

SOFHYT



affiliée à l'IOHA  
(International Occupational  
Hygiene Association)

# Mesurer l'exposition professionnelle

## Aspects réglementaires France

Forum SOFHYT BSOH Lille - 10 juin 2016

**Cnam IHIE Angers - 16 février 2017**

# Histoire



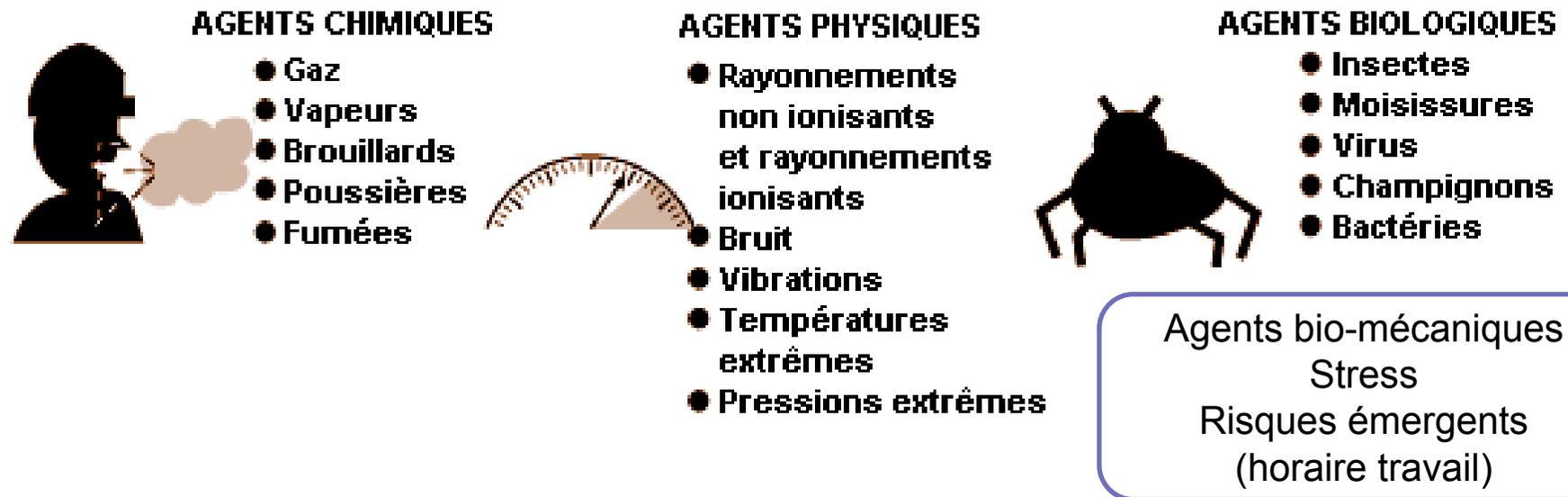
- La mesure du CO dans les mines (canari)
- Un long procédé
  - Constat sur l'homme
  - Epidémiologie
  - Toxicologie
  - Décisions politiques
  - Les directives européennes
  - L'évolution des critères
  - La traçabilité collective & individuelle
- Hypothèse d'un risque « faible - acceptable » pour la majorité des travailleurs
- Evaluation QUANTITATIVE des risques pour la santé

# Faire une Mesure

- Responsabilité de l'employeur
- Intervenants :
  - Salarié compétent (L4644-1)
  - Intervenant en Prévention des Risques Professionnels IPRP
  - Service de santé au travail
  - Intervenant spécifiquement formé
- Les requis:
  - Valeur de référence,
  - Méthode valide,
  - Plan d'échantillonnage & prélèvement
  - Analyse & laboratoire,
  - Interprétation des résultats
- Les besoins :
  - Ressources matérielles, financières
  - Personnes formées,
  - Organisation réactive



# Disciplines de l'Hygiène du Travail

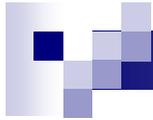


Encyclopédie de sécurité et de santé au travail BIT  
chapitre 30 « l'hygiène du travail »

# Exposition aux agents chimiques



|                 |   |
|-----------------|---|
| Cible           | Personnel, air, gaz, vapeurs, particules, fibres  |
| Référence       | <ul style="list-style-type: none"><li>• VLEP8h, VLEPct, VLEPp (environ 500 produits)</li><li>• Indicative, réglementaire indicative, réglementaire contraignante, recommandées Cnam, textes spécifiques</li><li>• Nombre de prélèvements, d'analyses de produits toxiques et mesures (bilan social).</li><li>• Arrêté 15/12/2009: Pr [IC 70]&lt;5% ; &lt;10% VLEP</li><li>• Pénibilité : 30%VLEP</li><li>• DNELs (Reach), intermédiaires strictement contrôlés, VTR</li></ul> |
| Mesurage        | employeur, organisme accrédité  |
| Méthode         | Non précisée dans les texte   |
| Traçabilité     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Collective : DUER</li><li>• Individuelle : Avec nom, périmètres et contenus variables depuis 1995, 2001, 2003, pénibilité (2012, 2015, 2016)</li></ul>  |
| Cas particulier | Plomb : VLEP, méthode, valeur limite biologique sang  |
| Maîtrise        | Ventilation   |



## Exposition à l'amiante

|             |   |
|-------------|---|
| Cible       | Personnel air & ambient air   |
| Référence   | Taille $L > 5 \mu\text{m}$ , $I < 3 \mu\text{m}$ , $L/I > 3$<br>Locaux $\leq 5 \text{ f/l}$<br>Personne exposée : 10 f/l depuis 1/7/2015<br>Processus : $< 100 \text{ f/l}$ , 100-6000, $\geq 6000 \text{ f/l}$ |
| Mesurage    | employeur, organisme accrédité  |
| Méthode     | META, NF EN ISO 16000-7(2007), NF X 43-050 (1996)   |
| Traçabilité | <ul style="list-style-type: none"><li>• Collective: DUER</li><li>• Individuelle : Fiche d'exposition individuelle depuis 6/12/1996</li></ul>  |
| Maîtrise    | Air respirable<br>Test étanchéité masque  |



## Exposition aux agents biologiques

|             |  |   |  |
|-------------|--|---|--|
| Cible       | Usage volontaire & involontaire  | <i>Legionella spp</i>   | Boissons & aliments                                |
| Référence   | Pas de limite  | selon le milieu récepteur :<br>10 <sup>3</sup> UFC/l, 10 <sup>5</sup> UFC/l<br>Selon la source : réseau d'eau & TAR | températures, agents biologiques, agents chimiques |
| Mesurage    |  | employeur, organisme  | organismes   |
| Méthode     |  | norme NF T90-431  | spécifiques  |
| Traçabilité | <ul style="list-style-type: none"><li>• Collective : DUER</li><li>• Individuelle : Liste des travailleurs agents biologiques groupes 3 et 4 (R4426-1),</li></ul> |   | ?  |
| Maîtrise    | PSM  |   |  |

# Exposition aux rayonnements ionisants



| Cible       | Personnel point corps  | Ambiant air |
|-------------|--|-------------|
| Référence   | Page suivante  |             |
| Mesurage    | IRSN, organisme agréé,<br>service de santé au travail/organisme/labo titulaire d'un certificat<br>d'accréditation,<br>PCR (personne compétente en radioprotection)   |             |
| Méthode     | précisées, passives & actives  |             |
| Traçabilité | <ul style="list-style-type: none"><li>• Collective : DUER</li><li>• Individuelle : Fiche d'exposition individuelle</li></ul> Dosimétrie : IRSN/SISERI, Employeur<br>Carte de suivi médical (catégories A B), IRSN<br>Dossier individuel par médecin (fiche exposition,<br>suive dosi) 50 ans |             |
| Maîtrise    | Mesure des sources,<br>Mesure de l'activité du radon si applicable   |             |

# Le rayonnement ionisant



- Personnel :
  - mesures internes & externes

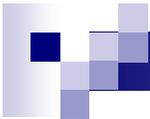
| Valeurs d'exposition  | Limites doses équivalentes pour les différentes parties du corps exposées |   |   |
|---|---|---|---|
|   | les mains, les avant-bras, les pieds et les chevilles,                    | la peau.<br>Cette limite s'applique à la dose moyenne sur toute surface de 1 cm <sup>2</sup> , quelle que soit la surface exposée ; | le cristallin                             |
| La somme des doses efficaces reçues par exposition externe et interne |   |   |   |
| <20 mSv sur douze mois consécutifs                                    | < 500 mSv au cours de 12 mois consécutifs                                 | < 500 mSv. au cours de 12 mois consécutifs  | <150 mSv. au cours de 12 mois consécutifs |

- Salariés catégorie B (1-6mSv), catégorie A (>6mSv), jeunes travailleurs , femmes enceintes
- Zone surveillée ou contrôlée



## Exposition aux rayonnements optiques artificiels

|             |  |                               |
|-------------|--|-------------------------------|
| Cible       | oeil, peau   | œil, peau                     |
| Référence   | Rayonnements optiques incohérents  | Rayonnements laser            |
| Mesurage    |  | Compétence appropriée interne |
| Méthode     | NF EN 14255-1 « Mesurage et évaluation de l'exposition des personnes aux rayonnements optiques incohérents - Partie 1: rayonnements UV émis par des sources artificielles sur les lieux de travail<br>- NF EN 14255-2...Partie 2 : rayonnements visibles et IR<br>- NF EN 14255-4 ... Partie 4 : terminologie et grandeurs utilisées » | Pratique de la métrologie     |
| Traçabilité | <ul style="list-style-type: none"><li>• Collective : DUER</li><li>• Individuelle : liste personnes, fiche d'exposition</li></ul>   |                               |

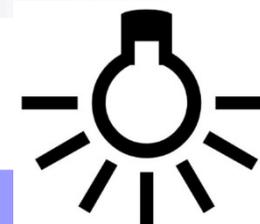


Valeurs limites d'exposition pour les rayonnements optiques incohérents

| Index | Longueur d'onde nm                | Valeur limite d'exposition                             | Unités                                    | Observation                | Partie du corps                                       | Risque   |
|-------|-----------------------------------|--|---|----------------------------|---|--|
| a.    | 180-400<br>(UVA, UVB et UVC)      | $H_{\text{eff}} = 30$<br>Valeur journalière 8 heures   | $[J m^{-2}]$                              |                            | œil : cornée<br>conjonctive<br>cristallin<br><br>peau | photokératite<br>conjonctivite<br>cataractogénèse<br>érythème<br>élastose<br>cancer de la peau |
| b.    | 315-400<br>(UVA)                  | $H_{\text{UVA}} = 10^4$<br>Valeur journalière 8 heures | $[J m^{-2}]$                              |                            | œil cristallin  | cataractogénèse  |
| c.    | 300-700<br>(Lumière bleue) (1)    | $L_B = \frac{10^6}{t}$<br>pour $t \leq 10\,000$ s      | $L_B [W m^{-2} sr^{-1}]$<br>t: [secondes] | pour $\alpha \geq 11$ mrad |   |  |
| d.    | 300-700<br>(Lumière bleue)<br>(1) | $L_B = 100$<br>pour $t > 10\,000$ s                    | $[W m^{-2} sr^{-1}]$                      |                            |   |  |

Valeurs limites d'exposition de l'œil au laser — Exposition de courte durée < 10 s

| Longueur d'onde (λ) [nm] |         | Diaphragme<br>limite                               | Durée [s]                                 |                      |                     |                               |                                       |                             |   |
|--------------------------|---------|--|---|----------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---|
|                          |         |  | $10^{-11} - 10^{-10}$                     | $10^{-10} - 10^{-9}$ | $10^{-9} - 10^{-8}$ | $10^{-8} - 1,8 \cdot 10^{-7}$ | $1,8 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-6}$ | $5 \cdot 10^{-6} - 10^{-1}$ | $10^{-1} - 10^1$  |
| UVC                      | 180-280 | 3; $1,5 \cdot t^{-0,375}$ pour $0,3 \leq t < 10$ s | $E = 3 \cdot 10^{10} [W m^{-2}] (^\circ)$ |                      |                     |                               |                                       |                             |   |
| UVB                      | 280-302 |  |   |                      |                     |                               |                                       |                             | $H = 30 [J m^{-2}]$   |
|                          | 303     |  |   |                      |                     |                               |                                       |                             | $H = 40 [J m^{-2}]$ ; si $t < 2,6 \cdot 10^{-9}$ alors $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J m^{-2}] (^\circ)$  |
|                          | 304     |  |   |                      |                     |                               |                                       |                             | $H = 60 [J m^{-2}]$ ; si $t < 1,3 \cdot 10^{-8}$ alors $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J m^{-2}] (^\circ)$  |
|                          | 305     |  |   |                      |                     |                               |                                       |                             | $H = 100 [J m^{-2}]$ ; si $t < 1,0 \cdot 10^{-7}$ alors $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J m^{-2}] (^\circ)$ |
|                          | 306     |  |   |                      |                     |                               |                                       |                             | $H = 160 [J m^{-2}]$ ; si $t < 6,7 \cdot 10^{-7}$ alors $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J m^{-2}] (^\circ)$ |
|                          | 307     |  |   |                      |                     |                               |                                       |                             | $H = 250 [J m^{-2}]$ ; si $t < 4,0 \cdot 10^{-6}$ alors $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J m^{-2}] (^\circ)$ |
|                          | 308     |  |   |                      |                     |                               |                                       |                             | $H = 400 [J m^{-2}]$ ; si $t < 2,6 \cdot 10^{-5}$ alors $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J m^{-2}] (^\circ)$ |
|                          | 309     |  |   |                      |                     |                               |                                       |                             | $H = 630 [J m^{-2}]$ ; si $t < 1,6 \cdot 10^{-4}$ alors $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J m^{-2}] (^\circ)$ |
|                          | ---     |  |   |                      |                     |                               |                                       |                             | ---   |



## Rayons visibles : éclairage

|             |  |                                    |
|-------------|--|------------------------------------|
| Cible       | Plan de travail & ambiant  |                                    |
| Référence   | <b>Locaux affectés au travail et leur dépendances</b>                  | <b>Valeur minimale d'éclairage</b> |
|             | Voies de circulation intérieur   | 40 Lux                             |
|             | Escaliers et entrepôts   | 60                                 |
|             | Locaux de travail, vestiaires, sanitaires                              | 120                                |
|             | Locaux aveugles affectés à un travail permanent                        | 200                                |
|             | Rapport niveaux éclairage  | Max 5                              |
|             | Zones et voies de circulation extérieur                                | 10 Lux                             |
|             | Espaces extérieurs où sont effectués des travaux à caractère permanent | 40                                 |
| Mesurage    | employeur  |                                    |
| Méthode     | Non précisée   |                                    |
| Traçabilité | Collective : DUER  |                                    |



## Exposition aux champs electro-magnetiques (1/7/2016)

|             |  |
|-------------|--|
| Cible       | ambient  |
| Référence   | Champs électriques, champs magnétiques<br>Valeurs limites d'exposition<br>Valeurs déclenchant l'action basse & haute<br>Effets santé & effets sensoriels<br>Corps, tête, tronc, membres<br>Effets thermiques et non thermiques |
| Mesurage    | Services ou personnes compétentes  |
| Méthode     | Non précisé  |
| Traçabilité | <ul style="list-style-type: none"><li>• Collective : DUER</li><li>• Individuelle : évaluation individuelle des risques pour les cas particuliers</li></ul>   |

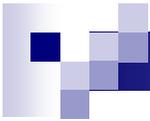


TABLEAU 2.1

## VA pour une exposition à des champs électriques et magnétiques compris entre 100 kHz et 300 GHz

| Gamme de fréquences                      | VA(E) pour intensité de champ électrique [ $Vm^{-1}$ ] (Rms) | VA(B) pour induction magnétique [ $\mu T$ ] (Rms) | VA(S) pour densité de puissance ( $Wm^{-2}$ ) |
|--|--|---|---|
| $100 \text{ kHz} \leq f < 1 \text{ MHz}$ | $6,1 \times 10^2$  | $2,0 \times 10^6/f$                               | —   |
| $1 \leq f < 10 \text{ MHz}$              | $6,1 \times 10^8/f$  | $2,0 \times 10^6/f$                               | —   |
| $10 \leq f < 400 \text{ MHz}$            | 61   | 0,2   | —   |
| $400 \text{ MHz} \leq f < 2 \text{ GHz}$ | $3 \times 10^{-3} f^{1/2}$                                   | $1,0 \times 10^{-5} f^{1/2}$                      | —   |
| $2 \leq f < 6 \text{ GHz}$               | $1,4 \times 10^2$  | $4,5 \times 10^{-1}$                              | —   |
| $6 \leq f \leq 300 \text{ GHz}$          | $1,4 \times 10^2$  | $4,5 \times 10^{-1}$                              | 50  |

# Exposition au bruit



|             |   |   |   |
|-------------|---|---|---|
| Cible       | Personnel air   |   |   |
| Référence   | <b>VALEURS D'EXPOSITION</b>   | <b>niveau d'exposition rapporté à 8h</b>  | <b>niveau de pression acoustique de crête</b> |
|             | Valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action de prévention   | 80 dB (A)   | 135 dB (C)                                    |
|             | Valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action de prévention   | 85 dB (A)   | 137 dB (C)                                    |
|             | Valeurs limites d'exposition (avec EPI)   | 87 dB (A)   | 140 dB (C)                                    |
|             | Bilan social  | Nb de personnes exposées de façon habituelle ...à plus de 85 db à leur poste de travail |   |
|             | <b>Pénibilité avec EPI</b>  | 81 dB (A), 600h/an  | 135 dB (C), 120 /an                           |
| Mesurage    | Employeur   |   |   |
| Méthode     | NF EN ISO9612, NF EN ISO 4869-2 et NF EN 458, guide européen  |   |   |
| Traçabilité | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Collective : DUER</li> <li>• Individuelle : pénibilité (2012, 2015, 2016)</li> </ul> |   |   |
| Maîtrise    | aménagement des locaux si exposition > 85dBA<br>Bilan social : réaliser une carte du son par atelier                          |   |   |

# Exposition aux températures extrêmes

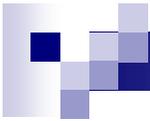


|             |   |   |  |
|-------------|---|---|--|
| Cible       | Personnel air   |   |  |
| Référence   | <b>VALEURS D'EXPOSITION</b>   | <b>Froid</b>  | <b>Chaud</b>   |
|             | bilan social  | Nombre de salariés travaillant aux intempéries de façon habituelle et régulière, au sens de la définition contenue dans le décret n° 76-404 | Nombre de salariés exposés à la chaleur au sens de la définition contenue dans le décret n° 76-404 |
|             | <b>Pénibilité avec EPI, cumulé 900h/an</b>  | ≤ 5°C   | ≥ 30°C   |
| Mesurage    | Employeur   |   |  |
| Méthode     | Non précisées   |   |  |
| Traçabilité | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Collective : DUER</li> <li>• Individuelle : pénibilité (2012, 2015, 2016)</li> </ul> |   |  |
| Maîtrise    | Chauffage : max 19°C<br>Refroidissement : mini 26°C   |   |  |

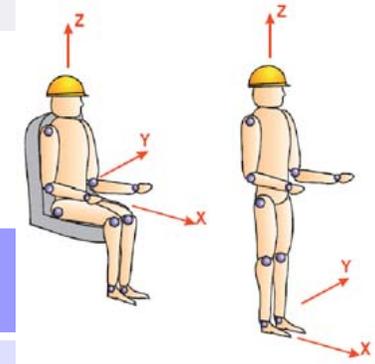


## Exposition à la pression

|                        |   |  |
|------------------------|---|--|
| Cible                  | Personnel ambiant   |  |
| Référence              | <b>VALEURS D'EXPOSITION</b>   | <b>Milieu hyperbare</b>                    |
|                        | R4461-1   | > 100 hPa                                  |
|                        | <b>Pénibilité</b>   | 1200 hPa<br>60 interventions ou travaux/an |
| Mesurage               | employeur/conseiller à la prévention hyperbare  |  |
| Méthode                | précisée  |  |
| Traçabilité collective | Collective : DUER<br>Individuelle : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livret individuel de suivi des interventions ou d'exécution de travaux en milieu hyperbare (R4461-28)</li> <li>• Fiche de sécurité avec noms intervenants R4461-13</li> <li>• Pénibilité (2012, 2015, 2016)</li> </ul> |  |
| Maîtrise               | analyse conformité des gaz  |  |



# Exposition aux vibrations



|             |   |  |  |
|-------------|---|--|--|
| Cible       | Personnel corps   |  |  |
| Référence   | <b>VALEURS D'EXPOSITION</b>   | <b>CORPS ENTIER</b><br>niveau<br>d'exposition<br>rapporté à 8h | <b>MAINS BRAS</b><br>niveau<br>d'exposition<br>rapporté à 8h |
|             | Valeurs d'exposition déclenchant l'action de prévention   | 0,5 m/s <sup>2</sup>   | 2,5 m/s <sup>2</sup>   |
|             | Valeurs limites d'exposition  | 1,15 m/s <sup>2</sup>  | 5 m/s <sup>2</sup>   |
|             | <b>Pénibilité, cumulé 450h/an</b>   | 0,5 m/s <sup>2</sup>   | 2,5 m/s <sup>2</sup>   |
| Mesurage    | Employeur, personne compétente  |  |  |
| Méthode     | Guide européen  |  |  |
| Traçabilité | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Collective : DUER</li> <li>• Individuelle : Pénibilité (2012, 2015, 2016)</li> </ul> |  |  |



## Exposition aux sollicitations bio-mécaniques

| Cible       | Posture   | Effort                       | Répétition |
|-------------|---|------------------------------|------------|
| Référence   | Voir page suivante  |                              |            |
| Mesurage    | Employeur   |                              |            |
| Méthode     | Non précisées   |                              |            |
| Traçabilité | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Collective : DUER</li> <li>• Individuelle : Pénibilité (2012, 2015, 2016)</li> </ul> |                              |            |
| Maîtrise    |   | Poids charge, centre gravité |            |

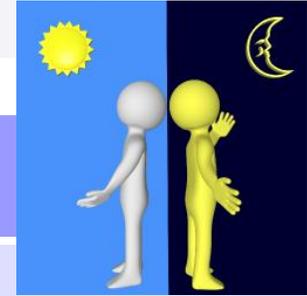
| Références   | Manutentions manuelles de charges  | Postures pénibles  | Travail répétitif   |
|--------------|--|--|---|
| Code travail | Code travail : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homme : 55Kg – 105Kg aptitude médicale</li> <li>• Femmes : porter ≤25Kg, brouette ≤40Kg</li> </ul>   |  | Bilan social:<br>Salarié affecté à des tâches répétitives au sens de la définition du travail à la chaîne résultant du décret n° 76-404 (distinguer femmes-hommes).   |
| Pénibilité   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lever ou porter, charge unitaire 15 kg</li> <li>• Pousser ou tirer, 250 kg</li> <li>• Déplacement du travailleur avec la charge ou prise de la charge au sol ou à une hauteur située au-dessus des épaules, 10 kg</li> <li>• 600h/an</li> <li>• Cumul de manutentions de charges, 7,5 tonnes cumulées/j, 120j/an</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintien des bras en l'air à une hauteur située au dessus des épaules ou positions accroupies ou à genoux ou positions du torse en torsion à 30 degrés ou positions du torse fléchi à 45 degrés</li> <li>• 900h/an</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temps de cycle inférieur ou égal à 1 minute</li> <li>• 30 actions techniques ou plus par minute avec un temps de cycle supérieur à 1 minute</li> <li>• 900 h/an</li> </ul> |



## Exposition au stress

|             |  |
|-------------|--|
| Cible       | stress   |
| Référence   | Pas de référence chiffrée  |
| Mesurage    | Employeur  |
| Méthode     | Non précisée   |
| Traçabilité | <ul style="list-style-type: none"><li>• Collective : DUER</li><li>• Individuelle : non</li></ul> |

# Exposition aux rythmes de travail



| Cible     | Horaire alternant  | Travail de nuit   |
|-----------|--|---|
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Code du travail : pas de définition</li> <li>Directive 93/104/CE : tout mode d'organisation ...l en équipe ...occupés successivement sur les mêmes postes de travail, selon un certain rythme, ...de type continu ou discontinu,...nécessité d'accomplir ...heures différentes sur une période donnée...</li> </ul> | <p>Code du travail : Est considéré comme travailleur de nuit tout salarié - homme ou femme - qui accomplit, pendant la période de nuit (21 h - 6 h), 3 heures/ 2 fois par semaine, 270h/12 mois</p> |
| Référence | <p>Bilan social</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nb de personnes occupant des emplois à horaires alternant ou de nuit.</li> <li>Nb de personnes occupant des emplois à horaires alternant ou de nuit de plus de 50 ans.</li> </ul>   |   |
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>au minimum une heure de travail entre 24 heures et 5 heures</li> <li>50 nuits/an</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Une heure de travail entre 24 heures et 5 heures</li> <li>120 nuits/an</li> </ul>  |
| Mesurage  | employeur  |   |
| Méthode   | Non précisée   |   |



# Les risques émergents

- De nouvelles familles de risques
  - Perturbateurs endocriniens
  - PBT persistant, bio-accumulable, toxique - vPvB très persistant, très bioaccumulable
  - LED
- Qualité de l'Air Intérieur (développement durable)
  - Polluants chimiques : COV, NOx, CO, HAP, phtalates, etc.
  - Bio contaminants : moisissures, allergènes domestiques
  - Polluants physiques : particules et fibres, etc.
  - valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI)
- Risques cumulés, multi-expositions
  - Agents chimiques multiples
  - Agents de différentes familles (ototoxicité & bruit)
- Alimentation et eau potable
  - Pesticides, OGM...



# Conclusion et tendance

- Acquisition des connaissances
- Inquiétude des populations
- Publication de nouvelles réglementations
  
- Des références chiffrées :
  - Plus nombreuses
  - Superposées pour un même agent, selon l'objectif de la référence
  - Distribuées dans diverses sources
  - En évolution souvent pour des valeurs à la baisse
  - Techniques, de plus en plus techniques
  
- Des besoins de techniciens de la mesure