



**Les ambiances physiques de travail :
Bruit, thermique, éclairage
Stratégie d'intervention et de prévention**

Alain Piette, Ergonome Européen

**Attaché SPF Emploi, Travail et Concertation sociale
DG Humanisation du travail**

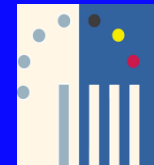
Email: alain.piette@emploi.belgique.be

Site : <http://www.emploi.belgique.be/>

Stratégie de gestion des risques professionnels



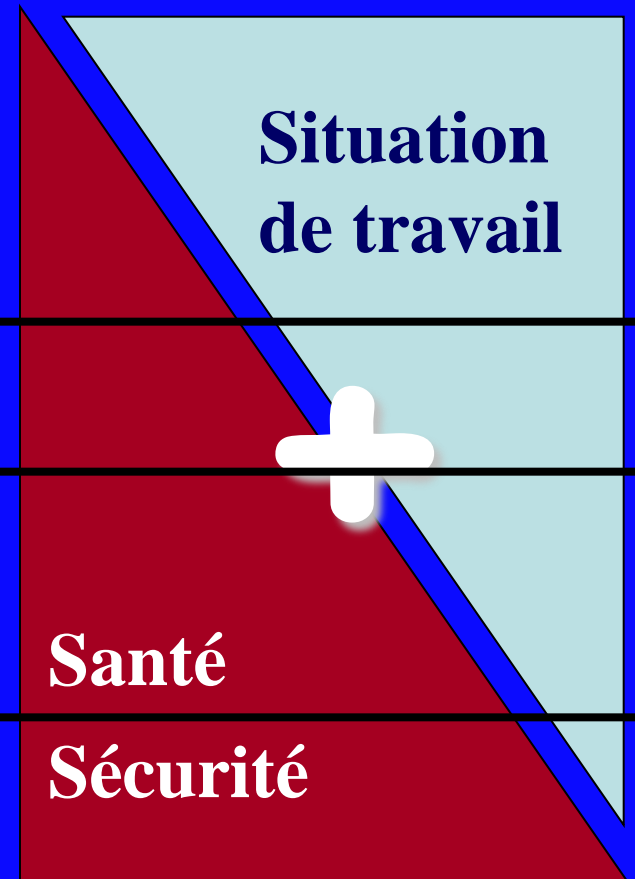
Avec le soutien



www.sobane.be

Partenaires Santé-Sécurité

- Salariés
- Management
- Préventeurs internes
- Médecins du travail
- Hygiénistes du travail
- Ergonomes
- Experts



Stratégie SOBANE

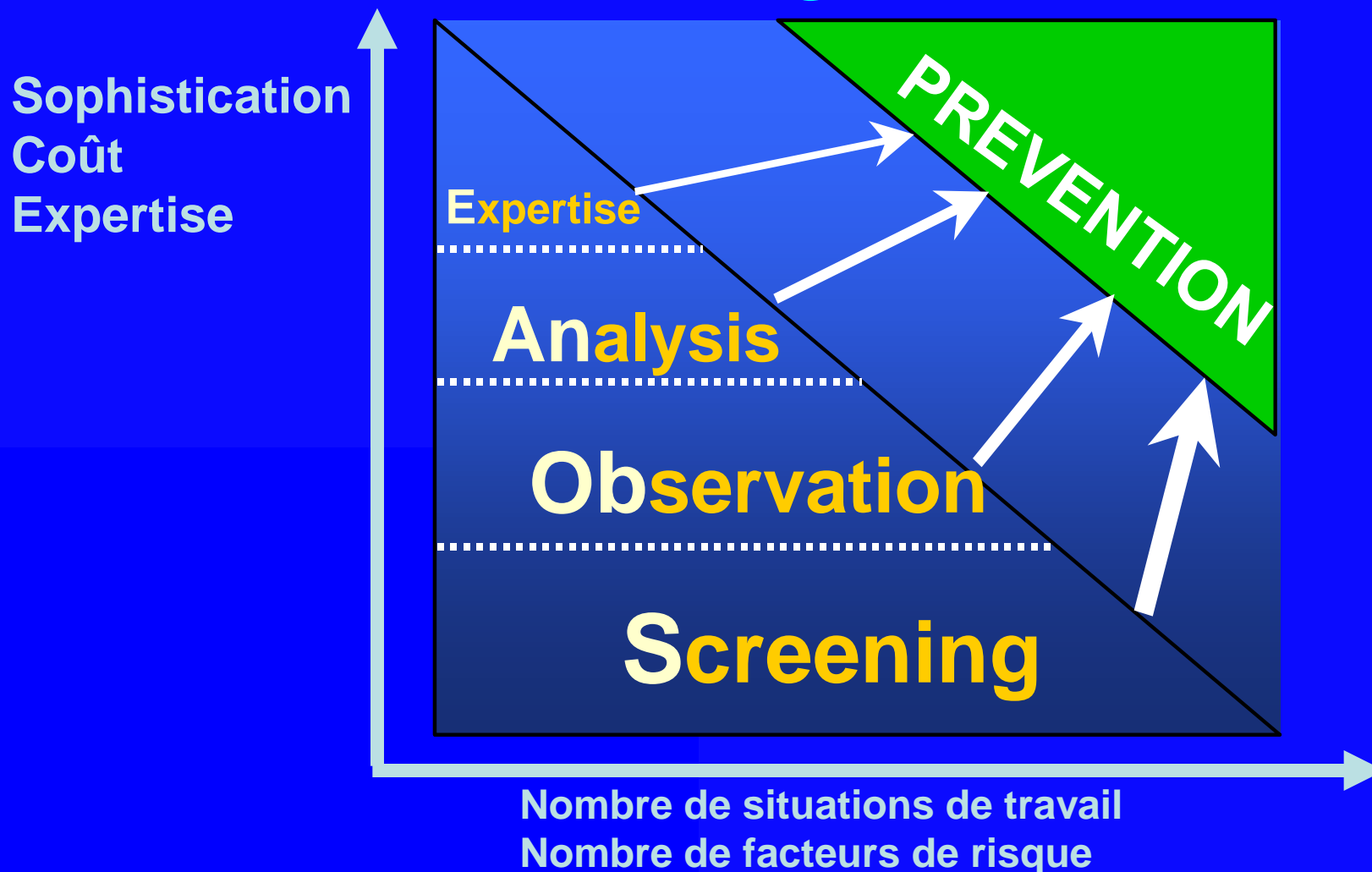
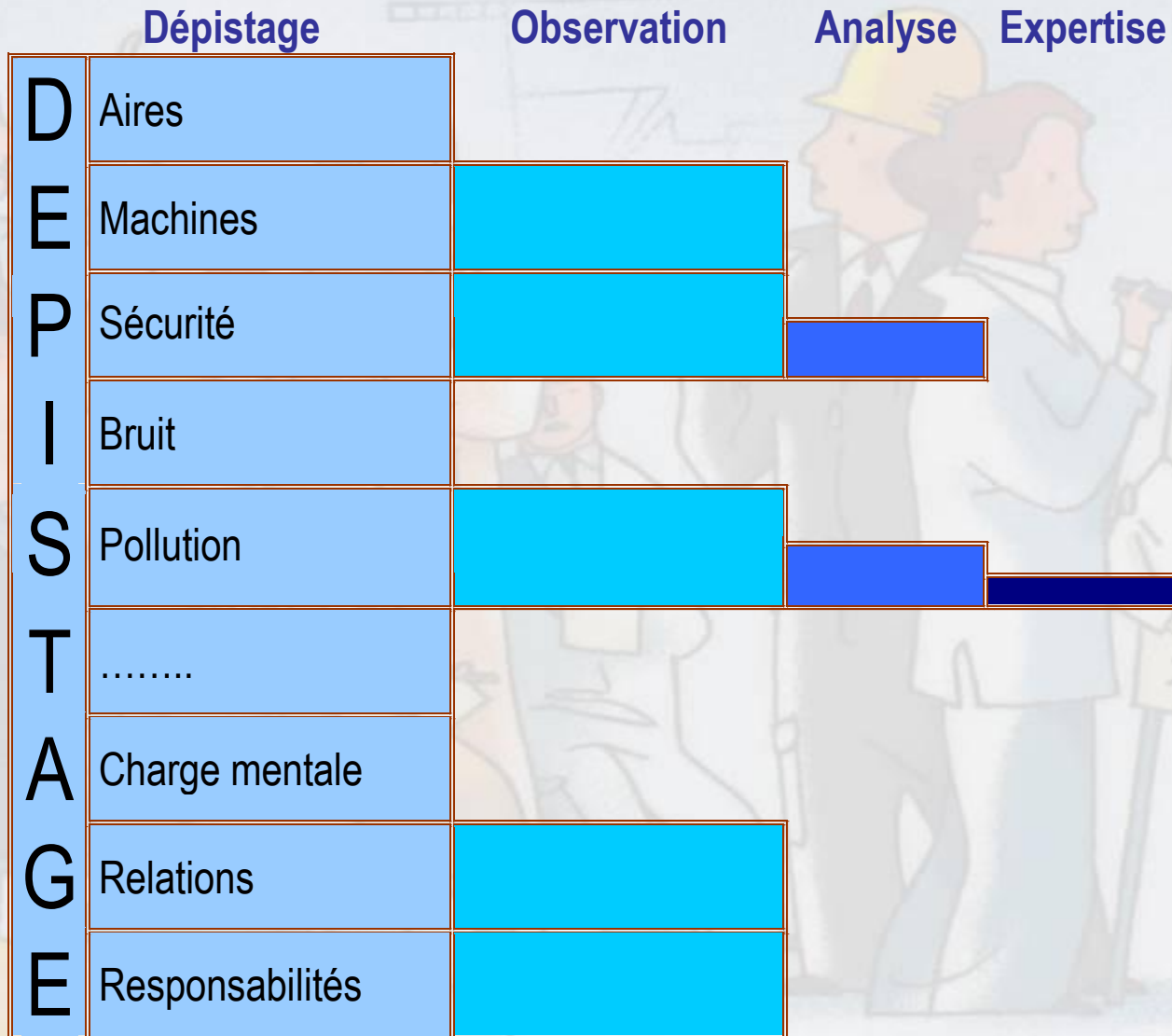
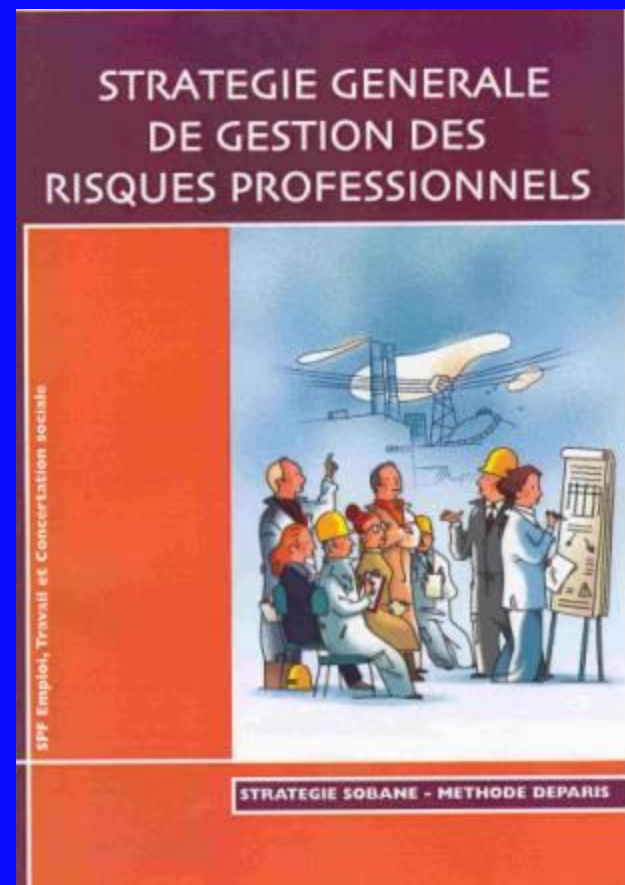
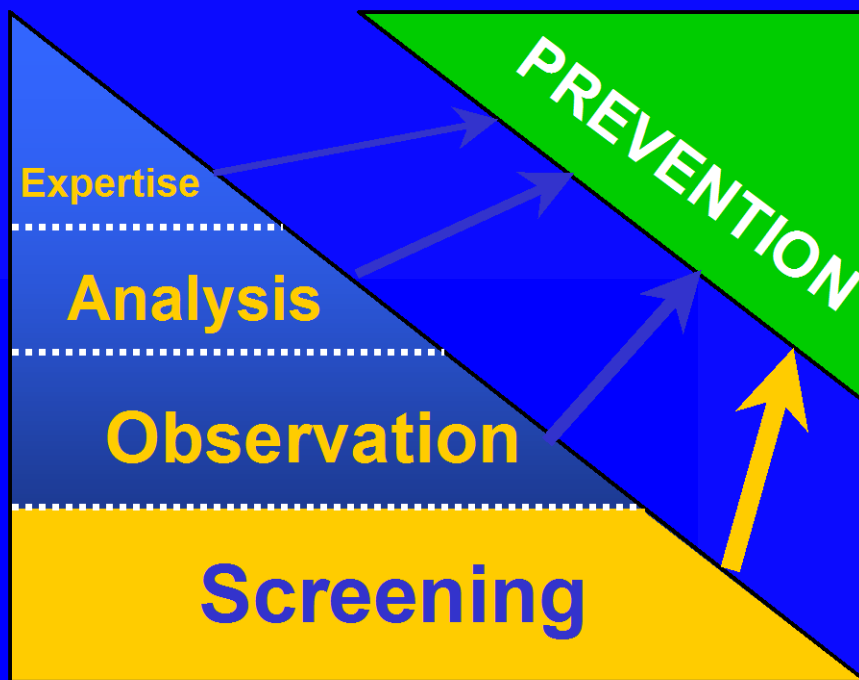


Schéma général de la gestion des risques



Niveau 1: Dépistage













































Guide de concertation Déparis



[site](#)

Déparis

18 tableaux, 18 facettes de la situation de travail

Situation de travail:			
1. Les locaux et zones de travail			
2. L'organisation du travail			
3. Les accidents de travail			
4. Les risques électriques et d'incendie			
5. Les commandes et signaux			
6. Le matériel de travail, les outils, les machines			
7. Les positions de travail			
8. Les efforts et les manutentions			
9. L'éclairage			
10. Le bruit			
11. L'hygiène atmosphérique			
12. Les ambiances thermiques			
13. Les vibrations			
14. L'autonomie et les responsabilités individuelles			
15. Le contenu du travail			
16. Les contraintes de temps			
17. Les relations de travail au sein du personnel et avec la hiérarchie			
18. L'environnement psychosocial			

Les locaux et zones de travail

A discuter

Les ateliers, bureaux et zones de travail

- ◇ De taille moyenne et personne n'est isolé

Les voies de circulation (pour personnes et véhicules)

- ◇ Assez larges, bien délimitées par des lignes
- ◇ Non encombrées par des objets, caisses, palettes...
- ◇ Bonne visibilité

Les accès aux zones de travail

- ◇ Faciles, directs et de largeur suffisante (> 80 cm)

L'encombrement: rangement et ordre satisfaisants

Les espaces de rangement

- ◇ Suffisants (classeurs, armoires...) et facilement accessibles

L'entretien technique et ménager

- ◇ Locaux bien et régulièrement entretenus, agréables

Les déchets

- ◇ Triés et évacués correctement
- ◇ Conteneurs adéquats et en nombre suffisant

Les sols

- ◇ En bon état, de niveau, solides, non glissants

Les locaux sociaux

- ◇ Douches, toilettes, vestiaires, réfectoire...
- ◇ De taille suffisante, confortables et bien équipés

Les issues de secours

- ◇ Libres, bien visibles
- ◇ Signalées par les pictogrammes adéquats



















Qui peut faire quoi de concret et quand?

Aspects à étudier plus en détail:



Synthèse Déparis

Synthèse de l'étude Déparis de l'imprimerie

1. Les locaux et zones de travail	
2. L'organisation du travail	
3. Les accidents de travail	
4. Les risques électriques et d'incendie	
5. Les commandes et signaux	
6. Le matériel de travail, les outils, les machines	
7. Les positions de travail	
8. Les efforts et les manutentions	
9. L'éclairage	
10. Le bruit	
11. L'hygiène atmosphérique	
12. Les ambiances thermiques	
13. Les vibrations	
14. L'autonomie et les responsabilités individuelles	
15. Le contenu du travail	
16. Les contraintes de temps	
17. Les relations de travail au sein du personnel et avec la hiérarchie	
18. L'environnement psychosocial	

Synthèse Déparis

N°	QUI?	QUOI?	Coût	QUAND?	
				Projeté	Réalisé
1	Travailleurs	<ul style="list-style-type: none"> Evacuer les caisses, palettes, charrettes au fur et mesure 	0	-/-/-	-/-/-
2	Travailleurs	<ul style="list-style-type: none"> Ranger la zone de travail tous les jours 	0	-/-/-	-/-/-
3	Travailleurs	<ul style="list-style-type: none"> Mettre la palette de papier de réserve de l'autre côté du couloir en face de la relieuse 	0	-/-/-	-/-/-
4	Entretien	<ul style="list-style-type: none"> Reculer l'armoire pour porter le passage vers la relieuse à 70 cm 	0	-/-/-	-/-/-
5	Travailleurs	<ul style="list-style-type: none"> Porter la réserve de papier à 2 palettes pour satisfaire aux besoins d'une journée entière 	0	-/-/-	-/-/-
6	Conseiller P	<ul style="list-style-type: none"> Déterminer le type et le volume de l'extincteur 	0	à approfondir	
7	Travailleurs	<ul style="list-style-type: none"> Légères fuites de poussières et poudres de toner lors du rechargement: aspirer et nettoyer le local plus fréquemment. 	0	-/-/-	-/-/-
8	Direction	<ul style="list-style-type: none"> Déterminer des priorités dans les tâches. Tout est urgent 	0	à approfondir	
9	Direction	<ul style="list-style-type: none"> Organiser et systématiser les commandes par email à partir de fichiers informatiques 	0	à approfondir	
10	Direction	<ul style="list-style-type: none"> Clarifier les responsabilités de chacun tout en gardant la polyvalence 	0	à approfondir	
11	Direction	<ul style="list-style-type: none"> Revoir le système de commandes et fixer de critères permettant de déterminer les priorités 	0	à approfondir	
12	Direction	<ul style="list-style-type: none"> Revoir les délégations de responsabilités 	0	à approfondir	

Outils SOBANE développés

Guides de Dépistage Déparis, mère + (filles)

1. Le secteur de la construction
2. Le secteur tertiaire
3. Le secteur des soins de santé
4. Le secteur de l'aide à domicile
5. Les laboratoires (chimie et biologie)
6. Les call centres
7. Les ateliers protégés
8. L'industrie du bois
9. Les entreprises électriques
10. Le secteur alimentation
11. Les cafétarias - restaurants
12. Les garages
13. Les boulangeries
14. La logistique
15. Le secteur du nettoyage
16. Les crèches
17. Les agences bancaires
18. Les imprimeries
19. Les supermarchés
20. Les salons d'esthétique
21. Les maisons de repos
22. Le métier de cordiste
23. Le métier de femme de chambre
24. Le métier de jardinier
25. Le métier de intervenant de garde

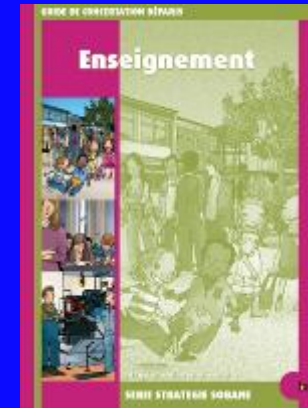
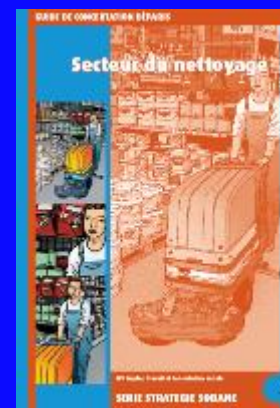
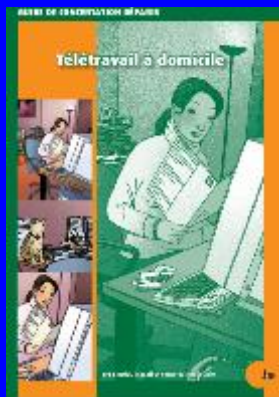
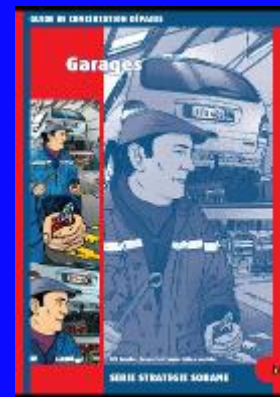
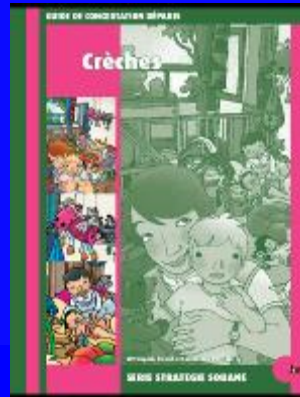
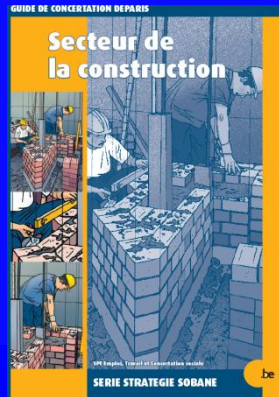
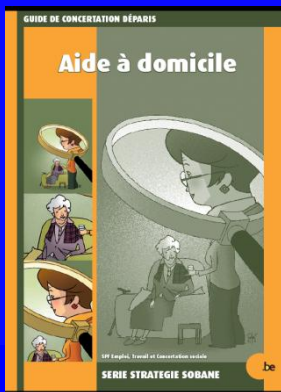
Outils SOBANE développés

15 outils pour les Niveaux Observation et Analyse

1. Vibrations mains - bras	8. Travail avec écran
2. Vibrations du corps	9. Machines et outils à main
3. Bruit	10. Sécurité (accidents chutes...)
4. Produits chimiques dangereux	11. Risques électriques
5. Agents biologiques	12. Risques incendie-explosion
6. Eclairage	13. Locaux sociaux
7. Ambiances thermiques	14. TMS:Troubles musculosquelettiques
15. Aspects psychosociaux	

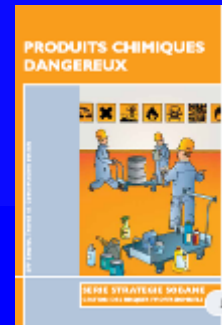
Diffusion de SOBANE

Dossiers sectoriels pour la mise en œuvre du guide Déparis



Diffusion de SOBANE

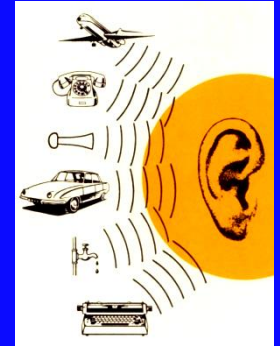
1 brochure générale
et 15 brochures par facteur de risque



Stratégie SOBANE ergonomique

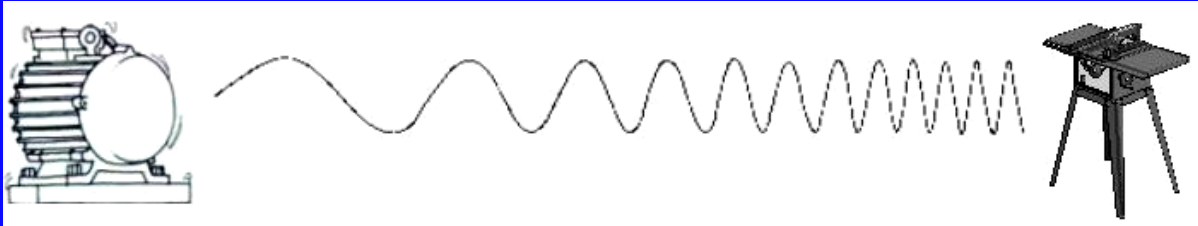
- Approche **structurée**
- de **l'ensemble** des risques physiques
physiologiques psychologiques
sociaux
- **Collaboration**
 - travailleurs
 - encadrement
 - préventeurs

BRUIT: I. DEFINITIONS



- **Unités**

- sa fréquence (20 à 20.000 Hz):



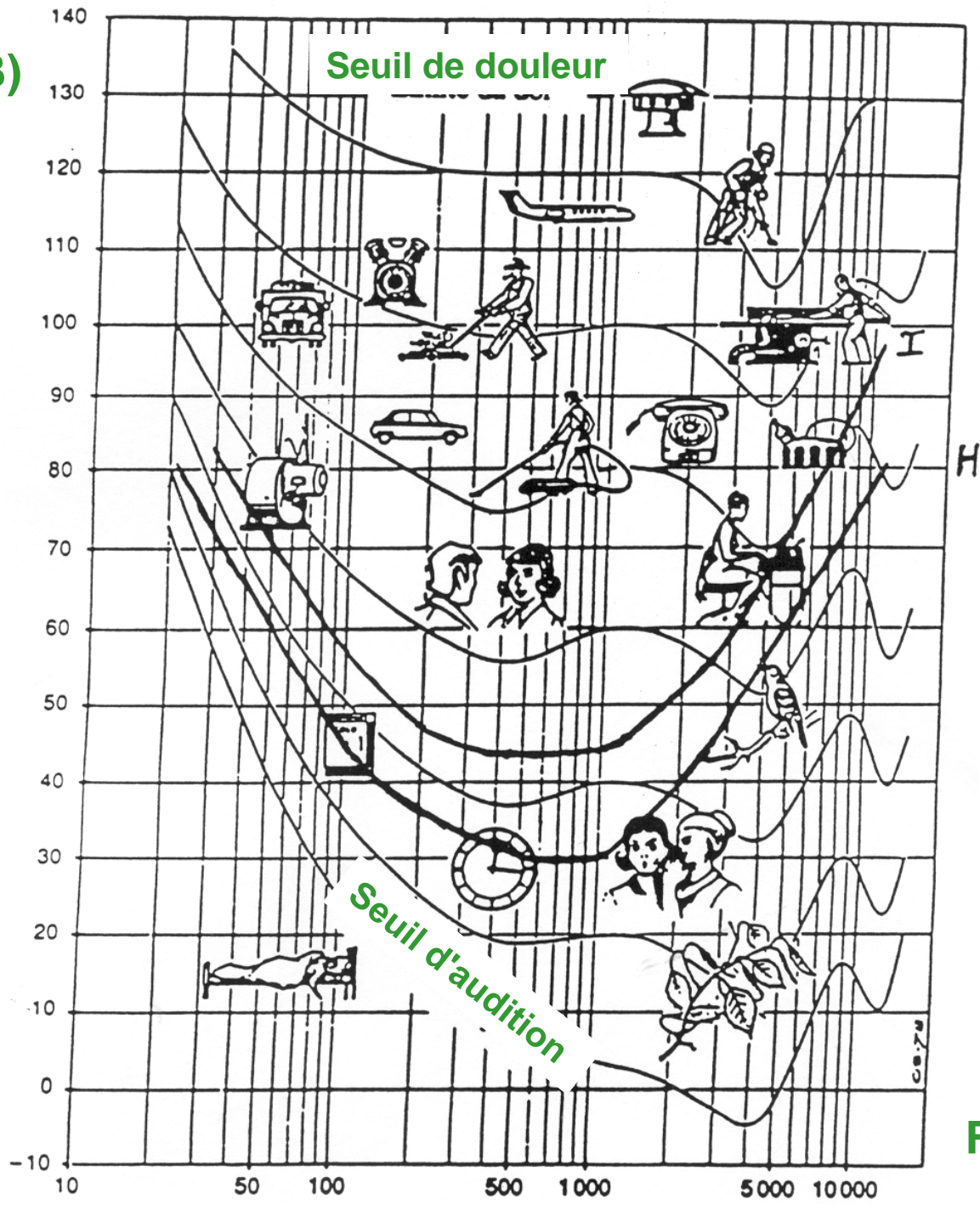
- son amplitude en décibels (dB) :.
 - Exposition professionnelle: dB(A) qui caractérise le bruit tel qu'il est entendu, en tenant compte de la sensibilité de l'oreille humaine.
- sa vitesse de propagation: 340 m/s dans l'air

BRUIT: I. DEFINITIONS

- **Ordre de grandeur**

Conversation	Sensation auditive	Niveau sonore dB(A)	Exemples
Voix chuchotée	Très calme	<30	Appartement dans quartier tranquille
Voix normale	Assez calme	50	Restaurant tranquille Rue très tranquille
Voix élevée	Bruyant mais supportable	70	Restaurant bruyant Circulation importante
Voix très forte	Pénible	85	Radio très puissante Circulation intense
Voix criée	Peu supportable	90	Atelier de forgeage Trafic très intense
Voix extrême	Insupportable	100	Scie circulaire Marteau-piqueur
Impossible	Seuil de douleur	120	Banc d'essais de moteurs Bruit d'avion au décollage

Niveau (dB)



I: Invalidité
(P = 50 dB)

H: Handicap
(P = 35 dB)








Fréquence (Hz)

BRUIT: I. DEFINITIONS

- **Addition des décibels**

Les dB(A) ne s'ajoutent pas, ils se composent !!!

Doubler l'amplitude, c'est ajouter 3 dB(A)

10 machines		90 dB(A)
6 machines		88 dB(A)
5 machines		87 dB(A)
4 machines		86 dB(A)
3 machines		85 dB(A)
2 machines		83 dB(A)
1 machine		80 dB(A)

BRUIT: I. DEFINITIONS

• Addition des décibels

- calculer la différence entre les 2 niveaux
- regarder dans la table la valeur à ajouter au niveau le plus élevé
- *exemple:*

– $N1 = 90 \text{ dB(A)}$

$N2 = 90 \text{ dB(A)}$

$NT = 93 \text{ dB(A)}$

– $N1 = 90 \text{ dB(A)}$

$N2 = 93 \text{ dB(A)}$

$NT = 94.8 \text{ dB(A)}$

différence dB(A)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
ajout dB(A)	3	2,5	2,1	1,8	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2

BRUIT: I. DEFINITIONS

- **Energie sonore**

- **Niveau équivalent: (N_{Aeq} , dB(A)):**
 - **moyenne** au point de vue énergie sonore pour une certaine durée.
- **Niveau d'exposition personnelle (N_{EP} , dB(A)):**
 - niveau d'exposition **quotidienne** au bruit ($L_{EX, 8h}$)
 - niveau d'exposition **hebdomadaire** au bruit ($L_{EX, 8h}$)

BRUIT: I. DEFINITIONS

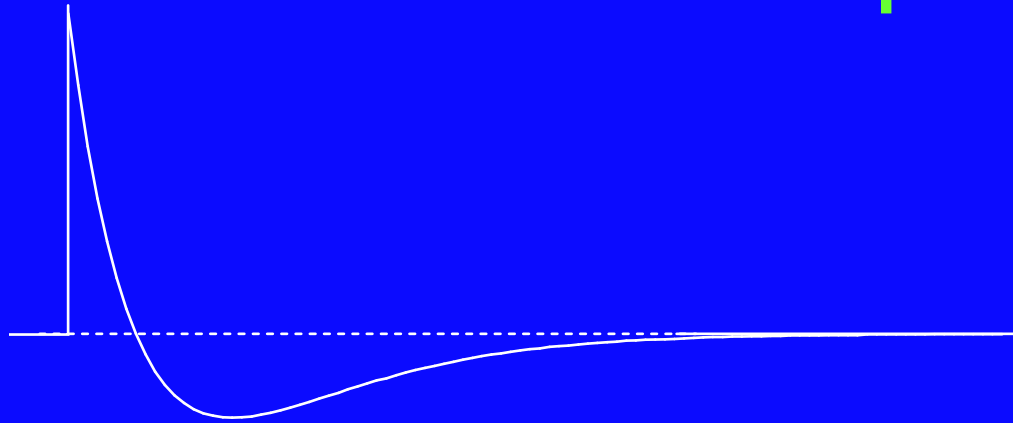
- **Energie sonore, exemples**

- **TEMPS PLEIN**, 8 heures par jour et 5 jours par semaine

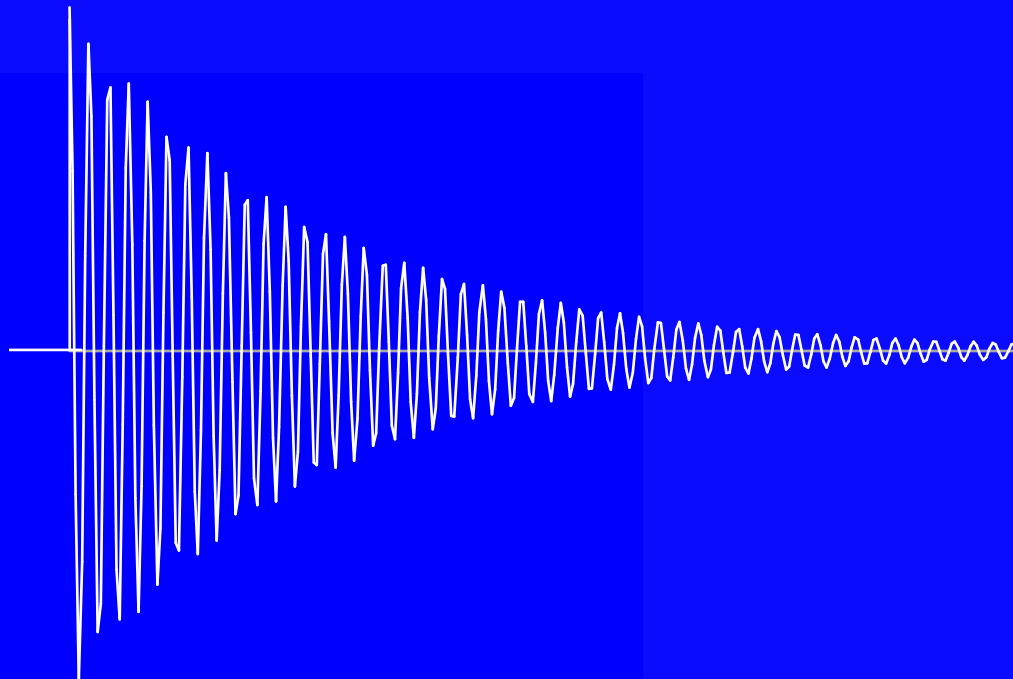
- Exposé à 90 dB(A) pendant 8 heures : $N_{EP} = 90$ dB(A)
 - Exposé à 90 dB(A) pendant 4 heures : $N_{EP} = 87$ dB(A)
 - Exposé à 90 dB(A) pendant 2 heures : $N_{EP} = 84$ dB(A)
 - Exposé à 93 dB(A) pendant 4 heures : $N_{EP} = 90$ dB(A)
 - Exposé à 96 dB(A) 1h et 90 dB(A) 4 h : $N_{EP} = 90$ dB(A)
 - » si que 96 dB(A) 1h : $N_{EP1} = 87$ dB(A)
 - » si que 90 dB(A) 4h : $N_{EP2} = 87$ dB(A)

BRUIT: I. DEFINITIONS

Bruits d'impact



Arme à feu

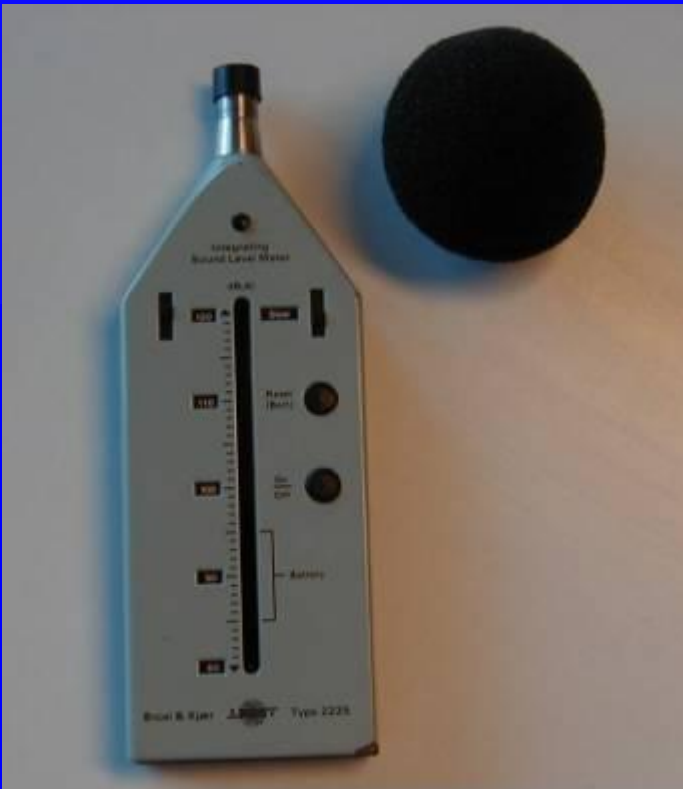


Martelage



BRUIT: I. DEFINITIONS

- Sonomètres ou exposimètres ?



BRUIT: II. REGLEMENTATION

AR 16 janvier 2006 (directive 2003/10/CE)

Code Bien être: Titre IV, chapitre III



- **Objectif**

- L'employeur prend toutes les mesures pour assurer la protection des travailleurs contre les dommages liés au bruit (santé, audition, sécurité): AR sur le bien être
- Les risques résultant de l'exposition au bruit sont supprimés à leur source ou réduits au minimum

- **Evaluation**

- L'employeur évalue si les travailleurs sont ou peuvent être exposés à des risques liés au bruit
- Si oui, les niveaux d'exposition ($L_{EX,8h}$, N_{EP}) sont évalués et, si nécessaire, mesurés

BRUIT: II. REGLEMENTATION



AR 16 janvier 2006 (directive 2003/10/CE)

• Valeurs d'action inférieures

- $L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$ et/ou bruit d'impact $> 112 \text{ p}_a$ **135 dB(C)**

- **SANS** tenir compte de l'atténuation du **EPI**

- EPI disponibles

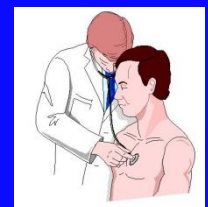


- Information par l'employeur sur

- le risque
- les valeurs limites et d'action
- les niveaux d'exposition évalués ou mesurés
- les mesures prises pour éliminer ou réduire
- l'utilisation correcte des EPI
- ...

- Surveillance de la santé: travailleurs soumis

- évaluation de santé périodique: tous les 5 ans



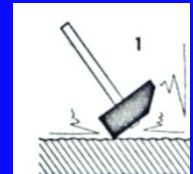
BRUIT: II. REGLEMENTATION



AR 16 janvier 2006 (directive 2003/10/CE)

• Valeurs d'action supérieures

- $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$ et/ou bruit d'impact $> 140 \text{ p}_a$ **137 dB(C)**
- **SANS** tenir compte de l'atténuation du **EPI**
- EPI doivent être utilisés
- Actions par l'employeur:
 - Information et formation
 - Programme technique
 - Programme organisationnel
 - Marquage, délimitation, restriction accès des postes de travail
 - ...
- Surveillance de la santé: travailleurs soumis
 - évaluation de santé périodique: tous les 3 ans



BRUIT: II. REGLEMENTATION



AR 16 janvier 2006 (directive 2003/10/CE)

• Valeurs limites d'exposition

- $L_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A)}$ et/ou bruit d'impact $> 200 \text{ p}_a$ **140 dB(C)**
- **EN** tenant compte de l'atténuation du **EPI**
- En aucun cas, ne peut être dépassée
- Si dépassée, l'employeur doit:
 - identifier les raisons
 - prendre des actions immédiates pour réduire l'exposition en dessous des valeurs d'action
 - prendre des mesures de prévention - protection à long terme
- **Surveillance de la santé: travailleurs soumis**
 - évaluation de santé périodique: tous les ans



BRUIT: II. REGLEMENTATION



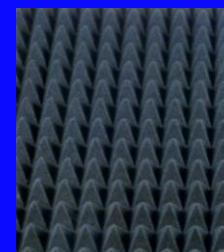
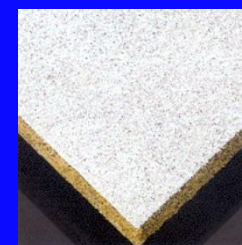
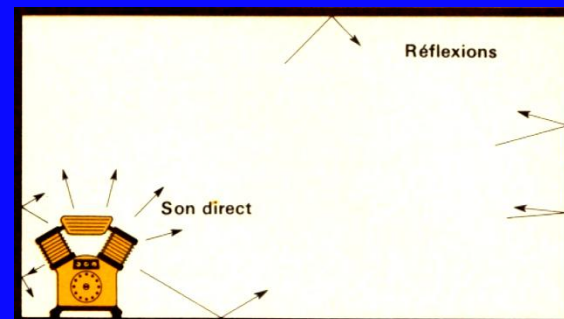
AR 16 janvier 2006 (directive 2003/10/CE)

- **Valeurs d'action inférieures**
 - $L_{EX,8h} = 80$ dB(A) et/ou bruit d'impact > 135 dB(C)
 - **SANS EPI**
- **Valeurs d'action supérieures**
 - $L_{EX,8h} = 85$ dB(A) et/ou bruit d'impact > 137 dB(C)
 - **SANS EPI**
- **Valeurs limites d'exposition**
 - $L_{EX,8h} = 87$ dB(A) et/ou bruit d'impact > 140 dB(C)
 - **AVEC EPI**

BRUIT: III. MATERIAUX ACOUSTIQUES

• Matériaux absorbants

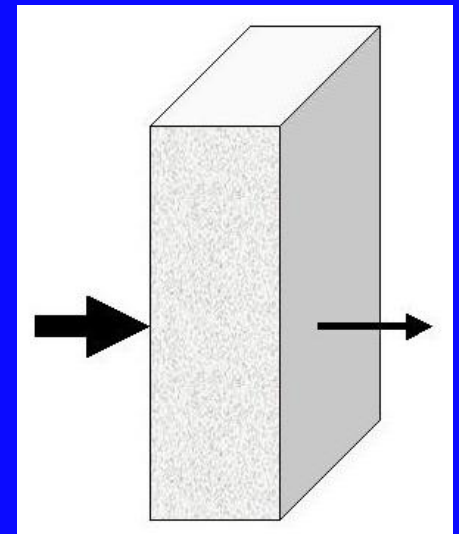
- pour réduire la réverbération du bruit à l'intérieur d'un local
- caractérisés par leur coefficient d'absorption a (%):
 - $a = 0\%$: rien n'est absorbé
 - $a = 100\%$: tout est absorbé
- l'absorption est en général meilleure à hautes fréquences,
- types de matériaux absorbants
 - laine de verre, laine de roche, mousses plastiques, bois expansé, ...



BRUIT: III. MATERIAUX ACOUSTIQUES

• Matériaux isolants

- un matériau isolant empêche le bruit de passer d'un local à l'autre.
 - l'isolation est normalement plus faible pour les sons graves.
- types de matériaux isolants
 - matériaux lourds (béton lourd), mi-lourds (briques et plâtre), ou légers (bois, briques, verre, ...)

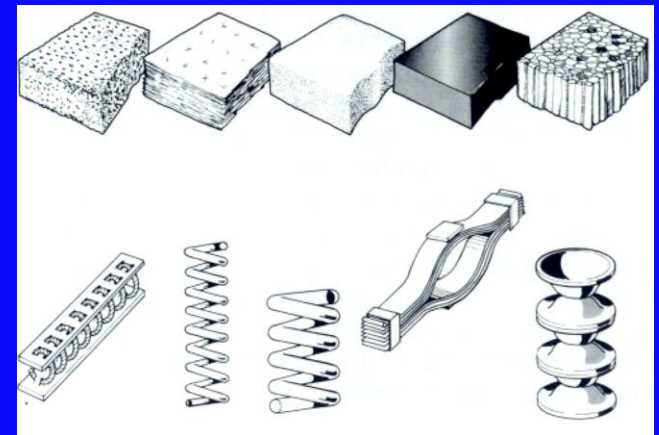


- un trou ruine l'atténuation des matériaux acoustiques
 - perte d'isolation par des fentes, trous, ...

BRUIT: III. MATERIAUX ACOUSTIQUES

• Matériaux résilients

- les vibrations d'une machine sont transmises à une tôle ou une paroi qui vibre et rayonne le bruit.
- ils sont destinés à bloquer la transmission des vibrations.
 - du feutre, du liège, du caoutchouc, de ressorts, de coussins d'air, ...



- présentés sous forme de blocs (« silent blocs »), de tapis, ou de tapis sous un bloc de béton.

BRUIT: IV. EVALUATION DU RISQUE DE SURDITE PROFESSIONNELLE

• Paramètres influençant le risque de surdité

- Age du sujet
- N_{EP} sur la vie professionnelle.
- Durée d'exposition (en années) à ce N_{EP} .
- Sensibilité du travailleur, fonction de ses caractéristiques propres.
- Exemple: sensibilité de 80% = sujets à haut risque



BRUIT: IV. EVALUATION DU RISQUE DE SURDITE PROFESSIONNELLE

- **Déficit auditif moyen: P**

- Le déficit est défini comme l'élévation moyenne des seuils de perception auditive aux fréquences 1000, 2000 et 3000 Hz

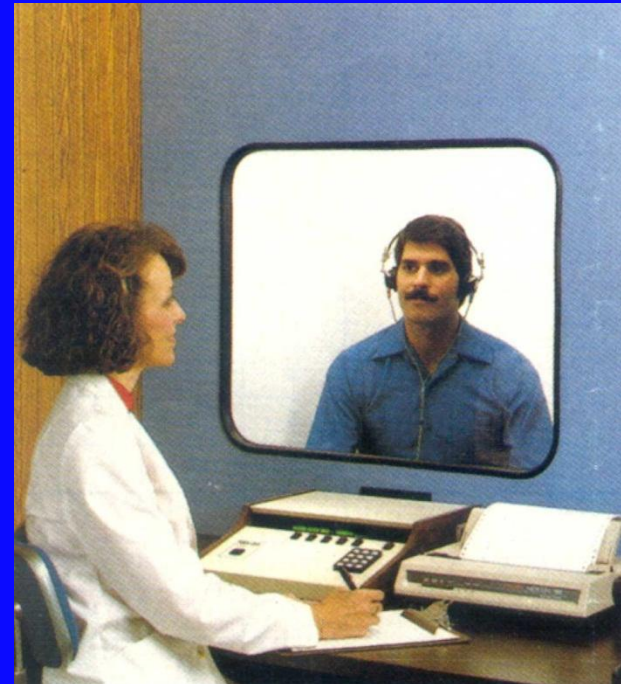
- Exemple:

$P_{1000\text{Hz}} = 32 \text{ dB}$

$P_{2000\text{Hz}} = 35 \text{ dB}$

$P_{3000\text{Hz}} = 45 \text{ dB}$

$P_{\text{moyenne}} = 37 \text{ dB}$

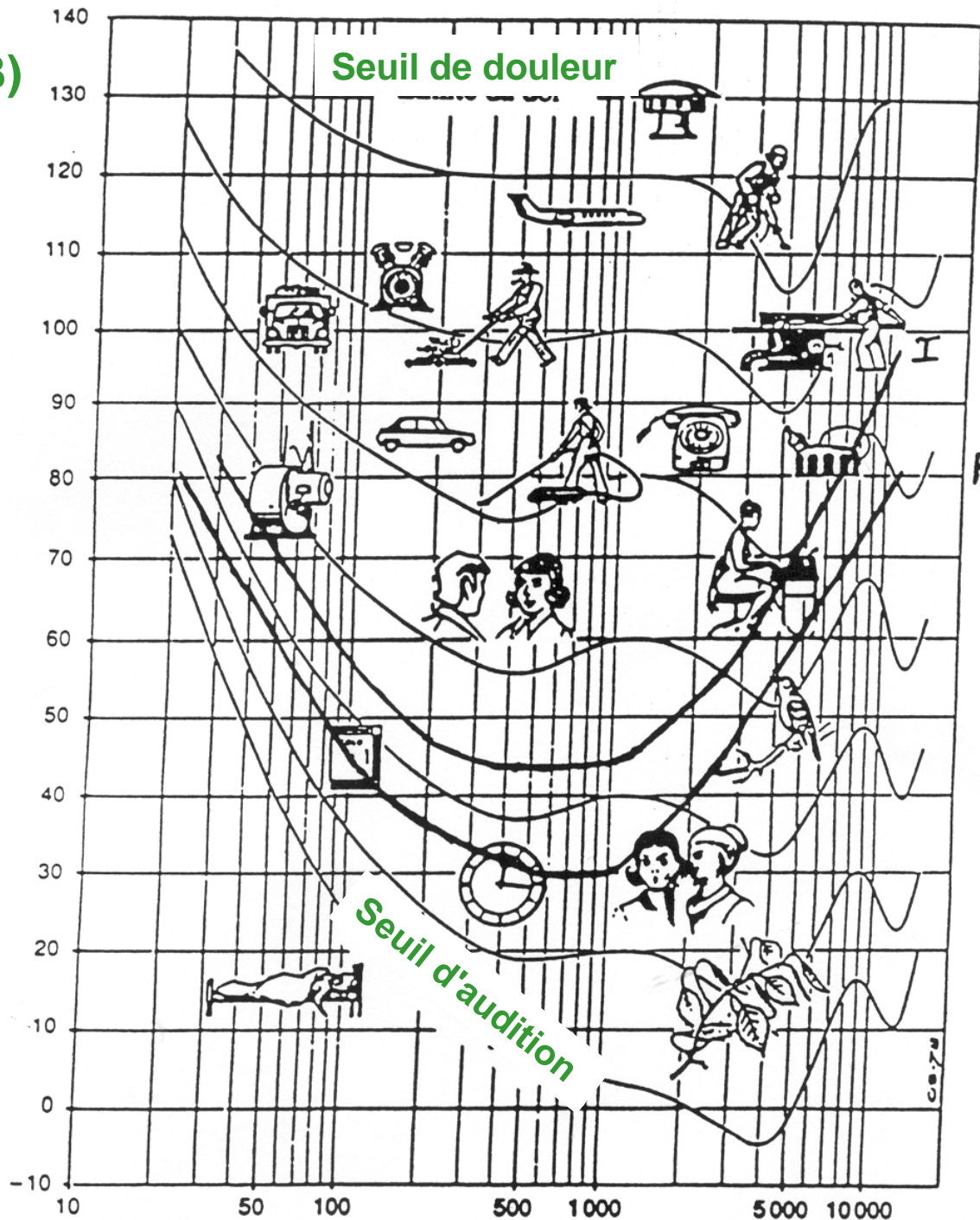


BRUIT: IV. EVALUATION DU RISQUE DE SURDITE PROFESSIONNELLE

- **Critères de surdité**
 - **Handicap auditif** (difficultés dans la vie quotidienne: conversation, téléphone, TV, ...),
 - dès que le déficit moyen P est supérieur à **35 dB**.
 - **Invalidité** (interférence avec les possibilités de travail),
 - dès que P est supérieur à **50 dB** sur la meilleure oreille



Niveau (dB)



I: Invalidité
(P = 50 dB)

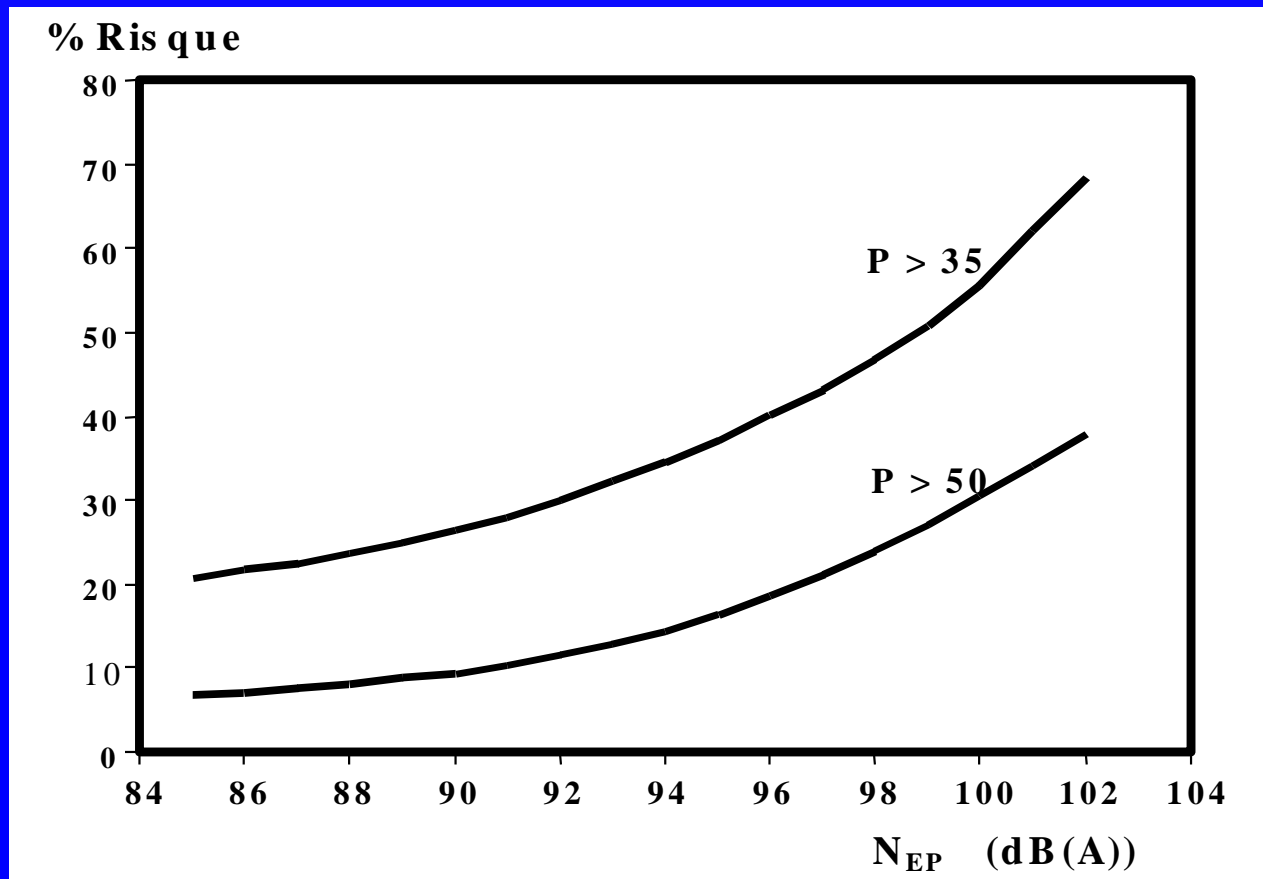
H: Handicap
(P = 35 dB)

Fréquence (Hz)

BRUIT: IV. EVALUATION DU RISQUE DE SURDITE PROFESSIONNELLE



- **Risque de surdité (handicap et invalidité)**
 - Définition: % de la population à 60 ans et dans les mêmes conditions d'exposition au bruit (durée, N_{EP})



BRUIT: V. ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE (EPI)

• Types

• Ouates:

- coton ordinaire, fibres de verre.



• Bouchons:

- prémoulés: taille à adapter au conduit,
- moulables: mousse semi poreuse,
- moulés individuellement



• Coquilles avec serre-tête.



BRUIT: V. ÉQUIPEmentS DE PROTECTION INDIVIDUELLE (EPI)

Les atténuations théoriques ne se vérifient en général pas en pratique du fait du mauvais placement des EPI.



BRUIT: V. ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE (EPI)

• Choix

- Choisir le EPI non pas le plus efficace en théorie, mais
 - le mieux accepté et
 - porté le plus longtemps,
 - car si port par jour

	pendant	atténuation en dB(A)
•	30'	0,2
•	2 h	1,2
•	4 h	3
•	6 h	6
•	7 h 30'	12

L'atténuation théorique du EPI a peu d'importance pour autant qu'il atténue d'au moins 10 à 15 dB en pratique (d'où facilité d'emploi).

BRUIT: V. ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE (EPI)

• Recommandations pour l'utilisation

• Information des travailleurs sur:

- évolution de leur surdité et conséquences sur le plan social;
- possibilités de prévention, en insistant sur la durée du port,

– problèmes invoqués

- gênants, énervants, irritants
- maux de tête
- transpiration dans l'oreille
- air ridicule
- « le bruit fait partie du métier »
- « on s'habitue »
- interférence avec la communication

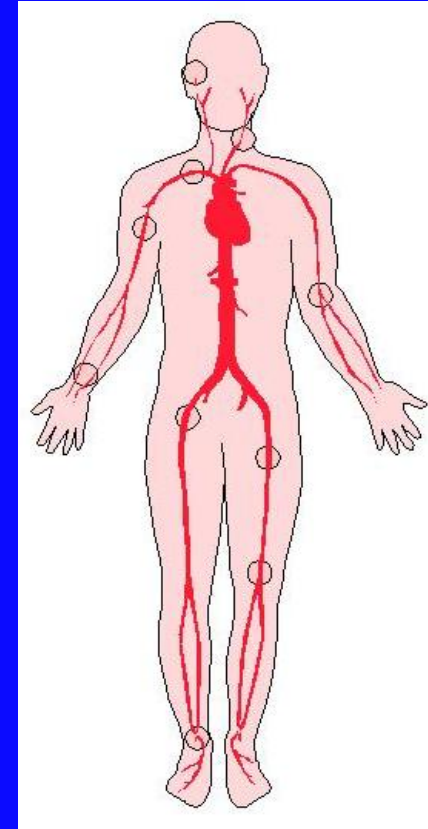
causes / remèdes

- mal adaptés
- pression trop forte
- coussins absorbants
- surveiller l'esthétique
- éducation
- habitude = surdité
- EPI trop performant

CHALEUR: I. DEFINITIONS

- **6 Paramètres**

- Température de l'air
- Humidité de l'air
- Vitesse de l'air
- Rayonnement
- Habillement
- Métabolisme (charge de travail)



CHALEUR: I. DEFINITIONS

- **Température de l'air (t_a)**
 - Protection contre le rayonnement

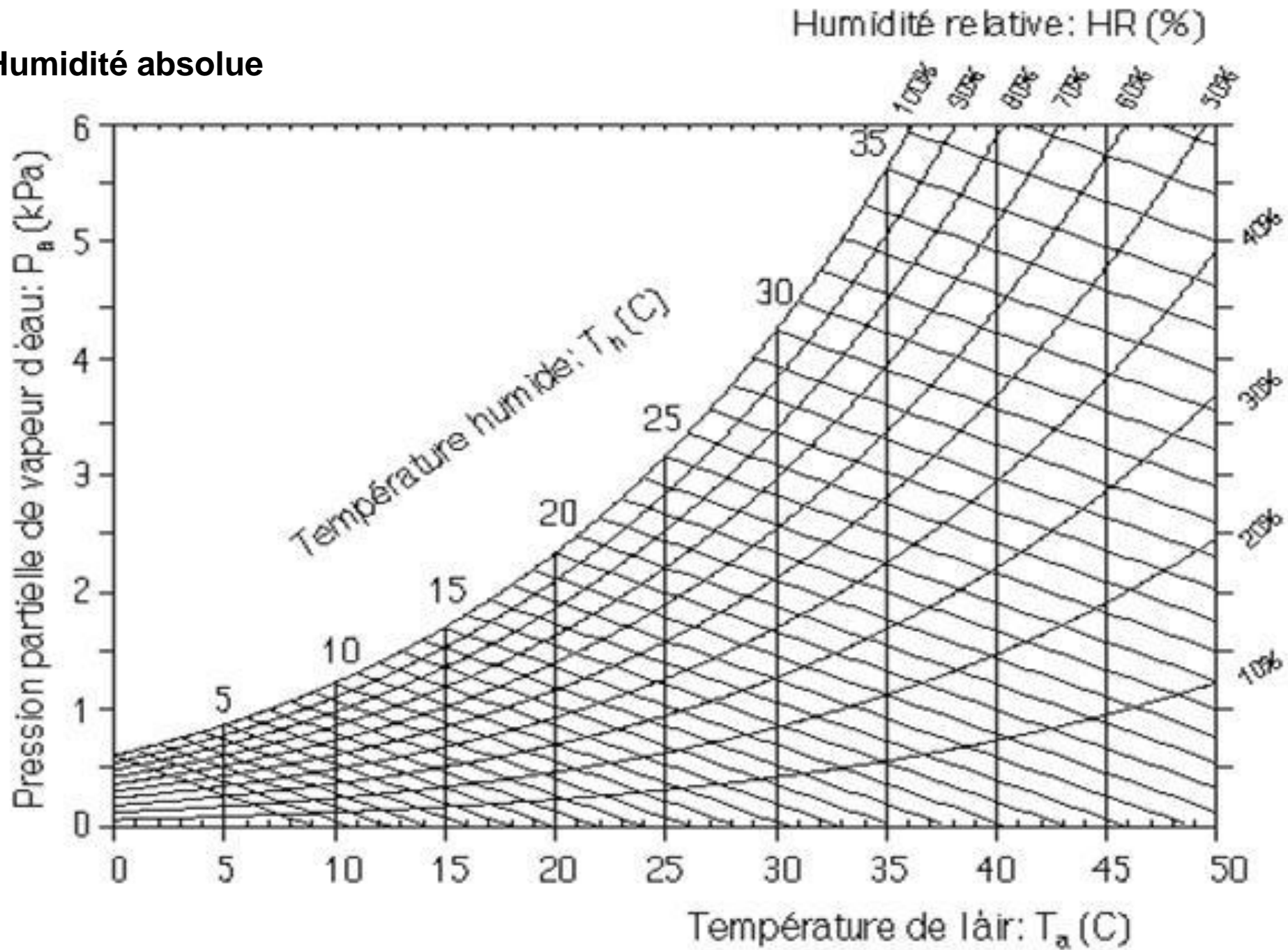


- **Humidité de l'air**

- **L'humidité relative (HR %)** : pourcentage de la pression partielle de vapeur d'eau P_a par rapport à la pression de vapeur à la saturation à la même température .
- La **température de rosée** (t_{dp} , °C) : température à laquelle il faut abaisser l'air pour assister à la condensation partielle de la vapeur d'eau .

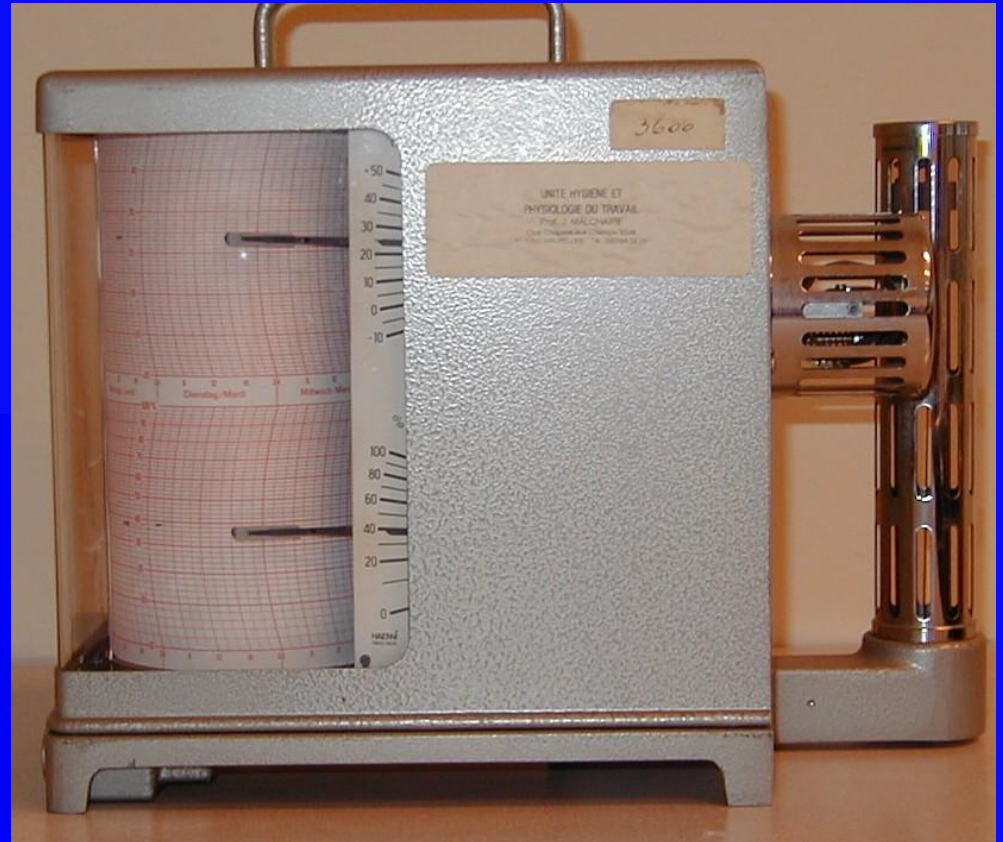


Humidité absolue



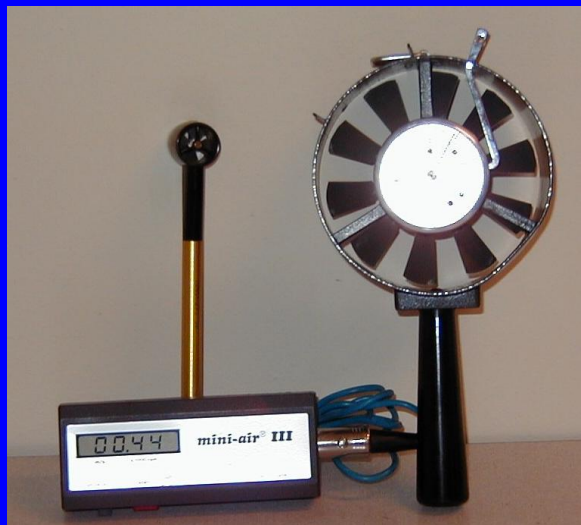
CHALEUR: I. DEFINITIONS

- Température de l'air et humidité



CHALEUR: I. DEFINITIONS

- **Vitesse de l'air (V_a m/s)**
 - 10 m/s lors d'une exposition de courte durée
 - 3 m/s lors d'un travail intermittent
 - si la température de l'air est acceptable
 - 1 m/s lors d'un travail en continu debout et pour un travail lourd
 - 0,5 m/s lors d'un travail en continu en position assise.
 - des courants d'air plus importants ne sont pas tolérés



CHALEUR: I. DEFINITIONS

- **Rayonnement**

- Température du globe noir, diamètre de 15 cm (t_g)
- Rayonnement solaire: direct à l'extérieur:
 $t_g - t_a = 15 \text{ à } 25 \text{ °C}$



CHALEUR: I. DEFINITIONS

• Vêtements

- L'isolement thermique du vêtement se définit en Clo
 - tenue de tennis 0,5 Clo
 - chemise courte sans cravate, pantalon léger 0,6 Clo
 - salopette de travail 0,7 Clo
 - chemise longue, cravate 0,8 Clo
 - tenue d'hiver, sans veston 0,9 Clo
 - complet veston, cravate 1,0 Clo



CHALEUR: I. DEFINITIONS

- **Charge de travail**

- Classification en léger, moyen, lourd, très lourd
- Ces qualificatifs sont utilisés pour un travail EN CONTINU de 8 h.
 - Exemple : monter un escalier est un travail très lourd durant 8h. C'est tout à fait acceptable si cela dure 30 secondes.



CHALEUR: I. DEFINITIONS

- Charge de travail

Classe	Métabolisme (watts)	Exemples
repos debout	120	
léger	180	travail de secrétariat travail assis manuel léger (taper sur un clavier, dessiner, coudre,...)
moyen	300	travail soutenu des mains et des bras (clouage, vissage,...) conduite d'engins, tracteurs, camions, ... manutention occasionnelle d'objets moyennement lourds marche plus rapide (3,5 à 5,5 km/h)
lourd	410	travail intense des bras et du tronc manutention d'objets lourds, de matériaux de construction elletage, sciage à main, rabotage
très lourd	520	travail très intense et rapide pelletage lourd, creusage montée d'escaliers ou d'échelles marche très rapide, course (>7km/h)

CHALEUR: II. INDICES DE CONFORT THERMIQUE

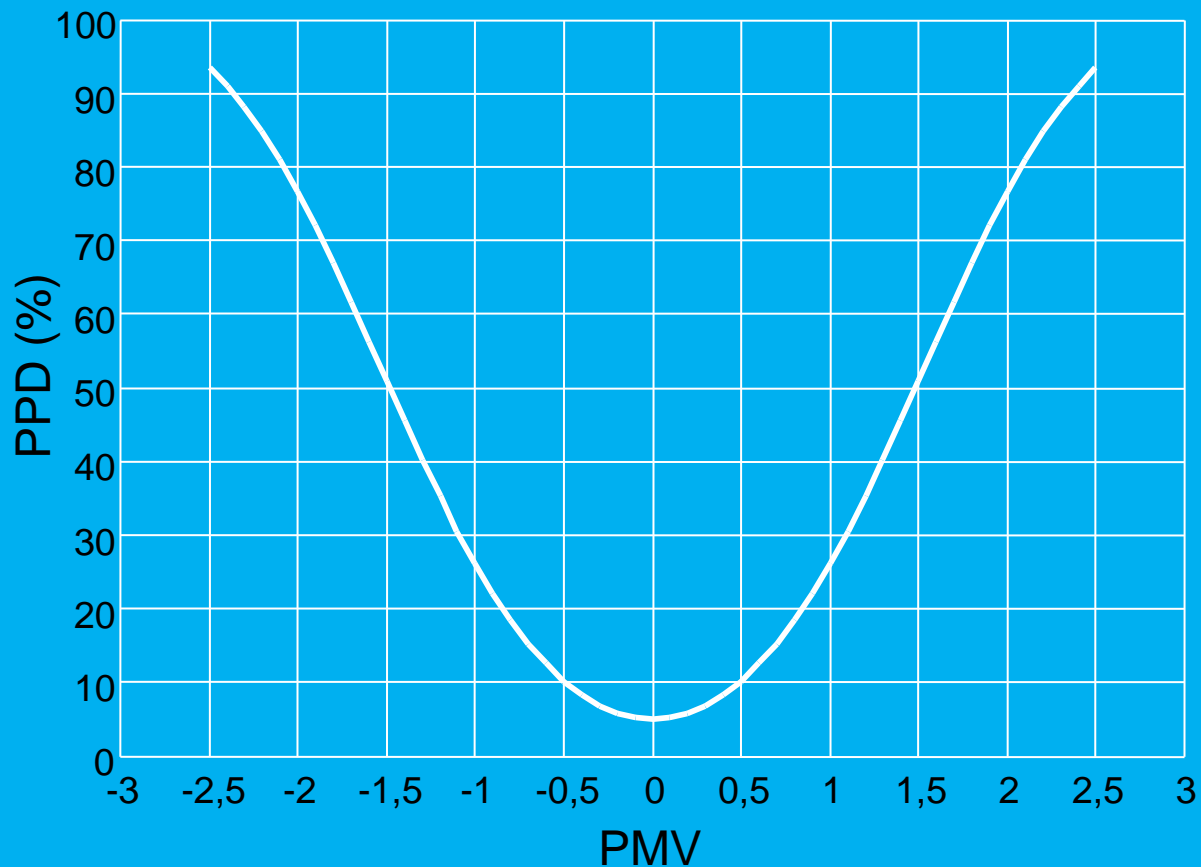
- **Définitions**

- Le **PMV** (Predicted Mean Vote) est un indice qui prédit la valeur moyenne des votes d'un grand groupe de personnes sur l'échelle de sensation thermique à 7 points suivante:
 - +3 très chaud, +2 chaud, +1 légèrement chaud
 - ni chaud, ni froid
 - -1 légèrement froid, -2 froid, -3 très froid
- Le **PPD** (Predicted Percentage of Dissatisfied) est un indice qui prédit le % de personnes insatisfaites, car trouvant l'ambiance thermique trop chaude ou trop froide et qui voteraient -3, -2, 2, 3.



CHALEUR: II. INDICES DE CONFORT THERMIQUE

- La figure ci-dessous donne la correspondance entre les indices PMV et PPD



CHALEUR: III. REGLEMENTATION

Nouvel AR du 4/6/2012 (MB 21/6/2012)



- **Chapitre II Ambiances thermiques, Titre IV Facteurs d'environnement et agents physiques du code sur le Bien-être**
- **Brochure explicative de cet AR disponible auprès du SPF (<http://www.emploi.belgique.be/>)**
- **Cet arrêté royal et notamment les valeurs d'action d'exposition concernent principalement des situations de contrainte thermique, au froid ou à la chaleur: risque pour la santé des travailleurs**
- **En général, plupart des problèmes concernent des situations d'inconfort thermique**
 - **Arrêté royal spécifique aux lieux de travail bientôt disponible et précisera notamment des modalités pour la température**
 - **Référence conseillée: norme ISO 7730 « Ambiances thermiques modérées - Détermination des indices PMV et PPD et spécifications des conditions de confort thermique »**

CHALEUR: III. REGLEMENTATION

Nouvel AR du 4/6/2012 (MB 21/6/2012)



1. Champ d'application et définitions

2. Analyse des risques et mesures de prévention

- Température air °C
- Humidité relative %
- Vitesse de l'air m/s
- Rayonnement thermique
- Charge physique de travail (Watts)
- Caractéristiques du vêtement
- Combinaison de ces facteurs
- Evolution au cours du temps de ces facteurs

L'employeur évalue les ambiances thermiques et, si nécessaire, les mesure

Mesures de prévention déterminées sur base de l'analyse des risques

CHALEUR: III. REGLEMENTATION

Nouvel AR du 4/6/2012 (MB 21/6/2012)



3. Valeurs d'action d'exposition

- Froid: température de l'air
 - a) 18° C pour un travail très léger ;
 - b) 16° C pour un travail léger ;
 - c) 14° C pour un travail moyen;
 - d) 12° C pour un travail lourd ;
 - e) 10° C pour un travail très lourd.

Il y a état de nuisance dans les cas où la température est inférieure aux minima ci-après:

- travaux très légers: plus ou moins 90 kcal/h: 20° C;
- travaux légers: plus ou moins 150 kcal/h: 18° C;
- travaux semi-lourds: plus ou moins 250 kcal/h: 15° C;
- travaux lourds: plus ou moins 350 kcal/h: 12° C.

Anciennes valeurs
RGPT

CHALEUR: III. REGLEMENTATION

Nouvel AR du 4/6/2012 (MB 21/6/2012)



3. Valeurs d'action d'exposition

- Chaleur: WBGT
 - a) 29 pour un travail léger ou très léger ;
 - b) 26 pour un travail moyen ;
 - c) 22 pour un travail lourd ;
 - d) 18 pour un travail très lourd ;

Anciennes valeurs
RGPT

- travaux légers: plus ou moins 150 kcal/h: 30° C;
- travaux semi-lourds: plus ou moins 250 kcal/h: 26,7° C;
- travaux lourds: plus ou moins 350 kcal/h: 25° C.

ISO 7243		
Grenswaarde van WBGT		
voor niet-geacclimatiseerd persoon		
	°C	
	32	
	29	
	26	
voor geen voelbare lucht-beweging	voelbare lucht-beweging	
6	22	23
5	18	20

CHALEUR: III. REGLEMENTATION

Nouvel AR du 4/6/2012 (MB 21/6/2012)



4. Programme de mesures techniques et organisationnelles

- Lorsque valeurs d'action dépassées
- Sur base de l'analyse des risques
- Porte notamment
 - Action sur les paramètres climatiques
 - Diminution charge de travail physique
 - Méthodes de travail alternatives
 - Limitation durée et intensité de l'exposition
 - Adaptation des horaires
 - Vêtements à fournir
 - Boissons à disposition sans frais

CHALEUR: III. REGLEMENTATION

Nouvel AR du 4/6/2012 (MB 21/6/2012)



4. Programme de mesures techniques et organisationnelles

- Alternance travail – repos
 - OK si basée sur les normes: ISO 7243 (WBGT), ISO 7933 (PHS), ISO 9886 (mesurages)
 - Si pas avis selon normes ISO, avis du CP MDTR avec accord CPPT ou délégation syndicale à défaut

	Travail léger	Travail mi-lourd	Travail lourd	Travail très lourd
Alternance du travail	Valeurs de l'indice WBGT			
45 min travail – 15 min repos	29,5	27	23	19
30 min travail – 30 min repos	30	28	24,5	21

CHALEUR: III. REGLEMENTATION

Nouvel AR du 4/6/2012 (MB 21/6/2012)



5. Mesures en cas de froid excessif

- origine technologique
- origine climatique

6. Mesures en cas de chaleur excessive

- origine technologique
- origine climatique
- exposition de courte durée à une chaleur excessive grave lors d'interventions.

CHALEUR: III. REGLEMENTATION

Nouvel AR du 4/6/2012 (MB 21/6/2012)



7. Surveillance de la santé: exposé régulièrement

- 1° au froid, lorsque la température est inférieure à 8° C ;
- 2° à la chaleur, lorsque les valeurs d'action ont été transgressées

Cette surveillance de la santé est effectuée avant que le travailleur ne soit mis au travail et est répétée annuellement.

Les travailleurs sont soumis à une surveillance de la santé appropriée, quand ils sont occupés habituellement à l'extérieur.

8. Travailleurs appartenant à des groupes à risques

CHALEUR: III. REGLEMENTATION

Nouvel AR du 4/6/2012 (MB 21/6/2012)



9. Information et formation des travailleurs

Si exposés au froid ou à la chaleur, informations et formation sur:

- 1° les résultats de l'analyse des risques, des évaluations et des mesurages de l'exposition en application de la section II et les lésions que pourraient entraîner cette exposition ;
- 2° les valeurs d'action visées à la section III ;
- 3° les mesures prises en application du présent arrêté en vue de prévenir ou de limiter au minimum les risques résultant d'une exposition au froid ou à la chaleur ;
- 4° l'importance et la façon de dépister et de signaler des symptômes physiques à attribuer au froid excessif ou à la chaleur excessive ;
- 5° l'importance de l'influence des caractéristiques individuelles sur la contrainte thermique ;
- 6° les comportements et pratiques professionnelles sûres, afin de limiter au minimum l'exposition ;
- 7° les conditions dans lesquelles les travailleurs ont droit à une surveillance de la santé en application de l'arrêté royal du 28 mai 2003 relatif à la surveillance de la santé des travailleurs.

CHALEUR: IV. Indice de contrainte thermique WBGT

- L'indice WBGT est applicable pour l'évaluation de l'effet moyen de la chaleur sur l'homme durant une période représentative de son activité,
 - mais non pour
 - l'évaluation de la contrainte thermique durant de très courtes périodes,
 - l'évaluation de la contrainte thermique dans des conditions proches de la zone de confort.



CHALEUR: IV. Indice WBGT

- **L'indice WBGT est défini comme suit:**
 - $WBGT = 0,7 t_{hn} + 0,3 t_g$ (sans rayonnement solaire)
 - $WBGT = 0,7 t_{hn} + 0,2 t_g + 0,1 t_a$ (en cas de rayonnement solaire)
- **où**
 - t_{hn} est la température humide naturelle
 - t_g est la température du globe noir (15 cm de diamètre)
 - t_a est la température de l'air.

CHALEUR: IV. Indice WBGT

- **Attention:**

- L'indice **WBGT NE doit PAS** être confondu avec une **température**. Le tableau suivant donne quelques ordres de grandeur dans des situations de bureau et industrielles et illustre les différences.

Situation	t_a (°C)	t_g (°C)	HR (%)	V_a (m/s)	WBGT
Bureau en hiver	22	22	40	0,15	16,8
Bureau en été	30	30	30	0,15	22,2
Atelier fermé	35	35	30	0,15	26,3
Atelier ensoleillé	35	51	36	0,10	34,9

CHALEUR: IV. Indice WBGT

- **Critiques du WBGT**

- Représentativité de t_{hn} et de t_g
- Validité
- Repos assis sur le lieu de travail
- Camouflage des données primaires, pas de possibilité de recherche des solutions optimales

CHALEUR: IV. Indice WBGT

Température WBGT estimée à partir de l'humidité relative avec un psychromètre en absence de courant d'air et sans chaleur radiante

HUMIDITÉ RELATIVE EN %

TEMPÉRATURE DE L'AIR EN °C

	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
25	16,8	17,5	18,1	18,7	19,3	19,9	20,5	20,9	21,5	22,0	22,5	22,9	23,4	23,9	24,3	24,7
26	17,6	18,3	18,9	19,6	20,1	20,7	21,3	21,9	22,4	22,9	23,4	23,8	24,3	24,8	25,3	25,7
27	18,3	19,0	19,7	20,3	21,0	21,5	22,1	22,7	23,3	23,8	24,3	24,8	25,3	25,8	26,2	26,7
28	19,1	19,7	20,5	21,2	21,7	22,4	23,0	23,7	24,2	24,8	25,2	25,7	26,2	26,7	27,1	27,7
29	19,8	20,5	21,1	22,0	22,6	23,3	23,8	24,5	25,1	25,6	26,2	26,7	27,2	27,7	28,1	28,6
30	20,5	21,3	22,0	22,7	23,5	24,1	24,7	25,4	26,0	26,5	27,0	27,6	28,2	28,6	29,1	29,6
31	21,3	22,0	22,8	23,6	24,4	25,0	25,6	26,3	26,9	27,5	28,0	28,5	29,0	29,6	30,0	30,6
32	21,9	22,8	23,6	24,3	25,2	25,8	26,5	27,1	27,7	28,3	28,9	29,5	30,0	30,6	31,0	31,6
33	22,8	23,6	24,5	25,2	26,0	26,6	27,3	28,0	28,7	29,2	29,9	30,4	31,0	31,5	32,0	32,5
34	23,4	24,4	25,3	25,9	26,8	27,5	28,2	28,9	29,5	30,2	30,8	31,3	31,9	32,4	33,0	33,5
35	24,2	25,1	25,9	26,8	27,6	28,4	29,1	29,8	30,5	31,1	31,7	32,3	32,9	33,4	34,0	34,4
36	24,8	25,9	26,7	27,6	28,4	29,3	29,9	30,7	31,4	32,1	32,6	33,3	33,9	34,4	35,0	35,4
37	25,7	26,7	27,5	28,4	29,2	30,1	30,8	31,6	32,3	32,9	33,6	34,2	34,7	35,4	35,9	36,4
38	26,5	27,3	28,3	29,2	30,0	30,9	31,7	32,4	33,1	33,8	34,5	35,1	35,7	36,3	36,8	37,4
39	27,1	28,1	29,1	30,0	30,9	31,8	32,5	33,3	34,1	34,7	35,4	36,0	36,7	37,2	37,8	38,3
40	27,7	28,9	30,0	30,8	31,8	32,7	33,4	34,3	35,0	35,6	36,3	37,0	37,6	38,2	38,8	39,3

Source : Charbonneau, J.Y. *Évaluation du risque de contrainte thermique à l'intérieur d'un établissement*. « Méthode simplifiée », document non publié, CSST, août 1995, tableau révisé en août 2002.

CHALEUR: IV. Indice WBGT

Mesure du WBGT



ques:
des WBGT, WB, DB ou températures équivalentes

CHALEUR: IV. Indice WBGT

Calcul du WBGT

WBGT Estimate Calculator

INPUT

Temperature =

30 °C

Humidity =

60 %

Clothing =

Summer Clothes

About Clothing

Estimate Radiant Heat =

None

About Radiant Heat

Estimate Air Motion =

Some

About Air Motion

Acclimatization State =

Unacclimatized

About Acclimatization State

Metabolic Rate =

Moderate

About Metabolic Rate

Calculate >>

Clear

OUTPUT

WBGT estimate =

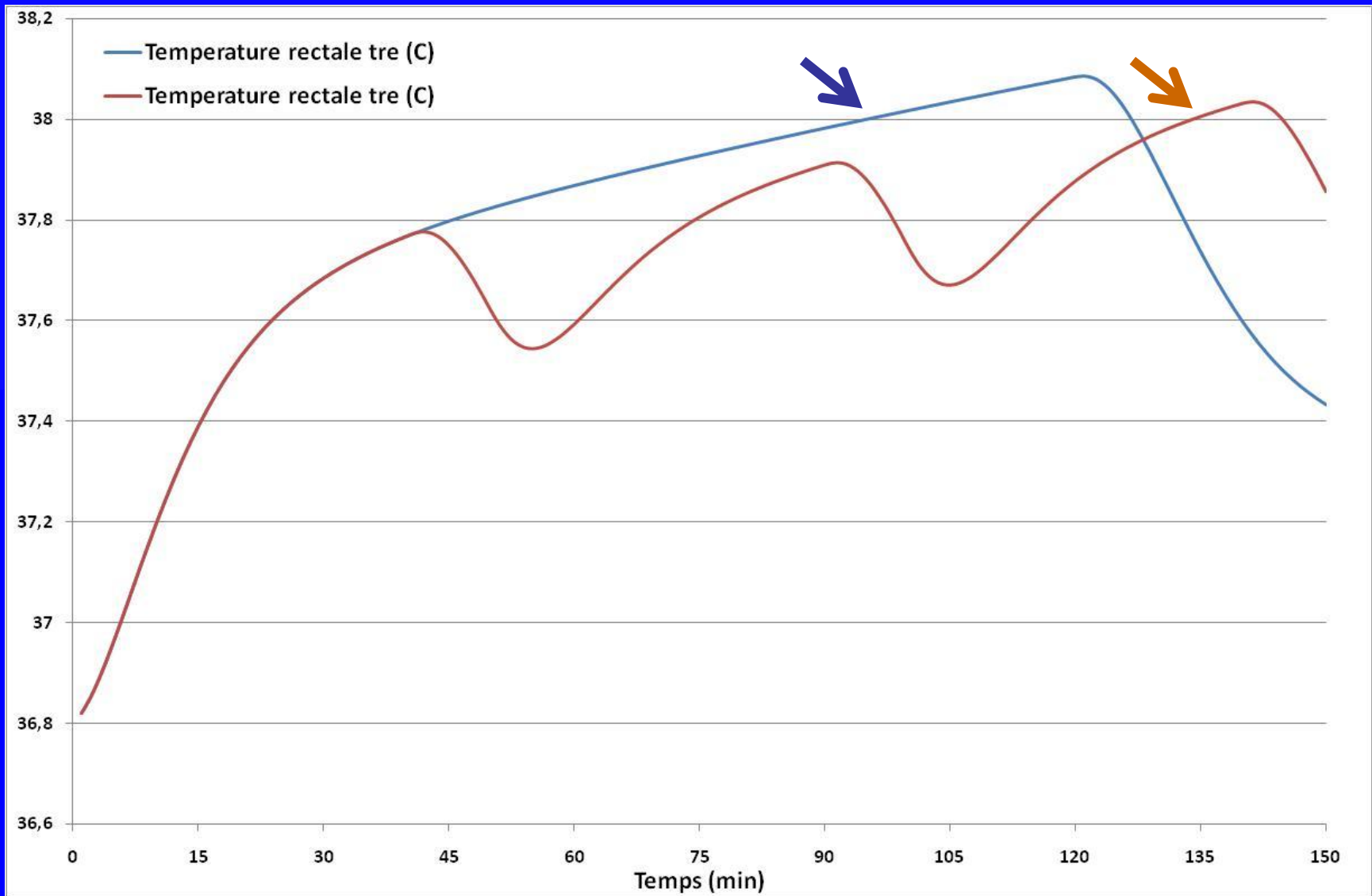
Estimate WBGT is 26.04
75% Work and 25% Rest

CHALEUR: V. Modèle de prédiction de la contrainte thermique (PHS)

- **Prédiction de la sudation**
 - DLE déshydratation : 5 à 7.5% du poids corporel
- **Prédiction de la température rectale**
 - DLE accumulation chaleur : température rectale $< 38^{\circ}\text{C}$

CHALEUR: V. Modèle de prédiction de la contrainte thermique (PHS)

- Prédiction de la température rectale

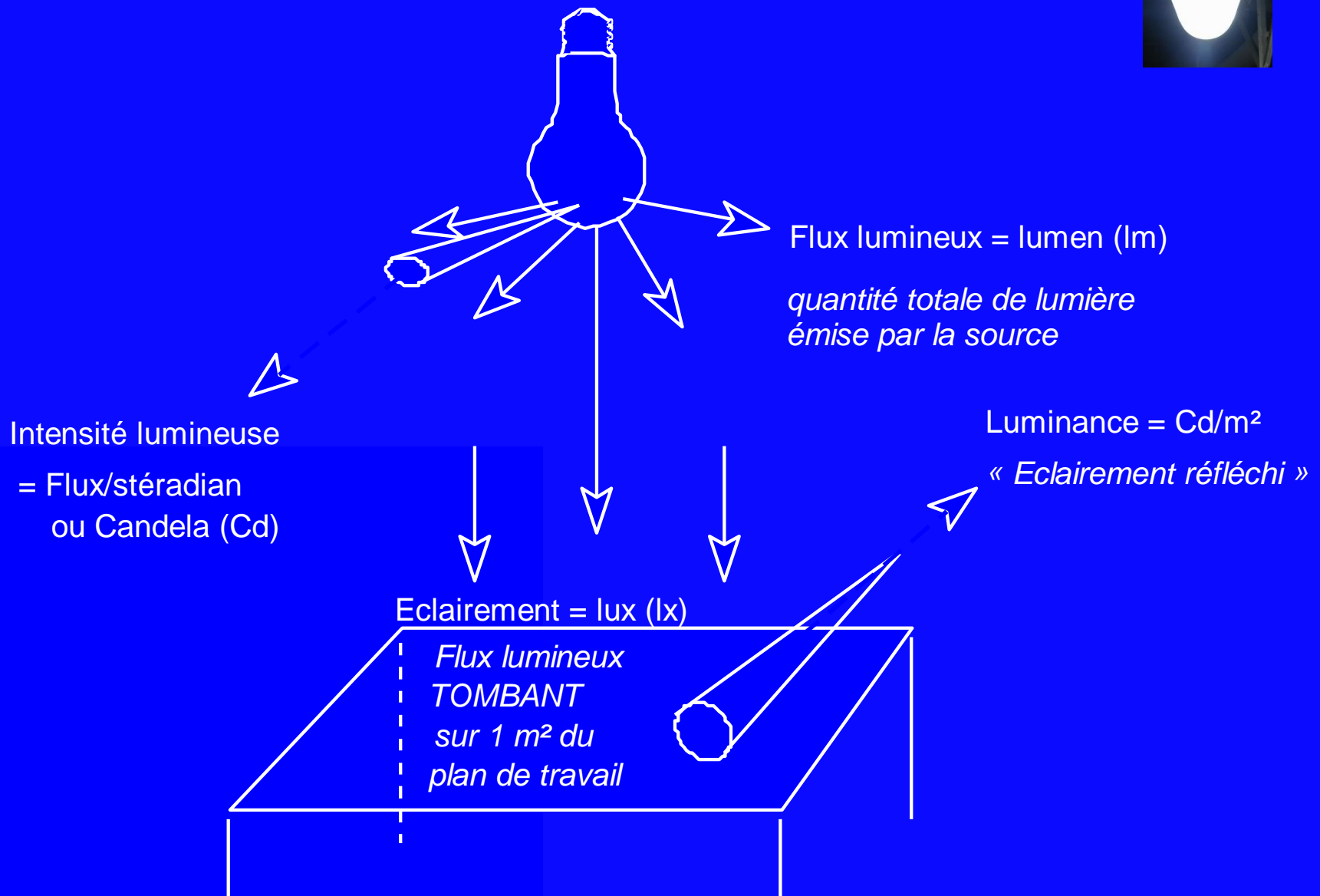


CHALEUR: V. MODELE PHS

- Recherche de l'efficacité d'améliorations techniques
 - Le tableau ci-dessous donne un exemple d'une telle recherche :

Condition	1	2	3	4	5	6
t_a (°C)	38			32	32	32
t_g (°C)	46	41,3			41,3	41,3
HR %	60			40	40	40
V_a (m/s)	0,1		0,5		0,5	0,5
M (W)	360					270
Clo	0,6					0,6
DLE (min)	25	28	24	59	78	>5 h

ECLAIRAGE: I. DEFINITIONS



ECLAIRAGE: I. DEFINITIONS

- **Contraste**

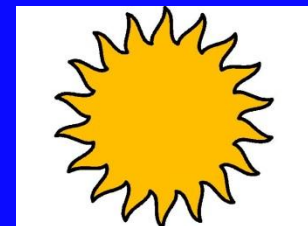


Difficile de lire quand le contraste est mauvais

ECLAIRAGE: I. DEFINITIONS



- **La température de couleur indique la qualité chromatique de l'éclairage**
 - 2700°K: lumière blanche, très chaude (rouge)
 - 3000°K: lumière blanche, chaude (rougeâtre)
 - 4000°K: lumière blanche, fraîche (blanche)
 - >5000°K: lumière blanche, proche de la lumière de jour, dite froide (bleuâtre)
- **Le rendu des couleurs (de 0 à 100) exprime la qualité d'une lumière à rendre les couleurs de la même façon que la lumière du jour**
 - Ra = 91-100 excellent
 - Ra = 81-90 bon
 - Ra = 51-80 moyen
 - Ra = < 51 médiocre



ECLAIRAGE: II. ECLAIREMENTS SOUHAITABLES

- Valeurs d'éclairement minimal recommandées par le R.G.P.T. (en lux)
 - En pratique, la plage d'éclairement idéale s'étend de 1 à 2 fois l'éclairement minimal.



ECLAIRAGE: III. TYPES DE LAMPES

- **Définitions:**

- l'efficacité lumineuse est le rapport entre le flux de lumière et la puissance électrique consommée

- **Lampes à incandescence:**

- durée de vie: 1000 heures
- efficacité lumineuse: 10 lm/W
- température de couleur: 2600°K
- indice de rendu des couleurs: Ra 100



- **Lampes fluorescentes:**

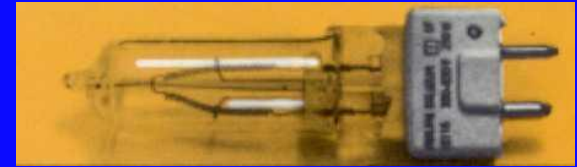
- durée de vie: 10000 heures
- efficacité lumineuse: 40-80 lm/W
- température de couleur: variable: 3000 à 5000°K
- indice de rendu des couleurs: variable: Ra 50-80
- allumages fréquents réduisent fortement la durée de vie



ECLAIRAGE: III. TYPES DE LAMPES

- **Lampes halogènes:**

- durée de vie: 2000 heures
- efficacité lumineuse: 15-25 lm/W
- température de couleur: 2900 °K
- indice de rendu des couleurs: Ra 100
- allumages fréquents réduisent fortement la durée de vie



- **Consulter les catalogues des fabricants pour choisir les lampes optimales, en fonction de**

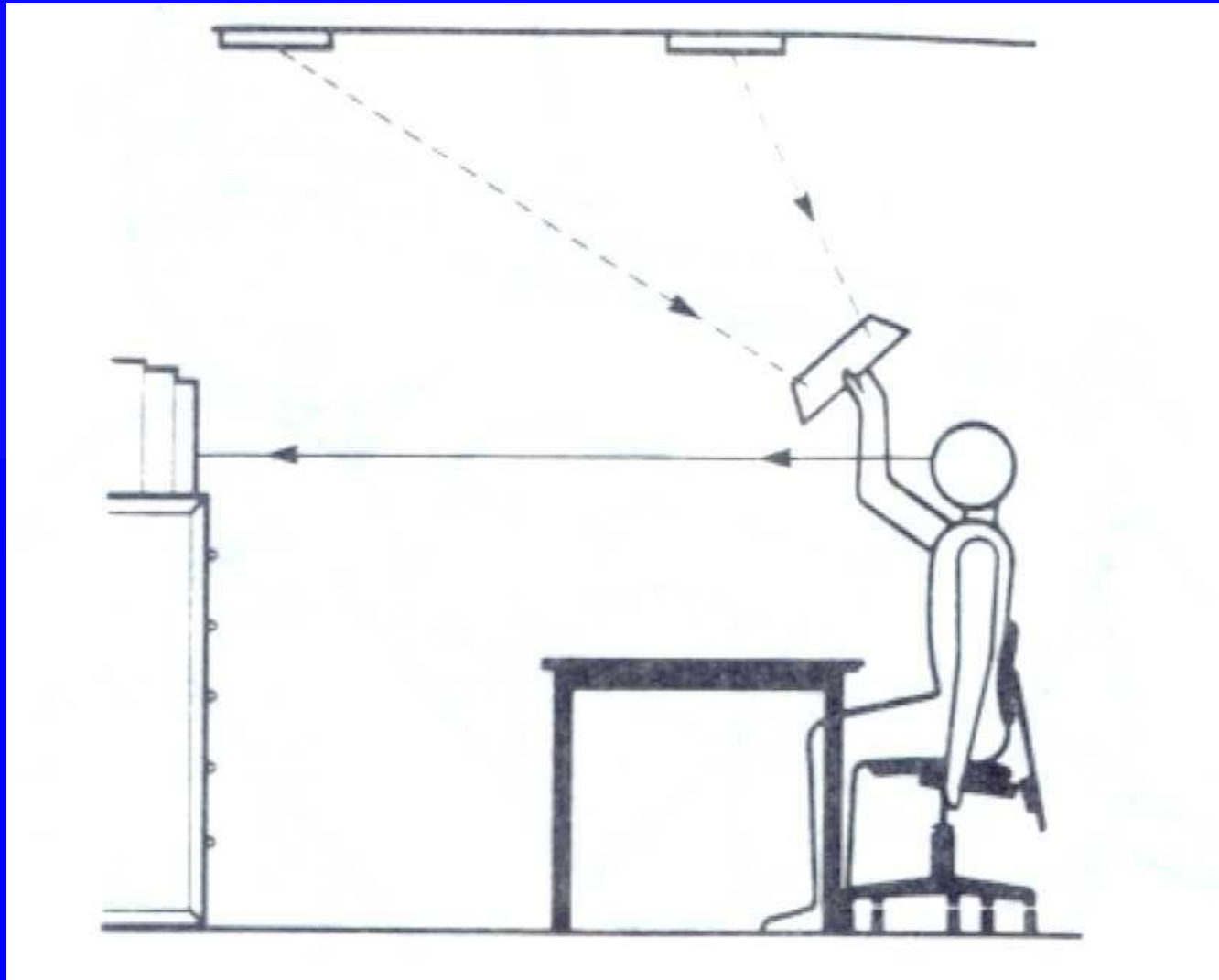
- leur efficacité lumineuse
- leur rendu des couleurs
- leur flux lumineux.

IV. Fatigue visuelle

- **Variation d'adaptation: éblouissements**
 - absolu ou d'adaptation ou relatif
 - fonction des luminances, du contraste
 - capacité d'adaptation: 0,5 à 100.000 lux
 - éclairage artificiel: 50 à 2000 lux
 - éblouissements:
 - direct: vision des sources
 - indirect: vision des reflets
 - relatifs: rapport de luminances 1 : 3 : 10
entre centre - zone - environnement

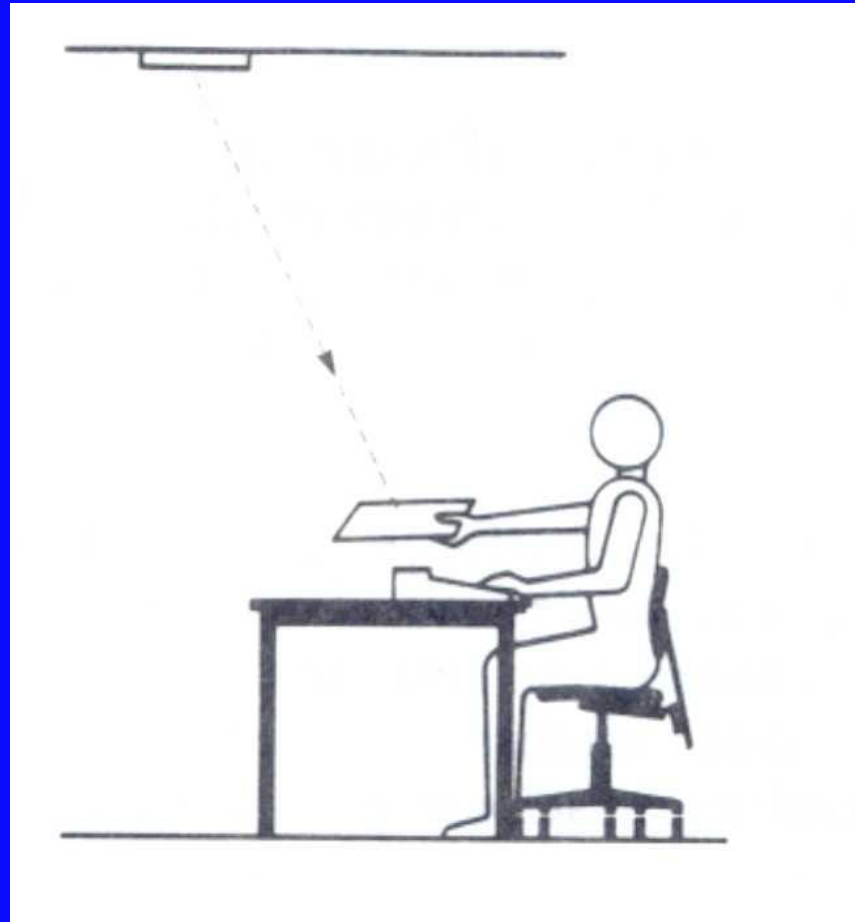
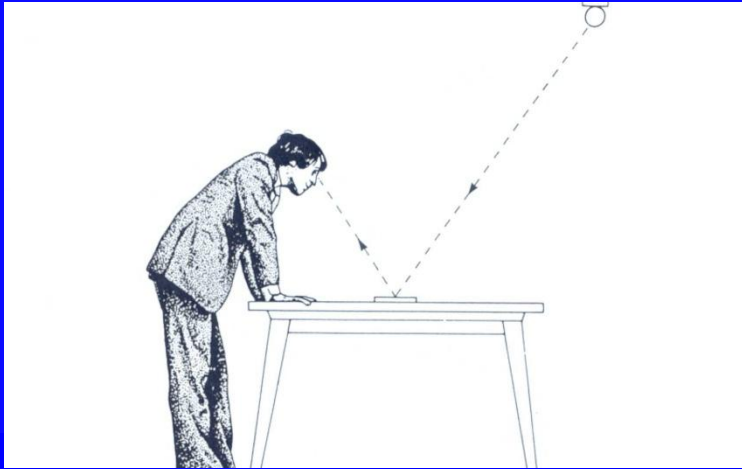
IV. Fatigue visuelle

- Direct



IV. Fatigue visuelle

- Indirect



IV. Fatigue visuelle

- **Variation d'accommodation**
 - fonction de la distance des objets
- **Fixation des yeux:**
 - si contraste trop faible entre éléments de la tâche
 - picotements
 - maux de tête
 - nausée
 - ...

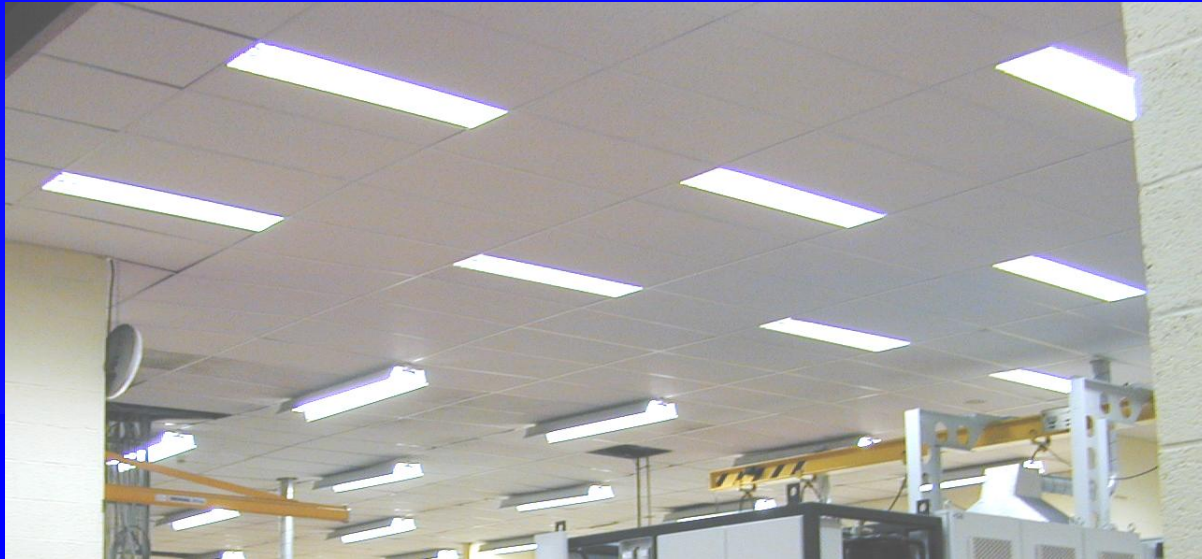


Difficile de lire quand le contraste est mauvais

ECLAIRAGE:

V. RECOMMANDATIONS GENERALES

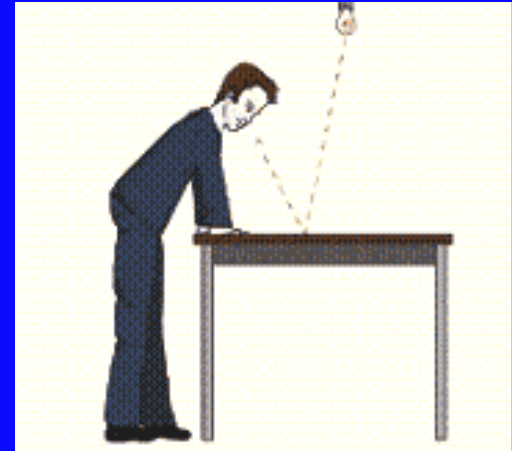
- Assurer les éclairements minimaux recommandés



- Entre la surface de travail, la zone aux alentours et à l'avant et l'environnement général, respecter les contrastes:
 - 1 : 3 : 10 au maximum

ECLAIRAGE: V. RECOMMANDATIONS GENERALES

- **Eviter les reflets:**
 - utilisation de surfaces et peintures mates.



- **Eviter la vision directe des sources lumineuses**



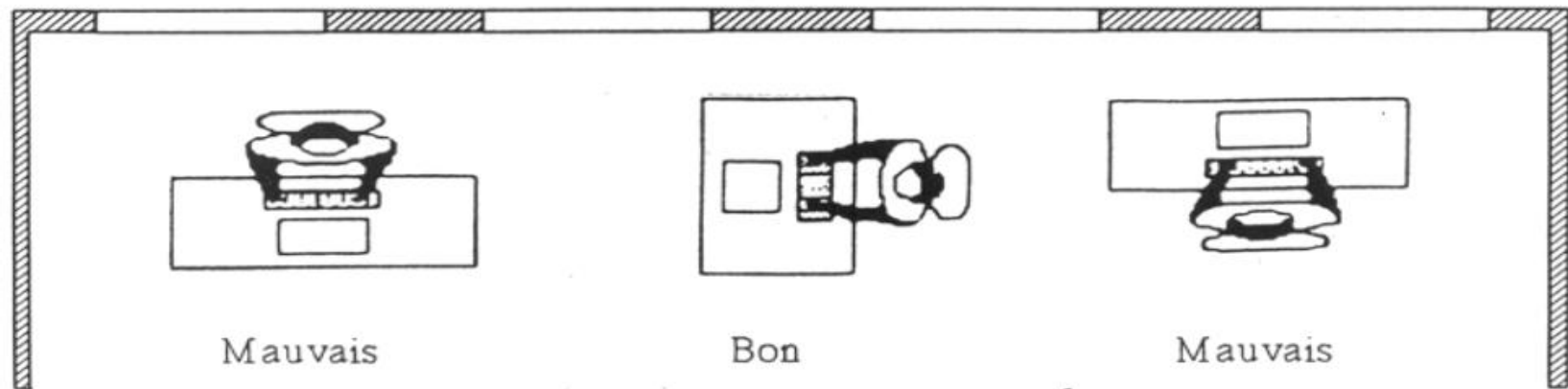
ECLAIRAGE:

V. RECOMMANDATIONS GENERALES

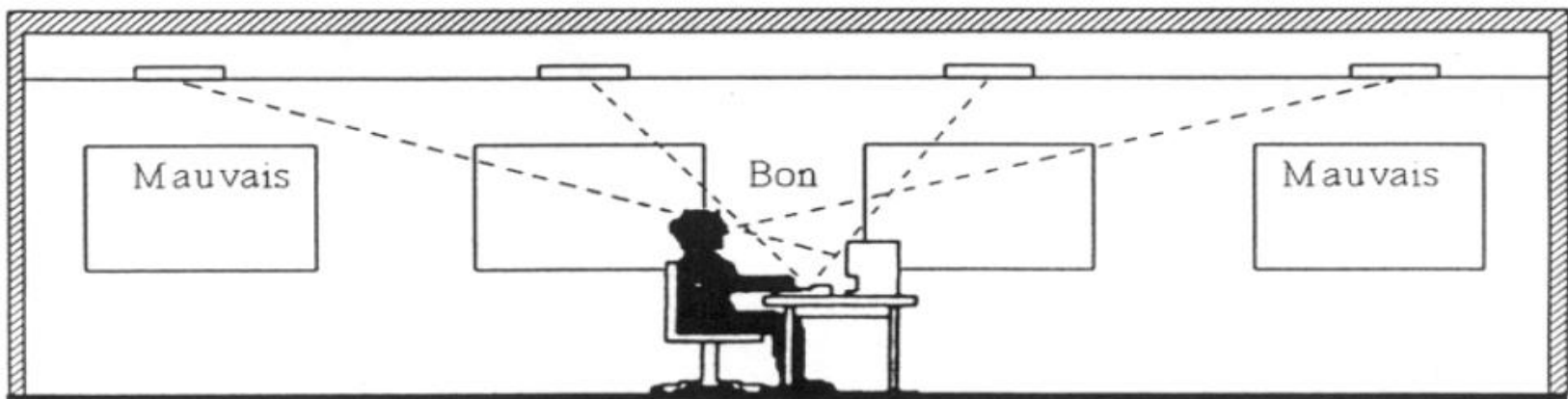
- **Favoriser une clarté adéquate du lieu de travail:**
 - choix de couleurs claires.
- **Assurer une bonne qualité de rendu des couleurs:**
 - choix des lampes.
- **Créer une ambiance de travail agréable:**
 - assortiment de lumières et de couleurs
 - compromis entre éclairage naturel et artificiel.
- **Prévoir un entretien régulier**
 - nettoyage des luminaires
 - remplacement systématique des lampes défectueuses

ECLAIRAGE: VI. TRAVAIL SUR ORDINATEUR

- L'implantation optimale d'un poste de travail



Disposition d'écrans dans un local avec fenêtres



Réflexion des luminaires dans l'écran

ECLAIRAGE:

VI. TRAVAIL SUR ORDINATEUR

- Placer les écrans perpendiculairement aux fenêtres (vision parallèle aux fenêtres)
 - si le sujet est dos à la fenêtre: reflets sur l'écran
 - si le sujet est face à la fenêtre: éblouissement



ECLAIRAGE:

VI. TRAVAIL SUR ORDINATEUR

- **Placer le poste**
 - à la verticale du luminaire
 - ou entre deux rangées de luminaires
 - des stores à lamelles orientables devant les fenêtres sont conseillés.
- **Utiliser des luminaires peu divergents**



ECLAIRAGE:

VI. TRAVAIL SUR ORDINATEUR

- **Eclairages conseillés:**
 - si lecture de documents : 300 lux
 - si pas de documents : 200 lux
- **"Lumière réfléchie" (luminances):**
 - idéalement: "Lumière réfléchie" identique pour écran, clavier et environnement immédiat
 - si pas possible, respecter
 - "Lumière réfléchie" écran $> 1/3$ environnement immédiat
 - "Lumière réfléchie" environnement immédiat $> 1/3$ et < 3 générale
- **Eviter:**
 - la couleur rouge pour fond et caractères
 - la couleur bleue pour les caractères
 - utiliser de préférence des caractères noirs sur fond clair

ECLAIRAGE:

VII. Eclairage et la sécurité

- **La sécurité:**
 - un bon éclairage du poste de travail est important pour la sécurité
 - absence d'éblouissements
 - pas de phénomènes de stroboscopie (éléments tournants)
 - vision des éléments dangereux (contrastes)
 - vision des couleurs de sécurité ...



ECLAIRAGE:

VII. Eclairage et la sécurité

- **Eclairage de secours:**
 - Eclairage artificiel qui permet de poursuivre une certaine activité en cas de défaillance de l'éclairage artificiel normal
- **Eclairage de sécurité (de sûreté):**
 - Eclairage artificiel qui, dès la défaillance de l'éclairage artificiel normal, permet aux personnes de cheminer jusqu'en lieu sûr et de gagner les sorties du bâtiment
 - permettre visibilité des obstacles et l'exécution des manoeuvres en cas d'incendie



ECLAIRAGE:

VII. Eclairage et la sécurité

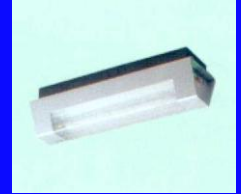


- **Eclairage de sécurité:**

- **doit non seulement indiquer les sorties de secours**
 - mais aussi faciliter l'évacuation des personnes en éclairant les couloirs, escaliers, dégagements... et en indiquant les directions à prendre
- **alimenté par une ou plusieurs sources autonomes en cas de défaillance de l'installation électrique générale**
 - alimentation autonome mise en route automatiquement 5 à 10 secondes après la coupure de l'installation générale
 - alimentation autonome peut se faire par:
 - une batterie centrale d'accumulateurs maintenus en charge
 - un groupe électrogène avec moteur thermique et alternateur
 - une batterie individuelle maintenue chargée dans le luminaire qui constitue un bloc autonome d'éclairage et capable de procurer une alimentation suffisante pendant 60 minutes

ECLAIRAGE:

VII. Eclairage et la sécurité



- **Eclairage de sécurité:**
 - régulièrement vérifié au moyen des 3 tests suivants:
 - le test des blocs autonomes au moins une fois par an
 - le test des groupes électrogènes
 - le test des batteries
 - il s'allume quand on éteint le dispositif d'éclairage habituel ou s'additionner en permanence à celui-ci
 - il assure un éclairement de 5 lux au moins sur le chemin de circulation
 - il éclaire les pictogrammes de sorties
 - il doit s'allumer automatiquement dans les bâtiments où séjournent plus de 100 personnes