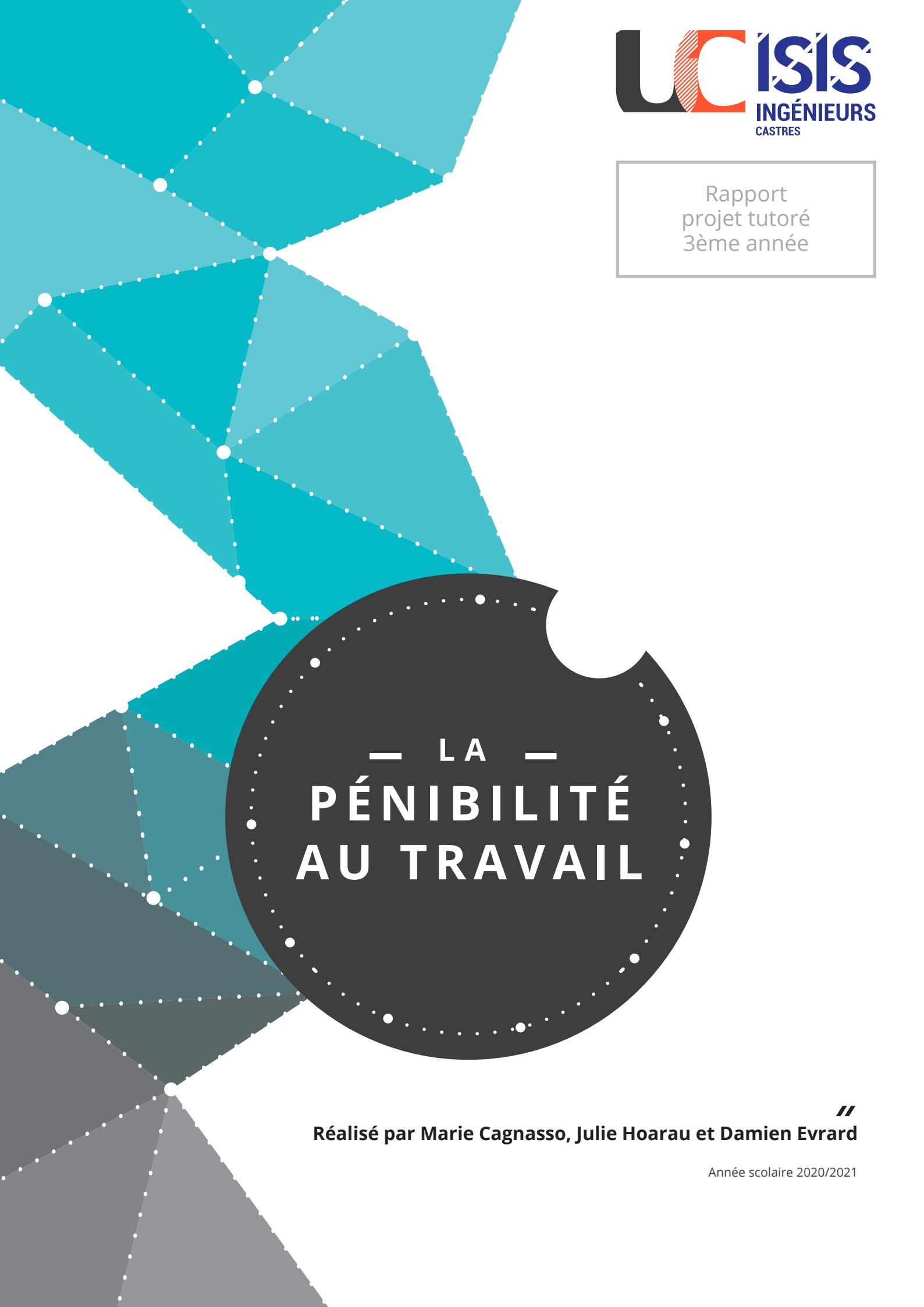


Rapport
projet tutoré
3ème année



— LA — **PÉNIBILITÉ** **AU TRAVAIL**

“ Réalisé par Marie Cagnasso, Julie Hoarau et Damien Evrard

Année scolaire 2020/2021

TABLE DES MATIÈRES

Ce rapport a été réalisé dans le cadre du projet tutoré de première année du cycle ingénieur ISIS qui a pour objectif le développement d'une application web permettant de calculer un « index de pénibilité ambiante », défini à partir de données collectées par des capteurs

LA PÉNIBILITÉ AU TRAVAIL	1
LA PÉNIBILITÉ AMBIANTE	2
LE BRUIT - SEUILS D'EXPOSITION	3
LES VIBRATIONS MÉCANIQUES - SEUILS ET CONSÉQUENCES SUR LA SANTÉ	4
LES TEMPÉRATURES EXTRÊMES - CONSÉQUENCES SUR LA SANTÉ	5
QUALITÉ DE L'AIR - AGENT POLLUANT	7
MILIEU HYPERBARE - EFFETS SUR LA SANTÉ	8
MESURE ET TRAITEMENT DES DONNÉES	9
BRUIT - MESURAGE DU NIVEAU D'EXPOSITION	11
VIBRATIONS - COMMENT LES MESURER ?	13
TEMPÉRATURES EXTRÊMES - HUMIDITÉ	15
QUALITÉ DE L'AIR - MESURAGE	17
L'HYPERBARIE - MESURAGE DE LA PRESSION	20
DES OUTILS À DISPOSITION	21
LE BRUIT - LE SONOMÈTRE / DOSIMÈTRE DE BRUIT	23
LES VIBRATIONS - LE VIBROMÈTRE	25
LES TEMPÉRATURES - LE THERMOMÈTRE	27
LA QUALITÉ DE L'AIR - LES SONDES	29
LA PRESSION - LE BAROMÈTRE	30
DES OUTILS À DISPOSITION	31
LEXIQUE TECHNIQUE	33
ANNEXES	35
BIBLIOGRAPHIE	41

LA PÉNIBILITÉ AU TRAVAIL

La pénibilité par définition est le caractère pénible d'une action. La pénibilité au travail est définie légalement depuis 2012 en France comme

L'exposition du travailleur à un ou plusieurs facteurs de risques professionnels liés à des contraintes physiques marquées, un environnement physique agressif, ou à certains rythmes de travail qui sont susceptibles de laisser des traces durables, identifiables et irréversibles sur sa santé.

- code du travail (art. D4161-1) -

Pour protéger le travailleur des mesures légales sont prises pour surveiller le taux de pénibilité enduré par chacun. Une grande partie d'entre elles sont entrées en vigueur en 2016 mais il subsiste encore des formes de pénibilité qui ne sont pas considérées par loi, souvent dû à l'incapacité de la mesurer. Pour les facteurs reconnus les entreprises se doivent de déclarer la situation de ses employés sur leurs comptes personnels de prévention de la pénibilité¹ instauré en 2014, qui vient compléter le Document Unique d'Evaluation des Risques (créée en 2002) et l'établissement de la fiche individuelle d'exposition des risques (depuis 2012).

Nous pouvons classer les différents types de pénibilité en trois catégories : pénibilité de la tâche (difficile, répétitive), pénibilité psychologique et la pénibilité ambiante due à l'environnement de travail. C'est sur cette dernière que nous allons concentrer notre étude.

¹ Le CPPP doit permettre de diminuer les risques et de compenser les salariés par l'acquisition de points servant à: partir plus tôt à la retraite (jusqu'à 2 ans), bénéficier d'un temps partiel sans diminution de salaire, obtenir une formation professionnelle en vue d'accéder à un poste moins ou pas exposé à des facteurs de risques.



LA PÉNIBILITÉ AMBIANTE

Celle-ci peut prendre plusieurs aspects : les températures extrêmes, le volume sonore, les vibrations mécaniques, la luminosité, l'humidité ou encore la qualité de l'air. C'est la forme de pénibilité la plus connue car elle est plus facilement détectable et mesurable que les autres.

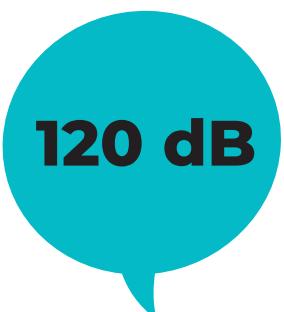
LA PÉNIBILITÉ AU TRAVAIL

LA PÉNIBILITÉ AMBIANTE

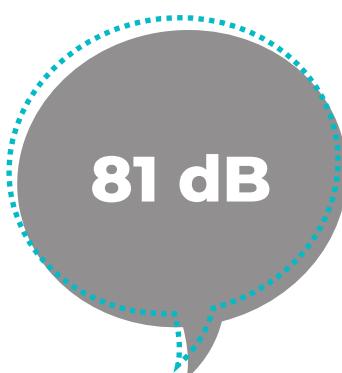
LE BRUIT - SEUILS D'EXPOSITION

Si le niveau d'exposition sonore quotidienne¹ atteint 81 décibels (dB) en moyenne durant 600 heures par an, ou une valeur maximale de 135 dB 120 fois par an, il est alors considéré comme facteur de pénibilité. A partir de 80 dB, l'employeur est dans l'obligation de fournir des équipements individuels de protection. A partir de 85 dB, il doit s'assurer du port obligatoire de ces équipements et prendre des mesures pour réduire l'exposition. Des mesures de protection peuvent être mises en place comme le port de casque anti-bruit ou la limitation du temps de travail dans les zones bruyantes.

120 dB



81 dB



Avion au décollage



Ville dynamique

¹

8h hebdomadaire

LES VIBRATIONS MÉCANIQUES - SEUILS ET CONSÉQUENCES SUR LA SANTÉ



Cette pénibilité peut être rencontrée lors de l'utilisation d'outils de BTP comme le marteau-piqueur ou encore en usine avec le matériel roulant avec par exemple l'utilisation des chariots de manutention. Elle est non-négligeable. Dans le cas où les vibrations affectent tout le corps des troubles musculo-squelettiques peuvent être une conséquence de l'utilisation prolongée des ces outils. Dans l'autre cas, quand la vibration est transmise aux membres supérieurs, elle peut générer des tendinites ou des troubles du canal carpien.

Si le niveau d'exposition quotidien dépasse $0,5 \text{ m.s}^{-2}$ pour les vibrations corps complet et $2,5 \text{ m.s}^{-2}$ pour les vibrations mains/bras durant 450 heures par an, elles sont alors reconnues comme facteurs de pénibilité au travail par la loi.

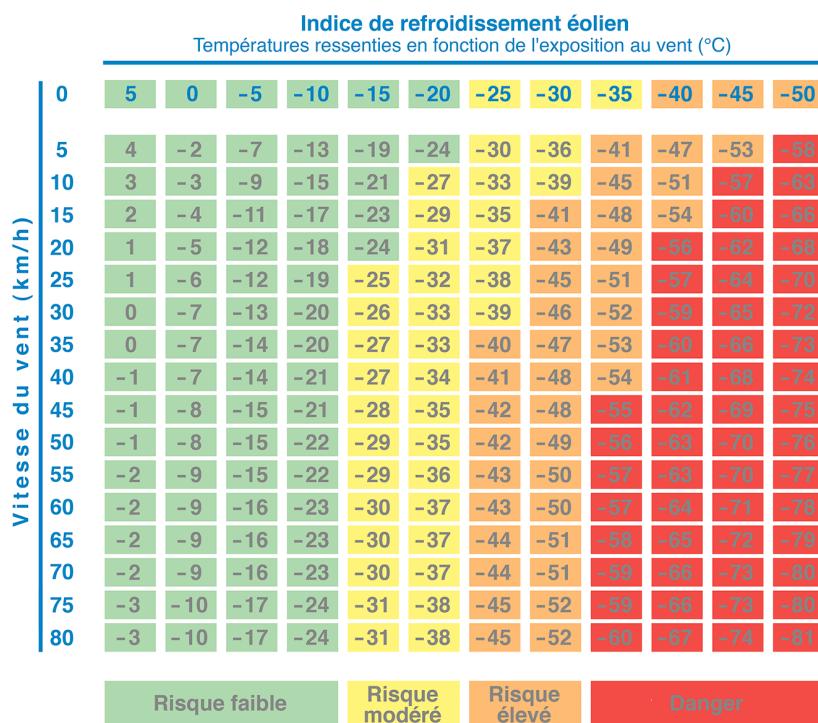


LA PÉNIBILITÉ AU TRAVAIL

LA PÉNIBILITÉ AMBIANTE

LES TEMPÉRATURES EXTRÊMES - CONSÉQUENCES SUR LA SANTÉ

À partir de 2016 les températures extrêmes sont reconnues comme source de pénibilité au travail pour une exposition annuelle de 900 heures à partir de 30°C et inférieur à 5°C. Plusieurs facteurs viennent se greffer à la température tels que la vitesse du vent et le taux d'humidité.



Températures ressenties en fonction de la vitesse du vent et niveau de danger
d'une exposition au froid © Moline Parc/INRS

Pour les expositions de moins d'une heure dans la zone de risque faible, il y a peu de danger sur une peau sèche. Néanmoins un risque d'engelure subsiste. Pour une exposition plus longue sans équipement, il y a un danger d'hypothermie.

Dans la zone de température modérée, la peau peut geler en 10 voire 30 minutes, il faut surveiller tout engourdissement ou blanchissement du visage et des extrémités.

Dans la zone de risque élevé, des gelures graves sont possibles en moins de 10 minutes.

Puis sur le dernier seuil la peau peut geler en moins de deux minutes.

Pour la plupart des gens, la plage de températures de confort se situe entre 20 et 27 °C, avec une plage d'humidité de 35 à 60 %. Le corps dans son fonctionnement normal régule sa température à 37°C, lorsque la température externe augmente, l'organisme réagit en augmentant le débit sanguin cutané et en activant les glandes sudoripares pour évacuer la chaleur plus vite. Mais quand cette augmentation est trop forte l'apport en chaleur dépasse la perte et le corps se réchauffe, ayant des conséquences dangereuses pour la santé. Les premiers signes que le corps ressent sont : l'augmentation de l'irritabilité, la perte de concentration, la perte de la capacité de la réalisation de tâche mentale, tâche technique ou l'accomplissement de travaux exigeants. Des conséquences plus graves peuvent apparaître comme des oedèmes¹, des éruptions miliaires², des crampes, l'épuisement, la syncope³ ou le coup de chaleur⁴.

1 Un gonflement des tissus.

2 Une inflammation des glandes sudoripares provoquant l'apparition de minuscules points rouges sur la peau.

3 Sensation de vertige et de perte de conscience.

4 Malaise causé par de forte chaleur avec une température corporelle souvent supérieur à 41°C



LA PÉNIBILITÉ AU TRAVAIL

LA PÉNIBILITÉ AMBIANTE

QUALITÉ DE L'AIR - AGENT POLLUANT

Certains produits chimiques dangereux, poussières et fumées sont considérés comme un facteur de risque professionnel. Les indicateurs sont déterminés par catégories d'agents selon une grille d'évaluation définie par le ministère du travail et de la santé, prenant en considération le type de pénétration, la classe d'émission ou de contact, l'utilisation, la durée d'exposition et les mesures de protection collective et individuelle.

Les Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle¹ sont des seuils à ne pas dépasser de concentration de polluant dans l'air sur le lieu de travail. Les VLEP peuvent provenir de réglementation européenne ou nationale. Les mesures pour les gaz, vapeurs, aérosols liquides et solides sont exprimées en mg.m^{-3} et pour les matériaux fibreux en f.m^{-3} ([produits concernés](#)).

¹ VLEP définis dans le code du travail vise à restreindre l'exposition par inhalation à certains agents chimiques en deçà de niveaux sanitaires de référence.

MILIEU HYPERBARE - EFFETS SUR LA SANTÉ

Cette pénibilité est liée aux activités effectuées dans un environnement dont la pression est supérieure à la pression atmosphérique. Les effets de la pression peuvent engendrer des traumatismes graves et durables, c'est d'ailleurs une des premières formes de pénibilité à être entrée en vigueur. Ces conséquences peuvent aller d'une gêne aux oreilles jusqu'au décès de la personne (barotraumatismes; intoxications dues aux gaz inhalés; accidents de décompression). Si ces accidents sont répétés ou non soignés cela peut engendrer des effets chroniques.

La limite pour un travailleur français est 100hPa¹ et 60 interventions annuelles, il est dans l'obligation de porter un équipement spécifique et se doit d'être sensibilisé aux dangers de son activité.

1

Au niveau des voies respiratoires du travailleur



MESURE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Il existe de nombreux capteurs permettant de mesurer des grandeurs physiques tels que la température, la pression atmosphérique, le bruit, les vibrations mécaniques ou encore la qualité de l'air (par exemple : la présence de gaz ou liquides toxiques voire mortels, la pollution atmosphérique).



BRUIT - MESURAGE DU NIVEAU D'EXPOSITION

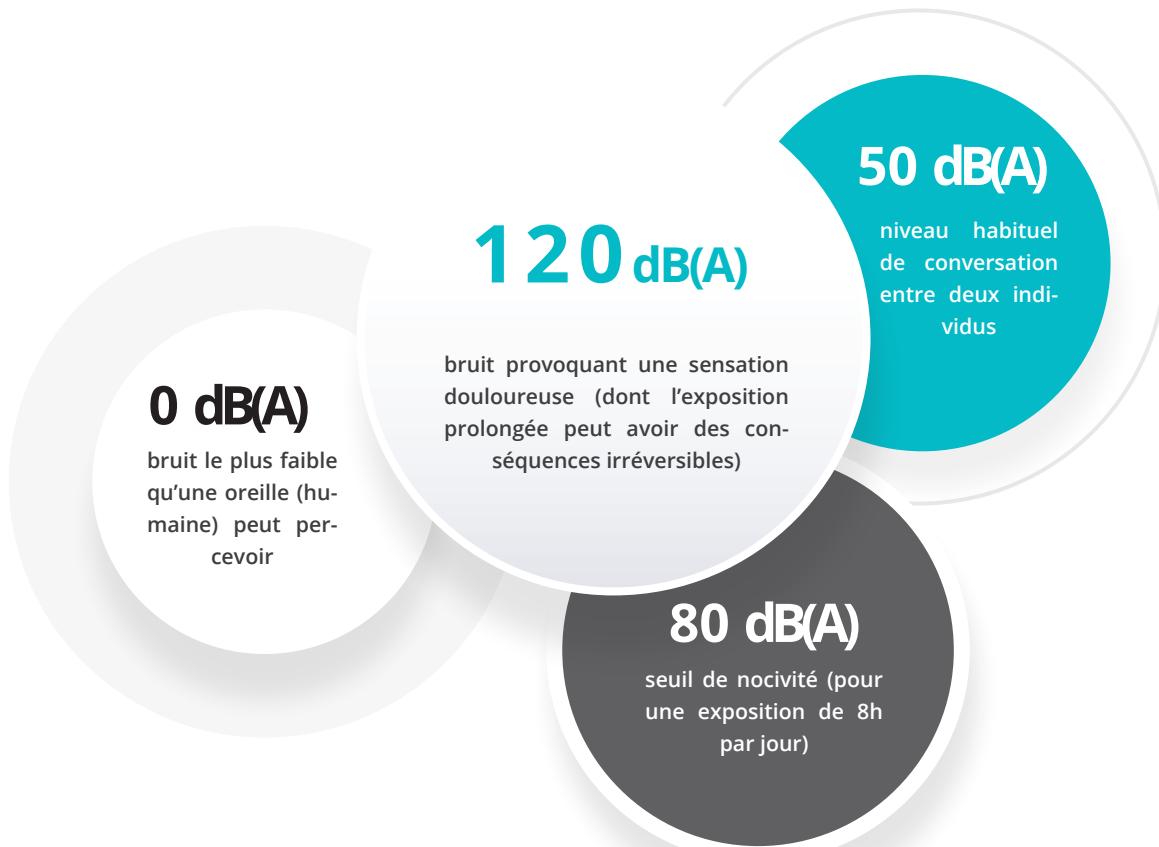
L'exposition au bruit professionnel est la dose journalière de bruit reçue par une personne. Elle combine les différents bruits reçus par la personne à tous ses emplacements de travail, au prorata du temps passé à chacun d'eux durant une journée de travail.

Le bruit se caractérise à chaque instant (t) par le niveau de pression acoustique instantanée, $L_p(t)$, exprimé en décibels.

Pour prendre en compte les variations de $L_p(t)$ durant le temps de travail, on définit une durée T (soit quelques minutes, une heure ou 8 heures par exemple) et on évalue le niveau du bruit pendant T selon une moyenne en énergie. C'est ce qu'indique le niveau acoustique continu équivalent mesuré durant T .

On mesure physiquement le niveau du bruit en **décibels**.

Pour prendre en compte le niveau réellement perçu par l'oreille, on utilise le **décibel pon-déré A**, dont l'abréviation est **dB(A)**.



Exposée à des niveaux sonores très élevés, l'oreille humaine ne ressent pas les bruits de la même manière. On prend en compte cet effet en utilisant comme unité le décibel pondéré C, noté dB(C). Les niveaux sonores en décibels ne s'ajoutent pas directement (c'est une échelle logarithmique). Si une machine produit 80 dB(A), alors 2 machines produisent 83 dB(A).

- Vibrations rapides = fréquence élevée = son aigu
- Vibrations lentes = fréquence faible = son grave

ÉCHELLE DES FRÉQUENCES SONORES		
INFRASONS	SONS AUDIBLES (PAR L'HOMME)	ULTRASONS
< 20 Hz	20 à 20 000 Hz Dont les fréquences de la parole : 100 à 6 000 Hz	> 20 000 Hz

Tableau des liens entre vibrations et fréquences sonores



VIBRATIONS - COMMENT LES MESURER ?

Pour être en mesure de faire une évaluation complète de l'exposition aux vibrations, il faut mesurer l'accélération des vibrations en mètres par seconde carrée ($m.s^{-2}$). La [fréquence](#) des vibrations et la durée de l'exposition doivent être également déterminées. La force avec laquelle une personne serre un outil influe sur la quantité d'énergie de vibration transmise aux mains, de sorte que la force de saisie manuelle est un autre facteur important pour l'évaluation de l'exposition. Le degré d'exposition est déterminé en mesurant l'accélération en mètres par seconde carrée ($m.s^{-2}$).

L'accélération est utilisée en tant que mesure de l'exposition aux vibrations pour les raisons suivantes :



Il existe plusieurs types d'instruments permettant de mesurer l'accélération, c'est-à-dire la variation de la vitesse en grandeur ou en direction par unité de temps (ex. seconde).



La mesure de l'accélération peut aussi fournir des renseignements sur la vitesse et l'amplitude des vibrations.

Les résultats des études menées dans le domaine de la santé montrent que l'importance des dommages est reliée à la grandeur de l'accélération.

Un système de mesure type des vibrations comprend un dispositif de détection des vibrations (accéléromètre) et un instrument servant à mesurer l'intensité des vibrations. Ces appareils permettent également d'effectuer des réglages pour mesurer la fréquence et sont munis d'un réseau de pondération en fréquence et d'un affichage, par exemple un compteur, une imprimante ou un enregistreur.

L'accéléromètre produit un signal électrique. L'intensité de ce signal est proportionnelle à l'accélération mesurée. Le réseau de pondération fréquentielle¹ simule la réponse humaine aux vibrations de différentes fréquences. L'utilisation de réseaux de pondération donne une valeur unique pour l'exposition aux vibrations, appelée l'exposition aux vibrations pondérées en fréquence, exprimée en mètres par seconde carrée (m/s^2) ce qui correspond à l'unité de l'accélération.

¹ Pondération A ou C. L'oreille répond aux fréquences de façon non linéaire : certains tons sont plus facilement perçus que d'autres. C'est pour cela que des filtres sont appliqués aux niveaux sonores : ils modifient la réponse fréquentielle. La pondération fréquentielle «A» est prévue pour approcher la façon dont les oreilles entendent les sons. Le symbole pour le décibel pondéré A est $dB(A)$. La pondération «C» est principalement employée pour des sons de fréquence plus basse en général dans le cadre de la mesure du niveau de crête. ($LCpeak$ employé pour mesurer ces niveaux de crête).



TEMPÉRATURES EXTRÊMES - HUMIDITÉ

Le froid n'a pas de définition réglementaire, on parle de travail en ambiance froide pour des températures inférieures à 5°C et de travail au froid excessif pour des températures inférieures à -25°C. Travailler au froid est dangereux en raison des risques que comporte un bilan thermique négatif pour l'organisme (hypothermie, gelures et engelures ...).

Ces risques sont accrus pour les travaux en extérieur par le vent et l'humidité. Par ailleurs, le froid diminue la dextérité manuelle et la vigilance.

La chaleur n'a pas de définition réglementaire non plus. Le travail pour des températures supérieures à 30° pour une activité sédentaire, et à 28° pour un travail nécessitant une activité physique, peut être considéré comme du travail à la chaleur avec les risques que comporte un bilan thermique positif pour l'organisme.

La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre qui utilise le plus souvent la dilatation d'un corps (généralement un alcool) placé dans un tube fin (amplifiant le phénomène de dilatation). L'unité utilisée dans le système international est le degré Celsius (°C).

Dans ce système, la différence entre le niveau du liquide au point de congélation de l'eau (0°) et au point d'ébullition de l'eau est de 100 °C (pour une pression atmosphérique standard à 1 013 hPa). Il existe une autre échelle de température qui est l'échelle Fahrenheit (0°C=32°F et 100°C=212°F).

D'autres types de thermomètres existent, comme le thermomètre à résistance électrique, le thermomètre à bilame, etc. Le thermomètre à alcool peut aussi être à minima, à maxima ou à minima-maxima.

Il existe deux types d'humidité:



L'humidité absolue : nombre de grammes de vapeur d'eau contenus dans un mètre cube d'air.



L'humidité relative : rapport de la pression effective de la vapeur d'eau à la pression maximale.

L'humidité relative, exprimée en pourcentage (%), indique la teneur en vapeur d'eau de l'air. Schématiquement, à 0 %, l'air est totalement sec. À 100 %, l'air est saturé en eau, c'est ainsi qu'il y a première apparition de gouttelettes d'eau.

L'humidité peut être calculée à partir de la différence entre une température mesurée de façon classique et une température mesurée dite «température humide» : c'est la méthode de mesure du psychromètre. Il existe une autre manière de mesurer l'humidité directement, à l'aide d'hygromètres.

Les hygromètres à absorption utilisent la propriété du cheveu humain qui s'allonge lorsqu'il devient humide. L'hygromètre de condensation mesure le point de condensation de l'humidité de l'air par le refroidissement d'une surface métallique.



QUALITÉ DE L'AIR - MESURAGE

PRÉLÈVEMENTS

D'ATMOSPHÈRE ET ANALYSES DES VAPEURS, GAZ, POUSSIÈRES, FUMÉES...

La mesure de l'exposition professionnelle aux agents chimiques ou biologiques a pour objectif :

- D'estimer le niveau réel de l'exposition des travailleurs, soit lors de la réalisation d'une tâche particulière, soit lors de la durée totale de leur poste de travail ;
- D'objectiver des expositions à la suite de l'évaluation des risques ;
- De déterminer si le niveau d'exposition respecte ou non les limites fixées par la réglementation, par comparaison à des valeurs limites d'expositions professionnelles (LEP) ou des valeurs limites biologiques (VLB) ;
- De mettre en place des moyens de prévention adaptés ;
- De mesurer l'efficacité des moyens de prévention mis en place ;
- D'évaluer la capacité d'un procédé à émettre des polluants par des mesures d'ambiance.

Ces mesures sont effectuées grâce à l'utilisation de capteurs spécifiques.

Pour chaque gaz ou famille de gaz, il existe une ou plusieurs technologies de cellules détection gaz, garantissant précision et répétitivité des mesures. On distingue principalement 5 types de technologies de cellules de détection gaz : Les cellules catalytiques, électrochimiques, semi-conducteurs, à absorption infrarouge et les lampes à photo-ionisation (cellules PID).

Par exemple, le capteur de gaz TOX 592 d'ADOS sert à mesurer en continu la concentration en gaz toxiques présents dans l'air, dans une plage de 0-20 ppm jusqu'aux plages ppm supérieures. Différents types d'éléments de capteurs électrochimiques sont disponibles et permettent de mesurer facilement des gaz comme le monoxyde de carbone, l'ammoniac, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, l'hydrogène sulfuré et bien d'autres.

Les résultats sont soit représentés sur un graphique qui donne l'évolution du niveau d'exposition au cours du temps, soit dans un tableau. Ceux-ci sont souvent partagés avec le personnel de santé afin de contrôler l'état de santé des salariés, les résultats sont comparés aux valeurs de références du code du travail (LEP ou VLB).



Capteur de gaz ADOS

Mesurer la qualité de l'air consiste à mesurer la concentration des polluants présents dans l'air. Certaines mesures se font en laboratoire sur base d'un échantillonnage de l'air intérieur à étudier mais la plupart se font directement dans le local ou le bâtiment à analyser grâce à des capteurs et détecteurs portables. Certains appareils permettent de combiner plusieurs éléments à mesurer grâce à des capteurs interchangeables ou non.

La présence de germes pathogènes est mise en évidence par le prélèvement d'un échantillon de l'air, son filtrage et la culture des micro-organismes par incubation en laboratoire.



MESURE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

QUALITÉ DE L'AIR - MESURAGE

La présence du radon¹ est repérée par une mesure passive ou active. Les capteurs actifs donnent une mesure du radon en continu par mesure des radiations dans l'air. On rencontre des détecteurs à gaz et à scintillation. Les capteurs passifs effectuent la mesure à moyen et long terme et permettent donc d'obtenir une moyenne sur un laps de temps plus important : les collecteurs à charbon actif sont placés de 1 à 7 jours, les détecteurs à électrets de 1 semaine à 1 mois et les détecteurs solides à traces de 1 à 12 mois. La quantité de poussières se mesure par prélèvement et filtrage d'un échantillon de l'air.

Le gaz carbonique est relevé par un détecteur de CO₂ fonctionnant par absorption d'infrarouge ou par un chromatographe. De manière générale, ces deux techniques sont efficaces pour la plupart des gaz contenus dans l'air (CO₂, CO, SO₂, NO₂, hydrocarbure, formaldéhyde, etc.).

¹ Gaz radioactif issu de la désintégration de l'uranium et du radium présents naturellement dans le sol et les roches.

L'HYPERBARIE - MESURAGE DE LA PRESSION

On parle d'hyperbarie lorsque la pression effective est supérieure à celle de l'atmosphère au niveau de la mer (en moyenne 1 013,25 hPa soit 1,013 bar). La situation hyperbare peut présenter des dangers d'origine physique, physiologique, mais également chimique par son influence sur les gaz du sang ou l'action directe des gaz respirés sous pression.

Définition : Soit un gaz exerçant une force pressante de valeur F sur une portion de surface d'aire S. La pression P exercée par le gaz est alors définie par le rapport :

$$P = \frac{F}{S}$$

P : pression du gaz (Pascal : Pa)
F : force exercée par le gaz (N)
S surface sur laquelle et exercée cette force (m^2)



Les mesures effectuées sont ensuite recueillies (par un baromètre grâce à un capteur de pression), répertoriées pour chaque salarié et comparées aux valeurs seuil imposées par la législation (Activités exercées en milieu hyperbare définies à l'article R. 4461-1).

Il existe le caisson hyperbare dans le secteur médical servant de traitement : L'oxygénotherapie hyperbare (OHB).

Son utilisation n'est pas sans risque, en cela il est nécessaire de veiller à ce que la pression soit toujours sous contrôle.



GAZ UTILISÉ

DURÉE DE L'ACTIVITÉ

NIVEAU DE DESCENT

MILIEU HYPERBARE

PLONGÉE PROFES-
SIONNELLE

TUBISTES

TRAVAUX EN AIR COM-
PRIMÉ



DES OUTILS À DISPOSITION

Afin de pouvoir faciliter le relevé de valeurs dans chacunes de ces grandeurs, des outils ont été développés.



LE BRUIT - LE SONOMÈTRE / DOSIMÈTRE DE BRUIT

Un sonomètre est un outil permettant de mesurer le niveau de bruit dans un environnement. Il en existe deux catégories, notées 1 et 2. Les sonomètres de la catégorie 1 sont moins précis que ceux de la catégorie 2 car la marge d'erreur est plus élevée. Ceux de la catégorie 2 sont principalement utilisés pour les relevés de données qui pourraient être contestées.

Le sonomètre est un boîtier doté d'un micro et d'un écran ou d'un cadran et d'une aiguille oscillante. Il est plus adapté à des relevés de valeur manuels car l'affichage se fait en temps réel. Il en existe des connectés qui peuvent stocker et envoyer sur smartphone les valeurs relevées.



Boîtier sonomètre

Quelle est la différence entre un sonomètre et un dosimètre de bruit ?

Un sonomètre est plus approprié, aux vues de sa taille, pour mesurer le bruit d'un environnement pendant un certain temps et fournir un affichage.

Un dosimètre de bruit, qui est un sonomètre spécialisé, permet grâce à sa taille, de suivre un individu au cours d'une journée.

Le dosimètre de bruit est porté par un individu sur son lieu de travail. Cela permet de relever les différents niveaux de bruit subis par cet individu tout au long de sa journée plutôt que de relever le bruit d'un environnement fixe.



bracelet dosimètre de bruit

Ces deux outils permettent de mesurer la même chose mais il faut au moment de l'achat savoir lequel des deux sera le plus pertinent pour faire les relevés.



DES OUTILS À DISPOSITION

LES VIBRATIONS - LE VIBROMÈTRE

Le vibromètre est un appareil qui permet de mesurer les vibrations. Il existe plusieurs types comme ceux à laser ou capteur de vibration.



Boîtier et sonde vibromètre



Les vibromètres fonctionnant grâce à un laser sont utilisés pour faire des mesures sur des objets en mouvement ou des objets de taille réduite et la où le poids d'un capteur pourrait modifier le comportement de l'objet. Ces appareils sont donc placés sur une autre surface pour prendre des mesures à distance. De plus, ces outils possèdent pour la plupart un écran permettant un relevé et affichage en temps réel.

CAP-TEUR

Les capteurs de vibration eux, sont placés directement sur la surface à tester. Ces capteurs effectuent des relevés, grâce à des accéléromètres, durant un certain temps ce qui permet d'avoir un graphique des évolutions des vibrations de la surface au cours du temps. Du fait de leur taille, ils peuvent être placés à un endroit spécifique afin d'obtenir des relevés significatifs.



Sonde vibromètre



LES TEMPÉRATURES - LE THERMOMÈTRE

Le thermomètre est un outil permettant de mesurer la température d'un environnement.



Boîtier thermomètre-humidimètre

Cet appareil permet de prendre des mesures de la température ambiante. Grâce à un écran intégré le relevé est affiché en temps réel. La plupart des thermomètres relèvent également des données sur l'humidité ambiante, ce qui doit être pris en compte lors du traitement des valeurs. On utilise cet outil pour connaître les valeurs d'un environnement précis car le relevé doit être fait manuellement.

CAP-TEUR

Les thermomètres sous forme de simple boîtier peuvent être attachés à une ceinture afin de suivre un individu tout au long de sa journée et faire des relevés à intervalles réguliers. Les données collectées peuvent être affichées sur un ordinateur sous la forme de graphiques.



thermomètre-humidimètre portatif



LA QUALITÉ DE L'AIR - LES SONDES

Ces capteurs ont pour but de contrôler la qualité de l'air en mesurant différentes composantes telle que la présence de certains gaz ou de particules. Contrairement à ceux vus précédemment ils sont moins adaptés au suivi d'un individu.

Il existe des capteurs statiques qui font des mesures tout au long de la journée. Les données collectées dans l'environnement où ils sont placés, peuvent être affichées sur un tableau de bord ou smartphone afin d'indiquer un risque.

Il est également possible de trouver des boîtiers dotés d'un écran afin d'effectuer des relevés manuellement dans un espace spécifique et qui semble être plus représentatif de l'environnement où des individus évoluent.



Capteur de contrôle de la qualité de l'air

Boîtier et sonde de contrôle de qualité d'air

LA PRESSION - LE BAROMÈTRE

Le baromètre est un outil de mesure de la pression de l'espace environnant.



Baromètre anéroïde

Ce type de mesure se fait par le biais d'un cadran à aiguille, ils sont utilisés pour faire des relevés en temps réel mais les données ne sont pas enregistrées. Grâce à leur taille réduite, ils ne sont pas très encombrants mais ne sont pas utiles lors de relevés sur une durée prolongée. Ce type de baromètre peut être utilisé dans différents environnements tels que sous l'eau, en altitude ou même sous terre.

Pour contrer ce problème de données non stockées et d'affichage peu précis, des capteurs de pression électroniques existent. Ces capteurs permettent de faire des relevés précis qui peuvent être programmables à intervalles réguliers et d'afficher les valeurs sur un écran. Grâce à cela, il est possible de suivre les variations de pression que subit un individu au cours de sa journée.



Capteur de pression atmosphérique d'air



DES OUTILS À DISPOSITION



LE MOT DE LA FIN

Comme nous pouvons le remarquer, les objets connectés dans le monde professionnel ne sont pas très développés, ce qui explique cette faible proposition d'îlot multi capteurs tout en un pour effectuer ces relevés.

Dans le milieu des particuliers, de nombreuses applications et objets connectés sont disponibles afin de vérifier température, humidité, présence de gaz ou particule et même de son dans une maison. On remarquera que dans ce milieu, les valeurs n'ont pas besoin de la même précision que dans un milieu professionnel car elles n'ont pas les mêmes répercussions.

LEXIQUE TECHNIQUE



Dose : C'est la quantité de bruit autorisée pendant un temps d'exposition donné. Les dosimètres ont été renommés « Personal Sound Exposure Meters » (PSEM), exposimètres acoustiques individuels.

Exposition au bruit : C'est l'intégration en fonction du temps, du carré de la pression acoustique instantanée pondérée en fréquence pendant un intervalle de temps donné. Elle est exprimée en Pascal carré par la durée, c'est-à-dire en Pa^2s ou Pa^2h .

Fréquence (f) : La fréquence est une mesure du nombre de vibrations par seconde. Établie en Hz (hertz). Plus la valeur est basse, plus le son est grave. Plus la valeur est haute, plus le son est aigu. Les fréquences audibles par l'homme sont comprises entre 20Hz et 20000 Hz.

Capteur catalytique : Le capteur catalytique est utilisé pour les gaz explosifs. La cellule du capteur catalytique comporte deux filaments (ou perles) enduits d'un catalyseur, dont l'un est isolé et rendu inactif vis-à-vis du gaz. Il sert de référence. Ces deux filaments sont portés à la même température. La présence d'un gaz combustible va provoquer une réaction d'oxydation catalytique au niveau du filament actif. Celui-ci va monter en température, quand celle du filament isolé ne change pas. La différence de température entre les deux filaments va provoquer un déséquilibre de tension proportionnel à la concentration en gaz explosif.

Capteur Électrochimique (EC) : Le capteur électrochimique fonctionne comme une pile. Deux substances conductrices, choisies par rapport au gaz que l'on souhaite mesurer, vont générer des réactions d'oxydation et de réduction lorsque ce gaz va passer au niveau de la cellule. Le courant électrique alors produit est mesuré par des électrodes et traduit en concentration de gaz. Toutefois, même si les capteurs électrochimiques sont conçus pour mesurer un gaz précis, ils sont sujets aux interférences. En effet, d'autres molécules peuvent générer les mêmes réactions selon les propriétés des substances conductrices. De plus, ils subissent une usure au fil du temps et de leur utilisation. Comme pour une pile, les substances se consomment au fur et à mesure des réactions ou se désagrègent avec le temps.

Capteur Infra-rouge (IR) : Le capteur émet un faisceau infrarouge, dont la longueur d'onde est définie en fonction du gaz ciblé. Lorsque ce gaz passe devant le faisceau, il吸 une partie de son rayonnement. L'intensité mesurée va baisser. Celle-ci est comparée à une intensité de référence pour permettre d'établir une concentration. Comme aucune réaction chimique n'entre en jeu, les capteurs infrarouges ne connaissent pas de problèmes de saturation et ne sont pas influencés par la concentration d'oxygène. En cas de dysfonctionnement, l'intensité du faisceau diminue, ce qui est interprété par le détecteur comme une présence de gaz.

Capteur PID : Un PID (détecteur à photoionisation) est un détecteur non spécifique très sensible. Il détecte avec précision les composés organiques volatils ou Carbone Organiques Volatils. (C.O.V.) et certains inorganiques, dans de très faibles concentrations, de 1 ppm à 15 000 ppm, suivant les appareils. Un échantillon de gaz est conduit dans la chambre du capteur. La lampe U.V. génère des photons qui ionisent les molécules dont le potentiel d'ionisation est inférieur à l'énergie de la lampe. Les ions formés sont collectés par des électrodes entre lesquelles est établie une différence de potentiel. Les ions se déplacent dans le champ magnétique et génèrent un courant proportionnel à la concentration en molécules ionisées. Le courant est alors amplifié et la mesure affichée sur l'appareil en "ppm"

ANNEXES

ANNEXE N°1

Désignation	Désignation	Désignation	Désignation
Acétate de <i>n</i> -amyle → Acétate de pentyle	Acrylate de <i>n</i>-butyle	Anhydride acétique	Brome
Acétate de sec-amyle → Acétate de 1-méthylbutyle	Acrylate d'éthyle	Anhydride arsénieux → Arsenic (trioxyde de di)	Brome (pentafluorure de)
Acétate de 2-butoxyéthyle	Acrylate de 2-hydroxypropyle	Anhydride borique → Bore (trioxyde de di)	Bromochlorométhane
Acétate de <i>n</i> -butyle	Acrylate de méthyle	Anhydride chromique → Chrome hexavalent et ses composés	Bromoéthane
Acétate de sec-butyle	Acrylonitrile	Anhydride maléique	Bromoforme → Tribromométhane
Acétate de tert-butyle	Alcool allylique	Anhydride phthalique	Bromométhane (1)
Acétate de 2-éthoxyéthyle	Alcool <i>n</i> -butylique	Anhydride sulfureux → Soufre (dioxyde de)	Bromotrifluorométhane (F 13 B1)
Acétate d'éthyle	Alcool sec-butylque	Anhydride trimellitique (fumées)	Bromure d'éthyle → Bromoéthane
Acétate déthylglycol → Acétate de 2-éthoxyéthyle	Alcool tert-butylque	Aniline	Bromure de méthyle → Bromométhane
Acétate de sec-hexyle	Alcool 2-chloroéthylique → Ethylène chlorhydrine	Aniline (sels d')	<i>n</i> -Butane
Acétate d'isobutyle	Alcool éthylique	<i>o</i> -Anisidine	Butanethiols (isomères)
Acétate d'isopentyle	Alcool furfurylique	<i>p</i> -Anisidine	2-Butanone → voir Méthyléthylcétone
Acétate d'isopropyle	Alcool isoamylque	Antimoine et ses composés, en Sb	2-Butoxyéthanol
Acétate de 2-méthoxyéthyle	Alcool isobutylque	Antimoine (hydrate d') → Hydrogène antimonié	2-(2-butoxyethoxy)éthanol
Acétate de 2-méthoxy-1-méthyléthyle	Alcool isoctylque	ANTU	<i>n</i> -Butylamine
Acétate de méthyle	Alcool isopropylique	Aramidé (fibres de p) → Fibre de p-aramide	Butylglycol → 2-Butoxyéthanol
Acétate de méthylglycol → Acétate de 2-méthoxyéthyle	Alcool méthylique → méthanol	Argent (composés solubles), en Ag	Butylmercaptant → Butanethiol
Acétate de 1-méthylbutyle	Alcool propargylique	Argent (métallique)	<i>o</i> -sec-Butylphénol
Acétate de pentyle	Alcool <i>n</i> -propylique	Arsenic (trioxyde de di), en As	<i>p</i> -tert-Butyltoluène
Acétate de 3-pentyle	Aldéhyde acétique	Arsine → Hydrogène arsénien	Cadmium (oxyde de), en Cd
Acétate de <i>n</i> -propyle	Aldéhyde 2-buténoïque trans	Atrazine	Cadmium et composés, en Cd
Acétate de vinyle	Aldéhyde chloroacétique	Azide de sodium	Calcite → Calcium (carbonate de)
Acétone	Aldéhyde crotonique → Aldéhyde 2-buténoïque trans	Azinphos-méthyl	Calcium (carbonate de)
Acétonitrile	Aldéhyde formique	Azote (oxyde d')	Calcium (cyanamide de)
Acide acétique	Aldéhyde furfurylique	Azote (dioxyde d')	Calcium (hydroxyde de)
Acide acrylique	Aldéhyde glutarique	Azote (trifluorure d')	Calcium (oxyde de)
Acide bromhydrique	Aldéhyde <i>n</i> -valérique	Baryum (composés solubles), en Ba	Calcium (sulfate de)
Acide chlorhydrique → Chlorure d'hydrogène	Aldrine	Bénomyl	Camphéchlore
Acide chromique → Chrome hexavalent et ses composés	Aluminium (composés alkylés)	Benzène	Camphre
Acide cyanhydrique (1)	Aluminium (furnées de soudage)	Benzidine	<i>ε</i>-Caprolactame (poudre et vapeur)
Acide 2,4-dichlorophénoxycacétique → 2,4-D	Aluminium (métal)	p-Benzoquinone	Captafol
Acide 2,2-dichloropropionique	Aluminium (pulvérulent)	Béryllium et composés, en Be	Captane
Acide fluorhydrique → Fluorure d'hydrogène	Aluminium (sels solubles)	Biphényle	Carbaryl
Acide formique	Aluminium (trioxyde de di)	Biphényle chloré (42% Cl)	Carbofuran
Acide méthacrylique	Amiante	Biphényle chloré (54% Cl)	Carbone (dioxyde de)
Acide nitrique	4-Aminobiphényle	Bismuth (tellure de)	Catéchol → Pyrocatechol
Acide oxalique	2-Aminoéthanol → Ethanolamine	Bismuth (tellure de, dopé au Se)	Cellulose (fibre de papier)
Acide phosphorique	2-Aminopyridine	Bisphénol A (poussières inhalables)	Césium (hydroxyde de)
Acide picrique	3-Amino-1,2,4-triazole	Bois (poussières de)	Cétène
Acide propionique	Amitrole → 3-Amino-1,2,4-triazole	Borax → Sodium (tétraborate de)	Chanvre (fibres de)
Acide sulfurique	Ammoniac anhydre	Bore (trioxyde de di)	Chlordanne
Acide thioglycolique	Ammonium (chlorure d'), fumées	Bore (trifluorure de)	Chlore
Acide trichloroacétique	Ammonium (sulfamate d')	Brai de houille (vapeurs ou aérosols, fraction soluble dans le benzène)	Chlore (dioxyde de)
Acide 2,4,5-trichlorophénoxycacétique → 2,4,5-T	Amosite → Amiante	Bromacil	Chlore (trifluorure de)
Acroléine	Amylacétate, tert.		α-Chloroacétophénone

Désignation	Désignation	Désignation	Désignation
Chlorobenzène	1,1-Dichloro-1-nitroéthane	Diuron	Fluor
o-Chlorobenzylidène malononitrile	1,2-Dichloropropane	1,3-Divinylbenzène	Fluorure d'hydrogène
2-Chloro-1,3-butadiène	1,2-Dichlorotétrafluoréthane (F 114)	Eau oxygénée → Peroxyde d'hydrogène	Fluorures inorganiques
Chlorodifluorométhane (F 22)	Dichlorvos	Endosulfan	Fluorure de carbonyle
1-Chloro-2,3-époxypropane → Epichlorhydrine	Dicrotophos	Endrine	Fluorure de sodium → Sodium (fluorure de)
Chloroéthane	Dicyclopentadiène	Epiclorhydrine	Fonofos
2-Chloroéthanol → Ethylène chlorhydrine	Dieldrine	1,2-Epoxypropane → Oxyde de propylène	Formamide
Chloroéthylène → Chlorure de vinyle	Diéthanolamine	Etain (composés organiques d'), en Sn	Formiate d'éthyle
Chloroforme → Trichlorométhane	Diéthion	Ethanethiol	Formiate de méthyle
Chlorométhane	Diéthylamine	Ethanolamine	Fumées de soudage (totalité des particules)
1-Chloro-1-nitropropane	2-Diethylaminoéthanol	Ether méthylique du propylène-glycol → 1-Méthoxy-2-propanol	Fumées de vulcanisation des caoutchoucs, fraction soluble dans le cyclohexane
Chloropentafluoroéthane	Diéthylcétone	Ether méthylique du dipropylène-glycol → 3-(3-Méthoxy) propoxy-1-propanol	Furfural → Aldéhyde furfurylique
Chloropicrine	Diéthylénetriamine	Ethion → Diéthion	Germanium (tétrahydrure de)
b-Chloroprène → 2-Chloro-1,3-butadiène	Diisobutylcétone	2-Ethoxyéthanol	Glycérine (aérosols de)
3-Chloropropène	4,4'-Disiocyanate de diphenylméthane (3)	Ethylamine	Glycidol
o-Chlorostyrène	Disiocyanate d'hexaméthylène (3)	Ethylbenzène	Graphite
a-Chlorotoluène	Disiocyanate d'hexaméthylène, prépolymères du	Ethylbutylcétone → 3-Heptanone	Gypse → Calcium (sulfate de)
o-Chlorotoluène	Disiocyanate d'isophorone (3)	Ethylène chlorhydrine	Hafnium
Chloropyrifos	Disiocyanate de 1,5-naphtylène (3)	Ethylénediamine → 1,2-Diaminoéthane	γ -HCH (Lindane)
Chlorure d'allyle → 3-Chloroprène	Disiocyanate de toluylène (3)	Ethyléneglycol (vapeur)	Heptachlore
Chlorure d'ammonium → Ammonium (chlorure d'), fumées	Disopropylamine	Ethylglycol → 2-Ethoxyéthanol	n-Heptane
Chlorure de benzyle → a-Chlorotoluène	Diméthoxyméthane → Méthylal	Ethyldène norbornène	2-Heptanone → Méthyl-n-amylcétone
Chlorure de chloroacétyle	N,N-Diméthylacétamide	Ethylisoamylcétone → 5-Méthyl-3-heptanone	3-Heptanone
Chlorure de cyanogène	Diméthylamine	Ethylmercaptan → Ethanethiol	Hexachlorocyclopentadiène
Chlorure d'hydrogène	N,N-Diméthylaniline	N-Ethylmorpholine	Hexachloroéthane
Chlorure d'éthyle → Chloroéthane	N,N-Diméthyléthylamine	Fenchlorphos	Hexachloronaphthalène
Chlorure de méthyle → Chlorométhane	N,N-Diméthylformamide	Fensulfothion	Hexafluoroacétone
Chlorure de méthylène → Dichlorométhane	1,1-Diméthylhydrazine	Ferbamé	n-Hexane
Chlorure de phosphore → Phosphore (Oxytrichlorure de)	Dinitrate déthylène → Nitroglycol	Fer dicyclopentadiényle	Hexane (autres isomères)
Chlorure de vinyle	Dinitrate de 1,2-propyléneglycol	Fer (oxyde rouge synthétique)	2-Hexanone
Chlorure de vinylidène → 1,1-Dichloroéthylène	Dinitrobenzène (tous isomères)	Fer pentacarbonyle, en Fe	Hexogène (Cyclonite)
Chromate de tert-butyle, en CrO ₃	4,6-Dinitro-o-crésol	Fer (trioxyde de di-, fumées), en Fe	Hexyléneglycol
Chrome hexavalent et ses composés	3,5-Dinitro-o-toluamide	Fibres de p-aramide	Hydrazine
Chrome (métal), composés de chrome inorganiques (II) et composés de chrome inorganiques (insolubles) (III)	1,4-Dioxane	Fibres céramiques réfractaires classées cancérogènes	Hydrocarbures en C6-C12 (ensemble des,vapeurs) (5)
Chrysotile → Amiante	Dioxathion	Fibres de laitier	Hydrocarbures benzéniques en C9-C12 (vapeurs) (5)
Clopидol	Dioxyde d'azote → Azote (dioxyde d')	Fibres de roche	Hydrogène antimoné
Cobalt carbonyle, en Co	Dioxyde de carbone → Carbone (dioxyde d')	Fibres végétales (toutes sortes, non déjà citées par ailleurs)	Hydrogène arsénié
Cobalt hydrocarbonyle, en Co	Diphénylamine	Fibres de verre	Hydrogène phosphoré
Colophane (produits de décomposition des baguettes de soudure, exprimés en aldéhyde formique)	Dipropylcétone		Hydrogène sélénisé
	Diquat		Hydrogène sulfuré
	Disulfiram		Hydroquinone
	Disulfoton		Indène
	Disulfure d'allyle et de propyle		Iode
	Disulfure de carbone → Sulfure de carbone		



ANNEXES

ANNEXE N°1

Désignation	Désignation	Désignation	Désignation
Iodoforme → Troidométhane.....	Méthylcyclohexanol.....	Nitroéthane.....	Peroxyde de méthyléthylcétone
Iodométhane.....	2-Méthylcyclohexanone.....	Nitroglycérine (8).....	Phénamiphos
Isocyanate de méthyle.....	4,4'-Méthylènebis(2-chloroaniline) → 3,3'-Dichloro-4,4'-diaminodiphénylméthane.....	Nitroglycol (8).....	Phénol.....
Isopentane.....	Méthyléthylcétone.....	Nitrométhane.....	Phénothiazine.....
Isophorone	Méthylglycol → 2-Méthoxyéthanol	1-Nitropropane	p-Phénylènediamine.....
2-Isopropoxyéthanol	5-Méthyl-2-heptanone → Méthylisoamylcétone	m-Nitrotoluène	Phénylphosphine
Isopropylamine	5-Méthyl-3-heptanone.....	Nitrotrichlorométhane → Chloropicrine	2-Phénylpropène.....
N-Isopropylaniline	Méthylhydrazine	Noir de carbone	Phénylthiophosphonate de O-éthyle et de O-4-nitrophényle
Isopropylbenzène → Cumène.....	Méthylisoamylcétone.....	n-Nonane	Phorate
Kaolin.....	Méthylisobutylcarbinol → 4-Méthyl-2-pentanol	Octachloronaphtalène	Phosgène.....
Lactate de n-butyle.....	Méthylisobutylcétone.....	n-Octane	Phosphate de dibutyle
Lin (fibres de)	Méthylisopropylcétone	Osmium (tetroxyde d'), en Os	Phosphate de tributyle
Lindane → g-HCH	Méthylmercaptan → Méthanethiol	Oxyde d'allyle et de glycidyle	Phosphate de tri-o-crésyle
Lithium (hydrure de)	4-Méthyl-2-pentanol	Oxyde d'azote → Azote (oxyde d')	Phosphate de triphényle
Magnésite → Magnésium (carbonate de).....	4-Méthyl-2-pentanone → Méthylisobutylcétone	Oxyde de biphenyle	Phosphine → Hydrogène phosphoré
Magnésium (carbonate de)	Méthyl-n-propylcétone	Oxyde de biphenyle chloré	Phosphite de triméthyle
Magnésium (oxyde de), fumées.....	N-méthyl-2-pyrrolidone.....	Oxyde debis (chlorométhyle)	Phosphore blanc
Malathion	a-Méthylstyrene → 2-phenylpropène	Oxyde de n-butyle et de glycidyle	Phosphore (oxytrichlorure de)
Manganèse cyclopentadiényltricarbonyle, en Mn	Métribuzine	Oxyde de carbone → Carbone (oxyde de)	Phosphore (pentachlorure de).....
Manganèse (fumées), en Mn	Mévinphos	Oxyde de 2,2'-dichlorodiéthyle	Phosphore (pentaoxyde de di).....
Manganèse méthylcyclopentadiényltricarbonyle, en Mn	Molybdène (composés solubles), en Mo	Oxyde de diéthyle.....	Phosphore (penta sulfure de di).....
Manganèse (tétraoxyde de tri).....	Monocrotophos	Oxyde de diglycidyle	Phosphore (trichlorure de)
Marbre → Calcium (Carbonate de)	Morpholine.....	Oxyde de diisopropyle	Phtalate de dibutyle
Mercure et composés bivalents du mercure, y compris l'oxyde de mercure et le chlorure de mercurique	Naled	Oxyde de diméthyle.....	Phtalate de diéthyle
Mercure (composés alkylés), en Hg	Naphtalène	Oxyde d'éthylène	Phtalate de di(2-éthylhexyle)
Mercure (composés arylés et inorganiques), en Hg	2-Naphtylamine	Oxyde de glycidyle et d'isopropyle	Phtalate de diméthyle
Mésitylène → 1,3,5-Triméthylbenzène	1-Naphtylthiouurée → ANTU	Oxyde de glycidyle et de phényle	m-Phtaldinitrile
Méthacrylate de méthyle	Néopentane.....	Oxyde de mésityle	Piclorame
Méthanol	Nickel (carbonate de), en Ni	Oxyde de propylène	Pindone → Pivaldione
Méthanol.....	Nickel (dihydroxyde de), en Ni	Oxyde de tert-butyle et de méthyle.....	Pipérazine (poussières et vapeurs).....
Méthomyl.....	Nickel (disulfure de tri), en Ni	Ozone	Pipérazine (dichlorhydrate de)
Méthoxychlore	Nickel (grillage des mattes), en Ni	Paraffine (cire de), fumée	Pivaldione
2-Méthoxyéthanol.....	Nickel (métal)	Paraquat	Platine (métal)
2-(2-méthoxyéthoxy)éthanol.....	Nickel (oxyde de), en Ni	Parathion	Plomb métallique et composés, en Pb
4-Méthoxyphénol	Nickel (sulfate de), en Ni	Parathion-méthyle	Plomb tétraéthyle, en Pb
(2-méthoxyméthylethoxy)-propanol	Nickel (sulfure de), en Ni	Pentaborane	Plomb tétraméthyle, en Pb
1-Méthoxy-2-propanol	Nickel (tétracarbonyle)	Pentachloronaphtalène	Potassium (hydroxyde de)
Méthylacrylonitrile	Nickel (trioxyde de), en Ni	Pentachlorophénol	Poussières réputées sans effet spécifique
Méthylal	Nicotine	Pentachlorophénol (sels du)	Propoxur
Méthylamine	Nitrapyrine	Pentaérythritol	Propyne
Méthyl-n-amylcétone	Nitrate de n-propyle	Perchloroéthylène	Pyréthre (après suppression des lactones sensibilisantes)
N-Méthylaniline	4-Nitroaniline	Perchlorométhanethiol	Pyridine
Méthyl-n-butylcétone → 2-Hexanone	Nitrobenzène	Perchloryle (fluorure de)	Pyrocatechol
Méthylcyclohexane		Peroxyde de dibenzoyle	Pyrophosphate tétrasodique
		Paravuante d'hydrogénène	Quartz → Silices cristallines

Désignation	Désignation	Désignation
<i>P</i> -Quinone → <i>p</i> -Benzooquinone	Tétrabromure de carbone → Tétrabromoéthane	Warfarine → Coumafène.
Résorcinol	1,1,1,2-Tétrachlorodifluoroéthane	m -Xylène.
Rhodium (métal)	1,1,2,2-Tétrachlorodifluoroéthane	o -Xylène
Saccharose	1,1,2,2-Tétrachloroéthane	p -Xylène
Sélénium (hexafluorure de), en Se	Tétrachloroéthylène → Perchloroéthylène	Xylène, isomères mixtes, purs
Sélénure de dihydrogène → Hydrogène sélénié	Tétrachlorométhane	<i>m</i> -Xylène- α,α' -diamine
Silicate d'éthyle	Tétrachloronaphtalène	Xyliidines (tous isomères)
Silicate de méthyle	Tétrachlorure de carbone → Tétrachlorométhane	Yttrium
Silices cristallines (cf. § 2.2.3 ED 984)	Tétrahydrofurane	Zeidane.
cristobalite	Tétraméthylsuccinonitrile	Zinc (chlorure de,fumées)
quartz	Tétranitrométhane	Zinc (oxyde de,fumées)
tridymite	Tétryl	Zinc (oxyde de,poussières)
Silicium	Thallium	Zinc (stéarate de)
Silicium (carbure de)	4,4'-Thiobiis(6-tert-butyl-m-crésol)	
Silicium (tétrahydre de)	Thiophénol	
Sodium (bisulfite de)	Thirame	
Sodium (2-(2,4-dichlorophénoxy)-éthylsulfate de)	Titane (dioxyde de), en Ti	
Sodium (fluoroacétate de)	Toluène	
Sodium (fluorure de), en F	<i>o</i> -Toluidine	
Sodium (hydroxyde de)	Toxaphène → Camphéchlore	
Sodium (métabisulfite de)	Tribromométhane	
Sodium (térbaborate de,anhydre)	1,2,4-Trichlorobenzène	
Sodium (térbaborate,décahydrate)	1,1,1-Trichloroéthane	
Sodium (térbaborate,pentahydraté)	Trichloroéthylène	
Soufre (dioxyde de)	Trichlorofluorométhane (F 11)	
Soufre (hexafluorure de)	Trichlorométhane	
<i>Stibine</i> → Hydrogène antimoné.	Trichloronaphtalène	
Strychnine	1,1,2-Trichlorotrifluoroéthane (F 113)	
Styrene	<i>Tridymite</i> → Silice cristallines.	
Sulfate de diméthyle	Triéthylamine	
Sulfotep	Triiodométhane	
Sulfure de carbone	Triméthylamine	
Sulfuryle (fluorure de)	1,2,3-Triméthylbenzène	
Sulprofos	1,2,4-Triméthylbenzène	
2,4,5-T	1,3,5-Triméthylbenzène	
Tantale (métal)	Triméthylène trinitramine → Hexogène.	
Tellure et composés (sauf hexafluorure), en Te	2,4,6-Trinitrophénol → Acide picrique	
Tellure (hexafluorure de), en Te	2,4,6-Trinitrophénylméthyl nitramine → Trétyl	
Téméphos	2,4,6-Trinitrotoluène	
TEPP	Triphénylamine	
Térébenthine	Vanadium, poussières et fumées (en V2O5)	
Terphényles	N-Vinylpyrrolidinone	
Terphényles hydrogénés	Vinylitoluènes (tous isomères)	
1,1,2,2-Tétrabromoéthane		
Tétrabromométhane		
Tétrabromure d'acétylène → 1,1,2,2-Tétrabromoéthane		



ANNEXES

ANNEXE N°2



Points d'exposition pour différents niveaux de bruit et différentes durées.

Niveau de bruit dB(A)	Durée quotidienne de la phase de travail								
	8 h	4 h	2 h	1 h	30 min	15 min	10 min	5 min	1 min
75	10	5	3	1	1	0	0	0	0
76	13	6	3	2	1	0	0	0	0
77	16	8	4	2	1	1	0	0	0
78	20	10	5	3	1	1	0	0	0
79	25	13	6	3	2	1	1	0	0
80	32	16	8	4	2	1	1	0	0
81	40	20	10	5	3	1	1	0	0
82	50	25	13	6	3	2	1	1	0
83	64	32	16	8	4	2	1	1	0
84	80	40	20	10	5	3	2	1	0
85	100	50	25	13	6	3	2	1	0
86	130	64	32	16	8	4	3	1	0
87	160	80	40	20	10	5	3	2	0
88	200	100	50	25	13	6	4	2	0
89	250	130	64	32	16	8	5	3	1
90	320	160	80	40	20	10	7	3	1
91	400	200	100	50	25	13	8	4	1
92	510	250	130	64	32	16	11	5	1
93	640	320	160	80	40	20	13	7	1
94	800	400	200	100	50	25	17	8	2
95	1000	510	250	130	60	32	21	11	2
96	1300	640	320	160	80	40	27	13	3
97	1600	800	400	200	100	50	33	17	3
98	2000	1000	510	250	130	60	40	21	4
99	2500	1300	640	320	160	80	50	27	5
100	3200	1600	800	400	200	100	70	33	7
101	4000	2000	1000	500	250	130	80	40	8
102	5100	2500	1300	630	320	160	110	50	11
103	6400	3200	1600	800	400	200	130	70	13
104	8000	4000	2000	1000	500	250	170	80	17
105	10000	5100	2500	1300	630	320	210	110	21
106	13000	6400	3200	1600	800	400	270	130	27
107	16000	8000	4000	2000	1000	500	330	170	33
108	20000	10000	5000	2500	1300	630	420	210	40
109	25000	13000	6400	3200	1600	790	530	270	50
110	32000	16000	8000	4000	2000	1000	670	330	70
111	40000	20000	10000	5000	2500	1300	840	420	80
112	51000	25000	13000	6300	3200	1600	1100	530	110
113	64000	32000	16000	8000	4000	2000	1300	670	130
114	80000	40000	20000	10000	5000	2500	1700	840	170
115	100000	51000	25000	13000	6300	3200	2100	1100	210
116	125000	64000	32000	16000	8000	4000	2700	1300	270
117	160000	80000	40000	20000	10000	5000	3300	1700	330
118	200000	100000	50000	25000	13000	6300	4200	2100	420
119	255000	125000	64000	32000	16000	8000	5300	2600	530
120	320000	160000	80000	40000	20000	10000	6700	3300	670

Note : Pour simplifier le tableau, le nombre de points a été arrondi. Cet arrondi n'induit jamais d'erreur supérieure à 5 % en points, soit moins de 0,5 dB sur le niveau du bruit.

Exemples de sources de bruit et de réactions humaines selon le niveau de bruit



BIBLIOGRAPHIE

Gouvernement Français, "Pénibilité - Code du travail numérique", 20/12/2020,
<https://code.travail.gouv.fr/glossaire/penibilite>

Gouvernement Français, "Compte personnel de prévention de la pénibilité", 28/12/2020,
<https://www.economie.gouv.fr/entreprises/compte-personnel-prevention-penibilite-cppp>

INRS, "Les «seuils de pénibilité» réglementaires", PDF, 28/12/2020 <https://www.inrs.fr/>

INRS, "Travail au froid", prévenir les risques, 29/12/2020,
<https://www.inrs.fr/risques/froid/prevenir-risques.html>

INRS, "Évaluer et mesurer l'exposition au bruit professionnel", PDF, 30/12/2020
<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206035>

CCHST, "Exposition à la chaleur - Effets sur la santé et premiers soins", 29/12/2020
https://www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/heat_health.html

Ministère du travail, de l'emploi et de l'insertion, "Valeurs limites d'exposition professionnelle (risques chimiques)", 30/12/2020, <https://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/prevention-des-risques-pour-la-sante-au-travail/mesures-et-moyens-de-prevention/article/valeurs-limites-d-exposition-professionnelle-risques-chimiques>

INRS, "Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France", 01/01/2021,
<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20984>

Safety Life, "Comment fonctionnent les capteurs des détecteurs de gaz", 30/12/2020,
<https://safetylife.fr/content/20-comment-fonctionnent-capteurs-detecteurs-gaz>

Québec, "Effets du bruit environnemental sur la santé", 31/12/2020,
<https://www.quebec.ca/sante/conseils-et-prevention/sante-et-environnement/effets-du-bruit-environnemental-sur-la-sante/mesure-du-bruit/>

Ministère du travail, de l'emploi et de l'insertion, "Activité en milieu hyperbare", 30/12/2020,
<https://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/prevention-des-risques-pour-la-sante-au-travail/autres-dangers-et-risques/article/activites-en-milieu-hyperbare>

Netamo, "Sonometre", 28/12/2020, <https://www.netatmo.com/fr-fr/glossaire/sonometre>

Cirrus, "quelle est la différence entre un sonomètre et un dosimètre de bruit?", 28/12/2020, <https://www.cirrusresearch.fr/blog/2019/07/quelle-est-la-difference-entre-un-sonometre-et-un-dosimetre-de-bruit/>

Wikipedia, "Vibrometre laser", 27/12/2020, https://fr.wikipedia.org/wiki/Vibrom%C3%A8tre_laser

Lion Precision, "Mesurer la vibration", 27/12/2020, <https://www.lionprecision.com/fr/vibration-measurement-vibration-sensors-measuring-vibration-precisely/>

Trotec, "thermo-hygromètre BC06", 28/12/2020, https://fr.trotec.com/shop/thermo-hygrometre-bc06.html?gclid=CjwKCAiAirb_BRBNEiwALHlnD7M8O2lj8ccqsybioMO4f32D38ty7-DrMObk-gracgrZU6ujDUSMOihC1fsQAvD_BwE

Omega, "enregistreur de données de température", 28/12/2020, https://www.omega.fr/google-base/product.html?pn=OM-91&gclid=CjwKCAiAirb_BRBNEiwALHlnD47K8C-5kjJRwNVlraHrOU-SOoqs4i05LFqJtNbUXLBmqFVI3wXzPQhoCog8QAvD_BwE

Projetdiy, "Mesurer la qualité de l'air et des polluants avec un capteur MQ135 dans vos projets Arduino, Raspberry Pi, ESP8266", 28/12/2020, <https://projetsdiy.fr/mq135-mesure-qualite-air-polluant-arduino/>

Wikipedia, "Barometre", 02/01/2021, <https://fr.wikipedia.org/wiki/Barom%C3%A8tre>

Bossons Futé, "Pénibilité(généralités)", 02/01/2021, http://www.bossons-fute.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=845:danger0103&catid=3&Itemid=4

Futura Sciences, "Instruments de mesure de la température, de l'humidité et des précipitations", 03/01/2021, [https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/meteorologie-instruments-meteorologiques-appareils-utilises-meteorologie-49/page/3/#:~:text=La%20temp%C3%A9rature%20est%20mesur%C3%A9e%20%C3%A0,degr%C3%A9%20Celsius%20\(%C2%B0C\).](https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/meteorologie-instruments-meteorologiques-appareils-utilises-meteorologie-49/page/3/#:~:text=La%20temp%C3%A9rature%20est%20mesur%C3%A9e%20%C3%A0,degr%C3%A9%20Celsius%20(%C2%B0C).)

Minitère du travail, "Activité en milieu hyperbare", 30/12/2020, <https://code.travail.gouv.fr/fiche-ministere-travail/activites-en-milieu-hyperbare?q=Risques%20professionnels>



