1. GÉNÉRALITÉS

L'ergonomie peut se définir comme la mise en œuvre de connaissances scientifiques relatives à l'homme et nécessaires pour concevoir des outils, des machines et des dispositifs qui puissent être utilisés par le plus grand nombre avec le maximum de confort, de sécurité et d'efficacité.
L'ergonomie prend en compte les relations complexes entre l'homme et le milieu de travail, pour lesquelles il est difficile de mettre en évidence des règles simples de fonctionnement. Une partie importante des connaissances et méthodes de l'activité de l'homme au travail n'est pas stabilisée et ne peut donner lieu à une prévision satisfaisante des effets de l'interaction homme-travail sur la santé, la sécurité, le confort et l'efficience. Cela explique que les thèmes traités en ergonomie dans le cadre de la normalisation concernent essentiellement les aspects dimensionnels et biomécaniques de l'homme au travail, les dispositifs de signalisation et de commande, les facteurs d'ambiance physique et leurs effets sur l'homme.

2. PRINCIPES DIRECTEURS GÉNÉRAUX

2.1 Conception du poste de travail et des moyens de travail

2.1.1 Conception en fonction des mensurations corporelles

Le poste et les moyens de travail doivent être conçus compte tenu du processus de travail en fonction des mensurations du corps humain (hauteur de travail, siège anatomique, espace pour mouvements, position d'organe de commande...).

2.1.2 Conception en fonction de postures, des efforts musculaires et des mouvements corporels

Les efforts musculaires mis en jeu doivent se situer dans des limites physiologiques satisfaisantes :
– posture : préférer la posture assise, éviter la fatigue statique ;
– efforts musculaires : ils doivent être adaptés aux capacités physiques du travailleur et à la fréquence du geste ;
– mouvements corporels : on doit rechercher un bon équilibre du corps et préférer des déplacements à une grande immobilité prolongée.

2.1.3 Conception du point de vue de la perception et de la transmission d'informations

Les moyens de signalisation doivent être faciles à lire (grosseur, couleur), clairs (symbolisation), bien placés (éviter les mouvements) et peu agressifs (fatigue visuelle).
Les organes de commande doivent être compatibles avec les mouvements naturels du corps (ex. : manette pour lever une charge...). La forme des manettes doit être adaptée à l'opérateur et aux efforts, le déplacement et la résistance des commandes doivent permettre une sensation de position (trop dure difficile à régler, trop douce pas de sensation de placement).

2.2 Conception de l'environnement de travail

L'environnement doit permettre un travail en toute sécurité (protection contre les agressions extérieures) et dans une ambiance préservant la santé :
– locaux adaptés au travail ;
– renouvellement de l'air ;
– conditions thermiques proches de la normale ;
– éclairage et décoration appropriés ;
– ambiance sonore de travail évitant les risques de surdité professionnelle et la gêne due au bruit ;
– mesures techniques (suppression ou réduction « à la source », protection collective ou individuelle) évitant ou réduisant l'exposition à des matières dangereuses (notamment sous forme de vapeurs, de fumées, de poussière) ou à des rayonnements.

2.3 Conception des processus de travail

Les processus de travail doivent être conçus de manière à préserver le bien-être, la santé, la sécurité et l'efficience des travailleurs en évitant de trop fortes ou de trop faibles sollicitations. Parmi les mesures susceptibles d'avoir une influence sur ces caractéristiques du processus de travail, on peut citer :
– l'exécution par un même travailleur de plusieurs tâches successives appartenant à une même fonction (ex. : différents montages) c'est l'élargissement des tâches ;
– l'exécution par un même travailleur de tâches appartenant à des fonctions différentes (ex. : montage + contrôle) c'est l'enrichissement des tâches ;
– le changement d'activité par rotation de postes ;
– possibilité d'effectuer des pauses ou aménagement d'horaires.
Nota : lorsqu'on veut définir un poste de travail ou les dimensions d'un objet manipulable, on est tenté de chercher des dimensions moyennes d'un homme moyen. Or l'homme moyen n'existe pas, un homme peut être moyen de taille, c'est-à-dire avoir la taille d'au moins 50 % des gens et avoir de longs bras (par exemple 60 % des gens ont des bras plus courts que lui), un grand buste et de petites jambes (par exemple seulement 40 % des gens ont des jambes plus courtes que lui).
Le fascicule de documentation X 35-002 donne les cotes recommandées pour la réalisation de silhouettes articulées représentant un corps humain vu de profil à l'échelle 1/10. Quatre silhouettes ont été définies : femme petite, homme petit - femme moyenne, homme moyen - femme grande, homme grand. Elles ont été établies à partir des moyennes de mensurations des populations concernées en France. Pour une conception ergonomioque approfondie, il y a lieu de s'appuyer sur des mensurations plus spécifiques et plus précises, telles que celles que peut fournir la Banque internationale de données ergonomiques Ergodata et de prendre en compte d'autres facteurs dimensionnels.

3. POSTURES ET DIMENSIONS

3.1 Généralités

Les dimensions données dans les pages « postures et dimensions » sont des éléments qui doivent aider au choix de la posture ainsi qu'à la conception des postes de travail. Ces valeurs sont à interpréter avec leur utilisation. Il n'existe pas de postes bien dimensionnés pouvant satisfaire à la fois les femmes de petite taille et les hommes de grande taille. Tout choix sera un compromis qui devra satisfaire le maximum d'opérateurs dans la population désignée.

3.2 Domaine d'application

3.2.1 Postes « assis normal » et « assis debout »

Dans ce cas, l'effet de taille est atténué et les conséquences des différences dimensionnelles entre femmes et hommes atténuées.

3.2.2 Postes « debout »

Dans ce cas, les dimensions et volumes de travail actifs aux postes debout conviennent :
– à tous les hommes quelle que soit leur taille ;
– aux femmes de tailles égales ou supérieures à la moyenne.

3.3 Volume de travail

Portion de l'espace à l'intérieur de laquelle se répartissent les points de maintien et d'atteinte pour un opérateur en posture normale « debout » ou « assis ».

3.3.1 Plan frontal

Plan parallèle au plan vertical passant par les articulations des épaules de l'opérateur faisant face à son poste.

3.3.2 Plan sagittal

Plan vertical perpendiculaire au précédent.

3.4 Critères de choix de la posture

3.4.1 Posture « assis »

Si le travail est à poste fixe, on doit privilégier la posture « assis ». Elle est la moins fatigante. On distingue :
– la posture « assis normal » pieds au sol (fig. 1) ;
– la posture « assis-debout » le tronc est au même niveau (fig. 2) qu'en position debout et permet de se lever fréquemment.

3.4.2 Posture « debout »

Elle s'impose pour une grande mobilité et pour manipuler des charges lourdes ou encombrantes (fig. 3). On doit prévoir des périodes et aires de repos. La figure 4 permet un choix de la posture.

Nota : pour aider à l'intégration des handicapés physiques dans l'entreprise, on doit étudier un environnement où ils peuvent facilement circuler seuls (rampes, ascenseur, larges couloirs...) mais aussi adapter les postes de travail à leur espace accesible. La norme NF P 91-201 donne d'utiles précisions.

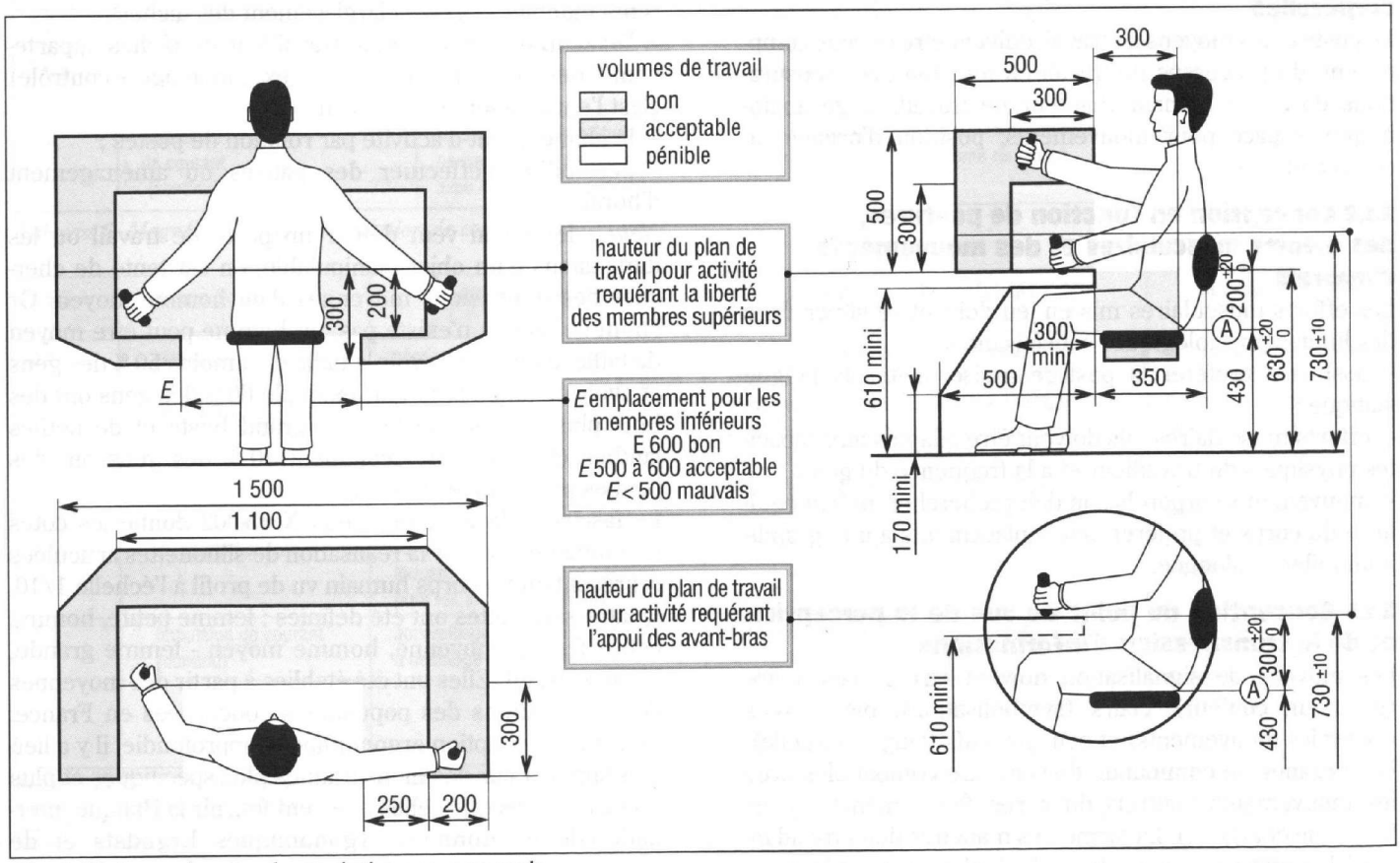


Fig. 1. Poste « assis normal », maintien avec une main

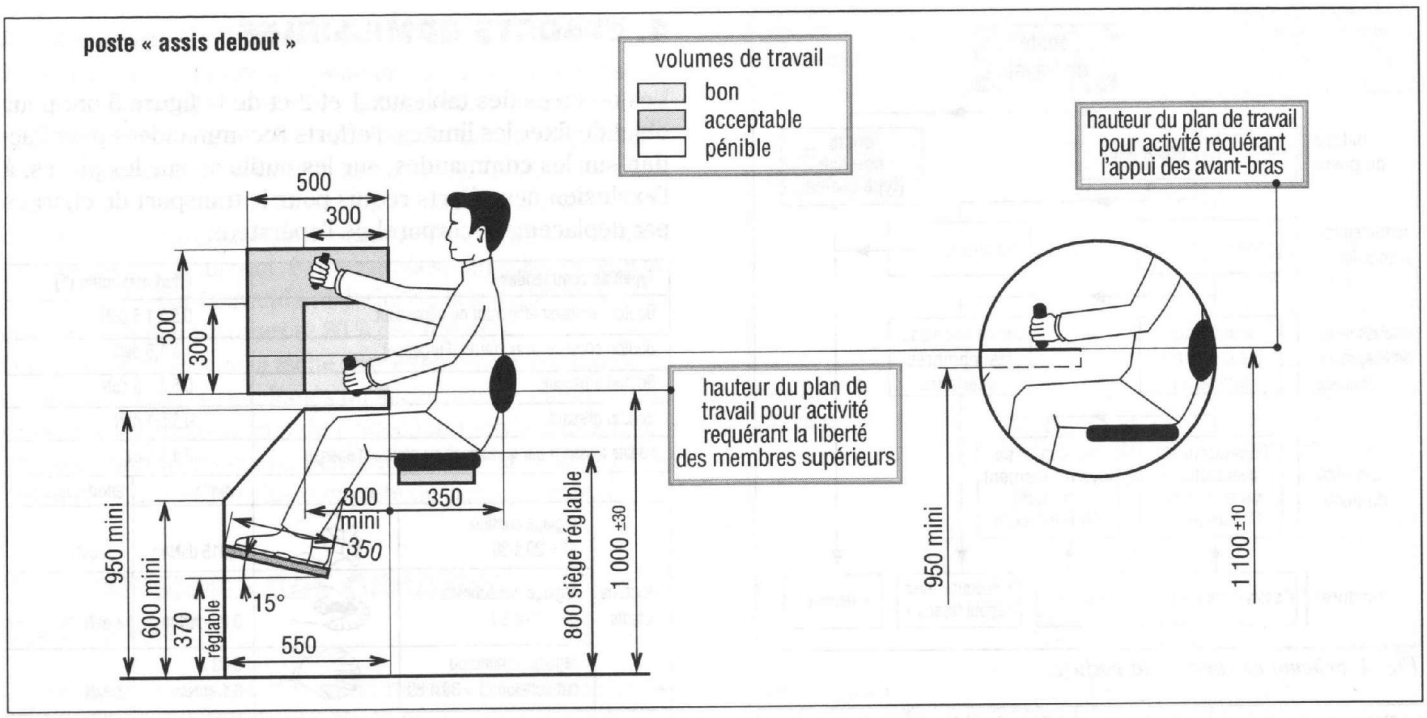


Fig. 2. Poste « assis debout ».

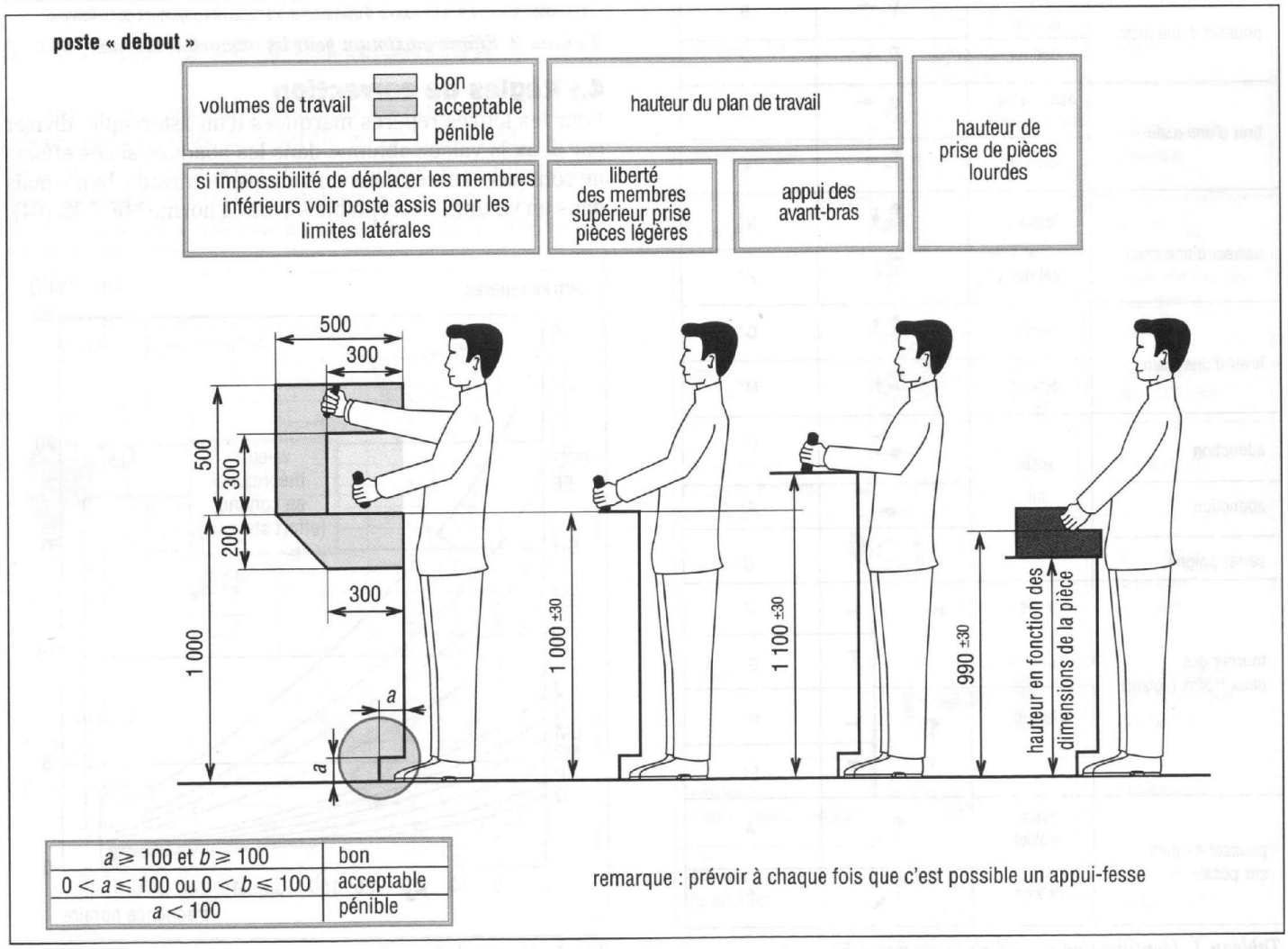


Fig. 3. Poste « debout ».

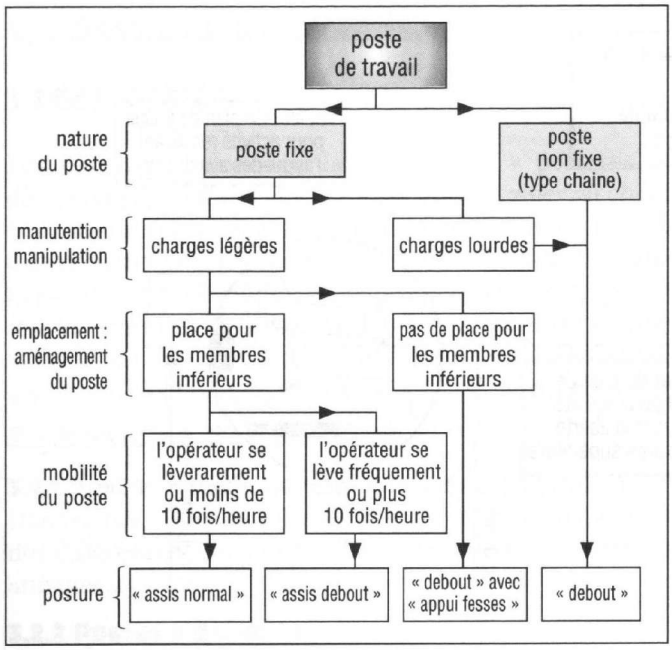


Fig. 4. Schéma de choix de la posture.

Nature de l'action	Posture	Sens de l'effort	Lettres repères
pousser d'une main	assis dossier		B
	debout		J
tirer d'une main	assis appui pour les pieds		G
	debout		L
baisser d'une main	assis		N*
	debout		K*
lever d'une main	assis		Q*
	debout		M*
adduction	assis ou debout		O*
abduction			P*
serrer poigne			C
tourner des deux mains (volant)	assis	⊢	I*
		T	D*
	debout	⊢	H*
		T	E*
pousser du pied sur pédale	assis dossier		A
	debout		F

Tableau 1. Identification des efforts (voir figure 5).

4. EFFORTS ADMISSIBLES

Les données des tableaux 1 et 2 et de la figure 5 ont pour objet de fixer les limites d'efforts recommandées pour l'action sur les commandes, sur les outils ou sur les pièces, à l'exclusion des efforts requis pour le transport de charges par déplacement corporel de l'opérateur.

Types de commandes			Effort maximum (1)	
Bouton poussoir affleurant ou dépassant			0,5 à 1,5 daN	
Bouton coup de poing (arrêt d'urgence)			1 à 1,5 daN	
Bouton à bascule			0,5 à 1,5 daN	
Bouton glissant			0,5 à 1 daN	
Pédale agissant par le relais d'une source d'énergie			2 à 9 daN	
			couple	effort tangentiel
Boutons rotatifs	réglage continu ∅ = 20 à 30		0,015 daN/m	1,5 daN
	réglage par échelon ∅ = 20 à 30		0,03 daN/m	3 daN
	réglage continu ou par échelon ∅ = 30 à 80		0,03 à 0,1 daN/m	3 daN
Manivelles, volants (∅ < 200) manœuvrées d'une main				2 à 3 daN

(1) Quelles que soient la fréquence d'utilisation et les capacités physiques de l'utilisateur.

Tableau 2. Efforts maximum pour les organes de service.

4.1 Règles de correction

Pour les lettres repères marquées d'un astérisque, diviser par deux la valeur obtenue dans les abaques si ces efforts ne sont pas exercés dans un volume de travail « bon » mais dans un volume « acceptable » (voir la norme NF X 35-104).

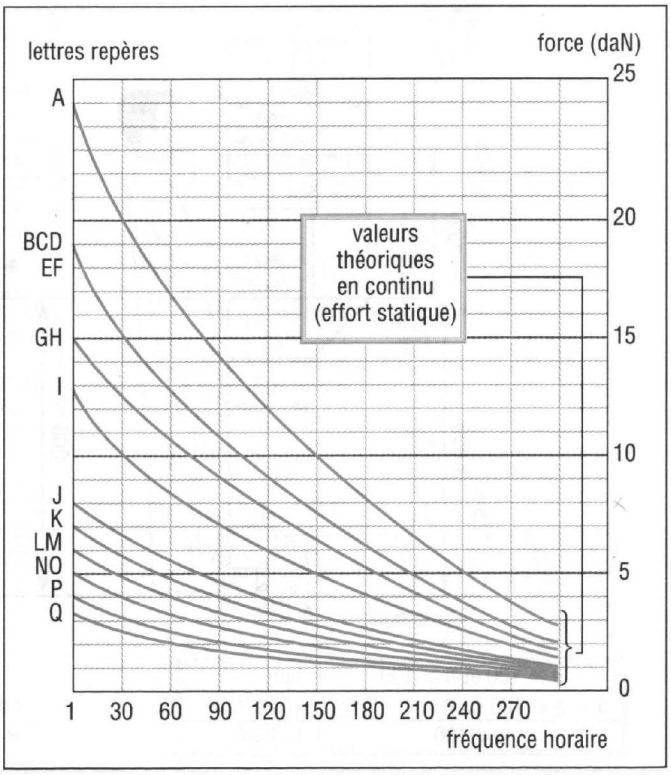


Fig. 5. Abaque de base (force recommandée) (voir tableau 1).

4.2 Abaque de base

Pour les efforts maintenus pendant moins de 7 s dans les volumes de travail « bons » et « acceptables » (après correction suivant les règles de correction du tableau 1 pour les lettres repères marquées d'un astérisque), l'abaque de base (fig. 5) donne, pour chaque lettre repère identifiée au tableau 1, en fonction de la fréquence de l'effort, les limites des forces qui pourront être exercées, sans inconvénient pour la santé, par la grande majorité de la population active, environ 95 % des hommes et 80 % des femmes.

D'autres exigences de la tâche (par exemple : précision de la manœuvre, efforts simultanés ou successifs de nature différente, port d'équipements de protection individuelle), ajoutent des contraintes qui ne peuvent pas être analysées ici et nécessitent une étude plus complète du poste de travail.

5. DIMENSIONS DES ORGANES DE SERVICE

Le tableau 3 donne des dimensions pour différents organes de services tels que boutons, touches, leviers...

6. PRINCIPES DE SIGNALISATION

Ces principes s'appliquent à toutes les machines et installations, aux pupitres de contrôle ou de commande ou de surveillance de tout processus technique ou administratif concourant à la marche des ateliers et des services.

On distingue trois types de signalisation (NF X 35-101).

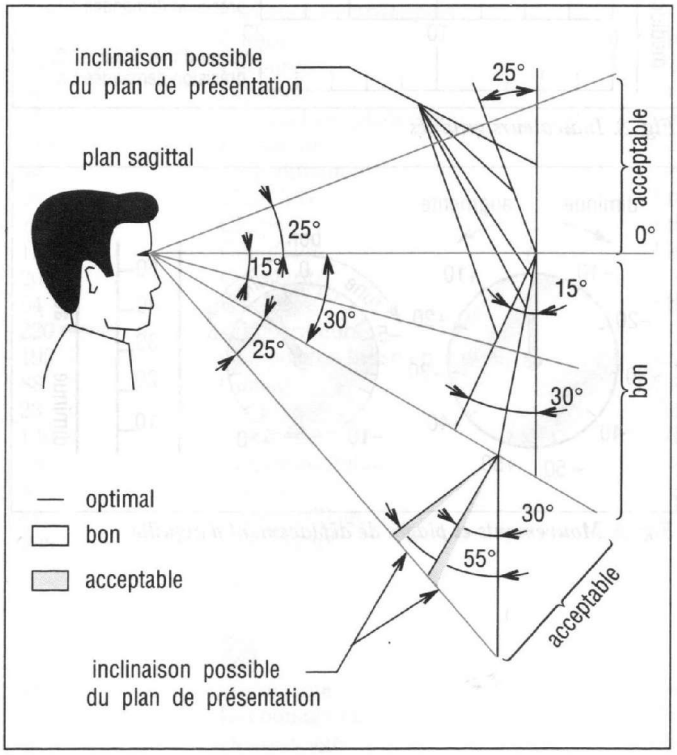


Fig. 6. Zones du plan vertical de vision.

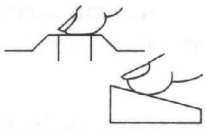
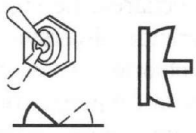
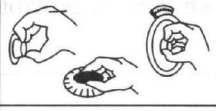
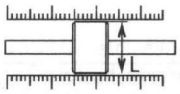
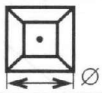
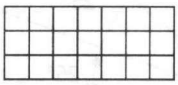
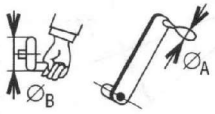
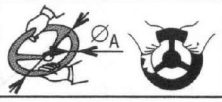
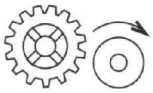
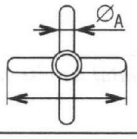
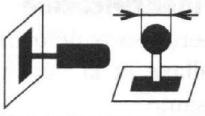
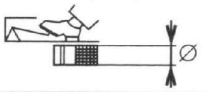
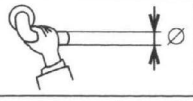
Types de commandes	Exemples	Dimensions en mm
Boutons poussoirs		affleurant ou dépassant
		Ø minimum = 20 Coup de poing : Ø minimum = 40 souhaitable → 70-80
Boutons à bascule		peuvent avoir des tiges de plusieurs dizaines de mm de long suivant utilisation
Boutons rotatifs		Ø = 20 à 80
Boutons glissants		$L \geq 15$ $H \geq 7$
Touches sensitives		Ø ≥ 20
Cellule photo-électrique		variable suivant utilisation
Manivelles		$Ø_A$ = 15 à 35 $Ø_B$ si rotation rapide ≤ 200 sinon suivant utilisation
Volants		$Ø_A$ = 20 à 35 $Ø_B$ = 150 à 500
Volant 1 main (boutons tournants)		Ø = 50 à 100
Cabestans		$Ø_A$ = 20 à 35 $Ø_B$ = suivant utilisation
Leviers		longueur variable suivant utilisation Ø = 20 à 35
Pédales ou boutons poussoir au pied		largeur ≥ 100
Manettes ou poignées		Ø poignées = 15 à 25 longueur ≥ 10

Tableau 3. Dimensions des organes de service.

6.1 Tactile

Utilisant le relief, l'état de surface, le contour de tout objet pouvant être en contact de la peau, particulièrement au niveau des mains et des doigts. Ceci peut permettre une commande « aveugle » sans avoir à regarder.

6.2 Auditif

Signal constitué par des sons qui permettent de communiquer avec un opérateur même si celui-ci se déplace.

6.3 Visuel

Signal constitué par une source de lumière ou bien par des objets ou des signes éclairés. Le signal visuel permet de communiquer une grande diversité d'informations. Les zones partageant le champ de vision sont représentées figures 6 et 7. Suivant la fréquence du contrôle visuel, on placera par exemple un signal en zone bonne pour un contrôle fréquent et en zone acceptable ou occasionnelle pour un contrôle rare.

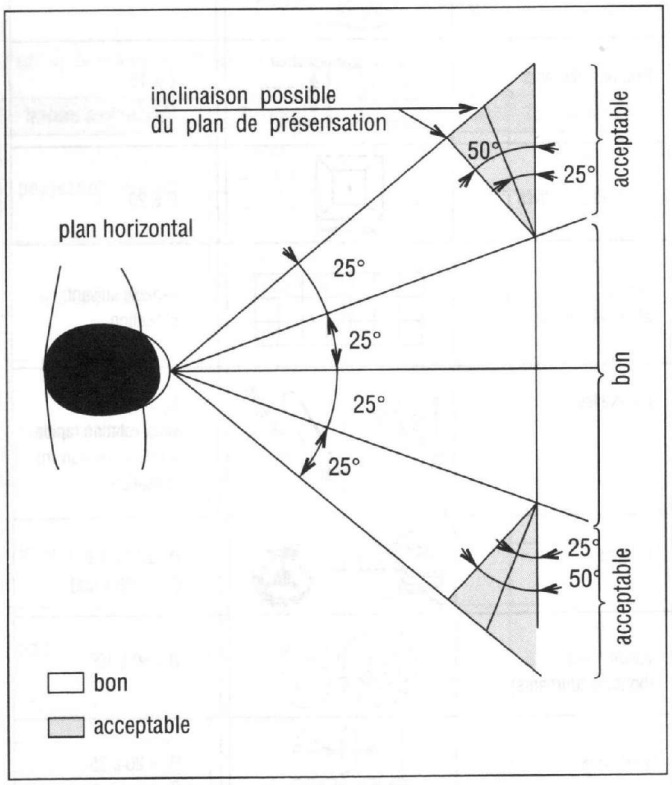


Fig. 7. Zones du plan horizontal de vision.

6.3.1 Conditions d'identification

Le signal doit être perçu sans déformation ni atténuation, sans erreur de parallaxe et la durée de présentation du signal doit être suffisante.

6.3.2 Chiffres et lettres

Les formes sont données par la norme NF E 04-505 (voir tome 1). L'éclairage doit aider à une bonne lecture.

6.3.3 Indicateur gradué

– La graduation doit correspondre à la précision de la mesure (voir fig. 8a).
– Éviter les graduations nécessitant des interpolations (voir fig. 8b).
– Les indicateurs groupés doivent être de même type.
– La plage de mesure doit être adaptée à la grandeur à mesurer (fig. 9a).
– Les mouvements relatifs des aiguilles doivent être conformes à ceux des figures 9b et 9c.

Nota :

– On peut combiner plusieurs signaux entre eux si besoin est.
Ex. : signal visuel + signal auditif pour attirer l'attention de l'opérateur sur le dépassement d'une valeur affichée.
– On doit adapter le type d'indicateur au contrôle.
Ex. : l'affichage numérique permet un relevé très simple de valeurs mais ne convient pas pour une estimation de fluctuations.

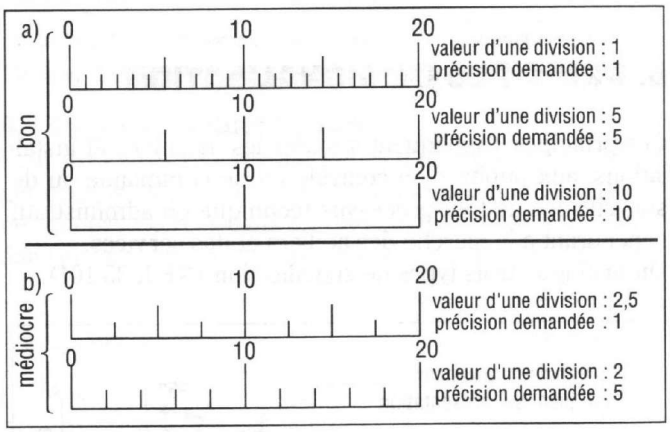


Fig. 8. Indicateurs gradués.

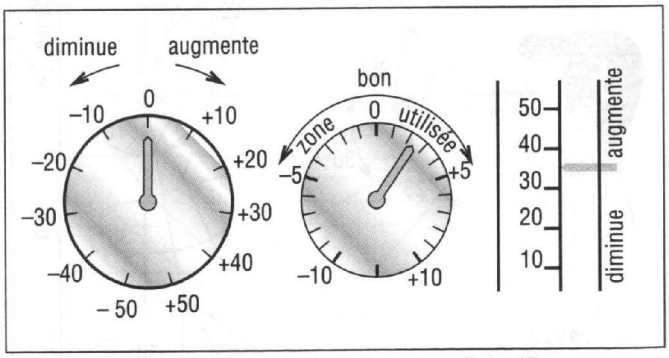


Fig. 9. Mouvements et plages de déplacement d'aiguille.