

37^e

Journées Nationales
de Santé au Travail
dans le BTP - Tours



Laurence ROBERT

Evaluation de l'exposition à la chaleur par la démarche ATP

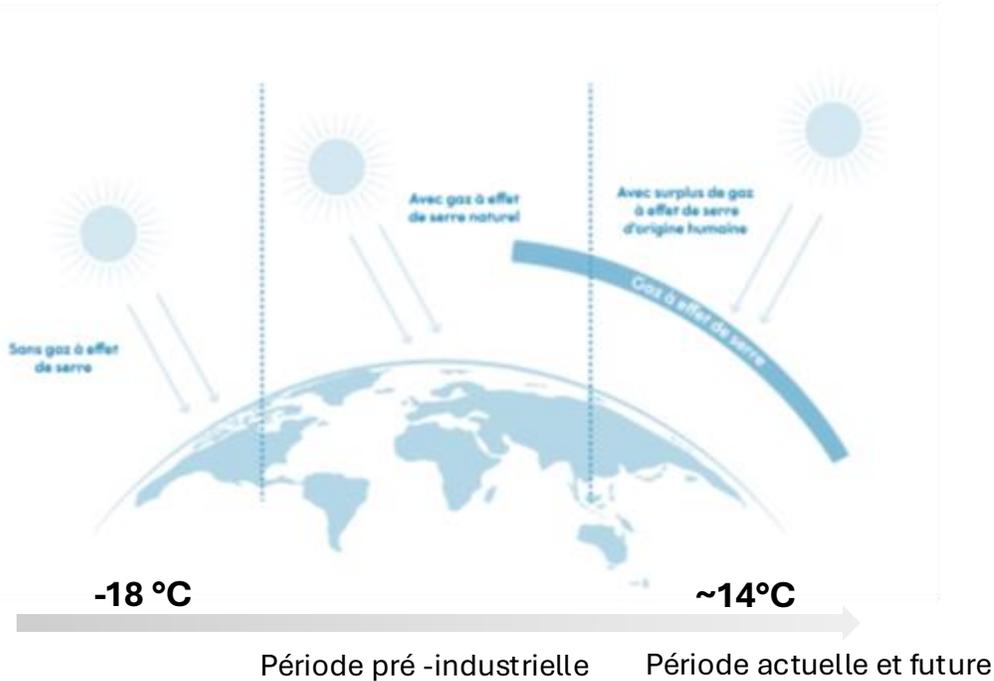
SESSION 4 – Quelle prévention en santé au travail ?



01

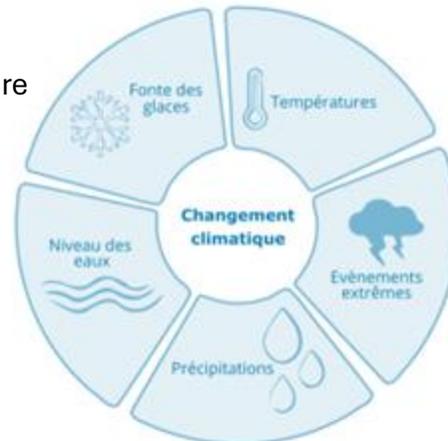
Quelques éléments de contexte

Eléments de CONTEXTE

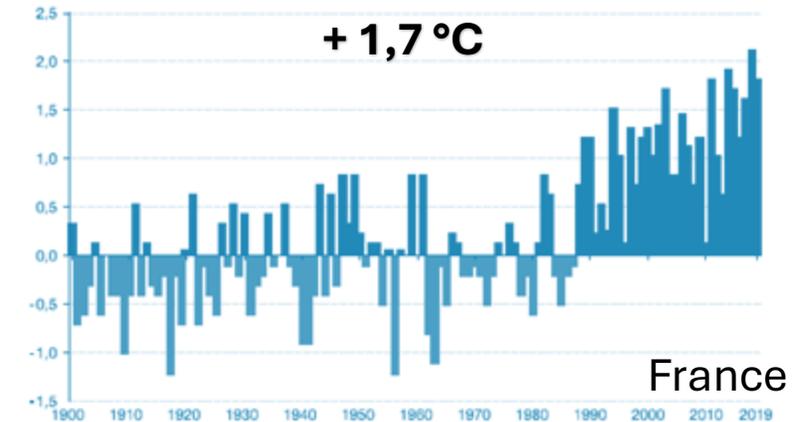


Changement climatique

~16 à 20 °C



Augmentation des températures et réchauffement



Augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes

↳ Rare intensité & sinistralité

- **Canicules**
- Sécheresses
- Inondations
- Incendies
- Ouragan
- Vents violents
- Vagues de froid



Eléments de CONTEXTE



RAPPEL : L'exposition à la chaleur peut conduire à un **accident MORTEL**



⇒ Chiffres de Santé Publique France fournis par la DGT

« En lien possible avec la chaleur »



Phénomène
météorologique

2019

2020

2021

2022

2023

2024

2 périodes
de
canicule

3 vagues de
chaleur dont
1 sévère

1 vague de
chaleur sans
canicule

3 périodes
de canicule

4 périodes
de canicule

2 vagues de
chaleur



AT mortel en lien
possible avec la
chaleur

10

12

Pas de
déclaration

7

11

7



Sous Estimation

39 et 54 ans
Que des
travailleurs
extérieurs

19 et 70 ans
50%
travailleurs
BTP

39 et 71 ans
6/7
travailleurs
BTP & agricole



➔ Sur la base des **rapports annuels 2022 & 2023** de l'assurance maladie - **Risque professionnel**

Risques à l'origine des AT	Décès %* 2022	Décès en % en 2023
Manutention manuelle	13 % – 19 %	17-19%
Chutes de plain-pied	6 % – 7 %	7%
Chutes de hauteur	17 % – 19 %	15%
Outillage à main	0,3 % – 0,6 %	1 %
Agressions (y compris par animaux)	5 % – 7 %	2 %
Risque routier	20 % – 21 %	24-25 %
Manutention mécanique	1 %	3%
Risque machines	1 %	0,4 – 0,7%
Risque chimique	1 %	0,4 – 0,7%
Autres risques	23 % – 28 %	24-27 %
Risque physique dont risque électrique	3 % – 4 %	1-2 %
Autres véhicules de transport	0 % – 0,6 %	0-0,7 %
Sous-total avec un risque identifié**	40 % – 47 %	35-39 %
AT sans risque identifié**	53 % – 60 %	61-65 %

➔ **759** décès : tout risque confondu en 2023

➔ **421** décès sans risque identifié : **> 60 %**

Plus de 60% des décès n'ont pas de risque identifié. Il s'agit pour l'essentiel de décès par malaise non couvert par les codifications

➔ Risque thermique **non codifié**

➔ **Pas de conclusion possible pour la chaleur – Risque nettement sous estimé**



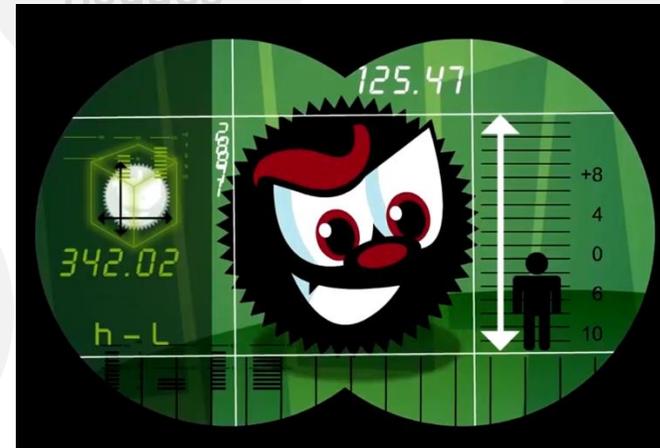
02

L'ATP, une démarche
d'évaluation de l'exposition à la
chaleur

RAPPEL : Respecter les 9 PRINCIPES GENERAUX de PREVENTION

[art. L. 4121-2 du Code du travail](#)

② - **Evaluer les risques** : apprécier l'**exposition** au danger et l'**importance du risque** afin de **prioriser** les actions de prévention à mener



re les
risque



Evaluation du risque à la chaleur : 2 possibilités mais 2 situations

Situation 1

- La durée du poste de travail est **supérieure à 1 heure**
- Le salarié porte des vêtements et/ou des **EPI « classiques »**
- Les conditions de travail sont **stables** et **non extrêmes** (température & humidité) avec $T_{a,s} \leq 50^\circ\text{C}$

Possibilité 1

On peut réaliser une **étude de poste** basée sur la démarche **ATP, astreinte thermique prévisible**

- Caractérisation de l'environnement de travail
- BILAN THERMIQUE du CORPS
- Prédiction des astreintes que subirait le corps
 - **température centrale**
 - quantité de **perte hydrique**

A partir de d'astreintes acceptables pour le corps, l'ATP renvoie une **DLIM d'exposition** à ce poste de travail

Possibilité 2

On peut mettre en œuvre des **mesures physiologiques** et des **évaluations subjectives**



- Fréquence cardiaque
- Sueur perdue
- Température centrale
- Température cutanée



Ces données physiologiques permettent d'évaluer si le poste de travail crée une astreinte thermique

Situation 2

- La durée du poste de travail est **inférieure à 1 heure**
- Le salarié porte des **vêtements spéciaux** : étanches, très isolants, réfléchissants....
- Les conditions de travail sont **instables** et **extrêmes** avec $T_{a,s} > 50^\circ\text{C}$

Seules les mesures physiologiques permettent d'évaluer la situation !!

La démarche ATP : De quoi s'agit-il ?

AASTREINTES
TTHERMIQUES
PPREVISIBLES

Permet de répondre à la question

Dans une situation de travail à la chaleur donnée : quelles astreintes physiques subirait le corps ?

CARACTERISATION de l'ENVIRONNEMENT et la TACHE de TRAVAIL

L'homme ↔ homéotherme (36,5 à 37,5 °C)

Les conditions climatiques environnantes

- La température de l'air
- La présence de vent (vitesse d'air)
- Rayonnement solaire ?
- L'humidité de l'air

Les exigences du poste de travail

- **L'activité physique** nécessaire
- Les **vêtements** et/ou EPI portés

1

Mise en place d'une METROLOGIE



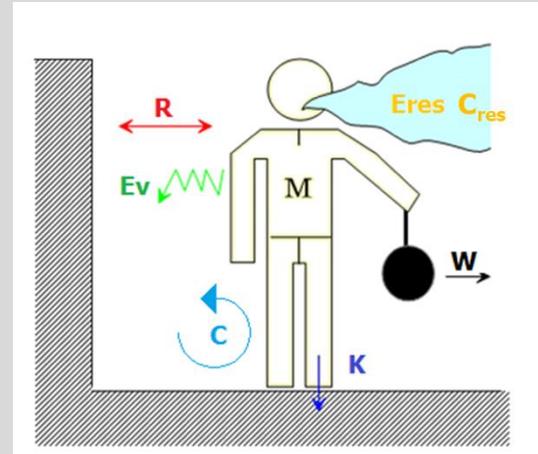
La démarche ATP : De quoi s'agit-il ?

2

ETUDE du BILAN THERMIQUE du CORPS dans l'environnement

Différents échanges de chaleur mis en jeu

- Métabolisme d'activité **M**
- Convection **C**
- Rayonnement **R**
- Conduction **K**
- Echanges par la respiration **E_{res}, C_{res}**
- Evaporation de la sueur **Ev**



$$\boxed{M - W} + \boxed{+/- K +/- C +/- R} - \boxed{E_v} - \boxed{E_{res} +/- C_{res}} = S$$

ACTIVITE du SUJET

ENVIRONNEMENT

CORPS
SUEUR
RESPIRATION

« S » : terme accumulation

Plus ce bilan est **positif**, plus importante est la **contrainte thermique**



La démarche ATP : De quoi s'agit-il ?

ANALYSE de la SITUATION à partir du BILAN THERMIQUE

- Quelle augmentation de la **température centrale** cela engendre-t-il ?
- Quelle quantité de **perte hydrique** pour le sujet exposé ?

En fonction de **S** ⇒ par calcul, on prédit les **astreintes subies par le corps**

NORME NF EN ISO 7933	Limites d'astreintes acceptables pour le corps	
	ayant accès à l'EAU	n'ayant PAS accès à l'EAU
Seuil d'élévation de température centrale	38 °C	38 °C
Seuil de pertes hydriques	5% de la masse du sujet	3 % de la masse du sujet

COMPARAISON

3



La démarche ATP : De quoi s'agit-il ?

ANALYSE de la SITUATION à partir du BILAN THERMIQUE

- Quelle augmentation de la **température centrale** cela engendre-t-il ?
- Quelle quantité de **perte hydrique** pour le sujet exposé ?

En fonction de **S** ⇒ par calcul, on prédit les **astreintes subies par le corps**

COMPARAISON

Limites d'astreintes acceptables pour le corps

3

Limites de prévention INRS- CARSAT

Légèrement plus contraignantes que la norme

- élévation de température 37,8 °C (au lieu de 38°C)
- 5 % de la masse de sueur plafonnée à 3kg

A partir de ces seuils, l'ATP renvoie une
Durée Limite d'exposition

**DLim
chaleur**

**DLim
hydrique**

**Durée Limite
d'Exposition**

Minimum des 2 DLim

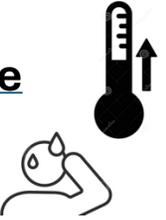


La démarche ATP : « Récap' »

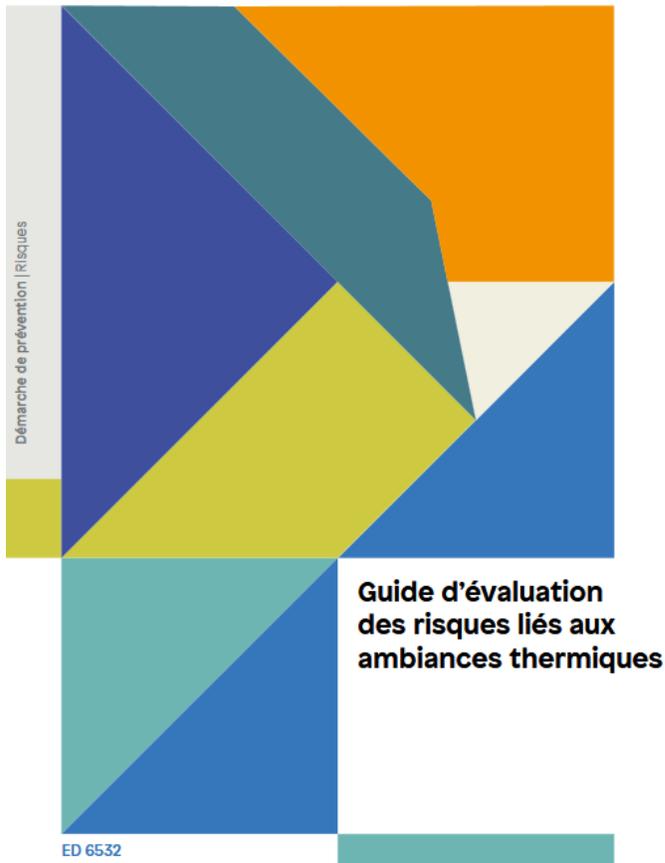
SYNTHESE

- La démarche ATP signifie : **Astreinte Thermique Prévisible**
- Elle permet **d'évaluer une situation d'exposition à la chaleur** en prédisant les **astreintes subies par le corps**
 - ⇒ Elévation de la température centrale
 - ⇒ Quantité de sueur perdue
- Elle est basée sur le **bilan thermique du corps** dans son environnement de travail
- Elle nécessite de savoir caractériser par des mesures l'environnement du travail : **Métrologie**
 - ④ Température de l'air , Température moyenne de rayonnement, Humidité de l'air et sa vitesse
- Elle nécessite **l'observation du poste de travail** pour estimer 2 grandeurs propres au salarié
 - ② Métabolisme & Isolement de la tenue de travail
- Elle renvoie une **Durée Limite d'Exposition** dès lors que les valeurs seuil d'astreintes sont atteintes
 - ⇒ $D_{lim_{chaleur}}$ relative à l'élévation de température centrale acceptable
 - ⇒ $D_{lim_{hydrique}}$ relative à la quantité de sueur perdue acceptable

} **Plus petite des deux grandeurs**
- Elle est décrite dans la norme **NF EN ISO 7933:2023** mais est traduite dans le guide INRS **ED 6532** paru en novembre 2024
- Un outil est disponible pour les calculs car ils sont non triviaux : **outil 152**



- Parution conjointe en novembre 2024
- Guide ED 6532
- Outil 152
- Disponibles sur le site INRS : www.inrs.fr
- 3 Démarches d'évaluation : Situations à la chaleur , au froid et en inconfort global ou local



 Télécharger l'outil

Ambiances thermiques : outil d'évaluation

Evaluation de la contrainte ou de l'inconfort lié aux ambiances thermiques

OUTIL

Cet outil a pour but, selon différentes ambiances thermiques, d'évaluer quels seraient la contrainte ou l'inconfort pour un salarié. En cas d'exposition à la chaleur, la démarche préconisée dans cet outil est celle de l'ATP qui repose sur l'astreinte thermique prévisible subie par un salarié. En cas de travail en ambiance froide, l'évaluation repose sur l'IREQ, isolement requis de la tenue de travail nécessaire pour éviter toute contrainte. Enfin en situation proche du confort, la démarche proposée se base sur les indices PMV-PPD qui permettent de renseigner le pourcentage de personnes ayant trop chaud ou trop froid dans l'environnement évalué.

Référence INRS	outil152
Nature	Logiciel à télécharger
Date de publication	11/2024



03

Exemple d'application

Exemple d'application à un travailleur du BTP

Méthodologie :

- 1 on étudie sur une **période de travail de 8h soit 480 min**
- 2 On juge de la contrainte à partir :
 - Des valeurs d'astreinte
 - De la réduction de temps de travail



- Homme, 80 kg , 1,80 m
- Non acclimaté
- Ayant accès à l'eau
- Peu de vent ($V_a : 0,3 \text{ m/s}$)
- Temps sec (HR = 30 %)

ISO 9920
Caleçon chemise
MC pantalon léger
chaussure
chaussette fine et
casque

ISO 8996
Marche à 3km/h
Observation /
discussion /
contrôle

DLim chaleur

DLim hydrique



Travail à l'ombre, tâche légère

Ta : 30°C
Tr : 35°C
I : 0,7 clo
M : 100 W/m²



T_{corps} 37,3°C

480 min

1,9 kg sueur

480 min



Travail en plein soleil

Ta : 30°C
Tr : 60°C
I : 0,7 clo
M : 100 W/m²



T_{corps} 37,4°C

480 min

3,8 kg sueur

379 min



Travail au soleil & ↗ température

Ta : 38°C
Tr : 60°C
I : 0,7 clo
M : 100 W/m²



T_{corps} 37,4°C

480 min

5 kg sueur

291 min



Limite perte hydrique atteinte = Pas de nouvelle exposition



Exemple d'application à un travailleur du BTP



Marche à 3km/h
Observation /
discussion /
contrôle



Travail à l'ombre, tâche légère

Ta : 30°C
Tr : 35°C
I : 0,7 clo
M : 100 W/m²



T_{corps} **37,3°C**

480 min

1,9 kg sueur

480 min

DLim chaleur

DLim hydrique



Tâche de travail + exigeante

Ta : 30°C
Tr : 35°C
I : 0,7 clo
M : 170 W/m²



T_{corps} **37,6°C**

480 min

4,3 kg sueur

343 min



Port de seaux +
montée d'escaliers
+ posage de briques



Rayonnement et chaleur et travail + dur

Ta : 38°C
Tr : 60°C
I : 0,7 clo
M : 170 W/m²



T_{corps} **41,2°C**

41 min

9,4 kg sueur

158 min



Mais l'ATP : une démarche « expert »

- Elle nécessite une **métrologie** non courante
 - ⇒ Globe noir pour la température de rayonnement
- Le **métabolisme** : une grandeur primordiale mais difficile à estimer
 - ⇒ Basée sur l'observation des tâches effectuées au poste de travail - aide de calcul proposée selon la Norme 8996
- Détails à fournir sur la **tenue de travail** peu accessibles et généralement peu connus du préventeur
 - ⇒ Emissivité du vêtement, indice de perméabilité, fraction du corps recouverte
- **Acclimatation** : une notion complexe
- Renseigner une **corpulence** (taille-poids) ⇒ Attention facilement « discriminatoire »



04

Perspectives

➔ PROPOSITION

- Outil de sensibilisation
- Simple d'utilisation et accessible
- Outil basé sur la démarche ATP (Norme 7933)
- Pas de Durée Limite mais des classes de risques assorties d'un message de prévention



Non encore défini

➔ CADRE

- Uniquement TRAVAIL EXTERIEUR & à la CHALEUR

➔ PUBLIC

- Toute entreprise – spécifiquement PME & PMI n'ayant pas la métrologie et savoir-faire
- Toute entreprise dont le risque à la chaleur n'est pas identifié en 1^{ère} intention

➔ PARTIS PRIS

- Simplification dans les paramètres d'entrée du modèle de référence:
ATP

DILEMNE

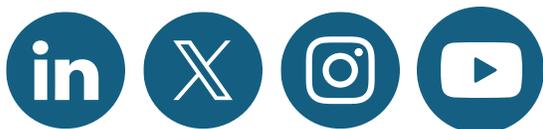
➔ **Simplifier l'outil 152 existant mais rester SECURITAIRE**

➔ **Etre SECURITAIRE mais ne pas conduire à des DGI injustifiées**





Merci de votre
attention



Notre métier,
rendre le vôtre plus sûr

www.inrs.fr



L' **Evaporation de la sueur E_v** -
mécanisme participant au refroidissement du corps



Le **Rayonnement R**
Chaleur échangée avec les surfaces environnantes sans contact



Le **Métabolisme M**
Chaleur produite par le corps en réponse à une activité physique



Les échanges de chaleur par la **respiration C_{res}** ,
 E_{res}
(chaleur & humidité)



La **Convection C**
Echange de chaleur entre le corps et l'air environnant



La **Conduction K**
Echange de chaleur par contact du corps avec un objet

