5, 2002 / 51(26);567-570



## *Facteurs majeurs*

*(Institut de veille sanitaire de France, 2003)*

- ★ Grand âge (en 2003, 70% des décès sont survenus chez les >75 ans)
- ★ Maladies chroniques
- ★ Perte d'autonomie
- ★ Isolement
- ★ Défavorisation
- ★ Habitat
- ★ Autres facteurs individuels



## *Effets de la chaleur chez les aînés*



- ★ Risque accru de développer les pathologies classiques dues à la chaleur (syncope, épuisement, coup de chaleur) en raison de:
  - Effets dus à la **perte d'autonomie**
  - Effets du **vieillessement** sur la thermorégulation
  - Effets dus aux **maladies existantes** et aux **médicaments**
- ★ Risque accru d'aggravation des maladies existantes (MCV, ACV, maladie respiratoire, rénale, endocrinienne, ...)



## *Mécanismes reliés à l'autonomie*



- ★ Perte d'autonomie sur le plan physique:
  - Pour avoir accès à de l'aide pour les activités quotidiennes, à des soins, ...
  - Pour se rafraîchir ou se déplacer vers des lieux frais ou climatisés
- ★ Perte d'autonomie sur le plan mental:
  - Pour comprendre ce qui se passe
  - Pour prendre des décisions appropriées (face à l'hydratation, à la nécessité de se déplacer vers d'autres lieux, faire appel à de l'aide, ...)



## Mécanismes reliés au vieillissement

- \* Réduction de la perception de la chaleur
- \* Réduction de la perception de la soif
- \* Réduction de la capacité de dilatation du système capillaire sous-cutané
- \* Baisse de la production sudorale (fibrose des glandes sudoripares)
- \* Élévation du seuil de production sudorale
- \* Faible condition physique (faible activité physique et faible réserve cardio-vasculaire)
- \* Accrues par des maladies neurodégénératives

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004

27



## Mécanismes reliés aux médicaments

- \* Facteur contributif
- \* Longue liste: cf Plan de canicule français
- \* Diurétiques: peuvent aggraver la déshydratation
- \* Rx pouvant affecter la thermorégulation
  - centrale (neuroleptiques, ...)
  - Périphérique:
    - Sudation (anticholinergiques, ...)
    - Vasodilatation (vasoconstricteurs, ...)
    - Débit cardiaque (béta-bloquants, ...)
- \* Rx affectant la vigilance (anxiolytiques/hypnotiques)
- \* Rx pouvant altérer la fonction rénale (AINS à forte dose, Rx agissant sur l'angiotensine, sulfa, ...)

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004

28

MÉDICAMENTS SUSCEPTIBLES D'AGGRAVER LE SYNDROME D'ÉPUISEMENT-DESHYDRATATION ET LE COUP DE CHALEUR			
Médicaments provoquant des troubles de l'hydratation et des troubles électrolytiques	Diurétiques, en particulier les diurétiques de l'anse (furosémide)		
Médicaments susceptibles d'altérer la fonction rénale	AINS (comprenant les salicylés > 500 mg/j, les AINS classiques et les inhibiteurs sélectifs de la COX-2) IECA Antagonistes des récepteurs de l'angiotensine II Sulfamides Indinavir		
Médicaments ayant un profil cinétique pouvant être affecté par la déshydratation	Sels de lithium Anti-arythmiques Digoxine Anti-épileptiques Biguanides et sulfamides hypoglycémiants Statines et fibrates		
Médicaments pouvant empêcher la perte calorique	Au niveau central	Neuroleptiques Agonistes sérotoninergiques	
	Au niveau périphérique	Médicaments anticholinergiques (par limitation de la sudation)	- antidépresseurs tricycliques - antihistaminiques de première génération - certains antiparkinsoniens - certains antispasmodiques, en particulier ceux de la sphère urinaire - neuroleptiques - disopyramide - pizotifène
		Vasoconstricteurs	- agonistes et amines sympathomimétiques - certains antimigraux (dérivés de l'ergot de seigle, triptans)
		Médicaments diminuant le débit cardiaque	- bêta-bloquants - diurétiques
Par modification du métabolisme basal	Hormones thyroïdiennes		
MÉDICAMENTS HYPERTHERMISANTS (dans des conditions normales de température ou en cas de vague de chaleur)			
Neuroleptiques Agonistes sérotoninergiques			
MÉDICAMENTS POUVANT AGGRAVER LES EFFETS DE LA CHALEUR			
Médicaments pouvant abaisser la pression artérielle	Tous les antihypertenseurs Les anti-angineux		
Médicaments altérant la vigilance			



## Mécanismes reliés aux maladies existantes

---

- ★ Plusieurs maladies identifiées par les ét. épidémiol.
- ★ Maladies aiguës: infectieuses (↑ T°, déshydratation)
- ★ Maladies chroniques:
  - M cardiaques
  - M respiratoires
  - M cérébrovasculaires
  - M vasculaires périphériques
  - M psychiatriques
  - M neurologiques
  - M endocriniennes
  - M rénales
  - Cancers
  - Autres M

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004 30



## Maladies cardiaques

- ★ Importance du système cardiovasculaire pour la thermolyse
  - ↑ débit vasculaire cutané ► ↑ débit cardiaque
- ★ Insuffisance cardiaque et maladie coronarienne ► adaptation limitée
- ★ Effet aggravé par
  - déshydratation (↓ débit card. et ↑ coagulabilité)
  - certains Rx
  - autres maladies associées, dont artériosclérose périph. (↓ vasodilatation, lésion endothélium vasc.)
- ★ Conséquences:
  - Angine, infarctus, insuffisance cardiaque (et respiratoire)
  - Épuisement dû à la chaleur, coup de chaleur



## ACV

- ★ Risque accru d'ACV:
  - La chaleur peut induire un état d'hypercoagulabilité, causé notamment par la déshydratation (la déshydratation cause l'hémoconcentration, d'où l'augmentation de la viscosité sanguine)
  - L'artériosclérose souvent associée favorise la formation de thrombus (et embolie)
- ★ Risque accru de coup de chaleur
  - Le centre de thermorégulation peut avoir été atteint lors d'un ACV antérieur



## Maladies respiratoires

### ★ Quelques hypothèses:

- Effet dû au smog associé (ex: canicule en France en 2003). Synergie entre chaleur et smog?
- Mécanismes de thermolyse nécessitent une  $\uparrow$  consommation d' $O_2$ ; or, en présence de mal. respiratoire, la capacité d'absorption d' $O_2$  est limitée, d'où l'hypoxémie et ses conséquences (dyspnée, atteinte SNC, ...)
- La dyspnée augmente la production de chaleur (activité musculaire du thorax) et la dose de polluants absorbée
- Maladies cardiaques et respiratoires souvent associées



## Maladies psychiatriques

### ★ Parmi les groupes les plus vulnérables:

- Wisconsin, 1995 et Chicago 1999: près de la moitié des décès <65 ans avaient des troubles mentaux;
- France, 2003: 41% décès <60 ans et 30% >60 ans en institution souffraient de maladies mentales

### ★ Mécanismes :

- problèmes de compréhension et décision
- Isolement social
- médicaments (neuroleptiques, antidépresseurs, lithium)
- perturbations dans la neurotransmission affectant la thermorégulation? (dépression et schizophrénie)

### ★ Les maladies psy. peuvent aussi s'aggraver



## Mesures préventives et leur justification



## Climatisation

- ★ La mesure préventive démontrée la plus efficace (Kilbourne, Semenza):
  - Présence A/C: ↓ mortalité >70%
  - Passer qqes hres A/C: ↓ mortalité >50%
- ★ Mesure essentielle lorsque les capacités d'adaptation des personnes sont très réduites
- ★ Permet de réduire la température et l'humidité (facteur crucial pour l'évaporation)
- ★ NB. Perceptions négatives associées à A/C chez les personnes âgées

8es Journées annuelles de santé publique - Montréal - le 30 novembre 2004 36



## Apport d'eau et sels

- ★ Mesure préventive démontrée efficace et mesure thérapeutique souvent essentielle
- ★ Déshydratation:
  - mécanisme impliqué dans les pathologies dues à la chaleur et plusieurs maladies aggravées par la chaleur
  - facteur très prévalent chez les aînés (1/3)
- ★ Boire avant de ressentir la soif et ce, régulièrement (sauf si contre-indication médicale) en fonction de l'activité physique
- ★ Sapidité (envie de boire) accrue si la boisson est légèrement sucrée/salée et fraîche (12-15°C)



## Usage des ventilateurs

- ★ Peut augmenter le confort, mais la prudence est recommandée ...
- ★ Programmes de distribution de ventilateurs n'ont pas été démontrés efficaces lors de vague de chaleur
- ★ L'efficacité de la ventilation diminue à mesure que la T° ambiante se rapproche de la T° peau et au-dessus de celle-ci, elle risque de l'augmenter (seuil de T° ambiante souvent cité: 35°C)



## *Autres mesures préventives*

- ★ Réduire la production endogène de chaleur:
  - Réduire ou reporter l'activité physique (sauf si déjà minimale!)
- ★ Réduire l'exposition aux radiations:
  - Réduire le temps à l'extérieur, port du chapeau, vêtements pâles, fermer les stores des fenêtres
- ★ Accroître la convection et l'évaporation:
  - Porter peu de vêtements ou v. légers, courant d'air ou ventilateur selon la T° intérieure vs extérieure
- ★ Accroître la conduction:
  - Bains ou douches à l'eau fraîche
- ★ Réduire la déshydratation
  - Éviter l'alcool, la caféine, les boissons très sucrées



## *Autres mesures ...*

- ★ Contrer la perte d'autonomie
  - via les proches (d'où le message dans les campagnes publiques)
  - Ou via le système public (programme d'actions selon le niveau de veille ou d'alerte)
- ★ Agir sur l'organisation du travail et autres facteurs de risque professionnels



## *Conclusion*

- ★ Importance de la vasodilatation périphérique et de l'évaporation de la sueur comme mécanismes de thermolyse
- ★ Importance des apports en eau (et sels)
- ★ Importance d'un lieu confortable et déshumidifié pour les personnes avec réserve limitée



## *Quelques références*

- ★ Plan national canicule, Ministère de la santé et de la protection sociale et Ministère délégué aux personnes âgées France, 5 mai 2004
- ★ Impact sanitaire de la vague de chaleur d'août 2003 en France. Bilan et perspectives, Institut de veille sanitaire, octobre 2003
- ★ Heat-waves: risks and responses, Health and Global Environmental Change, Series no. 2 WHO Europe, 2004
- ★ Heat-related Illness During Extreme Weather. Report 10 of the Council on Scientific Affairs (A-97), AMA, June 1997



## Références ...

- ★ Chaleur accablante, «Docteur, il fait chaud pour mourir!» Prévention en pratique médicale, Direction de santé publique de Montréal, Juin 2004, 4 p.
- ★ Bouchama A, Knochel JP. Heat stroke, NEJM, Vol. 346, No. 25, June 20, 2002, 1978-88
- ★ Kilbourne EM. Illness Due to Thermal Extremes, in Maxcy-Rosenau-Last Public Health & Preventive Medicine, Appleton & Lange, 1998
- ★ Semenza JC *et al*: Heat-related Deaths During the July 1995 Heat Wave in Chicago, NEJM, Vol. 335, No. 2, July 11, 1996, 84-90



## Références ...

- ★ Environmental Protection Agency, « A Guide to Heat Stress in Agriculture », U.S. EPA, 1993
- ★ Guide de prévention des coups de chaleur, CSST, DC200-16184, mars 2004
- ★ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of The Threshold Limit Values for Physical Agents, 7th ed, 2001
- ★ Schreiber L. et al. Contraintes et confort thermiques. *in* Manuel d'hygiène du travail. Du diagnostic à la maîtrise des facteurs de risque, AQHSST, Modulo Griffon, 2004, chapitre 11



## *Références ...*

- ★ Deshaies P. et al. Attention ! Au Québec, au moins quatre travailleurs sont morts par coup de chaleur ces deux dernières années, *Le médecin du Québec*, 2003;38(7):91-92.