



Guide d'aide de l'ergonomie des machines et installations industrielles

GE75-021R /B

Guide

Statut Exécutoire

Objet

- Aider les concepteurs à interpréter au juste nécessaire les textes des directives européennes et des normes existantes dans le domaine de l'ergonomie.
- Capitaliser les solutions satisfaisantes.
- Lister les principales normes internationales, européennes ou françaises à connaître dans le domaine de l'ergonomie.

Ce document sera actualisé sous la responsabilité du Département 0814, périodiquement en fonction de l'importance des évolutions réglementaires, normatives ou techniques.

Le présent document n'est pas contractuel entre Renault et ses fournisseurs.

Champ d'application Tous sites Renault Automobiles Monde

Emetteur 0814 - Département Conditions de travail

Confidentialité Non confidentiel

<i>Approuvé par</i>	<i>Fonction</i>	<i>Signature</i>	<i>Date d'application</i>
M Ferchal	Chef du Département 0814		03/2002

Historique des versions

Version	Mise à jour	Objet des principales modifications	Rédacteur
A	10/2000	Création	(1)M. Sailly 0814
B	03/2002	Mise à jour des fiches 35 et 36 Mise à jour de la fiche d'analyse ergonomique (Page 53 à 55)	

Remplace

Mise à disposition En interne Renault, sur Intranet : <http://gdxpegi.ava.tcr.renault.fr>
 En externe Renault, sur Internet : www.cnomo.com
 E-mail : norminfo.moyens@renault.com

Documents cités

Réglementation :

International : ISO 10075-2, ISO 7730.

Européen : EN 1837, EN 294, EN 547-1, EN 547-2, EN 563, EN 60073, EN 60447, EN 61310-1, EN 614-1, EN 894-1, EN 894-2.

Français : NF X 35-103, NF X 35-104.

CNOMO :

Renault : EB75.81.325, EB75.82.125.

Autres doc internes : Méthode d'analyse ergonomique Renault.

Autres doc externes : ND 2052.

Codification ICS : 13.110 ; 13.180 ; 17.140.20

Classe E75

Mots-clés sécurité des machines, prévention des accidents, ergonomie, machine safety, accident prevention, ergonomics

Langue Français

(1) Ont collaboré à la rédaction du document

Service	Nom	Service	Nom
09441	M. Brochard	00845	M. Peron
09645	M. Boulary	09552	M. Renoux
65911	M. Decoster	RVI	Mme Richard
STA	M. Dourlens	66050	M. Tabarly
FASA	M. Gonzalez	65912	M. Vernhet
09346	Mme Goubin		
09342	Mme Le Prévost		

Sommaire

	Page
1 Présentation du document	4
2 Glossaire	4
3 Démarche de conception	4
4 Règles de conception liées à l'ergonomie.....	5
F1 - Implantation et conception des moyens et équipements.....	6
F2 - Accès aux postes et lieux de travail.....	8
F3 - Poste de travail isolé.....	9
F4 - Dispositifs de signalisation et organes de services	10
F5 - Dimensions fonctionnelles des équipements	11
F6 - Equipements de protection	12
F7 - Documentation.....	13
F8 - Bruit.....	14
F9 - Eclairage.....	15
F10 - Ambiances thermiques	17
F11 - Assainissement des postes de travail.....	18
F12 - Conduite des installations - Pertinence des informations	19
F13 - Conduite des installations - Opérateurs droitiers ou gauchers	21
F14 - Conduite des installations - Disposition des organes du système de commande.....	22
F15 - Conduite des installations - Couleurs des dispositifs de signalisation et de commande.....	23
F16 - Conduite des installations - Respect des conventions	24
F17 - Conduite des installations - Choix des dispositifs d'affichage	26
F18 - Conduite des installations - Affichage analogique	27
F19 - Conduite des installations - Choix des signaux	28
F20 - Chargement et déchargement des pièces - Rythme de l'opérateur	29
F21 - Chargement et déchargement des pièces - Postures	30
F22 - Chargement et déchargement des pièces - Préhension des pièces	31
F23 - Chargement et déchargement des pièces - Efforts de manutention	32
F24 - Contrôle des pièces - Informations et moyens	33
F25 - Contrôle des pièces - Postures, préhension, efforts.....	34
F26 - Changement des outils et outillages - Informations.....	36
F27 - Changement des outils et outillages - Postures, préhension, efforts	37
F28 - Changement des outils et outillages - Ouvertures et orifices d'accès	39
F29 - Maintenance ou réglage - Exécution d'une fonction	40
F30 - Maintenance ou réglage - Espaces, ouvertures et orifices d'accès.....	41
F31 - Maintenance ou réglage - Efforts.....	42
F32 - Approvisionnement et évacuation des consommables et déchets - Postures et efforts	43
F33 - Opérations répétitives d'assemblage - Diversité et complexité	44
F34 - Opérations répétitives d'assemblage - Régulation	46
F35 - Opérations répétitives d'assemblages - Postures	47
F36 - Opérations répétitives d'assemblages - Efforts	48
5 Liste des documents cités.....	49
Annexe 1 : Fiche d'analyse ergonomique.....	50

1 Présentation du document

Ce guide est constitué de fiches comportant les thèmes suivants :

- les **règles à respecter**, reprises dans le constat de conformité "ergonomie" de la norme Renault **EB75.82.125**.
- les **précisions normatives**,
 - listant les documents à caractère normatif pouvant servir de référence,
 - extrayant les principales informations de ces documents,
- des **préconisations** issus du savoir-faire et de l'expérience de Renault dans ce domaine. Ces commentaires Renault, bien que fournissant des solutions "sur étagères" éprouvées, ne doivent pas s'opposer à l'apport de solutions plus performantes, plus simples et/ou moins coûteuses mises au point par les fournisseurs

2 Glossaire

Les définitions suivantes sont extraites des normes européennes.

Activité de travail : toute activité accomplie par l'**opérateur** pour atteindre les objectifs du **système de travail**.

Dispositif de signalisation : dispositif de présentation de l'information qui transmet des signaux visuels, auditifs ou tactiles à un **opérateur**.

Moyens de travail : outils, machines, véhicules, appareils, mobilier, installations et équipements utilisés dans le **système de travail**.

Opérateur : la (les) personnes chargées de faire fonctionner, de mettre au point, d'entretenir, de nettoyer ou de réparer une machine.

Organe de travail : partie du système de commande qui répond directement à une action de l'**opérateur**, par exemple à une pression exercée par ce dernier.

Poste de travail : Pour un **opérateur** donné, la combinaison de l'équipement de travail dans un espace de travail entouré par l'environnement de travail, constitue le poste de travail pour cet **opérateur**.

Système de travail : le système de travail est constitué par l'homme et les **moyens de travail**, agissant ensemble dans le processus de travail pour effectuer une **tâche**, à l'intérieur de l'espace de travail dans l'environnement de travail, selon les conditions d'exécution de la **tâche** à effectuer.

Tache : activité(s) nécessaire(s) pour obtenir le résultat fixé par le système.

3 Démarche de conception

Précisions normatives : **EN 614-1** § 5

On peut considérer que le processus de conception se déroule en 4 étapes principales (Voir tableau ci-dessous).

Chez Renault, ces étapes correspondent :

- aux phases du jalonnement des projets,
- aux phases du jalonnement sociotechnique correspondant, pour tout ce qui touche l'ergonomie.

Processus de conception (EN 614-1)	Jalonnement des projets	Jalonnement sociotechnique (ergonomie)
Phase 1 : Elaboration et clarification des spécifications.	1 Phases exploratoires et préparatoires (jalon: précontrat).	1 Etudes ergonomiques de l'existant. Proposition d'objectifs.
Phase 2 : Préparation d'un schéma (ou de schémas) de conception.	2 Etude enveloppe (jalon : contrat).	2 Elaboration des objectifs ergonomiques.
Phase 3 : Préparation de la conception détaillée.	3 Etude détaillée.	3 Etude détaillée.
Phase 4 : Mise en œuvre.	4 Installation et mise en route.	4 Réception, aménagements.

La norme **EN 614-1** précise certains points concernant le processus de prise en compte de l'ergonomie.

<p>Phase 1 Définir les objectifs organisationnels</p> <p>Identifier les caractéristiques des opérateurs.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La conception de l'équipement de travail doit faire suite à l'établissement d'objectifs organisationnels relatifs au processus de travail, et l'équipement de travail doit constituer une partie intégrante de ce processus de travail. ▪ Les exigences de l'opérateur doivent être spécifiées à ce premier stade : identifier les caractéristiques spécifiques des opérateurs qui utilisent l'équipement.
<p>Phase 2</p> <p>Faire l'analyse du travail futur.</p> <p>Impliquer les futurs utilisateurs des équipements.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les spécifications initiales des exigences des opérateurs doivent tenir compte : <ul style="list-style-type: none"> ▪ des résultats de l'analyse de l'activité des opérateurs sur les machines à modifier, ou dans le cas de nouvelles machines, sur des machines similaires, ▪ de la répartition des fonctions entre l'équipement de travail et les opérateurs, ▪ des tâches que les opérateurs seront tenus d'exécuter avec l'équipement de travail, ▪ des interactions entre les opérateurs et l'équipement de travail. ▪ Les utilisateurs ont un rôle important à jouer à partir de cette étape. ▪ Lorsque les exigences imposées à l'opérateur se situent en dehors des niveaux ergonomiquement acceptables, le schéma de conception doit être revu.
<p>Phase 3</p> <p>Tenir compte des principes ergonomiques et des facteurs sociaux et organisationnels.</p> <p>Faire des analyses du travail pour la conception des interfaces.</p> <p>Rédiger la documentation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour que la conception détaillée représente le meilleur compromis entre l'étude technique et les exigences de l'opérateur, il faut se référer aux principes ergonomiques. Il faut également tenir compte de facteurs tels que la satisfaction dans le travail et des questions relevant de l'organisation. ▪ Pour mieux concevoir l'interface entre l'opérateur et l'équipement de travail, des analyses de tâches doivent être effectuées, elles permettent de déterminer ce qu'on attend de l'opérateur et de prendre des décisions quant aux renseignements à fournir aux opérateurs. ▪ La conception détaillée doit subir des améliorations successives jusqu'à ce que la solution définitive puisse être énoncée sous forme de spécifications détaillées. ▪ Lorsque la solution de conception a été arrêtée, la documentation doit être rédigée, par exemple : manuel de maintenance, notices d'instruction.
<p>Phase 4</p> <p>Valider avec les futurs utilisateurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il est recommandé : <ul style="list-style-type: none"> ▪ de soumettre l'équipement à des essais d'utilisateurs, ▪ d'évaluer la documentation avec eux.

4 Règles de conception liées à l'ergonomie

Voir pages suivantes

F1 - Implantation et conception des moyens et équipements

L'implantation et la conception générale sont cohérentes avec les modes d'exploitation. Elles permettent :

- . d'assurer les activités suivantes en limitant strictement les temps d'arrêts des machines : chargement et déchargement des pièces, contrôle des pièces, changement des outils et outillages, maintenance et réglage, approvisionnement et évacuation des consommables et déchets.**
- . d'optimiser l'exécution de la tâche, en limitant les déplacements et en assurant une bonne visibilité sur l'installation.**

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4)

Le respect des principes ergonomiques s'applique non seulement à l'utilisation prévue de l'équipement de travail mais également à son installation, son réglage, sa maintenance, son nettoyage, sa réparation et son transport. La conception est essentiellement axée sur l'interaction entre l'opérateur et l'équipement de travail et, par conséquent, la répartition des fonctions et des actions entre l'opérateur et l'équipement de travail. L'objectif poursuivi consiste à concevoir un système de travail adapté aux possibilités humaines, à ses limitations et besoins.

En conséquence, le processus de conception doit intégrer une analyse des tâches.

EN 614-1 (§ 5)

La conception de l'équipement de travail doit faire suite à l'établissement d'objectifs organisationnels, relatifs au processus de travail.

Les spécifications initiales des exigences de l'opérateur doivent tenir compte de ce qui suit :

- les résultats de l'analyse de l'activité des opérateurs sur les machines à reconcevoir, ou dans le cas de nouvelles machines, sur des machines similaires,
- la répartition des fonctions entre l'équipement de travail et les opérateurs,
- les tâches que les opérateurs seront tenus d'exécuter avec l'équipement de travail,
- les interactions entre les opérateurs et l'équipement de travail.

Préconisations

Principes à respecter

- L'implantation et la conception des moyens ou éléments de l'équipement doivent être cohérents avec les modes de fonctionnement et d'exploitation.
- Les déplacements doivent être les plus courts possible et les moins fatiguants.
- La visibilité doit être maximale sur les principaux éléments à surveiller.

Eléments à appréhender

Pour respecter ces principes, les points suivants doivent être examinés avec attention :

- la nature et les lieux d'intervention des opérateurs (surveillance, contrôle, chargement, maintenance...),
- l'emplacement des postes de travail manuel,
- l'emplacement des interfaces homme-machine (pupitre, écrans...),
- l'emplacement du ou des poste(s) de contrôle,
- l'emplacement des postes de chargement et déchargement,
- les types de modes de marche dégradés et la localisation des dépotages et rempotages éventuels,
- le nombre, l'emplacement et le type d'accès à l'installation,
- les types de protections matérielles de sécurité,
- les différents types de flux (pièces, outillages, consommables...),
- les encours en entrée et sortie de ligne et entre les machines,
- l'approvisionnement et l'évacuation des consommables et déchets,
- les sources de bruit,
- les moyens d'aspiration des fumées, poussières et toxiques, et de récupération des produits polluants,
- les allées de circulation,
- les espaces pour la communication, les réunions...

Préconisations spécifiques sur les passages

- Déterminer les principaux lieux d'intervention,
- Spécifier les raisons ou conditions de passage au-dessus des convoyeurs, pour tous les utilisateurs (conducteurs, professionnels de maintenance...),
- Eviter les différences de niveau.

Préconisations spécifiques sur la disposition des postes de contrôle

Lorsque le temps de contrôle est conséquent (plusieurs minutes) :

- placer le poste de contrôle le plus près possible du poste de commande,
- s'assurer que l'opérateur peut surveiller l'installation et avoir accès aux informations importantes sur le fonctionnement de l'installation.

F2 - Accès aux postes et lieux de travail

Les accès aux postes ou aux lieux de travail sont bien dimensionnés, y compris pour les dépannages et la maintenance.

Précisions normatives

EN 547-1 (§3)

Le passage tient compte :

- du type de vêtement (léger ou épais) et des équipements de protection,
- du transport d'outils, par exemple pour l'entretien ou la réparation,
- des postures et gestuelles,
- de la fréquence et de la durée de la tâche,
- de la longueur de passage,
- du niveau de risque et de l'espace pour un mouvement rapide en urgence,
- des conditions d'environnement (obscurité, chaleur, humidité, bruit,...).

Préconisations

La norme propose une formule intégrant les éléments à prendre en compte. A titre d'exemple, les dimensions minimales suivantes respectent les principes de la norme pour :

- un homme grand au **95^{ème} centile**,
- le port de vêtements ordinaires de travail,
- une posture droite,
- un espace libre pour les mouvements du corps.

Largeur minimale des accès en mm

Accès fréquent + croisement de personnes	800
Accès fréquent	715
Accès secondaire (dépannage, maintenance)	615
Accès exceptionnel (passage de profil)	545

Hauteur minimale des accès en mm

Passage pour circuler debout	2 070
------------------------------	--------------

Les schémas d'implantation doivent intégrer dès que possible :

- les distances de sécurité par rapport aux éléments en mouvement,
- les types de protecteurs (hauteur, taille des mailles...),
- les passages de convoyeurs au sol,
- les passages de convoyeurs aériens,
- les passerelles en hauteur,
- les passages de câbles et tuyauteries.

F3 - Poste de travail isolé**Il n'y a pas d'opérateur isolé de par l'implantation et/ou l'organisation du travail.****Précisions normatives**

Il n'y a pas de norme traitant de cette situation, mais une note documentaire de l'Institut National de Recherche et de Sécurité en France.

« une tâche ou un poste de travail devra être considéré comme isolé lorsque l'opérateur est hors de vue ou de portée de voix des autres, dans la plupart des cas pour des périodes de plus d'une heure. Cependant, pour des travaux où les risques n'ont pu être éliminés, la notion de poste de travail isolé peut s'entendre pour des périodes de quelques minutes. » (ND 2052-167-97, cahier des notes documentaires n°167, 2ème trimestre 1997 de l'inrs)

Préconisations

La situation d'isolement doit s'appréhender sous trois angles :

- celui de la charge mentale de travail et de l'anxiété que peut générer le fait de ne pas pouvoir parler, de ne pas pouvoir se confronter sur les situations de travail (doutes sur la qualité par exemple) avec d'autres collègues,
- celui de l'insertion dans le collectif de travail,
- celui de la sécurité, en particulier du risque de ne pas pouvoir apporter une assistance dans des délais rapides.

Pour chaque situation d'isolement d'un opérateur, il est recommandé de suivre la démarche suivante :

- Engager une étude des problèmes et risques.
- Prendre les mesures organisationnelles compensatrices (rotation des opérateurs...).
- Donner toutes les informations utiles au bon déroulement du travail.
- Mettre à la disposition de l'opérateur des équipements appropriés.
- S'assurer que la personne pourra être secourue rapidement en cas de risques résiduels manifestes

F4 - Dispositifs de signalisation et organes de services

- **Les dispositifs de signalisation importants sont placés dans le champ de vision de l'opérateur.**
- **La disposition des organes de service permet d'optimiser les déplacements et d'éviter la prise de risques ou les manœuvres accidentelles.**

Précisions normatives

EN 894-1 (§ 4.3.3)

Il est recommandé que les mouvements du corps nécessaires pour actionner des organes de service ne soient pas une source de gêne pour l'opérateur.

Il faut, pour un fonctionnement efficace, que la distance séparant les différents organes de service soit optimale, car une distance trop grande peut nécessiter des mouvements inutiles tandis qu'une distance trop petite accroît les risques de manœuvre accidentelle.

Pour déterminer la distance optimale, il est essentiel de tenir compte à la fois des caractéristiques spécifiques de chacun des organes de service et du contexte général dans lequel ils seront utilisés.

Préconisations

- Décrire au plus tôt l'activité future de l'opérateur.
- Placer le système de commande de façon à ce que l'opérateur ait une vision d'ensemble de son installation à partir de ce poste.
- Orienter les pupitres afin que l'opérateur puisse voir l'élément commandé.
- Concevoir les convoyeurs de pièces avec des parties pivotantes ou des ascenseurs pour faciliter l'accès aux pupitres.
- Prévoir des postes assis dès lors où une activité se déroule sur plusieurs minutes sans déplacement.

F5 - Dimensions fonctionnelles des équipements

Les dimensions fonctionnelles des équipements intègrent les différences de taille et de corpulence des opérateurs.

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.1.1)

La conception de l'équipement de travail doit respecter les principes suivants :

- la hauteur d'utilisation ou autres dimensions fonctionnelles de l'équipement doivent être adaptées à l'opérateur et au type de travail effectué, par exemple en étant réglables,
- un espace suffisant doit être prévu pour toutes les parties du corps de façon à permettre les mouvements nécessaires pour effectuer la tâche et pour faciliter l'accès et les changements de posture.

Préconisations

La conception des postes de travail est un compromis résultant :

- d'un examen des problèmes rencontrés par les personnes de grandes tailles, et ceux de petites tailles,
- du choix des dimensions les moins pénalisantes : à posture du tronc égale, il faut souvent privilégier la position la plus basse.

Lorsque le compromis est difficile à déterminer, on examinera la possibilité d'intégrer des réglages dimensionnels sur le poste, faciles à réaliser (rapidité et faible effort), et en s'attachant à ne pas complexifier les installations et à ne pas nuire à la fiabilité.

Pour les dimensions des équipements, trois données anthropométriques doivent systématiquement être prises en compte :

- la hauteur des yeux, qui détermine la hauteur supérieure pour la prise des informations visuelles,
- la hauteur des épaules, qui détermine la limite supérieure pour l'accès à un dispositif technique ou la prise d'un objet,
- la hauteur des mains (bras le long du corps), qui détermine la limite inférieure pour l'accès à un dispositif technique ou la prise d'un objet.

Voir la norme française **NF X 35-104** sur les dimensions pour la conception des plans et volumes de travail.

F6 - Equipements de protection

La conception des moyens intègre les dispositifs matériels de protection et les équipements individuels de protection.

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.1.1)

Pas de précision

Préconisations

1. Dispositifs matériels

La norme **EN 294** fixe les distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs. Pour respecter les préconisations ergonomiques, il faut assurer le meilleur compromis possible entre la sécurité et la visibilité sur les installations. Ceci implique pour les protecteurs grillagés :

- de choisir la maille la plus grande possible autorisée,
- de préserver une bonne visibilité par dessus le protecteur tout en respectant les hauteurs normalisées,
- d'avoir une couleur sombre et mate pour faciliter la vision au travers de ceux-ci,
- de choisir des mailles carrées ou rectangulaires (photo de gauche.) et sans fil ondulé,
- de prévoir : soit une plinthe pour éviter l'envoi de saletés, soit un dégagement de **200 à 250 mm** entre le sol et le protecteur, pour faciliter le nettoyage (passage d'un balai).

2. Equipements individuels de protection

Adopter la démarche suivante pour limiter les risques et adapter les moyens de protection à l'activité de travail :

- réduire les risques à la source, par la conception du produit, puis par la conception du produit-process,
- en cas de risque, privilégier les dispositifs de protection collective,
- si un risque subsiste, adapter la protection individuelle à l'activité, en évitant à l'opérateur d'avoir à mettre et retirer ses protections à une fréquence élevée.
- spécifier le type de protection individuelle retenue sur la fiche de sécurité au poste de travail.

F7 - Documentation

La documentation sur l'utilisation et la maintenance des équipements est disponible et compréhensible par les utilisateurs.

Précisions normatives**EN 614-1** (§ 5.2.3)

La documentation doit normalement inclure l'information de l'opérateur et la manière d'utiliser l'équipement de façon ergonomique.

Préconisations

L'élaboration de la documentation doit suivre quatre étapes :

- la définition des modes de fonctionnements,
- la définition conjointe des modes d'exploitation, ceux-ci pouvant conduire à adapter certains modes de fonctionnement,
- l'élaboration du manuel ou livret opérateur,
- l'élaboration des fiches de sécurité (précautions à prendre, port des protections individuelles...) et des consignes d'utilisation des produits chimiques ou substances dangereuses.

L'élaboration du manuel ou livret opérateur doit se faire :

- en disposant de la documentation fournisseur,
- en impliquant des futurs opérateurs,
- en capitalisant les apports de connaissances transmis dans le cadre des formations fournisseurs,
- en différenciant l'information pour les périodes d'apprentissage (procédures d'interventions...), de l'information pour les opérateurs expérimentés (résolution de problèmes complexes...).

F8 - Bruit

- **Les niveaux de bruit se situent en deçà des valeurs suivantes :**
 - **75 dB(A) pour les équipements des secteurs de montage,**
 - **80 dB(A) pour les équipements des autres secteurs.**
- **Le niveau de crête est inférieur à 130 dB (C).**

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.4.1)

Les émissions de bruit et les vibrations produites pendant le fonctionnement de l'équipement de travail doivent être réduites au minimum de manière à éviter les risques pour la santé et la sécurité et à assurer le confort des opérateurs.

Il convient que les méthodes de conception permettent de contrôler les émissions à la source à un degré tel que les valeurs finales d'émission soient faibles en comparaison des autres machines du même type.

EB75.81.325

En dehors de toute spécification particulière lors de l'appel d'offre, les limites à ne pas dépasser sont, au poste et en tout point situé à un mètre de l'équipement :

Ateliers	LpAeqT	Lpc
Emboutissage, forge, fonderie, estampage, chaudronnerie.	80 dB(A)	130 dB(C)
Usinage, tôlerie, ferrage, peinture, plastique.		
Montage, assemblage, sellerie, habillage caisses.	75 dB(A)	

Le nombre de points de mesure est égal au périmètre de l'équipement de travail (en mètres) divisé par **5**, avec un minimum de **4** points de mesure.

Les mesures sont effectuées à **1** mètre de l'équipement de travail et à une hauteur de **1,60 m**.

Les postes de travail clairement identifiés font également l'objet d'un mesurage à la hauteur des oreilles du ou des opérateurs.

F9 - Eclairage

- **L'éclairage est conforme à la tâche à réaliser. Il se situe généralement entre 500 lux pour le travail sur pièces moyennes et 750 lux pour le travail avec des petites pièces.**
- **Il n'y a pas d'éblouissement.**
- **Le rendu des couleurs est satisfaisant.**

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.4.3)

Lorsque l'analyse de la tâche souligne l'insuffisance de l'éclairage ambiant, un éclairage intégré doit être prévu, par exemple pour les réglages à effectuer.

Cet éclairage doit être conçu de façon que l'opérateur n'ait pas à adopter une posture inconfortable.

Lorsque l'éclairage doit être réglé, les moyens de réglage doivent être situés à un endroit approprié et doivent éviter de mettre l'opérateur en danger.

Une attention particulière doit être accordée aux points suivants :

- éviter tout scintillement de l'éclairage,
- éviter tout éclairage éblouissant,
- éviter les projections d'ombres susceptibles de créer une certaine confusion,
- éviter les effets stroboscopiques,
- les contrastes lumineux doivent être suffisants pour la tâche à effectuer,
- le rendu des couleurs doit être préservé.

EN 1837 (§ 4.2 à § 4.5)

L'éclairage requis dépend de la tâche visuelle et doit être suffisamment élevé et uniforme pour permettre une perception sûre et confortable des détails de la tâche visuelle.

En règle générale, un éclairage moyen à maintenir d'au moins **500 lux** doit être accompagné d'une uniformité minimale (E_{min}/E_{moyen}) de **0,7** au niveau de la zone de travail et de **0,3** pour l'environnement immédiat de la tâche.

Le système d'éclairage intégré doit éviter l'éblouissement... et être conçu et réglé pour éviter les ombres portées gênantes...

Les propriétés de rendu des couleurs et la couleur apparente des lampes doivent être choisies pour permettre une bonne discrimination des couleurs de la tâche visuelle et le confort de l'utilisateur.

Préconisations

Les éléments suivants sont tirés de la norme **NF X 35-103** et des recommandations du Syndicat de l'éclairage.

Eclairages moyens recommandés

Applications	lux
Entrées, cours, allées	30
Voies de circulation couvertes	50
Docks et quais	75
Couloirs, escaliers	100 à 300
Entrepôts	125 à 150
Bureaux, dactylographie	425 à 500
Salle de dessin	1000
Machines-outils, établis, soudure	250 à 300
Travail de pièces moyennes	425 à 500
Travail de petites pièces	625 à 750
Montage de petites pièces	625 à 750
Travail très délicat ou très petites pièces	1250 à 2000

Température de couleur et indice de rendu des couleurs

Applications	Lampes	Température de couleur en Kelvins (K)	Indice de rendu des couleurs (IRC)
Ateliers courants Bureaux administratifs Salles Blanches	Tubes fluorescents	2700 à 6500	≥ 80
Halls industriels et locaux industriels d'une hauteur supérieure à 8 m	Iodures	3700 à 6100	65 à 93
	Vapeur de mercure	3300 à 4300	33 à 60
Locaux de grande hauteur, stockage, hangars	Sodium haute pression	2000 à 2500	25 à 80

F10 - Ambiances thermiques

- **Dans les périodes avec chauffage et pour une activité industrielle courante, la température se situe entre 16 et 22°, avec une humidité relative comprise entre 30 et 70 %.**
- **Il n'y a pas de courants d'air, ce qui se vérifie par une vitesse de l'air, en principe, inférieure à 0,25 m/s.**

Attention, cette fiche ne traite pas des situations extrêmes de travail à la chaleur (traitements thermiques, fonderies...).

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.4.2)

Les émissions thermiques produites pendant le fonctionnement de l'équipement de travail doivent être réduites au minimum par les méthodes de conception de manière à éviter les risques pour la santé et la sécurité et à assurer le confort de l'opérateur.

Une attention particulière doit être accordée aux points suivants :

- la charge physique de l'opérateur,
- les propriétés thermiques des vêtements nécessaires,
- la charge thermique prévisible pour l'opérateur,
- la température des surfaces tangibles (voir **EN 563**)

ISO 7730

Le confort thermique est défini comme la satisfaction exprimée quant à l'ambiance thermique.

L'insatisfaction peut être causée par :

- un inconfort tiède ou frais pour le corps...
- un courant d'air...
- des différences de température anormalement élevées entre la tête et les chevilles.

Il est impossible de prescrire une ambiance thermique qui puisse satisfaire chacun. Mais il est possible de prescrire des ambiances prévues pour être acceptables par un pourcentage d'occupants.

Selon l'annexe C de la norme, et pour satisfaire au moins **93%** des occupants, la température opératoire doit correspondre aux valeurs suivantes pour une activité industrielle courante (métabolisme de **116 W/m²**).

Température opératoire	Vêtements	Autres caractéristiques d'ambiance thermique
16 à 19°	Sous-vêtements, chemise, pantalon, chaussettes, chaussures.	Humidité relative de 50%
19 à 22°	Caleçon, chemise à manches courtes, pantalon léger, chaussettes fines, chaussures.	Vitesse de l'air de 0,15m/s

Selon l'annexe B de la norme, les valeurs suivantes sont données pour le métabolisme par profession :

- mécanique de précision **70 à 110 W/m²**.
- soudeur et tourneur **75 à 125 W/m²**.

La température opératoire peut être calculée, avec une approximation suffisante, comme la valeur moyenne de la température de l'air et de la température moyenne de rayonnement.

F11 - Assainissement des postes de travail

En cas d'utilisation de matières dangereuses, des dispositifs appropriés sont mis en place pour éviter d'exposer les opérateurs à des risques pour leur santé.

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.4.4)

L'équipement de travail doit être conçu de sorte que toute matière dangereuse et tout rayonnement dangereux présents durant son fonctionnement soient indiqués et traités avec des dispositifs appropriés de manière à éviter d'exposer l'opérateur à des risques pour sa santé.

Préconisations

L'utilisation de substances et produits dangereux est limitée au strict nécessaire, en privilégiant les moins dangereux et fait l'objet d'une autorisation d'emploi. Les fournisseurs sont tenus en particulier de transmettre à l'entreprise la composition des produits pour adapter en conséquence les mesures de protection.

Les produits utilisés :

- sont étiquetés selon les critères réglementaires,
- sont conditionnés, stockés, manipulés, utilisés et éliminés de manière à réduire les risques,
- font l'objet d'une notice utilisateur indiquant les règles d'utilisation à respecter et les protections individuelles obligatoires à porter.

Toute émission de poussières, de vapeurs ou de fumées doit être captée à la source, selon les principes suivants :

- envelopper au maximum la zone de production de polluants,
- capter au plus près de la zone d'émission,
- placer le dispositif d'aspiration de manière à ce que l'opérateur ne soit pas entre celui-ci et la source de pollution,
- utiliser les mouvements naturels des polluants,
- induire une vitesse d'air suffisante,
- répartir uniformément les vitesses d'air au niveau de la zone de captage,
- compenser les sorties d'air par des entrées d'air correspondantes,
- éviter les courants d'air et les sensations d'inconfort thermique,
- rejeter l'air pollué en dehors des zones d'entrée d'air neuf.

La protection contre les rayonnements est traitée dans le cadre du constat de conformité sécurité.

F12 - Conduite des installations - Pertinence des informations

- **Les dispositifs de signalisation fournissent des informations claires et non équivoques.**
- **Les informations importantes pour l'efficacité du process, la sûreté, la sécurité et la fiabilité du système sont obtenues à partir de différents moyens.**
- **Le système de commande est adapté aux possibilités d'apprentissage et d'individualisation par :**
 - **un ajustement possible des besoins d'information,**
 - **un choix possible entre procédures simplifiées ou détaillées pour l'accès aux informations ou le contrôle de paramètres (ex. menu adaptatif).**

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.3.1)

Les moyens de signalisation doivent être conçus, choisis et disposés de façon compatible avec les caractéristiques de la perception humaine et avec la tâche à exécuter.

Une attention particulière doit être accordée aux points suivants :

- les moyens de signalisation doivent être conçus de façon à être perçus de manière claire et non équivoque ; ceci est particulièrement important pour les affichages et signaux d'urgence,
- pour éviter toute pléthore d'informations, le nombre et le type des affichages et des signaux doivent être limités au minimum nécessaire pour la bonne exécution de la tâche,
- la présentation d'informations non nécessaires doit être évitée,
- les moyens de signalisation doivent être disposés de manière à privilégier une orientation et une reconnaissance sûre, claire et rapide.

EN 894-1 (§ 4.3.1)

Dans certaines situations, l'efficacité et la sécurité d'un système dépendent de son aptitude à présenter des informations redondantes à l'opérateur. Il est recommandé que les informations importantes puissent être obtenues à partir de différentes sources.

EN 894-1 (§ 4.6)

Le système doit être suffisamment souple pour être adapté aux différences interindividuelles de besoins individuels, d'aptitudes physiologiques et psychologiques générales et de capacités d'apprentissage, ainsi qu'aux différences culturelles.

L'opérateur doit, si possible, pouvoir moduler la vitesse d'interaction. L'opérateur expérimenté doit être en mesure de structurer les informations en retour pour qu'elles correspondent à son niveau de compétences. A l'inverse, il est recommandé qu'un opérateur inexpérimenté puisse ajuster à ses besoins le niveau des informations en retour.

Dans un système complexe, il est souhaitable que l'opérateur puisse disposer, au choix, d'informations sommaires ou détaillées sur le système.

Préconisations

Cinq catégories d'informations peuvent être contenues dans un système d'assistance à l'exploitation :

- les aides à la conduite (changement d'outils, remise en cycle, changements de modes de marche, suivi de dérives, informations sur les arrêts induits),
- les aides à la gestion de la production (prélèvements fréquentiels, quantifications),
- les aides à la détection des dysfonctionnements (dépassement du temps de cycle, défauts pièces, défauts de chargement ou déchargement, pannes),

- les aides au diagnostic de pannes,
- le suivi d'indicateurs de performance (fiabilité, qualité).

Pour chaque catégorie d'information, il faut veiller à :

- ne présenter que les informations nécessaires à l'opérateur, c'est-à-dire celles qu'il va utiliser pour confirmer ou valider ses propres analyses, en particulier concernant les pannes,
- permettre la confrontation des informations du système avec des prises d'informations directes sur l'installation (visuelles ou auditives),
- présenter les informations sous une forme correspondant au processus opératoire, pour diminuer les efforts de mémorisation,
- faciliter la perception des signaux visuels destinés à déclencher une intervention urgente par un renforcement du signal : dimension, emplacement, clignotement, doublement par un signal sonore,
- permettre une adaptation de l'accès aux informations en fonction des compétences acquises.

Les vérines doivent être positionnées à la bonne hauteur pour être visibles des principaux lieux d'intervention des opérateurs.

F13 - Conduite des installations - Opérateurs droitiers ou gauchers

Les organes de service peuvent être actionnés indifféremment par les deux mains, notamment lorsque le mode opératoire impose l'utilisation des 2 mains.

Précisions normatives

EN 894-1 (§ 4.6)

En ce qui concerne la latéralité, la plupart des organes de service peuvent être actionnés indifféremment par les deux mains. Toutefois, il convient de faire en sorte que les organes de service qui exigent une opération précise et/ou rapide puissent être actionnés par l'une ou l'autre main ou conçus pour permettre une action précise et/ou rapide de la main dominante.

Préconisations

Main dominante

Par main dominante, on entend :

- main droite pour les droitiers,
- main gauche pour les gauchers.

Action précise

Dans le cas d'une action précise et/ou rapide, l'opérateur doit pouvoir intervenir avec sa main dominante. En particulier, il est recommandé d'installer le bouton d'arrêt d'urgence au centre du pupitre de commande afin qu'il puisse être atteint aussi rapidement par les droitiers et par les gauchers.

Promiscuité entre opérateurs

Lorsque deux opérateurs travaillent l'un à côté de l'autre, l'espace entre chaque poste doit prendre en compte la gêne possible du fait : que l'opérateur de gauche soit droitier et que l'opérateur de droite soit gaucher.

F14 - Conduite des installations - Disposition des organes du système de commande

Les dispositifs de signalisation et les organes de commande sont :

- disposés dans le même ordre, s'ils sont utilisés selon une séquence fixe,
- placés dans l'ordre de contrôle,
- facilement identifiables par leur position dans l'espace,
- facilement et rapidement accessibles pour les plus fréquents ou ceux intervenant sur la sûreté d'utilisation de la machine.

Précisions normatives

EN 894-1 (§ 4.1.3)

Ce type d'organisation aide l'opérateur à se remémorer la séquence opératoire, et réduit à la fois les temps de réponse et les risques d'erreurs.

Si les dispositifs de signalisation et organes de service ne sont pas utilisés selon une séquence fixe, il convient que leur regroupement soit déterminé en fonction des aspects suivants :

- l'importance pour la sûreté de la machine,
- la fréquence d'utilisation dans le fonctionnement courant de la machine,
- l'utilisation combinée d'éléments dans une sous - séquence.

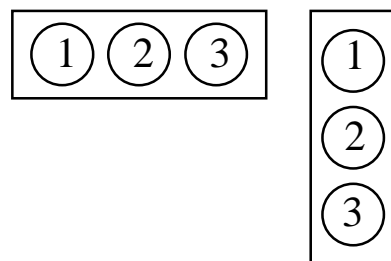
EN 894-1 (§ 4.2.6)

Si des séquences d'activités exigent la lecture du dispositif de signalisation dans un ordre prédéterminé ou si elles sont liées à des machines qui ont un ordre numéroté, les dispositifs de signalisation doivent être placés dans le même ordre et doivent se lire de gauche à droite ou de haut en bas du panneau.

Préconisations

- Pour simplifier l'identification et minimiser les risques de manœuvres incorrectes, les boutons lumineux du pupitre de commande doivent être regroupés en sous-ensemble en considérant les critères suivants : types d'opérations, fonctions, séquences d'utilisation ou procédures de manœuvre, fréquences d'utilisation, modélisation de l'implantation de la machine.

- Si les boutons lumineux sont regroupés par type d'opérations, et qu'il existe une séquence entre ces opérations, il est recommandé de disposer les commandes et les signaux relatifs à cette séquence dans l'ordre (de gauche à droite ou de haut en bas) correspondant au déroulement de celle-ci.



- L'indication sur la nature du bouton de commande ou du voyant (départ cycle, remise en cycle...) doit être placée au-dessus de chacun d'eux pour diminuer les risques d'erreurs de manipulation.
- En règle générale, il convient de placer le bouton coup de poing d'arrêt d'urgence (entouré d'un cercle jaune) de manière à le rendre très accessible à l'opérateur et aux tiers, de préférence à la partie inférieure du pupitre ou du tableau de commande. Il doit être facilement identifiable et utilisable grâce à sa couleur (rouge) et sa taille.
- Il faut faire ressortir de l'installation uniquement les éléments nécessaires à l'activité de l'opérateur.

F15 - Conduite des installations - Couleurs des dispositifs de signalisation et de commande

Les dispositifs de signalisation et du système de commande sont facilement identifiables par un code couleur.

Précisions normatives

EN 894-2 (§ 4.2.6)

Pas de précision

EN 61310-1 (§ 5.2)

Les couleurs doivent être choisies en fonction de l'information à fournir. Les couleurs des dispositifs indicateurs et des organes de service doivent être conformes au tableau suivant :

Couleur	Signification		
	Sécurité des personnes	Conditions de la machine ou du procédé	Etat de l'équipement
Rouge	Danger / interdiction	Urgence	Pas de signification générale
Jaune	Attention	Anormal	
Vert	Sûr	Normal	
Bleu	Obligatoire		
Blanc, gris, noir	Pas de signification particulière affectée		

Préconisations

- La norme **EN 60073** reprend les données du tableau précédent et les applique à la conception des voyants et boutons-poussoirs:

COULEUR	FONCTION BOUTONS-POUSOIRS NON LUMINEUX	FONCTION BOUTONS-POUSOIRS LUMINEUX	FONCTION VOYANTS LUMINEUX
ROUGE	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêt • Mise hors service • Mise hors tension 	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêt • Réarmement 	Alarme signalisation de défauts ou conditions anormales nécessitant une action de l'opérateur.
JAUNE	<ul style="list-style-type: none"> • Marche intervention • Exécution 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en marche • Marche 	<ul style="list-style-type: none"> • Attention / avertissement • Demande d'intervention • Organe hors de sa position
VERT	<ul style="list-style-type: none"> • Marche • Mise en service • Mise sous tension • Préparation 	<ul style="list-style-type: none"> • Marche • Autorisation de départ cycle 	<ul style="list-style-type: none"> • Machine prête
BLEU	Toute fonction sans couleur spécifique		
NOIR	<ul style="list-style-type: none"> • Marche • Mise en service • Exécution 		
BLANC INCOLORE		<ul style="list-style-type: none"> • Mise sous tension d'un circuit • Mise en marche d'une fonction 	<ul style="list-style-type: none"> • Circuit sous tension • Condition permanente de fonctionnement normal

- Les dispositifs d'arrêt d'urgence doivent être de couleur ROUGE.
- Le nombre de couleurs doit être limité (**5** pour les images statiques, **3** seulement pour les interfaces dynamiques) pour que la différenciation par les opérateurs soit rapide et fiable.
- Chaque couleur ne doit représenter qu'une seule catégorie de données. Les changements d'état doivent être identifiés par des voyants spécifiques.

F16 - Conduite des installations - Respect des conventions

Les conventions usuelles ou les stéréotypes sont respectés.

Précisions normatives

EN 894-1 (§ 4.4)

Les stéréotypes de la population et autres attentes des utilisateurs quant au mode de fonctionnement de l'interface homme/machine sont des paramètres importants pour déterminer comment un opérateur utilisera un organe de service ou un dispositif de signalisation particulier.













En situation de stress, on peut s'attendre à ce que les opérateurs reviennent aux stéréotypes de leur population, même s'ils ont été formés pour agir de manière opposée.

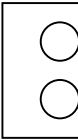
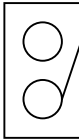
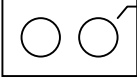
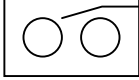
La fonction, le mouvement et l'emplacement des moyens de commande et de signalisation doivent correspondre aux attentes de l'opérateur, qu'elles résultent de son expérience professionnelle ou de sa formation.


EN 60447

La corrélation entre le sens de l'action manuelle sur un organe de manœuvre et le sens de l'effet final obtenu par cette action est spécialement importante au regard de la sécurité, lorsqu'une fausse manœuvre peut occasionner des dommages ou lorsque des actions fréquentes ou rapides sont nécessaires.

Les tableaux suivant établis d'après la norme **EN 60447**, listent des actions et leurs effets attendus.

Nature de l'organe de manœuvre	Sens de l'action	Effet Attendu du Déplacement
Volant, manette, bouton etc.	horaire 	 
	antihoraire 	 
Poignée, levier, etc. à mouvement conventionnellement rectiligne	vers le haut	
	vers le bas	
	vers la droite	
	vers la gauche	
	s'éloignant de l'opérateur	
	s'approchant de l'opérateur	

Nature du jeu d'organes		Nature de l'action	Point d'application de l'action	
Jeu de poignées, boutons-poussoirs tiges, tirettes etc., à effets antagonistes	L'un au-dessus de l'autre	Pressions, tractions, etc.	 Action sur l'organe supérieur	 Action sur l'organe inférieur
	L'un à côté de l'autre		 Action sur l'organe de droite	 Action sur l'organe de gauche

Nature du jeu d'organes	Nature de l'action	Classification de l'action
Terminal à écran de visualisation avec manipulateur XY	Mouvement et actionnement	 Direction de l'action et point d'application : hors classification, dans la mesure du possible appliquer les règles précédentes.
Clavier	Frappe de touches	
Surface sensible	Toucher	

F17 - Conduite des installations - Choix des dispositifs d'affichage

Les dispositifs d'affichage sont adaptés aux types d'observation à effectuer :

- affichage numérique pour une valeur mesurée,
- affichage analogique pour repérer une tendance dans un espace de tolérance,
- affichage avec mémoire pour suivre des évolutions.

Précisions normatives

EN 894-2 (§ 4.2.5)

Lorsqu'un dispositif de signalisation est utilisé, trois types fondamentaux d'observations sont réalisés et sont souvent exigés presque simultanément. Ces types d'observations sont :

- **Lecture d'une valeur mesurée**

La lecture d'une valeur mesurée (observation quantitative) est une tâche de perception dans laquelle une valeur indiquée est notée. Dans ce but, on suppose que la vitesse de modification de l'indication est suffisamment faible pour permettre une observation précise. Les chiffres des affichages numériques ne doivent pas varier plus vite que deux fois par seconde.

- **Lecture au vol**

La lecture au vol est une tâche au cours de laquelle une vérification est faite par un coup d'œil rapide de manière à voir si la valeur indiquée correspond à une valeur prédéterminée, ou si la valeur se situe dans un domaine de tolérance déterminé.

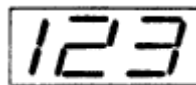
- **La surveillance des modifications d'une valeur**

La surveillance des modifications des valeurs mesurées constitue une tâche au cours de laquelle l'observateur note la direction et la vitesse de modification des valeurs mesurées. Ce type d'observation est caractéristique des tâches de conduite de process.

Préconisations

Le choix des dispositifs de signalisation s'effectue en fonction de la tâche :

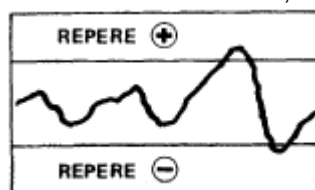
- Affichage numérique pour effectuer des relevés précis :



- Affichage analogique sans mémoire pour repérer des tendances ou régler un paramètre :



- Affichage analogique avec mémoire pour suivre des évolutions, favoriser les diagnostics et les anticipations :



F18 - Conduite des installations - Affichage analogique

Dans le cas d'affichages analogiques :

- les aiguilles occupent la même position angulaire pour indiquer l'état normal,
- les zones bonnes sont matérialisées en vert et les zones mauvaises en rouge.

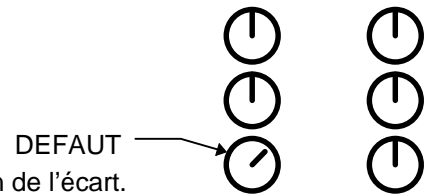
Précisions normatives

EN 894-2 (§ 4.2.6)

Un affichage analogique est un affichage dans lequel l'information d'état est représentée par une longueur, un angle ou une autre grandeur physique. Dans le cas d'affichages visuels, l'information peut être représentée par le déplacement d'une aiguille, la longueur d'un diagramme à barres ou une grandeur visuelle similaire. Dans le cas de dispositifs de signalisation sonore, l'information peut être présentée comme une fonction de la tonie ou de la sonie. Dans le cas de dispositifs de signalisation tactile, l'information peut être représentée par la vibration d'affichage (fréquence ou amplitude), ou par le déplacement de l'affichage.

Pour faciliter au maximum la détection de conditions anormales, les dispositifs de signalisation doivent être placés de manière que toutes les aiguilles occupent la même position angulaire lorsqu'elles indiquent l'état normal (voir figure).

Le regroupement homogène des affichages à aiguilles améliore la détection de l'écart.



Préconisations

- Adapter les échelles pour que les aiguilles d'affichages analogiques regroupés indiquent leur état normal par la même position.
- Indiquer par une couleur (vert) les zones où la mesure est considérée comme normale, et par une autre (rouge) celles où la mesure est anormale.

F19 - Conduite des installations - Choix des signaux

Les signaux relatifs à la sécurité sont conçus de façon que leur signification soit évidente, claire et sans ambiguïté pour l'utilisateur.

Précisions normatives

EN 61310-1 (§ 4.1)

Des signaux actifs doivent être utilisés pour signaler un risque (phénomène dangereux) et pour demander à des personnes de prendre des mesures particulières.

Des signaux passifs doivent être utilisés pour avertir en cas de probabilité permanente de risque, ou pour fournir une information sur l'emplacement, par exemple des issues de secours ou des dispositifs d'arrêt d'urgence.

Si possible, on doit utiliser des signaux visuels.

Des moyens supplémentaires aux signaux visuels, tels que des signaux auditifs ou tactiles, doivent être choisis et utilisés dans les cas où :

- l'opérateur a une déficience visuelle (cécité, daltonisme),
- l'opérateur a besoin de regarder ailleurs en manipulant ou actionnant des commandes,
- les personnes exposées sont hors de vue de l'opérateur,
- les personnes exposées ne peuvent pas voir les signaux d'avertissement.

Le tableau ci-dessous, tiré de la norme, donne quelques exemples de signaux :

Signal	Visuel	Auditif	Tactile
Actif	Marche/arrêt ou changement de : <ul style="list-style-type: none"> • couleur • luminosité • contraste • saturation Clignotement Changement de position	Marche/arrêt ou changement de : <ul style="list-style-type: none"> • fréquence • intensité (niveau sonore) Type de son	Vibration Changement de position Clic/crac Positionnement à réaction positive
Passif	Signal de sécurité Signal supplémentaire Marquage Forme, couleur.	Silence	Forme Rugosité de la surface Relief Position relative

F20 - Chargement et déchargement des pièces - Rythme de l'opérateur

- Le rythme de l'opérateur n'est pas strictement lié au cycle d'une machine automatique ou semi-automatique.
- La régulation est de niveau ≤ 3 (référence : **Méthode d'analyse ergonomique Renault**). Le résultat est apprécié en fonction des objectifs du projet.

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.5)

L'indépendance de l'opérateur peut être assurée par des stocks tampons, dispositifs d'alimentation, robots, etc.

Préconisations

- Pour l'exécution en continue des tâches de chargement et déchargement, on peut réguler la dépendance :
 - en faisant valider le départ cycle par l'opérateur,
 - ou en créant des encours.

Le critère « régulation » de la méthode d'analyse ergonomique Renault permet d'évaluer la contrainte selon une échelle en **cinq** niveaux. La régulation est acceptable pour les niveaux ≤ 3 (voir la fiche d'évaluation en annexe 1).

- S'il y a exécution de tâches multiples, il faut créer des encours en entrée et/ou en sortie dont la taille est fonction :
 - de la séquence d'activité la plus longue, qui ne peut être interrompue (contrôle, changement d'outils...),
 - des temps de pause, si l'on veut que l'installation fonctionne durant les pauses.La méthode d'analyse ergonomique de Renault ne s'applique pas à ce type de situation.
- Le rapprochement de l'approvisionnement et de l'évacuation, par exemple en concevant une ligne en U offre plusieurs avantages :
 - la réduction des déplacements des opérateurs,
 - une plus grande souplesse dans l'organisation de l'exploitation,
 - une réduction des convoyeurs lorsqu'il y a un retour de palettes,
 - un gain sur la logistique.

F21 - Chargement et déchargement des pièces - Postures

- Il n'y a pas de postures inconfortables, de torsions et de flexions importantes du corps, de mouvements susceptibles de provoquer des maladies ou lésions corporelles, y compris en modes dégradés. L'appui du corps est approprié pour éviter les postures en déséquilibre.
- La contrainte de posture est de niveau ≤ 3 (référence méthode d'analyse ergonomique Renault). Le résultat est apprécié en fonction des objectifs du projet.

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.1.2)

La conception de l'équipement de travail doit respecter les principes suivants :

- les postures inconfortables, les torsions et les flexions du corps par exemple, ainsi que les activités prolongées entraînant une fatigue corporelle doivent être évitées,
- il faut assurer une posture et un soutien appropriés du corps. Ces soutiens doivent être dimensionnés et positionnés de manière à éviter les postures déséquilibrées.

Préconisations

Le critère « posture » de la méthode d'analyse ergonomique Renault permet d'évaluer la contrainte selon une échelle en cinq niveaux. La posture est acceptable pour les niveaux ≤ 3 indiqués dans l'extrait de la fiche d'évaluation ci-dessous.

POSTURE					Niveau Global du poste : Niveau maximal observé pondéré par la somme des fréquences ou des temps de maintien		
POSITION DU TRONC			POSITION DES MEMBRES SUPERIEURS		< 20% tcy ou < 50 f/h	20% à 30% tcy ou 50 à 100 f/h	> 30% tcy ou > 100 f/h
FRONTALE SANS APPUI	FRONTALE AVEC APPUI	LATERALE	POSITION DES MAINS ET DES BRAS	SOLLICITATIONS ARTICULAIRES			
 Légèrement penché 10° à 30° <input type="checkbox"/>	 Penché 30° à 45° <input type="checkbox"/>	Légèrement penché sur le côté <input type="checkbox"/> Légère torsion <input type="checkbox"/>	Mains entre le coeur et l'épaule <input type="checkbox"/>		2		3
 Penché 30° à 45° <input type="checkbox"/>	 Penché ≥ 45° <input type="checkbox"/>	Penché sur le côté <input type="checkbox"/> Torsion importante <input type="checkbox"/>	 Mains au niveau de la tête <input type="checkbox"/> Coude au niveau des épaules <input type="checkbox"/> Bras tendus sans appui <input type="checkbox"/>	Hyperextension ou hyperflexion prolongée du poignet <input type="checkbox"/> Serrages ou pressions intenses répétés avec les doigts <input type="checkbox"/> Mouvements répétés de supination maximale <input type="checkbox"/>	3		4
 Penché ≥ 45° <input type="checkbox"/> Penché en arrière <input type="checkbox"/> Accroupi ou à genoux <input type="checkbox"/>		Très penché sur le côté <input type="checkbox"/> Torsion proche de 90° <input type="checkbox"/> Flexion + Rotation du tronc <input type="checkbox"/>	Risque de pathologie ostéo-articulaire (y compris lombaire) <input type="checkbox"/>		4		5

F22 - Chargement et déchargement des pièces - Préhension des pièces

- Il est possible d'assurer une bonne prise et un bon équilibre des pièces.
- La prise et le positionnement se font sans risques de chute des pièces ou de coincement des mains, y compris en modes dégradés.

Précisions normatives**EN 614-1** (§ 4.1.4)

Les éléments de préhension doivent être étudiés, choisis et disposés de sorte que l'application de l'effort physique nécessaire soit aussi faible que possible sans que l'application de ces principes ait des effets négatifs sur la santé et la sécurité.

Le positionnement doit se faire sans risque de chute des pièces ou de coincement des mains.

F23 - Chargement et déchargement des pièces - Efforts de manutention

- Les efforts physiques pendant l'exécution de la tâche sont limités à des niveaux acceptables, y compris en modes dégradés.
- La contrainte d'effort est de niveau ≤ 3 (référence méthode d'analyse ergonomique Renault). Le résultat est apprécié en fonction des objectifs du projet.

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.1.4)

Ces niveaux dépendront, en ce qui concerne la manutention, du poids, de la forme, de la taille, de la répartition des masses et de la position des objets.

Préconisations

Le critère « effort » de la méthode d'analyse ergonomique Renault permet d'évaluer la contrainte selon une échelle en cinq niveaux. L'effort est acceptable pour les niveaux ≤ 3 indiqués dans l'extrait de la fiche d'évaluation ci-dessous.

EFFORT

	Fréquence de répétition par heure	Poids ou Efforts (Kg ou DaN)									
		0,3 à < 1,5	1,5 à < 2,5	2,5 à < 4	4 à < 6	6 à < 9	9 à < 12	12 à < 16	16 à < 21	21 à < 28	≥ 28
$\leq 5\%$	≤ 5	1	1	1	2	2	3	3	3	④	⑤
6 à $\leq 10\%$	6 à ≤ 30	1	1	2	2	3	3	3	④	④	⑤
11 à $\leq 20\%$	31 à ≤ 60	1	2	2	3	3	3	④	④	⑤	⑤
21 à $\leq 30\%$	61 à ≤ 90	1	2	3	3	3	④	④	⑤	⑤	
31 à $\leq 40\%$	91 à ≤ 140	2	3	3	3	④	④	⑤	⑤		
41 à $\leq 60\%$	141 à ≤ 220	2	3	3	④	④	⑤	⑤			
61 à $\leq 80\%$	221 à ≤ 330	3	3	④	④	⑤	⑤				
81 à $\leq 90\%$	331 à ≤ 500	3	④	④	⑤	⑤					
91 à 100%	≥ 500	3	④	⑤	⑤						

Préconisations d'aides à la manutention

- ④ Assistance nécessaire pour les personnes ayant une restriction au port de charge lourde
- ④ Assistance préconisée, avec la possibilité : soit de prendre plusieurs pièces à la fois, soit d'utiliser l'assistance à d'autres fonctions que la manutention.
- ⑤ Assistance obligatoire
- ⑤ Automatisation ou assistance permettant de prendre plusieurs pièces à la fois, ou mise en place de verrous organisationnels

CONDITIONS Si l'une des conditions suivantes s'applique, multiplier le poids réel par 2 dans la grille ci-contre.

- Retournement de la charge avec risque de détérioration.
- Prise et maintien de la charge avec les bras écartés ou tendus.
- Positionnement ou accrochage délicat avec un maintien en équilibre prolongé d'une seule main.
- Prise des pièces du bout des doigts et/ou forte sollicitation des doigts ou du poignet.
- Charge non rigide ou sans prise franche.
- Charge soulevée en position assise.
- Direction de l'effort en abduction (écartement des bras vers l'extérieur)

Dans tous les cas, l'utilisation d'une assistance doit être aisée et ne doit pas induire un temps plus long pour la manipulation des pièces.

F24 - Contrôle des pièces - Informations et moyens

Toutes les informations (plans de contrôle, documentation...) et tous les moyens nécessaires pour l'exécution de la tâche, sont mis à la disposition de l'opérateur.

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.2)

Pas de précision

Préconisations

- Le plan de contrôle doit spécifier au plus tôt ce dont l'opérateur a besoin en termes d'informations et de moyens pour valider (ou non) la qualité d'une pièce en réduisant au minimum les différences d'interprétation.
- Les besoins sont déterminés en fonction du feed-back nécessaire pour la conduite des installations. On distingue en particulier :
 - le contrôle bord de ligne qui permet un retour rapide d'informations partielles pour l'opérateur, par exemple après un changement d'outils ou d'outillages,
 - les contrôles plus exhaustifs, tels que les contrôles 3D, pour un retour d'informations à des fréquences plus faibles.
- La documentation au poste doit être claire et compréhensible.
- Le niveau d'éclairage doit être renforcé au-dessus du poste de contrôle et adapté à la finesse des défauts à détecter. Par exemple :
 - **750 lux** pour le travail des petites pièces,
 - **1500 à 2000 lux** pour un travail très délicat ou sur de très petites pièces.

F25 - Contrôle des pièces - Postures, préhension, efforts

- **Il n'y a pas de postures inconfortables, de torsions et de flexions importantes du corps, de mouvements susceptibles de provoquer des maladies ou lésions corporelles. L'appui du corps est approprié pour éviter les postures en déséquilibre.**
- **Il est possible d'assurer une bonne prise et un bon équilibre des objets.**
- **La prise et le positionnement se font sans risques de chute des objets ou de coincement des mains.**
- **Les efforts physiques pendant l'exécution de la tâche sont limités à des niveaux acceptables. Il n'y a pas de tension musculaire statique prolongée.**

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.1.2)

La conception de l'équipement de travail doit respecter les principes suivants :

- les postures inconfortables, les torsions et les flexions du corps par exemple, ainsi que les activités prolongées entraînant une fatigue corporelle doivent être évitées,
- il faut assurer une posture et un soutien appropriés du corps. Ces soutiens doivent être dimensionnés et positionnés de manière à éviter les postures déséquilibrées.

EN 614-1 (§ 4.1.4)

Toute tension musculaire statique prolongée (telle que celle qui est causée par le maintien des mains ou des bras en position élevée) doit être évitée.

Préconisations

- Les postures adoptées pour, prendre, déposer et retirer les pièces, sont déterminées par :
 - la hauteur du plan de travail, hors montage de contrôle,
 - la hauteur du montage de contrôle,
 - les modalités d'introduction de la pièce dans le montage.
- Les risques ou difficultés sont déterminés par :
 - les caractéristiques des pièces (glissantes, chaudes...),
 - le poids des pièces,
 - les conditions de préhension,
 - les postures adoptées pour prendre, déposer et retirer les pièces,
 - les postures adoptées pour contrôler les pièces.

- Pour les pièces ayant un poids de **9 kg** et plus, il faut prévoir :

de 9 à <16 kg	de 16 à < 21 kg	21 à < 28 kg	28 kg et plus
<ul style="list-style-type: none"> • Une table à rouleaux ou tout système facilitant le glissement de la pièce. • Une aide au basculement des pièces, notamment dans le cas de risques de rayure. 	<ul style="list-style-type: none"> • Une assistance si l'une ou l'autre des conditions suivantes s'applique : <ul style="list-style-type: none"> • la posture est inconfortable* et la fréquence supérieure à 30 fois / heure, • la fréquence est supérieure à 60 fois / heure, • les conditions de préhension sont mauvaises : bras écartés, prise du bout des doigts, retournement de la pièce avec un risque de détérioration, risques de glissement ou de coincement... 	<ul style="list-style-type: none"> • Une assistance si l'une ou l'autre des conditions suivantes s'applique : <ul style="list-style-type: none"> • la posture est inconfortable* et la fréquence supérieure à 5 fois / heure, • la fréquence est supérieure à 30 fois / heure, • les conditions de préhension sont mauvaises : bras écartés, prise du bout des doigts, retournement de la pièce avec un risque de détérioration, risques de glissement ou de coincement... 	<ul style="list-style-type: none"> • Une assistance obligatoire.

* selon la méthode d'analyse ergonomique Renault, une posture est considérée comme inconfortable aux niveaux **4** et **5** (voir la grille en fiche n° 21).

Lorsque les séquences de contrôle durent plusieurs minutes, prévoir la possibilité d'effectuer le contrôle en position assise.

F26 - Changement des outils et outillages - Informations

Toutes les informations nécessaires pour l'exécution de la tâche sont mises à la disposition de l'opérateur, pour ne pas lui imposer des exigences inacceptables en terme de rapidité d'intervention

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4)

Pas de précision

Préconisations

- Les dispositifs adéquats d'information permettent de contrôler l'état des outils et de programmer et garantir la fiabilité des changements.
- Les opérateurs doivent connaître pour chaque outil :
 - le nombre de cycles effectués depuis le dernier changement,
 - la fréquence théorique de changement,
 - la précédente fréquence réelle, voire les 2 précédentes,
 - le seuil d'alerte.
- Ces informations doivent permettre aux opérateurs de rester maître dans la prise de décision, afin de regrouper éventuellement plusieurs changements d'outils, et de limiter ainsi le temps d'arrêt des machines.

F27 - Changement des outils et outillages - Postures, préhension, efforts

- **Il n'y a pas de postures inconfortables, de torsions et de flexions importantes du corps, de mouvements susceptibles de provoquer des maladies ou lésions corporelles.**
- **Il est possible d'assurer un bon équilibre et une bonne préhension des objets tenus à la main.**
- **La prise et le positionnement se font sans risques de chute des objets ou de coincement des mains.**
- **Les efforts physiques pendant l'exécution de la tâche sont limités à des niveaux acceptables. Il n'y a pas de tension musculaire prolongée.**
- **Les forces sont de faible niveau pour les mouvements exigeant un niveau élevé de précision.**
- **L'association de la posture et du poids des outils ou outillages ne fait pas apparaître de risques dorso-lombaires.**

Précisions normatives**EN 614-1** (§ 4.1.2)

- Des accessoires doivent être prévus pour les manipulations nécessitant un degré élevé de précision (treuils, barres d'appui, butées, etc.). L'espace de travail doit être suffisamment dimensionné pour de tels accessoires.
- Les mouvements de rotation exigeant l'application de forces de grande amplitude doivent être évités ; ceci vaut notamment pour les positions extrêmes des articulations de la main / du bras.
- Toute tension musculaire statique prolongée (telle que celle qui est causée par le maintien des mains ou des bras en position élevée) doit être évitée. Le poids de l'équipement tenu à la main peut être une cause importante de fatigue musculaire lorsque des durées d'utilisation prolongée sont exigées et, en conséquence son incidence doit être réduite, par exemple en soutenant ledit équipement avec un système de suspension.

Préconisations

Plans et volumes de travail

Les zones d'atteinte sont fonction du poids des outils et outillages et doivent s'inscrire à l'intérieur des limites ci-contre.

Ces limites s'entendent :

- avec une torsion maximale de **15°**,
- sans maintien des pièces dans ces positions extrêmes.

Il faut éviter en particulier :

- les postures penchées à plus de **45°**,
- les torsions à plus de **30°**,
- les bras au-dessus du niveau des épaules.

Les positions en partie basse (hauteur de **500 à 600 mm**) sont acceptables dans la mesure où l'opérateur peut plier les jambes.

Prévoir systématiquement un évidement pour les pieds, afin de permettre à l'opérateur :

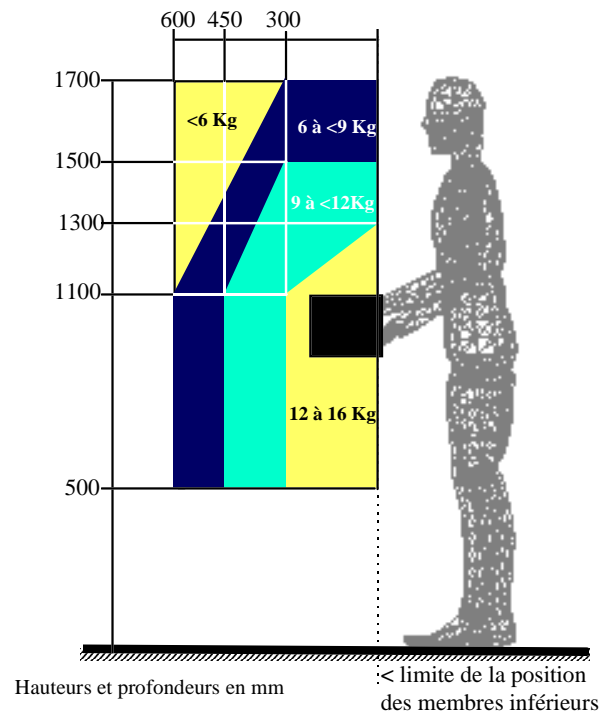
- de se rapprocher au maximum,
- de se mettre en appui sur les membres inférieurs.

Pour les poids supérieurs à 16 kg, mettre en place une assistance selon les préconisations indiquées dans la fiche F25 - Contrôle des pièces - Postures, préhension, efforts.

Préhension

Il est recommandé :

- De veiller à la bonne conception des points de préhension, pour éviter en particulier des positions inconfortables de la main et de l'avant-bras, ainsi que les risques de coincement lors du changement des outils.
- De supprimer les obstacles gênants pour la prise des outils ou les risques de coupures et de heurts,
- D'utiliser des supports adaptés ou des dispositifs de blocage mécanique des pièces, des systèmes de suspension avec équilibreurs pour les outils lourds.
- De prendre en considération le port de gants qui modifie la sensibilité.



F28 - Changement des outils et outillages - Ouvertures et orifices d'accès

Les dimensions des orifices d'accès :

- respectent les préconisations normatives,
- tiennent compte de la tâche à réaliser et des moyens utilisés.

Précisions normatives

EN 547-1 et **EN 547-2**

Ces normes donnent les dimensions des ouvertures et passages pour chaque partie du corps devant accéder au travers de celles-ci : haut du corps, bras, mains...

Préconisations

La largeur des ouvertures pour le passage des coudes et des épaules doit être :

- de **545 mm** pour un homme au **95^{ème} centile**
- plus l'espace nécessaire pour éviter les heurts,
- soit une largeur minimale de **745 mm**.

Une largeur plus importante doit être prévue s'il y a une nécessité de mobilité conséquente des membres supérieurs, notamment avec les coudes écartés.

F29 - Maintenance ou réglage - Exécution d'une fonction

- L'exécution d'une fonction est possible à partir de différents points, lorsqu'il y a des impératifs : de rapidité, de précision, de sécurité ou de santé.
- Des moyens adéquats sont mis en place pour permettre un retour efficace d'information sur les réglages ou mises au point effectués (ex. capteurs de position, pupitre mobile, vidéo...)

Précisions normatives**EN 894-1** (§ 4.3.1)

Prévoir les dispositions nécessaires pour des organes de service supplémentaires lorsque la redondance peut améliorer la sécurité dans son ensemble.

Certaines caractéristiques du système exigent parfois que l'exécution d'une fonction donnée soit possible à partir de différents points, pour que les impératifs de rapidité, de précision, de sécurité et de santé soient assurés.

Préconisations

Le pupitre de commande mobile permet, au personnel habilité à entrer dans l'installation, d'effectuer les opérations de réglage, au plus près possible de l'installation, sans être tributaire d'un intervenant au pupitre principal.

Dans ce cas, la commande des mouvements doit être effectuée :

- en mains prises et en action maintenue,
- à vitesse lente et effort réduit.

L'utilisation de ce pupitre annule les fonctions du pupitre principal.

F30 - Maintenance ou réglage - Espaces, ouvertures et orifices d'accès

- Les espaces et accès permettent d'éviter des torsions et flexions importantes du corps ou des positions en déséquilibre.
- Les espaces et orifices d'accès tiennent compte :
 - de la taille et de la corpulence,
 - des postures et gestuelles,
 - de l'emplacement de l'orifice par rapport à la personne,
 - de la fréquence et durée de la tâche,
 - du transport d'outils,
 - de la longueur de passage,
 - des types de vêtements et des équipements de protection,
 - du niveau de risque et de l'espace pour un mouvement rapide en urgence,
 - des conditions d'environnement (obscurité, chaleur, humidité, bruit, ventilation).

Précisions normatives

EN 547-1 et **EN 547-2**

Ces normes donnent les dimensions des ouvertures et passages pour chaque partie du corps devant accéder au travers de ceux-ci : haut du corps, bras, mains...

Préconisations

- Les organes de réglage, de graissage et d'entretien (distributeur, coffret électrique, détecteur,...) doivent être accessibles en toute sécurité et, chaque fois que possible, depuis le sol et en dehors des zones dangereuses. En cas d'impossibilité, il faut prévoir des moyens d'accès et d'interventions (plate-forme, escalier,...).
- Prévoir des platelages pour un accès en toute sécurité.
- Prévoir des assistances au port des éléments lorsque ceux-ci ont un poids supérieur à **16 kg** et que les postures sont mauvaises ou en déséquilibre.
- Dès la phase des études détaillées, il faut prévoir :
 - les conditions d'accessibilité du matériel de dépannage,
 - les moyens de levage intégrés aux machines,
 - les branchements sur les sources d'énergie (électriques, pneumatiques,...),
 - l'outillage spécifique aux moyens,
 - les passerelles permettant de limiter les déplacements et de réduire autant que possible les changements de niveaux.

F31 - Maintenance ou réglage - Efforts

- **Les efforts physiques pendant l'exécution de la tâche sont limités à des niveaux acceptables. Il n'y a pas de tension musculaire prolongée.**
- **Les forces sont de faible niveau pour les mouvements exigeant un niveau élevé de précision.**

Précisions normatives**EN 614-1** (§ 4.1.4)

Les contraintes imposées par l'équipement de travail sur la force physique de l'opérateur pendant l'exécution du travail doivent être limitées à des niveaux acceptables. Ces niveaux dépendront, en ce qui concerne la manutention, du poids, de la forme, de la taille, de la répartition des masses et de la position des objets, de la durée et de la fréquence d'application de l'effort, de la posture de l'opérateur (station assise ou debout) et de la trajectoire de ses mouvements, des règles et méthodes de travail appliquées, et des caractéristiques spécifiques de la population prévisible des opérateurs (par exemple le sexe, l'âge, la santé, les caractéristiques physiques et la formation de l'opérateur).

La conception des équipements de travail doit respecter les principes suivants :

- Lorsque l'effort physique à appliquer ne peut être exercé par des groupes de muscles capables de répondre aux exigences de force, il faudra prévoir la mise en place d'auxiliaires mécaniques.
- Toute tension musculaire statique prolongée (telle que celle qui est causée par le maintien des mains ou des bras en position élevée) doit être évitée. Le poids de l'équipement tenu à la main peut être une cause importante de fatigue musculaire lorsque des durées d'utilisation prolongées sont exigées et, en conséquence, son incidence doit être réduite, par exemple en soutenant ledit équipement avec un système de suspension.
- L'application de l'effort physique doit être réduite en utilisant autant que possible la pesanteur ou d'autres mesures.
- Les organes de service, éléments de préhension, poignées et pédales de l'équipement de travail doivent être étudiés, choisis et disposés de sorte que l'application de l'effort physique nécessaire soit aussi faible que possible sans que l'application de ce principe ait des effets négatifs sur la santé et la sécurité.
- En fonction des contraintes de force, de la taille, de la forme et de la position des organes de service, tout déséquilibre du corps et des membres doit être évité. En cas de nécessité d'utilisation prolongée et fréquente, l'utilisation des organes de service doit se faire en position assise.
- La répartition des masses des équipements tenus à la main doit assurer un bon équilibre.

F32 - Approvisionnement et évacuation des consommables et déchets - Postures et efforts

- Il n'y a pas de postures inconfortables, de torsions et de flexions importantes du corps, de mouvements susceptibles de provoquer des maladies ou lésions corporelles. L'appui du corps est approprié pour éviter les postures en déséquilibre.
- Les efforts physiques pendant l'exécution de la tâche sont limités à des niveaux acceptables. Il n'y a pas de tension musculaire prolongée.
- L'association de la posture et du poids de l'objet à soulever, ne fait pas apparaître de risques dorso-lombaires.

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.1.4)

Préconisations

L'approvisionnement et l'évacuation des consommables et déchets peuvent être des facteurs de risques et des causes de perte de rendement opératoire.

- Dès la phase de « préparation du schémas ou des études enveloppe », il faut identifier :
 - les consommables qui seront utilisés (cartons, huiles...),
 - la nature et la quantité de déchets produits par unité de temps (équipe, journée...).
- Lors de la phase de « conception détaillée ou d'étude détaillée », il faut étudier :
 - les solutions techniques pour l'évacuation des déchets, afin de réduire les zones polluées ou sales à l'intérieur et autour des installations,
 - la mise en place d'une assistance pour les poids supérieurs à **20 kg**.
- Pour des fréquences de changement de consommables faibles (**1 à 2** fois par mois), et pour des poids inférieurs à **28 kg**, on peut prévoir de faire effectuer l'approvisionnement ou l'évacuation par deux opérateurs, en lieu et place de l'assistance.
- Positionner les éléments à prélever, au minimum à **500 mm** du sol, et prévoir des poignées adaptées.

F33 - Opérations répétitives d'assemblage - Diversité et complexité

- La situation de travail n'impose pas à l'opérateur la mise en place de processus de traitement de l'information et de mémorisation trop exigeants.
- La complexité, c'est-à-dire le nombre de décisions à prendre dans un temps donné, est ni trop excessive, ni trop faible.
- En référence à la méthode d'analyse ergonomique Renault, la contrainte de décision est de niveau ≤ 3 (exceptionnellement de niveau 4 pour une régulation ≤ 2).

Précisions normatives

ISO 10075-2 (§ 4.2)

Si la complexité est excessive pour la population d'opérateurs envisagée, il convient d'utiliser des systèmes d'aide à la décision.

Il convient d'éviter une trop faible complexité, qui peut engendrer monotonie ou saturation.

Préconisations

La méthode d'analyse ergonomique Renault évalue la complexité en cinq niveaux de contraintes, au travers du critère « décision ». La contrainte de décision doit être :

- de niveau ≤ 3 pour une régulation de niveau **3** (fiche n°34),
- acceptable au niveau 4 pour une régulation < 3 .

• Diversité produit

- Limiter le nombre de références à **5** pour les pièces ou les éléments de type visserie, agrafes, ... Si plus de 5 références, le choix pour l'opérateur doit être redescendu à **5 maximum** par :
 - une action sur le produit,
 - la mise en place d'un picking ou d'un meuble à lampe (aide au choix).
- Assurer une identification physique de chaque référence par :
 - un code visuel (numérique, alphanumérique, signes, symboles, ...) dont la typographie est lisible et fortement discriminante,
 - une différenciation tactile.
- Limiter le temps et les déplacements entre la prise d'informations sur la référence et le prélèvement des pièces.
- Assurer une possibilité de contrôle par l'opérateur de l'approvisionnement de la bonne référence au bon emplacement (étiquettes identiques des **2** côtés, ...).
- Créer un découpage tendant à favoriser le contrôle aux postes en aval, de préférence dans la même UET.
- Préférer un fonctionnement de l'installation avec **moins de 4 rafales/heure**.
- Faire valider par l'opérateur le changement de rafale.

- **Montabilité**

- Mettre en place des détrompeurs.
- S'assurer que le positionnement soit évident, aisé et ne requiert pas une forte dextérité.
- Supprimer le travail en aveugle s'il est associé à un positionnement délicat ou à un risque d'erreur.

- **Complexité de la tâche**

- Limiter le nombre d'opérations à **10 par cycle**.
- Limiter au maximum le nombre d'outils (visseuses, pinces, marteau, crochet, pinceau, agrafeuses, cutter, ...), ainsi que la diversité d'embouts s'adaptant sur ces outils.
- Limiter autant que possible les cas d'interprétation possible pour les opérations de réglage et/ou de contrôle.
- Assurer un emplacement des approvisionnements et des outils en conformité avec le mode opératoire.

F34 - Opérations répétitives d'assemblage - Régulation

- **L'opérateur a la possibilité de réguler le déroulement des opérations qu'il effectue.**
- **En référence à la méthode d'analyse ergonomique Renault, la contrainte de régulation est de niveau ≤ 3 .**

Précisions normatives

ISO 10075-2 (§ 4.2)

Préconisations

La méthode d'analyse ergonomique Renault évalue les possibilités de régulation en cinq niveaux de contraintes, au travers du critère « régulation ». La contrainte de régulation doit être de niveau ≤ 3 .

Le critère régulation mesure la possibilité pour l'opérateur :

- de maîtriser les éléments de variabilité industrielle :
 - gestion de la diversité des opérations et des engagements,
 - gestion des aléas ou dysfonctionnements.
- d'atteindre les objectifs de production à chaque cycle de travail,
- de pouvoir varier légèrement son allure de travail en fonction de son état de santé physique et psychique,
- de poursuivre temporairement son activité durant les micros-attentes dues à des arrêts en amont ou en aval de son poste.

Pour favoriser la régulation, il est recommandé de prendre en compte les éléments suivants :

- Temps de cycle. Les possibilités de régulation diminuent avec la réduction des temps de cycle.
- Espace de travail dans le cas de l'avance du produit en continu (l'opérateur accompagne l'avancée du produit). L'espace de régulation est déterminé par les éléments techniques et organisationnels tels que : la longueur des tuyaux des outillages, le débattement des servantes, la gêne caractérisée des opérateurs en amont ou en aval, le type d'approvisionnement en bord de ligne...
- Modes opératoires. L'opérateur doit avoir la possibilité d'anticiper :
 - la prise de pièces et / ou les outils adéquats,
 - la prise d'informations (anticipation plusieurs cycles à l'avance de l'arrivée d'un produit spécifique).
- Synchronisation des actions. La synchronisation des séquences opératoires entre plusieurs opérateurs réduit les possibilités de régulations individuelles, en « imposant » un rythme coordonné.

F35 - Opérations répétitives d'assemblages - Postures

- Il n'y a pas de postures inconfortables, de torsions, de flexions importantes du corps, de mouvements susceptibles de provoquer des maladies ou lésions corporelles. L'appui du corps est approprié pour éviter les postures en déséquilibre.
- En référence à la méthode d'analyse ergonomique Renault, la contrainte de posture est de niveau ≤ 3.

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.1.2 et § 4.1.4)

Préconisations

La méthode d'analyse ergonomique Renault évalue les postures en cinq niveaux de contraintes. La contrainte de posture doit être de niveau ≤3. Le tableau ci-dessous reproduit un extrait de la fiche posture de cette méthode.

TRONC				TETE	MEMBRE SUPERIEUR		DOIGTS-MAIN POIGNET	MOBILITE MEMBRES INFERIEURS	NIVEAU
FLEXION		INCLI- NAISON	ROTATION		BRAS/MAIN				
sans appui ou avec durée ou effort	- avec appui (1) ou - durée ≤ 2 sec et effort ≤ 2 Kg				- durée > 5 sec ou - effort > 2 Kg	- durée ≤ 5 sec et - effort ≤ 2 Kg			
A3 10 à 30° (2)	B3 30 à 60° (2)	C3 10 à 30° (2)	D3 20 à 40° (2)		F3 Bras 30 à < 90° Main niveau Epaule	G3 Main niveau Tête ou Bras 90° ou Bras tendu en élévation	H3 <i>Voir tableau emmanchements et clipsages</i>	k3 - Debout statique sans possibilité de déplacement - Montée ou descente de 1 ou 2 marches mains libres - Piétinement en avant ou sur le côté avec posture de niveau 3 et sans gêne entre opérateurs	3
A4 30 à 60° (2)	B4 60 à 90° (2)	C4 30 à 60° (2)	D4 40 à 60° (2)	E4 Regard en hauteur entre 40 et 60°, avec durée > 5 sec. ou rotation >45°	F4 Main niveau Tête ou Bras 60 à 90° ou Bras tendu en élévation	G4 Main au dessus de la Tête ou Epaule rehaussée	H4 <i>Voir tableau emmanchements et clipsages</i> - Coups avec la main - Rotations répétées main-avant-bras - A-coups importants de vissage - Utilisation d'outil vibrant ou percutant - Flexion ou extension du poignet > 60°	k4 - Déplacements / mn entre 14 et 20 m - Escalade d'un obstacle entre 300 et 500 mm - Montée ou descente : - de 1 ou 2 marches mains occupées, - de plus de 2 marches mains libres, - Piétinement sur le côté avec posture de niveau 4 ou avec gêne entre opérateurs - Piétinement en arrière ≤ 30% du tcy - Accroupi ou à genoux avec durée ≤ 5 sec	4
A5 ≥ 60°	B5 ≥ 90°	C5 ≥ 60°	D5 ≥ 60°	E5 Forte extension arrière ou regard ≥ 60°	F5 Main au dessus de la tête ou Epaule rehaussée	H5 <i>Voir tableau emmanchements et clipsages</i> - Flexion ou extension du poignet > 60° et effort > 3Kg - Risque constaté d'affection périarticulaire	k5 - Déplacements / mn > 20 m - Escalade d'un obstacle > 500mm - Montée ou descente : - de 3 marches ou plus mains occupées, - de marche(s) avec port de charge encombrante - Piétinement en arrière > 30% du tcy - Accroupi ou à genoux avec durée > 5 sec	5	

- (1) Exemples d'Appuis Confortables
- entre le haut des cuisses et le nombril,
- appui sur une main,
- possibilité de décaler franchement les
pieds.
- (2) Cumul de Positions du Tronc. Si il y a
cumul de 2 positions aux limites, il faut
ajouter 1 niveau selon l'exemple suivant :
A3 à près de 30° et C3 à près de 30° ,
donne une Cotation niveau 4.
- (3) Cotation :
- 3 si l'effort associé à la posture de niveau
5 est ≤ 6 Kg,
- 4 si l'effort associé à la posture de niveau
5 est > 6 Kg.

"H" : EMMANCHEMENTS ET CLIPSAGES				
Effort exercé par les Doigts, en fonction de la surface de contact		Flexion - Extension de la Main		
Bonne	Mauvaise	< 30°	30 à 60°	> 60°
≤ 3 Kg	≤ 2 Kg	H2	H3	H4
> 3 à 6 Kg	> 2 à 4 Kg	H3	H4	H5
> 6 à 10 Kg	> 4 à 6 Kg	H4	H5	H5
> 10 Kg	> 6 Kg	H5	H5	H5

Niveau Maximal Observé	COTATION GLOBALE DU POSTE		
	≤ 10 f/h ou Durée ≤ 5% tcy	11 à 100 f/h ou Durée entre 6 et 30% tcy	> 100 f/h ou Durée > 30% du tcy
1	1	1	1
2	1	1	2
3	1	2	3
4	2	3	4
5	3/4 ⁽³⁾	4	5

F36 - Opérations répétitives d'assemblages - Efforts

- Les efforts physiques pendant l'exécution de la tâche sont limités à des niveaux acceptables.
- Les forces sont de faible niveau pour les mouvements exigeant un niveau élevé de précision.
- En référence à la méthode d'analyse ergonomique Renault, la contrainte d'effort est de niveau ≤ 3 .

Précisions normatives

EN 614-1 (§ 4.1.2 et § 4.1.4)

Préconisations

La méthode d'analyse ergonomique Renault évalue les efforts en cinq niveaux de contraintes. La contrainte d'efforts doit être de niveau ≤ 3 . Le tableau ci-dessous reproduit un extrait de la fiche effort de cette méthode.

Temps de maintien (% du temps de cycle)	Fréquence de répétition par heure	Efforts ou Poids (Kg)									
		≤ 1	>1 à 2	>2 à 4	>4 à 6	>6 à 9	>9 à 12	>12 à 15	>15 à 20	>20 à 25	>25
$\leq 5\%$	≤ 10	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5
6 à $\leq 10\%$	11 à ≤ 30	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5
11 à $\leq 20\%$	31 à ≤ 67	1	2	2	3	3	3	4	4	5	5
21 à $\leq 30\%$	68 à ≤ 120	1	2	3	3	3	4	4	5	5	
31 à $\leq 40\%$	121 à ≤ 190	2	2	3	3	4	4	5	5		
41 à $\leq 60\%$	191 à ≤ 290	2	3	3	4	4	5	5			
61 à $\leq 80\%$	291 à ≤ 490	3	3	4	4	5	5				
81 à $\leq 90\%$	491 à ≤ 720	3	4	4	5	5					
91 à 100%	≥ 721	3	4	5	5						

REGLE DE CALCUL

Lorsque des charges différentes sont manipulées, procéder à l'évaluation en utilisant les deux formules suivantes, et en retenant la cotation la plus défavorable :

- Poids moyen de toutes les charges >1 Kg et somme des fréquences ou durées de port de ces charges (voir nota).

- Poids de la charge la plus élevée (ou des charges les plus significatives) et fréquence ou durée de port de cette charge.

Nota :

- Un calcul en poids moyen «ajusté sur les fréquences» peut être opéré, lorsque la cotation se situe à la limite entre deux niveaux (voir le guide d'utilisation).

- Les charges ≤ 1 Kg ne sont prises en compte que lorsque toutes les charges sont inférieures à ce niveau.

COEFFICIENTS DE PONDERATION DES EFFORTS OU POIDS

Repères

Coefficient

P1	Rotation d'un plateau (ou système pivotant) à deux mains, avec un bon appui sur un sol non glissant	0,5
P2	Poussée ou Traction d'un chariot, avec un bon appui sur un sol non glissant	0,5
P3	Poussée ou Traction d'une assistance, avec un bon appui sur un sol non glissant	0,7
P4	Retournement de la charge avec risque de détérioration	1,5
P5	Prise et maintien (durée > 5 sec) de la charge avec les bras écartés (> 1000 mm) ou tendus (éloignement > 500 mm)	1,5
P6	Positionnement ou accrochage délicat avec un maintien en équilibre prolongé d'une seule main	1,5
P7	Charge non rigide, ou sans prise franche, ou avec un centre de gravité fortement décalé par rapport aux axes de la charge	1,5
P8	Prise ou dépose d'une charge > 6 Kg ou encombrante*, à une hauteur (position des mains) < 500 mm ou >1500 mm	1,5
P9	Port d'une charge > 6 Kg avec prise des pièces du bout des doigts	1,5
P10	Port d'une charge > 6 Kg avec montée ou descente d'une ou plusieurs marches	1,5
P11	Port d'une charge > 6 Kg avec déplacement obligé de plus de 5 m	1,5
P12	Effort en abduction avec une seule main (écartement du bras et de la main vers l'extérieur)	2
P13	Charge soulevée en position assise	2

5 Liste des documents cités

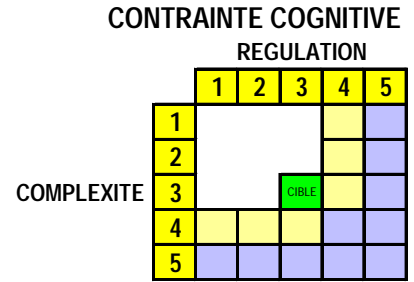
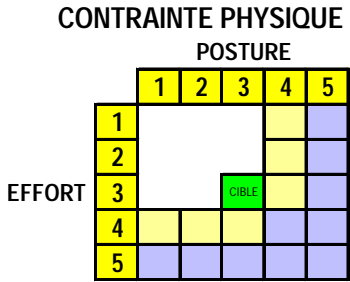
NOTE : Pour les documents non datés, la dernière version en vigueur s'applique.

- ISO 7730** : Ambiances thermiques modérées. Détermination des indices PMV et PPD et spécifications des conditions de confort thermique.
- ISO 10075-2** : Principes ergonomiques concernant la charge de travail mental. Partie 2: Principes de conception.
- EN 547-1** : Sécurités des machines. Mesures du corps humain. Partie 1 : Principes de détermination des dimensions requises pour les ouvertures destinées au passage de l'ensemble du corps dans les machines.
- EN 547-2** : Sécurités des machines. Mesures du corps humain. Partie 2 : Principes de détermination des dimensions requises pour les orifices d'accès.
- EN 563** : Sécurité des machines. Températures des surfaces tangibles. Données ergonomiques pour la fixation de températures limites des surfaces chaudes.
- EN 614-1** : Sécurité des machines. Principes ergonomiques de conception. Partie 1 : Terminologie et principes généraux.
- EN 894-1** : Sécurité des machines. Spécifications ergonomiques pour la conception des dispositifs de signalisation et des organes de service. Partie 1 : Principes généraux des interactions entre l'homme et les dispositifs de signalisation et organes de service.
- EN 894-2** : Sécurité des machines. Spécifications ergonomiques pour la conception des dispositifs de signalisation et des organes de service. Partie 2 : Dispositifs de signalisation.
- EN 1837** : Sécurité des machines. Eclairage intégré aux machines.
- EN 60073** : Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification. Principes de codage pour les dispositifs indicateurs et les organes de commande.
- EN 60447** : Interface homme-machine (IHM); principes de manœuvre.
- EN 61310-1** : Sécurité des machines. Indication, marquage et manœuvre. Partie 1: Spécifications pour les signaux visuels, auditifs et tactiles.
- NF X 35-103** : Ergonomie. Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des lieux de travail.
- NF X 35-104** : Postures et dimensions pour l'homme au travail sur machines et appareils.
- EB75.81.325** : Machines et installations industrielles. Sécurité. Conditions de travail. Acoustique. Spécifications techniques.
- EB75.82.125** : Machines et installations industrielles. Ergonomie. Spécifications techniques.
- Méthode d'analyse ergonomique Renault**
- ND 2052** : Documents INRS Cahier de notes documentaires Hygiène et sécurité du travail n° 167 , 2^{ème} trimestre 1997

	<h2 style="margin: 0;">FICHE D'ANALYSE ERGONOMIQUE</h2> <h3 style="margin: 0;">Activités Répétitives</h3>	N°
---	---	----

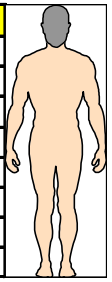
Site :	Département :	Atelier ou UET :
Produit / Organe / Ligne :		
Poste :		
Nombre d'opérateurs :	Temps de cycle :	Fréquence horaire :

SYNTHESE



ZONES ARTICULAIRES SOLLICITEES

one	Repère
Cervicales	
Dos	
Epaules	
Coudes	
Poignets	
Doigts	
Genoux	
Chevilles	



NATURE DES EXIGENCES COGNITIVES

COMPLEXITE
 Cocher les facteurs avec des démérites ≥ 3

FONCTIONNEMENT	
MACHINES - OUTILLAGES - OUTILS	
DIVERSITE PIECES et FIXATIONS	
APPROVISIONNEMENT - CONDITIONNEMENT	
MODE OPERATOIRE	
ACCESSIBILITE - POSITIONNEMENT PIECES	
GESTUELLE - DEXTERITE	
REGLAGE - CONTRÔLE	
CONTRÔLE D'ASPECT ou de CONFORMITE	
VIGILANCE	

REGULATION
 Cocher les facteurs avec des démérites ≥ 3

RYTHMES DE TRAVAIL	
ESPACES ET ENCOURS	
POSTE DE TRAVAIL	
VARIABILITE ACTIVITE DE TRAVAIL	
ORGANISATION	

SYNTHESE DES COTATIONS DES ETAPES PRINCIPALES	Cotation Complexité			
	Cotation Effort			
	Cotation Posture	P	E	C

OBSERVATIONS

Existence d'une Feuille d'Opération Standard : OUI NON Conformité du Mode Opérateur Observé avec la FOS : OUI NON

Fiche établie par :	Service :	Date :
---------------------	-----------	--------

Cette fiche constitue la référence pour l'évaluation des contraintes des postes de travail pour l'ensemble des sites de RENAULT dans le monde.
 Copyright RENAULT S.A. Version 3 - 2002

COMPLEXITE

FONCTIONNEMENT		démérite	
Taille des Rafales (nombre de pièces) * poste indifférent à la diversité	≥ 61	2	
	25 à 60 ou*	0	
Retenir la rafale la plus pénalisante, à l'exception des produits rares	7 à 24	3	
	≤ 6	6	
Variation du temps en Aléatoire écart entre mini et maxi, en fonction de la diversité, à l'exception des produits rares	≤ 10%	0	
	> 10% à 20%	2	
	> 20% à 30%	3	
	> 30%	6	
MACHINES - OUTILLAGES - OUTILS			
Conduite d'une Machine ou Assistance Complexe		2	
Nombre d'outils	≤ 2	0	
	3 à 4	2	
	5 à 9	3	
	≥ 10	6	
Disposition et Utilisation des outils et outillages			
Position au repos incohérente avec le mode opératoire		2	
Accès difficile pour le positionnement (manque de place...)		2	
Pas de bonne visibilité pour le positionnement		3	
Précision importante pour le positionnement (incidence qualité)		3	
DIVERSITE PIECES ET FIXATIONS			
Pièces	Nombre de références		
	2 à 4	5 à 9	≥ 10
Pièces encyclées, en synchro ou verrouillage	0	0	0
Aide au choix (signal lumineux, sonore...)	1	1	2
Pas d'aide, mais différenciation facile	2	3	4
Pas d'aide et différenciation difficile	3	4	5
Fixations	Nombre de références		
	2 à 4	5 à 9	≥ 10
Pièces encyclées, en synchro ou verrouillage	0	0	0
Aide au choix (signal lumineux, sonore...)	1	1	2
Pas d'aide, mais différenciation facile	2	3	4
Pas d'aide et différenciation difficile	3	4	5
Enregistrement de références sur ordinateur ou listing		2	
APPROVISIONNEMENT - CONDITIONNEMENT			
Nécessitant une grande attention car risque qualité produit		3	

MODE OPERATOIRE		démérite		
Nombre d'étapes principales	3 à 4	2		
	5 à 9	4		
	≥ 10	6		
Nombre de modes opératoires en fonction de la diversité produit/process	2 à 3	2		
	≥ 4	4		
Opération rare : produits rare < 5% du volume de product.		5		
ACCESSIBILITE - POSITIONNEMENT DE PIECES				
Obligation de déplacer des éléments (interférences)		3		
Accessibilité difficile (manque de place...)		3		
Pas de centreur ou d'indexage - Ajustement délicat ou difficile		3		
Pas de détrompeur et risque d'erreur de sens		3		
Passage difficile de câbles		3		
Risques de déformation des pièces, de rayures ou de coups		3		
Travail en aveugle, avec positionnement difficile		3		
GESTUELLE - DEXTERITE				
"Coup de main" particulier difficile à acquérir		2		
Complexe et/ou déterminante sur la qualité ou la sécurité		3		
Très spécifique (masticage, peinture, ponçage...)		5		
REGLAGE - CONTRÔLE				
Contrôle simple (gabarit, lecture de valeurs, signal lumineux)		2		
Opération avec interprétation du résultat (indexage visuel...)		3		
Op. complexe et déterminante sur la qualité, point CSR		5		
CONTRÔLE d'ASPECT ou de CONFORMITE				
Impliquant une attention soutenue		3		
Très important sur la qualité, sans retouche		4		
Important pour la qualité, avec retouche		6		
VIGILANCE				
Ambiance sonore élevée		2		
Eclairage inadapté		2		
Conditions climatiques ou d'aération défavorables		2		
Projections (particules de soudure, poussières...)		2		
Utilisation d'objets coupants ou de produits chimiques		3		
Risques de coincement, de coups, de heurts ou de chute		3		
Somme des Démérites des Facteurs				

COTATIONS

Temps de Cycle ou Fréquence Horaire	Somme des Démérites des Facteurs						
	≤ 5	6 à 9	10 à 13	14 à 18	19 à 23	24 à 28	≥ 29
t _{cy} ≥ 3 min fréq./h ≤ 20	1	2	2	3	3	4	5
0,9 ≤ t _{cy} < 3 min 20 < fréq./h ≤ 67	1	2	3	3	4	4	5
0,2 ≤ t _{cy} < 0,9 min 67 < fréq./h ≤ 300	2	3	3	4	4	5	5
t _{cy} < 0,2 min fréq./h > 300	2	3	4	4	5	5	5
Niveau de Contrainte du Poste							

	ETAPES PRINCIPALES			
	Nombre de Facteurs avec un Démérite ≥ 3			
	0	1 - 2	3 à 5	≥ 6
Niveau de Contrainte	2	3	4	5
Etapes Principales				Cotation

OBSERVATIONS

Copyright RENAULT S.A.



POSTURE

TRONC				TETE	MEMBRE SUPERIEUR			MOBILITE MEMBRES INFERIEURS	NIVEAU
FLEXION		INCLINAISON	ROTATION		BRAS/MAIN		DOIGTS-MAIN POIGNET		
sans appui ou avec durée ou effort	- avec appui (1) ou - durée ≤ 2 sec et effort ≤ 2 Kg				- durée > 5 sec ou - effort > 2 Kg	- durée ≤ 5 sec et - effort ≤ 2 Kg			
A1	B1 0 à 10° ou appui dorsal	C1 aucune inclinaison	D1 aucune rotation		F1 Bras < 30° Main sous niveau coeur	G1 Bras < 30° Main niveau Cœur	H1 Aucune Flexion ou Extension significative de la main	k1 Position dynamique : - assise-debout, ou - appui-fesse	1
A2 0 à 10°	B2 10 à 30°	C2 < 10°	D2 < 20°		F2 Bras < 30° Main niveau Cœur	G2 Bras 30 à < 90° Main niveau Epaule	H2 Voir tableau emmanchements et clipsages	k2 - Position assise statique - Debout avec possibilités de déplacements (ex. : ligne embarquée)	2
A3 10 à 30° (2)	B3 30 à 60° (2)	C3 10 à 30° (2)	D3 20 à 40° (2)		F3 Bras 30 à < 90° Main niveau Epaule	G3 Main niveau Tête ou Bras 90° ou Bras tendu en élévation	H3 Voir tableau emmanchements et clipsages	k3 - Debout statique sans possibilité de déplacement - Montée ou descente de 1 ou 2 marches mains libres - Piétinement en avant ou sur le côté avec posture de niveau 3 et sans gêne entre opérateurs	3
A4 30 à 60° (2)	B4 60 à 90° (2)	C4 30 à 60° (2)	D4 40 à 60° (2)	E4 Regard en hauteur entre 40 et 60°, avec durée > 5 sec. ou rotation >45°	F4 Main niveau Tête ou Bras 60 à 90° ou Bras tendu en élévation	G4 Main au dessus de la Tête ou Epaule rehaussée	H4 Voir tableau emmanchements et clipsages ou - Coups avec la main - Rotations répétées main-avant-bras - A-coups importants de vissage - Utilisation d'outil vibrant ou percutant - Flexion ou extension du poignet > 60°	k4 - Déplacements / mn entre 14 et 20 m - Escalade d'un obstacle entre 300 et 500 mm - Montée ou descente : - de 1 ou 2 marches mains occupées, - de plus de 2 marches mains libres, - Piétinement sur le côté avec posture de niveau 4 ou avec gêne entre opérateurs - Piétinement en arrière ≤ 30% du tcy - Accroupi ou à genoux avec durée ≤ 5 sec	4
A5 ≥ 60°	B5 ≥ 90°	C5 ≥ 60°	D5 ≥ 60°	E5 Forte extension arrière ou regard ≥ 60°	F5 Main au dessus de la tête ou Epaule rehaussée		H5 Voir tableau emmanchements et clipsages - Flexion ou extension du poignet > 60° et effort > 3Kg - Risque constaté d'affection périarticulaire	k5 - Déplacements / mn > 20 m - Escalade d'un obstacle > 500mm - Montée ou descente : - de 3 marches ou plus mains occupées, - de marche(s) avec port de charge encombrante - Piétinement en arrière > 30% du tcy - Accroupi ou à genoux avec durée > 5 sec	5

- (1) Exemples d'Appuis Confortables
- entre le haut des cuisses et le nombril,
- appui sur une main,
- possibilité de décaler franchement les pieds.
- (2) Cumul de Positions du Tronc. Si il y a cumul de 2 positions aux limites, il faut ajouter 1 niveau selon l'exemple suivant : A3 à près de 30° et C3 à près de 30°, donne une Cotation niveau 4.
- (3) Cotation :
- 3 si l'effort associé à la posture de niveau 5 est ≤ 6 Kg,
- 4 si l'effort associé à la posture de niveau 5 est > 6 Kg.

"H" : EMMANCHEMENTS ET CLIPSAGES				
Effort exercé par les Doigts, en fonction de la surface de contact		Flexion - Extension de la Main		
Bonne	Mauvaise	< 30°	30 à 60°	> 60°
≤ 3 Kg	≤ 2 Kg	H2	H3	H4
> 3 à 6 Kg	> 2 à 4 Kg	H3	H4	H5
> 6 à 10 Kg	> 4 à 6 Kg	H4	H5	H5
> 10 Kg	> 6 Kg	H5	H5	H5

Niveau Maximal Observé	COTATION GLOBALE DU POSTE		
	≤ 10 f/h ou Durée ≤ 5% tcy	11 à 100 f/h ou Durée entre 6 et 30% tcy	> 100 f/h ou Durée > 30% du tcy
1	1	1	1
2	1	1	2
3	1	2	3
4	2	3	4
5	3/4 ⁽³⁾	4	5



EFFORT

Temps de maintien (% du temps de cycle)	Fréquence de répétition par heure	Efforts ou Poids (Kg)									
		≤1	>1 à 2	> 2 à 4	> 4 à 6	> 6 à 9	> 9 à 12	>12 à 15	>15 à 20	>20 à 25	> 25
≤ 5%	≤ 10	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5
6 à ≤ 10%	11 à ≤ 30	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5
11 à ≤ 20%	31 à ≤ 67	1	2	2	3	3	3	4	4	5	5
21 à ≤ 30%	68 à ≤ 120	1	2	3	3	3	4	4	5	5	
31 à ≤ 40%	121 à ≤ 190	2	2	3	3	4	4	5	5		
41 à ≤ 60%	191 à ≤ 290	2	3	3	4	4	5	5			
61 à ≤ 80%	291 à ≤ 490	3	3	4	4	5	5				
81 à ≤ 90%	491 à ≤ 720	3	4	4	5	5					
91 à 100%	≥ 721	3	4	5	5						

REGLE DE CALCUL

Lorsque des charges différentes sont manipulées, procéder à l'évaluation en utilisant les deux formules suivantes, et en retenant la cotation la plus défavorable :

- Poids moyen de toutes les charges >1 Kg et somme des fréquences ou durées de port de ces charges (voir nota).

- Poids de la charge la plus élevée (ou des charges les plus significatives) et fréquence ou durée de port de cette charge.

Nota :

- Un calcul en poids moyen «ajusté sur les fréquences» peut être opéré, lorsque la cotation se situe à la limite entre deux niveaux (voir le guide d'utilisation).

- Les charges ≤ 1 Kg ne sont prises en compte que lorsque toutes les charges sont inférieures à ce niveau.

COEFFICIENTS DE PONDERATION DES EFFORTS OU POIDS

Repères

Coefficient

P1	Rotation d'un plateau (ou système pivotant) à deux mains, avec un bon appui sur un sol non glissant	0,5
P2	Poussée ou Traction d'un chariot, avec un bon appui sur un sol non glissant	0,5
P3	Poussée ou Traction d'une assistance, avec un bon appui sur un sol non glissant	0,7
P4	Retournement de la charge avec risque de détérioration	1,5
P5	Prise et maintien (durée > 5 sec) de la charge avec les bras écartés (> 1000mm) ou tendus (éloignement > 500mm)	1,5
P6	Positionnement ou accrochage délicat avec un maintien en équilibre prolongé d'une seule main	1,5
P7	Charge non rigide, ou sans prise franche, ou avec un centre de gravité fortement décalé par rapport aux axes de la charge	1,5
P8	Prise ou dépose d'une charge > 6 Kg ou encombrante*, à une hauteur (position des mains) < 500 mm ou >1500 mm	1,5
P9	Port d'une charge > 6 Kg avec prise des pièces du bout des doigts	1,5
P10	Port d'une charge > 6 Kg avec montée ou descente d'une ou plusieurs marches	1,5
P11	Port d'une charge > 6 Kg avec déplacement obligé de plus de 5 m	1,5
P12	Effort en abduction avec une seule main (écartement du bras et de la main vers l'extérieur)	2
P13	Charge soulevée en position assise	2

Règle d'utilisation des pondérations. Les pondérations ne s'appliquent que pour les charges > 2 Kg. Lorsqu'une pondération s'applique, multiplier l'effort ou le poids mesuré, par le coefficient, pour déterminer l'effort ou le poids pondéré à reporter dans la colonne "Effort pondéré" de la grille "description des étapes principales". Indiquer dans cette même grille, le repère (ex. P5) dans la colonne prévue à cet effet. Pour les pondérations P4 à P11, si deux pondérations, ou plus, s'appliquent simultanément à la même opération de manipulation de la charge, appliquer un coefficient de 2. A titre exceptionnel, et après validation par un expert, il est possible d'intégrer des conditions particulières ne figurant pas dans le présent tableau.

Règle de mesurage des efforts. Pour les efforts exercés avec une résistance au démarrage du mouvement de l'objet (chariot, assistance...), il convient de mesurer l'effort moyen comme suit : [effort au démarrage + effort en mouvement] / 2, ou [effort au démarrage + effort en mouvement + effort d'arrêt] / 3.

Pour l'effort au démarrage notamment, il est recommandé de se rapprocher le plus près possible des conditions de réalisation du travail, et de faire effectuer la mesure par plusieurs personnes.

Efforts d'emmanchement et de clipsage. Ces efforts sont pris en compte uniquement avec le critère "posture" car les risques sont essentiellement périarticulaires.

Efforts supérieurs à 15 Kg, exercés moins d'une fois par heure. Ne pas les intégrer dans la cotation du poste de travail, mais les indiquer dans la case observation, sauf s'il y a un risque par l'association avec une posture pénible.

***Pièce encombrante.** Il s'agit d'une pièce dont l'une des cotes (hauteur, largeur ou profondeur) est supérieure à 1000 mm, hors pièces légères et flexibles (câbles, flexibles, ...).