Institut National de Recherche et de Sécurité

Conception des machines et ergonomie

Une démarche pour réussir l'intégration des exigences du travail

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les Carsat, Cram, CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés.
Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressant l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, multimédias, site Internet… Les publications de l'INRS sont distribuées par les Carsat.
Pour les obtenir, adressez-vous au service Prévention de la caisse régionale ou de la caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAMTS et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collège représentant les employeurs et d'un collège représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges.
Son financement est assuré en quasi-totalité par le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), les caisses régionales d'assurance maladie (Cram) et caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail, les caisses régionales d'assurance maladie et les caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, CHSCT, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation.
Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite.
Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle).
La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

© INRS, 2013.
Conception graphique Béatrice-Anne Fournier • Illustrations Jean-Claude Bauer.

Institut National de Recherche et de Sécurité

Conception des machines et ergonomie

Une démarche pour réussir l'intégration des exigences du travail

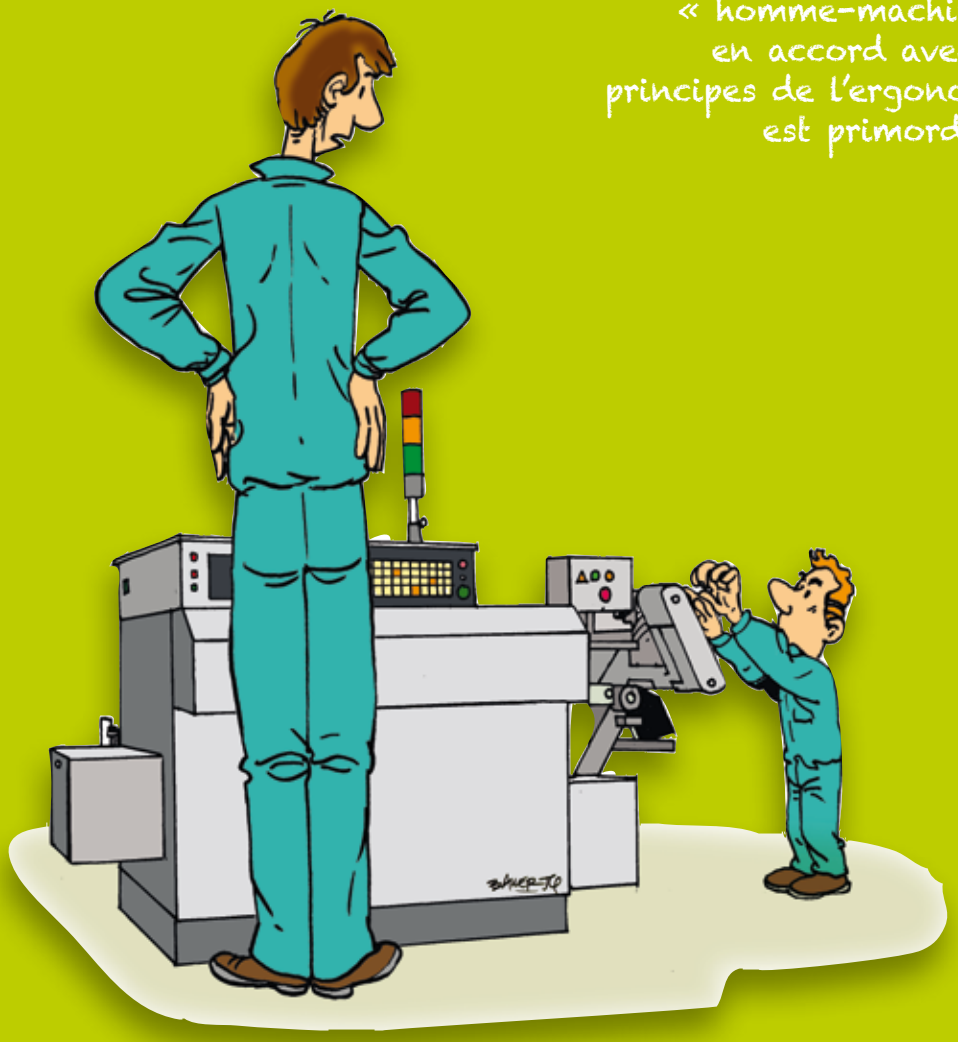
Jean-Jacques Atain-Kouadio
Bruno Daille-Lefevre
Séverine Demasy
Elie Fadier
Henri Lupin
Jacques Marsot
Guy Welitz

ED 6154
juillet 2013

VOUS CONCEVEZ, MODIFIEZ OU DÉPLACEZ UNE MACHINE ?

La réussite de votre projet passe par la maîtrise des aspects techniques et économiques mais également par l'anticipation des futures situations de travail.

Pour cela, la prise en compte des interactions « homme-machine », en accord avec les principes de l'ergonomie, est primordiale.



LES CHOIX DE CONCEPTION DÉTERMINENT L'UTILISATION

- le manque de visibilité ou d'éclairage,
- des accès difficiles,
- un tableau de commandes prêtant à confusion,
- des postures contraignantes,
- des efforts répétés,
- etc.

▶▶▶ *un poste de travail inadapté peut être non seulement source de fatigue mais également cause d'accidents et de maladies professionnelles, notamment de troubles musculosquelettiques (TMS).*

Au-delà du respect de la réglementation en matière de santé et de sécurité (voir encadré), la prise en compte des principes ergonomiques lors de la conception d'une machine permet :

- **à l'entreprise utilisatrice**, de réduire les coûts directs et indirects supportés du fait d'accidents, de maladies professionnelles. C'est aussi un moyen pour elle de stimuler la motivation de ses salariés, d'améliorer sa productivité et la qualité de ses produits ;
- **au fabricant**, d'éviter les surcoûts engendrés par une mise en conformité et d'éventuels recours, de fidéliser ses clients et de gagner de nouveaux marchés.

Contexte réglementaire

L'intégration de la prévention à la conception (prévention intégrée) est depuis de nombreuses années une obligation réglementaire.

La directive « Machines » 2006/42/CE, transposée en droit français dans le Code du travail, a renforcé et précisé les exigences ergonomiques.

L'intégration de l'ergonomie (exigences du travail) à la conception est avant tout une affaire de démarche et ne se limite pas à la seule utilisation d'outils (référentiels techniques, normes, logiciels de simulation, etc.).

LA DÉMARCHE

GLOBALE, ITÉRATIVE et PLURIDISCIPLINAIRE, elle s'applique tout au long du processus de conception : de la définition du besoin aux premiers usages, en passant par l'élaboration du cahier des charges, les étapes d'avant-projet, de conception détaillée, etc.

Son objectif est d'enrichir le projet, d'appréhender progressivement les futures conditions de travail par des mises en situation à l'aide de maquettes numériques ou physiques, voire de prototypes, pour étayer le processus d'évaluation et de réduction des risques.

PARTICIPATIVE ET PLURIDISCIPLINAIRE

Élargir le groupe projet aux représentants des futurs utilisateurs permet :

- *l'émergence et la mobilisation des compétences,*
- *la valorisation des participants,*
- *une meilleure implication au changement,*
- *l'anticipation de l'apprentissage et de la formation,*
- *l'appropriation de la solution retenue.*

ITÉRATIVE

Procéder par itérations, c'est s'autoriser à revenir sur des choix antérieurs, tout en restant cohérent avec les objectifs initiaux :

- *en recensant les propositions issues de la démarche participative,*
- *en validant les choix retenus par des mises en situation.*

GLOBALE

Elle permet de considérer simultanément les différentes exigences de conception liées :

- *au système technique (budget, délais, performances, santé-sécurité, etc.),*
- *aux situations de travail (implantation, organisation, formation, etc.),*
- *aux différentes phases de vie de la machine (transport, installation, production, maintenance, évolution, démantèlement, etc.),*
- *aux contraintes environnementales,*
- *etc.*

Comment faire ?

- Choisir les participants du groupe de travail afin de couvrir toutes les facettes du projet : opérateurs et autres ressources (sécurité, achats, production, maintenance, logistique, formation, etc.).
- Consulter, si besoin, des compétences extérieures : service de santé au travail, organisation professionnelle, CARSAT, ARACT, ergonome et organisme de contrôle, etc.
- Informer le groupe sur les objectifs du projet.
- Faciliter l'expression des participants (choix de l'animateur, dynamique de groupe, etc.).
- Collecter les informations sur des situations comparables :
  - rapports de vérification, comptes rendus d'accidents, déclarations de maladies professionnelles,
  - retours d'expériences, analyse d'activité (voir encadré), etc.
- Mettre en situation les solutions envisagées, à l'aide de maquettes ou de prototypes et recueillir les avis et les suggestions.
- Négocier et choisir des solutions avec les personnes impliquées.

Exemples de retours d'expériences ayant posé problème

- *Opérations de nettoyage ou de maintenance difficilement réalisables en sécurité.*
- *Neutralisation de dispositifs de sécurité.*
- *Escalade de la structure de la machine comme moyen d'accès.*
- *Augmentation de la charge de travail pour compenser les aléas de fabrication.*
- *Contraintes physiques importantes : efforts, répétitivité des gestes, etc.*

Repères techniques

- Outils de simulation, de maquettage numérique (CAO 3D, mannequin virtuel).
- Techniques de prototypage rapide, maquettage cartons.
- Référentiel normatif.

Points de vigilance

- Éviter que le concepteur se substitue à l'utilisateur.
- Ne pas s'enfermer dans un principe de solutions (résistance au changement) et éviter de réutiliser des spécifications ou des solutions techniques d'un projet précédent sans les remettre en question.
- Ne pas rester uniquement sur un mode de fonctionnement nominal en ignorant la diversité des situations de travail et la variabilité des opérateurs.

DIX POINTS CLÉS pour un projet

Dans la conduite d'un projet, l'intégration des exigences du travail doit être une préoccupation permanente des concepteurs.

Les points clés suivants sont à prendre en compte dans le cadre de la démarche précitée.

Une bibliographie, à la fin du document, permet d'en savoir plus sur les points clés.

1 ORGANISATION DES ESPACES DE TRAVAIL

Quels sont mes objectifs ?

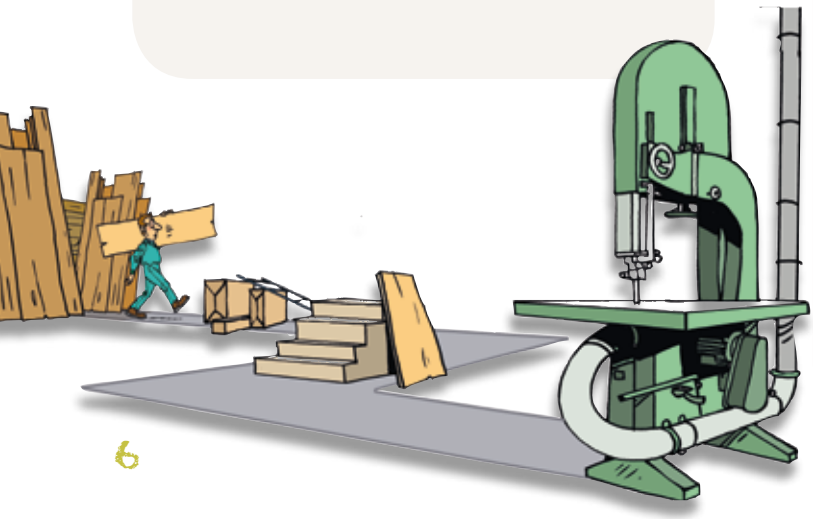
Mettre en cohérence les contraintes et les exigences de travail envisagées (exploitation, maintenance, approvisionnement, évacuation, etc.), avec l'organisation globale de l'atelier dans lequel la machine sera exploitée.

Comment faire ?

- Prévoir le raccordement de la machine aux sources d'énergie (distance, cheminement, accessibilité).
- Intégrer les activités connexes (stockage des matières premières, des produits intermédiaires et des produits finis, gestion des consommables, contrôle qualité, etc.), afin d'assurer la continuité des espaces de travail.
- Vérifier que l'implantation de la machine respecte les choix de conception en termes d'accessibilité, de communication, de continuité du flux de production et de compatibilité vis-à-vis des contraintes environnementales (chaleur, froid, humidité, poussières, intempéries, etc.).

Points de vigilance

- Ne pas se limiter à la machine mais prendre en compte son environnement et les liens avec le reste de l'atelier.
- Ne pas omettre certains modes d'intervention secondaires ou dégradés.



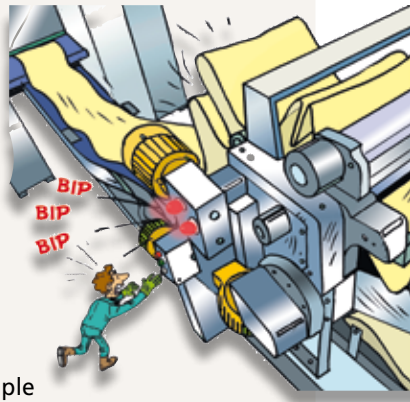
2 MODES DE FONCTIONNEMENT

Quels sont mes objectifs ?

- Choisir les modes de fonctionnement adaptés aux tâches (production, maintenance) et aux opérateurs (niveau de connaissances et d'expérience, fatigue, etc.).

Comment faire ?

- Recenser les interventions à effectuer, y compris en situations anormales prévisibles (aléas de production, nettoyage, contrôle, réglage, graissage, débourrage, etc.).
- S'assurer que ces interventions sont bien nécessaires (par exemple des équipements adaptés peuvent prévenir ou supprimer les risques de bourrage).
- Choisir les modes de commande et de protection pour l'opérateur de façon à lui :
  - garantir la maîtrise du rythme ou de la vitesse de fonctionnement de la machine lors des interventions, par exemple en mettant en œuvre des « arrêts pour raison de service »,
  - éviter une concentration prolongée, par exemple en intégrant des capteurs ou dispositifs appropriés pour détecter et prévenir les dysfonctionnements,
  - faciliter la tâche, par exemple pour une fréquence élevée de déclenchement de cycle, en évitant les commandes bimanuelles.



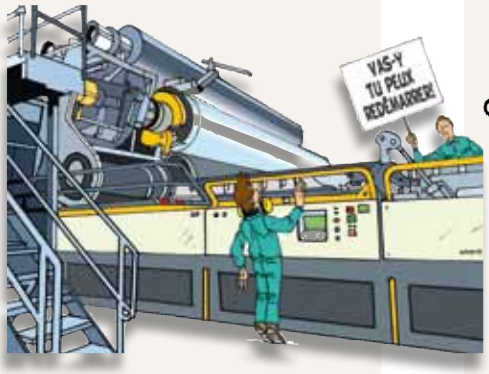
Points de vigilance !

- Éviter les modes de fonctionnement pouvant générer des stratégies de contournement souvent dangereuses.
- S'il subsiste des tâches pour lesquelles l'opérateur doit impérativement intervenir en fonctionnement, se référer aux préconisations du document INRS, référencé ED 6129.

3 COMMUNICATIONS ENTRE OPÉRATEURS

Quels sont mes objectifs ?

- Permettre le travail collectif et la coactivité (coordination des tâches).
- Permettre aux opérateurs d'avoir des échanges sonores et visuels côte à côte ou à distance.



Comment faire ?

- Lister les communications à assurer.
- Prévoir les moyens permettant ces communications :
  - en respectant le langage « métier » pratiqué (code et gestes d'un groupe d'opérateurs),
  - en choisissant des interfaces appropriées (pupitre ou écran pour les informations écrites, voyants lumineux, signaux sonores, etc.) et accessibles (nature, portée du message, compréhension),
  - en disposant les postes de travail pour faciliter les communications orales et visuelles,
  - en supprimant ou réduisant significativement toutes les sources de bruits pour les communications orales.

Points de vigilance

- Ne pas isoler les opérateurs afin de faciliter les échanges,
- Ne pas sous-estimer l'importance du langage métier,
- Ne pas se limiter à un seul mode de communication mais en prévoir plusieurs : écrit, oral, gestuel pour assurer une meilleure circulation de l'information.

4 INTERACTIONS HOMME-MACHINE

Quels sont mes objectifs ?

- Permettre à l'opérateur de comprendre le fonctionnement de sa machine (son état, ses interfaces, etc.) et d'interagir en conséquence (notion d'utilisabilité).

Comment faire ?

- Identifier les informations nécessaires et suffisantes pour la maîtrise de la machine (démarrage, conduite, maintenance, diagnostic, gestion de la production).
- Choisir les interfaces adaptées (organes de service, dispositifs de signalisation et de dialogue, etc.) en fonction des contraintes :
  - cognitives et physiques, par exemple en fournissant des aides au diagnostic et à la conduite, en choisissant des commandes intuitives,
  - environnementales (froid, chaleur, vibrations, humidité, etc.).

Points de vigilance

- Prendre en compte les risques de dysfonctionnements (panne, indication erronée) pour les informations critiques du point de vue de la sécurité : par exemple, donner un ordre à une vanne ne signifie pas que l'ordre est exécuté (le témoin lumineux ne doit pas passer du rouge au vert mais du rouge à l'orange et de l'orange au vert).
- Tenir compte des situations anormales prévisibles dans le choix des interfaces.
- Se limiter aux fonctions les plus représentatives induites par l'interface.
- Ne pas permettre de prendre une fonction pour une autre.
- Ne pas proposer des actions simultanées incohérentes.

5 DIMENSIONNEMENT DES POSTES DE TRAVAIL

Quels sont mes objectifs ?

- Permettre des positions de travail adaptées pour la santé et la sécurité.

Comment faire ?

- Recueillir les données sur :
  - les tâches à réaliser (taille et masse des objets à manipuler, exigences de force, de précision, durée du travail, cadence, position et nature des organes de commande, etc.),
  - les produits utilisés et émis (matières premières, produits finis, déchets, copeaux, poussières, etc.).
- Choisir en fonction de ces données la position de travail principale (assis, assis-surélevé, assis-debout, debout) tout en permettant une alternance afin d'éviter des postures statiques prolongées.
- Concevoir et aménager le poste de travail (norme EN ISO 14738) de façon à :
  - tenir compte de la variabilité morphologique des opérateurs (hauteur des plans de travail et des assises réglables par exemple),
  - privilégier les gestes et les positions les plus fréquents dans les zones de confort et respecter les zones d'atteinte.
  - permettre l'exécution de la tâche en prenant en compte les déplacements relatifs des opérateurs (tourner, se baisser, reculer, etc.).

Point de vigilance

- Ne pas concevoir des zones de travail trop étriquées empêchant l'opérateur de se mouvoir aisément, de disposer de l'ensemble des outils et accessoires nécessaires et de bénéficier de l'accompagnement d'un formateur.

6 MANUTENTION ET EFFORTS

Quels sont mes objectifs ?

- Limiter les manutentions et les efforts à exercer par l'opérateur lors des différentes opérations sur la machine (transport, montage, production, maintenance, démontage, etc.).

Comment faire ?

- Identifier les actions nécessitant des efforts et recueillir les données sur :
  - les masses à manipuler (volume et poids, type de conditionnement, etc.)
  - les modes opératoires et la cadence, afin de déterminer les fréquences de manipulation des objets et des efforts à exercer,
  - les organes de commandes (efforts, position, etc.).
- Évaluer les efforts et les comparer aux valeurs de références admises (NF EN 1005-2 et 3) en fonction des contraintes présentes (port d'EPI, déplacement, posture, facilité de préhension, etc.). Si les efforts sont excessifs, revoir la conception de sorte à :
  - limiter les masses (choix de matériaux, de formes, conception modulaire, ordre d'assemblage, etc.),
  - faciliter les manutentions, par exemple en évitant les changements de niveau, en utilisant des aides à la manutention (dessertes mobiles, bandes transporteuses, tables à billes, équilibreurs de charge, etc.).

Points de vigilance

- Éviter la manutention manuelle de charges unitaires encombrantes ou difficiles à saisir.
- Éviter le port de charge sur des distances importantes.
- Éviter les postures pénibles ainsi que les efforts élevés, mêmes pour des actions de courte durée ou peu fréquentes.

7 ACCÈS

Quels sont mes objectifs ?

- Accéder aisément à tous les emplacements où une intervention est nécessaire.

Comment faire ?

- Recenser toutes les zones qui nécessitent un accès et les caractériser (fréquence, nature de l'intervention, nombre de personnes, port d'EPI, outillages, besoins d'énergie, etc.).
- S'interroger sur la nécessité réelle de l'accès et sa fréquence (exemple : remplacement d'un accès pour graissage par points par un graissage centralisé, stock de consommables plus accessibles),
- Privilégier les accès de plain-pied, sinon installer des moyens d'accès permanents pratiques (rampes, escaliers, etc.) et sûrs (bon dimensionnement des marches et des plateformes, garde-corps, plinthes, sol antidérapant, etc.).
- Disposer, pour les grandes installations, des voies de circulation, des passerelles ou des passages supérieurs (franchissement de convoyeurs par exemple).
- Dimensionner les ouvertures de passage (trous d'homme, trappes de visite, etc.) pour permettre de réaliser aisément les opérations.

Points de vigilance

- Lors du recensement des accès, ne pas oublier les besoins d'intervention pour les : réglages, changements de processus de fabrication, détections de défauts, nettoyages, formations, etc.
- Ne pas oublier les accès pour interventions exceptionnelles, tels que remplacement d'un moteur en hauteur. Dans ce cas, l'emploi de moyens adaptés tels que nacelles élévatrices sont à définir dans la notice d'instructions.

8 INFORMATIONS POUR L'UTILISATION

Quels sont mes objectifs ?

- Informer des conditions et des procédures d'utilisation, de façon claire et sans équivoque, toute personne amenée à intervenir.

Comment faire ?

- Lister toutes les instructions nécessaires pour que la machine soit utilisée correctement et en sécurité à toutes les étapes du cycle de vie (transport, montage, production, maintenance, démontage, etc.).
- Les présenter aux opérateurs de façon compréhensible : symboles normalisés, pictogrammes, textes en français correct et faciles à lire.
- Choisir leur emplacement : documents commerciaux, notice d'instructions, emballage, machine, etc.

Point de vigilance

- Ne pas rédiger les informations pour l'utilisation au dernier moment. Elles doivent être établies, testées et validées tout au long de la conception de la machine (voir encadré).

9 ÉCLAIRAGE

Quels sont mes objectifs ?

- Assurer un éclairage adapté aux exigences du travail : besoin de précision, contrôle d'aspect, maintenance, etc.

Comment faire ?

- Concevoir la machine pour qu'elle bénéficie au mieux de l'éclairage ambiant (naturel et artificiel) du lieu d'implantation (extérieur, atelier, tunnel, etc.).
- Opter pour des surfaces mates ou satinées pour éviter les sources d'éblouissement.
- Définir pour chaque zone d'activité le niveau d'éclairement requis (intensité, température de couleur).
- Incorporer des éclairages là où l'éclairage ambiant du lieu de travail n'est pas adapté à l'activité.
- Choisir des éclairages réglables en position et/ou en intensité.
- Intégrer un éclairage de sécurité si nécessaire (cas des machines de grandes dimensions par exemple).

Points de vigilance

- L'éclairage des éléments mobiles peut être sources d'effets stroboscopiques.
- Rendre aisément accessibles les dispositifs d'éclairage pour leur entretien (nettoyage, remplacement).

10 NUISANCES GÉNÉRÉES PAR LA MACHINE

Quels sont mes objectifs ?

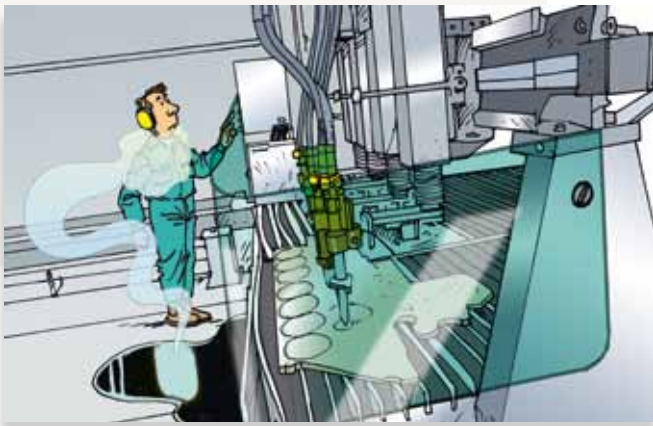
- Diminuer l'ensemble des nuisances générées par la machine afin de les rendre compatibles avec la sécurité et la santé des opérateurs.

Comment faire ?

- Identifier l'ensemble des nuisances générées par la machine (bruit, vibrations, rayonnements, substances toxiques, etc.) dans ses différents modes de fonctionnement : production, maintenance, réglage, nettoyage, etc.
- Utiliser des produits, matériels et procédés permettant d'éliminer ces nuisances ou, à défaut de réduire au maximum leurs effets.

Points de vigilance

- Les valeurs limites d'exposition sont des repères réglementaires. Le concepteur cherchera à être nettement en dessous de ces valeurs lorsqu'il ne peut supprimer le risque.



Pour des informations clairement établies

Sur la machine ou l'emballage*	Dans la notice d'instructions	Documents commerciaux
• Les informations écrites doivent être facilement accessibles, lisibles, et indélébiles.	• Expliquer clairement les termes techniques peu courants. • Inclure tout élément aidant à la compréhension (illustrations, figures, schémas, photos, animations, etc.). • Adapter le support (CD ROM, internet, papier, etc.) aux conditions d'utilisation des opérateurs. Dans tous les cas fournir un support papier.	• Veiller à ce qu'ils ne soient pas en contradiction avec la notice d'instructions. • Indiquer sur ces documents les informations d'émissions (bruit, vibrations, rayonnements dangereux, substances toxiques, etc.).

** Les signaux visuels ou sonores, les écrans de visualisation et autres moyens de communication sont traités au point 3.*

BIBLIOGRAPHIE

- Prévention des risques liés aux positions de travail statiques. Paris, INRS, coll. Fiche pratique de sécurité, ED 131, 2008, 4 p.
- Réussir l'acquisition d'une machine ou d'un équipement de production. Paris, INRS, coll. Fiche pratique de sécurité, ED 103, 2009, 6 p.
- Conception et aménagement des postes de travail. Paris, INRS, coll. Fiche pratique de sécurité, ED 79, 1999, 8 p.
- Éclairage artificiel au poste de travail. Paris, INRS, coll. Fiche pratique de sécurité, ED 85, 1999, 4 p.
- Sécurité des machines. Modes de fonctionnement protections neutralisées. Paris, INRS, ED 6129, 2012, 28 p.
- Sécurité des équipements de travail. Paris, INRS, ED 6122, 2012, 88 p.
- Norme NF EN 13861 - Sécurité des machines. Guide pour l'application des normes relatives à l'ergonomie dans la conception des machines.
- Norme NF EN ISO 14 738 - Prescriptions anthropométriques relatives à la conception des postes de travail sur les machines - Sécurité des machines.

Sur le site INRS,
des rubriques sont régulièrement enrichies :

- **Risques liés aux équipements de travail**
  http://www.inrs.fr/accueil/risques/equipement-travail.html,
- **Mécaprev**
  http://www.inrs.fr/accueil/produits/mediatheque/doc/outils.html?refINRS=outil33,
- **Conception des lieux et des situations de travail**
  http://www.inrs.fr/accueil/demarche/savoir-faire/conception.html.

LEXIQUE

Utilisabilité

Degré selon lequel un produit peut-être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié (ISO 9241-11, 1998).

Opérateur

Toute personne intervenant sur la machine (pour l'installation, l'exploitation, la maintenance, le démantèlement, etc.).

Situation anormale prévisible

Situation faisant suite à des usages (intentionnels ou non) auxquels on peut s'attendre, sur la base de l'expérience, de l'utilisation antérieure de machine similaire, d'enquêtes menées à la suite d'accidents, etc.

TMS

Troubles de l'appareil locomoteur, membres et rachis, pour lesquels l'activité professionnelle peut jouer un rôle dans leur genèse, leur maintien ou leur aggravation. La douleur ou la gêne fonctionnelle sont communes à tous ces troubles.

Pour obtenir en prêt les audiovisuels et multimédias et pour commander les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service Prévention de votre Carsat, Cram ou CGSS.

Services Prévention des Carsat et des Cram

Carsat ALSACE-MOSELLE
(67 Bas-Rhin)
14 rue Adolphe-Seyboth
CS 10392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13
prevention.documentation@carsat-am.fr
www.carsat-alsacemoselle.fr

(57 Moselle)
3 place du Roi-George
BP 31062
57036 Metz cedex 1
tél. 03 87 66 86 22
fax 03 87 55 98 65
www.carsat-alsacemoselle.fr

(68 Haut-Rhin)
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488
68018 Colmar cedex
tél. 03 88 14 33 02
fax 03 89 21 62 21
www.carsat-alsacemoselle.fr

Carsat AQUITAINE
(24 Dordogne, 33 Gironde,
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,
64 Pyrénées-Atlantiques)
80 avenue de la Jallère
33053 Bordeaux cedex
tél. 05 56 11 64 36
fax 05 57 57 70 04
documentation.prevention@carsat-aquitaine.fr
www.carsat.aquitaine.fr

Carsat AUVERGNE
(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
48-50 boulevard Lafayette
63058 Clermont-Ferrand cedex 1
tél. 04 73 42 70 76
fax 04 73 42 70 15
preven.carsat@orange.fr
www.carsat-auvergne.fr

Carsat BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ
(21 Côte-d'Or, 25 Doubs, 39 Jura,
58 Nièvre, 70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
ZAE Cap-Nord, 38 rue de Cracovie
21044 Dijon cedex
tél. 08 21 10 21 21
fax 03 80 70 52 89
prevention@carsat-bfc.fr
www.carsat-bfc.fr

Carsat BRETAGNE
(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)
236 rue de Châteaugiron
35030 Rennes cedex
tél. 02 99 26 74 63
fax 02 99 26 70 48
drpcdi@carsat-bretagne.fr
www.carsat-bretagne.fr

Carsat CENTRE
(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36 rue Xaintrailles
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 81 50 00
fax 02 38 79 70 29
prev@carsat-centre.fr
www.carsat-centre.fr

Carsat CENTRE-OUEST
(16 Charente, 17 Charente-Maritime,
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
37 avenue du président René-Coty
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 45 71 45
cirp@carsat-centreouest.fr
www.carsat-centreouest.fr

Cram ÎLE-DE-FRANCE
(75 Paris, 77 Seine-et-Marne,
78 Yvelines, 91 Essonne,
92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-Saint-Denis,
94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)
17-19 place de l'Argonne
75019 Paris
tél. 01 40 05 32 64
fax 01 40 05 38 84
prevention.atmp@cramif.cnamts.fr
www.cramif.fr

Carsat LANGUEDOC-ROUSSILLON
(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)
29 cours Gambetta
34068 Montpellier cedex 2
tél. 04 67 12 95 55
fax 04 67 12 95 56
prevdoc@carsat-lr.fr
www.carsat-lr.fr

Carsat MIDI-PYRÉNÉES
(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)
2 rue Georges-Vivent
31065 Toulouse cedex 9
tél. 0820 904 231 (0,118 €/min)
fax 05 62 14 88 24
doc.prev@carsat-mp.fr
www.carsat-mp.fr

Carsat NORD-EST
(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne,
52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle,
55 Meuse, 88 Vosges)
81 à 85 rue de Metz
54073 Nancy cedex
tél. 03 83 34 49 02
fax 03 83 34 48 70
documentation.prevention@carsat-nordest.fr
www.carsat-nordest.fr

Carsat NORD-PICARDIE
(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)
11 allée Vauban
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex
tél. 03 20 05 60 28
fax 03 20 05 79 30
bedprevention@carsat-nordpicardie.fr
www.carsat-nordpicardie.fr

Carsat NORMANDIE
(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,
61 Orne, 76 Seine-Maritime)
Avenue du Grand-Cours, 2022 X
76028 Rouen cedex
tél. 02 35 03 58 22
fax 02 35 03 60 76
prevention@carsat-normandie.fr
www.carsat-normandie.fr

Carsat PAYS DE LA LOIRE
(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2 place de Bretagne
44932 Nantes cedex 9
tél. 02 51 72 84 08
fax 02 51 82 31 62
documentation.rp@carsat-pl.fr
www.carsat-pl.fr

Carsat RHÔNE-ALPES
(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme, 38 Isère,
42 Loire, 69 Rhône, 73 Savoie,
74 Haute-Savoie)
26 rue d'Aubigny
69436 Lyon cedex 3
tél. 04 72 91 96 96
fax 04 72 91 97 09
preventionrp@carsat-ra.fr
www.carsat-ra.fr

Carsat SUD-EST
(04 Alpes-de-Haute-Provence,
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse-du-Sud,
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)
35 rue George
13386 Marseille cedex 5
tél. 04 91 85 85 36
fax 04 91 85 75 66
documentation.prevention@carsat-sudest.fr
www.carsat-sudest.fr

Services Prévention des CGSS

CGSS GUADELOUPE
Immeuble CGRR, Rue Paul-Lacavé, 97110 Pointe-à-Pitre
tél. 05 90 21 46 00 – fax 05 90 21 46 13
lina.palmont@cgss-guadeloupe.fr

CGSS GUYANE
Espace Turenne Radamonthe, route de Raban,
BP 7015, 97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04 – fax 05 94 29 83 01

CGSS LA RÉUNION
4 boulevard Doret, 97704 Saint-Denis Messag cedex 9
tél. 02 62 90 47 00 – fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss-reunion.fr

CGSS MARTINIQUE
Quartier Place-d'Armes, 97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31 et 05 96 66 51 32 – fax 05 96 51 81 54
prevention972@cgss-martinique.fr
www.cgss-martinique.fr

Achevé d'imprimer par xxxxxxx - Code postal Ville
N° d'imprimeur : xxxxxx - Dépôt légal : mois 2013 - Imprimé en France

L'intégration de l'ergonomie à la conception des machines permet à l'entreprise utilisatrice de réduire le nombre d'accidents et de maladies professionnelles et, par voie de conséquence, les coûts directs et indirects correspondants. Elle permet aussi au fabricant d'éviter les surcoûts engendrés par une mise en conformité et d'éventuels recours, de fidéliser ses clients et de gagner de nouveaux marchés.

L'intégration de l'ergonomie à la conception est avant tout une affaire de démarche qui s'applique tout au long du processus de conception : de la définition du besoin aux premiers usages, en passant par l'élaboration du cahier des charges, les étapes d'avant-projet, de conception détaillée, etc.

Dans le cadre de cette démarche, qui se veut globale, itérative et pluridisciplinaire, dix points-clés sont développés en précisant pour chacun quels sont les objectifs, comment les atteindre et les points de vigilance correspondants.

Institut National de Recherche et de Sécurité

Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
65 boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris • Tél. 01 40 44 30 00
www.inrs.fr • e-mail : info@inrs.fr

Édition INRS ED 6154

1re édition (2013) • réimpression décembre 2013 • 5 000 ex. • ISBN 978-2-7389-2087-4