

PENIBILITÉ AU TRAVAIL

**selon Loi n° 2010-1330 du 9 novembre 2010
portant réforme des retraites**

Evaluation de la pénibilité
Contraintes physiques marquées

SOMMAIRE

• Introduction	3
• Manutentions manuelles de charges	08
• Postures pénibles	41
• Vibrations mécaniques	62

LES FACTEURS DE RISQUE PRIS EN COMPTE

(Article D4121-5 du Code du travail)

Contraintes
physiques marquées



Manutentions manuelles de charges (Cf. Art. R4541-2)

Postures pénibles (positions forcées des articulations)

Vibrations mécaniques (Cf. Art. R 4441-1)

Environnement
physique agressif



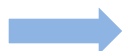
Agents chimiques dangereux (Cf. Art. R4412-3 et R 4412-60), y compris les poussières et les fumées

Activités exercées en milieu hyperbare (Cf. Art. R4461-1)

Températures extrêmes

Bruit (Cf. Art. R4431-1 à à R 4437-4)

Rythmes de travail



Travail de nuit (Cf. Art. L. 3122-29 à 3122-31)

Travail en équipes successives alternantes

Travail répétitif caractérisé par la répétition d'un même geste, à une cadence contrainte, imposée ou non par le déplacement automatique d'une pièce ou par la rémunération à la pièce, avec un temps de cycle défini

5 de ces facteurs sont facilement évaluable : la simple lecture du code du travail est parfois suffisante, dans d'autres cas il suffira de la compléter de quelques connaissances et mesures :

Contraintes
physiques marquées



Vibrations mécaniques (Cf. Art. R 4441-1)

Environnement
physique agressif



Activités exercées en milieu hyperbare (Cf. Art. R4461-1)

Bruit (Cf. Art. R4431-1 à R 4437-4)

Travail de nuit (Cf. Art. L. 3122-29 à 3122-31)

Rythmes de travail



Travail en équipes successives alternantes

Les 5 autres facteurs sont beaucoup plus difficilement évaluable. S'il y a des références dans le code du travail, elles sont toujours insuffisantes. L'évaluation pourra alors nécessiter une étude plus approfondie.

Contraintes
physiques marquées



Manutentions manuelles de charges (Cf. Art. R4541-2)

Postures pénibles (positions forcées des articulations)

Environnement
physique agressif



Agents chimiques dangereux (Cf. Art. R4412-3 et R 4412-60), y compris les poussières et les fumées

Températures extrêmes

Rythmes de travail



Travail répétitif caractérisé par la répétition d'un même geste, à une cadence contrainte, imposée ou non par le déplacement automatique d'une pièce ou par la rémunération à la pièce, avec un temps de cycle défini

Par ailleurs, 6 de ces facteurs de risque sont générateurs de TMS (Troubles Musculo-Squelettiques) :

Manutentions manuelles de charges (Cf. Art. R4541-2)

Postures pénibles (positions forcées des articulations)

Vibrations mécaniques (Cf. Art. R 4441-1)

Activités exercées en milieu hyperbare (Cf. Art. R4461-1)

Températures extrêmes (pour le froid)

Pour la prévention des TMS, voir la diapositive suivante

Travail répétitif caractérisé par la répétition d'un même geste, à une cadence contrainte, imposée ou non par le déplacement automatique d'une pièce ou par la rémunération à la pièce, avec un temps de cycle défini

Accueil

Qui sommes-nous ?

Actions -
Documentation

- Travail sur écran
- Troubles Musculo Squelettiques (TMS)
- Soudure
- Evaluation du risque chimique
- Garage
- TABAC

Législation du travail

Espace adhérents

Contact AISMT

» Actions - Documentation

Actions - Documentation



Travail sur écran

Ergonomie du travail sur écran
[en savoir plus](#)

Avec un diaporama Travail sur écran et TMS



Troubles Musculo Squelettiques (TMS)

[en savoir plus](#)



Soudure

[en savoir plus](#)

FACTEURS DE RISQUE PRIS EN COMPTE

(Article D4121-5 du Code du travail)

Manutentions manuelles de charges (Cf. Art. R4541-2)

Contraintes
physiques marquées



Définition

- **Article R 4541-2** : On entend par manutention manuelle, toute opération de transport ou de soutien d'une charge, dont le levage, la pose, la poussée, la traction, le port ou le déplacement, qui exige l'effort physique d'un ou de plusieurs travailleurs.



Les facteurs de risque peuvent se cumuler. Dans cet exemple, il y a au minimum deux facteurs de risque :



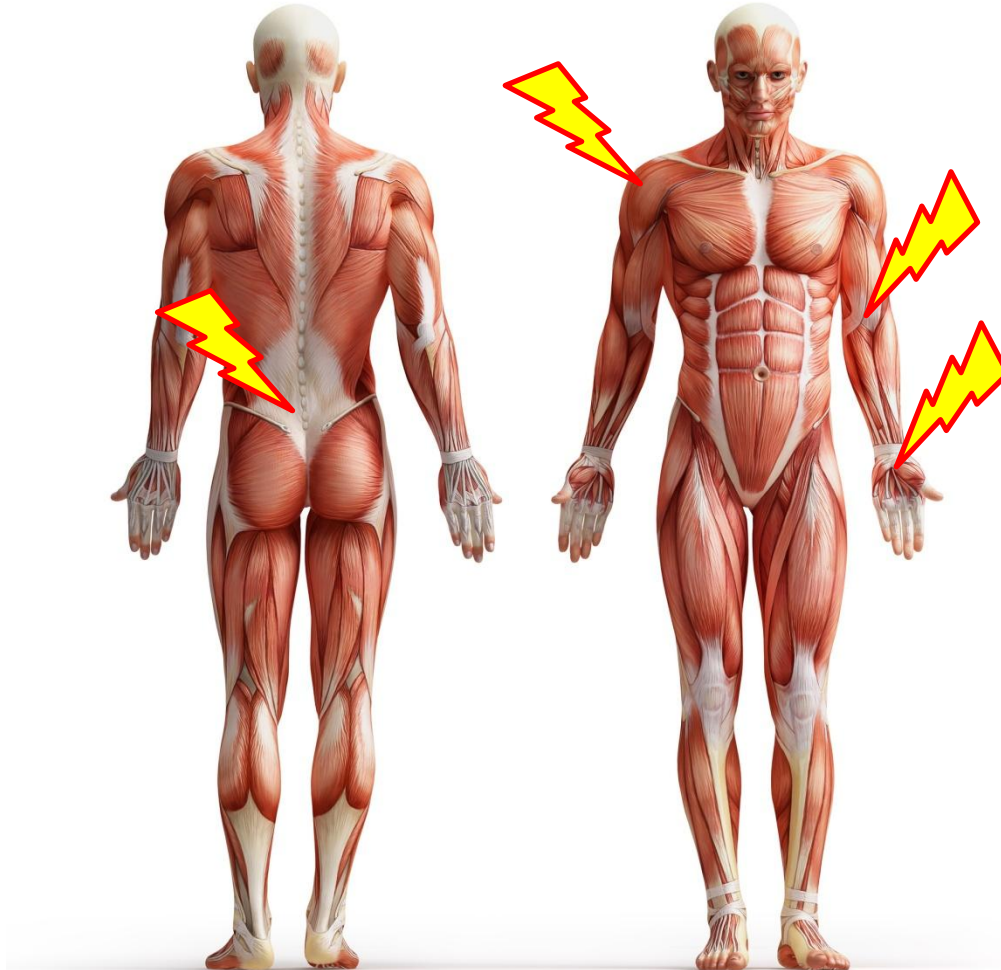
Manutentions manuelles de charges (Cf. Art. R4541-2)



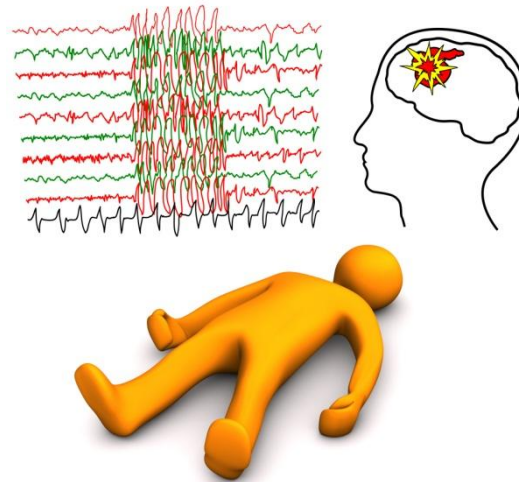
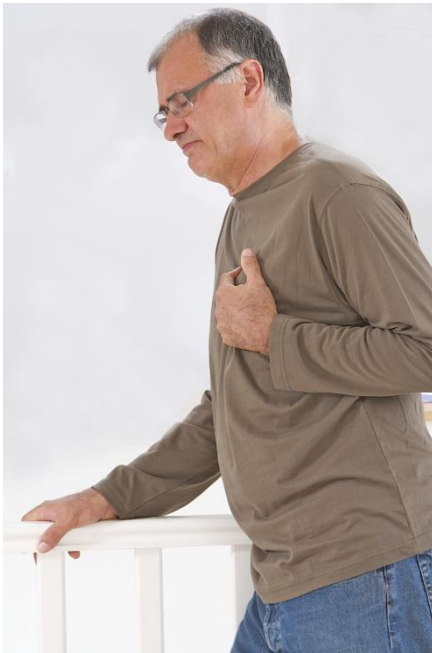
Postures pénibles (positions forcées des articulations)

Effets sur la santé

- Atteinte de l'appareil locomoteur : douleurs, troubles musculo-squelettiques, hernie discale,... (MPI 57, 98)



- Accidents du travail divers (environ 1/4 d'entre eux, tous secteurs confondus) : chutes, écrasements,...
- Accidents cardio-vasculaires



Le code du travail

- Articles R 4541-1 à R 4541-10
- Articles D 4152-12, D 4153-40, D 4153-29



Limites fixées par le code du travail

Postulat de base :
Le travailleur français
est un haltérophile...



Article R4541-9 : ... un travailleur ne peut être admis à porter d'une façon habituelle des charges supérieures à **55 kilogrammes** qu'à condition d'y avoir été reconnu apte par le médecin du travail, sans que ces charges puissent être supérieures à **105 kilogrammes**.

Limites fixées par le code du travail

14-15 ans 16-17 ans



↓
8 kg



↓
10 kg



↓
25 kg



↓
55 à 105 kg

16-17 ans



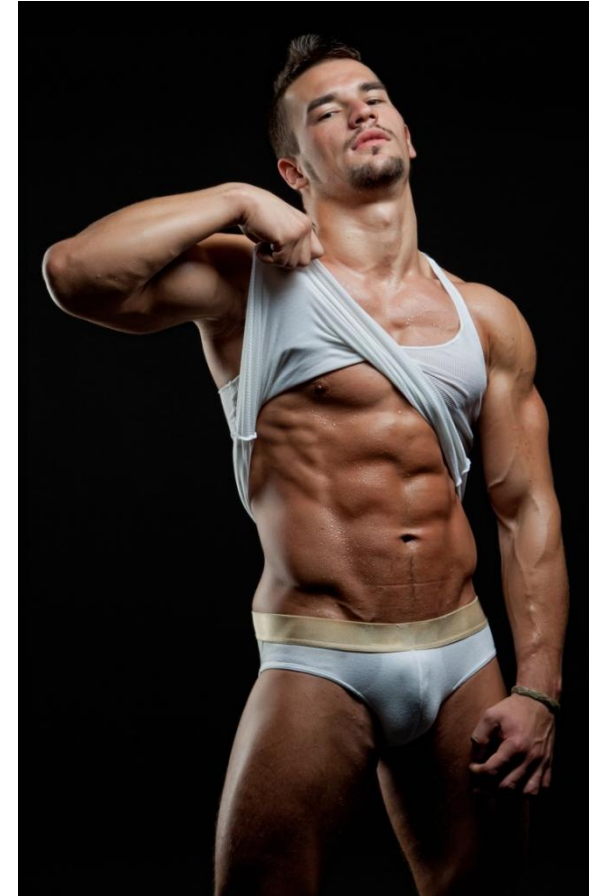
↓
20 kg

14-15 ans



↓
15 kg

Ces limites légales peuvent être très différentes des limites physiologiques imposées par la variabilité individuelle...



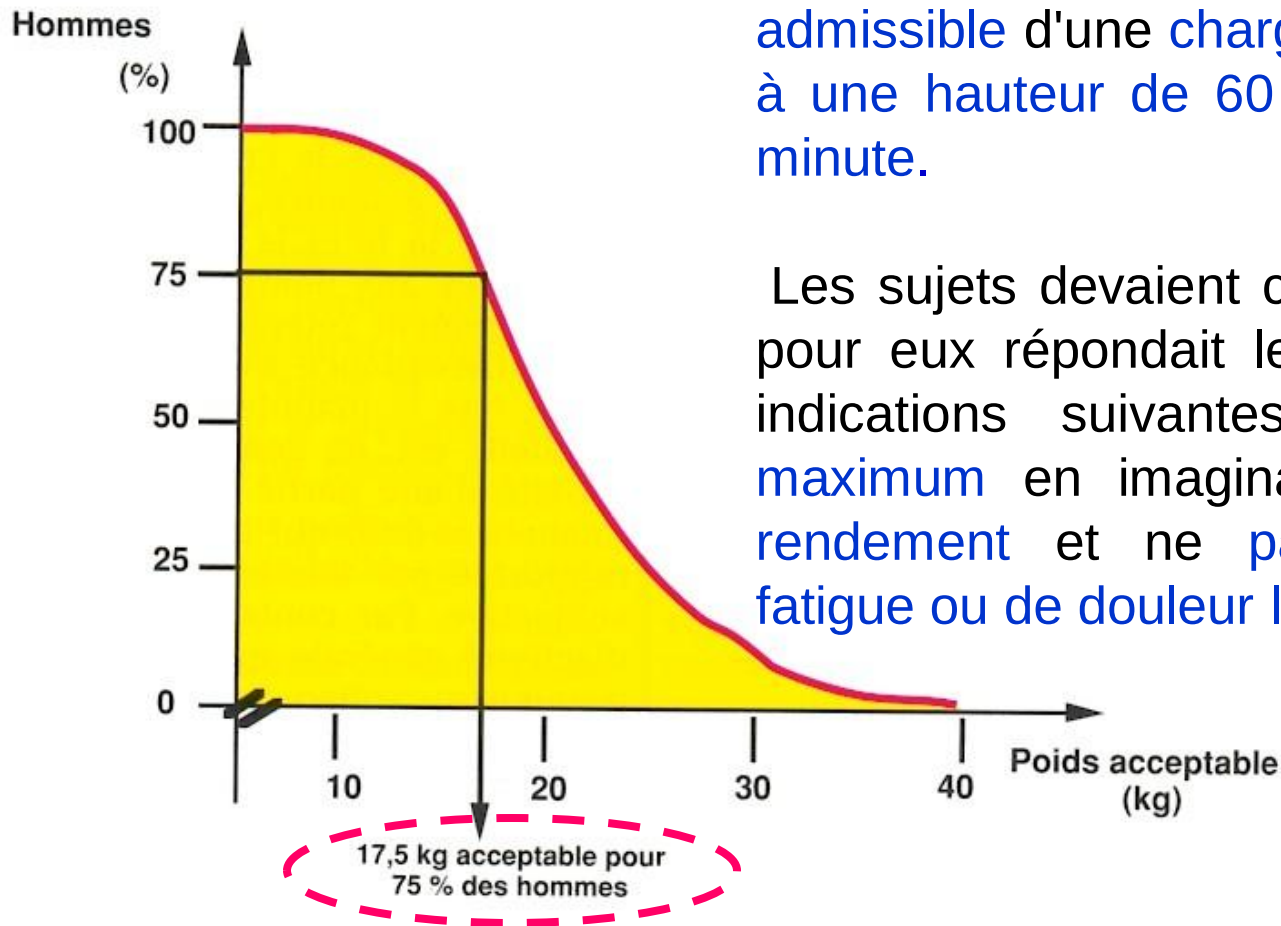
Evaluation

- Pour déterminer si un sujet est concerné par ce type de pénibilité, il y a donc lieu de considérer différents éléments :
 - Le poids unitaire des objets,
 - Leur position / opérateur (hauteur du sol, distance de l'opérateur),
 - La facilité de prise ou non,
 - L'existence ou non de déplacements avec la charge,
 - L'accessibilité du poste, l'encombrement des voies de circulation,...,
 - La nécessité ou non de mouvements de torsion, de flexion,..., du rachis,
 - ...
- Ceci nécessite peut donc nécessiter une **analyse de l'activité réelle** de l'opérateur...

1^{er} élément à considérer : le poids unitaire des objets

Une expérience menée avec 147 hommes formés à la manutention a eu pour objectif de déterminer le **poids admissible** d'une **charge soulevée du sol** à une hauteur de 60 cm deux fois par minute.

Les sujets devaient choisir le poids qui pour eux répondait le mieux aux deux indications suivantes : **travailler au maximum** en imaginant être **payé au rendement** et ne **pas** provoquer de **fatigue** ou de **douleur lombaire**.



La méthodes d'analyse des manutentions manuelles de l'INRS admet une mase unitaire de 30 kg pour les hommes (qui baissera avec le tonnage journalier).

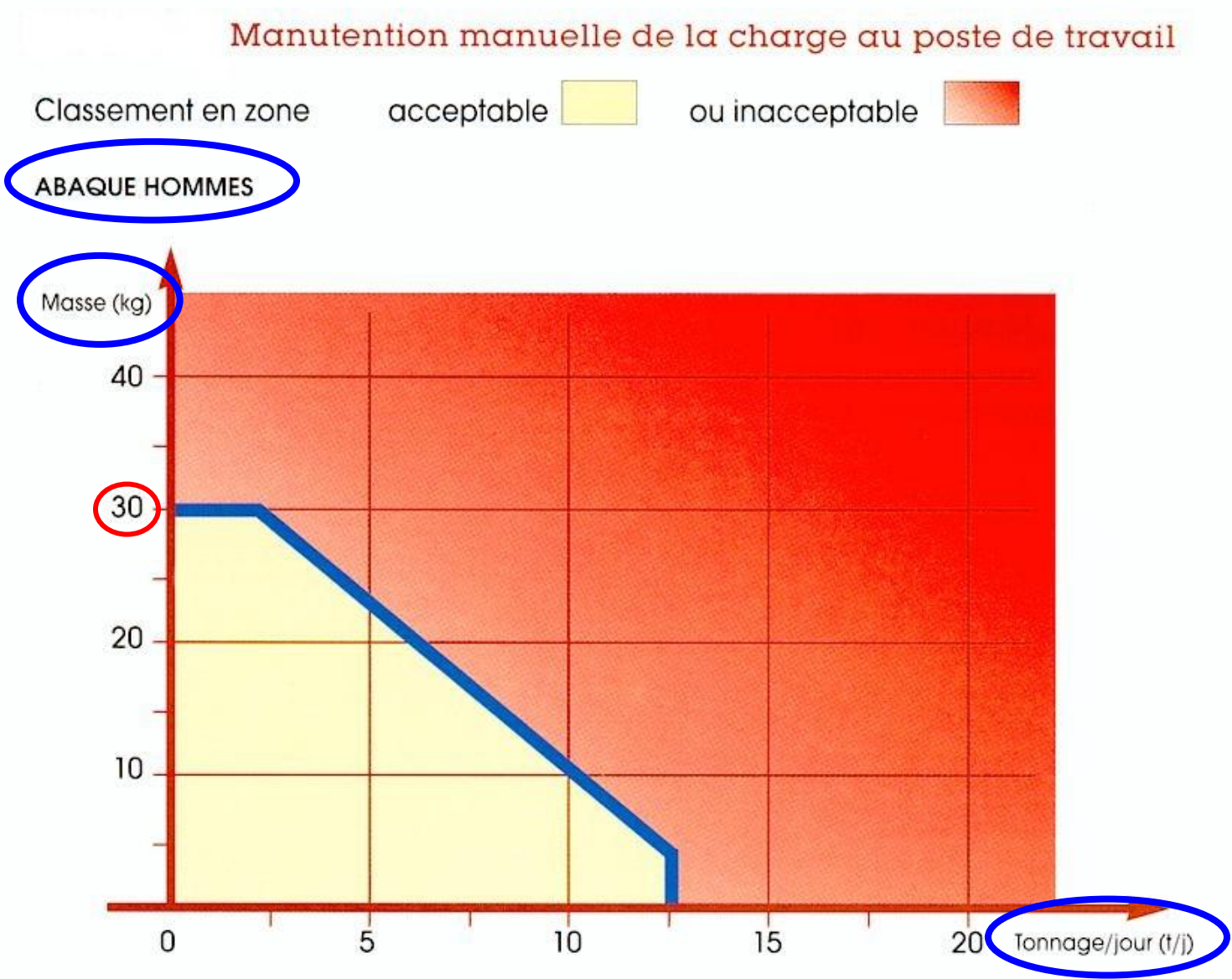


Tableau 7 : Manutention manuelle de la charge au poste de travail

Classement en zone

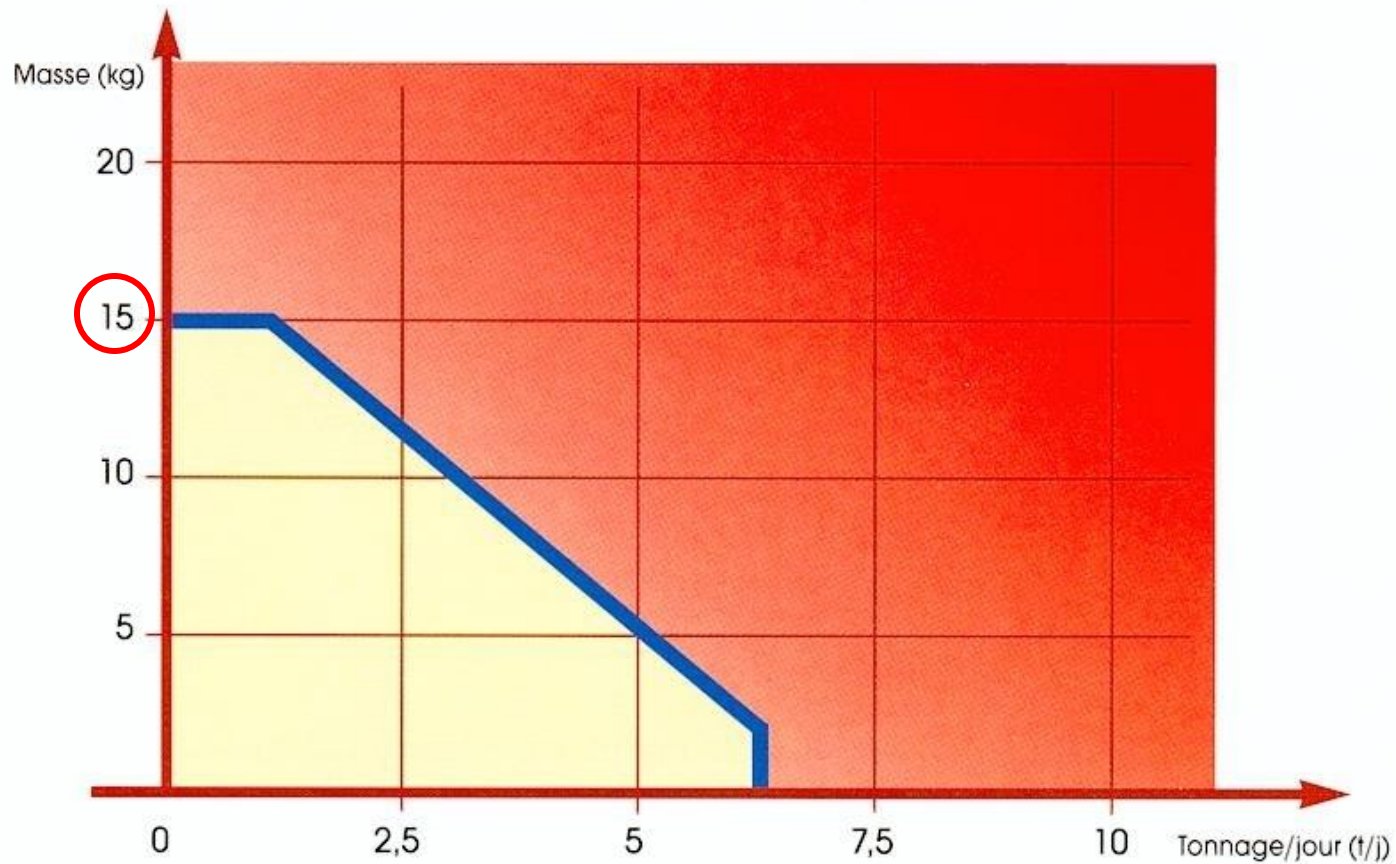
acceptable



ou inacceptable

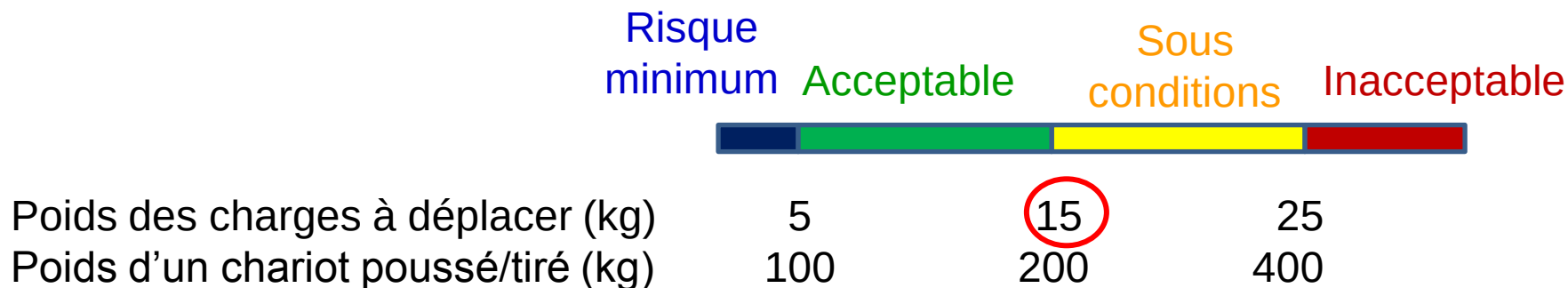


ABAQUE FEMMES



Normes européennes et internationales

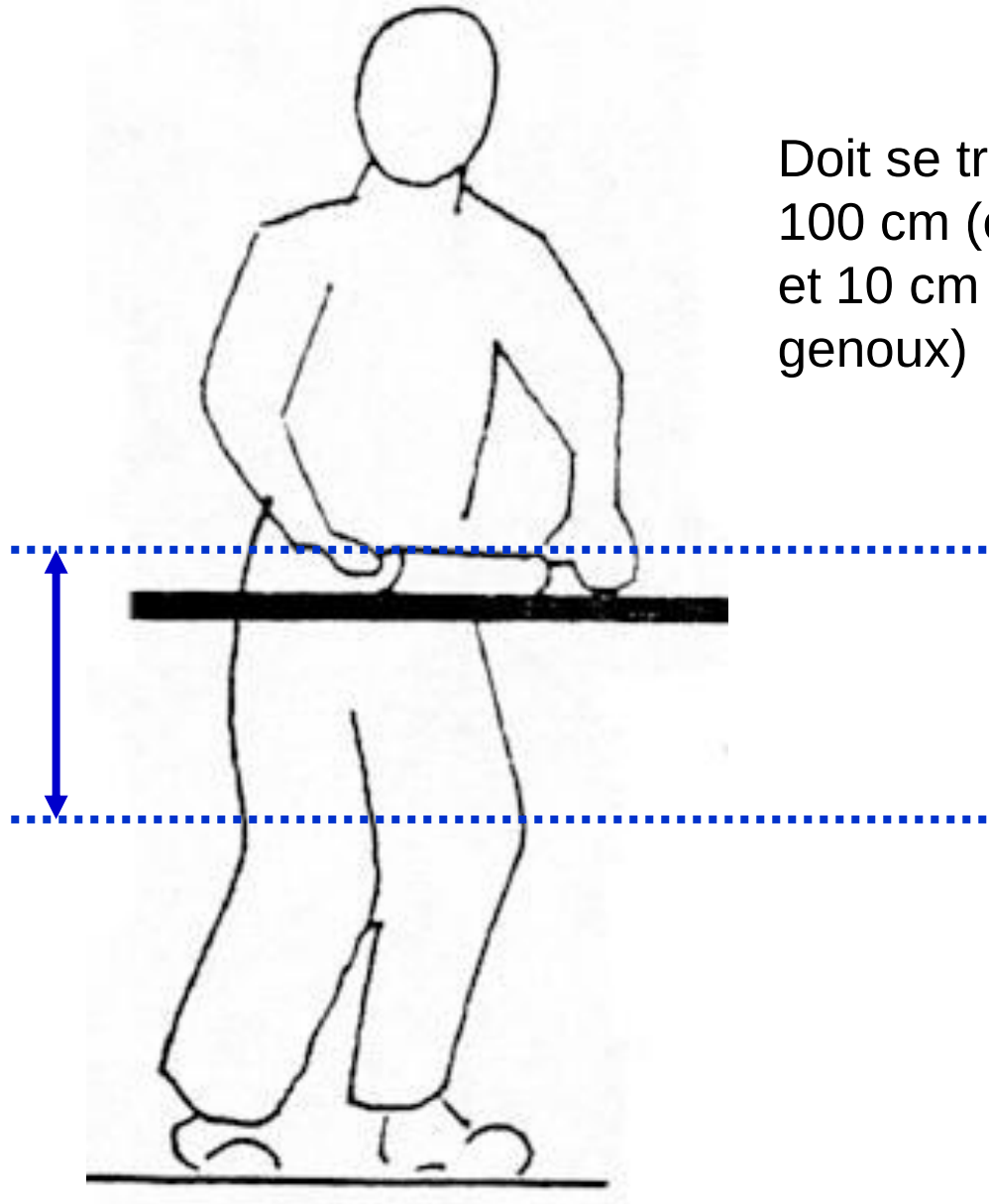
- Le principe de non discrimination interdit toute considération de genre, d'âge,... dans les critères d'emploi en général et de manutention manuelle en particulier. Donc pas de distinction. L'acceptable pour tous va jusqu'à 15 kg, et pour certains 25 kg.
- Nous serons donc dans la « pénibilité » à partir de 15 ou de 25 kg.



La norme AFNOR X35-109

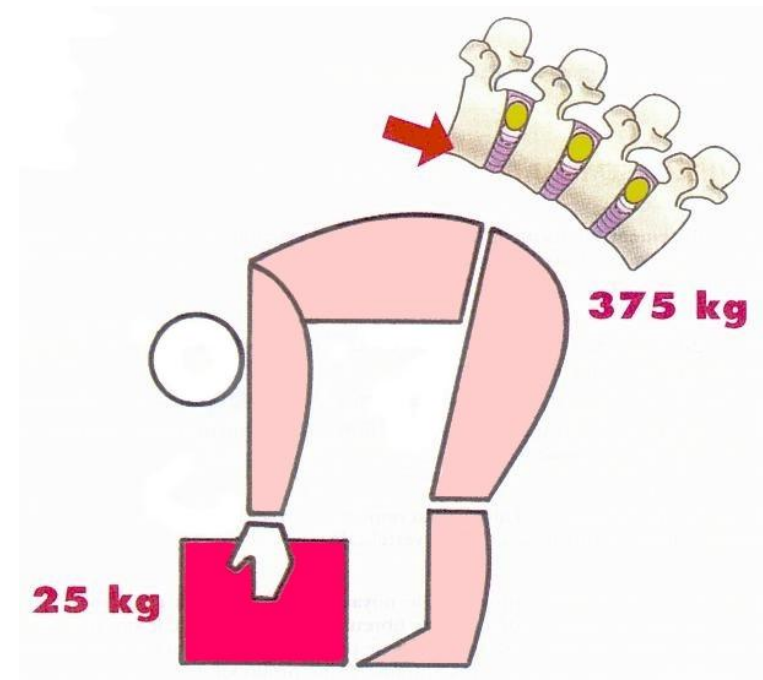
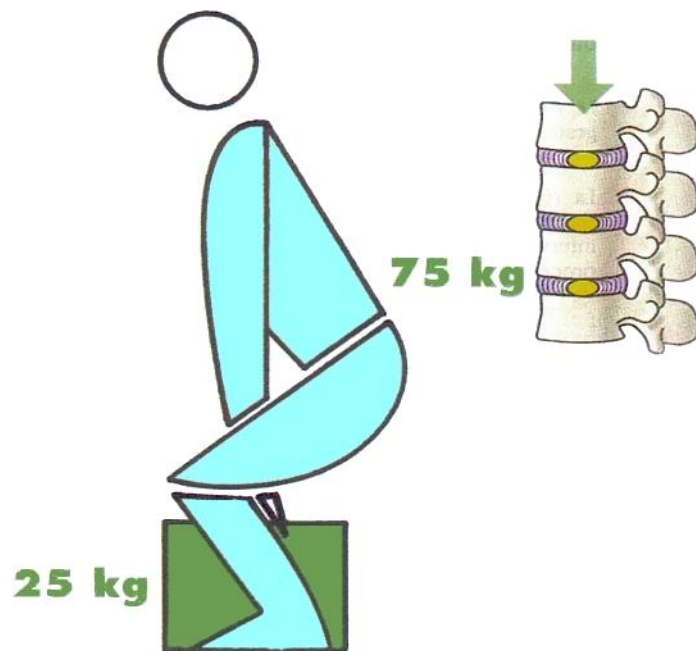
- Nous donne des recommandations pour le port de charges **répétitif**:
 - 15 – 18 ans : Hommes = 12,5 kg Femmes = 10 kg
 - 18 – 45 ans : Hommes = **25** kg Femmes = 12,5 kg
 - 45 – 65 ans : Hommes = 20 kg Femmes = 10 kg

2^{ème} élément à considérer : la zone de prise de l'objet



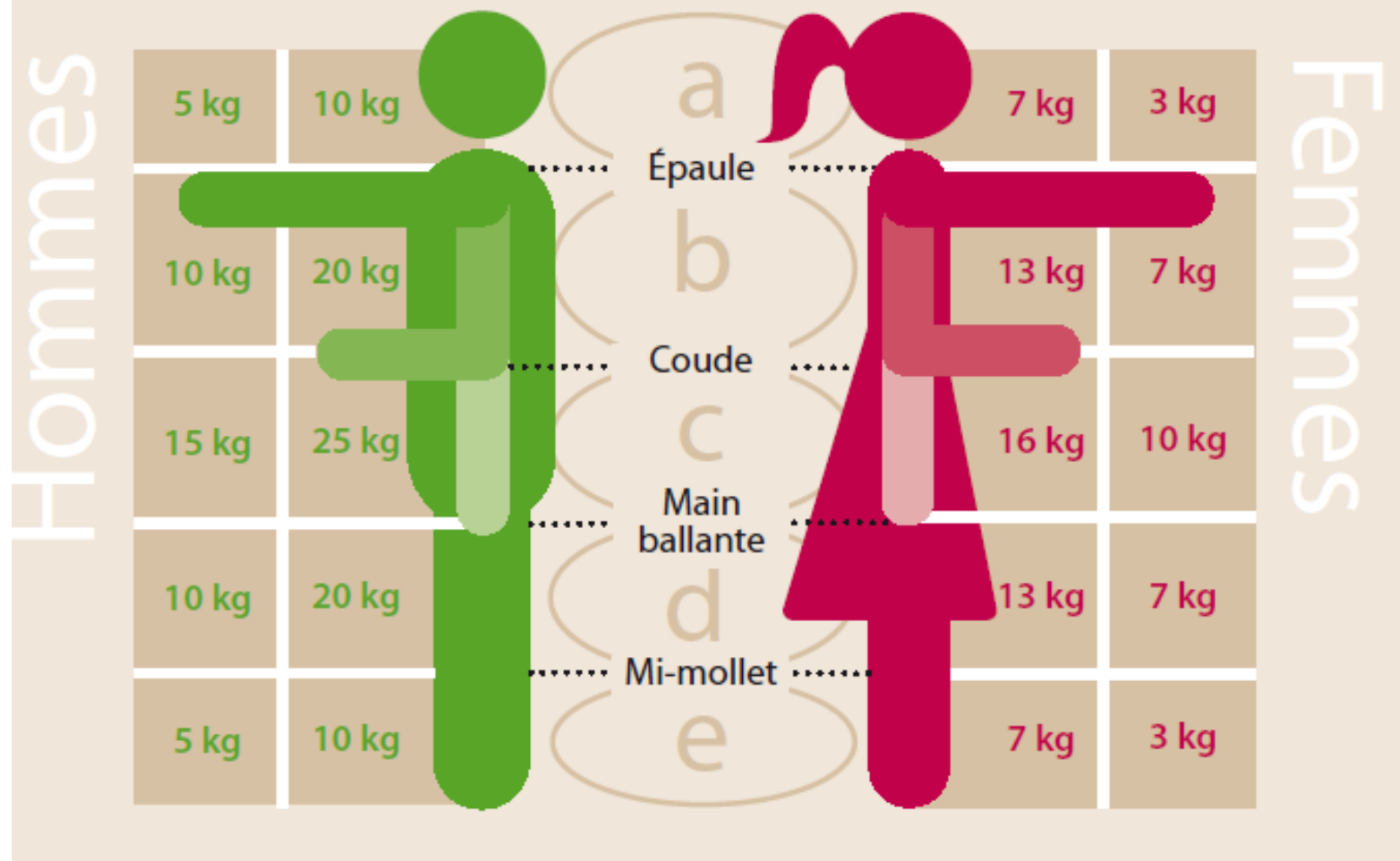
Doit se trouver entre 60 et 100 cm (entre les hanches et 10 cm au-dessus des genoux)

- La façon de prendre une charge influe fortement sur les contraintes.
- Classiquement :



La contrainte est multipliée par 5 !

*Poids maximal en fonction de la position de la charge par rapport au corps
(d'après le tableau du HSE)*



Au-delà de ces poids, nous sommes dans la pénibilité

3^{ème} élément à considérer : les déplacements

- Le transport manuel d'une charge sur **10 mètres** équivaut au niveau de l'intensité de l'effort à une opération de soulèvement de la même charge à partir du sol.
- La prise d'une charge lourde (30 à 40 kg) au sol ou son déplacement manuel sur 10 mètres s'accompagne alors d'une forte élévation de la fréquence cardiaque. Le temps de récupération après chaque opération est de l'ordre de 3 ou 4 minutes.

La norme AFNOR X35-109

Limitations en fonction du sexe et de l'âge

Age et sexe	Tonnage maximal transporté sur 10 m (kg/mn)	Coefficients de correction (CC)
Hommes 15 - 18 ans	25	0,5
Hommes 18 - 45 ans	50	1
Hommes 45 - 65 ans	40	0,8
Femmes 15 - 18 ans	20	0,4
Femmes 18 - 45 ans	25	0,5
Femmes 45 - 65 ans	20	0,4

La norme AFNOR X35-109

Limitations en fonction de la distance de transport

Distance (m)	Tonnage maximal transporté (kg/mn)	Coefficients de correction
20	25	0,5
10	50	1
4	100	2
2	150	3
1	200	4

4^{ème} élément à considérer : les autres facteurs négatifs

- La difficulté de préhension et de maintien des charges manipulées,
- La mauvaise accessibilité aux postes, leur encombrement,
- La présence d'obstacles sur le parcours (objets à enjamber, passage étroit,...),
- un sol glissant, irrégulier (présence de trous), les dénivelés,
- Les montées ou descentes (rampe, escalier,...),
- La nécessité ou non de mouvements de torsion, de flexion,..., du rachis,

- Une charge (prise à pleine main) de plus de 5 kg augmente significativement l'effort,
- Une charge de plus de 1 kg est excessive lors de la prise digitale pulpaire,
- ...

La norme AFNOR X35-109

Limitations en fonction des caractéristiques de la tâche

Caractéristiques de la tâche	Tonnage maximal transporté sur 10 mn (kg/mn)	Coefficients de correction
Transport seul dans les conditions de référence	50	1
Soulèvement à partir du sol, transport et dépose	25	0,5
Transport dans des conditions défavorables	25	0,5

Conclusion

- Plusieurs outils permettent d'évaluer si la manutention manuelle de charge est à prendre en compte dans l'évaluation de la pénibilité.
- La norme AFNOR X35-109 permet par exemple d'y répondre dans les situations les plus courantes.
- Il y a lieu naturellement de tenir compte de la régularité dans le temps de ces périodes de manutention manuelle de charges, en sachant que s'il ne faut pas obligatoirement faire de la manutention manuelle tous les jours pour avoir des problèmes de santé secondaires à ces efforts, en faire quelques jours par an ne suffit pas forcément « à laisser des traces durables, identifiables et irréversibles sur la santé ».
- Un peu de bon sens peut être nécessaire...

Exemple tiré de la norme AFNOR X35-109

- Groupe d'hommes âgés de 40 à 58 ans
- Décharge à longueur de journée des camions remplis de caisses
- La distance magasin au camion : 15 m.
- A l'extérieur, pas d'abri et sol souvent glissant.
- Dans le magasin, les colis sont déposés sur un plan à bonne hauteur (80 cm du sol).
- Faut-il considérer cette activité comme pénible ?

- Réponse = 2 choses à considérer :
 - Le poids unitaire
 - Les autres éléments (déplacements,...) si nécessaire

Le poids unitaire

La norme AFNOR X35-109

Recommandations pour le port de charges répétitif :

15 – 18 ans :	Hommes = 12,5 kg	Femmes = 10 kg
18 – 45 ans :	Hommes = 25 kg	Femmes = 12,5 kg
45 – 65 ans :	Hommes = 20 kg	femmes = 10 kg

Nous avons une population de 40 à 58 ans :

- Pour ceux qui ont 45 ans et plus, **nous sommes dans la pénibilité si les colis dépassent 20 kg,**
- Pour les 40 à 45 ans, **nous sommes dans la pénibilité si les colis dépassent 25 kg**

- Si les colis ne dépassent ces 20 kg : prendre les 3 tableaux de la norme, en partant d'un tonnage maximal de 50 kg/mn

Limitations en fonction du sexe et de l'âge

Age et sexe	Tonnage maximal transporté sur 10 m (kg/mn)	Coefficients de correction (CC)
Hommes 15 - 18 ans	25	0,5
Hommes 18 - 45 ans	50	1
Hommes 45 - 65 ans	40	0,8
Femmes 15 - 18 ans	20	0,4
Femmes 18 - 45 ans	25	0,5
Femmes 45 - 65 ans	20	0,4

Limitations en fonction des caractéristiques de la tâche

Caractéristiques de la tâche	Tonnage maximal transporté sur 10 mn (kg/mn)	Coefficients de correction
Transport seul dans les conditions de référence	50	1
Soulèvement à partir du sol, transport et dépose	25	0,5
Transport dans des conditions défavorables	25	0,5

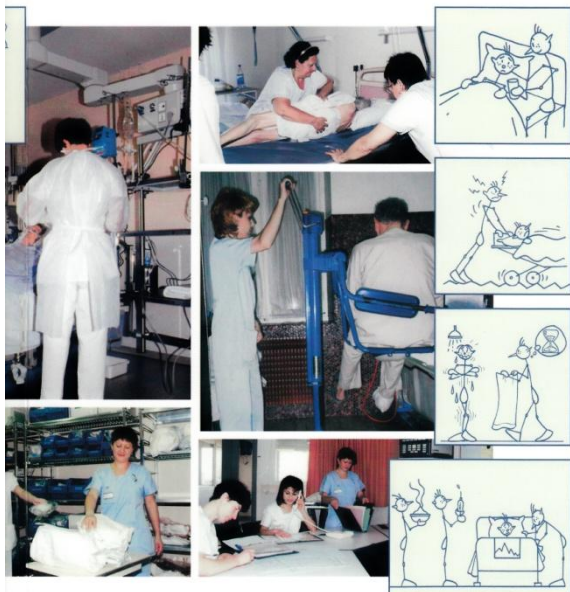
(sol glissant, conditions météorologiques)

Limitations en fonction de la distance de transport

Distance (m)	Tonnage maximal transporté (kg/mn)	Coefficients de correction
20	25	0,5
10	50	1
4	100	2
2	150	3
1	200	4

Distance de 15 m : coefficient de correction entre 0,5 et 1, soit 0,75

- Pour notre population 45 à 58 ans, le seuil de pénibilité est donc ici de :
 - tonnage maximal admissible = 50 kg / mn
 - x 0,8 pour l'âge
 - x 0,50 pour transport dans des conditions défavorables
 - x 0,75 pour distance de transport
 - = **15 kg/min (900 kg / h) : au-delà nous sommes dans la pénibilité.**
- Si la tâche comportait encore un soulèvement de caisse à partir du sol et dépose au sol, il faudrait ajouter un coefficient de correction de **0,5**. Le tonnage maximal serait alors de **7,5 kg / mn.**



Méthode d'analyse des manutentions manuelles

destinée aux établissements
et personnels de soins

ED 862



Méthode d'analyse des manutentions manuelles

ED 776

FACTEURS DE RISQUE PRIS EN COMPTE

(Article D4121-5 du Code du travail)

Contraintes
physiques marquées



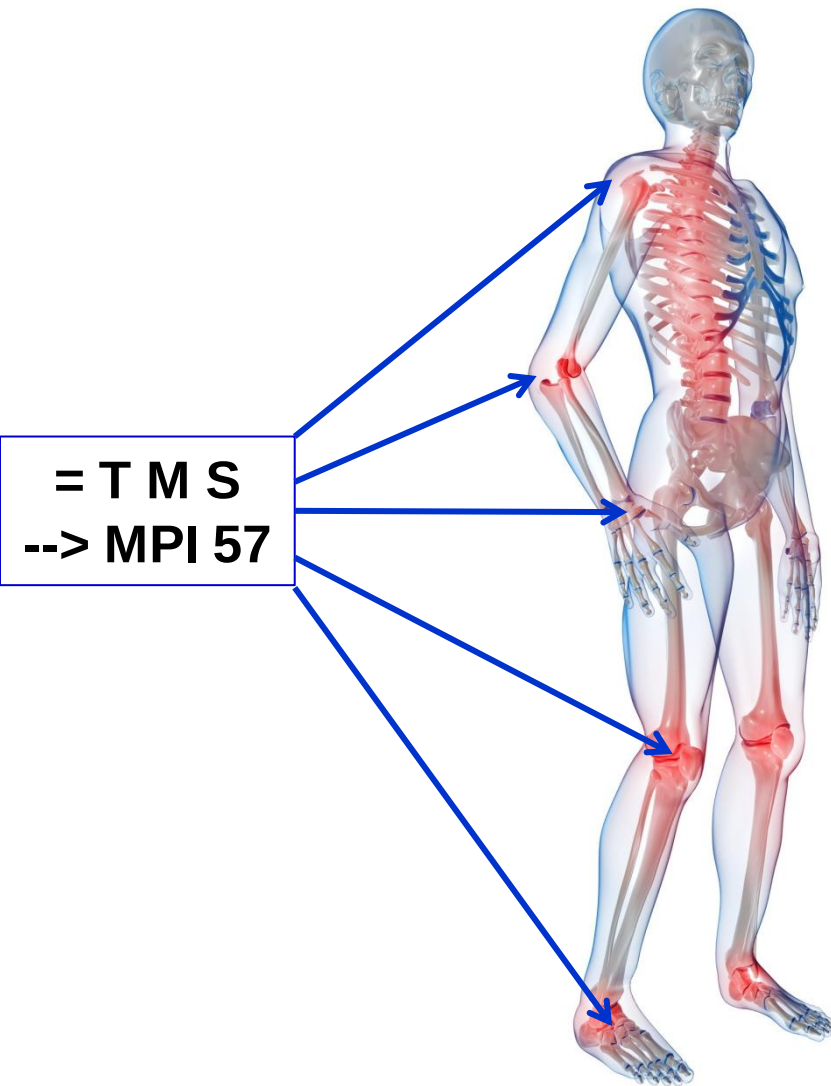
Postures pénibles (positions forcées des articulations)



Définition

- Le texte parle de « Postures pénibles (positions forcées des articulations) »
- Le site « <http://www.travailler-mieux.gouv.fr/Postures-penibles.html> » élargit, avec justesse, le domaine des postures pénibles :
 - Les « postures pénibles définies comme position forcée des articulations » sont principalement **celles qui comportent des angles extrêmes des articulations** (ex : le bras au-dessus de la ligne des épaules est une posture extrême pour l'épaule).
 - Cependant, le **maintien de position(s) articulaire(s) durant de longues périodes** génère des contraintes physiques locales (posture des bras sans appui, maintien prolongée d'une posture accroupie ou le dos penché en avant,...) et globales (station statique prolongée).

Effets sur la santé



- La station debout prolongée, les piétinements
--> Troubles circulatoires des membres inférieurs



- Le travail à genoux --> hygroma



Evaluation

- Les normes pouvant caractériser les postures pénibles sont notamment :
 - - La norme NF EN 1005-4 (X 35-106-4) Sécurité des machines - Performance physique humaine - Partie 4 : Évaluation des postures et mouvements lors du travail en relation avec les machines,
 -
 - La norme NF EN ISO 11226 Ergonomie — Évaluation des postures de travail statiques,
 -
 - La norme NF EN ISO 14738 — Sécurité des machines — Prescriptions anthropométriques relatives à la conception des postes de travail sur les machines.

L'évaluation doit tenir compte de deux paramètres

Les postures
contraignantes



Angulations des
articulations



Travail statique

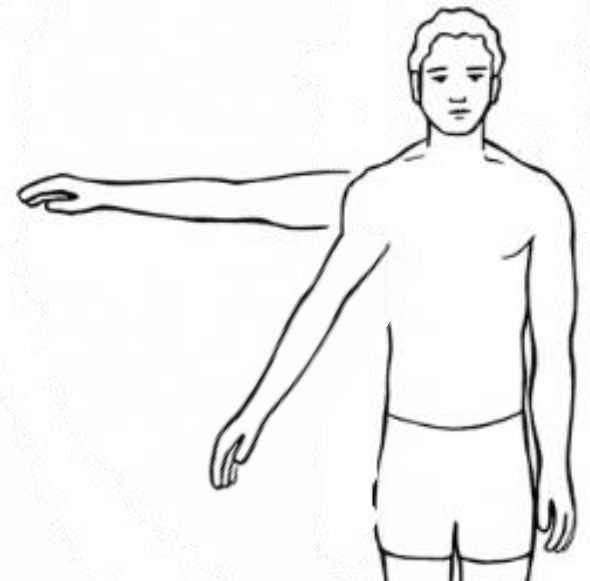
La durée de maintien
de ces postures



Les angulations articulaires

- La force maximale d'un muscle est développée pour une **longueur optimale** de ce muscle, dénommée **longueur de repos**.
- Cette longueur correspond à la longueur du muscle pour un **angle de confort**. Plus on s'éloigne de cet angle de confort, plus la force active développée par le muscle diminue, plus sa fatigabilité augmente, plus le risque de survenue de TMS augmente.

Ainsi, pour l'épaule, la fatigue musculaire survient 6 fois plus vite lorsque l'abduction (écartement sur le côté) passe de 30° à 90° (angle multiplié par 3)



Angles de confort des membres supérieurs

Epaule :

- Vers l'avant : 0 à 45°
- Vers l'arrière : 0°
- Sur le côté : 0 à 45°
- En rotation : 0 à 45°

Poignet :

- Extension : 0 à 30°
- Flexion : 0°
- Sur le côté : 0

Coude :

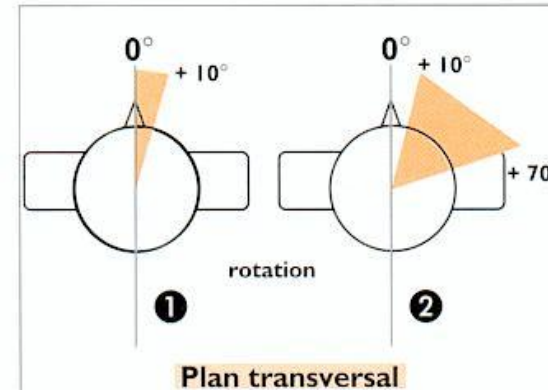
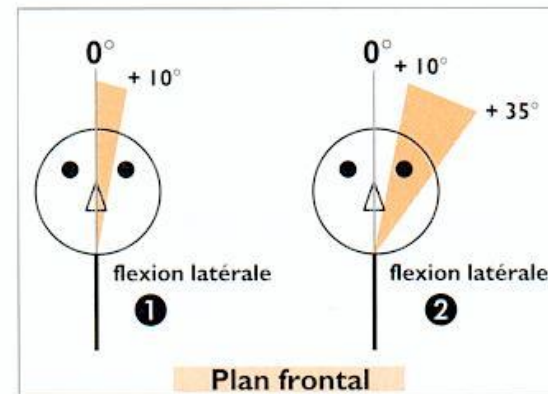
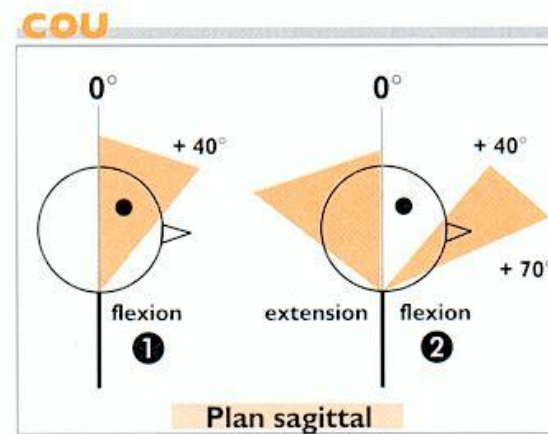
- Flexion et extension : 80 à 110°



Angles de confort du cou

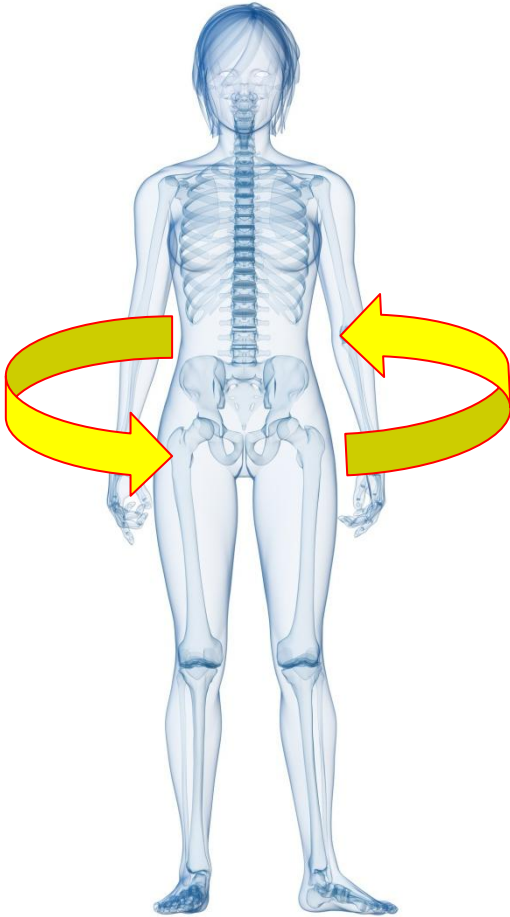
1 = Acceptable

2 = Non recommandé



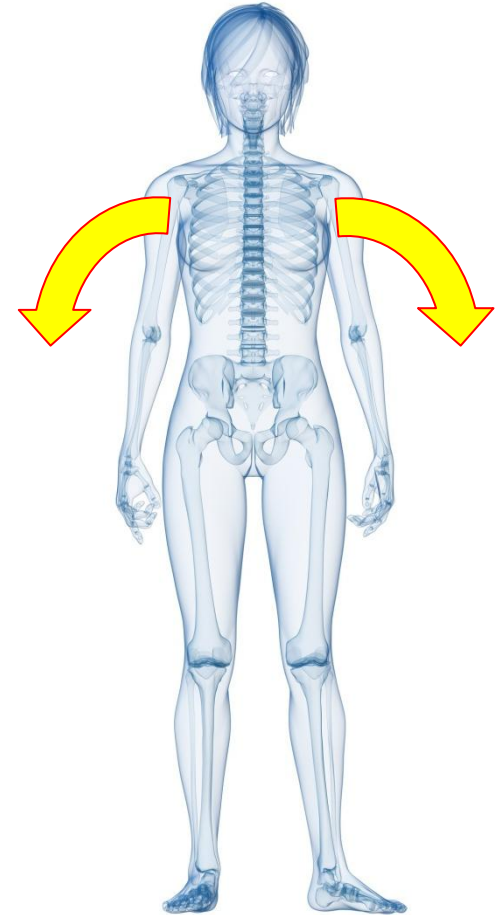
Angles de confort du tronc

Rotations



0°

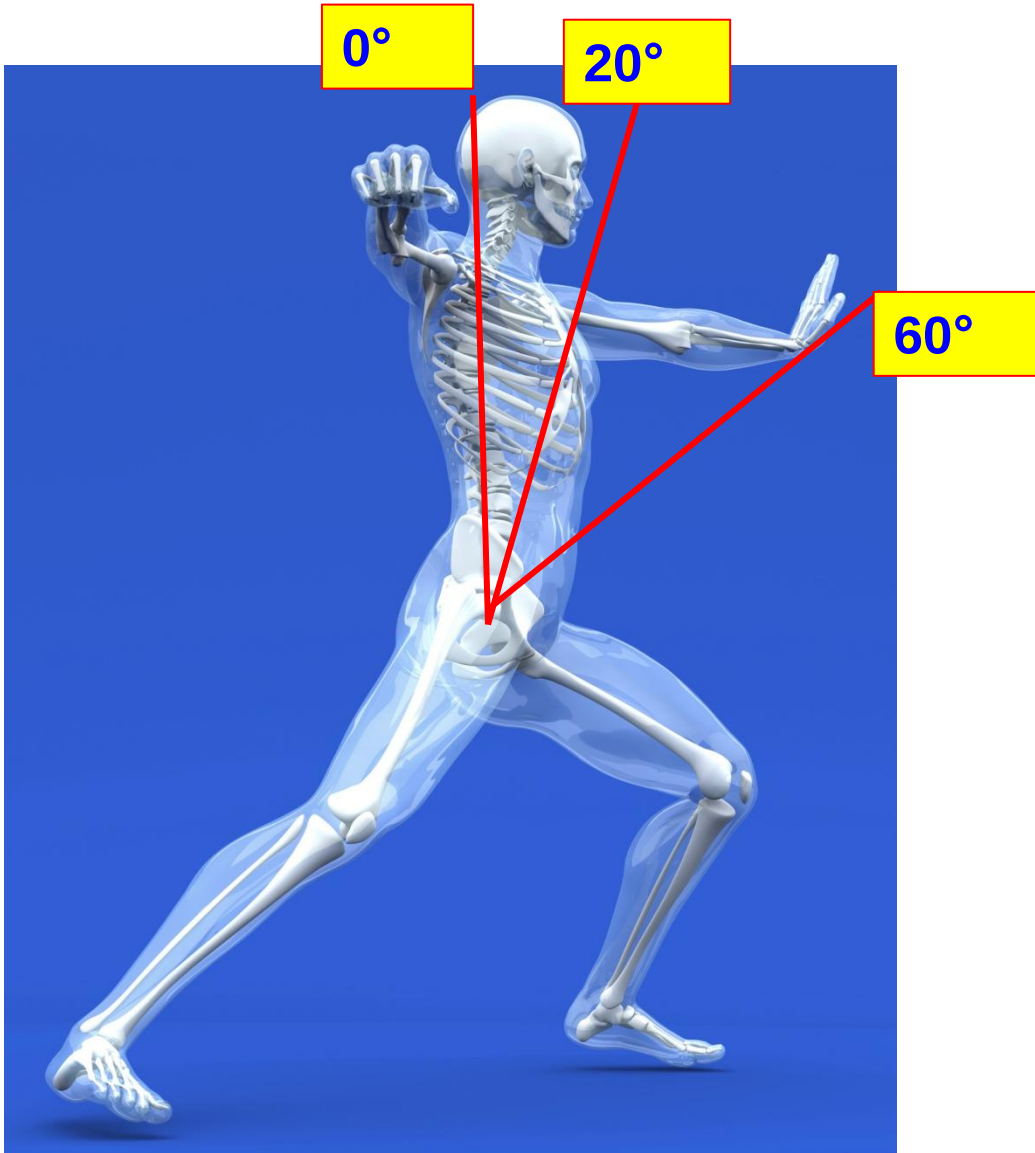
Flexions latérales



0°

Extension : 0°

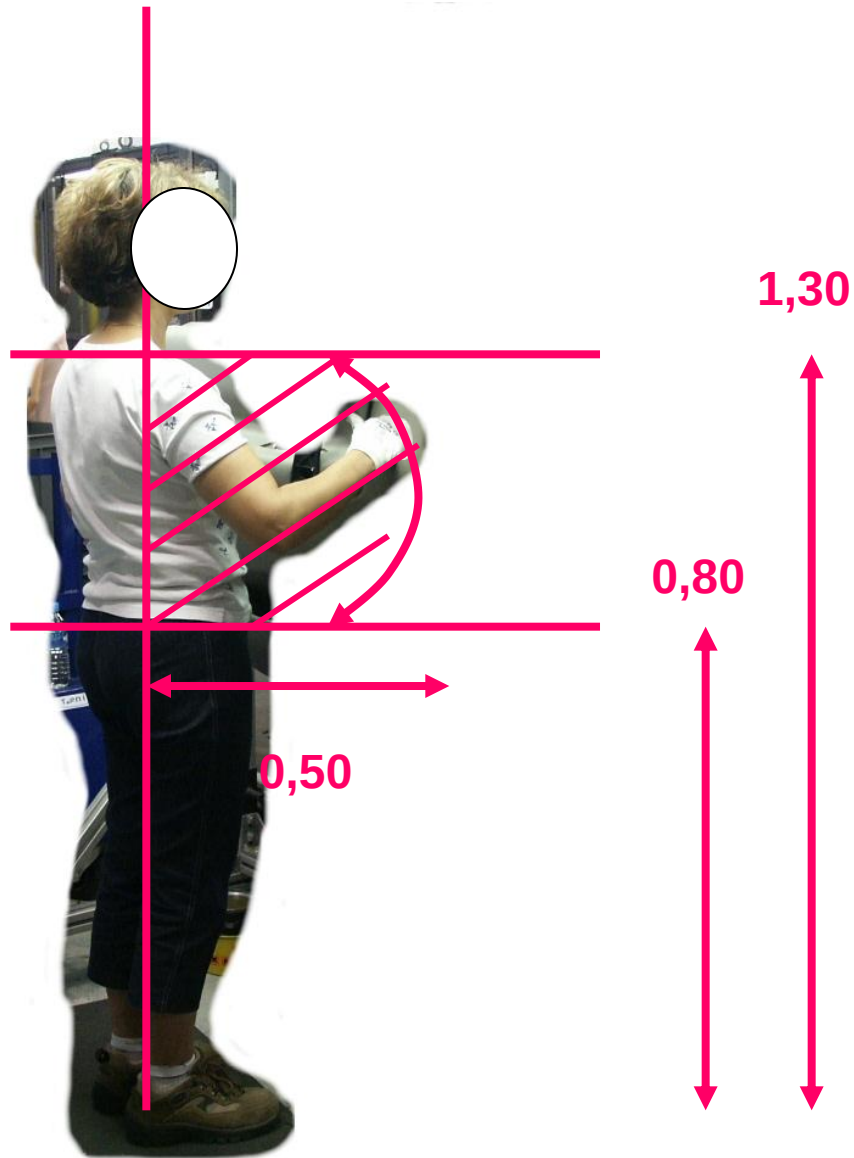
Flexion :
0 à 20° : Acceptable
20 à 60° : Non recommandé
Au-delà de 60° : A éviter



Zones d'atteinte

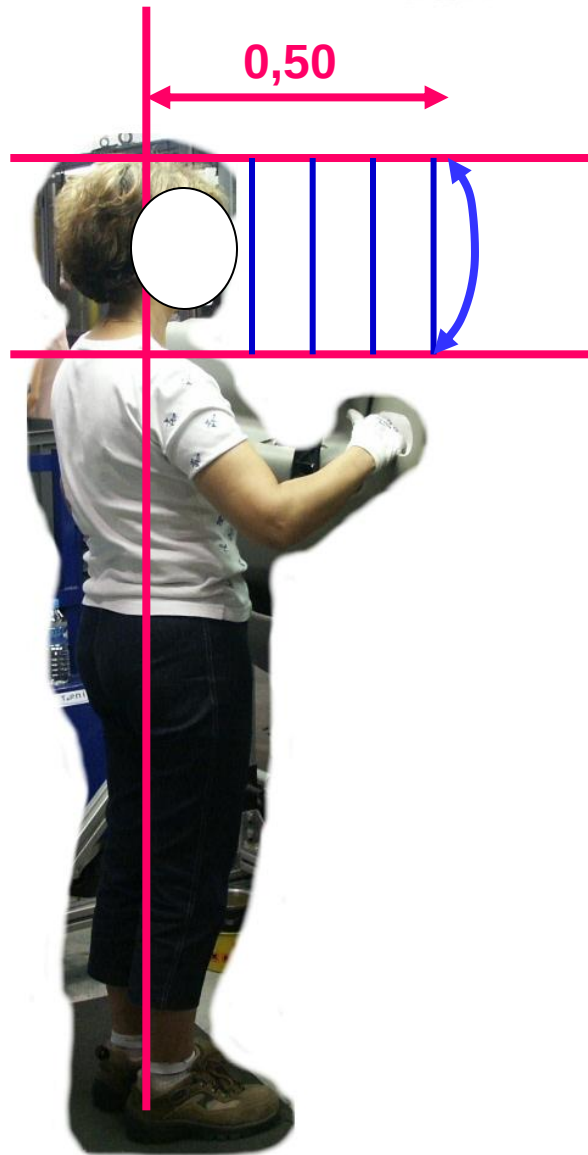
Normale

Entre les épaules et les hanches, pas plus de 50 cm devant soi



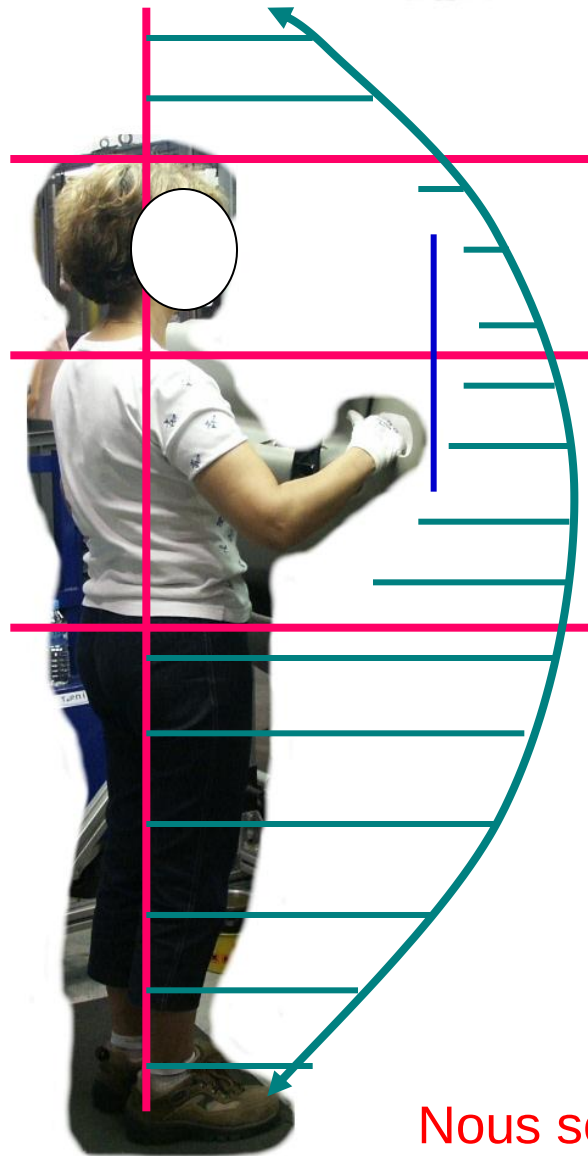
Fatigante

Entre les épaules et le
dessus de la tête, pas plus
de 50 cm devant soi



Exceptionnelle

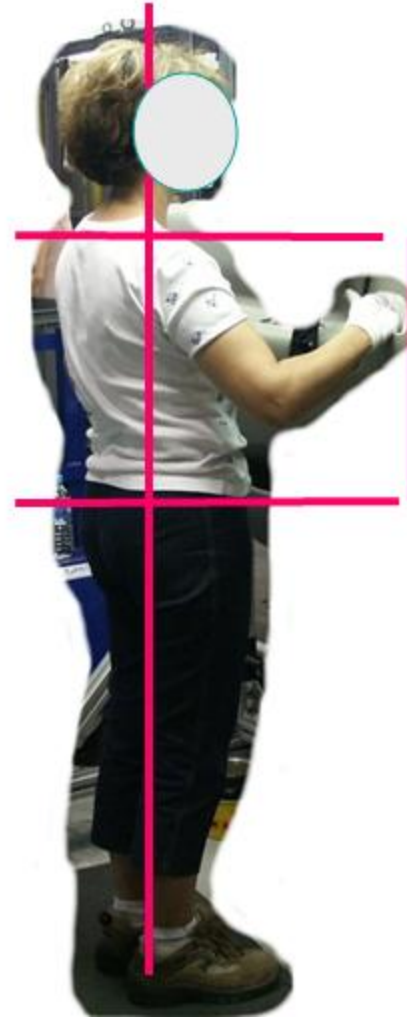
Au-dessus de la tête, ou
sous les hanches, ou au-delà
de 50 cm devant soi



Nous sommes dans la pénibilité

En clair :

Lorsqu'il s'agit d'éléments légers, régulièrement utilisés, les disposer entre les hanches et les épaules, et à portée des mains.



- Un aménagement correct du poste de travail doit permettre de travailler face à son outil, à ses pièces,..., d'avoir à portée de main les éléments nécessaires, d'éviter les rotations incessantes du bassin (pire : les flexions avec rotations) et le travail bras en l'air, de pouvoir circuler librement dans sa zone de travail, d'avoir des aides à la manutention, de ne pas avoir à forcer la cadence pour compenser un défaut d'alimentation, ...
- Il y a donc nécessité de savoir ce que doit faire réellement l'opérateur pour assumer sa production, et non simplement ce qu'il est sensé faire. Ceci passe obligatoirement par l' **analyse de l'activité réelle** de l'opérateur.
- Si l'intervention d'un ergonome peut s'avérer nécessaire, des conseils basiques comme le respect des angles de confort, la localisation des zones d'atteinte, permettent à tout un chacun d'agir déjà de façon positive.

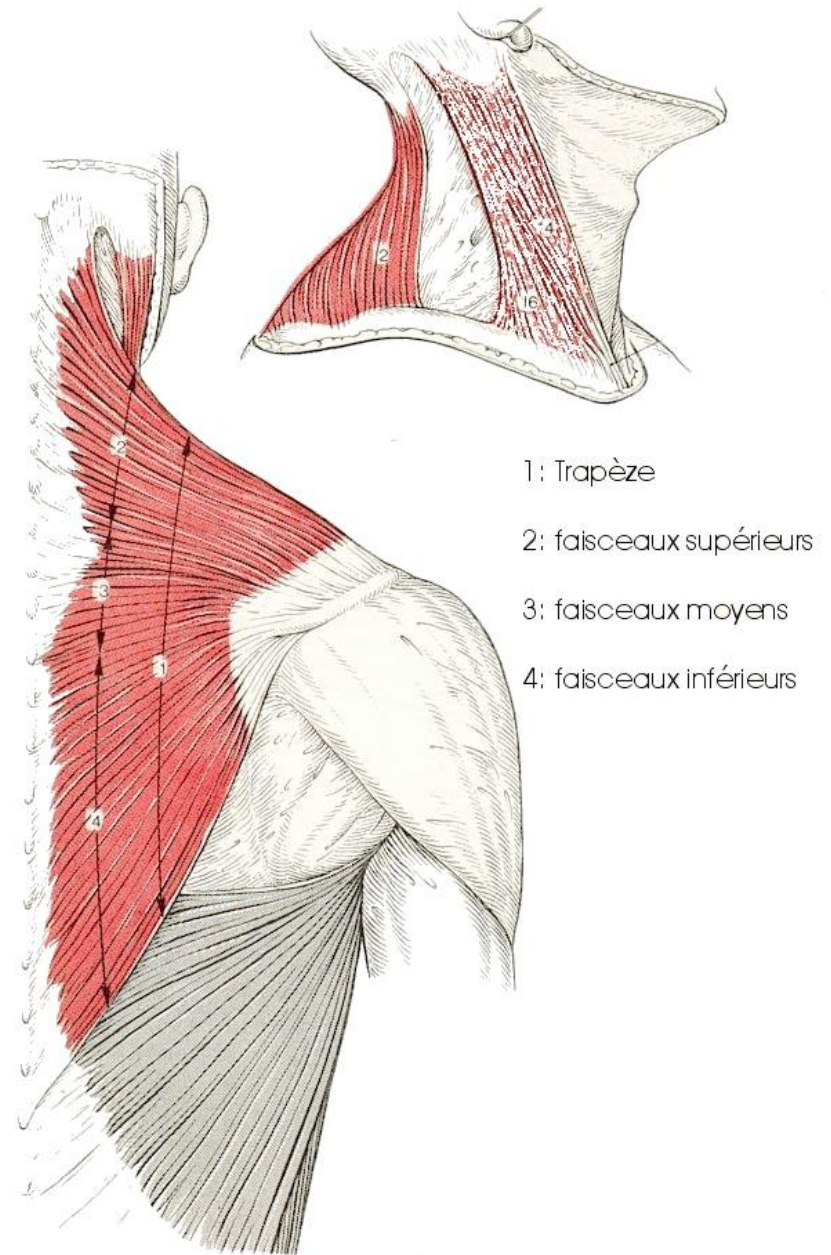
Le travail statique

- Dans le travail musculaire **dynamique** (il y a mouvement), le muscle se contracte, se relâche, se contracte de nouveau,... Ce travail de pompe facilite la circulation au niveau des artères et des veines.
- Dans le travail musculaire **statique**, contraction musculaire sans mouvement, la contraction se prolonge : il y a blocage permanent du sang.
- Or, pour fonctionner correctement, un muscle doit être alimenté en **énergie** (glucose,...) et en **oxygène**. Un blocage du débit artériel (**ischémie**) conduit rapidement à un épuisement et à des crampes.

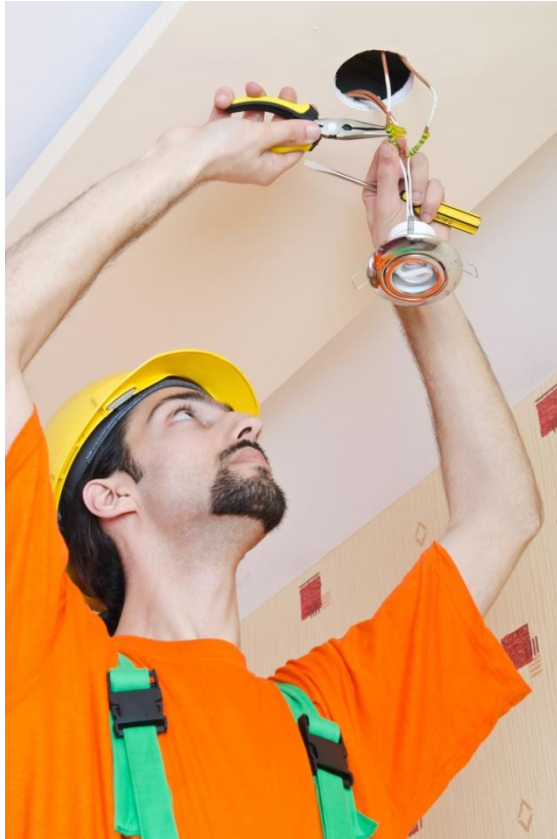
Le travail statique

- Le **blocage complet** de la circulation sanguine est effectif pour des forces de **70% de la force maximale volontaire** du muscle.
- En condition statique (longueur du muscle constante), le **temps limite de maintien** pour une **force maximale volontaire de 50%** est d'environ **1 minute**.
- L'**ischémie** survient pour une intensité de contraction correspondant à **15 à 20% (force critique) de la Force Maximale Volontaire**.

- En dessous de **15%**, le temps de contraction devient théoriquement infini. Mais **pour certains muscles, ce seuil de fatigue est encore plus bas** : 5% pour le trapèze...
- Afin de demeurer en santé, un muscle doit se mettre au **repos plusieurs fois par minute**, même si seulement pour une simple fraction de secondes.
- Le **maintien de postures statiques**, apparemment inoffensives (comme l'utilisation de la souris d'ordinateur) peuvent entraîner des troubles musculo-squelettiques.

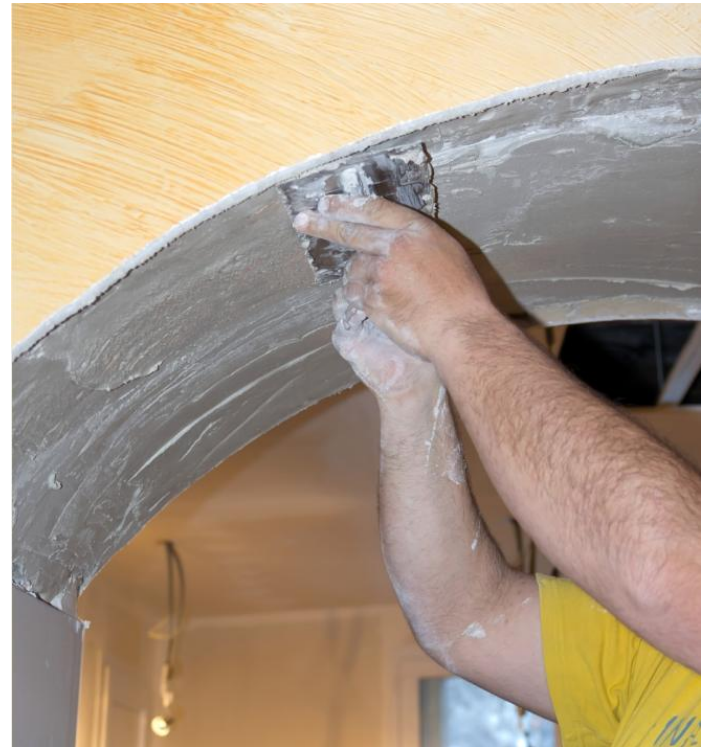


La durée

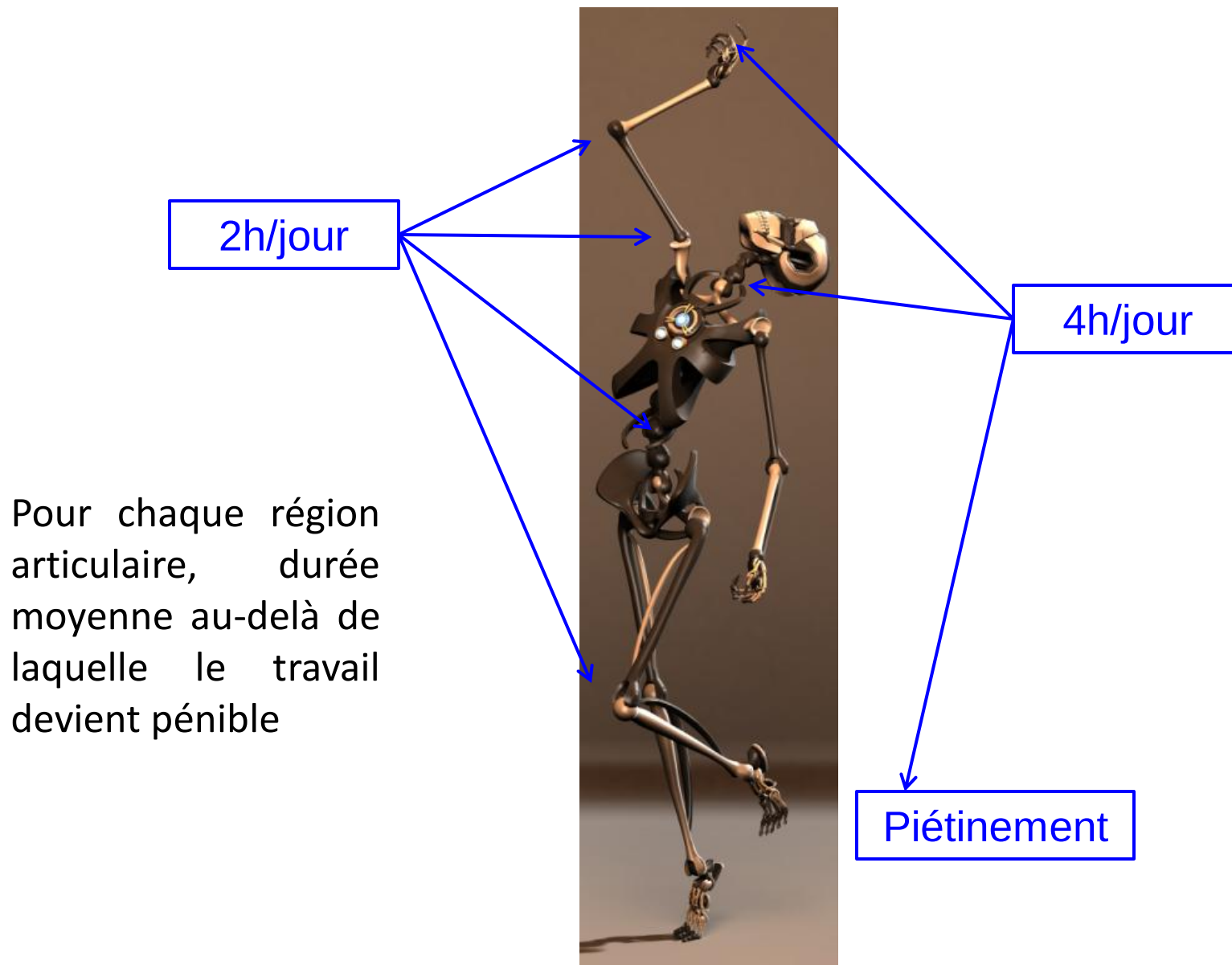


1 fois dans la journée

≠



Toute la journée



FACTEURS DE RISQUE PRIS EN COMPTE

(Article D4121-5 du Code du travail)

Contraintes
physiques marquées



Vibrations mécaniques (Cf. Art. R 4441-1)



Code du travail : 23 articles :
R 4441-1 à R 4447-1

Définition

- **Article R4441-1** : Au sens du présent titre, on entend par :

1° **Vibration transmise aux mains et aux bras**, une vibration mécanique qui, lorsqu'elle est transmise aux mains et aux bras chez l'homme, entraîne des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs, notamment des troubles vasculaires, des lésions ostéo-articulaires ou des troubles neurologiques ou musculaires ;

2° **Vibration transmise à l'ensemble du corps**, une vibration mécanique qui, lorsqu'elle est transmise à l'ensemble du corps, entraîne des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs, notamment des lombalgies et des microtraumatismes de la colonne vertébrale.

Valeurs limites d'exposition rapportée à une période de référence de huit heures



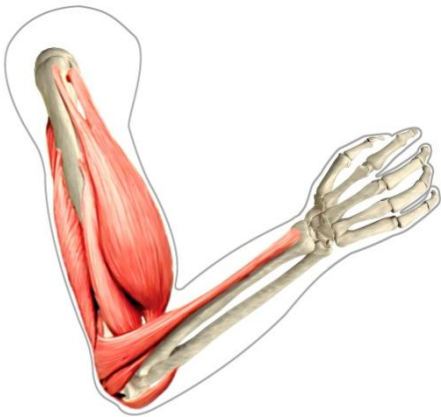
Interdiction de dépasser ces valeurs limites

5 m/s²

1,15 m/s²

Actions de prévention

Articles R 4445-1 et R 4446-1



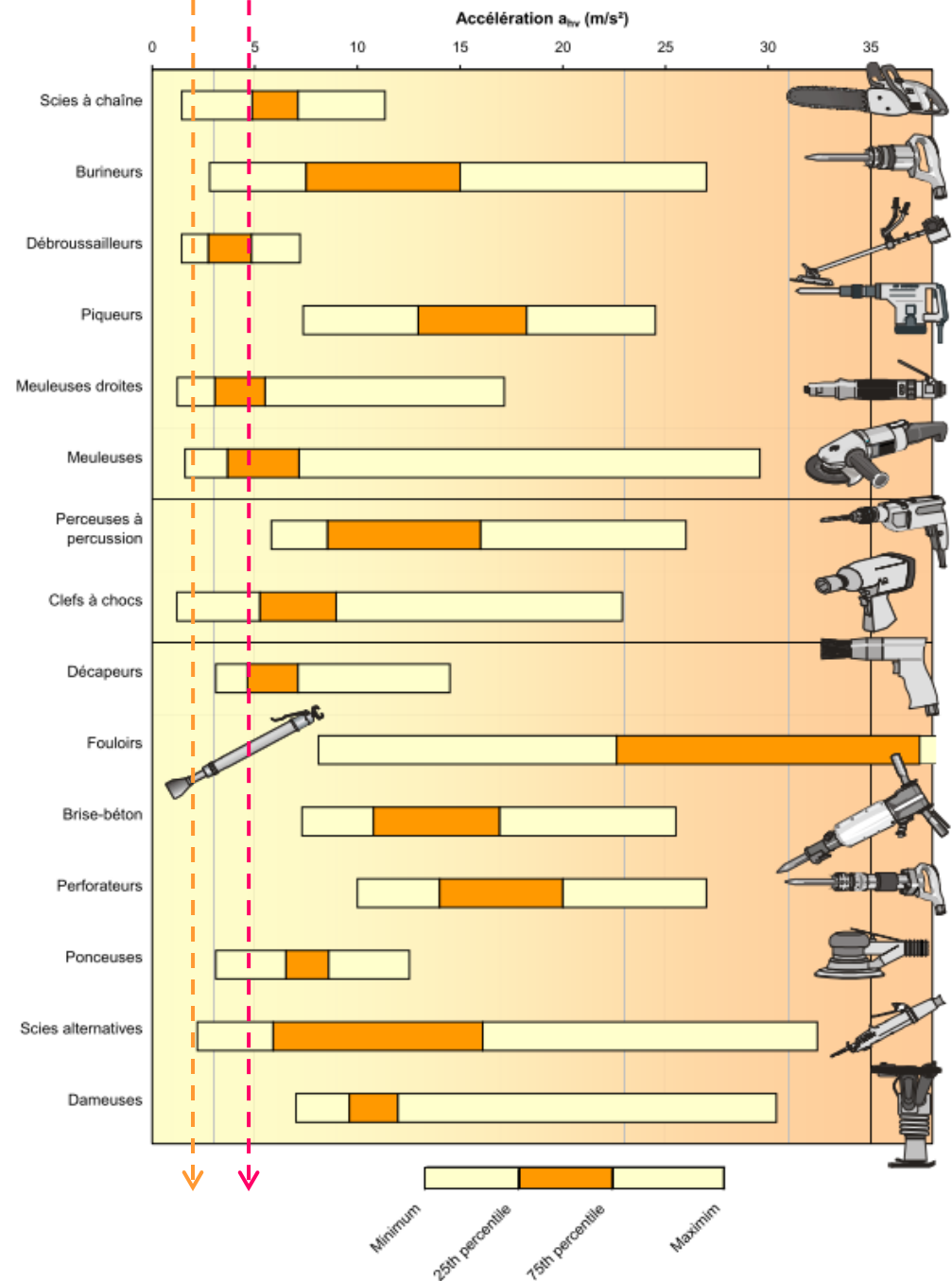
2,5 m/s²

0,5 m/s²



Mains et bras

Tous ces outils exposent les membre supérieurs à des vibrations nocives

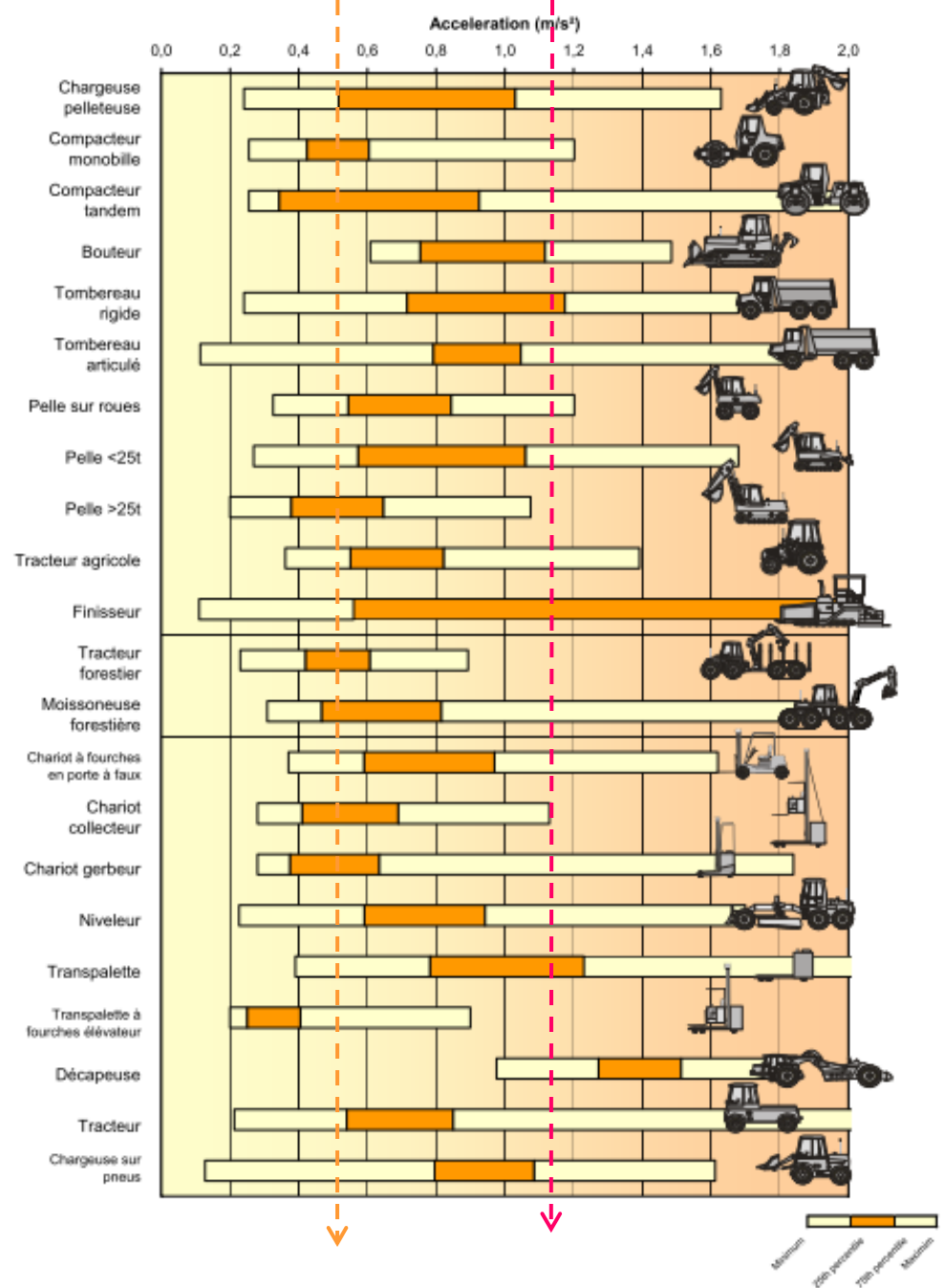


Effets sur la santé : MPI 69

- Troubles vasculaires des doigts
- Troubles angioneurotiques des doigts
 - Crampes
 - Trouble des sensibilités
- Arthrose du coude
- Ostéonécrose du semi-lunaire ou du scaphoïde carpien



Ensemble du corps

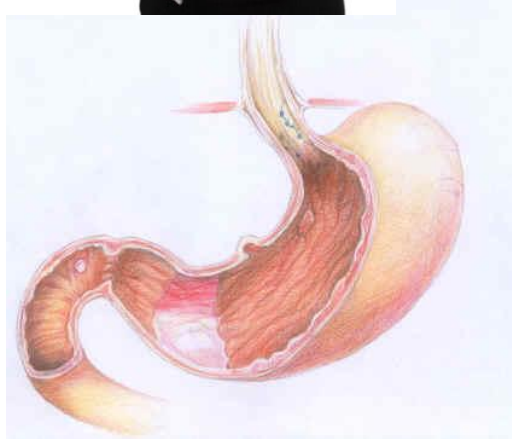


Effets sur la santé

Cou, épaules, bas du dos



Troubles digestifs



Facteurs d'aggravation



- Vétusté, manque d'entretien de l'engin, mauvais état du siège
- Terrain irrégulier, surface dégradée, vitesse inadaptée
- Tâche pour laquelle il n'est pas conçu
- Mauvais réglage du siège
- Postures contraignantes (angles de confort non respectés, torsion ou inclinaison du buste...) dues au manque de visibilité, à l'inaccessibilité des commandes, au type de tâches à réaliser...

Evaluation de l'exposition journalière

- Se référer aux deux adresses internet suivantes:
 - Mains bras : <http://www.sante.public.lu/fr/catalogue-publications/impacts-milieu-vie/sante-travail/guide-bonnes-pratiques-vibrations-mains-bras/>
 - Corps : <http://www.sante.public.lu/fr/catalogue-publications/impacts-milieu-vie/sante-travail/guide-bonnes-pratiques-vibrations-globales-corps/index.html?highlight=vibrations%22globales%22du%22corps>

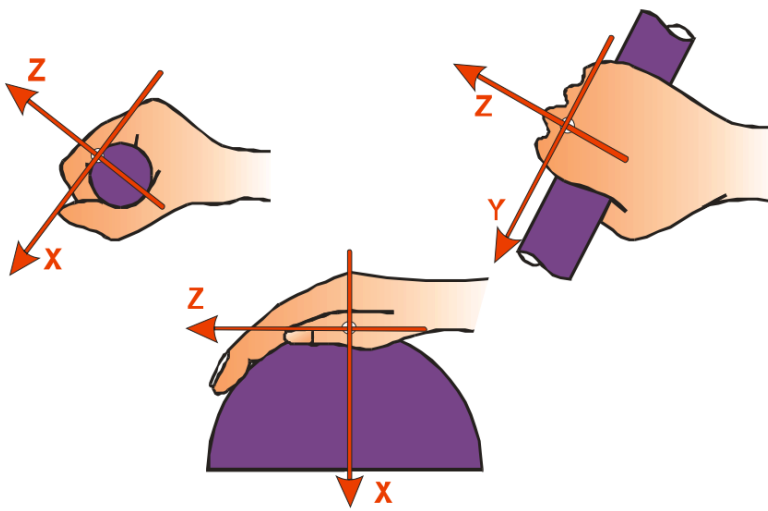
Éléments à considérer

- Amplitudes des vibrations
 - Données constructeurs
 - Autres sources :
 - Syndicats professionnels
 - Internet
 - Mesures
- Durée de l'exposition
- Calcul de l'exposition journalière

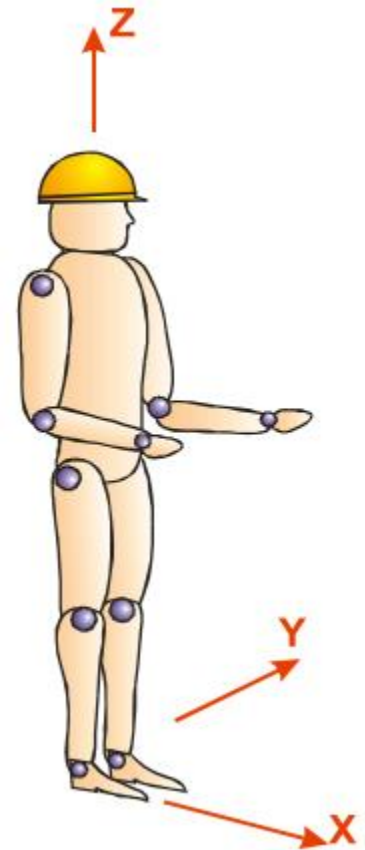
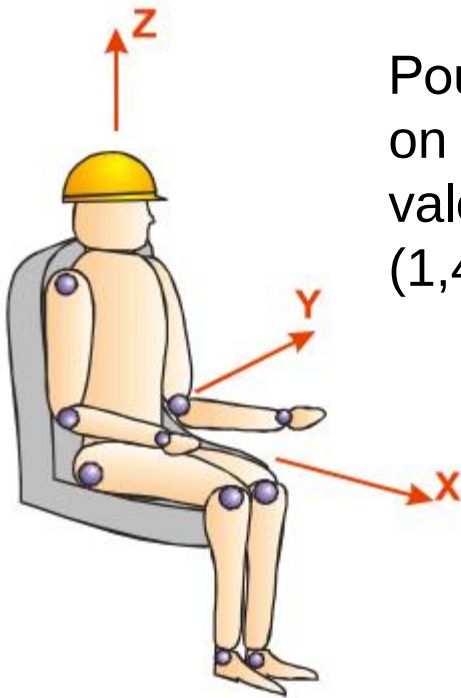
Amplitudes des vibrations

- Données constructeurs
 - Les informations sur les émissions de vibrations doivent figurer dans les instructions qui accompagnent la machine ou l'appareil.
 - Les codes d'essais ont tendance à sous-estimer les vibrations des machines pendant leur utilisation sur le lieu de travail, et elles sont généralement basées sur des mesures sur un seul axe de vibrations (au lieu des 3).
 - Pour estimer le risque des outils à main, il faut multiplier les valeurs données par un facteur qui dépend du type de machine :
 - Machines thermiques : x 1
 - Machines pneumatiques : x 1,5 à 2
 - Machines électriques : x 1,5 à 2

- Mesures : Opérations complexes et difficiles, nécessitant de faire appel à un consultant spécialisé.
- L'exposition à des vibrations main-bras doit être évaluée par la méthode définie dans la norme européenne EN ISO 5349-1:2001. Un guide pratique détaillé sur cette méthode de mesure est donné dans EN ISO 5349-2:2001.
- L'exposition à des vibrations globales du corps doit être évaluée par la méthode définie dans la norme européenne EN ISO 2631-1:1997. Un guide pratique détaillé sur cette méthode de mesure est donné dans EN 14253:2003.
- Pour obtenir une représentation complète des vibrations agissant sur une surface, il est nécessaire de mesurer les vibrations dans trois directions.

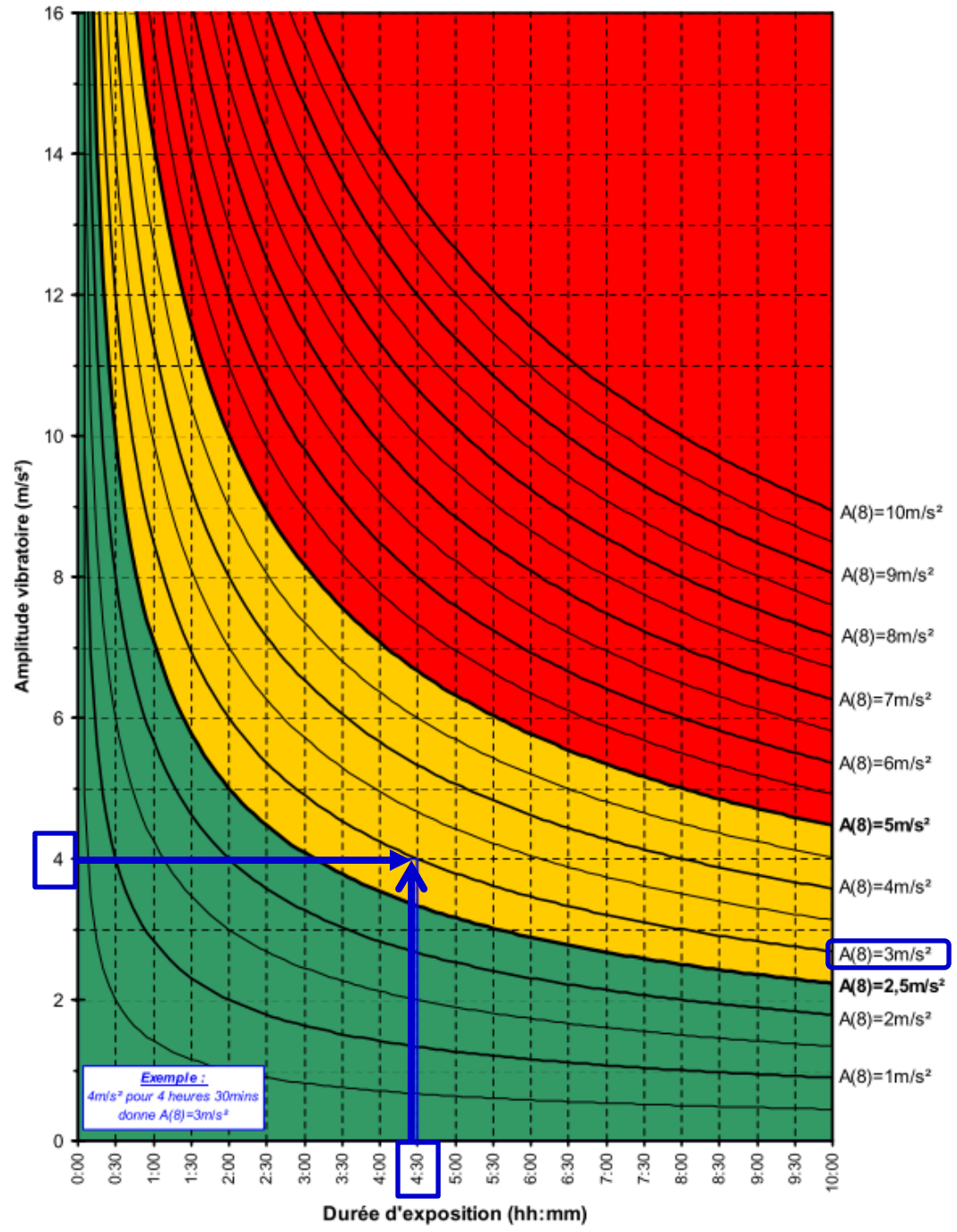


Pour évaluer l'exposition du corps,
on utilise la plus grande des 3
valeurs sur les axes orthogonaux
($1,4 a_{wx}$, $1,4 a_{wy}$ ou a_{wz})



1) Pour un outil à main

A) Graphe d'exposition journalière pour un outil à main



B) Calculateur disponible sur le WEB

<http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/vibrationcalc.htm>, clic sur :

HSE Health and Safety Executive

Home News Guidance About you About HSE Contact HSE Accessibility Text size: A A A

HSE » Guidance » Topics » Vibration » Hand-arm vibration » Resources » Hand-arm vibration exposure calculator

Rate this page ☆☆☆☆☆ Share Free updates Bookmark Follow HSE on Twitter: Follow

Vibration

- Hand arm vibration
- About this website
- Key messages
- Worried about your hands
- + Advice for employers
- + Good practice
- Worker involvement
- + Regulations
- + Resources
- + Case studies

Hand-arm vibration exposure calculator

As part of the package which supports the Control of Vibration at Work Regulations 2005 we have produced a calculator to assist in calculating exposures for hand-arm vibration.

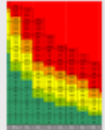
Before using the calculator please read the guidance leaflet below.

- [Hand-arm vibration at work: A brief guide \(INDG175\)](#)
- [Guide to using the hand-arm vibration calculator](#)
- [Hand-arm vibration calculator \[Excel 48KB\]](#)

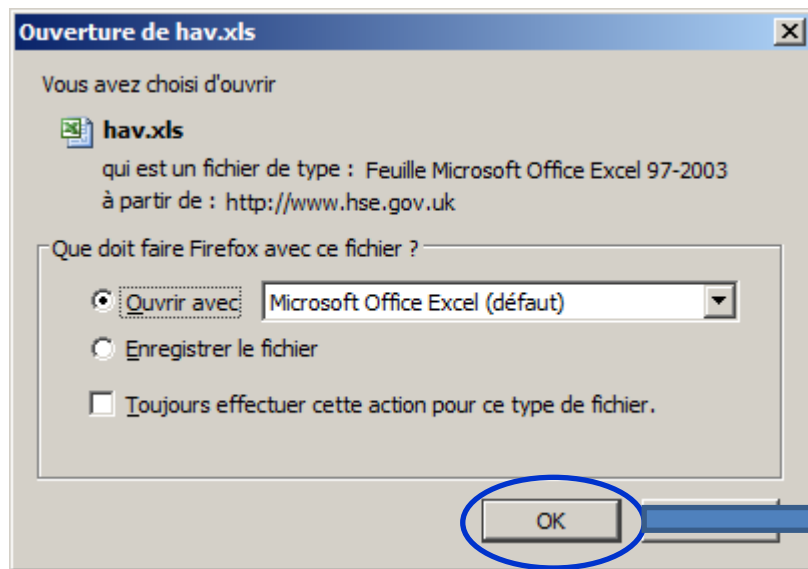
If you have any queries about the calculator(s) please contact Noise and Vibration Team via the [feedback page](#)

Note: Excel 2007 users may need to open the document in [compatibility mode](#).

Resources

-  Publications
-  Ready reckoner
-  Vibration calculator

[More resources](#)



HAND-ARM VIBRATION EXPOSURE CALCULATOR

Version 3 June 2005

	Vibration magnitude m/s ² r.m.s.	Exposure points per hour	Time to reach EAV 2.5 m/s ² A (8)		Time to reach ELV 5 m/s ² A (8)		Exposure duration		Partial exposure m/s ² A (8)	Partial exposure points
			hours	minutes	hours	minutes	hours	minutes		
Tool or process 1										
Tool or process 2										
Tool or process 3										
Tool or process 4										
Tool or process 5										
Tool or process 6										

Instructions for use:

Enter vibration magnitudes and exposure durations in the white areas.

To calculate, press the Enter key, or move the cursor to a different cell.

The results are displayed in the yellow areas.

To clear all cells, click on the 'Reset' button.

For more information, click the HELP tab below.

Daily exposure m/s ² A (8)

Total exposure points

Reset

- Entrer l'amplitude vibratoire (exemple : 4,5) :

HSE Health & Safety Executive		Vibration magnitude m/s ² r.m.s.	Exposure points per hour	Time to reach EAV 2.5 m/s ² A (8) hours minutes		Time to reach ELV 5 m/s ² A (8) hours minutes		Exposure duration hours minutes		Partial exposure m/s ² A (8)	Partial exposure points
Tool or process 1		4,5									

- Faire « Entrer » avec le clavier :

HSE Health & Safety Executive		Vibration magnitude m/s ² r.m.s.	Exposure points per hour	Time to reach EAV 2.5 m/s ² A (8) hours minutes		Time to reach ELV 5 m/s ² A (8) hours minutes		Exposure duration hours minutes		Partial exposure m/s ² A (8)	Partial exposure points
Tool or process 1		4,5	41	2	28	9	53				
Tool or process 2											

- Nous obtenons le nombre d'heures quotidiennes nécessaires pour atteindre le seuil déclenchant les actions de prévention (2,5 m/s²) et le seuil à ne pas dépasser (5 m/s²).

- En entrant le nombre d'heures d'utilisation quotidienne de l'outil, nous obtenons l'amplitude vibratoire quotidienne à laquelle est exposée l'opérateur :



HAND-ARM VIBRATION EXPOSURE CALCULATOR

Version 3 June 2005

	Vibration magnitude m/s ² r.m.s.	Exposure points per hour	Time to reach EAV 2.5 m/s ² A (8)		Time to reach ELV 5 m/s ² A (8)		Exposure duration		Partial exposure m/s ² A (8)	Partial exposure points
			hours	minutes	hours	minutes	hours	minutes		
Tool or process 1	4,5	41	2	28	9	53	5	30	3,7	223
Tool or process 2										
Tool or process 3										
Tool or process 4										
Tool or process 5										
Tool or process 6										

Instructions for use:

Enter vibration magnitudes and exposure durations in the white areas.

To calculate, press the Enter key, or move the cursor to a different cell.

The results are displayed in the yellow areas.

To clear all cells, click on the 'Reset' button.

For more information, click the HELP tab below.

Daily exposure m/s ² A (8)	Total exposure points
3,7	223

Reset

Utilisation d'outils différents :

- Entrer l'amplitude vibratoire et le temps d'utilisation de chaque outil, nous obtenons l'amplitude vibratoire quotidienne à laquelle est exposée l'opérateur :

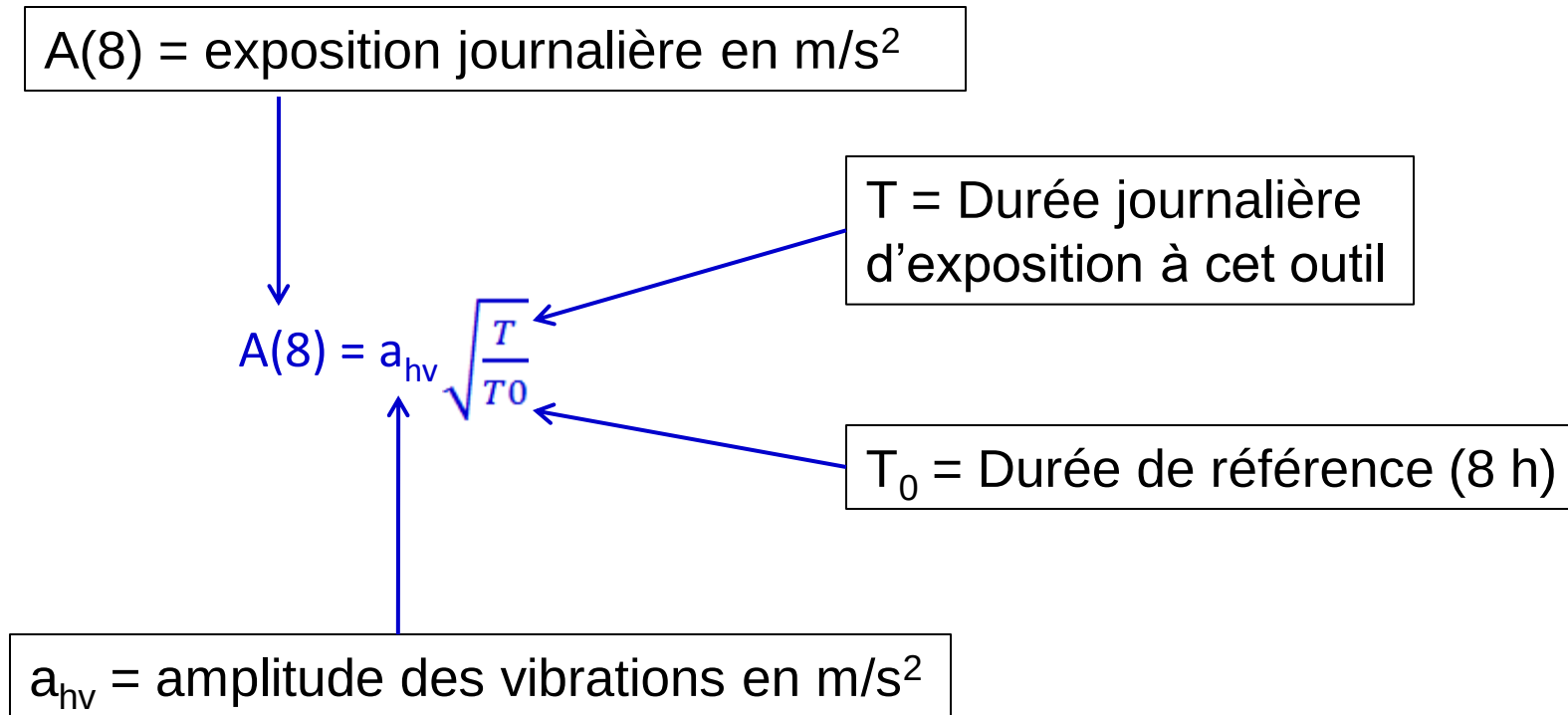
HSE Health & Safety Executive		Vibration magnitude m/s ² r.m.s.	Exposure points per hour	Time to reach EAV 2.5 m/s ² A (8) hours minutes		Time to reach ELV 5 m/s ² A (8) hours minutes		Exposure duration hours minutes		Partial exposure m/s ² A (8)	Partial exposure points
Tool or process 1	4,5	41	2	28	9	53	2	30	2,5	101	
Tool or process 2	5,3	56	1	47	7	7	4	0	3,7	225	
Tool or process 3											
Tool or process 4											
Tool or process 5											
Tool or process 6											

Instructions for use:

Enter vibration magnitudes and exposure durations in the white areas.
To calculate, press the Enter key, or move the cursor to a different cell.

Daily exposure m/s ² A (8)	Total exposure points
4,5	326

C) Formule pour calculer l'exposition journalière pour un outil à main :

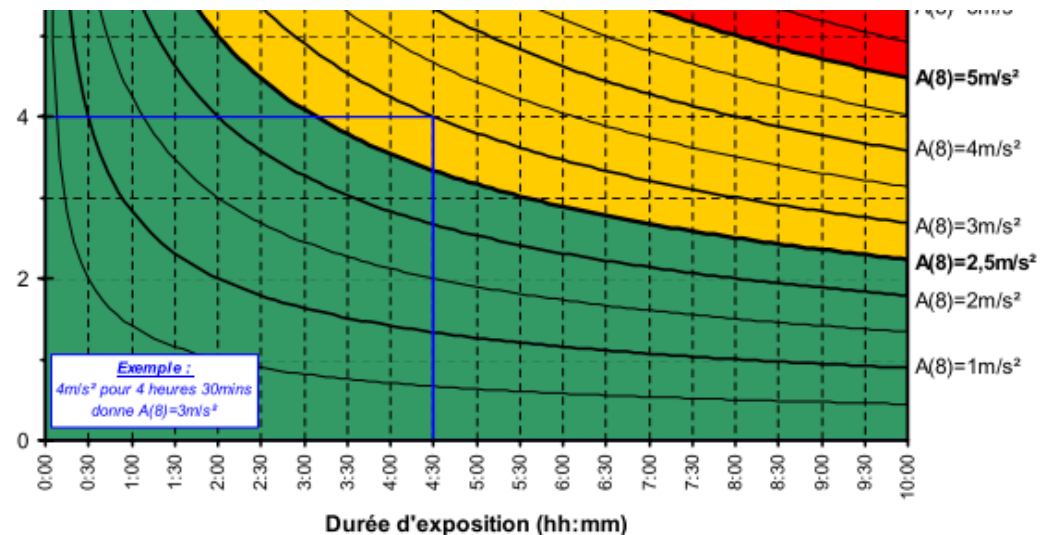


Exemple

- Utilisation d'une débrousailluse (4 m/s²) pendant 4h30.
- L'exposition journalière totale est de :

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T0}} \quad \Rightarrow \quad A(8) = 4 \sqrt{\frac{4,5}{8}} = 3 \text{ m/s}^2$$

- Même résultat avec l'abaque



Utilisation de plusieurs outils à main

- Calculer pour chacun d'eux l'exposition journalière selon l'abaque ou la formule.
- L'exposition journalière totale aux vibrations se calcule selon la formule : racine carrée de la somme des carrés de chacune des expositions partielles

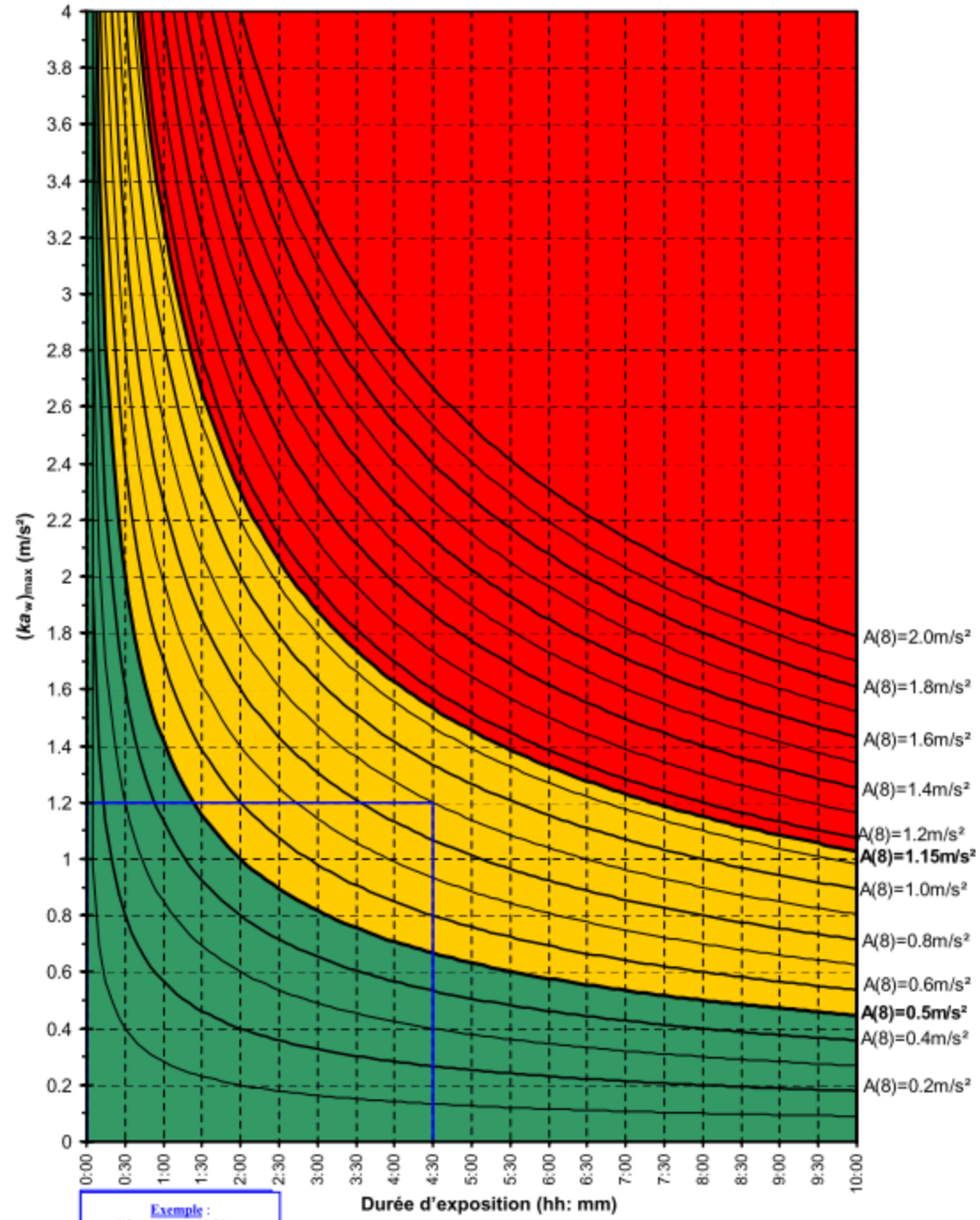
$$A(8) = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + A_3(8)^2 + \dots}$$

Exemple

- Utilisation d'une meuleuse d'angle (4 m/s^2) pendant 2h30, d'une fraise conique (3 m/s^2) pendant 1 heure, d'un burineur (20 m/s^2) pendant 15 mn.
- Les expositions partielles sont de $2,2 \text{ m/s}^2$ pour la meuleuse, $1,1 \text{ m/s}^2$ pour la fraise, $3,5 \text{ m/s}^2$ pour le burineur
- L'exposition journalière totale est de :
$$A(8) = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + A_3(8)^2 + \dots}$$
$$2,2^2 \quad 1,1^2 \quad 3,5^2$$
- $$= \sqrt{18,3} = 4,3 \text{ m/s}^2 = \text{au-dessus du seuil d'action}$$

2) Pour le corps entier

A) Graphe d'exposition journalière



B) Calculateurs disponibles sur le WEB

- http://bb.osha.de/docs/gkv_calculator.xls

Ganzkörper-Vibrations-Belastungsrechner Landesamt für Arbeitsschutz

Logo: LAND BRANDENBURG

Eingabe Beschleunigung Eingabe Expositionspunkte zum HAV-Rechner

Drucken Info

RESET

Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigung in m/s^2 für die drei Richtungen (ohne Korrekturfaktoren k) tägliche Einwirkungsdauer

Belastungsabschnitte	a_{wx}	a_{wy}	a_{wz}	Stunden	Minuten
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Farbcode (Zahlenanzeige gerundet!)

Grün	< Auslösewert (AW) (0,5 m/s^2 oder 100 Punkte)
Gelb	≥ Auslösewert bis ≤ Expositionsgrenzwert (GW, s.u.)
Rot	> Expositionsgrenzwert für x- bzw. y-Richtung (1,15 m/s^2 bzw. 529 Punkte) oder ≥ Expositionsgrenzwert für z-Richtung (0,8 m/s^2 bzw. 256 Punkte)

Beurteilungsbeschleunigungen der Teilbelastung in m/s^2 Expositionsdauer für das Erreichen des Auslösewertes Expositionsgrenzwertes

Belastungsabschnitte	$a_{wx(8)}$	$a_{wy(8)}$	$a_{wz(8)}$	Stunden	Minuten	für Richtung	Stunden	Minuten	für Richtung
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

Expositionspunkte für Teilbelastung in den drei Richtungen Tagesexpositionswerte in m/s^2

Belastungsabschnitte	P_{Exi}	P_{Eyi}	P_{Ezi}	Wert in Richtung ? ist	$A_x(8)$	$A_y(8)$	$A_z(8)$
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Tagesexposition A(8)

Tagessumme der Expositionspunkte

Wert in Richtung ? Ist	P_{Ex}	P_{Ey}	P_{Ez}

http://www.las-bb.de/karla/vbr_intern.asp?neu=2

KarLA-apps
VIBRATIONS-TAGESBELASTUNGSRECHNER

Eingabebereich-Belastungsabschnitt
Datenquelle: interne Datenbank / Datenquelle: eigene Daten

gewählt wurde:

Maschinengruppe

Maschinenkategorie

Tätigkeit

Schwere

Stunden: Dauer

OK

Dieser Rechner ist ein Hilfsmittel, mit dem Sie den Anforderungen der **LärmVibrationsArbSchV** nachkommen können. Hiermit können Sie die tägliche Schwingungsbelastung **A(8)** eines Maschinenführers berechnen und dokumentieren.

Werden vom Fahrer unterschiedliche Arbeiten durchgeführt oder werden von ihm mehrere Maschinentypen bedient, so können Sie mit diesem "Rechner" alle Arbeitszyklen bzw. Maschinenwechsel (**max. 5**) pro Arbeitsschicht einbeziehen und berechnen. Die Daten der wählbaren Maschinengruppen basieren auf der Mittlung gemessene Immissionswerte". Diese werden fortlaufend ergänzt.

Für externe Kennwerte (z.B. aus Bedienhandbücher bzw. eigener Messwerte) folgen Sie bitte dem Link "eigene Daten".

Ergebnis der eingegeben Belastung

Gruppe/Maschine	Kategorie/Typ	Tätigkeit	Dauer (h)	A(x)	Pex	A(y)	Pey	A(z)	Pez

Übersicht der eingegebenen Belastungsabschnitte

Tagesexposition A(8)

Gesamt-Dauer	Tagesbelastung-Expositionspunkte PE(8)	bestimmende Komponente	Hinweis

RESET HINWEISE ZUM PROTOKOLL

Pour obtenir une aide complémentaire afin de réaliser les bons choix, vous avez la possibilité de cliquer sur 4 zones d'aide.

The diagram illustrates the OSEV tool interface, which is organized into four main sections, each with a title and a list of questions. Arrows point from a central point to the four sections: L'environnement, L'engin, Le siège, and Le conducteur.

L'environnement

- Quel est l'état du sol ?
 - ☐ Pistes mal entretenues (nids de poule), sol gelé
 - ☐ Surface de roulement entretenue (nivelée)
- Quel est la vitesse d'utilisation de l'engin tout terrain ?
 - ☐ Absence de limitation de vitesse dans les zones dégradées de la piste
 - ☐ Vitesse limitée

L'engin

- L'engin tout terrain est-il adapté au terrain ?
 - ☐ Engin non adapté au terrain (taille des roues, type de monte...)
 - ☐ Engin adapté au terrain
- L'engin tout terrain est-il adapté à la tâche ?
 - ☐ Engin non adapté à la tâche
 - ☐ Engin adapté à la tâche

Le siège

- Le siège est-il adapté à l'engin tout terrain ?
 - ☐ Siège non adapté à l'engin et/ou travail de blocs de plus de 1 m ou de matériaux gelés
 - ☐ Siège adapté à l'engin
- Quel est l'état du siège ?
 - ☐ Siège dégradé (réglages ne fonctionnant plus, suspension cassée) ou n'ayant pas été contrôlé depuis plus de 4 ans
 - ☐ Siège adapté en bon état

Le conducteur

- Le conducteur est-il formé ?
 - ☐ Conducteur non formé au réglage du siège ni aux systèmes d'aide à la conduite
- Quel est le type de conduite ?
 - ☐ Conduite agressive

C) Formule pour calculer l'exposition journalière pour le corps entier :

- Déterminer les 3 valeurs d'accélération (a_{wx} , a_{wy} et a_{wz}) à partir des données du fabricant, d'autres sources ou de mesures.
- Calculer l'exposition journalière dans les 3 directions x, y et z par :

$$A_x(8) = 1,4a_{wx}\sqrt{T_{\text{exp}}/T_0}$$

$$A_y(8) = 1,4a_{wy}\sqrt{T_{\text{exp}}/T_0}$$

$$A_z(8) = 1,4a_{wz}\sqrt{T_{\text{exp}}/T_0}$$

T_{exp} est la durée journalière d'exposition aux vibrations

T_0 est la durée de référence de huit heures

- La plus grande valeur des $A_x(8)$, $A_y(8)$ et $A_z(8)$ est l'exposition journalière aux vibrations.

Exemple

- Un conducteur d'engin de chantier conduit son véhicule $6h^{1/2}$ par jour.
- Les valeurs de vibrations sur le siège sont de :
 - axe x : $0,2 \text{ m/s}^2$ - axe y : $0,4 \text{ m/s}^2$ - axe z : $0,25 \text{ m/s}^2$
- Les expositions journalières sur les axes x, y et z valent :

$$A_x(8) = 1,4 \times 0,2 \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,25 \text{ m/s}^2 \quad A_y(8) = 1,4 \times 0,4 \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,50 \text{ m/s}^2$$
$$A_z(8) = 0,25 \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,23 \text{ m/s}^2$$

- L'exposition journalière aux vibrations $A(8)$ est la plus grande de ces valeurs. Ici, c'est l'axe y, donc $0,50 \text{ m/s}^2$

Utilisation de plusieurs machines

- Il faut calculer l'exposition partielle aux vibrations pour chaque axe et chaque machine.
- On combine ensuite ces valeurs partielles pour obtenir la valeur journalière totale pour chaque axe :

$$A_j(8) = \sqrt{A_{j1}(8)^2 + A_{j2}(8)^2 + A_{j3}(8)^2 + \dots}$$

$A_{j1}(8)$, $A_{j2}(8)$, $A_{j3}(8)$, ..., sont les valeurs d'exposition partielles pour l'axe j de chaque machine.

- L'exposition journalière aux vibrations est alors la plus grande des valeurs sur les 3 axes.

Exemple

- Un chauffeur de livraison passe chaque jour 1 heure à charger son camion avec un petit chariot élévateur, puis 6 heures à conduire son camion.
- Les valeurs de vibration sur le siège sont :

Chariot élévateur

axe x : 0,5 m/s²

axe y : 0,3 m/s²

axe z : 0,9 m/s²

Camion

axe x : 0,2 m/s²

axe y : 0,3 m/s²

axe z : 0,3 m/s²

- Les expositions journalières sur les axes x, y et z valent :

Chariot élévateur

$$A_{x,\text{chariot}}(8) = 1,4 \times 0,5 \sqrt{1/8} = 0,25 \text{ m/s}^2$$

$$A_{y,\text{chariot}}(8) = 1,4 \times 0,3 \sqrt{1/8} = 0,15 \text{ m/s}^2$$

$$A_{z,\text{chariot}}(8) = 0,9 \sqrt{1/8} = 0,32 \text{ m/s}^2$$

Camion

$$A_{x,\text{camion}}(8) = 1,4 \times 0,2 \sqrt{6/8} = 0,24 \text{ m/s}^2$$

$$A_{y,\text{camion}}(8) = 1,4 \times 0,3 \sqrt{6/8} = 0,36 \text{ m/s}^2$$

$$A_{z,\text{camion}}(8) = 0,3 \sqrt{6/8} = 0,26 \text{ m/s}^2$$

- Les expositions journalières totales sur chaque axe sont de :

$$A_x(8) = \sqrt{0,25^2 + 0,24^2} = 0,3 \text{ m/s}^2$$

$$A_y(8) = \sqrt{0,15^2 + 0,36^2} = 0,4 \text{ m/s}^2$$

$$A_z(8) = \sqrt{0,32^2 + 0,26^2} = 0,4 \text{ m/s}^2$$

- L'exposition journalière totale de ce chauffeur à des vibrations totales du corps est la plus grande valeur $A(8)$, ici $0,4 \text{ m/s}^2$, soit juste en-dessous de la valeur d'action.

PENIBILITÉ AU TRAVAIL

Le site de référence :

<http://www.travailler-mieux.gouv.fr/>