

# TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos .....	5
--------------------	---

## 1 LE BRUIT EN MILIEU PROFESSIONNEL (J.-P. Libert et F. Telliez)

<b>1 Notions sur la physique du bruit</b> .....	9
1.1 Intensité du bruit.....	9
1.2 Fréquence du bruit .....	11
1.3 Réponse de l'oreille : relation fréquence/pression acoustique .....	12
1.4 Bruits industriels .....	13
<b>2 Le système auditif</b> .....	15
2.1 L'oreille externe .....	15
2.2 L'oreille moyenne.....	16
2.2.1 La membrane du tympan .....	16
2.2.2 La chaîne des osselets .....	17
2.3 L'oreille interne.....	17
<b>3 Bruit et santé</b> .....	19
3.1 Les effets auditifs du bruit.....	19
3.1.1 Fatigue auditive et surdité.....	20
3.1.2 L'effet de masque .....	21
3.2 Les effets extra-auditifs du bruit.....	21
3.2.1 Modifications du sommeil .....	22
3.2.2 Modifications cardio-vasculaires .....	22
3.2.3 Bruit et vigilance .....	23
3.2.3.1 <i>Bruits continus</i> .....	23
3.2.3.2 <i>Bruits intermittents</i> .....	23
3.3 Autres effets .....	23
<b>4 Réglementation</b> .....	24
4.1 Bruit émis.....	24
4.2 Qualité acoustique des locaux de travail .....	25
4.3 Protection des travailleurs contre le bruit .....	25
<b>5 Évaluation des ambiances sonores</b> .....	25
5.1 Bruit machine .....	26
5.2 Cartographie atelier : cartes de bruit .....	26
5.3 Méthodologie de l'évaluation de l'exposition sonore .....	28
5.3.1 Présentation générale du plan de mesurage .....	28
5.3.1.1 <i>Qui ?</i> .....	28
5.3.1.2 <i>Quand ?</i> .....	28
5.3.1.3 <i>Comment ?</i> .....	30
5.3.2 Résultats .....	31
5.4 Appareillage de mesure .....	33
5.4.1 Calibrage.....	33

5.4.2	Incertitude .....	33
5.4.3	Sonomètre intégrateur .....	33
5.4.4	Exposimètre .....	34
5.5	Le rapport de mesure .....	34
<b>6</b>	<b>Protection des opérateurs contre les nuisances sonores</b> .....	<b>34</b>
6.1	Protection individuelle .....	36
6.1.1	Les différents protecteurs .....	36
6.1.2	Choix du protecteur .....	37
6.2	Protection collective .....	37
6.2.1	Réduction du bruit à la source .....	37
6.2.2	Isolation des locaux .....	38
6.2.2.1	Mesure du temps de réverbération .....	38
6.2.2.2	Mesure d'amplification .....	40
6.2.3	Isolation acoustique des machines .....	40
6.2.4	Facteurs modifiant l'isolation acoustique .....	40
<b>7</b>	<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>42</b>

## **2 LES VIBRATIONS MÉCANIQUES (V. Bach et S. Delanaud)**

<b>1</b>	<b>Propriétés physiques</b> .....	<b>47</b>
1.1	Vibration sinusoïdale .....	47
1.2	Vibration périodique .....	49
1.3	Vibration aléatoire.....	49
1.4	Les fréquences et amplitudes rencontrées.....	49
1.5	Mécanismes d'apparition des vibrations et état de résonance .....	49
<b>2</b>	<b>Perception des vibrations</b> .....	<b>51</b>
<b>3</b>	<b>Effets des vibrations sur l'homme</b> .....	<b>52</b>
3.1	Généralités.....	52
3.2	Vibrations de très basses fréquences (< 2 Hz) .....	53
3.3	Vibrations de basses fréquences (1 à 80 Hz) .....	53
3.4	Vibrations de hautes fréquences (20-30 Hz à 1 000 Hz) .....	54
3.4.1	Fréquence dominante < 50 Hz : troubles ostéo-articulaires .....	54
3.4.2	Fréquence dominante > 50 Hz : troubles angio-neurotiques .....	55
3.4.3	Fréquence dominante > 300 Hz : troubles trophiques et sensitifs ....	55
<b>4</b>	<b>Mesures des vibrations</b> .....	<b>55</b>
4.1	Les capteurs.....	56
4.2	Instrument de mesure .....	57
4.3	Mesurage effectué chez l'homme .....	57
4.3.1	Direction et gamme en fréquence des vibrations.....	57
4.3.2	Point de mesure .....	58
4.3.3	Durée de l'analyse .....	58
4.3.4	Amplitude et fréquence des vibrations .....	58
4.3.5	Évaluation complémentaire des vibrations .....	58
4.3.6	Accélération équivalente .....	59
4.3.7	Caractérisation de l'exposition .....	60
4.4	Rapport de mesurage .....	60

<b>5</b>	<b>Protection contre les vibrations</b> .....	61
5.1	Vibrations de basses ou très basses fréquences transmises à l'ensemble du corps .....	62
5.1.1	Diminuer la production des vibrations .....	62
5.1.2	Diminuer la transmission à l'opérateur .....	63
5.1.3	Optimiser la tâche .....	65
5.1.4	Protéger l'opérateur.....	65
	5.1.4.1 <i>Durée d'exposition</i> .....	65
	5.1.4.2 <i>Recommandations</i> .....	69
	5.1.4.3 <i>Réglementation</i> .....	69
5.2	Vibrations de hautes fréquences.....	69
5.2.1	Éliminer le risque vibratoire .....	70
5.2.2	Diminuer la production et la transmission des vibrations.....	70
5.2.3	Optimiser la tâche .....	71
5.2.4	Protéger l'opérateur.....	71
	5.2.4.1 <i>Durée d'exposition</i> .....	71
	5.2.4.2 <i>Recommandations</i> .....	73
<b>6</b>	<b>Références bibliographiques</b> .....	73

### **3 VISION ET ÉCLAIRAGE (V. Bach)**

<b>1</b>	<b>Description anatomique de l'œil</b> .....	77
<b>2</b>	<b>L'œil en tant qu'appareil optique</b> .....	78
2.1	Le pouvoir réfractif .....	79
2.2	L'accommodation .....	80
<b>3</b>	<b>Les fonctions visuelles principales mises en jeu dans le milieu de travail</b> ..	81
3.1	L'adaptation aux variations de lumière .....	81
3.2	La vision des couleurs .....	81
3.3	Le champ visuel.....	82
3.4	La détermination de la distance .....	82
3.5	Les priorités lors des mouvements oculaires .....	83
<b>4</b>	<b>Les effets du vieillissement</b> .....	83
<b>5</b>	<b>La fatigue visuelle</b> .....	83
5.1	Généralités.....	83
5.2	Cas particulier du travail sur écran .....	84
<b>6</b>	<b>Les risques pour l'œil</b> .....	85
6.1	Identification des principales lésions de l'œil .....	85
6.2	Risques physiques et chimiques .....	86
	6.2.1 Contusions .....	86
	6.2.2 Particules.....	86
	6.2.3 Liquides, vapeurs, poussières .....	86
	6.2.4 Rayonnements .....	86
	6.2.5 Chaleur .....	87
6.3	Protections oculaires et du visage.....	87
	6.3.1 Lunettes .....	88
	6.3.1.1 <i>Cas du laser</i> .....	88

6.3.1.2 Lunettes antifatigue.....	88
6.3.2 Écrans faciaux .....	89
6.3.3 Masques de soudeur .....	89
6.3.4 Cas des lentilles de contact.....	89
<b>7 Lumière et éclairage .....</b>	<b>90</b>
7.1 Différentes modalités d'éclairage .....	90
7.2 Caractéristiques d'une lumière .....	91
7.3 Sources de lumière .....	92
7.3.1 Lumière naturelle .....	92
7.3.2 Lampes à incandescence classiques .....	93
7.3.3 Lampes halogènes .....	93
7.3.4 Lampes à décharge .....	94
7.3.4.1 Lampes fluorescentes à basse pression de mercure .....	94
7.3.4.2 Lampes à vapeur de mercure à haute pression .....	95
7.3.4.3 Lampes à vapeur de sodium .....	95
<b>8 Photométrie .....</b>	<b>96</b>
8.1 Grandeurs photométriques .....	96
8.2 Appareils de mesure.....	97
8.2.1 Mesure de l'éclairement .....	97
8.2.1.1 Utilisation du luxmètre .....	98
8.2.1.2 Éclairement moyen et éclairement local.....	98
8.2.2 Mesure de la luminance .....	98
<b>9 Principes d'ergonomie visuelle .....</b>	<b>99</b>
9.1 Éclairements moyens .....	100
9.1.1 Niveaux d'éclairements moyens recommandés .....	100
9.1.2 Calcul de l'éclairement moyen .....	101
9.2 Éclairement local.....	102
9.2.1 Valeurs absolues d'éclairement local .....	102
9.2.2 Rapport d'éclairement .....	103
9.3 Luminance .....	104
9.3.1 Valeurs absolues des luminances.....	104
9.3.2 Rapports de luminances .....	105
9.4 Indices de réflexion.....	106
<b>10 Applications à l'éclairage des lieux de travail .....</b>	<b>107</b>
10.1 Emplacements des signaux visuels .....	107
10.2 Éviter les éblouissements et reflets .....	108
10.2.1 Éblouissements et rayonnement solaire .....	108
10.2.2 Éblouissements générés par des luminaires.....	108
10.2.3 Reflets et travail sur écran.....	108
10.3 Ergonomie des postes avec écran de visualisation .....	109
10.4 Éclairage naturel/artificiel .....	110
10.4.1 Avantages et inconvénients.....	110
10.4.2 Situations dans lesquelles le rayonnement solaire peut poser problème .....	111
10.4.3 Locaux aveugles .....	111
10.5 Utilisation des couleurs .....	112
<b>11 Références bibliographiques .....</b>	<b>112</b>

<b>1 Échanges thermiques entre le corps humain et l'environnement</b> .....	118
1.1 Transport externe de chaleur .....	119
1.1.1 Transport de chaleur sèche .....	119
1.1.1.1 La conduction.....	119
1.1.1.2 La convection.....	119
1.1.1.3 Le rayonnement (ou radiation) thermique .....	120
1.1.2 Transport de chaleur latente .....	121
1.2 Influence du vêtement .....	122
1.3 Bilan thermique.....	123
<b>2 Mesure des ambiances thermiques au travail</b> .....	124
2.1 Paramètres physiques ambiants .....	124
2.1.1 Température de l'air.....	124
2.1.2 Température moyenne de rayonnement .....	125
2.1.3 Vitesse de l'air .....	126
2.1.4 Humidité de l'air.....	126
2.2 Mesure des paramètres physiologiques.....	129
2.2.1 Température interne de l'organisme .....	129
2.2.2 Température cutanée moyenne $\bar{T}_{sk}$ .....	129
2.2.3 Débit sudoral .....	130
2.2.4 Fréquence cardiaque .....	130
<b>3 Évaluation des ambiances thermiques du travail</b> .....	130
3.1 Indices de confort thermique.....	130
3.1.1 Température effective .....	131
3.1.2 Température opérative .....	132
3.1.3 Échelle de confort.....	133
3.2 Indices de contrainte thermique : la chaleur .....	134
3.2.1 WBGT ou <i>Wet Bulb Globe Temperature</i> .....	135
3.2.2 Sudation requise .....	136
3.2.2.1 Calculs .....	136
3.2.2.2 Mesures .....	137
3.2.2.3 Limites d'astreintes.....	137
3.2.2.4 Interprétation des résultats .....	137
3.2.3 Autres indices.....	139
3.2.4 Températures de surface et seuils de brûlure .....	139
3.3 Indices de contrainte thermique : le froid.....	140
3.3.1 Isolement vestimentaire requis : hypothermie corporelle .....	141
3.3.2 Indice de refroidissement : refroidissement des extrémités .....	142
<b>4 Démarche et prévention</b> .....	143
4.1 Démarche .....	143
4.2 Actions préventives .....	144
4.2.1 Protection collective.....	144
4.2.2 Protection individuelle.....	144
<b>5 Références bibliographiques</b> .....	146