

Techniques d'aménagement

Sommaire

	Pages no.
<u>Introduction</u>	5
1. ETAPES D'UN PROJET ET PHASES ORGANISATIONNELLES	
1.1. <u>Les trois étapes principales</u>	8
1.2. <u>Les quatre phases organisationnelles</u>	9
1.3. <u>Bibliographie</u>	
2. LA DEMARCHE DE PREVENTION	
<u>La démarche de prévention</u>	13
3. RECUEIL DES INFORMATIONS	
<u>Introduction</u>	
3.1. <u>Les objectifs et les activités concernées</u>	14
3.2. <u>Le projet de construction, l'environnement du site et son emplacement</u>	15
3.3. <u>Le processus de fabrication</u>	16
3.4. <u>Les modes et les moyens de stockage</u>	17
3.5. <u>Les moyens de manutention, de transport et de levage</u>	17
3.6. <u>L'élimination des déchets</u>	17
3.7. <u>Les données sur les circulations extérieures aux bâtiments</u>	18
3.8. <u>Le personnel concerné</u>	18
3.9. <u>Les locaux sociaux</u>	19
3.10. <u>Les fluides et énergies</u>	19
4. METHODES D'IMPLANTATION	
<u>Introduction</u>	
4.1. <u>Implantation générale</u>	21
4.2. <u>Implantation détaillée</u>	31
4.3. <u>Bibliographie</u>	

5. PLAN DE MASSE, CIRCULATIONS ET IMPLANTATIONS

5.1. <u>Circulations extérieures aux bâtiments</u>	37
5.2. <u>Implantation des bâtiments et aires diverses</u>	41
5.3. <u>Circulations intérieures aux bâtiments</u>	44
5.4. <u>Implantation</u>	48

6. FLUIDES, ENERGIES, INSTALLATIONS LOURDES

6.1. <u>Installations électriques et éclairage artificiel</u>	50
6.2. <u>Assainissement de l'air et ventilation</u>	56
6.3. <u>Chauffage et confort d'été</u>	64
6.4. <u>Appareils de levage</u>	74
6.5. <u>Moyens de manutention</u>	79
6.6. <u>Accès aux installations fixes</u>	83
6.7. <u>Stockage</u>	87
6.8. <u>Locaux techniques</u>	92

7. STRUCTURE DES BATIMENTS

7.1. <u>Toitures</u>	100
7.2. <u>Sols</u>	110
7.3. <u>Façades</u>	113
7.4. <u>Ascenseurs, monte-charge, escaliers</u>	121
7.5. <u>Aires de transbordement</u>	125
7.6. <u>Couleurs de sécurité de d'ambiance</u>	130
7.7. <u>Locaux sociaux</u>	133

8. BRUIT, INCENDIE, EXPLOSION	
8.1. <u>Bruit</u>	140
8.2. <u>Incendie, explosion</u>	147
9. MACHINES ET POSTES DE TRAVAIL	
9.1. <u>Cahiers des charges des machines et équipements de production</u>	151
9.2. <u>Ergonomie et organisation du travail</u>	156
10. CONCEPTION ET AMENAGEMENT DES BUREAUX	
10.1. <u>Vitrages</u>	162
10.2. <u>Répartition de l'espace pour l'ensemble des bureaux</u>	163
10.3. <u>Chauffage, Ventilation</u>	165
10.4. <u>Aménagement intérieur des bureaux</u>	165
10.5. <u>Bibliographie</u>	
11. DOSSIER DE MAINTENANCE DES LIEUX DE TRAVAIL	
11. <u>Dossier de maintenance des lieux de travail</u>	168
12. PREPARATION DE LA MISE EN SERVICE	
12. <u>Préparation de la mise en service</u>	169





Introduction

La prévention est toujours plus efficace et plus économique (efficacité supérieure pour un investissement moindre) lorsqu'elle est intégrée dans les projets de conception des bâtiments, équipements et implantations. Or si les données utilisables pour la prévention sont nombreuses, elles sont souvent éparses, complexes et finalement difficilement utilisables même par des spécialistes. Dans cette optique, l'INRS avait édité en 1974 une brochure rédigée par le service prévention de la Caisse régionale d'assurance maladie de Limoges intitulée : «La conception des usines et la sécurité». Depuis quelques années, un groupe de travail réunissant des ingénieurs de la CNAM, des CRAM et de l'INRS a continué la réflexion sur ce sujet important pour l'amélioration de la sécurité et des conditions de travail. Cette brochure est la concrétisation d'un des objectifs que s'est fixé ce groupe : mettre à la disposition des maîtres d'ouvrage (chefs d'entreprise ou leurs représentants), des architectes et bureaux d'ingénierie, et des personnes qui ont à dialoguer avec les concepteurs (représentants du personnel, préventeurs des CRAM, entreprises prestataires) les connaissances qui sont apparues les plus utiles à intégrer dans le déroulement d'un projet concernant les lieux de travail.

Il s'agit d'un outil pour la démarche de prévention qui doit permettre aux différents acteurs (concepteurs, utilisateurs, préventeurs) de dialoguer plus facilement en vue d'une prise en compte des problèmes d'hygiène, de sécurité et de conditions de travail au moment où l'on prend les décisions (en particulier celles qui ont un caractère irréversible) au cours du projet.

Il faut entendre par conception des lieux de travail, un projet comprenant généralement la construction d'au moins un bâtiment (de la construction d'un atelier à la construction d'une usine). Cependant, ce projet n'est pas abordé seulement sous l'angle des bâtiments et de l'implantation, mais concerne aussi l'organisation d'ensemble, notamment le choix des équipements de production, de stockage et de manutention et les problèmes posés avant la mise en service.

La conception des lieux de travail étant un domaine très vaste et complexe, faisant appel à de nombreuses spécialités suivant le type d'activité, la brochure est centrée sur :

-  la prévention des risques les plus fréquents et les plus graves ;
-  les projets les plus courants : construction, modification ou réaménagement de locaux dans les entreprises ;
-  les choix quasi irréversibles : bâtiment, installations coûteuses à modifier ultérieurement ;
-  la prévention des risques non spécifiques à tel ou tel secteur professionnel (risques liés aux particularités du procès exclus).

Les dispositions législatives et réglementaires applicables lors de la conception ou de l'aménagement des locaux de travail font l'objet d'une autre brochure «Conception des lieux de travail. Obligations des maîtres d'ouvrage. Réglementation» ED 773, INRS.

La population visée comprend le personnel de production et le personnel de maintenance (que celui-ci appartienne ou non à l'entreprise concernée). Par contre, ***les risques propres à la construction et à la mise en place des équipements ne sont pas abordés dans ce guide.*** De même, les risques pour l'environnement et pour la population vivant à proximité des usines ne sont traités ici que dans la mesure où ils existent aussi pour le personnel de l'entreprise.

Les quatre premiers chapitres traitent de la méthodologie à suivre dans le déroulement d'un projet, les suivants des connaissances utilisables pour mettre en oeuvre des actions de prévention.

Compte tenu de la diversité et de la complexité des situations de travail, ces connaissances sont souvent à adapter au projet concerné : elles ne fournissent parfois que des points de repères, des orientations qui nécessitent un travail complémentaire pour une bonne intégration dans la conception des lieux de travail.

Les phases organisationnelles d'un projet sont : la phase 1 de faisabilité et de localisation de la construction, la phase 2 d'implantation générale des bâtiments et des secteurs, la phase 3 d'implantation détaillée des équipements et postes de travail, et enfin la phase 4 de préparation de la mise en service.

■ Les connaissances relatives à la phase 1 (faisabilité et localisation), sont peu nombreuses et portent essentiellement sur le choix du terrain et de son environnement : le terrain choisi est-il compatible avec les principes du programme concernant les circulations, les charges au sol, les surfaces couvertes et non couvertes (distance entre bâtiments, stockages, parkings), les risques d'incendie et d'explosion (venant d'autres entreprises ou émanant des locaux à construire) ? Les points principaux à prendre en compte sont les suivants :

■ **Accès.** Terrain d'accès facile par route (et le cas échéant par chemins de fer et voies navigables) et permettant de séparer les flux de circulation. L'interface entre les flux de véhicules entrant et sortant de l'entreprise et la route sur laquelle ils débouchent est à examiner avec soin.

■ **Eloignement** par rapport aux habitations et autres entreprises. Ce critère est à prendre en compte s'il y a des risques potentiels d'incendie, d'explosion et de nuisances provenant des entreprises avoisinantes ou de l'entreprise à construire (voir la réglementation sur les installations classées).

■ **Résistance du sol et du sous-sol.** Des études du sol et sous-sol, en fonction des taux de travail admissibles, permettront de dimensionner les points d'appui, de réaliser des sols suffisamment résistants compte-tenu des installations à mettre en place : moyens lourds de levage et de manutention, bâtiments, stockages.

■ **Disponibilité des énergies** nécessaires à la fabrication et à la sécurité et ressources en eau pour la prévention incendie.

■ Les données concernant la phase 4 (préparation de la mise en service) sont présentées de manière séparée au chapitre 12.

■ Les données concernant les phases 2 et 3 (implantation générale et détaillée) ont été regroupées et font l'objet des chapitres 5 à 11.

Ces chapitres suivent le déroulement logique du projet : données sur le plan de masse, les circulations et implantations (chapitre 5), connaissances sur les problèmes posés par les fluides, énergies et installations lourdes (chapitre 6), données sur la structure des bâtiments

(chapitre 7). Les données sur le bâtiment ont été traitées en dernier ; en effet, elles ne doivent pas intervenir trop tôt pour permettre une bonne adaptation des locaux de travail aux activités de l'entreprise. La démarche inverse malheureusement fréquente qui consiste à définir le bâtiment avant d'avoir bien défini son contenu donne de mauvais résultats.

Les chapitres 8 à 11 abordent des points dont l'importance justifie une rédaction séparée : prévention des nuisances dues au bruit, des risques d'incendie et explosion, cahier des charges des machines et organisation des postes de travail, conception et aménagement des bureaux, dossier de maintenance.


1. ETAPES D'UN PROJET ET PHASES ORGANISATIONNELLES


On distingue généralement trois étapes dans le déroulement d'un projet : la définition du projet, sa conception et son exécution. A ces étapes techniques et administratives correspondent quatre phases organisationnelles au cours desquelles les choix concernant notamment l'implantation des locaux et des postes de travail sont arrêtés.

1.1. LES TROIS ETAPES PRINCIPALES

Le projet est défini sous l'entière responsabilité du maître d'ouvrage. Au cours de cette étape, l'élément essentiel est le programme qui permet de définir le projet en terme de besoins, d'exigences et de le traduire pour qu'il soit utilisable par les concepteurs en objectifs intégrant les différentes données du projet y compris les exigences en matière de sécurité et de conditions de travail. Cette étape essentielle est souvent réduite à quelques éléments de surface, quelques spécifications techniques, quelques recommandations concernant l'image de marque de l'entreprise. Parfois les maîtres d'ouvrage pensent gagner du temps en négligeant le programme et en passant très vite à l'étape de conception. Cette erreur courante est préjudiciable à la qualité du projet et à son adéquation à la politique industrielle et sociale de l'entreprise.

L'étape de conception consiste à faire réaliser le projet selon le programme défini précédemment. Le maître d'oeuvre intervient dès le début de la conception : il est responsable de l'exécution et du contrôle des ouvrages à réaliser. Au cours de cette étape, plusieurs documents administratifs et techniques sont rédigés ; les deux principaux sont :

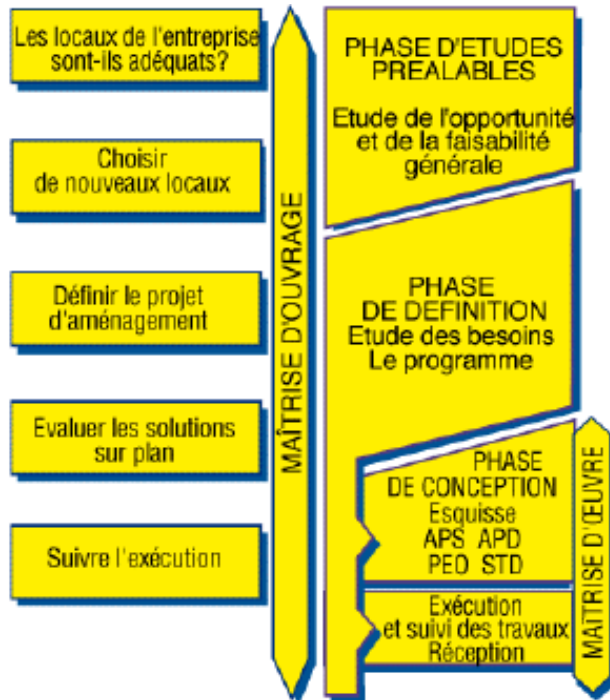
 l'avant projet sommaire (ou APS), vues complètes notamment en plan et en hauteur, affectation des principales surfaces et de leurs relations ;

 l'avant projet détaillé (ou APD) : ce document précise les solutions retenues pour l'APS. Il sert de base pour déposer le permis de construire pour un nouveau bâtiment ou pour un bâtiment existant modifié.

La troisième étape, exécution des travaux, comprend le lancement des appels d'offres, la passation des marchés, la coordination et le contrôle des travaux. Elle se termine par la réception des locaux.

Pour la maîtrise d'ouvrage publique, la loi MOP du 12/7/85 et les décrets d'application du 29/11/93 définissent les relations entre la maîtrise d'ouvrage publique et la maîtrise d'oeuvre privée. Le maître d'ouvrage doit aussi organiser la coordination non seulement pour prévenir les risques générés lors de la construction mais aussi ceux qu'occasionnent l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage. A cette fin, il désigne un coordonnateur pour le conseiller aussi bien lors de la conception que lors de la réalisation d'une opération de construction. Les missions et la formation des coordonnateurs ne sont pas détaillées dans le cadre de cet ouvrage.

Figure 1.1 Les phases principales d'un projet.



1.2. LES QUATRE PHASES ORGANISATIONNELLES

Ce découpage en phases organisationnelles présente l'intérêt de mieux distinguer les différents niveaux de décisions concernant l'implantation : localisation, implantation générale, implantation détaillée, préparation de la mise en service.

En effet, lors du suivi d'un projet, il faut se garder d'intervenir soit trop tôt, au risque d'aborder des problèmes qui ne sont pas encore d'actualité, soit trop tard à un moment où le projet est déjà devenu réalisation. Il y a donc des moments d'efficacité optimale où les connaissances en prévention des risques professionnels s'intégreront plus facilement aux préoccupations d'ordre économique et technique.

Faisabilité et localisation

Cette phase aboutit à définir les options fondamentales concernant la fabrication du produit, le programme et le choix du terrain sur lequel on va construire. Cette recherche et ce choix intègrent de nombreux paramètres : techniques, économiques, environnementaux, sociologiques.

Implantation générale

Conception, détermination de l'emplacement sur le terrain et construction des bâtiments : bâtiments principaux et annexes, voies d'accès, aires de stationnement, etc. Cette détermination se fait notamment en fonction de la conformation du terrain et à partir de l'analyse des secteurs et des circulations, de manière à optimiser les liaisons. A l'issue de cette phase, l'aspect général du projet est figé pour l'essentiel.

Implantation détaillée

Cette phase implique le choix de l'emplacement de chaque poste de travail et de chaque équipement. Elle nécessite en particulier l'analyse détaillée des flux des personnes, des véhicules et des matières. A l'issue de cette phase l'implantation de l'ensemble des éléments du projet doit être fixée car toute modification ultérieure s'avérera difficile.

Préparation de la mise en service

Le but de cette quatrième phase est de s'assurer que les moyens en personnel et en équipement sont aptes à remplir leur mission. L'occupation de nombreux postes de travail suppose une adaptation, voire une formation spécifique des salariés concernés.

Ces quatre phases se succèdent dans le temps en se recouvrant partiellement. Il n'y a pas de correspondance point par point entre les étapes décrites précédemment et ces quatre phases comme l'indique la figure 1.2. Il faut noter à ce sujet que la construction des ouvrages interfère avec certaines phases organisationnelles (notamment l'implantation détaillée). Du point de vue prévention, cela signifie que les concepteurs devront prendre en compte à la fois les risques liés à la construction des ouvrages et ceux liés à l'implantation et à l'entretien des locaux et installations. Bien que ces deux démarches procèdent d'une logique différente, une coordination des actions préventives est nécessaire. Sur la prévention des risques lors de la construction des ouvrages (sujet non traité ici) on consultera les documents publiés par l'INRS et l'OPPBTP.

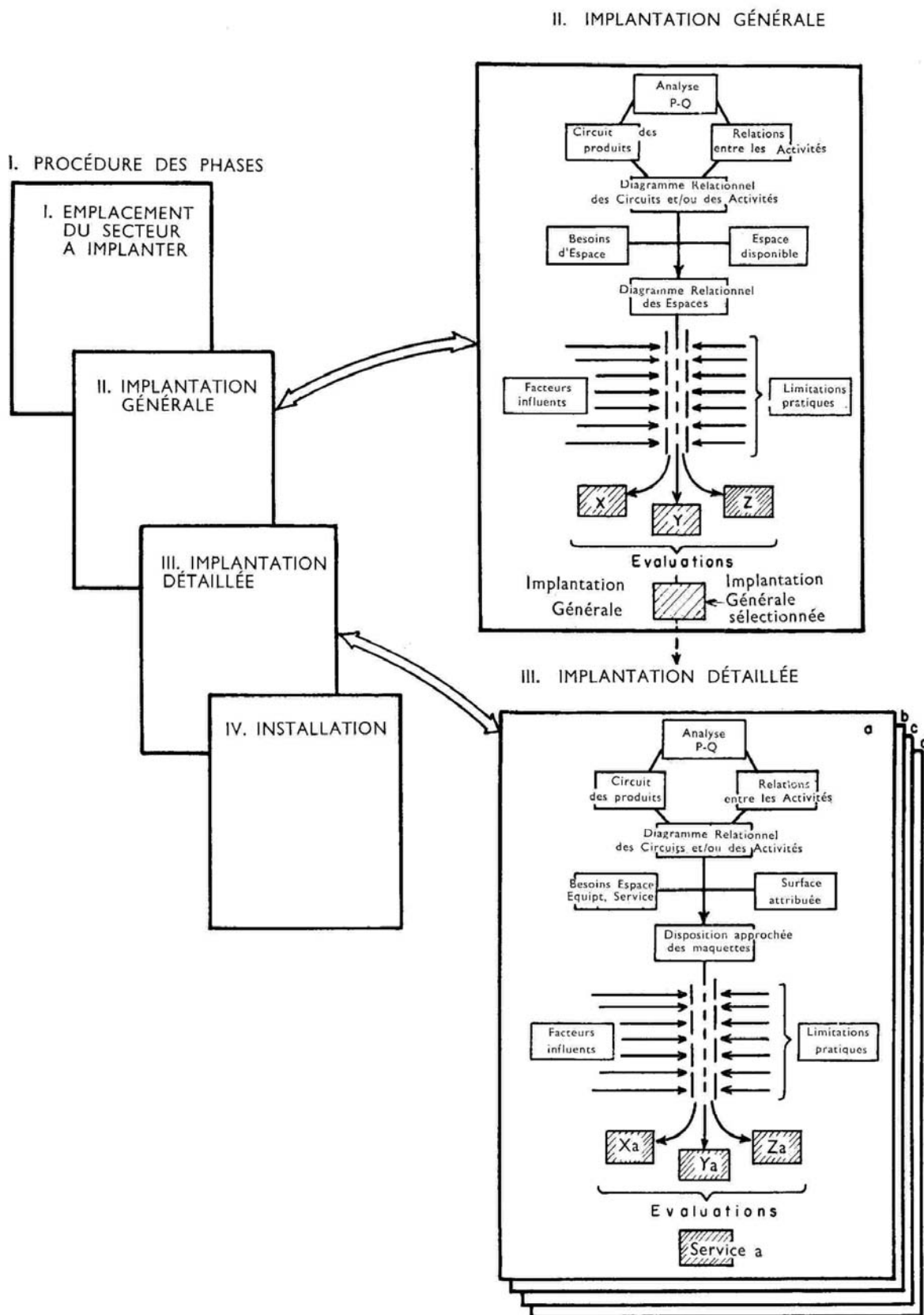





Fig. 2.2. — LES PHASES DE LA SLP. LA PROCÉDURE SUIVIE POUR L'IMPLANTATION GÉNÉRALE EST, DANS L'ESSENTIEL, RÉPÉTÉE POUR PRÉVOIR L'IMPLANTATION DÉTAILLÉE, C'EST-À-DIRE UNE FOIS POUR CHAQUE SECTEUR OU SERVICE EN CAUSE.

1.3. BIBLIOGRAPHIE

 Guide à l'intention des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'oeuvre. Paris, Imprimerie des Journaux officiels, brochure n° 2009.

 La loi MOP. Mode d'emploi. Numéro hors série d'A, décembre 1994. Editeur SEA, 7 rue de Chaillot 75116 Paris.


 Coordination de chantier de bâtiment et de génie civil. Cahiers de notes documentaires, 1993, 159, ND 1993.


2. LA DEMARCHE DE PREVENTION


Il s'agit essentiellement de prendre en compte les aspects hygiène, sécurité et conditions de travail lors des choix effectués tout au long du projet. Cette démarche sera celle du maître d'ouvrage, qui est le premier intéressé par la bonne adaptation des locaux de travail aux besoins de la production et du personnel, des maîtres d'oeuvre et des spécialistes en sécurité et conditions de travail associés au projet.

Il est à noter que des textes réglementaires concernent directement le maître d'ouvrage, notamment le décret n° 92-332 du 31 mars 1992 qui doit être observé lors de la construction de lieux de travail ou lors de leurs modifications, extensions ou transformations.

Trois orientations peuvent guider une démarche de conception industrielle :

 **Conception pluridisciplinaire** : elle consiste dans la collaboration dès la conception du projet de différentes disciplines, notamment ingénierie, ergonomie, architecture, relations professionnelles et sociales, hygiène et sécurité, médecine du travail (art. R. 241-42 du code du travail).

 **Globalité** : c'est la prise en compte de l'ensemble des aspects conditions de travail, du poste de travail à l'environnement extérieur de l'usine, de l'hygiène et la sécurité à l'organisation du travail.

 **Consultation des salariés** : elle permet de recueillir les propositions et d'associer le personnel aux différentes étapes du projet. Pendant le déroulement du projet, la constitution de groupes de travail spécialisés peut faciliter la confrontation des différentes options du projet au fur et à mesure de son avancement avec les problèmes réels, rencontrés sur le terrain par le personnel. Il faut noter que le CHSCT doit être consulté pour tout projet d'extension ou de réaménagement d'une usine existante (art. L. 236-2 du code du travail).

La démarche préventive pourra prendre des formes différentes suivant le type de projet et le stade auquel elle sera intégrée. Il existe cependant certains moments particulièrement importants.

La programmation

Le programme a une importance primordiale dans un projet. Son rôle est de traduire les besoins et les exigences du maître d'ouvrage (chef d'entreprise, collectivité locale...) à l'attention de la maîtrise d'oeuvre, à partir des données sur l'organisation, les équipements et le fonctionnement de l'entreprise, la population des usagers et les perspectives d'évolution.

Dans cette étape de définition du projet, le programme peut être enrichi par une analyse des besoins et une bonne connaissance des problèmes de sécurité et de conditions de travail.

Il s'agit de préciser les objectifs en matière de sécurité et conditions de travail pour qu'ils apparaissent explicitement dans les intentions du programme. Certaines nuisances se prêtent bien à cette formulation (exemple : niveau de bruit, d'éclairement) mais on peut également aborder des risques sous cet angle, de manière quantitative (exemple : prévoir des moyens de manutention adaptés pour les pièces et les produits supérieurs à tel poids)

ou qualitative (exemple : éviter que certaines personnes soient isolées).

Un diagnostic sécurité dans les ateliers existants auprès du personnel travaillant dans des conditions comparables (ou approchées) à celles prévues dans le projet, permet d'analyser les accidents survenus et de détecter les risques potentiels.

3. RECUEIL DES INFORMATIONS

La collecte des informations, nécessaire à la préparation de la phase de programmation et aux phases de conception, constitue une tâche indispensable dans le cadre de l'élaboration d'un programme de construction et/ou d'aménagement.

Une telle préparation repose sur :

- la définition des orientations et des objectifs de l'entreprise (les produits, les évolutions technologiques du processus de fabrication, etc.),

- l'analyse du fonctionnement et de l'organisation interne de l'entreprise (organigramme, mode d'organisation de la production, etc.),

- la définition des objectifs de performance (qualité, productivité, délais de fabrication, conditions de travail, etc.),

- l'évaluation des besoins afin de répondre à ces objectifs.

Les informations à recueillir sont présentées ci-après. Elles permettent de constituer un dossier de base auquel on pourra se reporter tout au long du déroulement du projet. Cette liste est assez détaillée mais toutes les informations ne seront pas utiles pour un projet particulier. Par ailleurs, elles ne sont pas toujours disponibles au début du projet et elles peuvent être complétées au fur et à mesure de son déroulement.

3.1. LES OBJECTIFS ET LES ACTIVITES CONCERNES

Les principales activités et les activités secondaires sont identifiées avec leurs évolutions futures. Les activités à risques, avec des nuisances ou pollutions spécifiques, sont clairement recensées, ces pollutions étant relatives aussi bien à l'extérieur de l'entreprise qu'à l'intérieur.

En fonction des objectifs de performance (qualité, délais, etc.), de la nature des produits fabriqués, du mode d'organisation actuelle de la production, il est indiqué quel mode de production est retenu pour le nouveau projet ou éventuellement les différentes options possibles (exemple : production en lignes, en cellules ou îlots de production, en îlots fonctionnels, etc.). De même, l'organisation fonctionnelle de l'entreprise est décrite avec les relations et les échanges d'informations entre les différents services.

3.2. LE PROJET DE CONSTRUCTION, L'ENVIRONNEMENT DU SITE ET SON EMPLACEMENT

Projet de construction	Création, réaménagement, extension. Liste des bâtiments et ouvrages. Liste, par bâtiment, des locaux. Liste, par local, des activités ou fonctions.
Environnement extérieur à l'entreprise	
Plan de situation :	Zone industrielle, urbaine, plan d'urbanisme. Condition climatiques, vents dominants, neige, hygrométrie.
Voies d'accès au site :	
Voies routières :	Gabarits, capacité des ouvrages d'art. Etat et résistance des revêtements sous intempéries.
Voies ferrées :	Embranchement limitrophe, embranchement séparant le site en deux.
Voies navigables :	Stabilité des rives, variations du niveau d'eau.
Accès par rapport aux transports collectifs :	Eloignement des stations, fréquence des arrêts.
Emplacement de l'entreprise	
Plan de terrain :	Plan de masse du terrain et des points de raccordement aux voies d'accès. Zones "non aedificandi"= non constructible. Sol, nature, relief, résistance, et hydrologie du terrain, risques d'inondation. Démolitions, localisation des canalisations (eaux, gaz, électricité, etc.).
Position par rapport aux établissements classés :	Installation soumise à autorisation. Installation soumise à déclaration. Installation non visée. Liste des organismes et administrations à consulter utilement.

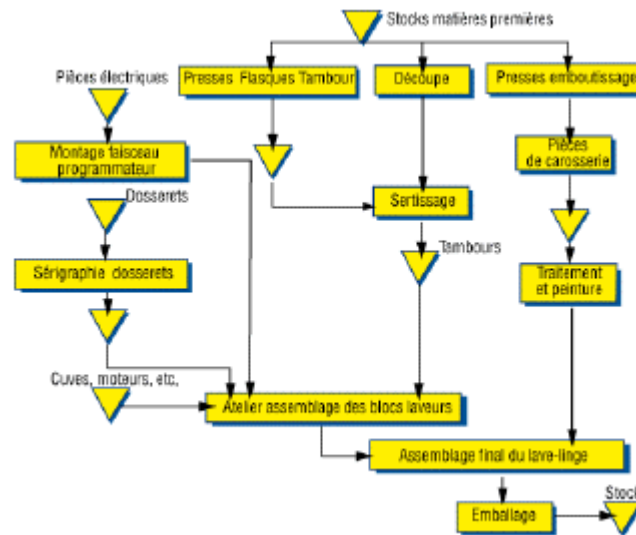
3.3. LE PROCESSUS DE FABRICATION

Les gammes de fabrication des produits décrivant le processus de fabrication, ou les macro gammes au niveau des familles, sont présentées au chapitre 4 sur les implantations.

Dans ce paragraphe, seule une description globale du processus est présentée.

La figure 3.1 illustre un exemple.

Figure 3.1 Exemple de processus global de fabrication. Fabrication de lave-linge.



Liste des installations de transformation et fonctions constituantes.

Liste, par local, des postes de travail ou d'intervention et risques associés.

Matières :

Nature, état d'origine, état après transformation.

Transformation :

Mécanique, physico-chimique, thermique, électro-magnétique...

Transformation par :

Réunion, fusion, pression, impression, déformation.
Division, séparation, érosion, extraction, centrifugation...
Assemblage, dépôt, enlèvement, pressage, laminage, moulage...

Plate-forme, banc d'essai :

Type d'essai, locaux spécifiques, implantation, équipement.

Lieux et locaux d'entretien :

Type d'entretien, implantation, aménagement.

Travaux de contrôle et d'entretien :

Plans, notices de construction, organisation.

3.4. LES MODES ET LES MOYENS DE STOCKAGE

Charges unitaires à stocker :	Nature, nocivité, explosivité, inflammabilité, etc. Quantités, état de division, conditionnement. Stockages d'arrivage, d'expédition, d'en-cours sur lieux distincts.
Types de stockage :	Extérieur, sous abri, dans locaux spécifiques, dans structures spécifiques, silos, vrac, parcs, rayonnages, ranchers, citernes, réservoirs, fosses, etc.
Stockages des matières premières, pièces achetées ou sous-traitées :	Type de matière, tonnage ou volume, conditionnement lors du transport, conditionnement en stockage.
Stockages des en-cours :	Modes, moyens, quantités, dimensions, hauteur, surface au sol, accès.
Stockages des produits finis :	Idem stockages en cours.
Stockage de produits dangereux :	Implantation, fractionnement et séparation en lots maîtrisables isolément (explosions, feux, etc.). Accordés sur règlements locaux.
Sols et revêtements :	Résistance sous charges stockées, sous poinçonnements roulants. Nivelés, non glissants, évacuation des eaux de pluie.

3.5. LES MOYENS DE MANUTENTION, DE TRANSPORT ET DE LEVAGE

Manutentions :	Adaptés aux charges unitaires, aux moyens de stockage et aux lieux. Nature, fréquence (manutention automatisée, continue, manuelle).
Levage :	Nature, fréquence (palan électrique, potence, portique, pont roulant, etc.).

3.6. L'ELIMINATION DES DECHETS

Nature des déchets, quantités, nocivité, inflammabilité, nuisances associées.
Elimination accordée en fonction des règlements locaux.
Mode de collecte : par unités de manutention, par réseau intégré.
Traitement éventuel avant élimination.
Stock minimal et évacuation sur décharge publique, destruction sur place, destruction par entreprise spécialisée.

3.7. LES DONNEES SUR LES CIRCULATIONS EXTERIEURES AUX BATIMENTS

Accès sur le site :	Camions, véhicules légers, piétons. Séparation des accès. Signalisation, éclairage.
Voies de circulation sur le site :	Véhicules, piétons : séparation des voies. Sens unique, sens giratoire pour les véhicules. Largeur des voies.
Voies d'accès des secours autour des bâtiments :	Accès et circulation des pompiers.
Aires d'évolution et cours intérieures :	Surfaces nécessaires Pentes, contre-pentes et trottoirs d'arrêt.
Parking d'attente des camions :	Surfaces, éclairage, résistance du sol.
Parking de stationnement des véhicules :	Surfaces, stationnement en épis, circulation en sens giratoire sur le parking, éclairage. Abri pour les deux roues.
Quais :	Aires de chargement et de déchargement avec auvents. Quais de réception séparés des quais d'expédition.

3.8. LE PERSONNEL CONCERNE

L'organigramme général de l'entreprise définit les départements, services et secteurs de l'entreprise en relation avec le processus global de fabrication, les services connexes à la fabrication (qualité, maintenance, méthodes, etc.) et les autres services supports (personnel, informatique, etc.). Pour chaque entité (service, secteur) on définit les principales activités réalisées et les effectifs correspondants. Un exemple de tableau de données est décrit ci-dessous.

Tableau de données par service.

Département / Service / Secteur :					
Missions principales de l'entité :					
Activités principales	Effectif	Nombre de postes	Horaire travail	Moyens Equipements	Contraintes particulières
Activités 1					
Activités 2					
.....					

3.9. LES LOCAUX SOCIAUX

Vestiaires et sanitaires :	Blocs vestiaires, blocs sanitaires, places et équipements en nombre suffisant. Douches : travaux salissants ou non. Toilettes complémentaires d'atelier et leur répartition Trajets parking vestiaires postess de travail : sûreté d'accès et d'évacuation.
Lieux de transformation collective :	Restaurant, self, cantine, réfectoire, cafétéria. Capacité en places et en repas servis.
Locaux médicaux, infirmerie, lieux de soins d'urgence :	Poste de premiers soins. Infirmerie d'accueil. Infirmerie avec local d'attente et cabine de déshabillage.
Lieux d'accueil :	Salle pour la formation, local pour les réunions du CE, du CHSCT, des délégués du personnel. Lieux de réception visiteurs, d'accueil des transporteurs. Gardiennage, guichet, logement de fonction. Local de repos ou coin détente (fumeur et non fumeur).

3.10. LES FLUIDES ET ENERGIES

Besoins globaux :	Puissance maximale d'utilisation, énergie de secours, énergie de sécurité.
Ressources en eaux :	Réseau public d'alimentation : débit, pression, raccordement. Pompage local ; qualité de l'eau, constance, traitement. Réserve d'eau pour la lutte contre l'incendie : plan d'eau, bêche ou ouvrage de rétention.
Electricité	
Livraison externe :	Raccordement selon EDF-GDF. Transformateur, type, local à cuvette de rétention.
Production interne :	Groupe électrogène de secours, centrale de batterie de sécurité.
Réseau de terre :	Ceinturage en fond de fouille.
Combustibles gazeux et liquides	
Réseau public d'alimentation gaz :	Raccordement selon EDF-GDF.
Stockage de réserve sur site :	Nature du gaz ou du liquide, lieu d'implantation, volume et moyen de stockage, accordé sur règlements locaux.
Appareils d'utilisation :	Type, localisation.
Combustibles solides	Nature, approvisionnement, stockage, volumes, manutentions, déchets.
Chauffage, ventilation, assainissement	Isolation, sols chauffants, appareils suspendus, posés : manutention, évolutions. Local de chaufferie centrale, récupération des calories. Appareils à combustion (localisation), type d'atmosphère, gaz imbrûlés, fumées (conduits). Introduction d'air neuf et préchauffé, pour occupants et appareils. Ventilation générale des atmosphères ambiantes sans pollution

<p>spécifique. Suppression, réduction, aspiration, évacuation des émissions polluantes par captage local et enveloppant. Rejet de dilution des polluants dans l'environnement, filtration, épuration éventuelles.</p>	
<p>Fluides caloporteurs et frigoporteurs Eau, vapeur, air Température, pression. : Autres fluides : Nature, température, pression, toxicité, inflammabilité. Appareils : Capacités, type, localisation, accordés sur réglementation.</p>	
<p>Réseaux de distribution Electricité : HT, BT, très basse tension. Distribution aérienne ou dans le sol, interférences avec manutentions. Eaux : Potable, non potable, froide, chaude, vapeur. Réseau d'extinction pour cas d'incendie : RIA, sprinklers. Gaz : Réseaux enterrés, réseaux non exposés aux chocs et heurts de manutention. Air : Air comprimé : compresseurs, bruit (silencieux d'origine), local. Air aspiré : captage local, de polluants, spécifique, ventilation, ventilation générale d'ambiance. Air soufflé : ventilation, rideaux d'air préchauffé. Lubrifiants : Usage, toxicité, inflammabilité. Tous fluides : Repérage, identification, dispositions et dispositifs de sécurité.</p>	
<p>Rejet des eaux usées Accordé sur règlements locaux. Existence d'un réseau séparatif d'égouts. Eaux industrielles Traitement éventuel avant rejet. : Eaux vannes : Traitement ou rejet brut. Eaux pluviales : Captage, possibilité de rejet.</p>	

4. METHODES D'IMPLANTATION

La conception de l'implantation générale est séparée de celle de l'implantation détaillée. En effet, l'implantation générale se situe à un niveau global : elle cherche à définir les emplacements des services, des ateliers ou des secteurs de façon à minimiser les distances parcourues par les matières, les engins de manutention ou le personnel, ainsi qu'à faciliter les liaisons fonctionnelles entre les services. L'implantation détaillée se situe, chronologiquement, après l'implantation générale. Elle porte sur une partie de celle-ci, comme un atelier, et va jusqu'à la définition des emplacements des postes de travail, des allées de circulation, des zones de stockage des en-cours, etc.

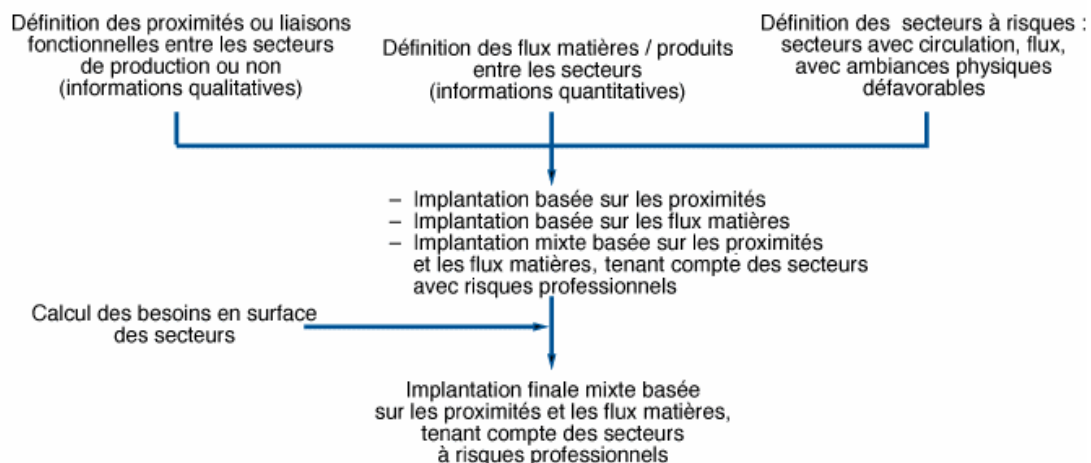
4.1. IMPLANTATION GENERALE

Dans cette phase, on cherche à optimiser plusieurs critères comme :

- la minimisation des distances parcourues par les matières, ceci en fonction du choix des positions des secteurs, des moyens de transport et de manutention,
- la facilité des communications et des échanges d'informations entre les personnes des services amenées à travailler ensemble sur les mêmes processus industriels ou administratifs,
- la réduction et la maîtrise des risques d'accidents du travail liés à la circulation des engins et des personnes ainsi qu'aux manutentions. Cet objectif est recherché par le principe de la "marche en avant" des produits, la simplification des circuits et la "visibilité" des flux cherchant à éviter les croisements et retours en arrière,
- la minimisation du risque de maladies professionnelles liées à des ambiances physiques défavorables, en recherchant une implantation correcte de certains secteurs bruyants ou avec des pollutions chimiques.

La méthodologie d'implantation peut être résumée dans la figure 4.1.

Figure 4.1 Méthodologie d'implantation.



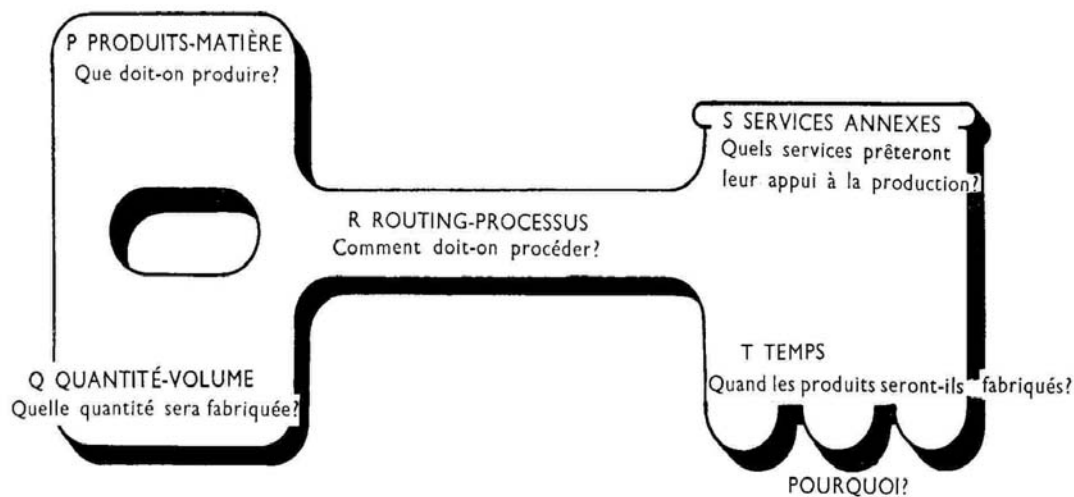


Fig. 1.1. — LA CLEF — PQRST — DE RÉOLUTION DES PROBLÈMES D'IMPLANTATION.

Sur la figure 1.1 on a porté tous les éléments sur un dessin représentant une clef. Noter le mot **POURQUOI** (1) dans la partie utile de cette clef, qui est placé là pour critiquer toutes les informations de base, vérifier l'origine des renseignements, dont dépend la préparation de l'implantation. De nombreux **POURQUOI** sont nécessaires pour s'assurer que les données initiales sont sûres.

Les cinq éléments P, Q, R, S, T qui constituent la base du planning de l'implantation sont reproduits dans la figure 1.2. Ceci est sans doute un jeu de lettres mais ce jeu assure éventuellement des

P	Produit (Matière)
Q	Quantité (Volume)
R	Routing (Processus de fabrication)
S	Services annexes
T	Temps

Fig. 1.2. — L'ALPHABET DE L'INGÉNIEUR D'IMPLANTATION RELATIF AUX ÉLÉMENTS DE BASE DE LA PRÉPARATION DE L'IMPLANTATION.

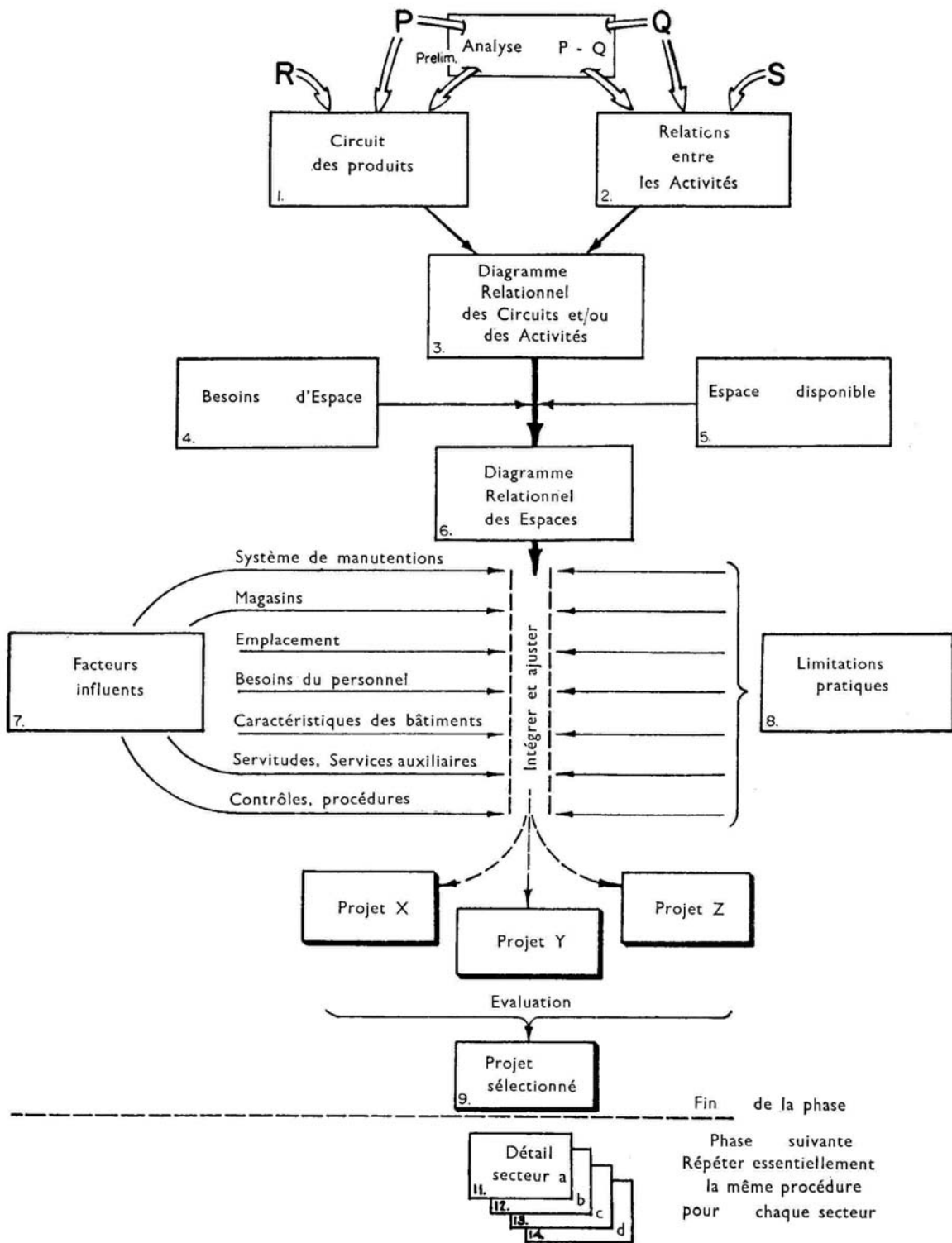


Fig. 2.1. — PROCÉDURE RATIONNELLE DE PRÉPARATION DE L'IMPLANTATION. (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING).

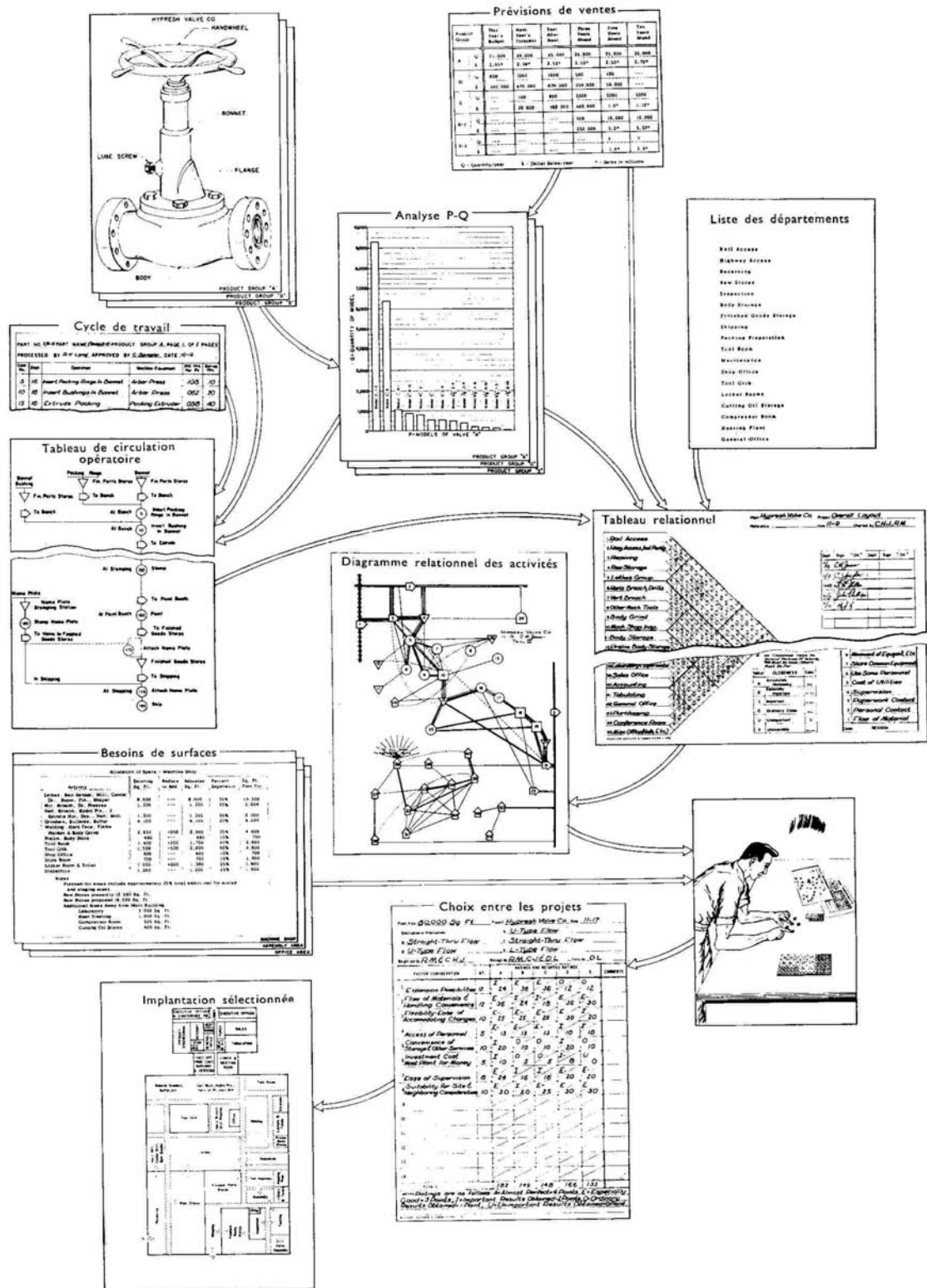


Fig. 2.3. — UN EXEMPLE DE PRÉPARATION RATIONNELLE DE L'IMPLANTATION, À PARTIR D'UN PROJET RÉEL D'IMPLANTATION D'UNE NOUVELLE USINE DE FABRICATION DE VALVES. LE Dessin du produit et les quantités prévues ont été modifiées pour ne pas dévoiler le nom de la Société en question mais les autres imprimés sont des copies des documents réels. Cette phase d'implantation générale nécessite à peu près six semaines d'ingénieur. Une fois, le projet approuvé, des plans détaillés ont été réalisés pour chaque zone, plans s'insérant dans le plan général.

4.1.1. Données nécessaires

Une partie des données a été présentée au chapitre 3 sur le recueil des informations. Dans ce paragraphe sont décrites plus en détail les données spécifiques nécessaires pour réaliser les implantations des différents secteurs ou services concernés par le projet de construction ou d'aménagement.

Pour une activité industrielle, on définit les principales caractéristiques de l'activité sur les années à venir, à savoir :

- les produits, ou les familles de produits, représentatifs de l'activité avec les volumes de production prévus, les gammes de fabrication, les tailles des lots, etc.,

- les choix possibles pour l'organisation de la production : horaires de travail, fabrication en îlots fonctionnels / sections homogènes, fabrication en îlots produits / groupes produits, fabrication en ligne, fabrication mixte, etc. Le maître d'ouvrage indique les options à étudier, car elles conditionnent fortement les implantations,

- les objectifs en matière de conditions de travail, de prévention des risques d'accidents et de maladies professionnelles.

En effet, ces objectifs sont reliés, entre autres, aux choix d'organisation de la fabrication (contraintes de temps, temps de cycle), aux choix des moyens de manutention et de transport des matières, aux modes de traitement des nuisances physiques et chimiques. Des informations sur ces éléments sont données par le maître d'ouvrage, car ce sont des facteurs fondamentaux pour l'optimisation des implantations.

Exemple simplifié : Fabrication de pièces en alliage métallique.

Données nécessaires

(1) Le processus global de fabrication (analogue à la figure 3.1)

Matières premières ----> Fabrication sur presse (trois types de presses) ----> Séparation des pièces (trois modes de séparation)

Traitement de surface mécanique (TSM)

et/ou usinage

et/ou nettoyage chimique (deux modes possibles) ----> Conditionnement

et/ou traitement de surface (TS)

(2) Le programme de production et les gammes de fabrication

Programme de production et gammes de fabrication.

Produits / Familles	Quantité par an (milliers)	Nombres de lots par an	Gammes produits ou macro gammes familles						
			Mode fabrication	Mode séparation	Type TSM	Usinage	Mode nettoyage	TS	Conditionnement
Pièces moyennes - P1	12 000	1 200	Presse (B)	En machines	Polissage	-	-	-	oui
Grosses pièces - P2	70	150	Presse (C)	Manuel	Ebavurage	oui	Type B	oui	oui
.....

Le tableau 4.2 donne le programme prévisionnel de production et les gammes des produits permettant de calculer ultérieurement les flux matières entre les secteurs.

Les pièces, selon leurs tailles, sont fabriquées sur trois types de presses (A-B-C) et séparées suivant trois modes : en machines, sur presses de découpe ou manuellement.

Suivant leur gamme propre, les produits subissent ou non certaines phases du processus global.

Utilisation de la méthode de la gamme enveloppe pour définir la séquence logique des phases du process.

La gamme enveloppe est la gamme fictive qui recouvre l'ensemble des gammes réelles des produits selon l'ordre séquentiel des opérations des gammes.

Dans l'exemple, la gamme enveloppe est :

presse type A - presse type B - presse type C - séparation en machines - séparation manuelle - séparation sur presses - polissage - ébavurage - etc. - conditionnement.

La gamme réelle du produit P 1 (pièce moyenne) étant :

presse type B - séparation en machines - polissage - conditionnement.

L'établissement de la gamme enveloppe permet donc d'identifier l'enchaînement logique des phases du process et de montrer l'intérêt d'éclater certaines phases.

Ces informations sont donc directement utiles pour établir un schéma d'ensemble de l'implantation générale et viennent en complément de la méthodologie plus complète développée ci-après.

Remarque

Pour une activité du secteur tertiaire, il est décrit de manière analogue les principales phases du processus.

Exemple : entreprise de réparation de produits électroménagers.

Les familles de produits sont les différents types de produits à dépanner : réfrigérateurs, congélateurs, cuisinières, téléviseurs, magnétoscopes, etc.

Le processus de réparation, analogue à la gamme de fabrication, est constitué de l'ensemble des phases depuis l'arrivée du produit en panne jusqu'à son expédition en retour vers le client : réception, stockage d'attente sur rayonnages, réparation, essai, emballage, stockage, expédition.

4.1.2. Méthode des liaisons fonctionnelles (proximités) entre les secteurs

Elle cherche à rapprocher les secteurs qui ont beaucoup de liaisons entre eux, comme les flux de matières et produits, les déplacements des personnes, les échanges d'informations.

Il est défini un tableau à double entrée donnant les degrés de proximité entre les secteurs pris deux à deux, basés sur les volumes d'échanges (informations, matières).

La hiérarchie de la pondération en sept niveaux va d'une proximité "absolument nécessaire" (A), une proximité "spécialement importante" (B), ..., à un éloignement "absolument nécessaire" (G) (voir figure 4.3, un tableau des proximités sur l'exemple simplifié. Dans cet exemple simplifié ne figurent pas des proximités inter secteurs du type E, F ou G).

Ce tableau est établi par les responsables des secteurs concernés. Quatre types de secteurs sont définis :

- les secteurs impliquant des flux matières (ateliers de fabrication, lieux de stockage), essentiellement à l'intérieur des bâtiments,

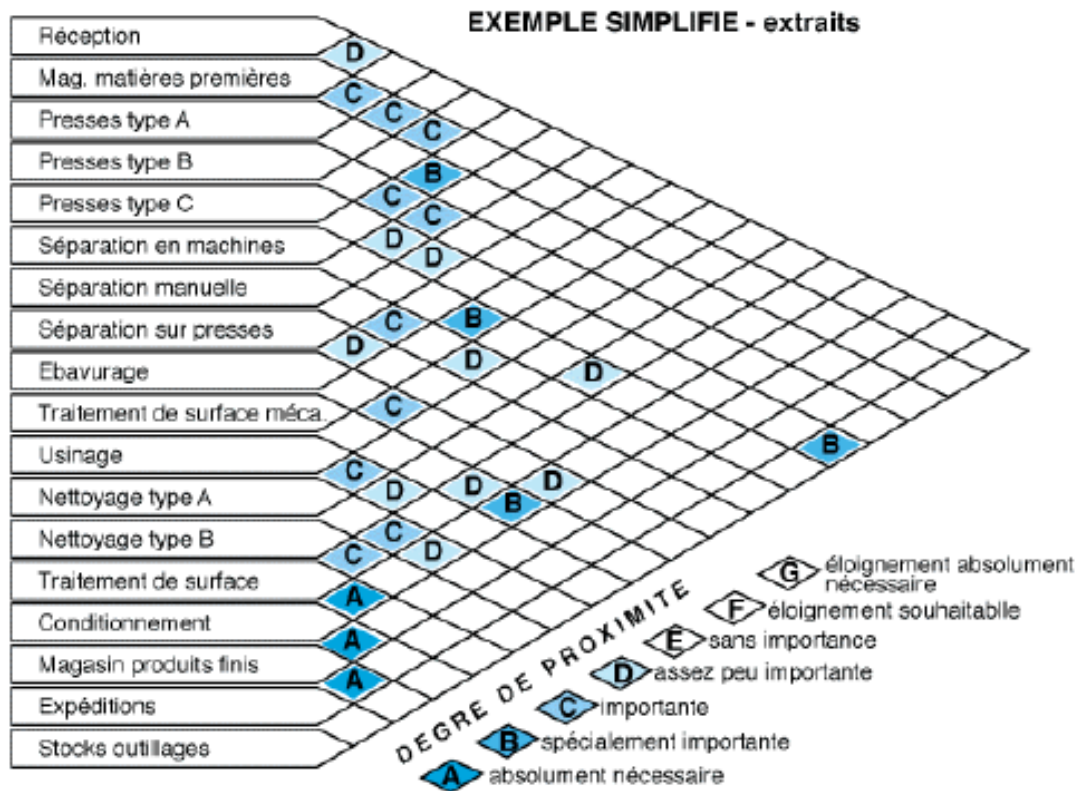
- les secteurs liés à la circulation extérieure aux bâtiments (entrée et sortie de l'entreprise, parkings, réception, expédition, vestiaires, etc.),

- les secteurs avec des risques potentiels que l'on souhaite isoler ou éloigner de certains autres secteurs (secteurs avec risques d'incendie ou d'explosion, locaux techniques, secteurs avec nuisances sonores, chimiques, etc.),

- les secteurs sans flux matières, ou avec peu de flux matières : secteurs connexes à la fabrication (méthodes, maintenance, etc.) et secteurs administratifs.

Cette classification facilite le remplissage du tableau donnant les degrés de proximité souhaités entre les différents secteurs.

Figure 4.3 Tableau des proximités entre les secteurs.



A partir du tableau des proximités, la méthode consiste à positionner les secteurs par ordre d'importance décroissante des proximités : d'abord les liaisons de type A (absolument nécessaire), puis les liaisons du type B (spécialement importante), etc., et à agréger au fur et à mesure les secteurs non encore pris en compte.

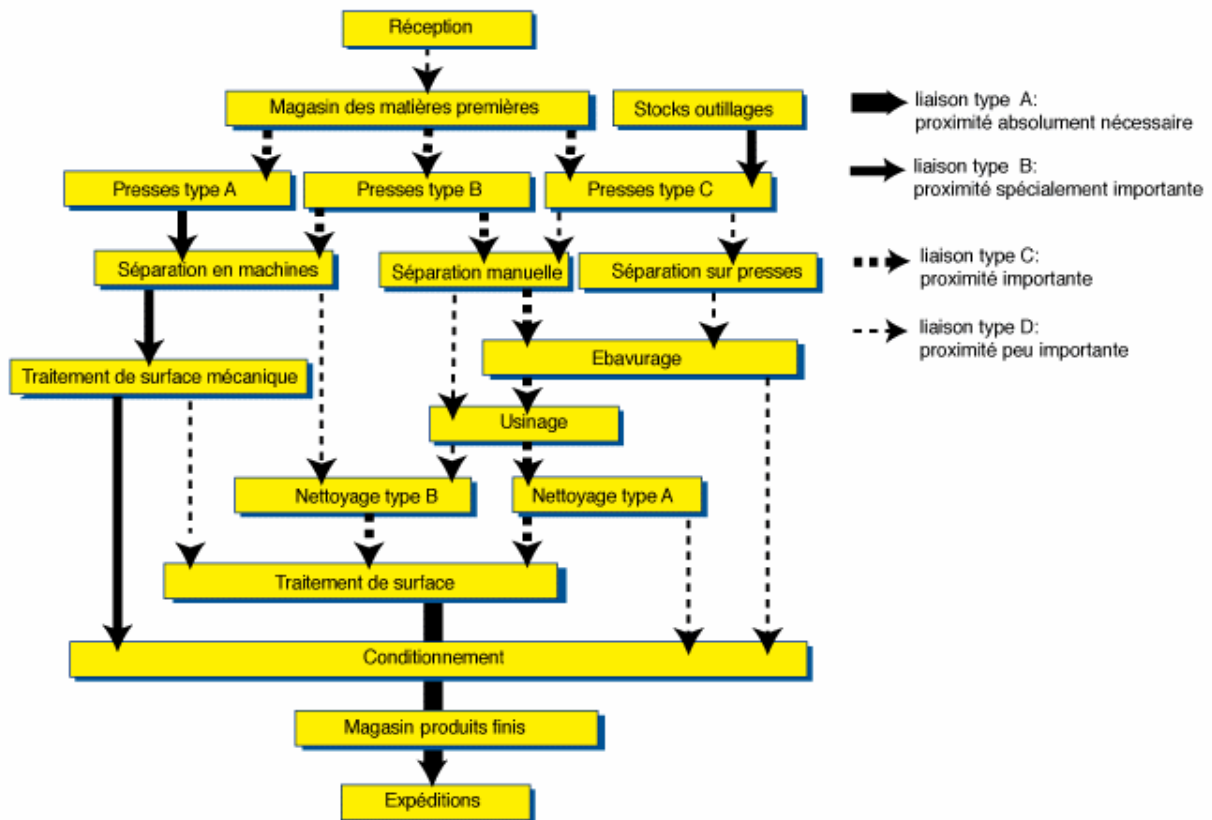
Les secteurs à éloigner de certains autres sont traités en dernier.

A ce stade on ne prend pas en compte les besoins en surfaces des secteurs : on obtient le positionnement relatif des secteurs les uns par rapport aux autres et satisfaisant "au mieux" les nécessités de proximité ou d'éloignement.

Le schéma peut être effectué manuellement ou avec l'aide d'un outil logiciel (Factory Plan).

La figure 4.4 présente un premier schéma d'implantation générale réalisé manuellement à partir de l'exemple simplifié.

Figure 4.4 Schéma d'implantation générale basé sur les proximités



4.1.3. Méthode des flux matières

Dans la méthode précédente des liaisons fonctionnelles, les flux matières entre les secteurs ont été transformés en valeurs qualitatives (A, B, C, ...), fonction de l'importance des flux, et donnant les degrés de proximité souhaités entre les secteurs.

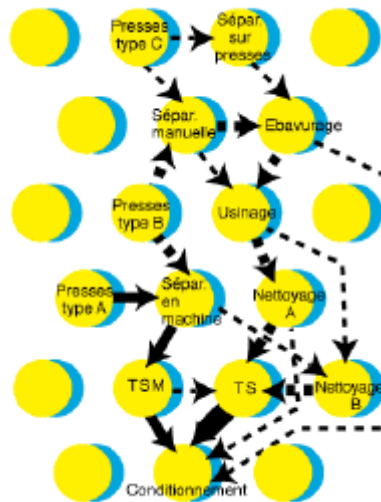
Dans ce paragraphe, on ne prend en compte que les secteurs avec des flux matières.

Le plan de production, les gammes de fabrication, les caractéristiques des moyens de manutention (paragraphe 4.1.1) permettent de calculer le tableau des volumes transportés ou le nombre de mouvements entre les secteurs.

Une méthode manuelle et informatisée, la méthode des chaînons permet de positionner les secteurs sur une structure en "nid d'abeille" en commençant par les secteurs ayant les flux les plus importants.

Cette méthode revient à minimiser la somme des trajets ou distances parcourus par les matières (méthode des chaînons : logiciel Genimat, logiciel Factory Plan) (figure 4.6).

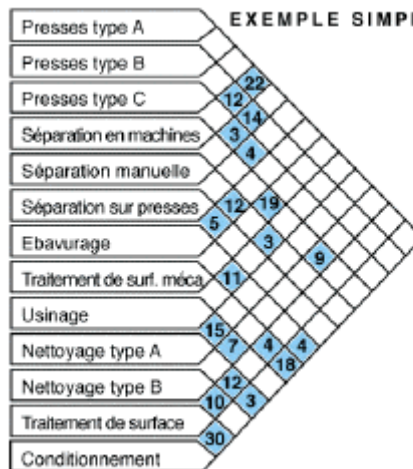
Figure 4.6 Implantation générale en "nid d'abeille".



La figure 4.5 donne les flux matières entre les secteurs. A partir de ces données est établi le schéma d'implantation générale selon une structure en nid d'abeille.

A ce stade, le schéma d'implantation générale ne tient pas compte des besoins en surface des secteurs, il donne seulement les positions relatives optimales des secteurs, les uns par rapport aux autres, selon le critère des flux matières.

Figure 4.5 Flux matières intersecteurs.



4.1.4. Méthode mixte des proximités et des flux matières

Les deux méthodes précédentes peuvent être menées indépendamment l'une de l'autre : la première méthode pouvant traiter l'ensemble des secteurs sur la base d'une évaluation qualitative des proximités, la deuxième méthode traitant uniquement les secteurs avec des flux matières sur une base quantitative. Un travail de groupe permet de définir manuellement un schéma d'implantation générale réalisant un compromis entre les deux méthodes précédentes et répondant à une optimisation multicritère : flux d'informations, flux matières, isolement des secteurs à risques, etc.

Un outil logiciel (Factory Plan) permet de traiter simultanément les données qualitatives du tableau des proximités et les données quantitatives de flux. Il peut alors être utilisé pour aider le groupe de travail dans son analyse de compromis multicritère.

4.1.5. Implantation finale avec les besoins en surfaces

Pour chaque secteur on évalue la surface nécessaire. Pour les secteurs de fabrication, on calcule les nombres de postes de travail et d'équipements nécessaires, ceci à partir du calcul de charge et on en déduit les surfaces de fabrication et de circulation.

Pour les secteurs des services connexes à la fabrication et les secteurs de bureaux on utilise les recommandations pour les surfaces en fonction des effectifs (voir chapitre 10).

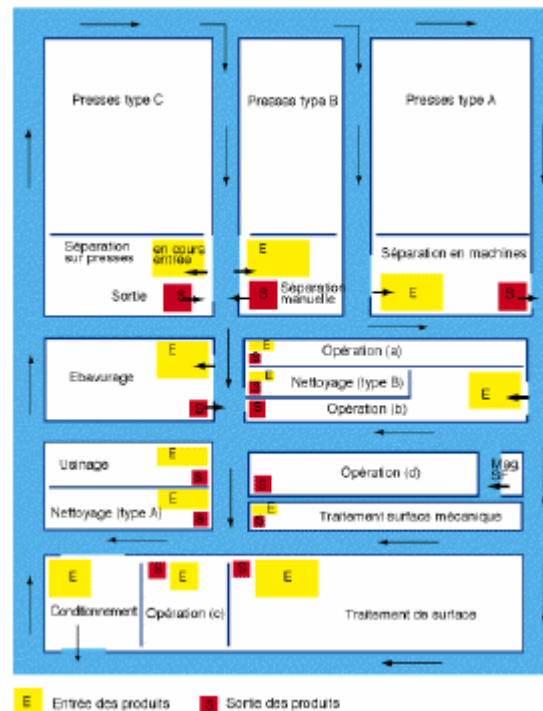
En prenant pour base les implantations obtenues avec les méthodes des proximités et des flux matières, on choisit un scénario d'implantation prenant en compte les surfaces des secteurs.

Ce schéma d'implantation est progressivement affiné pour prendre en compte les risques liés à la circulation et à la manutention, ainsi que les risques physiques et chimiques (bruit, éclairage, chaleur, substances chimiques, etc.).

Ce processus itératif de recherche de l'implantation optimale peut être facilité par l'utilisation d'un outil logiciel "simulant" successivement plusieurs scénarios d'implantation (Factory Flow).

La figure 4.7 présente un schéma d'implantation générale réalisé sur l'exemple présenté dans ce chapitre.

Figure 4.7 Schéma d'implantation générale avec les surfaces.



4.2. IMPLANTATION DETAILLEE

L'implantation détaillée porte sur une partie ou quelques secteurs étudiés lors de l'implantation générale.

C'est une analyse fine du fonctionnement de l'installation allant jusqu'au schéma d'implantation des machines, des postes de travail, des surfaces de stockage, des encours, des allées de circulation des engins et des piétons.

Les principales options retenues au niveau de l'implantation détaillée sont cohérentes avec celles retenues pour l'implantation générale de ces secteurs.

4.2.1. Les données nécessaires

Les données sont plus fines que pour l'implantation générale et sont celles utilisées en gestion de production : plan de production et gamme de fabrication des produits concernés, moyens de manutention, horaire de travail, etc.

4.2.2. Méthode basée sur les flux matières et les besoins en surfaces

Compte tenu des choix d'organisation de la fabrication retenus lors de l'implantation générale et des moyens de manutention, on calcule les besoins en surface pour les machines, les postes de travail, les systèmes de transport et les allées de circulation. Cette estimation des surfaces étant affinée par rapport à celle effectuée lors de l'implantation générale.

A partir des risques potentiels liés aux ambiances physiques (éclairage naturel, bruit, thermique, etc.) et des risques liés aux manutentions et aux transports, on choisit un scénario d'implantation détaillée qui sera analysé quant à ses performances : minimisation des trajets des matières, respect des conditions de travail, d'hygiène et de sécurité. On utilise une méthode manuelle ou un outil logiciel (Factory Flow) permettant d'analyser plus facilement différents scénarios.

Le processus itératif de recherche d'une implantation satisfaisant plusieurs critères est basé sur une démarche participative avec les futurs utilisateurs de façon à évaluer les avantages et inconvénients de chaque solution par rapport à son utilisation ultérieure.

4.2.3. Méthode basée sur une simulation dynamique du fonctionnement

Un scénario d'implantation détaillée peut être analysé plus finement par une simulation du fonctionnement du système de production en fonction du temps (simulation dynamique), alors que les méthodes précédentes analysent globalement les flux sur une période de temps, généralement l'année.

La méthode consiste à construire un modèle du système de production (installations de fabrication, moyens de manutention, mode de pilotage) et de simuler le fonctionnement en fonction du temps. Cette simulation sur micro-ordinateur permet d'identifier les zones d'encombrement et de trafic important des engins, de connaître les charges des machines et des engins de manutention.

Plusieurs scénarios peuvent ainsi être évalués et le choix peut se faire sur la base de critères de minimisation des trajets, de réduction des manutentions et des risques potentiels. Comme précédemment, les différents scénarios d'implantation étudiés en simulation reposent sur une démarche participative avec les futurs utilisateurs de façon à évaluer leurs avantages et leurs inconvénients.

Il existe de nombreux logiciels de simulation : Automod, Taylor II, Siman, Witness, etc.

4.3. BIBLIOGRAPHIE

■ P. H. DEJEAN, J. PRETTO, J. P. RENOUEAU Organiser et concevoir des espaces de travail. Paris, ANACT, 1988.

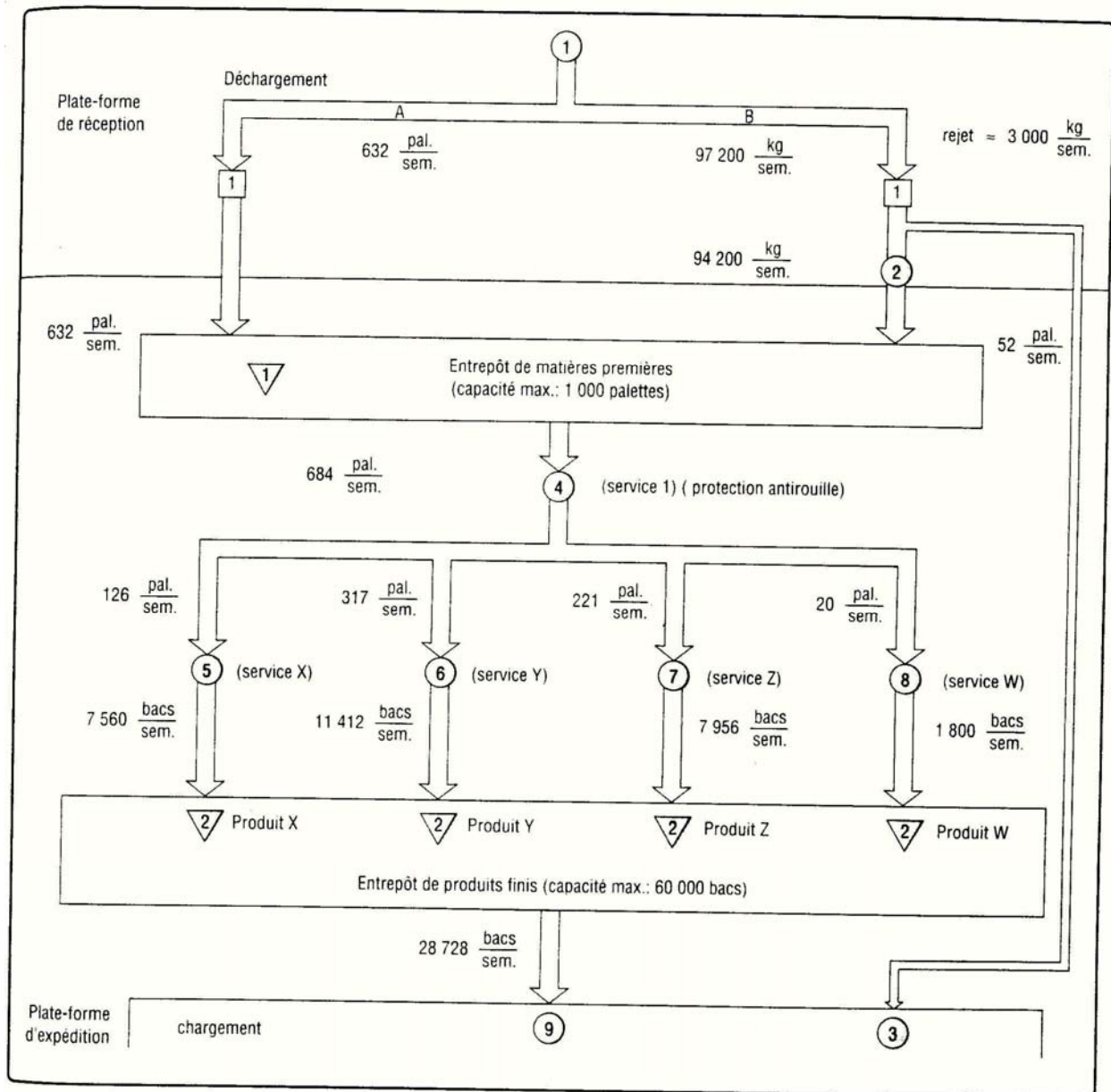
■ CRITT IAA EDF L'usine agro-alimentaire. Edition RIA, 1992, Guide de conception et de réalisation.

■ J. GERBIER Organisation et fonctionnement de l'entreprise. Paris, TEC-DOC, Lavoisier, 1993.

■ ALIMENTEC INDUSTRIES Réussir votre usine agro-alimentaire. Paris, TEC-DOC, Lavoisier, 1994.

■ Méthode d'analyse des manutentions manuelles. ED 776. Paris, INRS, 1994.

Figure 10.13 Diagramme de flux



**FEUILLE DE RENSEIGNEMENTS
SUR L'IMPLANTATION DES MACHINES ET ÉQUIPEMENTS**

Usine : Société Fatalet Projet : 66532
 Fait par M. Jolly Aidé de M. J. Brinet Date 22-10-60

Eau _____ Vapeur _____ Vidanges _____
 Air comprimé _____ Gaz _____
 Fondations _____ Fosse _____
 Mise à niveau _____
 Connexions spéciales _____

Echappement : _____
 Hauteur maximum 2,20 m.
 Poids net : 2300 kg.

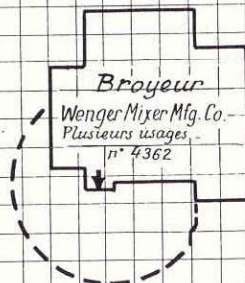
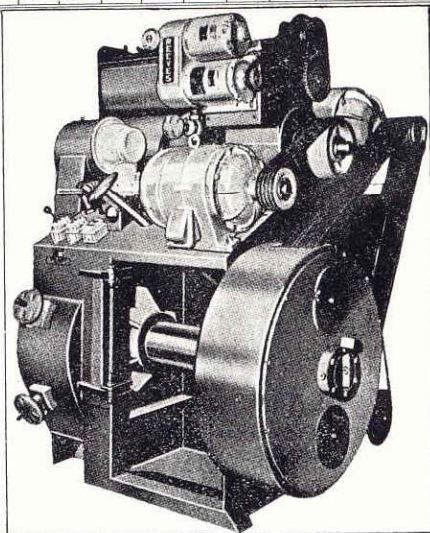
Courant électrique	Puis.	Volts	Périod.	Phases	Amp.
Moteur principal	<u>100</u>	<u>220</u>	<u>50</u>		
Moteur auxiliaire	<u>20</u>	<u>220</u>	<u>50</u>		
Moteur auxiliaire	<u>3/4</u>	<u>220</u>	<u>50</u>		

Nom : Broyeur Fiche : M-35

Fabricant : _____ Modèle/dimensions : usages multiples
 Vitesse/capacité : 1800 l./mn. Identification : n° dans série 4362

Largeur : 200 cm
 Profondeur : 191 cm
 Surface nette : 33 m²
 Surface ouvrier et entretien : 4 m²
 Matières : _____
 Surface de passages : 1,5 m²
 Services/divers : (a) _____
 Surface totale : 8,8 m²

Machine et équipement avec leurs numéros d'identification compagnie	
<u>M-35</u>	
<u>M-38</u>	



DESSIN OU PHOTOGRAPHIE

SOURCE: Catalogue

DATE 9-58

VUE EN PLAN

ECHELLE 1/50

Observations: (a) Les Services sont compris dans les chiffres "Surface ouvrier et entretien"

BESOINS D'ESPACES POUR LES SERVICES								Feuille sur: Fait par: Aïdé de: Date:	
Département ou Activité	Type de Service	Nombre de Services de ce type	Eléments utilisés pour calculer la surface		Surface par Service	Surface requise totale	Hauteur équipement		Besoins spéciaux sur la forme de la surface

BESOINS D'ESPACES POUR LES MAGASINS								Feuille sur: Fait par: Aïdé de: Date:	
Département ou Activité	Matières ou Produits Stockés	Unité ou contenant	Quantités	Procédé de Stockage	Surface requise unité	Surface Totale	Hauteurs		Besoins spéciaux sur la forme de la surface

BESOINS D'ESPACES POUR LA FABRICATION										Feuille sur: Fait par: Aïdé de: Date:	
Département ou Activité	Type de machine ou d'équipement	Nombre	Surface équipement m	Surface pour personnel et matières m	Surface accès m	Surface par machine m²	Surface totale requise	Hauteur m*	Besoins spéciaux sur la forme de la surface		
<i>Moulage</i>	<i>WS 32</i>	<i>1</i>	<i>5,4 x 1</i>	<i>2,4</i>	<i>1,2</i>	<i>5,4 x 4,6 = 24,8</i>	<i>24,8</i>	<i>2,30</i>	<i>{* jusqu'à Trémie Espace nécessaire pour les barres et les changements de moules</i>		
	<i>WS 16</i>	<i>2</i>	<i>4,8 x 1</i>	<i>2,4</i>	<i>1,2</i>	<i>4,8 x 4,6 = 22,1</i>	<i>44,2</i>	<i>2,20</i>	<i>- d° -</i>		
	<i>RP 8</i>	<i>8</i>	<i>4,8 x 1</i>	<i>1,8</i>	<i>0,9</i>	<i>4,8 x 3,7 = 17,8</i>	<i>142,4</i>	<i>1,95</i>	<i>- d° -</i>		
	<i>RP 4</i>	<i>2</i>	<i>4,2 x 1</i>	<i>1,5</i>	<i>0,9</i>	<i>4,2 x 3,4 = 14,3</i>	<i>28,6</i>	<i>1,80</i>	<i>- d° -</i>		
	<i>Impe 16</i>	<i>2</i>	<i>3,6 x 1</i>	<i>2,1</i>	<i>1,2</i>	<i>3,6 x 4,3 = 15,5</i>	<i>31,0</i>	<i>3,80</i>	<i>Extrémité moule sur passages</i>		

Fig. 7.4. — IMPRIMÉ DE COLLATIONNEMENT DES INFORMATIONS POUR LES BESOINS D'ESPACE. L'imprimé a) fut utilisé pour les besoins d'un Département de Plastiques dans une nouvelle implantation. Le type des presses et leur nombre furent communiqués par le Service Technique. Les dimensions furent tirées des catalogues des vendeurs ou des dépliant spéciaux dans le cas de nouvelles machines. On se servait, de même, des imprimés b) et c) pour les besoins relatifs aux Stocks et aux Services. EXTRAIT DE « L'IMPLANTATION PRATIQUE D'USINES », PAR RICHARD MUTHER, OP. CITÉ.

5. PLAN DE MASSE, CIRCULATIONS ET IMPLANTATIONS

5.1. CIRCULATIONS EXTERIEURES AUX BATIMENTS

5.1.1. Organisation des flux de circulation

Les types de flux à considérer dépendent de l'activité de l'entreprise. En général, les circulations principales à prendre en compte sont :

- les camions fournissant l'entreprise en matières premières ou produits avant transformation par l'entreprise (de l'extérieur vers l'entreprise),
- les camions évacuant les produits fabriqués par l'entreprise (produits finis, déchets), de l'entreprise vers l'extérieur,
- les chariots élévateurs circulant entre les bâtiments (et éventuellement d'autres véhicules),
- les piétons circulant entre les bâtiments pendant les horaires de travail,
- les piétons circulant en début et fin de poste,
- les entrées et sorties d'usine du personnel de l'entreprise (piétons, véhicules deux roues, automobiles),
- les voies ferrées intérieures à l'entreprise.

Les principes à mettre en oeuvre sont les suivants :

- choisir de préférence des systèmes de transport des produits mécanisés plutôt que manuels et des systèmes continus plutôt que discontinus,
- éviter les croisements de ces différents flux (aires d'évolution séparées pour chaque type de flux), notamment piétons et camions,
- éviter ou limiter les manoeuvres (demi-tours, marches arrière) notamment des camions,
- aménager les croisements pour faciliter la visibilité.

Dans la pratique, la mise en oeuvre de ces principes doit tenir compte :

- d'autres impératifs tels que la limitation nécessaire du nombre d'entrées (extérieur entreprise) pour des raisons de gardiennage et de commodité pour les transporteurs (exemple : faire viser des documents à l'entrée et à la sortie de l'entreprise),
- de différentes contraintes telles que l'implantation des bâtiments déjà construits.

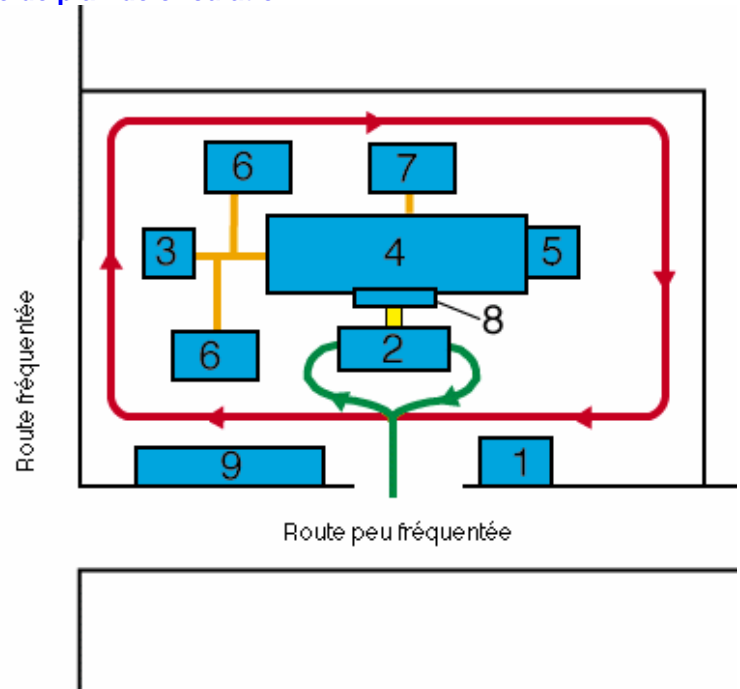
La figure 5.1 est un exemple de recherche d'optimum concernant le plan de circulation d'une entreprise, comportant notamment un sens giratoire unique pour les véhicules.

Une méthode de recueil des données pour déterminer les zones de croisements multiples a été mise au point par l'INRS (La circulation dans l'entreprise. ED 715, INRS). Une procédure en 5 étapes est proposée : établir un plan de l'entreprise, recenser les moyens de transport et de déplacement, déterminer et tracer sur le plan les itinéraires, déterminer les périodes de circulation et les représenter graphiquement, identifier les zones de circulation à croisements multiples.

Figure 5.1. Exemple de plan de circulation

- 1- Accueil. Réception
- 2- Parking personnel entreprise et visiteurs
- 3- Aire de déchargement des matières premières
- 4- Bâtiment principal de fabrication
- 5- Quai de chargement des produits finis
- 6- Bâtiments annexes. Locaux techniques
- 7- Local déchets
- 8- Locaux sociaux. Bureaux
- 9- Parking tampon pour camions de livraison

- Circulation camions
- Circulation voitures (personnel entreprise et visiteurs)
- Circulation chariots élévateurs
- Circulation piétons



prévisionnel.

5.1.2. Circulation des piétons

Ces circulations sont à étudier de manière approfondie, les risques étant de plusieurs types : collision avec des véhicules (risque le plus grave), chute de plain-pied (risque le plus fréquent), heurt avec des obstacles fixes.

On peut conseiller de :

- réduire au minimum les circulations de piétons à l'extérieur des bâtiments en jouant sur l'emplacement des parkings, des bâtiments annexes, des locaux sociaux. Ainsi les vestiaires doivent se trouver sur le cheminement parking postes de travail ;
- respecter le tracé des lignes de "désir" (cheminement le plus court). Les cheminements piétonniers seront protégés des intempéries (allées couvertes, galeries fermées) ;
- protéger les allées de circulation : signalisation, allées réservées aux piétons (voir figure 5.2) ;
- limiter les circuits avec dénivellation pour éviter les chutes et permettre l'accès aux handicapés : pentes maximales de 5 %, marches et obstacles sur le parcours à éviter, largeur d'allée minimale : 1,20 m.

Figure 5.2. Exemples de solutions pour éviter les collisions au franchissement d'une porte" piétons".

Les lieux de travail doivent être aménagés en tenant compte de la présence de travailleurs handicapés (voir arrêté du 27 juin 1994).

Dans la pratique, on prendra comme base le fauteuil roulant pour handicapé moteur : gabarit minimal 0,80 m de large et 1,30 de long, diamètre de circonvolution 1,50 minimum (voir figure 5.3).

Parmi les points à examiner lors de la conception des lieux de travail, on peut citer :

■ Rampes d'accès : les cheminements doivent être de préférence horizontaux.

Lorsqu'une pente s'avère nécessaire, elle doit être inférieure à 5 %. Lorsqu'elle dépasse 4 %, un palier de repos est à prévoir tous les 10 mètres.

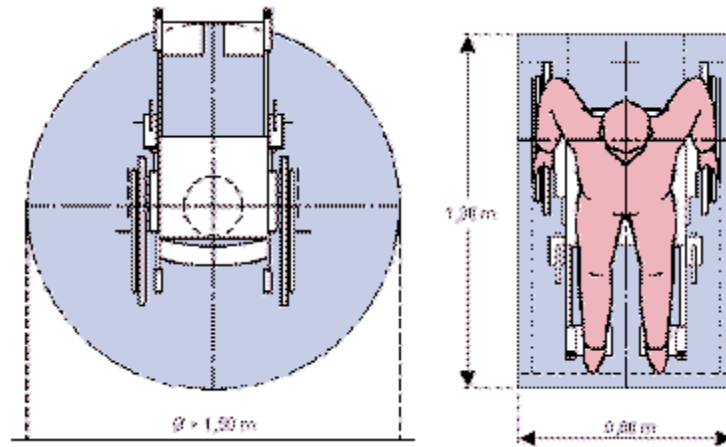
■ Paliers de repos : un palier de repos horizontal est nécessaire devant chaque porte, en haut et en bas de chaque plan incliné. Longueur minimale : 1,40 m hors débattement de porte.

■ Cheminements : les sols ne doivent pas présenter d'obstacles pour les roues. La largeur minimale du cheminement est de 1,40 m.

■ Ressauts : ils sont à éviter. Dans le cas contraire, ils seront arrondis ou munis de chanfreins. Hauteur maximale : 2 cm (4 cm maximum avec chanfrein de 12 cm de long). Distance minimale entre 2 ressauts successifs : 1,20 m.

■ Portes et entrées : la largeur des portes est fonction de leur implantation et du flux de personnel (voir réglementation).

Figure 5.3. Gabarit pour un fauteuil roulant.



5.1.3. Circulation des camions

■ Eviter ou limiter la circulation à double sens et les manoeuvres (marche arrière, demi-tour).

■ Prévoir des routes intérieures d'une largeur suffisante et surtout des aires de dimensions adaptées pour les manoeuvres (si celles-ci ne peuvent être évitées dans le plan de circulation). A titre d'exemple, la largeur recommandée pour faire un demi-tour continu est de 30 m aussi bien pour un tracteur et semi-remorque, un camion tracteur et une remorque, que pour un camion d'intervention des sapeurs-pompiers. Pour tracer une courbe qui permette un virage aisé du véhicule, il est prudent de prévoir un rayon de 13,50 m dans l'axe de la chaussée. Les voies destinées aux camions d'intervention des sapeurs-pompiers doivent être larges d'au moins 4 mètres, libres sur 3,50 m minimum en hauteur.

■ Prévoir le cas échéant, un parking "tampon" pour réguler le flux d'entrée. Il sera à proximité des locaux administratifs (pour les documents à faire viser) et des locaux sociaux prévus pour les chauffeurs. Dans les établissements recevant des véhicules frigorifiques, prévoir des postes électriques de branchement pour les longs parcages afin d'éviter les bruits de moteur à combustion et la pollution.

■ Concevoir les revêtements de sol en fonction des charges à prévoir : allées de circulation, aires d'attente (risque de poinçonnement du sol par béquilles).

■ Signaler et matérialiser les routes, allées, zones de stationnement.

5.1.4. Bibliographie

■ Code du travail, art. 235-3-18 concernant les aménagements pour handicapés.

■ Arrêté du 27 juin 1994 relatif aux dispositions destinées à rendre accessibles les lieux de travail aux personnes handicapées (JO 18 juillet 1994).

■ Etablissement d'un plan de circulation sur les lieux de travail. Recommandation CNAM R 259. Paris, INRS, 1985.

■ Le guide de la circulation en entreprise. ED 800. Paris, INRS, 1996.

■ Locaux de travail, aménagements pour l'emploi de personnes à mobilité réduite. 1989. CNFLRH, 38, bd Raspail, 75007 Paris.

5.2. IMPLANTATION DES BATIMENTS ET AIRES DIVERSES

Cette implantation est liée au plan de circulation décrit précédemment.

Les points suivants doivent être examinés plus particulièrement :

- Ne pas oublier les aires et locaux annexes tels que les aires de stockage, l'évacuation des déchets, les locaux sociaux, les parkings pour les voitures du personnel (prévoir 20 à 25 m² par voiture).

- Aménager un local d'accueil pour les chauffeurs routiers (coin repos avec sanitaire et téléphone).

- Respecter une distance minimale entre bâtiments (20 mètres souhaitables) pour faciliter les circulations et permettre la vue sur l'extérieur à hauteur des yeux de l'intérieur des bâtiments. Pour les bâtiments de stockage à risque d'incendie et sans risque d'explosion, cette distance sera égale à la hauteur du bâtiment avec un minimum de 10 mètres. Penser également aux extensions prévisibles à moyen et long terme.

- Dans le choix du nombre et de l'implantation des bâtiments principaux, on cherchera à faire correspondre l'unité géographique (bâtiment), l'unité significative produit (ligne de produit), la structure hiérarchique et certains locaux (vestiaires, sanitaires, aires de détente). Eviter les bâtiments "couloirs", lieux de passage interférant avec les postes de travail.

- Une orientation franche des bâtiments nord-sud est à privilégier pour éviter des apports thermiques excessifs (par les vitrages latéraux et zénithaux) en été.

- Dans le cas de bâtiments à étages, la hauteur maximale conseillée est de 25 mètres pour permettre un minimum d'éclairage naturel par les façades aux niveaux inférieurs et une vue sur l'extérieur.

Dans les établissements commerciaux, les questions liées au transport et à la manipulation des fonds sont à traiter dès la conception des locaux.

D'une manière générale, la sécurité des personnes est améliorée par toutes mesures visant à réduire les encaisses à un minimum défini, mettre en place des moyens de transfert des fonds à l'intérieur de l'établissement, éviter aux transporteurs de fonds tout contact avec le public et la clientèle.

Pour la caisse client, prévoir, selon les cas (caisse isolée, tour de débit, batterie de check-out, etc.) :

- un coffre tirelire pour le stockage des espèces,

- un transfert pneumatique, notamment pour les caisses périphériques (centre auto, essence, jardinerie, bricolage, matériaux, etc.).

Celles-ci devront en outre disposer d'une liaison inter phonique avec la caisse centrale ou de tout autre moyen d'appel équivalent. Dans le cas des check-out en batterie, installer un transfert pneumatique au moins toutes les deux ou trois caisses. Si cette solution ne peut être retenue, prévoir des prélèvements fréquents à intervalles irréguliers et par des personnes différentes.

Pour les magasins qui ne sont pas en libre-service :

- éviter de placer la caisse près d'une issue (escalier, sortie, etc.),

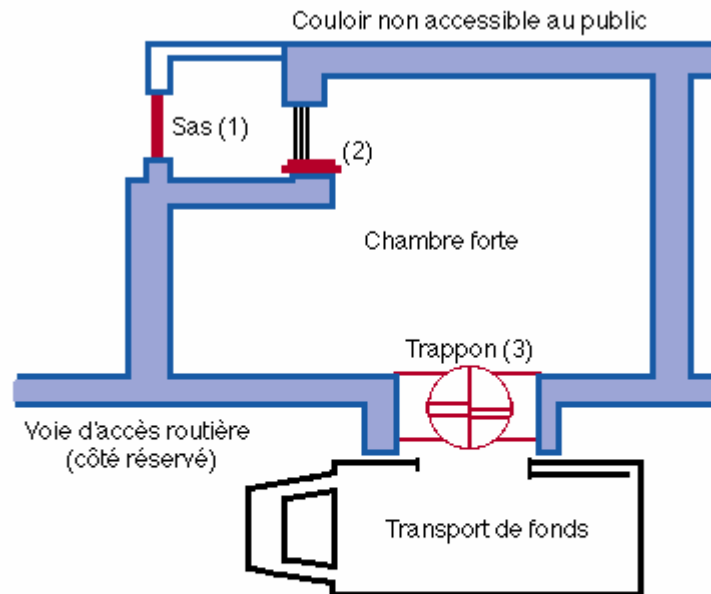
- installer une liaison inter phonique pour les caisses isolées (liaison avec la caisse centrale ou le service de sécurité),

- aménager le poste de travail pour une meilleure sécurité (protection par vitrages résistants) et une ambiance climatique satisfaisante (résolution des nuisances dues aux vitesses d'air, à la chaleur diffusée par les spots, aux reflets, etc.).

Pour la caisse centrale :

- implanter si possible la caisse centrale de telle sorte qu'elle soit :
- hors de la vue de la clientèle et que ses accès immédiats soient également interdits au public,
- le plus près possible d'une voie d'accès routière et qu'elle permette le transfert des fonds sans risques pour les transporteurs habilités,
- dans toute la mesure du possible, installer un "trappe" adapté (voir figure 5.4),
- équiper le local d'une porte blindée avec judas, dont l'ouverture est commandée de l'intérieur et prévoir un sas.

Figure 5.4 Exemple d'implantation d'un trappon.



- (1) Les portes du sas sont commandées de l'intérieur de la chambre forte.
- (2) Système permettant l'identification (judas, caméra,...).
- (3) Sont associés au trappon :
 - la visualisation des transporteurs de fonds et leur identification
 - un système à deux serrures différentes autorisant l'ouverture.

- (1) Les portes du sas sont commandées de l'intérieur de la chambre forte.
- (2) Système permettant l'identification (judas, caméra,...).
- (3) Sont associés au trappon :

- la visualisation des TDF et leur identification,
- un système à deux serrures différentes autorisant la rotation

5.3. CIRCULATIONS INTERIEURES AUX BATIMENTS

Les circulations intérieures sont à l'origine de deux risques principaux : les collisions, notamment entre piétons et chariots élévateurs ; les heurts et chutes, principalement sur les parcours piétonniers. Au niveau de la conception des bâtiments, une réflexion sur l'organisation des flux et la circulation des piétons doit permettre de prévenir ces risques.

5.3.1. Organisation des flux de circulation

Dans la plupart des entreprises, les flux à prendre en compte à l'intérieur des bâtiments sont les suivants :

- engins motorisés circulant dans les allées et desservant les postes de travail : chariots élévateurs, transpalettes électriques, etc.

- piétons circulant avec des charges : chariots à main, transpalettes manuels, etc.

- piétons circulant sans charge : en début et fin de poste, pendant la durée du travail (pour aller d'un poste à un autre ou du poste de travail vers d'autres locaux).

A ces flux s'ajoutent fréquemment des moyens de manutention et de transport continus (ex. convoyeurs au sol et aériens) liés au process de fabrication.

Principes à mettre en oeuvre pour éviter les collisions

Il s'agit tout d'abord de limiter les circulations nécessaires (des produits, engins et opérateurs) en concevant le process et les implantations en fonction de cet objectif. On distinguera clairement les allées de circulation permanente (passage des engins motorisés), des allées de circulation non permanente réservées aux piétons (avec ou sans charge) permettant aux opérateurs d'aller d'un poste à un autre sans passer par l'allée principale.

- Pour les allées de circulation permanente, les largeurs dépendent à la fois des flux de circulation (sens unique ou double sens des chariots automoteurs, voir figure 5.5 et des manoeuvres à effectuer pour déposer et reprendre les charges, voir figure 5.6).

- Pour les allées de circulation non permanente, la largeur minimale pour des piétons sans charge est de 80 cm ; lorsque les opérateurs transportent des charges (ex. poussée de chariots à main), on peut prendre comme règle la largeur du chariot ou du chargement (la plus grande des deux) augmentée de 50 cm pour un sens unique, la largeur des deux chariots ou des deux chargements (la plus grande des deux) augmentée de 70 cm pour un double sens de circulation.

- Pour les allées spécifiques (ex. dans les magasins de stockage), les largeurs sont à étudier cas par cas.

Figure 5.5. Largeur réglementaire des allées de circulation permanente.

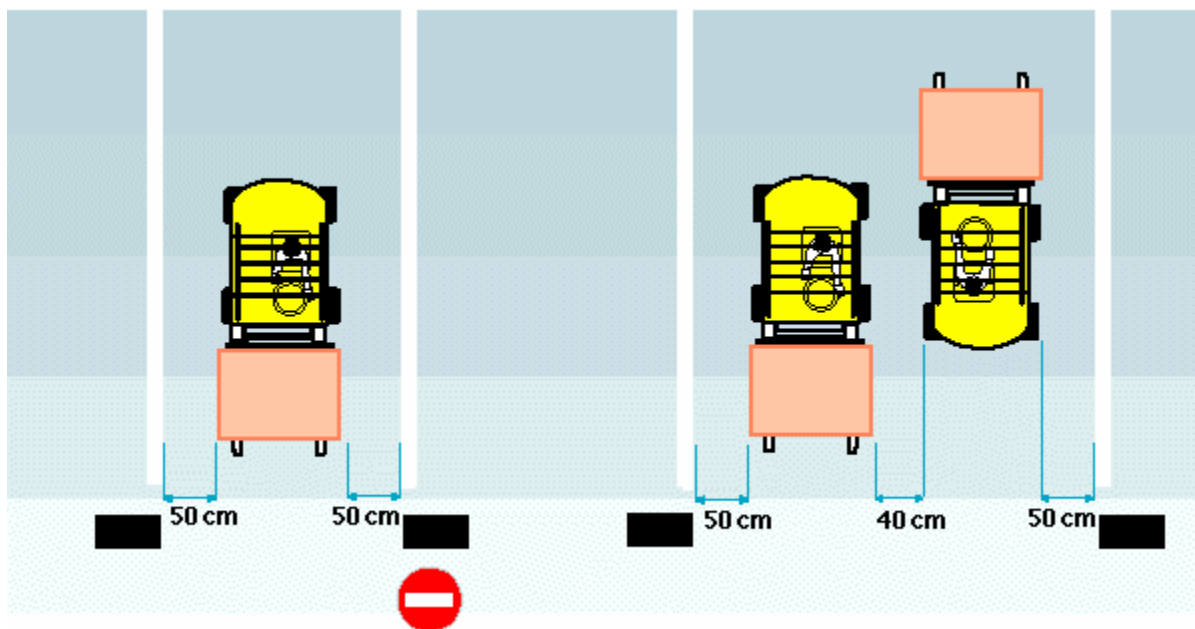
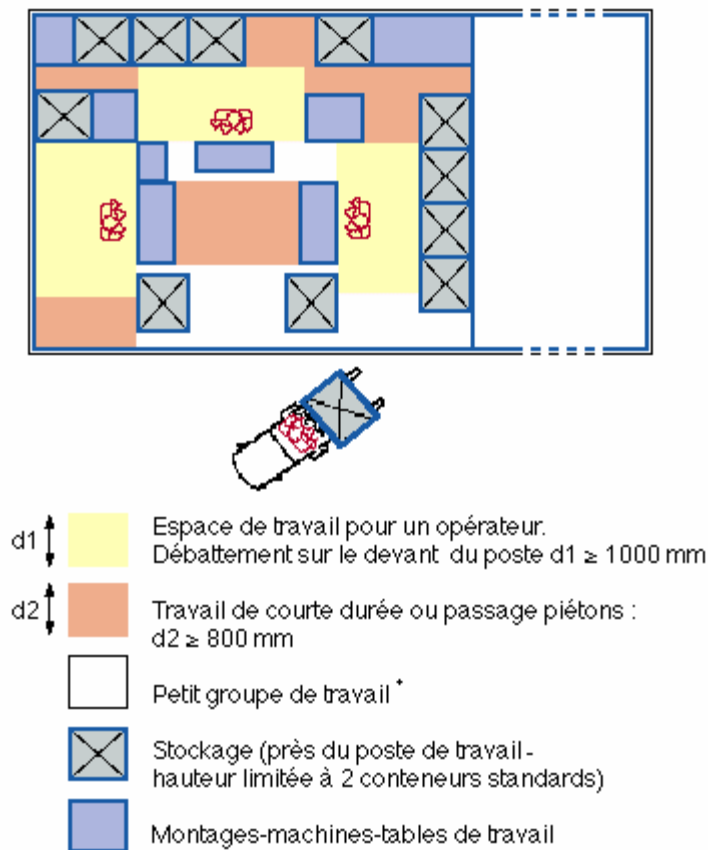


Figure 5.6 Schéma illustrant quelques dimensions recommandées pour l'espace de travail.



*La constitution d'un petit groupe de travail est facilitée si les conditions suivantes sont remplies : effectif entre 3 et 15 personnes, objectifs de production communs, possibilités de choix par décision de groupe (répartition des tâches, rotation, etc.), réunions de groupe, stabilité du groupe, commandement unique.

5.3.2. Organisation des circulations de piétons

Aux risques de collision (traités précédemment) s'ajoutent les risques de heurts et de chutes.

Les principes généraux à mettre en œuvre sont les suivants :

- Éviter les obstacles sur les parcours : éléments de machines et d'installations dépassant dans les allées (en statique ou en dynamique), obstacles au sol ou près du sol (canalisations, tuyaux flexibles, caillebotis, etc.).

- Prévoir des emplacements suffisants dans l'atelier pour les stocks intermédiaires, les bennes à déchets, les chariots en attente.

- Soigner particulièrement les sols sur ces parcours : revêtements résistants, faciles d'entretien et homogènes tout au long des parcours à suivre.

Problèmes spécifiques à certaines circulations de piétons :

- Circulation début et fin de poste : trajet le plus direct possible entre l'extérieur, les vestiaires et les postes de travail. Pour les organisations du type "travail en équipes" et "horaires mobiles", les risques de collision sont plus importants : prévoir des circuits piétons

séparés ou une allée principale suffisamment large pour autoriser le passage des piétons en sécurité (marquage par bande jaune).

■ Circulation des piétons sans charge. Le trajet poste de travail sanitaires est à étudier avec soin : éviter la traversée d'allées principales, préférer la mise en place de plusieurs locaux à faible distance des postes de travail à l'implantation d'un seul.

■ Circulation des piétons avec charges. Ces circulations ont des incidences sur la largeur des allées (voir paragraphe 1), la dimension et le type de portes de communication entre locaux du même atelier. Des aménagements sont à prévoir pour les personnes handicapées moteurs (voir chap. 5.1.2).

5.3.3. Bibliographie

■ Le guide de la circulation en entreprise. ED 800. Paris, INRS, 1996.

■ Chariots automoteurs de manutention. Conseils d'utilisation. ED 766. Paris, INRS, 1994.

5.4. IMPLANTATION DES POSTES DE TRAVAIL

L'implantation des postes de travail est très dépendante du process de fabrication. Seules quelques règles générales peuvent être énoncées ici :

■ Distance entre deux postes de travail. Il s'agit de concilier plusieurs impératifs parfois contradictoires : à la fois faciliter les communications à l'intérieur de petits groupes de travail et éviter que les nuisances d'un poste ne se répercutent sur d'autres postes (encombrement des produits manipulés, bruit, ambiance thermique...).

■ Accès aux machines et installations. Le tableau établi à partir de la norme AFNOR NF X 35-107 : dimension des accès aux machines et installations, donne quelques références sur les largeurs de passage et d'accès (voir tableau 5.1).

Pour les bureaux, les surfaces minimales souhaitables sont de 9 m² pour 1 personne, 12 m² pour 2 personnes, 21 m² pour 3 personnes, 32 m² pour 4 personnes, 45 m² pour 5 personnes. Par ailleurs, les bureaux tout en longueur sont à éviter. Les dimensions suivantes sont conseillées : longueur < 2 fois la largeur pour des bureaux ≤ 25 m², longueur ≤ 3 fois la largeur pour les bureaux > 25 m².

Hauteur sous plafond : minimum 2,50 m, souhaitable 2,80 m.

La répartition entre bureaux individuels et collectifs est fonction de nombreux critères : niveau hiérarchique, type de travail, communications téléphoniques, visiteurs. L'optimum pour un bureau collectif est de 2 à 5 personnes, chiffre correspondant à un petit groupe de travail. Pour les bureaux paysagers, éviter un effectif supérieur à 10 personnes.

Tableau 5.1 Références concernant les largeurs de passage et d'accès
D'après la norme NF X 35-107

	Largeur recommandée (en mm)
Largeur d'un passage habituel soit entre machines ou éléments d'installation, soit pour l'accès au poste de travail.	800 mini (distance réglementaire)
Largeur d'un accès pour intervention occasionnelle (dépannage - maintenance)	600 mini*
Largeur d'accès entre palettes, conteneurs, déposés à proximité du poste de travail	500 mini
Débattement sur le devant d'un poste de travail (à emplacement occupé par l'opérateur à son poste)	1 000 mini d'avant en arrière
Si l'opérateur tourne le dos à une allée ou circulent des engins motorisés	1 500 mini

* 800 si accès en cul-de-sac sur plus de 3 mètres.

5.4.1. Bibliographie

- NF EN 547. Sécurité des machines. Mesures du corps humain. Partie 1, 2, 3. Paris, AFNOR.
- NF X 35-102. Dimensions des espaces de travail en bureaux. Paris, AFNOR.
- L'aménagement des bureaux. Fiche pratique de sécurité ED 23. Paris, INRS, 1990.

6. FLUIDES, ENERGIE, INSTALLATIONS LOURDES

6.1. INSTALLATIONS ELECTRIQUES ET ECLAIRAGE ARTIFICIEL

Voir la figure 6.1

Le risque électrique se présente sous plusieurs formes :

- électrisation par contact direct avec des pièces nues sous tension ou par contact indirect avec des masses mises accidentellement sous tension,

- incendie, explosion,


- fonctionnement intempestif de mécanismes ou de machines suite à des défaillances du système électrique.



La réglementation et la normalisation étant très fournies dans ce domaine complexe, il est conseillé de s'adresser à un bureau d'études spécialisé (partie conception) et à un installateur compétent (possédant la qualification qualifelec) présentant une garantie de bonne exécution (partie réalisation).

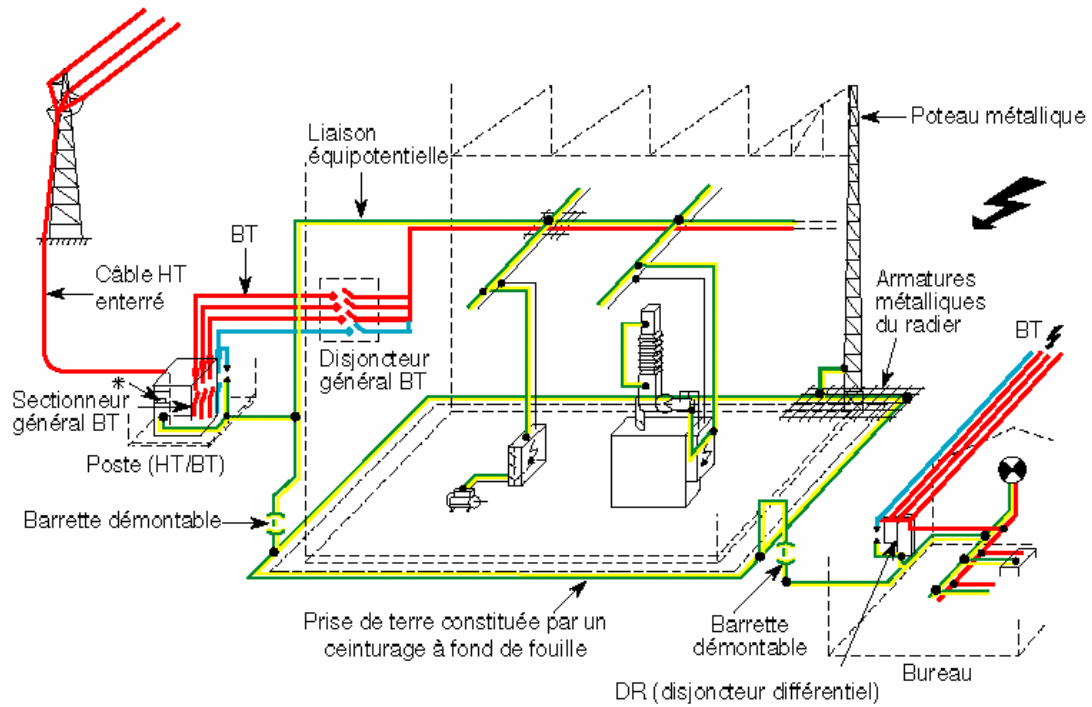
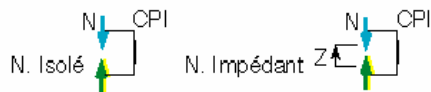
Un autre aspect des installations électriques concerne l'éclairage artificiel qui joue un rôle dans la genèse des accidents et dans le confort visuel : ce problème sera traité à la fin de ce chapitre.

Figure 6.1 Exemple d'installation de mise à la terre et protections principales en tête de ligne.

* RÉGIME DE NEUTRE EN BT

- 1) Neutre à la terre (TT) 
- 2) Mise au neutre (TN) - Neutre à la terre
 TNC (neutre et conducteur de protection confondus)
 TNS (neutre et conducteur de protection séparés)
- 3) Neutre isolé ou impédant (IT)

 Limiteur de surtension
 ou parafoudre



6.1.1. Les installations électriques

Conception

Les installations électriques doivent être conçues et réalisées conformément aux dispositions du décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988. Elles doivent être adaptées à l'usage de chaque local, compte tenu des risques spécifiques liés à cet usage : risque d'incendie, d'explosion, d'électrocution dans les locaux mouillés, humides ou conducteurs. Les liaisons électriques se feront de préférence en lignes souterraines.

Les prises de terre seront implantées selon la technique dite "ceinturage à fond de fouille".

Choix du régime du neutre

L'objectif est de choisir le régime de neutre le plus adapté à l'usage de destination et à la nécessité de pouvoir intervenir en toute sécurité y compris pour localiser aisément un défaut.

■ Régime TT (neutre directement relié à la terre)

Régime obligatoire pour les installations sans poste de transformation dont la puissance est inférieure à 250 KVA.

Les circuits doivent être subdivisés et surveillés par des dispositifs de protection différentiels provoquant la coupure en aval au premier défaut.

Cas des locaux à risque d'explosion :

Ce régime est admis sous réserve de protéger l'installation par des dispositifs différentiels à haute sensibilité (30mA) implantés hors local.

■ Régime IT avec neutre isolé ou impédant

Utilisable pour les installations alimentées à partir d'un poste de transformation privé et dont l'interruption dès l'apparition d'un premier défaut n'est pas souhaitable.

Les disjoncteurs calibrés complétés par des fusibles HPC (haut pouvoir de coupure) assurent la protection contre les surcharges et le risque d'incendie.

L'interconnexion des masses accessibles est nécessaire pour assurer la protection des personnes contre les risques de contact indirect.

■ Régime TNS (conducteurs du neutre et conducteurs de protection séparés) et TNC (conducteurs du neutre et de protection confondus)

Utilisables pour des installations alimentées à partir d'un poste de transformation privé et dont l'exploitation est compatible avec une coupure au premier défaut.

Le régime TNC est incompatible avec toute protection par dispositifs différentiels.

Cas des locaux à risque d'incendie ou d'explosion :

Le régime TNC est à proscrire et le régime TNS doit être associé à des dispositifs différentiels à haute sensibilité.

6.1.2. Les installations d'éclairage artificiel

Un bon éclairage permet à la fois d'éviter des accidents au poste de travail et lors des déplacements, et d'assurer le confort visuel.

Les principes de base sont :

■ d'assurer un éclairage suffisant, adapté aux tâches à effectuer et homogène,

■ d'éviter l'éblouissement.

L'étude d'une installation d'éclairage est aussi affaire de spécialiste et devra prendre en compte les caractéristiques de l'environnement (installations et cloisons fixes et mobiles, facteurs de réflexion, ...) et les problèmes de maintenance.

Valeurs d'éclairage

Ces valeurs sont différentes suivant les locaux et le type de travail effectué (voir

tableau 6.1). Il est conseillé d'appliquer les valeurs recommandées (1^{re} colonne), compte tenu des nombreux facteurs de dépréciation des niveaux d'éclairage. A titre indicatif, la dépréciation est de l'ordre de 20 à 40 % (vieillesse-empoussièrement, ...). La nature des tâches visuelles (5^e et 6^e ligne du tableau) doit être connue pour définir l'éclairage optimal.

Tableau 6.1 Valeurs d'éclairage artificiel suivant les locaux

Espaces et locaux concernés	Valeurs d'éclairage artificiel (en service, en lux)	
	Valeurs recommandées (d'après NF X 35-103)	Valeurs minimales réglementaires
Circulations extérieures (entrées - cours - allées)	30	10
Aires de travail extérieures (ex. quais)	75	40
Circulations intérieures (couloirs - escaliers)	100-300	40-60
Entrepôts	150	60
Ateliers où les tâches ne nécessitent pas de perception de détails	300	120-200
Locaux affectés à des tâches nécessitant la perception de détails	500-1000*	300-600
Bureaux (administratifs - secrétariat)	500**	200

* Dont 250 lux au moins, assurés par l'éclairage général.

** Dont 200 à 300 lux assurés par l'éclairage général.

Choix des lampes

Parmi les critères à prendre en compte, les plus importants pour la prévention sont :

- la durée de vie : éviter les durées courtes (< 4 000 heures) qui nécessitent des remplacements fréquents dans des conditions de sécurité souvent précaires. La durée de vie moyenne pour l'incandescence est de 1 000 heures, pour la fluorescence de 6 000 heures,

- le rendu des couleurs (indice > 80 recommandé). Il est préférable de réserver les tubes fluorescents dits "blanc industrie" aux stockages et aux circulations.

Choix des luminaires

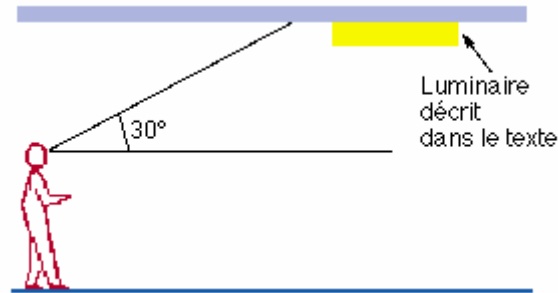
Les luminaires seront choisis de manière à :

- éviter que la lampe ne soit visible par les opérateurs dans un angle inférieur à 30° par rapport à l'horizontale : voir figure 6.2 (enveloppe extérieure suffisamment haute, grilles de défilement avec angles de coupure d'environ 45°...),

- choisir les luminaires en fonction de l'entretien et du remplacement des appareils,

- optimiser l'éclairage par rapport à la hauteur du bâtiment. Au-dessus de 4 mètres, on peut utiliser des lampes à décharge en les panachant avec des lampes à allumage instantané.

Figure 6.2 Choix des luminaires pour éviter l'éblouissement.



Disposition des luminaires

Elle doit permettre d'assurer une bonne conformité d'éclairage et s'intègre dans le calcul du projet d'éclairage (non traité ici). L'installation doit permettre l'extinction et l'allumage de certaines rangées de luminaires en fonction de l'éclairage naturel (rangées parallèles aux fenêtres). Dans les ateliers, pour éviter les ombres portées par les installations aériennes (manutention aérienne, levage, stockages en hauteur, passage de fluides...), augmenter la densité des luminaires (plus nombreux et moins puissants), choisir leur emplacement en fonction de ces installations, placer des rampes d'éclairage complémentaires à faible hauteur (environ 2,50 m).

Dans les installations de stockage, placer les appareils d'éclairage à l'aplomb des allées (et pas au dessus des rayonnages), hors d'atteinte des chariots et des charges en cours de manutention.

Eclairage de sécurité

Un éclairage par installation fixe est à prévoir :

- dans les établissements recevant du public,
- dans les autres lieux de travail, pour les cas indiqués dans le tableau 6.2.

Tableau 6.2 Eclairage de sécurité par installation fixe (établissements recevant du public exclus)

Fonctions à assurer	Conditions d'effectif et d'emplacement	Type d'éclairage
Evacuation Secours Balisage	Effectif > 20 ou effectif moindre avec accès sur l'extérieur selon l'une des conditions suivantes : plus de 30 mètres, escaliers, couloirs	Type C : alimentation par batterie d'accumulateurs, par groupe, ou blocs autonomes
Evacuation Secours Balisage Ambiance *	Effectif > 100 avec densité d'occupation supérieure à une personne par 10 m ² ou dégagements dont la superficie excède 50 m ²	

* Assurant au moins 5 lumens par mètre carré de surface au sol.

6.1.3. Bibliographie

- Code du travail, art. R. 232-12-17. Arrêté du 10/11/1976 modifié par arrêté du 7/07/1980.
- Décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988 : protection des travailleurs contre les courants électriques (voir aussi la brochure ED 723, Paris, INRS, 1989).
- Code du travail, art. R. 232-7 à R. 232-7-10 : éclairage. Circulaire d'application du 11 avril 1984 (JO 11 mai 1984) (voir Aide-mémoire juridique n° 13 Eclairage des lieux de travail, Paris, INRS, 1994).
- NF C 15-100, NF C 13-100, NF C 13-200. Installations électriques, Paris, AFNOR.
- NF X 35-103. Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des lieux de travail. Paris, AFNOR.

6.2. ASSAINISSEMENT DE L'AIR ET VENTILATION

La pureté de l'air, sa température et son hygrométrie sont à des degrés divers essentiels pour la santé et, dans tous les cas, des paramètres de confort prépondérants pour l'activité humaine.

L'émission de polluants (toxiques et/ou explosibles), de même que l'appauvrissement en oxygène d'un air ambiant constituent les principaux risques, notamment dans le cas général des activités abritées dans des locaux fermés.

La réglementation du travail distingue deux grandes catégories de locaux et de pollution :

- les locaux dits à pollution non spécifique, dans lesquels la pollution est liée à la seule présence humaine, excepté les locaux sanitaires,
- les locaux dits à pollution spécifique : émission de substances dangereuses ou gênantes (gaz, vapeurs, brouillards, fumées, poussières), présence de micro-organismes pathogènes, locaux sanitaires (pour ces derniers, voir chapitre 7.7).

D'autres réglementations peuvent être à considérer ; par exemple en matière d'hygiène alimentaire, les notions de zones propres et zones sales sont à intégrer, interdisant certaines techniques d'aération.

6.2.1. Locaux à pollution non spécifique : aération par ventilation générale

L'objectif est de régénérer l'air vicié par la présence humaine (désoxygénation, CO₂) par introduction d'air neuf pris à l'air libre à l'abri de toute pollution.

Les moyens d'aération sont les suivants :

- aération par dispositifs de ventilation mécanique : de tels dispositifs sont les seuls permettant d'assurer en permanence les débits d'air neuf à introduire par occupant (voir tableau 6.3) ;
- aération exclusive par ouverture de fenêtre ou autres ouvertures donnant directement sur l'extérieur ; ce mode d'aération est autorisé dans le cas des locaux formant une réserve d'air telle que le volume par occupant est au moins égal à 15 mètres cubes pour les bureaux et les locaux où est effectué un travail physique léger, à 24 mètres cubes pour les autres locaux ;
- aération par des ouvertures communiquant avec un local adjacent ; ce mode d'aération est autorisé lorsque les deux locaux sont à pollution non spécifique ; le local ainsi aéré ne doit être réservé qu'à la circulation ou à des occupations épisodiques ;
- aération par "balayage" d'un groupe de locaux communicants ; disposition, issue des précédentes, où l'air neuf introduit par la périphérie d'un groupe de locaux communicants à pollution non spécifique est entraîné au travers de ceux-ci par une extraction mécanique équipant soit l'un d'eux, soit un local à pollution spécifique implanté parmi eux.

Tableau 6.3 Débit d'air minimal suivant le type de local

Désignation des locaux	Débit minimal d'air neuf par occupant (en mètres cubes par heure)
Bureaux, locaux sans travail physique	25
Locaux de restauration, de vente, de réunion	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60
Désignation des locaux	Débit minimal d'air introduit (en mètres cubes par heure et par local)
Cabinet d'aisances isolé**	30
Salle de bains ou de douches isolées**	45
Salle de bains ou de douches** commune avec un cabinet d'aisance	60
Bains, douches et cabinet	30 + 15 N* 10 + 5 N*

d'aisance groupés Lavabos groupés	
Désignation des locaux	Exemple d'activités
Locaux sans travail physique	Travail assis du type : écriture, frappe à la machine, dessin, couture, comptabilité
Ateliers et locaux avec travail physique léger	Travail assis ou debout du type : assemblage ou triage de matériaux légers, percement ou fraisage de petites pièces, bobinage, usinage avec outil de faible puissance, déplacement occasionnel
	Travail soutenu
	Travail intense
Autres ateliers et locaux	

* N : nombre d'équipements dans le local.

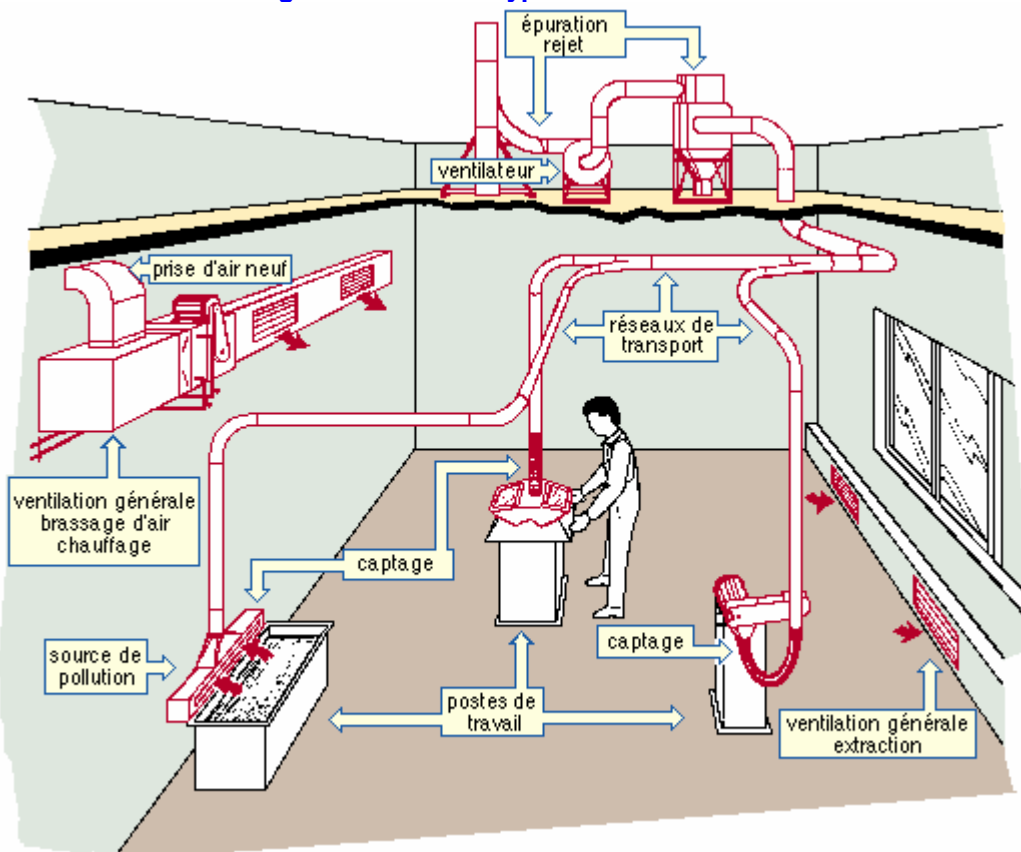
**Pour un cabinet d'aisances, une salle de bains ou de douches avec ou sans cabinet d'aisances, le débit minimal d'air introduit peut être limité à 15 mètres cubes par heure si ce local n'est pas à usage collectif.

6.2.2. Locaux à pollution spécifique

Le choix d'un mode d'assainissement doit être précédé d'un inventaire des sources de pollution, de leur nature et de leurs caractéristiques physico-chimiques.

La démarche consiste à examiner par ordre d'intérêt décroissant les diverses solutions et à ne passer à l'étape suivante qu'en cas d'impossibilité de réalisation de celle en cours d'examen. Les modes d'assainissement à examiner par ordre de priorité sont les suivants (voir aussi le tableau 6.4) en tenant compte des interférences possibles entre les dispositifs de ventilation et de chauffage (voir figure 6.3).

Figure 6.3 Schéma type d'une installation.



6.2.2.1. Assainissement par suppression d'émissions de polluants

Chaque fois que les techniques de production le permettent, il est obligatoire de supprimer les émissions de polluants, et en priorité les plus toxiques et/ou explosives.

Axes de recherche envisageables selon les cas :

- suppression du polluant lui-même,
- travail sous vase clos,
- assainissement par voie humide aux points d'émission (pour la suppression d'émissions de poussières, de fibres).

6.2.2.2. Assainissement par dispositifs de captage par aspiration localisée

(voir figure 6.4)

Lorsque les émissions polluantes ne peuvent être supprimées totalement, elles doivent être captées au plus près de leur source d'émission et aussi efficacement que possible (voir brochure INRS ED 695).

Pour des postes de travail multiples émettant un même polluant, des dispositifs de captage-évacuation distincts et autonomes peuvent être préférés à un réseau général de captage et de transport tributaire d'une centrale d'aspiration unique, de ses pannes et de ses arrêts pour entretien (voir figures 6.5 et 6.6).

En outre, des postes de travail émettent des polluants réactifs entre eux ne doivent en aucun cas être raccordés à un même réseau de captage-évacuation.

Les caractéristiques des polluants relatives aux risques incendie et explosion sont également à prendre en compte (LIE : limite inférieure d'explosivité, point d'éclair, énergie minimale d'inflammation) aussi bien dans le présent cas de captation par aspiration localisée que dans le cas ci-après de dilution évacuation.

Figure 6.4 Schémas de principe de différents modes de ventilation.

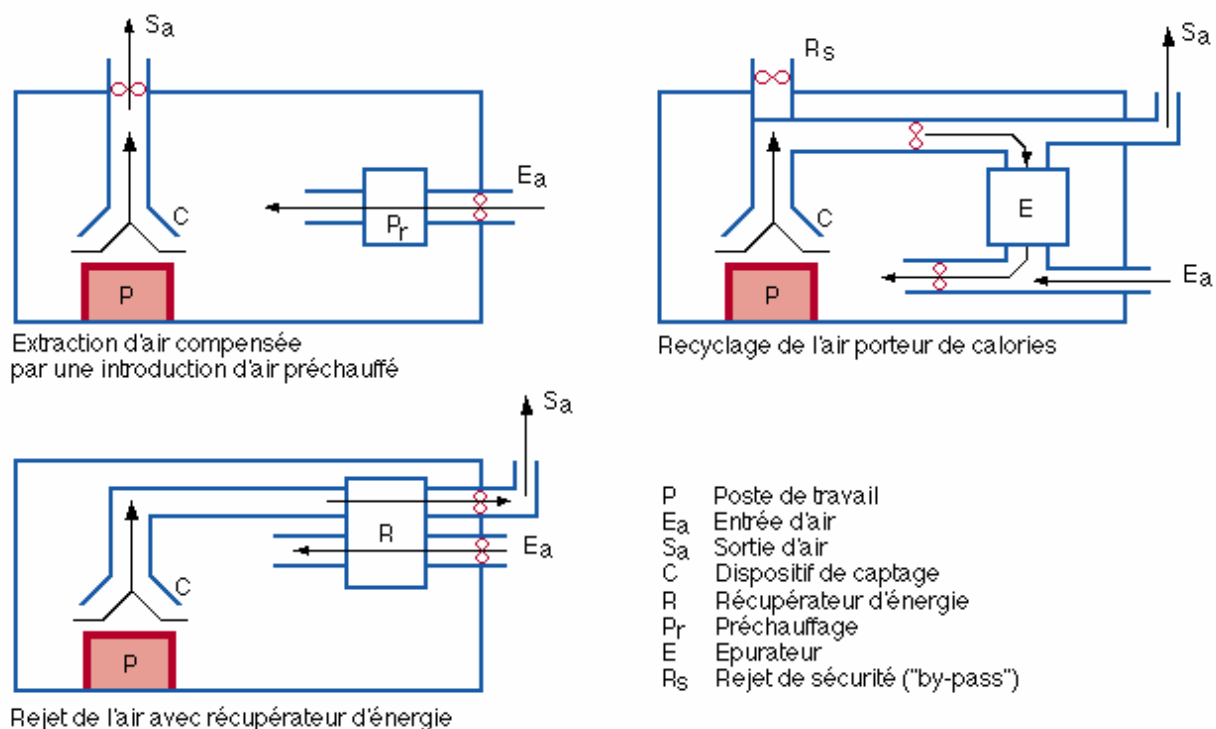
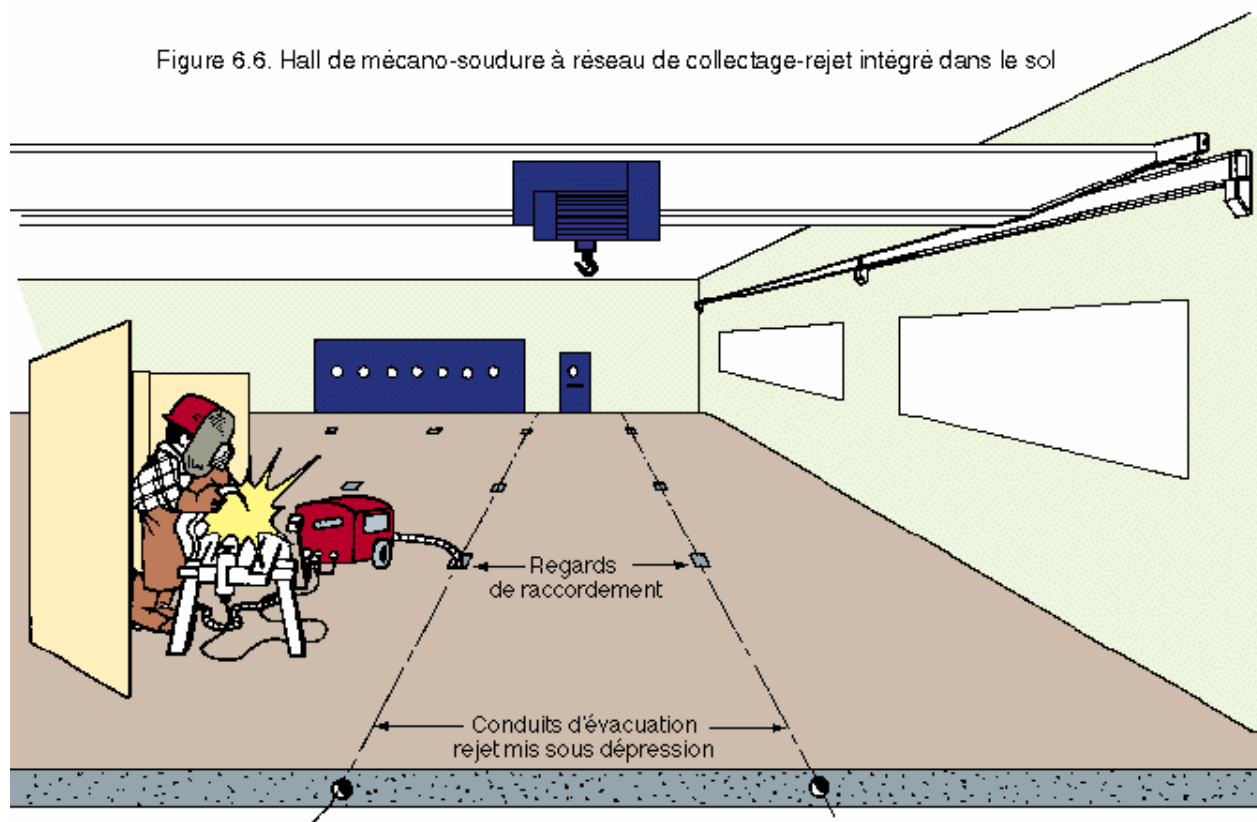


Figure 6.5 Outil à aspiration intégrée (torche de soudage).



Figure 6.6. Hall de mécano-soudure à réseau de collectage-rejet intégré dans le sol



6.2.2.3. Assainissement par ventilation générale (dilution évacuation)

Ce mode d'assainissement n'est à destiner en priorité qu'au remplacement par de l'air neuf de l'air vicié par la seule présence humaine.

Toutefois il peut être envisagé à défaut ou en complément d'un captage localisé et lorsque un polluant est peu toxique et émis à l'écart des occupants et en débits assez faibles pour que sa dilution dans l'air ambiant d'un local abaisse sa concentration en dessous des valeurs limites (VME : valeur limite de moyenne d'exposition et VLE : valeur limite d'exposition). Sa mise au point est cependant très délicate.

Tableau 6.4 Liste des dispositifs de captage localisé les plus courants

Dispositifs de captage localisé	Guides pratiques de ventilation INRS à consulter
Tables de travail intégré (tables à aspiration par le bas, tables à rehausse latérale et dossier aspirant, tables à rehausse cabine à aspiration vers l'arrière).	n° 5. Ventilation des ateliers d'encollage des petits objets (chaussures) (ED 672) n° 7. Opérations de soudage à l'arc (ED 668) n° 16. Ateliers de fabrication de prothèses dentaires (ED760)
Cabines à aspiration dirigée (cabines à ventilation verticale ou horizontale).	n° 3. Mise en oeuvre manuelle des polyesters stratifiés (ED 665) n° 9. Ventilation des cabines et postes de peinture (ED 663) n° 14. Décapage, dessablage, dépolissage au jet libre en cabine (ED 768)
Armoires à aspiration intégrée, avec ou sans vitrine.	n° 18. Sorbonne de laboratoire (ED 795)
Encoffrements protecteurs à écrans mobiles et captage intégré (machines et appareils visés par les décrets de juillet 1992).	n° 6. Captage et traitement des brouillards d'huile (ED 680) n° 12. Deuxième transformation (ED 750)
Cuves de traitement de surface: fermeture par couvercle et aspiration localisée.	n° 2. Ventilation des cuves et bains de traitement de surface (ED 651)
Equipements fixes à capteur déplaçable (bras d'aspiration orientables, hottes couvercles : télescopiques, sur potence radiale, etc., gaines à lèvres et à bras capteur coulissant).	n° 7. Opérations de soudage à l'arc (ED 668)
Outils portatifs à aspiration intégrée (torches de soudage aspirantes, ponceuses, burins, meuleuses, brosses, scies, perceuses pour travaux sous plafonds, etc.).	
Appareils mobiles à aspiration et épuration intégrées (ponceuses de sols, engins nettoyage de sols, etc.).	n° 8. Ventilation des espaces confinés (ED 703)

6.2.2.4. Critères d'efficacité communs à ces modes de ventilation

Niveau sonore

Les débits d'air nécessaires doivent être assurés mécaniquement sans augmenter notablement le niveau sonore perçu dans les locaux de travail, notamment en évitant la transmission des vibrations dans les structures, surtout si elles sont métalliques.

Le niveau sonore engendré par les installations de ventilation seules en service ne doit pas dépasser 50 dBA aux postes de travail. Ou à défaut les installations de ventilation ne doivent pas majorer le "niveau moyen d'ambiance" (niveau de pression acoustique) existant de plus de 2 dBA (R. 235-7) et en aucun cas elles ne permettront d'atteindre un niveau d'exposition des travailleurs supérieur à 80 dBA.

La réduction de la propagation des bruits à l'intérieur de gaines de ventilation est à rechercher par limitation des vitesses d'air, conduction du flux d'air entre des parois internes lisses et de formes limitant la production de turbulences, utilisation de gaines rigides ou non

vibratiles, et éventuellement par insertion de silencieux filtrants.

Critères de captage et d'entraînement des polluants

Pour être efficace, la vitesse de captage devra être supérieure à 0,30 m/s dans la zone polluée la plus éloignée d'un orifice d'aspiration. Cependant, l'air déplacé ne doit pas provoquer de courant d'air et de sensation d'inconfort thermique ; des vitesses moyennes d'air inférieures à 0,15 m/s l'hiver et 0,25 m/s l'été sont admises sans gêne à hauteur de visage sous réserve de ne pas excéder ponctuellement 0,50 m/s.

Critères de dilution et d'évacuation

Les concentrations résiduelles doivent rester maintenues à la plus faible valeur possible et de toutes façons inférieures à la valeur moyenne d'exposition (VME) pour les polluants toxiques ; à 25 % de la limite inférieure d'explosivité (LIE) dans les éléments constitutifs de l'installation (gainés, etc.) et 10 % de cette limite dans toute atmosphère où des personnes travaillent sur les produits inflammables.

Critères d'introduction d'air neuf

Tout débit d'air extrait d'un local par aspiration doit être compensé par introduction d'un débit équivalent d'air neuf. Le local sera placé en légère dépression.

Le débit d'air neuf à introduire dans un local ne devra, en aucun cas, être inférieur au minimum par occupant fixé notamment par le tableau 6.3.

L'air neuf introduit dans les locaux doit être prélevé à l'abri de toute source de pollution, filtré en cas d'empoussièrement extérieur, et réchauffé en période froide.

Critères en cas de recyclage de l'air

La recherche de dispositifs efficaces récupérant uniquement l'énergie (calories ou frigories) sans recycler l'air d'évacuation du polluant est à envisager en priorité.

Le recyclage est déconseillé dans le cas de polluants cancérogènes et/ou allergènes ainsi que dans le cas de polluants non identifiés.

Dans les autres cas l'air provenant d'un local à pollution spécifique ne doit être recyclé que si tous les polluants sont identifiés et s'il est techniquement possible de les épurer efficacement auparavant.

L'installation de recyclage doit comporter :

■ un système économiseur d'énergie comprenant essentiellement un jeu de volets asservis et piloté en fonction des conditions climatiques (été ou hiver) et des caractéristiques thermiques requises dans les locaux. Ce système permettra d'optimiser le rejet d'air direct ou son épuration recyclage ;

■ un dispositif de surveillance permanente ou séquentielle, provoquant au moins une alerte et au mieux l'arrêt du recyclage et le rejet direct hors locaux en cas d'incident d'épuration ; ce dispositif fonctionnera selon un mode de sécurité "positive".

6.2.3 Bibliographie

■ Code du travail, art. R. 232-5 à R. 232-5-14 : aération, assainissement, et art. 235-6 à 10 : obligations du maître d'ouvrage.

■ Aération et assainissement des ambiances de travail. Réglementation. ED 720. Paris, INRS, 1991.

■ Guide pratique de ventilation n° 0. Principes généraux de ventilation. ED 695. Paris, INRS, 1986.

■ Valeurs limites pour les concentrations des substances dangereuses dans l'air des lieux de travail. Cahiers de notes documentaires, 1988, 133, ND 1707.

6.3. CHAUFFAGE ET CONFORT D'ETE

Les locaux affectés au travail doivent être isolés thermiquement et chauffés pendant la saison froide dans des conditions telles :

- qu'une température convenable y soit maintenue,
- que l'air soit dans un état tel qu'il préserve la santé des travailleurs,
- que l'installation n'engendre pas de risques (explosion, incendie, brûlures, etc.),
- et que la consommation d'énergie puisse être aussi réduite que possible.

La réglementation en matière d'isolation thermique ne concerne que les bâtiments ou parties de bâtiments dits "chauffés", c'est-à-dire ceux dont la température normale d'occupation est supérieure à 14 °C (voir le décret n° 88-355 du 12 avril 1988 et l'arrêté d'application du 13 avril 1988).

Le calcul du coefficient G 1 (W/n³.deg) qui est un coefficient de déperdition volumique, permet de déterminer les caractéristiques thermiques minimales du bâtiment.

6.3.1. Données de base

Températures de l'air dans les locaux

Moyennes souhaitables :

- de 18 à 20 °C (activités physiques légères),
- de 15 à 17 °C (activités physiques intenses),
- de 20 à 23 °C (dans les douches, vestiaires).

Au-delà de 30 °C la fatigue devient excessive qu'elle que soit l'activité.

Degré hygrométrique

Degré d'humidité relative acceptable de 30 à 70 % dans les limites des températures précitées.

Vitesses d'air

En dehors des zones éventuelles de captage de polluants, la vitesse de déplacement de l'air ambiant doit si possible être inférieure à 0,15 m/s en hiver et 0,25 m/s le reste de l'année.

Amenées d'air comburant pour appareils de chauffage à combustion (interne ou externe)

A défaut de données plus précises du fournisseur, il convient d'assurer l'amenée d'un débit d'air comburant sans pollution notable d'au moins 2 m³/h par thermie/h (1 th = 1,163 kW) de puissance de chauffe installée. Si cet air est prélevé dans un local occupé par des personnes, le débit minimal d'air neuf et tempéré destiné aux occupants devra être majoré en conséquence.

Les appareils à évacuation non raccordable sont formellement déconseillés.

Isolation phonique et/ou thermique des parois

En cas de sources de bruit, il est recommandé que l'isolation thermique (si elle existe) assure également l'atténuation des bruits réverbérés (isolation par l'intérieur du local abritant la source réverbérante).

6.3.2. Modes de chauffage et principes de combustion

En fonction de la pureté et du renouvellement de l'air de ces locaux on distingue deux grandes familles de modes de chauffage (voir tableau 6.5).

Tableau 6.5 Modes de chauffage

Modes de chauffage	Moyens à mettre en oeuvre (désignés par des lettres majuscules voir 6.3.3.)
<p>Chauffages ne consommant pas l'oxygène du local et n'émettant pas de produits de combustion dans ce local :</p> <p>Installations à chaufferie centrale et avec réseau de distribution par fluide caloporteur alimentant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des radiateurs à eau chaude A1 - des panneaux ou faisceaux radiants "obscur" à eau ou à vapeur A2 - des aérothermes à eau ou à huile B4 - des sols rayonnants à circulation d'eau chaude A3 <p>Installation à chaufferie centrale avec conditionnement d'air B 6, B 7, B 8</p> <p>Installation de chauffage électrique</p> <ul style="list-style-type: none"> - par plafonds ou modules de faux-plafond radiant à film chauffant - par panneaux radiants suspendus "obscur" ou "lumineux" - par sols rayonnants à nappes de câbles chauffants - par aérothermes (posés ou suspendus) à chauffage électrique direct <p>Installation à combustion interne à circuit étanche, avec conduit d'amenée d'air comburant, et avec conduit d'évacuation hors locaux des gaz, fumées et imbrûlés :</p> <p>Faisceaux radiants tubulaires à combustion interne (gaz, fuel), raccordés hors locaux comme ci-dessus A6</p> <p>Appareils à combustion interne avec prise d'air dans le local chauffé et avec conduit d'évacuation hors locaux des fumées et imbrûlés :</p> <ul style="list-style-type: none"> Générateurs à air pulsé et aérothermes à combustion interne B5,B4 Faisceaux radiants tubulaires (suspendus) à combustion interne et avec extracteurs individuels ou avec collecteur d'évacuation A6 	

6.3.3. Indications pour le choix des moyens de chauffage

Les appareils de production-émission de chaleur, ainsi que leurs tuyaux et cheminées, sont installés de façon à ne pouvoir communiquer le feu aux matériaux de la construction, aux matières et objets susceptibles d'être placés à proximité et aux vêtements du personnel.

Parmi les divers textes réglementaires et normes, pour l'aspect sécurité, il est nécessaire de se référer aussi aux DTU (documents techniques unifiés) et à la réglementation relative aux ERP (établissement recevant du public) le cas échéant (R. 235-4-9).

Tous les appareils évoqués doivent être munis des dispositifs de sécurité spécifiques à leur type. Pour les appareils utilisant un carburant liquide ou gazeux, il convient notamment d'exiger un dispositif assurant une combustion complète et coupant l'arrivée de combustible en cas de défaut d'air ou d'excès d'oxyde de carbone (CO).

Le maintien de la pureté de l'air des locaux (prioritairement par suppression et/ou captage enveloppant des émissions locales de polluants), ainsi que la récupération d'énergie véhiculée par l'air vicié à extraire des locaux, sont des données de base complémentaires à considérer pour le choix d'un moyen de chauffage.

Il n'existe pas de solution toute faite en matière de chauffage de locaux de travail. Il ne faut pas s'intéresser seulement à l'installation de chauffage mais également aux besoins spécifiques liés à la nature du bâtiment, aux procédés de fabrication, aux normes d'ambiances particulières et au confort des occupants, ainsi qu'aux contraintes particulières du site.

On pourra envisager divers procédés de chauffage.

On distinguera trois types d'installations :

■ Production de calories centralisée et distribution sur les émetteurs par fluide caloporteur. Ce type d'installation concerne plutôt les locaux de surface importante, où une bonne maîtrise des conditions climatiques intérieures est requise.

■ Production et distribution de calories décentralisées et regroupées sur un même équipement directement installé dans les locaux à traiter. Ce type d'installation convient bien pour les petites et moyennes surfaces sans contraintes thermiques pointues.

■ Système mixte par production de calories centralisée pour les besoins de base, associé ou non à une récupération d'énergie, et compléments ponctuels sur les émetteurs ajustés aux besoins locaux. Ce type d'installation est plutôt adapté aux locaux de grandes surfaces, avec des besoins énergétiques (liés aux process) importants et variés et pour lesquels les conditions climatiques intérieures requises sont plutôt contraignantes.

Dans tous les cas, la production de calories pourra être réalisée à partir des combustibles liquides ou gazeux ou à partir de l'électricité en fonction des contraintes techniques et économiques locales. L'utilisation de combustibles solides est plutôt réservée aux installations de production de calories centralisées.

La production de calories centralisée peut être assurée par chaudière, par générateur d'air chaud, par pompe à chaleur, par cogénération pour les installations importantes. Parfois, des réseaux de chaleur locaux ou des activités industrielles proches ayant des excédents de

calories peuvent constituer des solutions économiquement intéressantes.

La qualité de l'installation de chauffage, perceptible par l'occupant, dépendra en grande partie de l'émetteur de calories installé dans le local traité, on distinguera ici deux grandes familles :

- les émetteurs statiques qui agissent essentiellement par rayonnement et très accessoirement par convection,

- les émetteurs dynamiques qui agissent essentiellement par convection, par mouvement d'air forcé.

6.3.3.1. Emetteurs statiques

1° Radiateurs de chauffage central à eau chaude

Ils permettent de réaliser une bonne répartition du chauffage dans le cas de locaux de faible hauteur et de surface moyenne.

2° Panneaux et faisceaux de chauffage central à eau ou à vapeur

Les faisceaux de tubes à ailettes hélicoïdales (plus fréquents que les panneaux) fixés sous plafond à intervalles réguliers peuvent être envisagés pour le chauffage de locaux de grande surface de 3 à 4 m de haut.

3° Sols rayonnants à circulation d'eau chaude ou à chauffage électrique direct

Ils permettent une très bonne répartition de chauffage dans le cas de locaux fermés de grande surface, même de grande hauteur, et sans courant d'air ; ils constituent une masse accumulatrice de chaleur dont l'inertie contribue à la régulation des températures (accumulation en heures creuses et restitution lors des prises de poste). Une relance de charge est souvent nécessaire pendant l'occupation pour éviter un surdimensionnement du plancher accumulateur et éviter les puissances souscrites prohibitives dans le cas de l'électricité.

Ils sont envisageables pour des locaux sans pollution résiduelle de poussières ou matières volatiles. Il convient de les éviter pour des locaux destinés à des implantations évolutives de machines à scellement profond.

Ils pourront cependant être préférés à d'autres moyens de chauffage dans les cas :

- de locaux dont le volume est traversé par un pont roulant ou un appareil similaire de grande portée,

- de bâtiments destinés à une implantation évolutive avec cloisonnement de répartition pour locaux devant abriter des activités à ambiances thermiques semblables.

La température moyenne de surface du sol procurant le confort se situe entre 19 et 23 °C (limite admise 26 °C). Ces sols à circulation d'eau glacée l'été peuvent contribuer à rafraîchir une ambiance sans courants d'air, mais il convient de limiter la température d'eau glacée

pour éviter les condensations au sol.

4° Plafonds et panneaux de faux plafonds à film électrique radiant (à environ 60 °C)

Ce moyen peut être envisagé pour le chauffage de locaux de 2,50 à 3 m de haut tels que les locaux de réunion, de restauration, vestiaires, bureaux, ainsi que les ateliers sans manutention d'éléments conducteurs longs, sans risque d'incendie, sans humidité saturante et suffisamment ventilés à cet effet.

Sécurité électrique : l'alimentation en très basse tension de sécurité (50 volts maximum) est nécessaire car le film électrifié est dissimulé presque à fleur de peau du sous-plafond (fragilité aux chocs, risque de perçage lors de travaux après mise en service).

Ce moyen de chauffage n'est pas admis dans les locaux à risque d'explosion.

5° Panneaux à tubes radiants électriques ou gaz à haute température (nettement supérieure à 60 °C)

Appareils dits "obscur" pouvant atteindre 500 °C et appareils dits "lumineux" pouvant atteindre 950 °C.

Le chauffage par appareils rayonnants au-dessus de 200 °C est particulièrement adapté aux locaux à fuites thermiques élevés (locaux de grande hauteur, peu isolés, ouverts ou semi-ouverts, fortement aérés) ainsi qu'aux grands locaux (même fermés) à besoins caloriques focalisés sur des postes de travail dispersés.

De très faible inertie thermique, ces appareils permettent de plus des montées en température rapides appréciées à chaque prise de poste dans des locaux à occupation intermittente.

Implantation : les appareils de ce type doivent dans tous les cas être implantés hors de portée de tout occupant se tenant sur tout plan de circulation ainsi qu'à distance suffisante de toute surface inflammable ou sensible à son rayonnement. Pour éviter notamment les surchauffes crâniennes il est nécessaire d'implanter :

■ les appareils "lumineux" au moins à 7 m du sol et autres circulations et à 1 m de toutes surfaces inflammables,

■ les appareils "obscur" à environ 4 m du sol et autres circulations (utilisable de 4 à 8 m du sol).

Les panneaux radiants et rayonnants sont en général dimensionnés pour permettre une température résultante sèche Trs 15 à 19 ce qui donnera une température sèche de l'air Ts de 4 à 5 °C inférieure à Trs.

Locaux à risque d'incendie ou d'explosion

Les appareils présentant des surfaces portées à telles températures ne sont pas admis dans les lieux où des matières inflammables telles que des copeaux de bois, des sciures, des papiers, et autres produits combustibles similaires pourraient venir s'enflammer et propager le feu. L'usage d'appareils de chauffage portés à des températures supérieures à 100 °C est

interdit.

Locaux à pollutions ambiantes résiduelles autres que ci-dessus

Il conviendra d'éviter tous appareils portés à ces températures dans les locaux où une pollution ambiante résiduelle est susceptible de se transformer à leur contact en produits de dégradation thermique toxiques.

6° Appareils radiants à combustion de gaz

On distingue deux types de faisceaux radiants :

- les appareils monoblocs à faisceau d'épingles tubulaires,

- et les faisceaux d'une série de brûleurs répartis (environ tous les 7 m) le long de tubulures collectrices (des fumées) et rayonnantes sur toute leur longueur.

Ces appareils sont en général de type obscurs (200 à 500 °C). Il existe une catégorie de radiants lumineux gaz équipés de plaquettes céramiques réfractaires portés à incandescence par la combustion du gaz.

Les indications générales de destination et d'implantation précisées pour les radiants électriques (voir A.5.) s'appliquent également à ces faisceaux.

Les émissions, dans l'atmosphère d'un local, du polluant spécifique formé par le mélange gazeux et sous oxygéné issu de la combustion même complète doivent être supprimées par rejet hors des locaux (par extracteurs individuels ou collecteurs selon les possibilités d'implantation).

6.3.3.2. Émetteurs dynamiques et diffusion de l'air

1° Caractéristiques

Les calories nécessaires au chauffage sont diffusées dans le local par l'air mis en mouvement. Les émetteurs sont associés à des bouches, grilles ou autres dispositifs de diffusion qu'il convient de particulièrement soigner (choix technique, dimensionnement, implantation) en fonction des conditions requises dans les locaux à traiter.

Les émetteurs dynamiques permettent également d'assurer l'introduction (maîtrisée, asservie, ...) et le traitement de l'air neuf de compensation nécessité par l'occupation des locaux et/ou par les procédés d'assainissement tels que décrits au paragraphe 6.2.

L'implantation de ces émetteurs doit particulièrement prendre en compte les aspects de maintenance (filtres, batterie, ventilateur, régulation, ...).

2° Diffusion

Dans le cas de la diffusion par mélange, l'air insufflé entraîne l'air du local auquel il se mélange par induction. L'air est insufflé à travers des grilles réglables, des grilles ou diffuseurs linéaires, des diffuseurs circulaires ou des diffuseurs perforés ("chaussette" textile). Cette technique de diffusion par mélange est la plus utilisée lorsqu'il y a également

climatisation en été, elle concerne les volumes de faible et moyenne importance.

La diffusion d'air par mélange à flux turbulent (soufflage direct à vitesse élevée) est mieux adapté aux locaux de grande hauteur, elle permet néanmoins d'obtenir des vitesses résiduelles faibles au niveau des opérateurs. Cette technique nécessite la mise en oeuvre de débit d'air (brassage > 4 volumes/h) élevés. Des techniques nouvelles tendent à réduire cet inconvénient, tels que l'utilisation de diffuseurs à pulsion giratoire variable permettant de traiter des locaux de grande hauteur (6-8 m à 24 m) en s'affranchissant des phénomènes de stratification et de la nécessité d'un taux de brassage élevé.

Dans le cas de la diffusion d'air par déplacement à basse vitesse dans une direction donnée, l'air insufflé remplace progressivement la totalité de l'air du local. Ce système est bien adapté aux applications industrielles et tertiaires de ventilation et de dépollution (cabines de peinture, salle d'opération, ...).

3° Conditions de recyclage de l'air

Les conditions de recyclage de l'air dans un même local ou entre locaux sont à examiner au cas par cas en fonction des types de pollution rencontrés et des réglementations spécifiques à certaines activités (agroalimentaire, cuisine restauration, laboratoires de bactériologie, salles d'opération, ...).

En général dans le cas de locaux à pollution spécifique, il est recommandé voire interdit de recycler l'air ; il vaut mieux envisager si les conditions économiques le justifient une récupération d'énergie entre l'air rejeté et l'air neuf (échangeur rotatif ou à plaque, boucle à eau glycolée, pompe à chaleur, ...).

Pour des locaux à pollution spécifique où les installations de chauffage-ventilation concourent à l'assainissement de l'ambiance de travail, il est recommandé que les installations (en particulier celles de grandes dimensions) intègrent toutes mesures réduisant autant que possible l'importance et la durée des pannes (groupes électrogènes, centrales d'énergie fractionnée en éléments associés de manière à maintenir une puissance résiduelle d'au moins 30 % en cas de défaillance de l'un d'eux).

4° Aérothermes (soit de chauffage central, soit à chauffage électrique direct, soit à combustion interne)

Les aérothermes, formés d'un échangeur de chaleur associé à un ventilateur électrique, génèrent des courants d'air chaud (30 à 35 °C) diffusé à des vitesses élevées (6 m/s en moyenne).

Leur choix et leur implantation (hauteur, direction, vitesse et température de soufflage) doivent être plus particulièrement adaptés aux caractéristiques aérauliques du local à chauffer (forme, volume, dimensions, implantations internes, hauteur de soufflage, etc.) de manière à réaliser une homogénéisation des températures et des vitesses d'air acceptables au niveau des occupants.

Les aérothermes sont utilisés en brassage d'air. Malgré tout, pour éviter la stratification, ils peuvent être complétés par des ventilateurs à soufflage vertical installés en plafond.

Ils peuvent être envisagés, suspendus, pour des ateliers fermés de 5 à 6 m de hauteur dépourvus de poussières et matières volatiles.

Locaux à atmosphère explosible :

■ Les aérothermes à chauffage électrique direct et ceux à combustion interne ne sont pas admis dans de tels locaux,

■ Les aérothermes alimentés depuis un réseau central n'y sont admis que si leur température de surface est suffisamment modérée et que leur ventilateur et leurs composants électriques sont spécialement conçus à cet effet. (Voir notamment art. R. 233-15 du Code du travail et décret du 14 novembre 1988 relatif à la protection contre les courants électriques ainsi que l'arrêté du 19 décembre 1988 relatif aux conditions d'installation des matériels électriques sur les emplacements présentant des risques d'explosion (voir brochure INRS ED 723).

5° Générateurs à air pulsé

Ces appareils à combustion interne avec échangeur de chaleur, ventilateur de soufflage d'air chaud et conduit d'extraction des gaz brûlés, réunissent les mêmes fonctions qu'un aérotherme à combustion interne excepté qu'ils sont destinés à être posés au sol et sont concernés par les observations précisées ci-dessus.

L'obtention d'une homogénéisation convenable des températures et des vitesses d'air peut, selon le local, nécessiter l'adjonction d'un réseau de gaines de distribution. Ceci peut conduire à préférer plusieurs aérothermes.

6° Ventilo convecteur

Ces appareils, comportant une batterie d'échange raccordée sur un réseau chauffage et un ventilateur généralement à 3 vitesses, sont plus particulièrement adaptés aux locaux de volumes faibles ou moyens dans les activités tertiaires. Il convient de les sélectionner en moyenne vitesse pour réduire le niveau sonore à l'utilisation, de surdimensionner les batteries d'au moins 20 % par rapport aux besoins pour éviter les soufflages à trop basse température.

Ces appareils permettent une régulation par appareil ou par pièces, ils sont en général utilisés au départ pour des raisons de climatisation été avec réseau 2 tubes ou 4 tubes. Ils se montent en allège ou en plafond.

7° Ejecto convecteur

Ces appareils sont utilisés suivant le même principe que les ventilo convecteurs. Les calories sont amenées par air primaire au lieu de réseau eau.

L'équilibrage et la régulation sont plus délicats que dans le cas des ventilo convecteurs.

8° Centrales de traitement d'air

C'est la version grande dimension de "l'aérotherme". Ces centrales dont les débits d'air peuvent atteindre plusieurs dizaines de milliers de m³/h sont en général réservées aux applications de climatisation de locaux de grandes dimensions ou à charges internes importantes et sans pollution process spécifique (ex. : salle d'ordinateur, ...). Elles sont raccordées sur des producteurs de calories et de frigories centralisées, l'air traité est véhiculé par réseaux de gaines.

9° Générateur d'air pulsé tempéré ou appareil de chauffage en veine d'air

Dans ce système de chauffage, la combustion (combustible gazeux) s'effectue dans un brûleur spécial placé dans la veine d'air neuf pulsé, sans échangeur ; le gaz de combustion est donc mélangé à l'air neuf. Le débit d'air neuf est élevé et la température de l'air pulsé en général basse (20 à 25 °C).

Ce type d'équipement non visé dans le tableau 6.5 nécessite au minimum 12 m³/h d'air comburant par Thermie/h (10 m³/h par kW) de puissance installée.

Ces équipements doivent être conformes aux spécifications de la norme (expérimentale) NF E 31-504. Ils doivent impérativement être associées à des installations d'extraction d'air plaçant le local en dépression et asservis (marche et alimentation gaz) au fonctionnement de l'extraction (pressostat de contrôle).

Deux risques sont induits par ce type d'appareil : intoxication par les résidus de combustion dans l'air des ateliers et explosion (flammes nues dans le cas de présence de vapeurs inflammables). Cette technique de chauffage doit être d'utilisation limitée.

Ce type d'installation est en général réservé aux locaux nécessitant une forte extraction d'air aux postes de travail ou à des applications de process spécifiques (séchage, ...).

6.3.4. Confort d'été

Outre l'aspect chauffage, le confort d'été dans les locaux de travail, même de type atelier, devient une préoccupation des industriels. Des installations spécifiques à la période estivale peuvent être réalisées dans de nombreux domaines. La plupart du temps, il s'agit de réaliser un conditionnement d'ambiance, permettant en été et en hiver de contrôler une température, une hygrométrie et une pureté d'air. Ce conditionnement est alors un facteur essentiel permettant d'assurer la fabrication des produits ou le fonctionnement des équipements, ainsi qu'un meilleur confort des personnes.

Pour n'aborder ici que l'aspect confort des personnes, il convient de veiller à :

- ne pas dépasser un écart de température de 6 °C entre l'ambiance et l'extérieur,
- ne pas souffler d'air (le cas échéant) à une température inférieure à 18 °C,
- ne pas créer de vitesse résiduelle d'air supérieure à 0,25 m/s au niveau des personnes,
- réduire les apports solaires (orientations des bâtiments, vitrage réfléchissant, pare-soleil),
- capter et évacuer les apports thermiques internes élevés.

Les techniques de production de calories et de frigories sont à étudier en fonction de chaque région et de chaque site :

- chaudière + groupe frigorifique sur réseaux séparés ou unique avec inversion été/hiver ou sur boucle d'eau,

- pompe à chaleur réversible air/eau, eau/eau, eau/air, air/air,
- thermofrigopompe (utilisation chaud et froid simultanément).

Les installations peuvent être de type centralisées ou par appareils autonomes.

Sans recourir à des techniques complexes et onéreuses, les solutions suivantes peuvent apporter des réponses dans certains cas :

- ventilation forcée de nuit en tout air neuf lorsque l'inertie du bâtiment, des équipements ou des stocks internes le permet et en fonction des conditions climatiques,
- free cooling en occupation si les conditions extérieures sont favorables (marche forcée en tout air neuf),
- utilisation des émetteurs de chauffage existant pour faire circuler de l'eau froide ou de l'eau glacée. Dans ce cas, un surdimensionnement des échangeurs, généralement calculés pour l'hiver, pour le fonctionnement en rafraîchissement représente un surcoût faible.

6.3.5. Bibliographie

- Code du travail, art. R. 235-2-9, R. 235-2-10, R. 235-4-9 à R. 235-4-11 : obligations concernant le chauffage et la température des locaux.
- Décret n° 88-355 du 12 avril 1988 (JO 15 avril 1988) : caractéristiques thermiques des bâtiments et de leurs équipements.
- Arrêtés du 13 avril 1988 (JO 15 avril 1988) : équipement et caractéristiques thermiques des bâtiments à usage de bureaux et à usage industriel.
- Décret n° 92-332 du 31 mars 1992 (JO) (obligations des maîtres d'ouvrage).
- Code du travail, art. R. 232-12-8 à 12 (obligations des chefs d'établissement).
- NF EN ISO 7730. Ambiances thermiques modérées.

6.4. APPAREILS DE LEVAGE

Nous examinerons dans ce chapitre les appareils suivants : ponts roulants, tables et plates-formes élévatrices, palans, potences et portiques. Pour les ascenseurs et monte-charge qui font l'objet de textes particuliers, se reporter au chapitre 7.4.

Les principaux risques présentés par les appareils de levage sont le cisaillement du personnel se trouvant sur ou à proximité de l'appareil en mouvement, les chutes d'objets de parties amovibles de l'appareil, de charges, les chutes de personnes, les risques mécaniques par des organes en mouvement et propres à la manoeuvre des appareils, le risque électrique.

Ces appareils sont tous soumis à la réglementation. Avant leur mise en service, les appareils seront éprouvés dans les conditions fixées par la réglementation. Ils seront ensuite vérifiés périodiquement.

6.4.1. Ponts roulants

Pour déterminer le type d'appareil le mieux adapté (voir figure 6.7), sa classe d'utilisation et le spectre des charges, l'étude préalable tiendra compte :

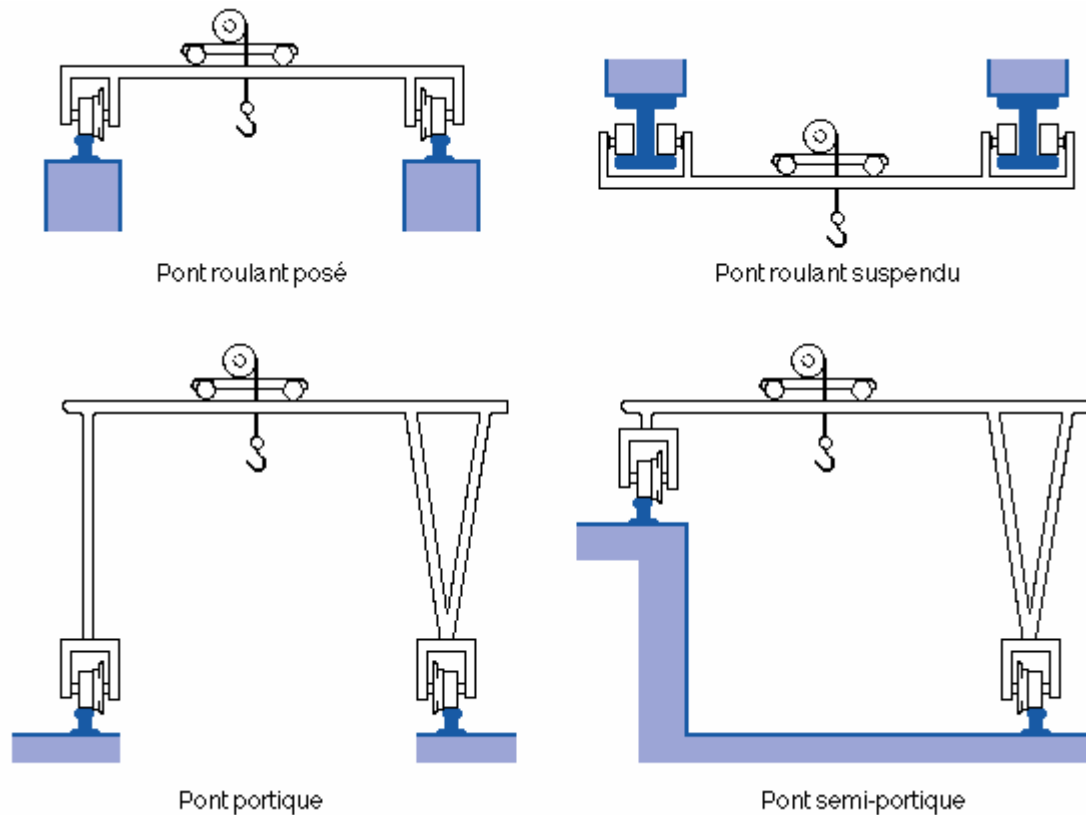
- de la charge nominale, mais aussi de la fréquence d'utilisation,

de la répartition dans le temps des charges soulevées en fonction de la charge nominale majorée du poids des appareils,

- des incidences éventuelles des conditions atmosphériques (pont intérieur ou extérieur) et des risques d'aggravation particuliers (ex. atmosphère corrosive ou poussiéreuse).

Figure 6.7. Différents types de ponts roulants.

D'après la norme NF E 52-120.



Ce choix aura des incidences sur la structure du bâtiment, les circulations et implantations.

Le cahier des charges précisera les spécifications techniques :

- de manière générale, il y a conformité par rapport à la directive R. 233-84

■ en armoire, un compteur d'impulsions de démarrage du moteur de levage et un compteur horaire, ou tout autre moyen équivalent, dans le but de contrôler les sollicitations du pont et sa conformité à la "section FEM" auquel il appartient et dans le but de faciliter l'ordonnancement des opérations d'entretien ;

■ en accord avec le constructeur, un dispositif tel que relais thermique, temporisateur... dans le but de limiter les effets d'un pianotage sur les organes de commande, les moteurs... ;

■ un dispositif anticollision ou un système d'ordre de priorité et d'interdiction de zones quand plusieurs ponts fonctionnent en superposition ; un dispositif anticollision ou un système d'ordre de priorité quand plusieurs ponts fonctionnent avec une grande fréquence sur la même travée ;

■ une fin de sur course haute à réarmement manuel, commandant la coupure générale de puissance ;

■ les fins de course robustes sur tous les mouvements ;

■ dans le cas de levage de charges dangereuses (métaux en fusion, produits radioactifs par

exemple), un frein de secours agissant sur le tambour du treuil avec un détecteur de survitesse n'entrant en fonctionnement que lorsque le frein de service est défaillant ;

- les moyens rendant inaccessibles les conducteurs nus (sauf impossibilité technique) ;

- dans le cas d'ambiances particulièrement poussiéreuses, polluées, bruyantes, chaudes ou froides, l'assainissement et le conditionnement de la cabine du pont et l'insonorisation de celle-ci ;

- quand la charge n'est pas connue ou quand elle est susceptible de varier, un limiteur de charge sur le mouvement de levage (manutention portuaire par exemple) ou, à défaut, en cas de rénovation, un indicateur de charge ;

- lorsque la vitesse dépasse 30 m/min en direction et 40 m/min en translation, un dispositif assurant la progressivité du démarrage et de l'arrêt des mouvements horizontaux ;

- les points d'ancrage pour les filets et les lignes de vie ;

- sauf cas particulier (pont automatisé par exemple), un bouton d'arrêt d'urgence, à deux positions stables, selon la norme NF E 52-125, avec réarmement en armoire ;

- lorsque le pont fonctionne avec la commande au sol ou la commande à distance, la vitesse des mouvements horizontaux en fonction de la nature des opérations et au maximum à 60 m/min en translation et à 40 m/min en direction ;

- dans le cas de la commande à distance, repérage sur l'organe de commande et sur le pont du sens des mouvements horizontaux ;

- en cas de visibilité pouvant être altérée (intempéries, vapeurs, poussières...), installation d'une liaison phonique entre la cabine et le sol et entre les ponts superposés ;

- pour faciliter l'accès aux zones d'entretien, installation des garde-corps et des lignes de vie sur le cheminement des intervenants ;

- dispositif de manutention des pièces de rechange et du matériel de contrôle et d'entretien :

- position d'arrêt pour entretien et réparation : choisir un accès par le bâtiment, de préférence par un escalier ou à défaut par une échelle à crinoline.

On demandera au constructeur la fourniture :

- d'un descriptif technique,

- des notices d'entretien et de contrôle des différents organes et composants du pont et notamment le mode de graissage (système à réserve, système automatique...),

- des consignes particulières.

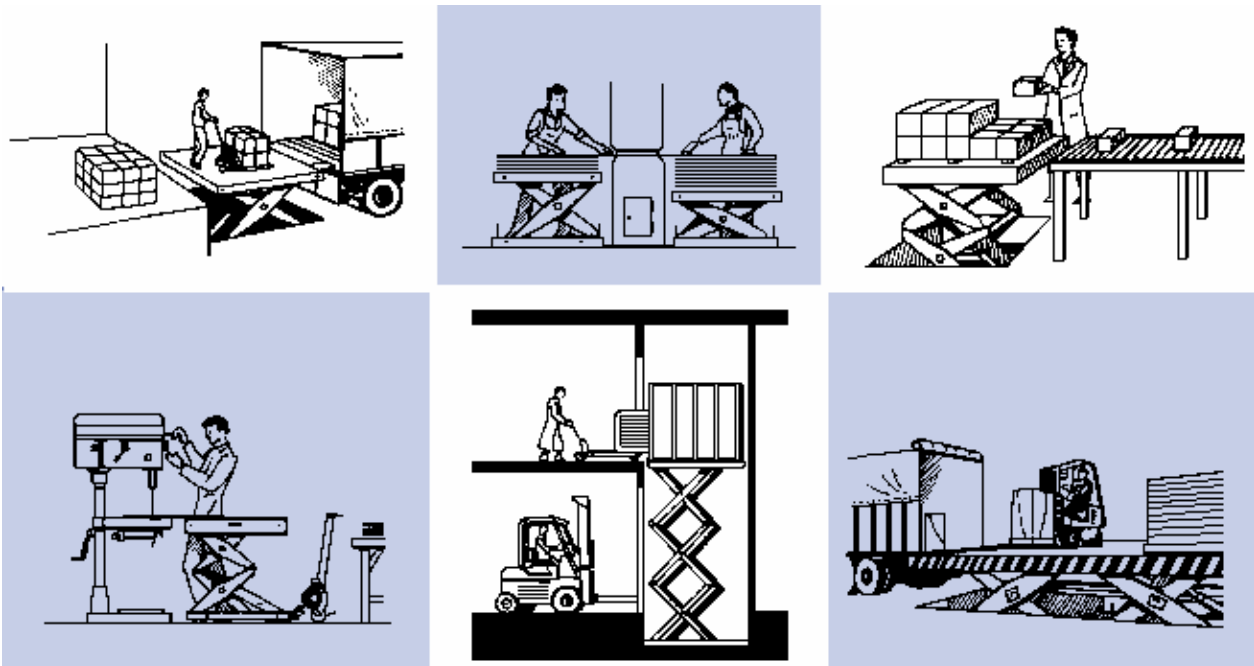
6.4.2. Tables et plates-formes élévatrices

Les tables et plates-formes élévatrices sont des dispositifs permettant d'élever verticalement un plateau par un système de poussée placé sous ce plateau. Les tables élévatrices sont essentiellement destinées à élever des charges, alors que les plates-formes élévatrices sont des matériels élevant essentiellement du personnel avec occasionnellement des charges. Ces appareils présentent des avantages du point de vue ergonomique : charge physique moindre, diminution des postures anormales et fatigantes (voir figure 6.8).

Pour permettre un fonctionnement en sécurité, on prévoira les dispositifs suivants :

- fosse (le cas échéant), accessible, permettant notamment les opérations d'entretien sur l'appareil (penser à cet aspect au moment des décisions sur les réservations dans le sol des ateliers),
- cadre de sécurité sur le pourtour, permettant de stopper la descente de l'appareil en cas de cisaillement si le plateau rencontre un obstacle (ou carénage total de l'appareil),
- béquille de sécurité pour les opérations effectuées sous le plateau (nettoyage, entretien).

Figure 6.8. Exemples d'utilisation de tables et plates-formes élévatrices.



6.4.3. Palans électriques, potences et portiques

Pour réduire les risques lors de la conception, on examinera notamment les points suivants :

- choisir un appareil adapté aux charges manutentionnées,
- étudier soigneusement l'implantation des postes de travail à desservir avant toute installation de palan motorisé,
- équiper les chariots porte palans de dispositifs présentant une efficacité équivalente pour éviter la chute des chariots (ex. parachutes),
- choisir un type de motorisation compatible avec le milieu dans lequel ces engins évoluent (notamment risque d'explosion).

6.4.4. Bibliographie

- Code du travail R. 233-84 à R. 233-89. Règles techniques et procédures de certification relatives à la conception des machines
- Arrêté du 9 juin 1993. Vérifications des appareils de levage
- Recueil des normes "Appareils et accessoires de levage". Tomes 1 et 2. Paris, AFNOR.
- Encyclopédie de la manutention. Tome 2. Levage. Paris, AFNOR/SOMIA.
- Ponts roulants. ED 716. Paris, INRS, 1997.

6.5. MOYENS DE MANUTENTION

La manutention est la cause la plus importante d'accidents du travail. Chaque année, le tiers du nombre total des accidents avec arrêt a pour origine, soit le transport manuel, soit les manipulations d'objets, soit la manutention (levage, manutention continue, manutention par chariot, manutention automatisée).

Les risques les plus couramment rencontrés sont les heurts, chutes, risques mécaniques et lombalgies.

6.5.1. Moyens de manutention

Les moyens de manutention doivent être étudiés en même temps que le processus de fabrication.

Nous avons retenu dans ce chapitre les appareils de manutention suivants : appareils de levage, matériels de manutention continue, chariots de manutention, manutention automatisée, à l'exclusion du transport de produits.

Le tableau 6.6 présente les grandes familles de matériel de manutention. Il donne une liste non exhaustive des matériels existants sur le marché. Les différents moyens sont répartis en trois catégories suivant leurs incidences sur le projet :

- intégration au moment du génie civil,
- intégration à la structure des bâtiments,
- moyens autonomes

Tableau 6.6 Principales familles de matériels de manutention

Appareils de levage	Matériels de manutention continue	Chariots de manutention	Manutentions automatisées
GENIE CIVIL			
	matériels de manutention continue pour produits en vrac -transports -distributeurs -convoyeurs - élévateurs		appareils de stockage -transtockeurs -ponts roulants gerbeurs
STRUCTURES DES BATIMENTS			
ponts roulants portiques palans à moteur	matériels de manutention pneumatique pour produits en vrac -système continu par aspiration et/ou	chariots automoteurs chariots élévateurs	minitransstockeurs systèmes automatiques à chariot sans conducteur -chariots élévateurs

-électriques	refoulement	-en porte-à-faux	-chariots porteurs
-pneumatiques	-système discontinu	-non en porte-à-faux	-chariots d'assemblages
-hydrauliques	-aéro-glissière	-mixtes	-chariots tracteurs
-matériels de mise à niveau	matériels de manutention continue pour charges isolées		-manipulateurs et robots
-tables élévatrices	-transporteurs		-manipulateurs
-hayons	-carrousels		-robots
-rampes ajustables	-convoyeurs		-dispositifs de chargement et déchargement de machines
	-monorails		
MOYENS AUTONOMES			
appareils de levage à bras équipements accessoires de levage et d'arrimage treuils élévateurs de personnel	matériels de manutention pneumatique pour documents et charges isolées	gerbeurs à déplacement manuel gerbeurs autonomes transpalettes tracteurs remorques chariots porteurs chariots à bras -chariots -diabes -brouettes -remorques	palettiseurs et dépalettiseurs -mono position - empileurs et distributeurs des palettes

Ce tableau présente les grandes familles de matériels de manutention. Pour une liste plus complète, consulter notamment le répertoire Manutention et transitique du Syndicat des industries de matériels de manutention, Paris.

6.5.2. Choix entre ces moyens

Dans le cadre de l'organisation générale de l'entreprise, il convient d'étudier simultanément la manutention et la circulation des produits, d'éliminer ou de réduire le plus possible les manutentions, de substituer la manutention mécanique aux manutentions manuelles. Pour cela il est utile de déterminer pour l'ensemble des produits, matières premières, matières en cours de transformation, produits finis et déchets, les paramètres suivants : masses, volumes, fréquences et densités.

Ces données permettent de choisir entre manutention automatisée, manutention motorisée, manutention assistée, manutention manuelle.

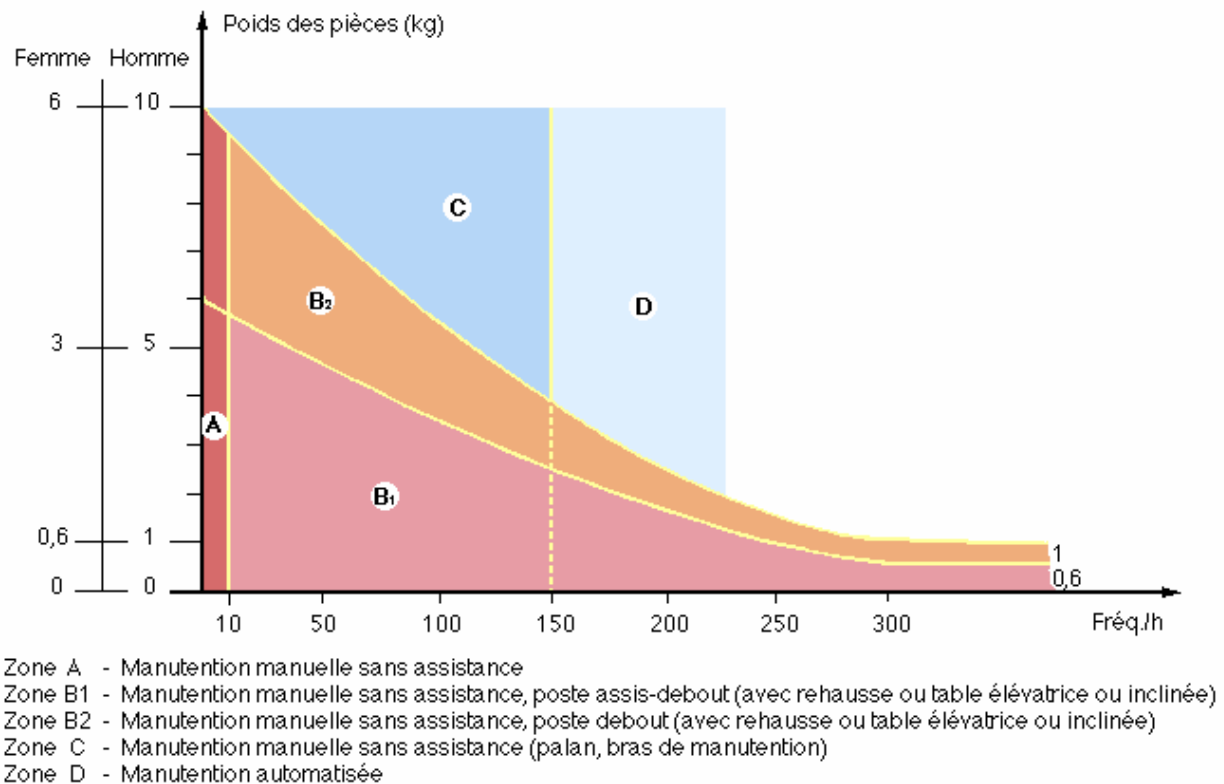
On optera de préférence pour des moyens de manutentions propres à chaque machine, pouvant être utilisés par les opérateurs eux-mêmes en évitant les ruptures de charge.

Exemple : manutention au poste de travail

Dans le choix d'un matériel de manutention au poste de travail et pour faciliter la mise en place du personnel, on doit fixer le niveau d'effort à des valeurs acceptables. L'abaque de la figure 6.9 permet d'orienter le choix des moyens de manutention au poste de travail.

Pour la manutention manuelle, il est recommandé de ne pas dépasser les limites suivantes pour un homme : $F < 30$ kg pour la charge transportée ou manutentionnée, $d < 30$ m pour la distance parcourue avec la charge, $p < 10$ t/j pour la production journalière. $F \times d \times p < 800$.

Figure 6.9 Choix du type de moyens de manutention au poste en fonction du poids des pièces et de la fréquence de manipulation.



6.5.3. Manutention continue

Les installations se présentent sous plusieurs formes : manutention mécanique pour produits en vrac ou pour charges isolées (transporteurs à bande, transporteurs et élévateurs à vis, convoyeurs aériens...), pneumatique pour produits en vrac (par aspiration et/ou refoulement).

Espace autour des moyens de manutention

Lors de l'implantation, prévoir un espace suffisant entre les parties fixes et mobiles des installations (pour éviter les risques de cisaillement). Lorsqu'un transporteur à bande traverse une allée piétonne sa hauteur par rapport au sol doit permettre ou bien le passage en dessous (hauteur minimale) ou bien le passage au-dessus (passerelle), en prenant en compte les protections.

Facilitation des interventions

Il faut également faciliter les interventions (vérifications, entretien, réparations) en prévoyant une zone de circulation pour le personnel d'intervention, des accès aisés, des dégagements pour les opérations de montage et de démontage. On reportera les interventions indispensables hors des zones dangereuses, par exemple disposer les graisseurs hors des protections fixes et permettre le réglage des tambours en éloignant les vis de réglage vers l'extérieur des tambours.

6.5.4. Manutention automatisée

Les systèmes de manutention actuels sont de plus en plus automatisés et complexes. Ils présentent des risques souvent très graves compte tenu de leur dimension, de leur automaticité, de la présence de diverses sources d'énergie.

L'établissement d'un cahier des charges est la pièce maîtresse d'un projet de manutention automatisée. Il doit contenir outre l'aspect structurel d'un marché de fournitures et de prestations associées, les éléments réglementaires et normatifs d'hygiène et sécurité nécessaires à la réalisation des équipements.

La mise en place de transtockeurs et de robots de manutention pose des problèmes spécifiques qui sont traités dans des documents spécialisés.

6.5.5. Bibliographie

- Recueil des normes de manutention-levage. Tomes 1 et 2. Paris, AFNOR.
- Méthode d'analyse des manutentions manuelles. ED 776. Paris, INRS 1996.
- Aide-mémoire juridique n° 18. Manutention manuelle. Paris, INRS, 1994.
- Machines automatiques et ensembles automatisés. Recommandation CNAM R 289. Paris, INRS, 1987.
- Transport manuel des charges. Recommandation CNAM R 344. Paris, INRS, 1991.
- Encyclopédie de la manutention, 5 volumes. Paris, AFNOR-SOMIA.
- Manutention et transitique. Qui fait quoi. Syndicat des industries de matériels de manutention. 1992.

6.6. ACCES AUX INSTALLATIONS FIXES

Ces installations peuvent être très diverses : machines (ou parties hautes de machines), ponts roulants, installations sous ferme ou sous toiture (ex. convoyeurs aériens, réseau de fluides), dispositifs installés sur la toiture (ex. extracteur d'air...).

L'accès à ces installations doit être pensé en même temps que leur conception pour éviter l'utilisation de moyens mobiles (ex. échelles) qui sont à l'origine d'accidents, notamment de chutes de hauteur.

Nous traiterons successivement des accès et des plates-formes de travail.

6.6.1. Les accès

Quand faut-il prévoir des accès fixes ?

Lorsque la fréquence des interventions prévisibles (du personnel de production, de l'entretien ou d'entreprises extérieures) est supérieure ou égale à une fois par mois, des accès fixes sont à prévoir. Indépendamment de la fréquence, l'accès de l'extérieur ou de l'intérieur aux toitures sera à considérer avec un soin particulier.

Quel moyen choisir ?

Les escaliers fixes, notamment métalliques, sont le moyen le plus sûr. Ils permettent de limiter la fatigue et de transporter des charges courantes (ex. outillage d'entretien) avec un minimum de risques. Ils sont recommandés pour des fréquences d'utilisation égales ou supérieures à une fois par jour.

Les échelles à marches ou à barreaux ronds sont moins favorables et à proscrire lorsque la tâche nécessite le transport d'outils. En dehors de ce cas, elles sont acceptables pour des fréquences d'utilisation au plus égales à 2 fois par jour.

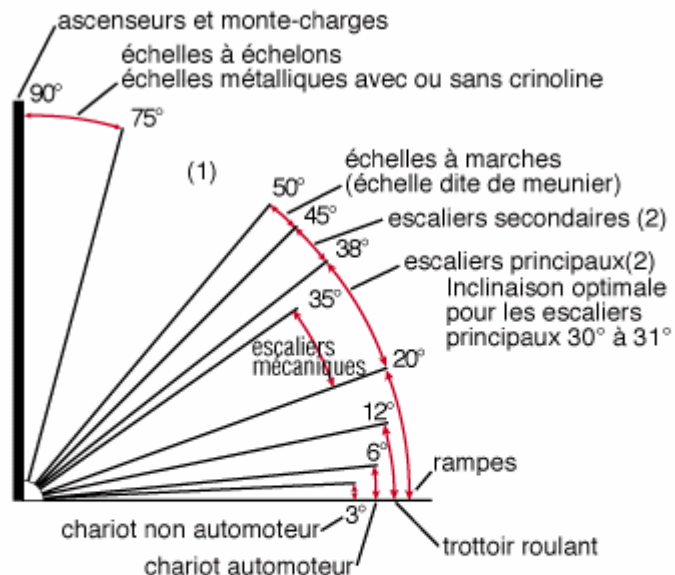
La figure 6.10 donne les pentes recommandées pour ces différents moyens d'accès et le tableau 6.7 donne la conversion des angles en pourcentages de pente. Par ailleurs, ces escaliers et échelles ne doivent pas empiéter ou déboucher directement sur des allées où circulent des engins de manutention.

Spécifications

■ Escaliers métalliques : les données indiquées dans le chapitre 7.4 (sur les escaliers) sont applicables. Pour des escaliers extérieurs (et intérieurs lorsque l'activité est salissante), prévoir des matériaux antidérapants (tole striée, marches en caillebotis...).

■ Echelles métalliques fixes : la figure 6.11 donne un exemple de construction de ce type d'échelle. Un portillon à fermeture automatique doit être installé lorsque le palier sert de plate-forme. Toute volée supérieure à 2,50 m sera munie d'une crinoline.

Figure 6.10 Pentas recommandées pour les moyens d'accès en



(1) Pour les échelles à échelons les angles d'inclinaison compris entre 50° et 75° doivent être évités, en raison de la possibilité de descendre dos à l'échelle, qui est déconseillée.

(2) La limite inférieure de l'angle d'inclinaison des escaliers secondaires peut être ramenée à 20°.

hauteur.

Tableau 6.7

	Degrés	Pente %
Conversion des angles en pourcentage de pente	6	10
	15	26
	20	36
	30	58
	40	84
	45	100

6.6.2. Les plates-formes de travail

Les plates-formes et passerelles de circulation seront munies de garde-corps en bordure du vide (voir figure 6.11). La hauteur des plates-formes sera calculée de manière à situer les points d'intervention entre 400 mm et 1 400 mm pour permettre de travailler en bonne posture.

En ce qui concerne le transfert de charges palettisées au bord des plates-formes, l'installation de barrières écluses est conseillée (voir figure 6.12).

Figure 6.11 Exemples de construction d'une échelle métallique.

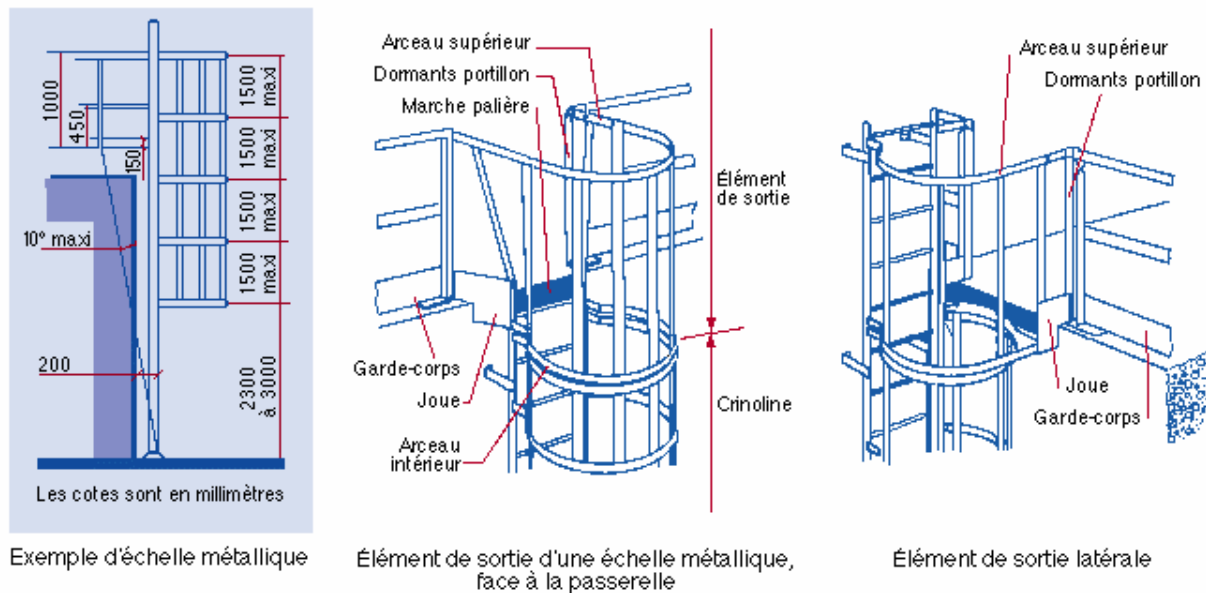
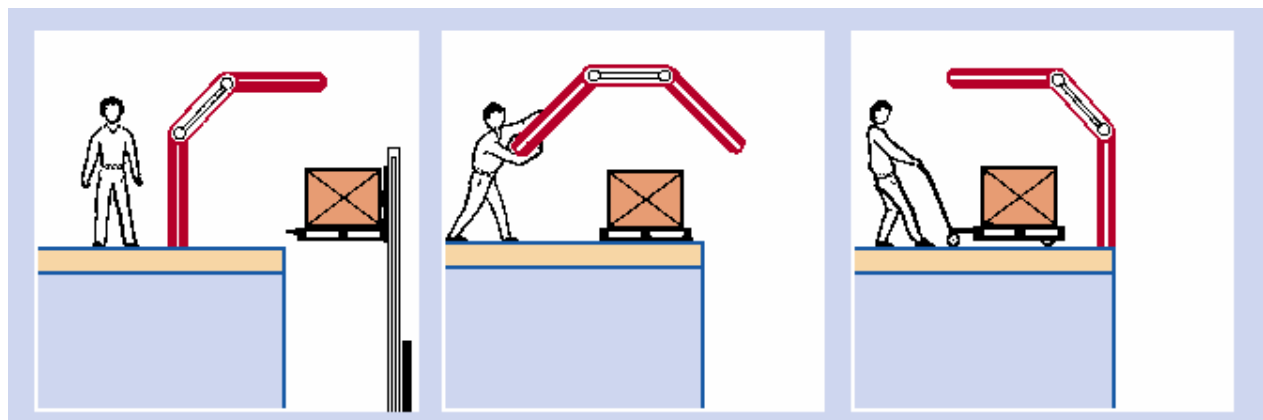


Figure 6.12 Principe de fonctionnement d'une barrière-écluse.



6.6.3. Bibliographie

- Code du travail, art. R. 233-45.
- NF E 85-031. Installations industrielles, escaliers métalliques. Paris, AFNOR.
- NF E 85-010. Echelles verticales métalliques fixes. Paris, AFNOR.
- NF E 85-011. Eléments d'installations industrielles. Choix d'un moyen d'accès fixe entre deux niveaux. Paris, AFNOR.
- NF E 85-101. Eléments d'installations industrielles. Garde-corps métalliques. Paris, AFNOR.
- NF E 85-012. Protection condamnant l'accès bas aux échelles. Paris, AFNOR

6.7. STOCKAGES

Les installations de stockage selon la nature des produits stockés et la variété des équipements nécessaires présentent selon les cas des risques d'incendie, d'explosion et d'intoxication d'une part, de chutes et de heurts d'autre part. Après avoir énoncé quelques principes de base, nous aborderons rapidement les installations spécifiques suivantes : stockage en vrac des solides, en citernes et réservoirs, en silos et trémies, en bouteilles de gaz, en rayonnage.

6.7.1. Principes de base

Implantation des aires

Il s'agit essentiellement de séparer et de diviser les risques en prévoyant dès le début du projet les aires nécessaires au stockage (matières premières, produits intermédiaires, produits finis, déchets), la séparation matérielle des zones (entre elles et avec les bâtiments de fabrication), le choix du moyen de stockage, le tracé des voies de circulation. Il faut prévoir également les surfaces nécessaires aux locaux et installations annexes (station de pompage, stockages spécifiques sous clé, sous douane, etc.).

Accès pour les interventions

L'accès aux endroits nécessitant des interventions doit être étudié : voies d'accès et de circulation en nombre suffisant, accessibilité des organes de manoeuvre, protection des circulations en hauteur (moyens fixes d'accès équipés des sécurités nécessaires : voir chapitre 6.6). Les sols doivent être antidérapants et de préférence à l'abri des intempéries.

Distances de séparation des risques : se reporter à la législation relative aux établissements classés en fonction de la nature, des quantités, de la hauteur de stockage et des risques associés.

6.7.2. Stockage des solides en vrac

Les points à examiner en priorité lors de la conception sont les suivants.

Surface

Réserver une surface importante pour diminuer les hauteurs de stockage et éloigner les postes de stockage et de reprises sur stock. Il faut prévoir également des allées de circulation et des accès pour la prise d'échantillons.

Résistance du sol

Elle sera calculée en fonction des caractéristiques des stockages envisagés.

Stabilité

La stabilité sera assurée par la limitation des hauteurs de stockage en tenant compte de la densité du matériau : pour les produits finis, le stockage en silos et trémies est préférable.

6.7.3. Stockage en citernes et réservoirs

Les cuves, réservoirs et autres volumes creux présentent des risques suivant la nature des produits stockés : incendie, explosion, intoxication, asphyxie.

Lors de leur conception, on empêchera la transmission des risques en installant des murs de protection, des cuvettes de rétention, des enceintes particulières (ou doubles enveloppes). La circulation au-dessus des réservoirs doit être pensée pour permettre des interventions en sécurité (caillebotis avec garde-corps de sécurité).

Capacité des ouvrages de rétention

En règle générale, lorsqu'un même produit est contenu en un ou plusieurs réservoirs associés, la capacité de rétention doit être au moins égale à la plus grande des valeurs suivantes :

- 100 % de la capacité du plus grand réservoir ;
- 50 % de la capacité globale des réservoirs associés.

6.7.4. Stockage en silos et trémies

On peut limiter les risques liés aux interventions (notamment risques d'enlèvement, de chute de hauteur) en concevant les installations pour réduire les interventions directes, par exemple en facilitant les opérations de vidage (et de fin de vidage) du silo.

On installera des équipements fixes correctement protégés (plates-formes, passerelles, cellules, etc.) pour accéder en partie haute, à l'extérieur ou à l'intérieur du silo. Des points d'ancrage sûrs permettront d'accrocher des éléments de suspension d'échafaudages, nacelles, sellettes pour l'exécution des travaux d'entretien non accessibles des installations fixes (voir figure 6.13).

Figure 6.13. Accès et protection collective sur un silo.



6.7.5. Stockage de gaz

La manutention et le stockage des bouteilles sous pression peuvent entraîner des accidents : ils représentent 20 % des accidents causés par les appareils à pression. Les bouteilles seront placées à l'extérieur des bâtiments ou dans un local de stockage (prévoir des dispositifs pour éviter leur chute).

Local de stockage

Il sera couvert par une toiture légère (pour limiter les conséquences d'une explosion) et éviter le rayonnement solaire direct, largement aéré ou ventilé, non situé en sous-sol. On séparera les différents groupes de gaz, de préférence suivant les catégories suivantes : acétylène et hydrogène, autres gaz combustibles, gaz toxiques incombustibles, gaz neutres.

Installations électriques

Réduire les installations électriques au strict nécessaire (ex. lampes extérieures sous verre dormant, lampes intérieures sous enveloppe protectrice). Poser à l'extérieur tout appareil capable d'engendrer des étincelles (interrupteurs, prises de courant, etc.).

6.7.6. Stockage en rayonnages

Le choix de ces matériels de stockage doit se faire en tenant compte des charges qui seront entreposées : celles-ci sont souvent sous-estimées, notamment dans les réserves des grandes surfaces, et conduisent à des déformations préjudiciables à la sécurité.

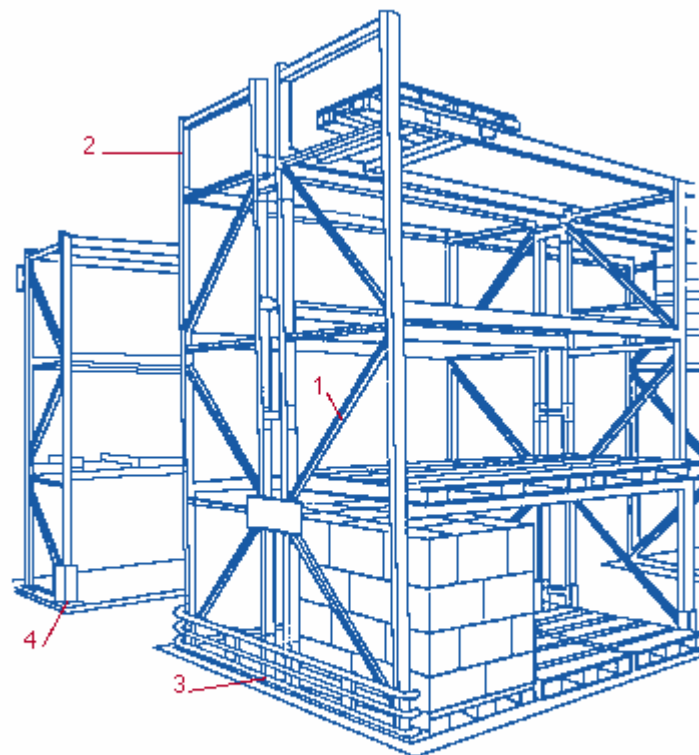
Le sol sera conçu en fonction d'une part des contraintes apportées par l'ensemble de la structure des rayonnages (planéité, résistance), d'autre part des exigences de roulage des engins de manutention. Il est indispensable de protéger les pieds et parties basses des montants, spécialement aux angles des allées, par des butoirs ou des glissières indépendants de la structure des rayonnages et solidement fixés au sol (voir figures 6.14 et 6.15).

Les appareils d'éclairage seront installés au droit des allées de circulation, à hauteur suffisante.

Figure 6.14. Exemple de rack bien aménagé sur le plan de la sécurité : dimensionnement des montants et traverses, butées de protection à la base.



Figure 6.15. Palettier.



- 1 Entretoise assurant la stabilité
- 2 Protection latérale
- 3 Glissière de sécurité
- 4 Sabot de protection (hauteur 300 mm)

voir aussi : [bâtiment zones](#)

6.7.7. Bibliographie

- Entrepôts, magasins et parcs de stockage. Recommandation CNAM R 308. Paris, INRS, 1988.
- Cuves et réservoirs. Recommandation CNAM R 276. Paris, INRS, 1986.
- Installations de stockage en rayonnages métalliques, conception et construction. Fiche pratique de sécurité ED 30. Paris, INRS, 1991.
- Stockage et utilisation des gaz et liquides combustibles. Cahiers de notes documentaires, Paris, INRS, 1984, 76, ND 1022.
- Les bouteilles de gaz liquéfié ou comprimé : manutention et stockage. Paris, INRS, ED 635, 1988

6.8. LOCAUX TECHNIQUES

Les locaux techniques sont souvent traités sommairement lors de la conception des lieux de travail. Leur emplacement et leurs caractéristiques doivent être pensés en même temps que l'implantation générale des bâtiments en tenant compte des risques spécifiques qu'ils génèrent et des difficultés d'introduction, de maintenance et de remplacement des matériels. Nous examinerons successivement les locaux compresseurs, les chaufferies, les locaux de charge de batteries d'accumulateurs, les ateliers d'entretien. Les locaux de stockage des produits dangereux sont traités dans le chapitre 6.7 "Stockages", les postes de transformation électrique dans le chapitre 6.1 "Installations électriques".

D'autres locaux posent des problèmes spécifiques qui ne sont pas traités ici : locaux pour les contrôles non destructifs (qui contiennent généralement des sources ionisantes), salles des générateurs électriques de secours, chambres froides...

6.8.1. Locaux pour machines tournantes (compresseurs groupes électrogènes)

Prévention du bruit et des vibrations

Ces appareils sont souvent générateurs de bruit et de vibrations. Pour éviter ces nuisances (pour les travailleurs ou pour l'environnement), on peut éloigner ces locaux des bâtiments, choisir des matériels peu bruyants de conception, mettre en place des dispositifs anti-vibratiles, faire appel pour les parois et les ouvrants à des matériaux massifs et jointifs, traiter l'intérieur du local (matériaux absorbants, pièges à sons pour les entrées d'air). Pour s'assurer de l'efficacité des dispositions envisagées, une étude prévisionnelle de niveau sonore permettra, le cas échéant, de détecter les points faibles et d'y remédier.

Prévention des incendies et explosions

Les locaux seront construits en matériaux incombustibles, le sol sera imperméable pour recueillir les fuites d'huile accidentelles. Ils seront équipés de dispositifs facilitant l'aération (évacuation de la chaleur) et de prise de terre sur laquelle seront interconnectées les masses. Les stockages de carburant et l'alimentation en énergie seront conformes à la réglementation.

6.8.2. Chaufferies

Il s'agit de locaux dans lesquels sont installés les appareils de production de chaleur par combustion directe. On distingue différents types d'installations :

- à eau surchauffée à basse température : température inférieure à 110 °C,
- à eau surchauffée à haute température : température pouvant excéder 110 °C,
- par vapeur basse pression : vapeur saturée inférieure à 0,5 bar,
- par vapeur haute pression : vapeur saturée pouvant excéder 0,5 bar.

Ces chaufferies doivent être implantées selon des règles, précisées dans le tableau 6.8, en fonction du fluide utilisé et de la puissance utile.

Les accès doivent être particulièrement étudiés : nombre d'accès, qualité des portes coupe-feu (voir les règles de l'art et le tableau 6.9). Les chaufferies à mazout (local chaufferie, local de stockage) posent des problèmes spécifiques qui ne sont pas traités ici.

On mettra en place un transformateur permettant de brancher une baladeuse à 24 volts.

Tableau 6.8 Implantation des chaufferies suivant le type d'installation et la puissance utile

Type d'implantation	Installations basse pression ou basse température		Installations haute pression ou haute température			
	Pu < 2000 kW	Pu > 2000 kW	3 ^e catégorie		2 ^e catégorie	1 ^{ère} catégorie
			Pu < 2000 kW	Pu > 2000 kW		
En sous-sol	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non
En rez-de-chaussée	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non
En terrasse*	Oui	Oui**	Oui	Non	Non	Non
A l'extérieur	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui*

* Cette chaufferie doit être distance d'au moins 10 m des logements, bureaux ou zones accessibles au public.

**Ce seuil est porté à 5 000 kW si la puissance unitaire des générateurs est inférieure à 2 000 kW.

Tableau 6.9 Qualité des parois et des portes coupe-feu en chaufferie

	Implantation de la chaufferie			
	Sous-sol et rez-de-chaussée	Terrasse	Extérieure	
			d < 10 m	d > 10 m
Plancher bas	MO - CF 2 h	MO - CF 2 h	MO	MO
Plancher haut ou couverture	MO - CF 2 h	MO	MO - CF 2 h	MO
Murs latéraux	MO - CF 2 h	MO	MO - CF 2 h	MO

MO = Matériaux incombustibles/CF = Coupe-feu.

L'arrêté du 30 juin 1983 modifié, pris en application du code de la construction (brochure n° 1540-II des Journaux officiels) définit des méthodes d'essais de comportement au feu des matériaux de construction, qui sont ainsi classés en cinq catégories MO, M1 à M4.

6.8.3. Locaux de charge de batteries d'accumulateurs

Compte tenu du risque d'explosion que présentent les interventions sur batteries d'accumulateurs (dégagement d'hydrogène qui se produit lors des opérations de charge), ces locaux doivent être :

- implantés dans des zones éloignées de toute flamme et d'étincelle,
- suffisamment dimensionnés pour permettre d'une part des interventions aisées et d'autre part de limiter la concentration de l'hydrogène dans l'air à moins de 0,40 %,
- correctement aérés par une circulation d'air naturel avec évacuation des gaz et introduction d'air frais du côté opposé (prévoir si nécessaire une ventilation mécanique),
- construits en matériaux incombustibles, le sol devra être imperméable et conçu d'une manière telle qu'il permette une récupération facile des électrolytes en cas d'épandage accidentel. Les allées sur une largeur d'environ 0,60 m seront garnies de caillebotis isolants,
- équipés du point de vue électrique en conformité avec les dispositions de la norme NF C

15-100 Installations électriques à basse tension.

Ils seront équipés de supports de batteries (de préférence en béton), d'un dispositif de manutention (palans par exemple) de sécurité en atmosphère explosive s'il est alimenté électriquement, de câbles de charge à poste fixe près de la batterie à recharger.

Il sera défini les zones 0, 1 et 2 à risque d'explosion et dans chaque zone le matériel électrique sera choisi pour répondre aux textes en vigueur.

6.8.4. Ateliers d'entretien

Ces ateliers doivent être conçus à partir des mêmes principes que les bâtiments de fabrication : éclairage, assainissement et chauffage, protection contre l'incendie et le bruit, état des sols.

Des règles particulières sont à appliquer en fonction de la spécificité de ces locaux et des risques inhérents aux activités exercées.

Atelier mécanique et/ou chaudronnerie

Dispositions visant à supprimer les risques liés au bruit, au soudage, aux produits chimiques, aux machines et aux manutentions lourdes :

- isolation phonique,
- séparation des emplacements des soudeurs, des postes de dégraissage, de la forge,
- espacement entre machines d'au moins 0,80 m,
- captage de gaz, vapeurs, fumées, à leur source avec rejet à l'extérieur, épuré si nécessaire.

Atelier électrique et/ou électronique

Dispositions visant à prévenir les risques d'électrisation et d'incendie explosion :

- installation électrique et connexions conformes aux règles de l'art,
- isolation des postes de travail du sol par revêtement isolant (tapis),
- implantation séparée du banc d'essai de moteur.

Atelier de menuiserie

Dispositions visant à supprimer les risques d'intoxication, d'incendie, d'explosion :

- espacement entre machines d'au moins 0,80 m,

- captage des copeaux et poussières de bois, à la source avec rejet de l'air à l'extérieur des locaux,

- installation électrique et moteurs étanches aux poussières.

Atelier de finition (peinture, vernis...)

Dispositions visant à supprimer les risques toxiques et d'incendie explosion :

- implantation de cabines ventilées pour l'application de peintures par pulvérisation,

- captage des vapeurs,

- équipement électrique et éclairage de préférence reportés à l'extérieur ou utilisables en atmosphère explosible.

6.8.5. Accessibilité aux locaux techniques

Les locaux techniques sont tous sujets à des interventions de maintenance y compris des interventions lourdes qui peuvent nécessiter de prévoir un accès spécifique et dissocié des circulations générales.

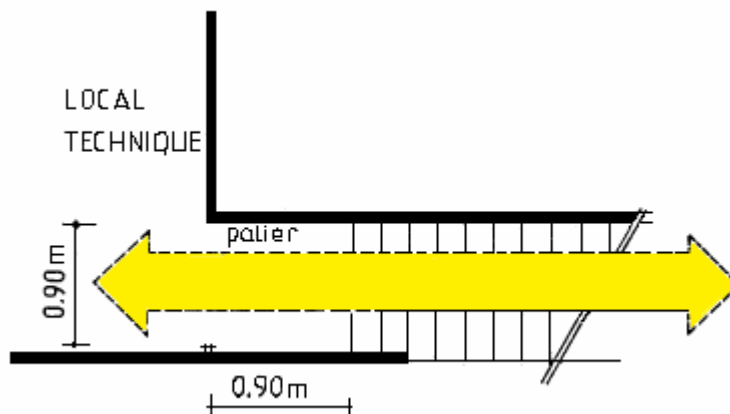
Accès

Les accès aux locaux techniques seront prévus pour pouvoir entrer et sortir, avec des moyens de manutention courants, les matériels les plus importants qui y seront disposés. Des dégagements sont nécessaires pour toutes les opérations d'entretien telles que ringardage de chaudières, démontage de faisceaux de tubes dans des échangeurs thermiques ou frigorifiques, etc.

L'accès sera possible de plain-pied. Les dimensions ci-après sont à respecter : porte de 0,90 m minimum sauf spécifications particulières contraires (entrée et sortie d'équipements, de chariots, ...), palier 0,90 m minimum entre escalier et porte d'accès, circulation et accès rectiligne et non en équerre (voir figure 6.16).

Pour les locaux vide-ordure en sous-sol, privilégier l'accès par monte-charge ou ascenseur plutôt que par la rampe d'accès automobile. Les rampes d'accès seront < 5 % pour permettre les manutentions manuelles et le passage des chariots poussés manuellement. La hauteur libre sous poutre ou réseaux dans le local technique et sauf spécifications contraires sera de 1,90 m.

Figure 6.16 Palier d'accès aux locaux techniques.



Accessibilité aux réseaux et installations

Les réseaux (fluides, électricité haute et basse tension, énergies, VMC, ...) sont généralement masqués par des gaines, faux plafonds ou faux planchers, ce qui pose dans un premier temps le problème de l'accès à ces espaces techniques. Dans un deuxième temps, il convient d'accéder directement à ces réseaux qui suivent la plupart du temps les parois verticales ou horizontales d'un bâtiment. Il s'agit alors d'accéder directement, de voir et pouvoir intervenir manuellement.

Les trappes de visite murale seront situées entre 0,60 m et 1,80 m à partir du sol.

Les dimensions minimales permettant l'engagement des épaules sont de 0,60 x 0,60 m (voir figure 6.17).

Les trappes de visite doivent être dégagées de tout équipement fixe (ex. : équipements dans les cuisines collectives).

Le gabarit d'un espace de travail en position accroupie ou à genoux est de 1,50 m de haut et de 1 m de profondeur (voir figure 6.18).

Il faut prévoir l'accès aux points de maintenance régulière : grilles et filtres de VMC, siphons, compteurs, boîtiers de connexions...

Les faux plafonds seront aisément démontables. Notons que plus un faux-plafond est accessible et démontable et moins il est détérioré pendant l'intervention.

Le choix de luminaire avec grille de défilement sur pivot facilite le changement des tubes. On évitera les descentes de réseaux par les courettes ou puits de lumière trop étroits et nécessitant la corde à noeud.

Les conduites verticales seront au minimum à 0,25 m du bâti pour permettre l'intervention

entre le bâti et la conduite (ex. : intervention sur les joints, peinture, ...).

Les chemins de câble seront supportés par des équerres afin de laisser un accès direct sur le côté pour la pose des câbles. Des dégagements seront prévus pour les accès aux artifices de fixation et de raccordement : brides, colliers... ainsi que pour les travaux de finition en place : étanchéité, calorifugeage.

Figure 6.17 Gabarit et positionnement des trappes de visite.

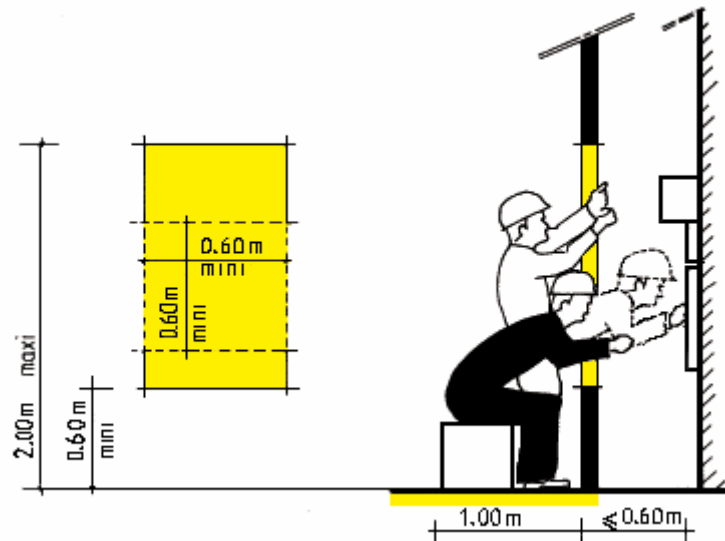
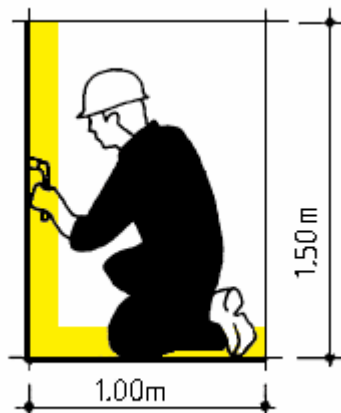


Figure 6.18 Gabarit d'un espace de travail en position accroupie.



Signalétique

Des plans de réseaux seront établis et disponibles pour les intervenants. Dans les locaux et sur les équipements eux-mêmes, un marquage indiquera la nature des différents réseaux, des dangers et des points d'interventions courantes.

Electricité

On veillera :

- à la disponibilité des sources d'énergie et des fluides nécessaires à la maintenance,
- à l'accessibilité immédiate au disjoncteur différentiel de sécurité en cas d'incident,
- à la mise en place de prises normalisées, surélevées à 1 m du sol pour éviter les chocs avec les machines de nettoyage et les projections d'eau,
- à la répartition des prises tous les 25 m pour éviter d'utiliser des rallonges pour les machines,
- au calibrage du circuit et de la puissance disponible tenant compte des machines de nettoyage,
- au respect de la classe d'isolation et de l'indice de protection des matériels électriques.

Vides sanitaires

Les hauteurs libres doivent être suffisantes pour ne pas imposer une position courbée lors de l'exécution des travaux d'entretien.

Prévoir une ou des zones permettant l'installation de postes de préparation en position debout.

Dans le cas des réseaux de grande étendue, la partie principale du réseau doit être installée dans une galerie technique dont les dimensions correspondent aux gabarits normaux (voir figure 6.19).

Les passages de moins de 1,90 m de hauteur doivent avoir des longueurs de parcours inférieures à 6,00 m.

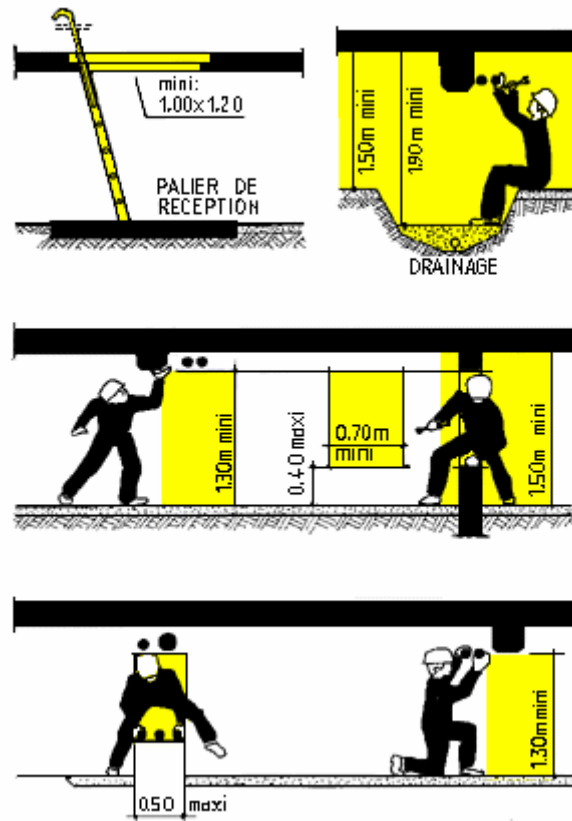
Les accès doivent être sûrs tant pour les personnes que pour les matériaux. Ils doivent permettre le passage d'un brancard normalisé (2,29 x 0,58 m). Si les accès se font par le plancher haut du vide sanitaire, il doit être prévu au moins : une trappe de dimension 1,00 x 1,20 m, une échelle fixe inclinée équipée d'échelons antidérapants, d'une main courante et d'un palier de réception.

Prévoir une installation électrique sachant que le vide sanitaire est considéré comme une enceinte très "conductrice" au sens de la norme NF C 15-100. Tout transformateur sera obligatoirement installé à l'extérieur de l'enceinte conductrice.

Les sols des zones de circulation doivent être équipés de puits de relevage ou drainés avec

une évacuation des eaux. Les sols sont revêtus de matériaux sains après nivellement.

Figure 6.19 Conditions d'accessibilité minimale dans les vides sanitaires
D'après Conditions de travail dans les vides sanitaires. Mémo pratique, OPPBTP.



6.8.6. Bibliographie

- Installations classées pour la protection de l'environnement, arrêté type n° 3 : atelier de charge d'accumulateurs, brochure n° 1001-I et 1001-II des Journaux officiels.
- Batteries d'accumulateurs. Prévention des risques d'explosion. Recommandation CNAM R 215. Paris, INRS, 1983.

7. STRUCTURE DES BATIMENTS

7.1. TOITURES

Il faut rappeler que les accidents par chute de hauteur sont souvent graves ou mortels. Pour la sécurité deux points sont à étudier principalement :

Les interventions en toiture : elles peuvent être régulières lorsqu'elles concernent les travaux de maintenance des équipements techniques situés en toiture. Citons à titre d'exemple : conduits, ventilations, filtres, climatiseurs, nettoyage des parties vitrées, les systèmes d'éclairage nocturne, les enseignes lumineuses, ... C'est le cas notamment des toitures des locaux industriels, commerciaux ou bâtiments d'habitat collectif.

Les interventions moins régulières en toiture concernent principalement les travaux sur l'étanchéité, l'écoulement des eaux pluviales, la mise en place des systèmes de suspension pour intervenir en façade...

Toutes les dispositions prises pour les interventions en toiture doivent figurer dans le dossier de maintenance de l'ouvrage (article R. 235-5 du Code du travail) ou le dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (article R. 238-37 du Code du travail).

L'éclairage zénithal : dans la plupart des locaux industriels, un éclairage naturel satisfaisant ne peut être obtenu que par des parties vitrées ou translucides en toiture. Par contre, pour les bureaux et les locaux de petite dimension pour lesquels la surface sous plafond est faible (< 3 mètres), l'éclairage zénithal est à proscrire.

7.1.1. Surfaces vitrées ou translucides

En règle générale, les nouveaux locaux doivent être conçus pour permettre la pénétration de la lumière naturelle (Code du travail, art. R. 235-2 à R. 235-2-3). Pour atteindre cet objectif sans apport thermique excessif (rayonnement solaire) et sans risque de chute à travers ces surfaces :

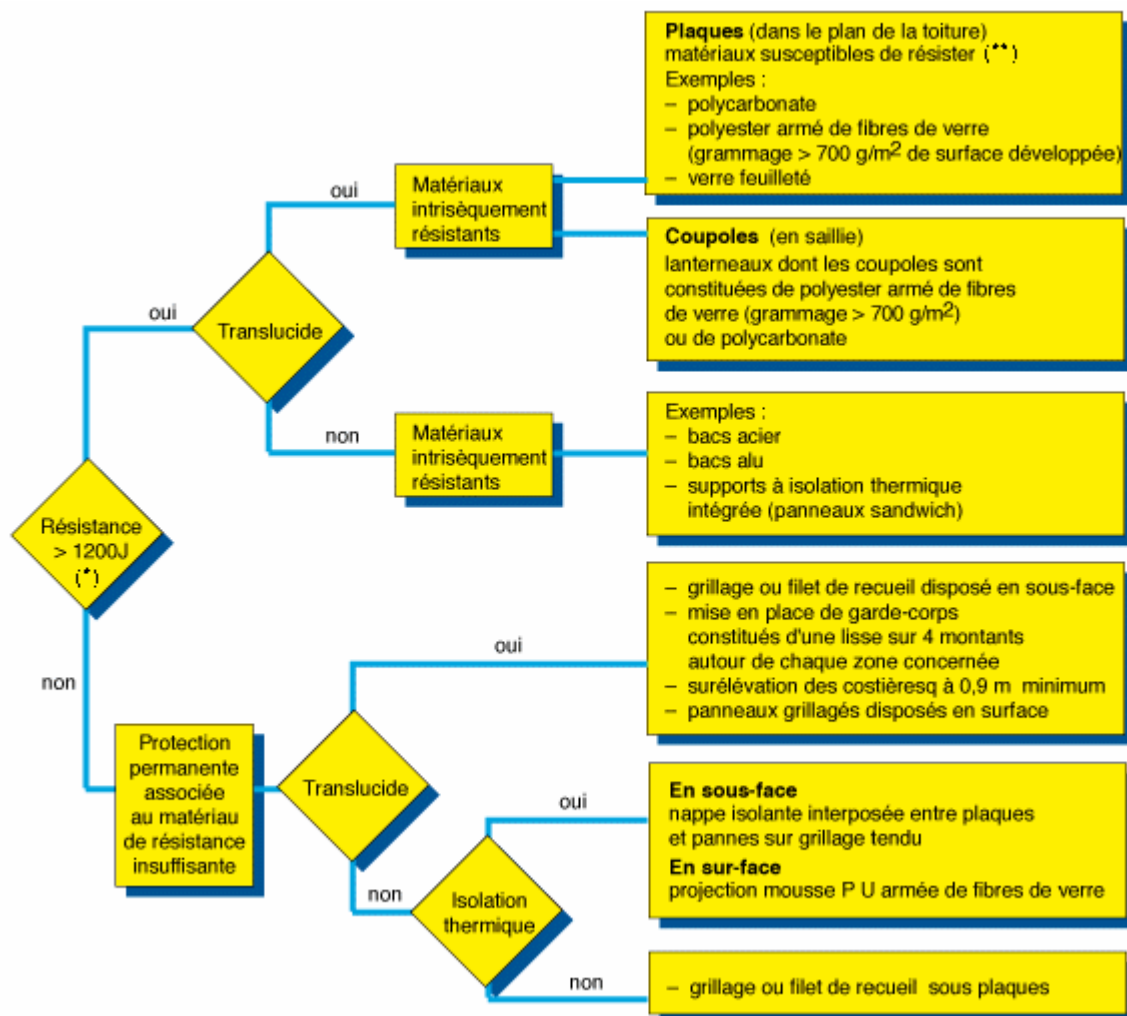
■ Les matériaux seront intrinsèquement résistants (voir tableau 7.1). A défaut, une protection permanente associée au matériau de résistance insuffisante sera mise en place. Le choix entre les trois types de surfaces vitrées ou translucides les plus courantes se fera en fonction de ces deux exigences principales, les autres éléments à prendre en compte étant la facilité d'accès, de nettoyage, le vieillissement, les possibilités de ventilation naturelle, la répartition homogène de l'éclairement (éviter un seul lanterneau central).

■ L'indice de vitrage (surface vitrée sur surface de plancher) sera compris entre 10 et 25 % (selon le type de vitrage et la classe des matériaux utilisés), pour permettre un éclairement supérieur à 250 lux.

■ Pour éviter le rayonnement solaire direct, des pare-soleil intégrés à la structure peuvent être mis en place (ex. : grilles) et avoir plusieurs fonctions : protection contre les chutes de personnes et d'objets (voir figure 7.1), passerelles d'accès pour la maintenance (voir figure 7.2). Le nettoyage des surfaces vitrées doit être prévu dès la conception. Pour la surface extérieure, des moyens à mettre en oeuvre sont décrits dans les autres paragraphes (matériaux intrinsèquement résistants, protection périphérique, etc.). Pour la

sous face, on peut citer les solutions suivantes : chemin d'appui d'une passerelle intégrée à la structure porteuse (voir figure 7.3), cheminement au sol dégagé de tout équipement fixe (voir figure 7.4).

Tableau 7.1. Aide au choix des matériaux constituant la toiture



(*)Pour être considéré de résistance satisfaisante, un matériau doit pouvoir résister, compte tenu de sa mise en oeuvre, au choc produit par la chute d'une masse de 80 kg constituée d'un sac rempli de sable d'une hauteur de 1,50 m (1 200 joules) (essais INRS) ; sans être emporté ou traversé, la fissuration étant admise ; on emploie la formule abrégée : résistance > 1 200 J.

(**)La résistance effective, fonction des épaisseurs et des portées, doit être définie par des essais les plus représentatifs possibles. Il est impératif de respecter les conditions de pose préconisées par le fabricant.

Figure 7.1. Lanterneaux équipés de grilles de protection en surface ou en sous-face.

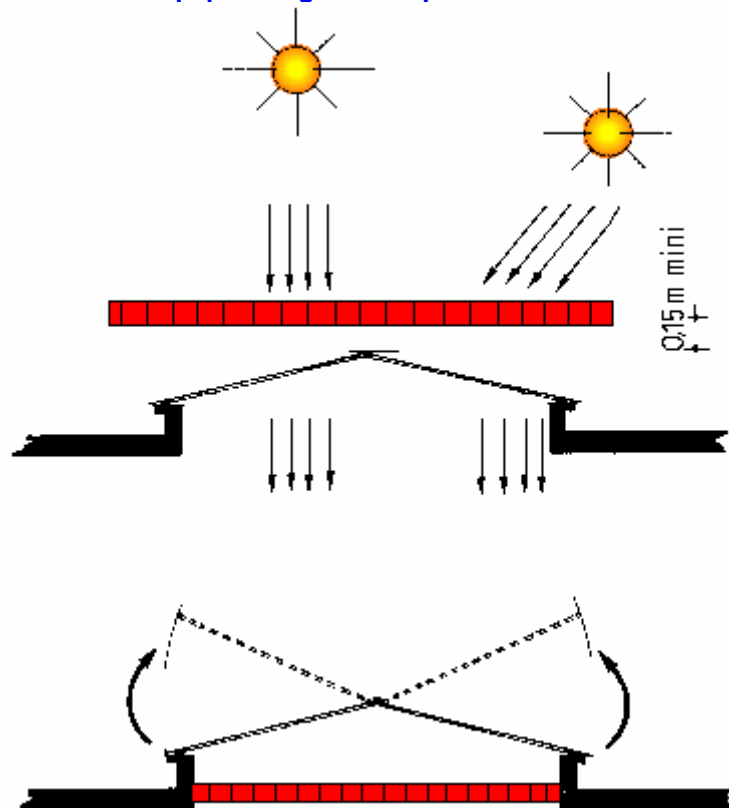


Figure 7.2. Passerelle de circulation intégrée.

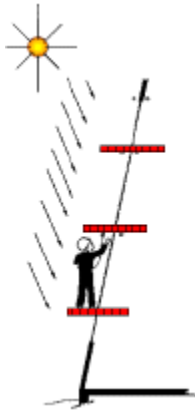


Figure 7.3. Chemin d'appui d'une passerelle, intégré à la structure.

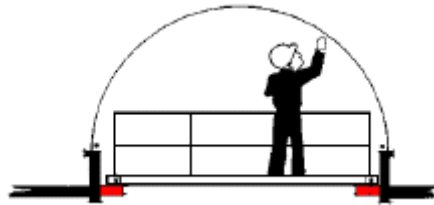
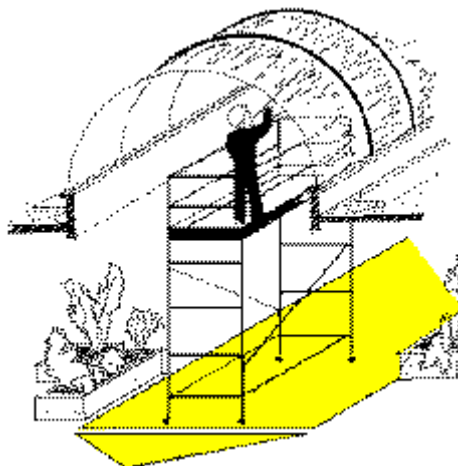


Figure 7.4. Cheminement au sol dégagé de tout équipement fixe et permettant la circulation d'un échafaudage mobile.



7.1.2. Surfaces non translucides

Les matériaux seront intrinsèquement résistants (ex. : bacs acier, bacs alu, supports à isolation thermique intégrée). A défaut, une protection permanente sera associée (voir tableau 7.1). Ces exigences de résistance des matériaux en toiture sont d'autant plus importantes que les installations nécessitant des interventions sont fréquemment mises en place sur la toiture : exutoires de fumée qui peuvent être associés à des "retombées sur toitures", aérateurs pour la ventilation de locaux et l'extraction des fumées, locaux techniques des ascenseurs et monte-charges, installations liées directement au procès (étuve de séchage d'une chaîne de peinture par exemple). Tous ces dispositifs et équipements seront protégés, de même que les cheminements permettant d'y accéder.

7.1.3. Accès et circulation en toiture

Accès en toiture

Les modes d'accès en toiture sont du type édicules de sortie en toiture-terrasse, fenêtre ou trappes de toiture, accès par l'extérieur du bâtiment.

■ **Edicule de sortie en toiture-terrasse.** C'est le mode d'accès le plus sûr. La figure 7.5 donne un exemple d'aménagement intérieur : échelle à marche, garde-corps, poulie permettant le levage de petites charges. La sortie en terrasse doit s'effectuer le plus loin possible des rives de terrasse ou de toiture, minimum 1 m 50 (voir figure 7.6).

■ **Fenêtre ou trappes de toiture.** Ce type d'accès est beaucoup moins favorable. Le palier doit être de dimension suffisante pour installer une échelle (voir figure 7.7). Pour l'accès à certains équipements sur toiture en pente, prévoir une plate-forme de travail (voir figure 7.8).

■ **Accès par l'extérieur du bâtiment.** Des moyens d'accès permanent sont à prévoir : escaliers et échelles à marches pour les accès fréquents, échelles à crinoline pour les accès peu fréquents. Une condamnation est à prévoir, notamment pour pouvoir mettre en oeuvre une procédure d'accès (voir figure 7.9).

La toiture comportant fréquemment des équipements en sous-face (plafond) : traitements acoustiques et thermiques, installations d'extinction automatique, éclairage artificiel, des plates-formes, galeries aériennes ou galeries techniques sont à prévoir.

Figure 7.5. Aménagements intérieurs d'un édicule de sortie.

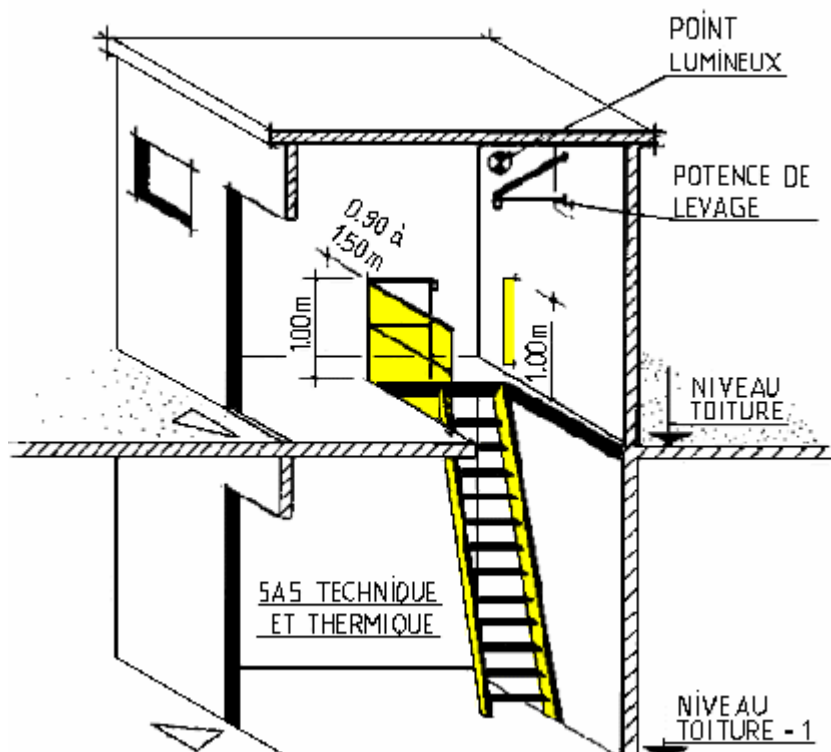


Figure 7.6. Edicule de sortie implanté avec une zone de circulation.

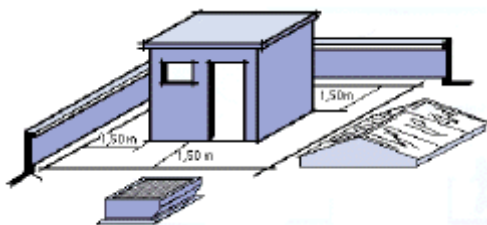


Figure 7.7. Rapport de proximité entre ouverture en toiture et palier inférieur.

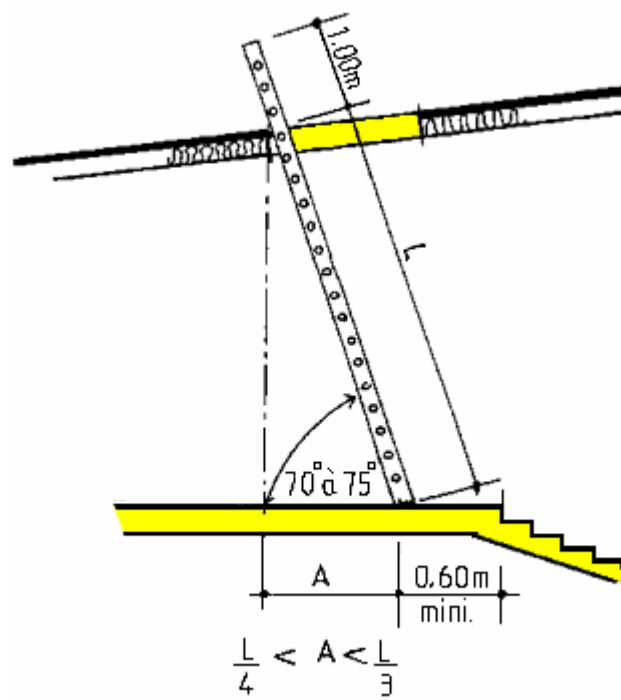


Figure 7.8. Plate-forme d'arrivée et de travail.

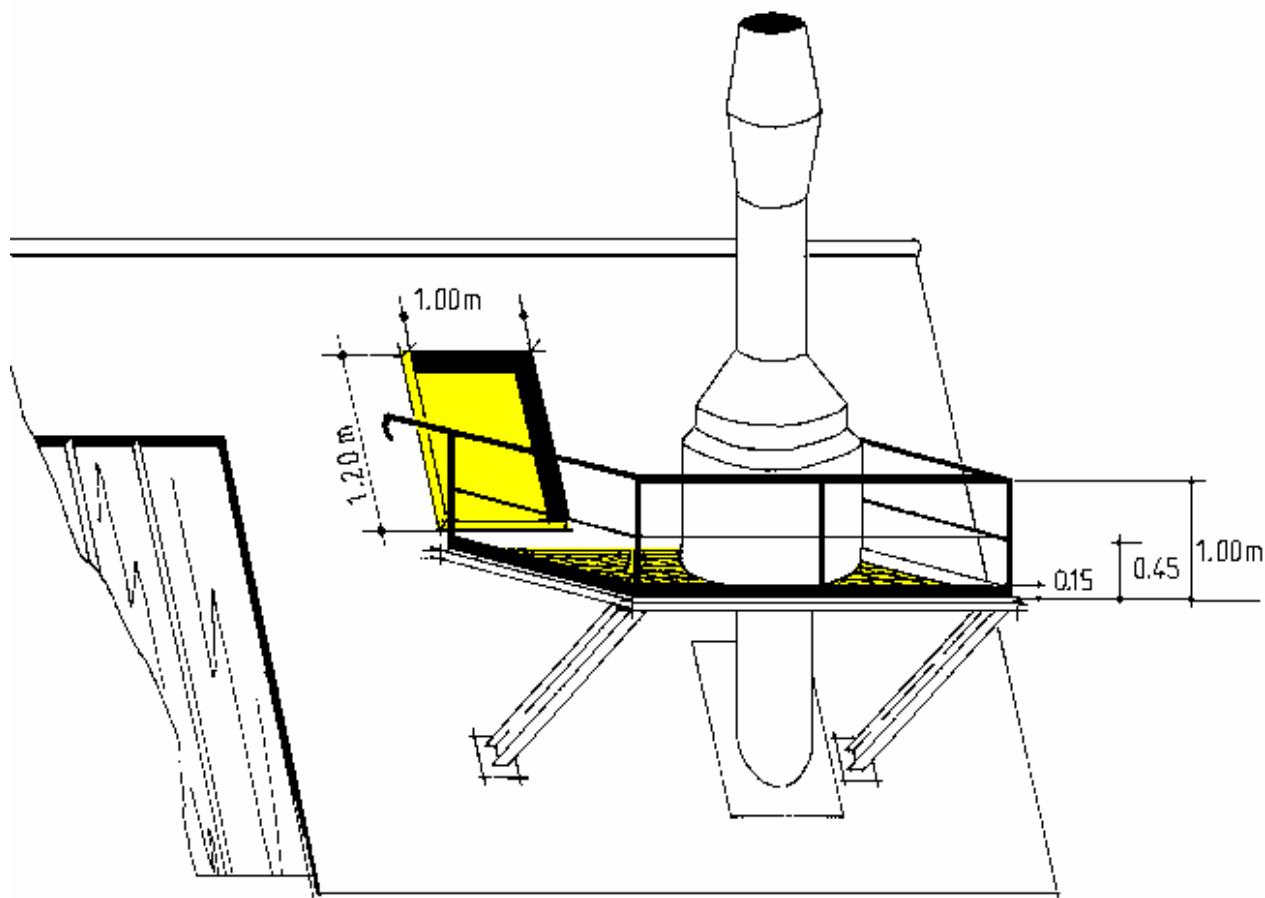
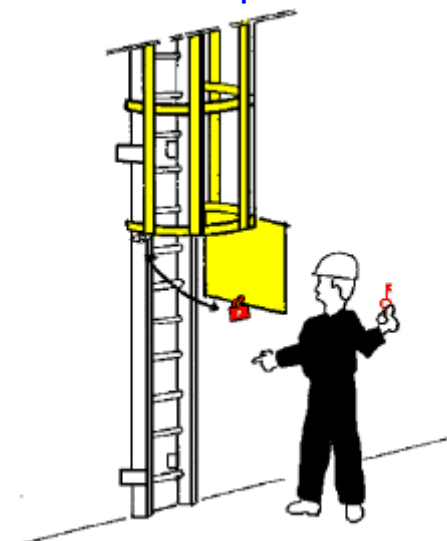


Figure 7.9. Accès en toiture par une échelle extérieure.



Protections périphériques et autour des trémies

Les dispositions constructives doivent pallier le risque de chute de hauteur. L'étude architecturale des façades peut parfaitement intégrer des acrotères, rambardes ou écrans servant de garde-corps.

■ Acrotère élevée à 1 m au-dessus du niveau fini de la terrasse (exemple figure 7.6).

■ Garde-corps permanent ne nécessitant que peu d'entretien, $h = 1$ m au-dessus du niveau fini de la terrasse (exemples figures 7.10, 7.11 et 7.12).

Dans le cas où les interventions restent exceptionnelles, il faut prévoir un dispositif permettant l'installation rapide et fiable de garde-corps par l'entreprise intervenante. Ce dispositif doit obligatoirement être associé à la mise en place de points d'ancrage répartis de manière judicieuse et de résistance appropriée. Ceux-ci peuvent notamment permettre d'installer une ligne d'assurance.

Figure 7.10. Chemin continu et intégré aux sheds de toiture.

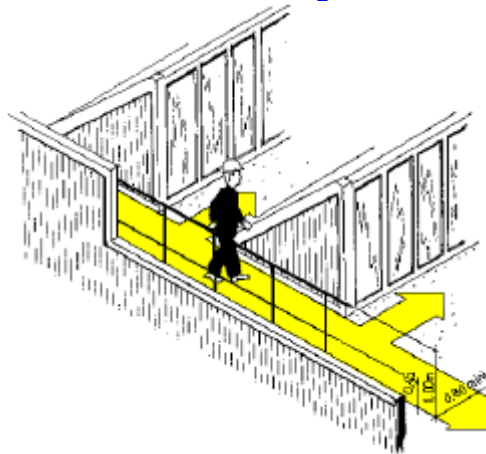


Figure 7.11. Châssis de lanterneau surélevé.



Figure 7.12. Lanterneau équipé d'un garde-corps périphérique.



Circulation en toitures-terrasses

Sur les toitures-terrasses, prévoir un cheminement principal sans obstacle (conduites, gaines, édicules bas, etc.) à enjamber et permettant au moins le roulement d'équipements légers.

Une zone périphérique libre de tout obstacle, de 1 m 50 minimum, permettra une circulation liée à l'entretien des façades (positionnement de portiques, supports d'échafaudage volant, etc.) (voir figure 7.6).

Lors du franchissement de parties de toiture présentant des risques de chute, des passerelles permanentes peuvent être mises en place (voir figure 7.13).

Figure 7.13. Passerelle permanente d'accès pour l'entretien d'installations sur toiture.



7.1.4. Autres éléments à prendre en compte

Il s'agit principalement :

- du comportement de la toiture en cas d'incendie ou d'explosion (voir chapitre incendie - explosion),
- de la réverbération du bruit : étudier la forme de la toiture et les caractéristiques phoniques des matériaux utilisés en sous-face (Code du travail, art. R. 235-2-11),
- des intoxications lors des interventions : choisir des points de rejet en dehors des zones d'intervention, positionner les entrées d'air neuf par rapport aux zones de rejet (notion de vents dominants, hauteur de cheminée),
- de l'isolation thermique : en tenir compte dans le choix des matériaux de couverture.

7.1.5. Bibliographie

- Code du travail, art. R. 235-5. Dossier de maintenance. Art. R. 238-37. Dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage.
- Les toitures fragiles. Travail et Sécurité, numéro spécial, février 1987.
- Documents techniques unifiés (DTU) correspondant aux types de toiture (notamment DTU n° 20-12 et n° 43-3 dans leur partie mémento pour les concepteurs).

7.2. SOLS

La qualité des sols a une grande importance aussi bien dans les locaux industriels que dans les activités de services et les bureaux. Les répercussions sont en effet nombreuses :

- sur les prix de revient : coûts très élevés de la réfection des sols dans les locaux en service, coût du nettoyage,

- sur la circulation des engins : difficultés de circulation des camions et engins de manutention lorsque le sol est défectueux, et augmentation des risques d'accidents (ex. renversement de chariots élévateurs, chutes de charges, risques liés à la charge lors de la poussée manuelle de chariots, etc.),

- sur la circulation des piétons : chutes de plain-pied, heurts, glissades.

Les caractéristiques des sols sont à étudier en fonction de l'activité spécifique aux lieux de travail concernés : sols industriels, sols spéciaux pour les secteurs de l'alimentation, de la restauration collective, des laboratoires, sols adaptés aux activités de bureau.

7.2.1. Critères principaux

Les critères principaux à prendre en compte sont :

- la résistance du sol à l'usure et à la déformation pour éviter les détériorations : résistance aux charges statiques (intensité, surface d'application), résistance aux charges dynamiques dues à la densité et au type du trafic (fréquence pour les piétons, fréquence, charge maxi et type de roues pour les chariots et les transpalettes).

- les caractéristiques liées directement à l'hygiène et à la sécurité : adhérence (pour éviter les glissades), résistance chimique à certains produits (acides, solvants, détergents, etc.), facilité de nettoyage,

- les caractéristiques phoniques (et celles liées aux vibrations) : réverbération des sons, bruits d'impact, massifs de désolidarisation de certaines machines.

Le sol participe également par ses coloris à l'ambiance des lieux de travail, par la nature du revêtement à l'empoussièrement des locaux.

7.2.2. Choix entre les revêtements

Le choix entre les différents revêtements industriels dépend essentiellement du type d'activité concerné :

- **Revêtements en béton** : un renforcement de la couche en surface (béton de fibres d'acier, ciment et carcasse d'agréats durs) est conseillé.

■ **Revêtements bitumineux** : ils ont l'avantage d'apporter une plus grande souplesse et par là même un meilleur confort.

■ **Revêtements en résine à charge de quartz** : pour les sols où les risques de glissade sont élevés, les résines à charge de quartz sont conseillées ; elles permettent d'atteindre des coefficients de frottement supérieurs à 0,30 (cette valeur étant le minimum acceptable pour les sols utilisés dans les secteurs alimentaires et les cuisines de restauration collective).

■ **Carrelages** : ils sont généralement réservés aux activités de l'agro-alimentaire, aux cuisines et aux laboratoires, à des locaux du type sanitaire. Les grès cérames anti-glissants sont conseillés : ils permettent d'atteindre des coefficients de frottement élevés (supérieurs à 0,30 et proches de 0,50 pour les carrelages les plus performants). Si l'épaisseur de ces revêtements est suffisante (supérieure ou égale à 12 mm), ces carrelages résistent mieux aux chocs thermiques et au roulement intensif de chariots que les sols à base de résine.

■ **Sols plastiques** : les sols plastiques sont des revêtements collés sur un support résistant (le plus souvent une chape ciment). En lés ou en carreaux, ils conviennent pour la réalisation des sols de nombreux lieux de travail (bureaux, commerce, établissements de soins, électronique, textile, confection, etc.). Ils sont faciles à entretenir et à remplacer et moins coûteux que les sols scellés. Outre les critères indiqués précédemment, on devra également tenir compte de leur tenue au feu et de leur conductivité électrique (électricité statique).

■ **Sols textiles, parquets** : ne conviennent qu'à des activités particulières (hôtellerie) ou à des zones très localisées des bâtiments industriels.

Pour limiter les chutes par glissades, il n'est pas suffisant de choisir un revêtement de sol dont le coefficient de frottement dynamique est maximal. Des facteurs supplémentaires sont à considérer : l'uniformité des qualités antidérapantes du revêtement, la couleur du sol et son aptitude à changer d'aspect en présence de liquides lubrifiants ou de déchets.

7.2.3. Conditions de pose

Il est impératif de respecter scrupuleusement les conditions de pose. Si plusieurs matériaux doivent être mis en oeuvre, le respect des proportions et du mode opératoire est indispensable pour éviter des déboires tels que retrait, fissuration, faïençage.

Dans les locaux où le nettoyage doit se faire à grande eau ou lorsque le déversement ou l'égouttage de liquides est prévisible, prévoir des pentes de 1 à 2 % dirigées vers des dispositifs de recueil (caniveaux, grilles, siphons de sols). Eviter dans la mesure du possible le découpage en "pointes de diamant" difficile à réaliser et faire en sorte que le trafic des matériels roulants (en particulier à traction humaine) reste possible sans efforts excessifs.

Les joints constituent toujours un élément important, ils sont indispensables : sans eux les dilatations risqueraient de provoquer des épaufures aux angles des surfaces, ils doivent être réalisés par des professionnels avertis. Des siphons de sol, grilles, et autres points de recette des écoulements de surface étant définis, les raccordements au revêtement sont aussi un élément essentiel de l'étanchéité.

Les joints entre carreaux doivent être aussi étroits que possible, environ 3 mm, afin que la charge par à-coups soit répartie au mieux et ne s'applique pas exclusivement sur les arêtes des carreaux.

Note : Implantation des siphons de sol, des grilles, etc. Les dispositifs de ce type seront autant que possible implantés en dehors des aires et allées de circulation des engins munis de petites roues (ex. : transpalettes, chariots automoteurs) de manière à éviter les à-coups générateurs d'autres risques.

7.2.4. Bibliographie

- Code du travail, art. R. 235-3-3.
- Les sols de sécurité. Recommandation CNAM R 35. Paris, INRS, 1965.
- NF P 62-001. Revêtements de sols. Propriétés antistatiques. Spécifications. Paris, AFNOR.
- Sols industriels. Paris, Publications du Moniteur, 1986.
- Sols antidérapants. Cahiers de notes documentaires, 1991, 145, ND 1853.
- Dossier sur la glissance. Travail et sécurité, Paris, INRS, 1996, numéro 2, pp. 17 à 52.

7.3. FACADES

Quatre éléments seront traités dans ce chapitre :

- les vitrages permettant la vue vers l'extérieur,
- les portes et portails,
- les matériaux et appareillages à utiliser en façade,
- l'accès aux façades pour les interventions d'entretien et de maintenance.

7.3.1. Vitrages permettant la vue vers l'extérieur

Les locaux de travail doivent comporter à hauteur des yeux des baies transparentes donnant vers l'extérieur, sauf en cas d'incompatibilité avec la nature des activités envisagées (Code du travail, article R. 235-3). Il est important de signaler que :

■ cette obligation ne concerne pas seulement les bureaux, mais aussi les ateliers et de manière plus générale tous les locaux destinés à être affectés au travail,

■ cette exigence est distincte de celle de l'éclairage naturel ; ainsi un éclairage zénithal apportera la lumière naturelle sans offrir de vue sur l'extérieur.

Il est recommandé que ces surfaces vitrées représentent au moins le quart de la superficie de la plus grande paroi du local donnant sur l'extérieur, en ne considérant que les surfaces en dessous de 3 m. Par ailleurs, la hauteur d'allège ne devrait pas dépasser 1 m. La hauteur d'1 m a été définie pour des postes assis. Elle peut être portée à 1,30 m si on a la certitude que les postes de travail ne permettront pas la posture assise. Les baies vitrées devront comporter un certain nombre d'ouvrants pour permettre l'aération et la correction de l'ambiance thermique. Pour un local donné, ces objectifs peuvent être atteints par différents moyens comme le montre l'exemple ci-après.

Exemple d'application

Configuration de vitrages à hauteur des yeux respectant la réglementation pour un local de 40 m de long sur 15 m de large, sans cloisons intérieures, donnant sur l'extérieur sur les deux côtés de 40 m.

Le calcul des surfaces minimales recommandées est le suivant :

■ superficie de la plus grande paroi du local donnant sur l'extérieur (en ne considérant que les surfaces en dessous de 3 m) : $40 \times 3 \text{ m} = 120 \text{ m}^2$,

■ surfaces vitrées nécessaires : $120 \text{ m}^2 \times 1/4 = 30 \text{ m}^2$.

Sous réserve que la hauteur d'allège ne dépasse pas 1 m, de nombreuses configurations répondent à ces exigences. Par exemple :

■ 2 bandes de vitrage de 1,50 m de haut sur 10 m de long sur un seul côté du bâtiment,

■ 1 bande de vitrage de 2 m x 10 m d'un côté et une bande de 2 m x 5 m de l'autre côté,

■ 20 fenêtres de 1,50 m × 1 m réparties sur le pourtour du bâtiment.

Nettoyage

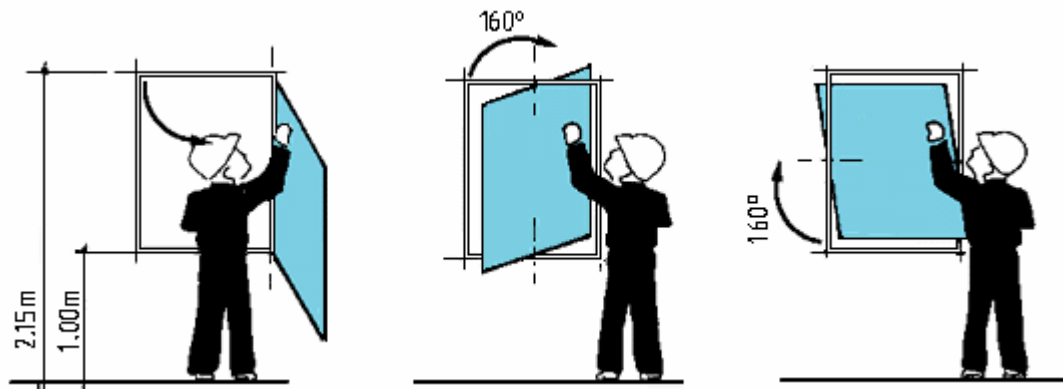
En ce qui concerne le nettoyage des vitres, on pourra concevoir les baies de façon à ce que les deux côtés de la vitre soient accessibles de l'intérieur (fenêtres basculantes, pivotantes, à la française : voir figure 7.14.). Il convient de prévoir un dispositif simple de blocage de l'ouvrant l'empêchant de basculer en cours de nettoyage. Il faut également veiller à ce que les équipements en bordure de fenêtre (convecteur, jardinière, store ou volet, etc.) ne compliquent pas l'entretien des vitrages.

Dans les autres cas et pour la maintenance (ravalement, réfection des matériaux d'isolation, d'étanchéité, de revêtement, etc.), les dispositions de prévention pour les travaux en hauteur doivent être prises (voir § 7.3.4) dès que le travail doit se faire à plus de 3 m au-dessus du sol.

Protection contre l'éblouissement et l'effet de serre

Pour les expositions est et ouest, des protections verticales (ex. stores) sont nécessaires. Au sud, elles pourront être remplacées par des auvents. Lorsque le local est de petite dimension (ex. bureaux), les protections verticales seront installées à l'extérieur pour éviter un apport thermique excessif par le rayonnement solaire (effet de serre). Des vitrages réfléchissants peuvent donner également de bons résultats.

Figure 7.14. Conditions d'accessibilité aux vitrages.



7.3.2. Portes et portails

Les abords d'une porte constituent un endroit critique, un carrefour de risques. Dans le choix et l'implantation d'une porte, deux fonctions (passage et fermeture) sont à considérer.

Fonction passage

Les problèmes de sécurité sont liés aux flux et circulations : la largeur de la porte doit correspondre aux véhicules les plus larges et aux dimensions des charges transportées ; elle sera fonction également du sens simple ou double de circulation. La porte débouchera face à une allée principale pour éviter les manoeuvres et les collisions. Pour les accès utilisés à la fois par des véhicules (notamment les chariots élévateurs) et des piétons, une porte séparée réservée aux piétons sera implantée à côté de la porte principale avec garde-corps de sécurité de chaque côté de la porte principale (voir figures 7.15 et 7.16).

Les portes transparentes ou translucides doivent être constituées de matériaux de sécurité et signalées par un marquage à hauteur de vue. Les portes opaques seront munies de surfaces transparentes permettant la visibilité à travers la porte (hublots circulaires ou rectangulaires à hauteur des yeux des conducteurs d'engin).

Figure 7.15. Aménagement des abords d'une porte.

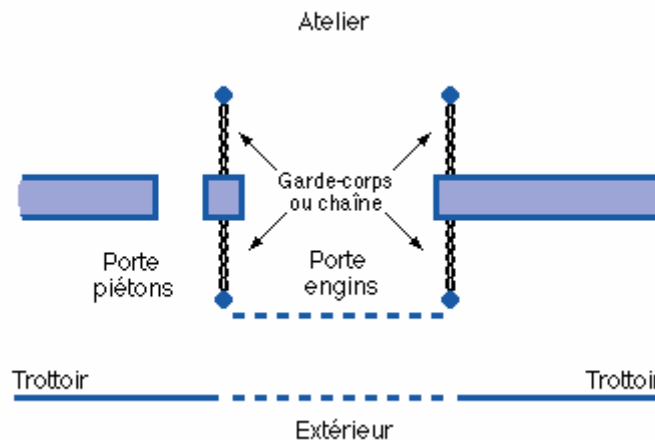


Figure 7.16. Bonne conception d'ensemble d'une façade d'atelier : portail, porte piétons, échelle d'accès à la toiture, baies vitrées à hauteur des yeux.



Fonction fermeture et ouverture

Trois problèmes sont à examiner :

- **ambiance thermique et risques d'effraction** : les portes doivent assurer une bonne fermeture (portes à lamelles à éviter), un sas étant utile lorsque les flux de circulation sont importants (au-dessus de vingt passages par heure environ) et pour les expositions nord et ouest,
- **les efforts physiques** : la motorisation des portes permet d'éviter les déplacements, efforts et pertes de temps,
- **les risques d'accident** : équiper les portes de systèmes évitant leur chute et diminuant les risques de coincement et de cisaillement.

Les portes automatiques doivent pouvoir être ouvertes manuellement, sauf si l'ouverture est automatique en cas de coupure d'alimentation.

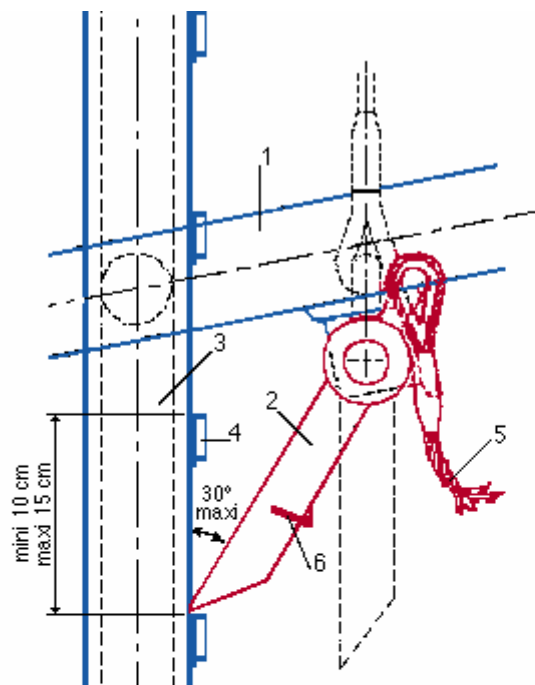
Les portes à commande asservie (par des dispositifs tels que des bouches magnétiques, des cellules photoélectriques) comporteront des équipements de sécurité destinés à en arrêter la fermeture en cas de présence d'une personne dans la zone dangereuse (cellules photoélectriques, barres de contact, bandes palpeurs; etc.). Ces dispositifs déclencheront automatiquement la séquence d'ouverture de la porte.

Les portes coulissantes à déplacement vertical présentent des risques particuliers : elles seront équipées de dispositifs de sécurité pour éviter leur chute en cas de rupture d'un organe de suspension ou de compensation (système de type "parachute" (voir figure 7.17) ou équivalents).

Les zones de débattement (portes basculantes) ou de fermeture (portes à sections ou coulissantes) seront matérialisées au sol par un marquage zébré noir et jaune.

La maintenance et les contrôles périodiques de ces matériels seront organisés de manière analogue à ceux des ascenseurs et monte-charge (registres techniques).

Figure 7.17. Système du type "parachute" pour porte coulissante à déplacement vertical. (note technique n° 6 CRAMAM).



Parachute extérieur avec cliquet

- | | |
|-------------------|-----------|
| 1 porte | 4 butée |
| 2 cliquet | 5 câble |
| 3 rail de guidage | 6 ressort |

Lors de la rupture d'un câble (5), le cliquet (2), sous l'action du ressort, tourne jusqu'à ce qu'il soit arrêté par le rail de guidage (3) et la butée (4). Le faible espacement des butées soudées au cadre porteur rend la chute de la porte impossible.

7.3.3. Matériaux et appareillages à utiliser en façade

Les matériaux doivent être choisis en fonction de plusieurs critères dont les principaux sont :

■ **L'isolation thermique** (par exemple par panneaux sandwichs) correspondant aux normes actuelles en ce domaine.

■ **L'isolation phonique.** Lorsque les niveaux de bruit prévisibles à l'intérieur du local sont supérieurs à 85 dB(A), une isolation phonique (combinée avec l'isolation thermique) est une obligation pour le maître d'ouvrage (art. R. 235-2-11, Code du travail).

Du fait de la réglementation relative au niveau de bruit à respecter en limite de voisinage (décrets du 5 mai 1988), un bâtiment industriel bruyant devra donc avoir des parois apportant

un bon isolement et une bonne absorption.

• **La résistance au feu, la facilité d'entretien, les aspects esthétiques**, la tenue dans le temps, la résistance aux phénomènes climatiques, aux moisissures et au vandalisme, sont également à prendre en considération.

Les parties horizontales des façades (appuis de baies, terrassons, etc.) devront faire l'objet d'une attention particulière, pour l'évacuation des eaux de pluie notamment.

Le coût des matériaux ne doit pas être le critère économique exclusif : le coût de l'entretien ultérieur ou de la maintenance des appareils en façade peut devenir prépondérant, notamment pour les opérations répétitives ou très techniques.

Pour les appareillages, il faut également prévoir dès la conception l'entretien ultérieur des dispositifs retenus, pour minimiser la fréquence et la durée des interventions, et les éviter par l'extérieur.

Par exemple on pourra prévoir la maintenance des luminaires par accès direct au bloc projecteur ; ou des enseignes à partir du toit ; ou des coffres de volets roulants intérieurs.

7.3.4. Accès aux façades

Il n'y a pas de solution générale compte tenu des nombreux paramètres qui interviennent (hauteur globale de l'immeuble, géométrie...). Lorsqu'il n'y a pas d'accès de plain-pied fixe (passerelles, balcons), on utilise des moyens d'accès mobiles de deux types : les accès par élévation (échafaudages de pied fixes ou roulants, nacelles et plates-formes élévatrices), ou les accès par suspension (échafaudages volants, sellettes, nacelles suspendus à demeure). La mise en oeuvre de ces moyens ne peut se faire que si un minimum d'aménagements existent à l'origine de la construction. Un choix judicieux de ces aménagements conduira à une diminution du coût des opérations d'entretien ou de maintenance ultérieures. Il y a donc lieu de choisir, en fonction des dimensions, de l'architecture, du type et de la fréquence prévisible des interventions, le mode d'accès le plus sûr et de créer des aménagements en conséquence.

L'accès aux façades par nacelle électromécanique à demeure est la solution à privilégier.

Les principales dispositions constructives sont :

Pour les accès par élévation :

Nacelles élévatrices : conviennent pour des immeubles de moins de 12 m de hauteur. Prévoir une voie de circulation stabilisée à moins de 6 m de la façade, avec des pentes modérées et sans ressauts. S'assurer qu'il n'y aura pas dans le volume de déplacement de la nacelle d'aménagements paysagés de plus de 5 m de hauteur ni de lignes électriques aériennes à conducteurs nus.

Echafaudages : prévoir l'accessibilité du pied de l'immeuble sur une largeur de 2 m (façades verticales planes) ou à déterminer en fonction de la géométrie (surplombs et débords).

Pour les accès par suspension :

Ces accès ne conviennent pas pour atteindre des parties de façades situées sous des surplombs supérieurs à 0,5 m (voir figure 7.18). En outre, lorsque la sécurité des opérateurs ne pourra pas être entièrement assurée par les dispositions constructives adoptées (absence de garde-corps, isostatique des matériels), des points d'ancrages particuliers devront être prévus pour la fixation de harnais de sécurité.

Echafaudages volants : prévoir des crochets d'ancrage à demeure, fixes ou amovibles, ou des murs d'acrotères dimensionnés pour permettre de recevoir les consoles de suspension (forme, percements, résistance au moment de renversement) : voir exemple à la figure 7.19, ou des points d'accrochage en terrasse pour les consoles en bascule.

Nacelles électromécaniques à demeure : prévoir la possibilité d'installer le chemin de roulement en couverture (en général toiture terrasse et prise en compte de la charge d'exploitation). Rappelons que ce type de matériel doit faire l'objet d'une vérification tous les 6 mois.

Figure 7.18. Retrait de façade limité à 0,50m.

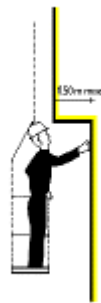
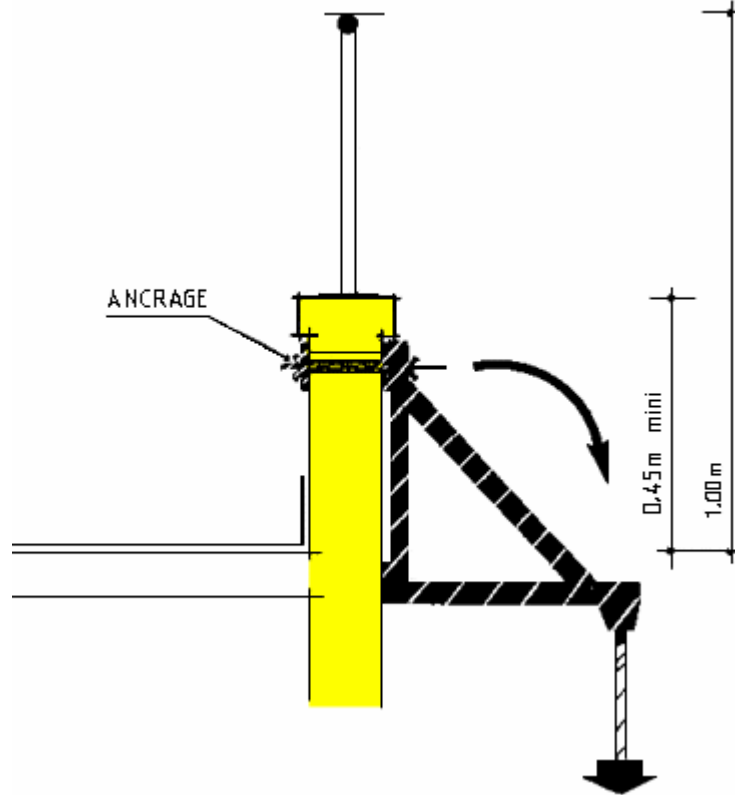


Figure 7.19. Exemple de console bloquée sur acrotère.



7.3.5. Bibliographie

- Code du travail, art. R. 232-1-2 et R. 235-3-8, 3-9, sur les portes et portails.
- Arrêté du 21 décembre 1993 relatif aux portes et portails automatiques et semi-automatiques.
- Code du travail, art. R. 232-7 à R. 232-7-10 : éclairage ; art. R. 232-8 à R. 232-8-7 et R. 235-11 : protection contre le bruit.
- Lettre circulaire DRT n° 90-11 du 28 juin 1990 relative à l'application de l'article R. 235-2 du Code du travail.
- Norme NF P 25-362. Fermetures pour baies libres. Sécurité pour portails industriels. Paris, AFNOR.
- Utilisation et entretien des portes. Note technique n° 8. Strasbourg, CRAMAM, 1981.

7.4 ASCENSEURS, Monte-charge, ESCALIERS

7.4.1. Ascenseurs et monte-charge

Les ascenseurs et monte-charge posent des problèmes de sécurité spécifiques qui seront traités en début de ce chapitre. Les risques principaux sont les chutes et écrasements (notamment pour le personnel d'entretien) et les accidents de circulation à proximité de ces appareils.

A la différence de l'ascenseur, le monte-charge comporte une cabine inaccessible aux personnes par ses dimensions et sa constitution.

Réserve supérieure au-dessus du toit de la cabine

Il faut prévoir en partie supérieure une surface libre suffisante, un dispositif d'arrêt, une prise de courant, un dispositif de commande ou manoeuvre d'inspection.

Volume de sécurité en fond de cuvette

Il convient d'installer en fond de cuvette un dispositif permettant la coupure de la manoeuvre de l'ascenseur ou du monte-charge.

Aménagement du local machines

Il faut prévoir pour ce local un accès facile et sûr, un éclairage et des prises de courant, une ventilation (naturelle ou forcée), des possibilités de manutention des machines. L'emplacement du local ou son isolation phonique seront choisis de manière à ne pas apporter de gêne due au bruit.

Implantation de l'ascenseur ou du monte-charge

L'accès doit pouvoir se faire à l'écart du flux des matières ou des véhicules. Les accès seront dégagés pour permettre l'attente et la sortie des personnes ou du matériel correspondant à la capacité maximale de la cabine.

Pour protéger le personnel du risque d'accrochage entre paroi et cabine, cette dernière doit être munie d'une porte (arrêté du 5 mars 1980 concernant les installations neuves).

7.4.2. Escaliers principaux liés à la structure du bâtiment *

Un soin particulier doit être apporté à la conception des escaliers pour trois raisons :

- nombre élevé d'accidents du travail (près de 5 % des accidents graves),
- rôle important pour l'évacuation en cas d'urgence (incendie par exemple),
- fatigue physique pour un usage fréquent.

*Pour les escaliers annexes et échelles fixes liées à des installations à l'intérieur des bâtiments, voir chapitre 6.6

.Nombre d'escaliers et dimensions à respecter

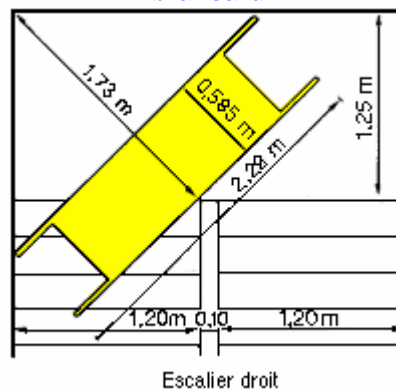
Le tableau 8.1 (du chapitre 8.2 incendie, explosion) définit le nombre et la largeur des dégagements. Lorsque ces dégagements comportent des escaliers, ceux-ci doivent avoir la même largeur. Leur emplacement doit correspondre aux données sur le flux de circulation (voir chapitre 5) et permettre de remplir les conditions suivantes :

- en étage ou en sous-sol, la distance à parcourir pour gagner un escalier doit toujours être inférieure à 40 m ;
- au rez-de-chaussée, le débouché de l'escalier doit être situé à moins de 20 m d'une sortie sur l'extérieur.

Dans le cas où il y a plusieurs escaliers, la largeur de chacun d'eux doit être au moins égale à 0,90 m. Toutefois, s'il s'agit d'une rénovation ou d'une installation dans un immeuble existant, cette largeur peut être ramenée à 0,80 m.

De manière à pouvoir évacuer une personne couchée sur un brancard, il est nécessaire que certains escaliers soient dimensionnés en conséquence (voir figure 7.20).

Figure 7.20. Dimensions des escaliers pour évacuer une personne couchée sur un brancard



Type d'escalier

Le choix dépend de nombreux facteurs, notamment de l'espace disponible. Du point de vue de la prévention :

■ L'escalier droit sur plan rectangulaire (figure 7.20) est recommandé : volées courtes facilement identifiables, alternance travail (marches) repos (paliers) bien équilibrée, facilité d'entretien du sol et de la cage d'escalier. Si l'escalier est à structure métallique, des précautions doivent être prises pour le désolidariser du gros oeuvre (vibrations et bruits d'impact).

■ L'escalier à volée courbe balancée est acceptable.

■ L'escalier hélicoïdal est à éviter, surtout si la fréquence de passage est élevée et que des charges y sont transportées. Ce type d'escalier ne peut être utilisé pour le passage d'un brancard (compte tenu des tolérances dimensionnelles) que si le noyau central est supérieur à 82 cm.

Les tolérances dimensionnelles à respecter sont présentées dans le tableau 7.2.

Les mesures sont à prendre le long de la ligne de foulée située dans l'axe de l'embranchement ou à 60 cm du noyau ou du vide central.

Ne pas dépasser 25 marches par volée.

Tableau 7.2. Tolérances dimensionnelles recommandées pour les escaliers

Tolérances dimensionnelles		
13 cm <	H	< 17 cm
28 cm <	G	< 36 cm
60 cm <	2H+G	< 64 cm
H : Hauteur de marche		
G : Giron		

Pour les escaliers hélicoïdaux, ces tolérances sont à respecter sur la ligne de foulée, située à 60 cm du noyau central et le giron extérieur doit être inférieur ou égal à 42 cm.

Rampe (ou garde-corps en rive) et main courante

Hauteur de la rampe > à 90 cm sur une volée d'escalier
> à 100 cm sur palier

Si la rampe est ajourée, voir également les normes NF E 85-031 et E 85-101.

Hauteur de la main courante : 90 cm à partir du nez de marche. La main courante ne doit présenter aucune interruption.

Type de marche

Pour le revêtement d'ensemble, voir le chapitre 7.2 Sols. Le choix des nez de marche est particulièrement important : éviter les revêtements collés (surépaisseur dangereuse si décollement), le nez de marche doit être bien visible (couleur différente du reste de la marche) et antidérapant.

Eclairage de l'escalier

■ Eclairage naturel conseillé, mais éviter l'éblouissement par vision directe du soleil (par choix de l'emplacement et du type de vitrage).

■ Eclairage artificiel : valeur conseillée : 100 à 300 lux, valeur minimale : 60 lux.

Eviter des contrastes trop importants avec d'autres locaux (variations dans un rapport de 1 à 5).

Choix du luminaire : soit plafonnier ou applique, non visible lors de la descente, soit plafonnier dans l'axe de symétrie de l'escalier (dans ce cas luminance $< 2\,000\text{ cd/m}^2$) (voir figure 7.21).

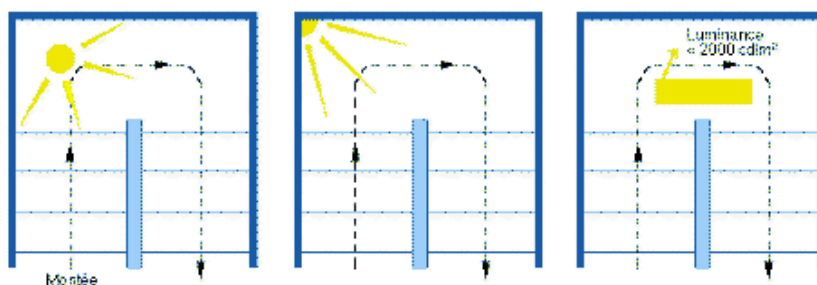
Ventilation. Désenfumage

Si l'escalier est encloisonné (cas le plus fréquent), le désenfumage est réalisé par la mise en pression de la cage d'escalier ou son balayage. S'il n'est pas encloisonné, les règles à appliquer sont celles des grands volumes.

Autres chapitres à consulter

Eclairage artificiel, sorties de secours.

Figure 7.21. Emplacements possibles pour les luminaires.



7.4.3.

Bibliographie

■ Code du travail, art. R. 235-4-1 à R. 235-4-7.

■ Des règlements spécifiques s'appliquent aux établissements recevant du public et aux immeubles de grande hauteur (voir brochures n° 1477 et 1536 des Journaux officiels).

■ Parcs de stationnement couverts : circulaire du 3 mars 1975 (JO 6 mai 1975).

■ Bâtiment. Ascenseurs et monte-charge. Tomes 1 et 2. Paris, AFNOR.

7.5. AIRES DE TRANSBORDEMENT

Les aires de transbordement sont des zones aménagées pour faciliter le chargement et le déchargement des véhicules routiers ou ferroviaires. Les risques proviennent à la fois des véhicules et engins de manutention (ex. collisions, écrasements), des différences de niveaux (ex. chutes) et des installations de liaison et de mise à niveau.

Nous examinerons dans ce chapitre les trois équipements et zones principales d'une aire de transbordement : le quai, les appareils de mise à niveau et l'agencement de la cour.

7.5.1. Le quai

Construction, forme, emplacement

Il faut éviter qu'un même côté du quai serve simultanément à des transbordements à la fois routiers et ferroviaires ou que soient installés des postes à quai à la fois longitudinaux (parallèles au quai) et transversaux (perpendiculaires au quai).

Un quai de forme simple (ex. quai droit) est préférable à toute forme telle que croissant, épi, etc. Il sera construit au ras de la structure du bâtiment plutôt qu'en quai extérieur et intégrera les poteaux et piliers de la structure éventuels dans les murs.

Pour les remorques et fourgonnettes surbaissées, prévoir un quai de hauteur appropriée.

Une pente de 3 % vers le quai est conseillée avec contrepente de 5 % en bordure de quai et caniveau entre deux.

Largeur

En cas de circulation longitudinale :

■ de piétons seulement, construire un quai d'au moins 0,80 m de largeur,

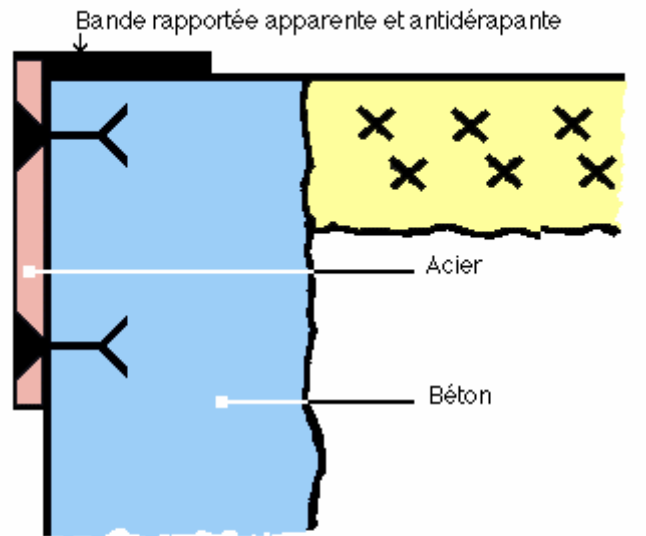
d'engins dans un seul sens, construire un quai de largeur supérieure à la largeur de l'engin ou du chargement le plus large, augmentée de 1,60 m,

■ d'engins dans les deux sens, construire un quai de largeur supérieure à deux fois la largeur de l'engin ou du chargement le plus large augmentée de 2,40 m (la largeur du quai étant calculée en dehors de celle de la zone éventuelle d'encastrement d'un appareil de mise à niveau).

Résistance

Construire le quai avec une bordure de grande résistance intégrée au quai de niveau (figure 7.22).

Figure 7.22. Exemple de conception de bordures de quais.



Principe de construction (avant équipement)
d'une bordure de quai :

- résistante aux chocs
 - à angle vif
 - à surface antidérapante
 - très apparente et contrastée
- [- pour une vue de dessus
- pour une vue de face
- pour les quais routiers

Protection contre les chutes

Eviter les quais enclavés. Sinon, prévoir des dispositifs de protection contre les chutes lors des périodes où la fosse n'est pas obstruée par un véhicule.

Protection contre les intempéries

Couvrir le quai, une partie du véhicule à transborder et les éventuelles rampes d'accès : un auvent en porte-à-faux translucide, convenablement incliné couvrant le véhicule sur 2 m et d'une hauteur d'environ 5 m à partir du sol de la cour, constitue une bonne protection. Prévoir un dispositif d'évacuation des eaux pluviales (puisage avec relevage automatique par exemple).

Eclairage

Assurer un niveau d'éclairage d'au moins 100 lux dans les zones d'accès, de manutention et de transbordement, d'une façon répartie et sans zone d'ombre ni d'éblouissement.

Accès au quai

Les principales dispositions à prendre sont :

■ Les quais de chargement doivent avoir au moins une issue et, lorsque leur longueur est supérieure à 20 m, une issue à chaque extrémité.

■ Pour tout quai routier à postes transversaux dont la hauteur est supérieure à 0,50 m, installer un accès au quai d'au moins 0,80 m de large clairement balisé tous les trois postes à quai ; interdire le stationnement des véhicules devant les accès.

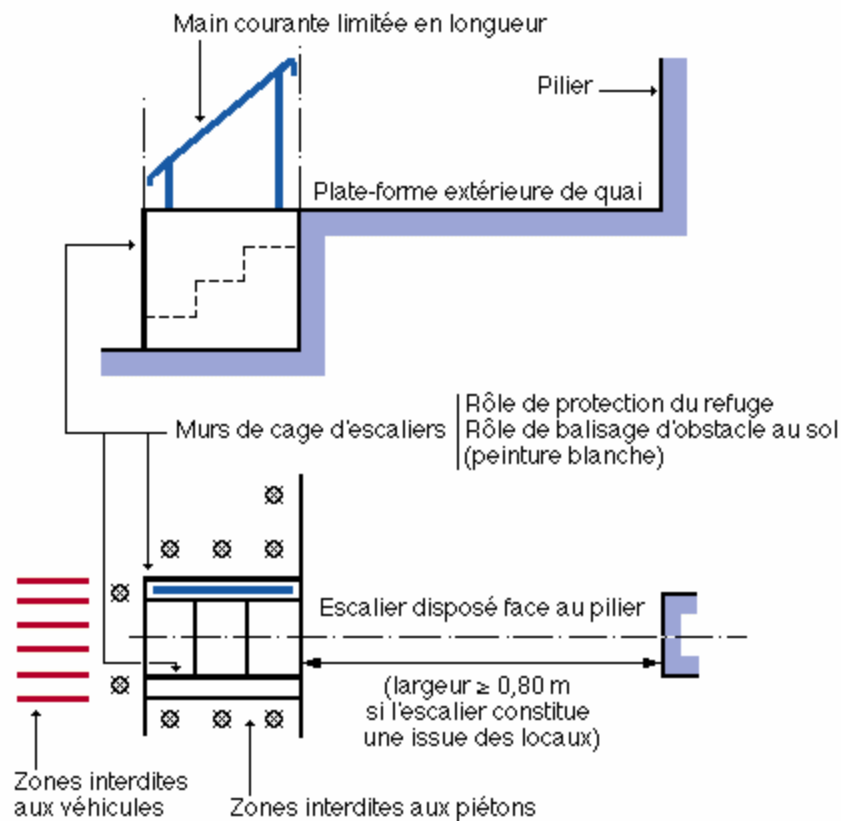
■ Pour les quais ferroviaires et les quais routiers à postes longitudinaux, installer ou construire les accès aux extrémités.

■ Prévoir l'accès à l'aide d'un escalier, construire celui-ci en matériau de très grande résistance avec marches antidérapantes, main courante à 0,90 m et garde-corps sur le quai (figure 7.23).

Une bonne solution consiste à prévoir l'escalier enclavé longitudinalement dans le quai (et au droit d'un poteau ou d'un pilier s'il existe).

■ S'il est prévu une rampe d'accès, construire celle-ci avec une pente maximale de 10 %, un sol antidérapant et, du côté vide, des glissières de protection résistantes et scellées ; prévoir une surface de dégagement suffisante en partie basse.

Figure 7.23. Schéma d'escalier d'accès.



7.5.2. Appareils de liaison et de mise à niveau

Ces appareils peuvent être soit des ponts ou passerelles de liaison, éléments déplaçables par traction ou manuellement, soit des équipements ou appareils de mise à niveau, tout appareil mécanisé ou motorisé (mécanique à ressort ou à contrepoids, électrique, hydraulique, pneumatique, etc.) avec rampe ajustable (dispositif mû mécaniquement, qui enjambe l'espace entre le quai et le véhicule pour la liaison entre eux) ou plate-forme élévatrice (appareil assurant par levage la liaison entre le véhicule et l'aire de transbordement (voir figure 7.24). Ne pas utiliser le hayon élévateur du véhicule comme pont de liaison, car il ne comporte pas de dispositif compensant les variations de hauteur du plateau en fonction de la charge.

Figure 7.24. Quai fermé par portes coulissantes et encadrement d'étanchéité.

Des bandes de signalisation au sol indiquent les zones de stationnement. On notera la présence d'un escalier pour piétons et d'un espace aménagé sous le quai, pour recevoir les hayons élévateurs des camions.



Pentes et dénivellation

Installer des ponts de liaison (mobiles, articulés ou non) pour des dénivellations n'excédant pas 50 cm, et des plates-formes élévatrices et des postes mobiles de transbordement pour des dénivellations supérieures à 50 cm.

Ne pas dépasser les pentes maximales suivantes pour les ponts et appareils de mise à niveau : 4 % lorsqu'ils sont utilisés pour le passage d'engins non motorisés à main, 8 % lorsqu'ils le sont pour le passage d'engins motorisés à conducteur accompagnant, 10 % lorsqu'ils servent de passage à des chariots automoteurs à conducteur porté.

[remonter](#)

Adaptation au quai, au véhicule, à l'engin de manutention

Utiliser des ponts de liaison :

- ne pouvant pas glisser entre le quai et le véhicule,
- de largeur adaptée à l'ouverture du véhicule et à la largeur de l'engin ou du chargement le plus large,
- de capacité adaptée à l'engin de manutention utilisé.

Sceller solidement les appareils de mise à niveau fixes mus mécaniquement et baliser leur emplacement.

Protection contre les chutes

Munir les plates-formes élévatrices et les postes de transbordement d'un garde-corps avec lisse et accès protégé, notamment dans le cas où ces appareils sont mobiles ou en saillie devant le quai.

Rendre antidérapante la surface de roulement.

7.5.3. La cour

Ses dimensions doivent permettre une évolution aisée des véhicules notamment en marche arrière pour accéder au quai : bonne visibilité dans les différents sens de circulation, circulation distincte des engins et véhicules et des piétons, zones distinctes de circulation et de stationnement des véhicules, signalisation matérielle claire et visible même de nuit et par balisage, vitesse de circulation des véhicules et des engins limitée à 15 km/h dans l'espace environnant l'aire de transbordement.

Pour l'aire de stationnement des véhicules routiers à transbordement transversal, prévoir une faible pente vers l'extérieur du quai, afin d'assurer l'écoulement des eaux.

Installer un dispositif de calage automatique des roues arrière pour éviter le départ du véhicule sans l'accord du personnel de quai.

7.5.4. Bibliographie

■ Utilisation d'aires de transbordement et de matériels de manutention et de mise à niveau. Recommandation CNAM R 223. Paris, INRS, 1983.

7.6. COULEURS DE SECURITE ET D'AMBIANCE

Le choix des couleurs joue un rôle sur la sécurité (couleurs de sécurité et de signalisation), sur le confort et l'agrément de l'environnement.

7.6.1. Couleurs de sécurité

■ L'utilisation de couleurs associées à des formes et symboles est destinée à provoquer une attitude ou une réaction propre à prévenir une situation dangereuse ou un accident.

■ Les 3 couleurs utilisées pour atteindre cet objectif sont le rouge, le jaune et le vert. Le bleu n'est considéré comme couleur de sécurité que s'il est utilisé en liaison avec un symbole ou un texte sur un signal d'obligation ou d'indication donnant une consigne de prévention technique. Le tableau 7.3 donne les significations de ces trois couleurs et les exemples d'application.

■ La signalisation en sécurité utilise généralement plusieurs couleurs associées :

- une couleur de sécurité,
- une couleur de contraste,
- une couleur pour les symboles.

■ La signalisation utilise souvent la couleur :

■ pour matérialiser les voies de circulation (suivant leur fonction), délimiter les aires de stockage et de dégagement, indiquer les zones dangereuses, les passages obligatoires ;

■ pour donner l'information utile : orientation (ex. numérotation des ateliers), circulation, balisage ; de nombreux pictogrammes associent le dessin et la couleur.

■ En employant à l'excès ou à mauvais escient les couleurs et les signaux de sécurité, on affaiblirait leur force de conviction et leur capacité à produire une réaction des personnes à qui elles sont destinées, il faut donc user de ces moyens avec rigueur et mesure.

■ Cas particuliers : pour disposer de signalisations adaptées à des installations particulières, on fait appel à d'autres couleurs normalisées ou aux mêmes couleurs en précisant leur signification. Exemples : repérage des tuyauteries, couleurs des voyants et des boutons-poussoirs de machines.

Tableau 7.3 Signification des couleurs de sécurité

Couleur de sécurité	Signification	Exemples d'application
Rouge	Stop Interdiction	Signaux d'arrêt Dispositifs de coupure d'urgence Signaux d'interdiction
Jaune	Attention Risque de danger	Signalisation de risque (incendie, explosion, rayonnement, action chimique, etc.) Signalisation de seuils, passages dangereux, obstacles
Vert	Situation de sécurité Premier secours	Signalisation de passage et de sorties de secours Douches de secours Postes de premier secours et de sauvetage

Note : la couleur rouge est utilisée également pour désigner le matériel de lutte contre l'incendie

7.6.2. Couleurs d'ambiance

Les couleurs d'ambiance sur les lieux de travail (ateliers, bureaux...) visent deux objectifs distincts et complémentaires :

■ du point de vue fonctionnel, elles contribuent à mettre en évidence les informations utiles, à organiser l'espace. Elles jouent un rôle important dans le maintien de la propreté des locaux ;

■ du point de vue esthétique, elles permettent de créer un environnement coloré agréable et harmonieux.

Les couleurs ne se réduisent pas à la peinture. Les revêtements, les matériaux, l'éclairage jouent un rôle important. Il faut prendre en compte non seulement les murs et le plafond, mais aussi les machines, les installations, le mobilier, les accessoires et le sol. Tous ces éléments vont contribuer à la qualité de l'univers coloré.

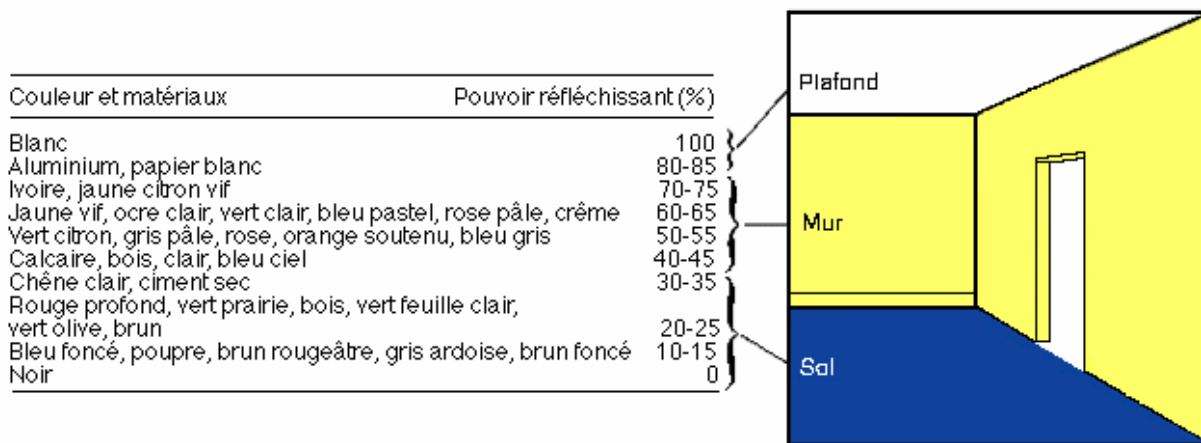
Le choix des couleurs joue un rôle important dans l'éclairage des zones de travail par leur pouvoir réfléchissant (voir tableau 7.4).

Une ambiance colorée agréable va de pair avec une palette réduite de couleurs, en utilisant les principes d'opposition et de complémentarité des couleurs (par exemple entre les murs et les matériels utilisés) plutôt que les contrastes de luminance, qui entraînent une fatigue visuelle.

Dans l'espace balayé par les yeux pour accomplir les tâches, les surfaces colorées seront non brillantes (de préférence mates) et homogènes du point de vue des facteurs de réflexion. Cela est valable aussi bien pour les plans de travail de bureaux et d'ateliers, les dispositifs de signalisation, les équipements utilisés pour l'exécution des tâches.

Le choix des couleurs doit tenir compte du type de travail effectué : matières travaillées, exposition à la chaleur ou au froid, poste de travail fixe ou mobile, secteur d'activité. Par exemple, pour le travail sur de petits objets, la priorité sera donnée aux couleurs de la zone centrale de vision (exemple : assurer un bon contraste entre le fond coloré et les fils utilisés aux postes de piquage). Dans les halls et cours de stockage, un soin particulier sera apporté à la couleur des rayonnages, à la couleur et à la lisibilité des étiquettes. Penser dès le départ à l'entretien des surfaces colorées : facilité de nettoyage, durée de vie.

Figure T7.4 Pouvoir réfléchissant recommandé pour les plafonds, les murs et le sol



7.6.3. Bibliographie

- NF X 08-004. Couleurs d'ambiance pour les ateliers. Paris, AFNOR.
- La couleur dans les locaux de travail. Fiche pratique de sécurité. ED 40. Paris, INRS, 1992.
- Signalisation de santé et de sécurité au travail. Réglementation. ED 777. Paris, INRS, 1994.

7.7. LOCAUX SOCIAUX

Sont concernés dans ce chapitre :

- les installations sanitaires,
- les lieux de restauration collective,
- les locaux pour services médicaux du travail,
- les locaux de détente.

7.7.1. Installations sanitaires

Il est recommandé pour obtenir une organisation rationnelle de réunir en un seul bloc : les vestiaires, les lavabos, les douches, les cabinets d'aisances permettant ainsi de mettre en place des installations complètes, perfectionnées, économiques et faciles à entretenir.

Ces installations doivent être en nombre suffisant, réparties dans l'usine, isolées des ateliers mais situées à leur proximité sur le passage de la sortie des travailleurs. Le personnel des entreprises extérieures doit être pris en compte (Code du travail) : dans certains cas, des locaux d'accueil doivent être prévus pour ce personnel, notamment pour les chauffeurs routiers.

Dans le cas des établissements occupant un personnel mixte, les locaux doivent être distincts et adaptés au personnel masculin et féminin.

Les personnes handicapées physiques doivent pouvoir disposer d'installations sanitaires appropriées (R. 232-2-6).

Les installations sanitaires doivent être correctement aérées (25 m³ d'air par heure et par occupant), éclairées (120 lux minimum) et convenablement chauffées (R. 232-5-4, R. 232-7-2 et R. 232-6-1).

Vestiaires

Ils doivent être dimensionnés de manière à permettre l'installation d'armoires individuelles ininflammables et de sièges en nombre suffisant (au moins 1 m² par travailleur). Les armoires doivent permettre de suspendre deux vêtements de ville et, dans le cas d'activité salissante, comporter un compartiment réservé aux vêtements de travail.

Les matériaux des sols et murs doivent être imperméables et d'un entretien facile.

Dans le cas d'activités particulièrement salissantes ou à risque toxique élevé, l'aménagement des vestiaires pourra être réalisé de façon à ce que, lors de la fin du travail, le personnel puisse quitter ses vêtements de travail, passer à la douche et ressortir par un local vestiaire où sont remisés les vêtements de ville.

Lavabos

Ils doivent être :

- disposés à raison d'un lavabo pour dix personnes au plus dans une zone de surface convenable ; dans le cas où ils sont installés dans un local distinct des vestiaires, la communication entre ceux-ci doit pouvoir se faire sans traverser les locaux de travail et sans passer à l'extérieur,

- alimentés en eau potable à température réglable,

- munis des moyens de nettoyage, d'essuyage et de séchage appropriés.

Douches

Elles seront installées dans des cabines individuelles comportant deux cellules dont une réservée à l'habillage, de surface minimale chacune de 1 m² et à raison d'une douche pour huit personnes, devant utiliser cet équipement (travaux salissants). Les douches communiqueront avec les vestiaires.

Le sol et les murs seront imperméables et d'entretien facile.

La température de l'eau doit être réglable.

Cabinets d'aisances

Il doit être prévu au minimum :

- un cabinet et un urinoir pour vingt hommes,

- deux cabinets pour vingt femmes.

Un cabinet au moins doit comporter un poste d'eau.

Ils ne doivent pas communiquer directement avec les locaux fermés où le personnel est appelé à séjourner (exemple : vestiaire) et être aménagés de manière à ne dégager aucune odeur.

Ils seront équipés de chasse d'eau et de distributeur de papier hygiénique.

Le sol et les murs sont en matériaux imperméables permettant un nettoyage efficace.

7.7.2. Lieux de restauration collective

Selon l'effectif de l'entreprise et l'organisation du travail, ils doivent être constitués (R. 232-10-1) :

- soit d'un réfectoire ou d'une cantine,

■ soit d'un restaurant d'entreprise.

Leur conception doit favoriser la détente et le repos.

Réfectoire ou cantine

Ce local de restauration collective doit être prévu dans tout établissement où le nombre de travailleurs désirant prendre habituellement leur repas est au moins égal à vingt-cinq.

Il doit comporter :

- des sièges et des tables en nombre suffisant,
- un robinet d'eau potable fraîche et chaude pour dix salariés,
- un moyen de conservation ou de réfrigération des aliments et des boissons,
- une installation permettant le réchauffage des repas.

Les sols et murs doivent être en matériaux imperméables, d'un entretien facile.

(A noter néanmoins que, dans tout établissement où le nombre de travailleurs désirant prendre habituellement leur repas sur les lieux de travail est inférieur à vingt-cinq, l'employeur est tenu de mettre à leur disposition un emplacement leur permettant de se restaurer dans de bonnes conditions d'hygiène et de sécurité).

Restaurant d'entreprise

L'exploitation d'un restaurant est soumise à une déclaration auprès de la direction départementale des services vétérinaires du département par le responsable de l'établissement.

Cuisines

Elles doivent assurer toutes garanties de salubrité. La conception générale doit être de type "marche en avant" : circuit distinct entre denrées ou aliments et déchets ou ordures.

Les normes générales de surface admises sont :

- pour 100 à 199 couverts : 150 m² dont 75 m² pour les réserves,
- pour 200 à 399 couverts : 250 m² dont 125 m² pour les réserves.
- pour 400 à 800 couverts : 340 m² dont 150 m² pour les réserves.

La hauteur sous plafond doit être de 2,5 m minimum. Les matériaux constituant les sols, murs, cloisons doivent être résistants aux chocs, imperméables, imputrescibles, de nettoyage facile. Les sols doivent être antidérapants.

Une ventilation et une aération convenables doivent être assurées ; le débit minimal d'air neuf doit être :

■ office relais : 15 m³/h/repas,

■ moins de 150 repas servis simultanément : 25 m³/h/repas,

■ de 151 à 500 repas servis simultanément : 20 m³/h/repas avec un minimum de 3 750 m³/h,

■ de 501 à 1 500 repas servis simultanément : 15 m³/h/repas avec un minimum de 10 000 m³/h,

■ plus de 1 500 repas servis simultanément : 10 m³/h/repas avec un minimum de 22 500 m³/h.

Ces débits sont indépendants de ceux des dispositifs de captation des polluants émis dans les cuisines, ou nocifs ou dangereux, tels que les hottes sur fourneaux. Ces locaux doivent être correctement éclairés (300 à 500 lux).

Leur niveau sonore ambiant ne doit pas excéder 45 dB(A).

Toutes dispositions doivent être prévues pour assurer la conservation, la préparation, la distribution des denrées alimentaires et des préparations cuisinées.

Ces locaux doivent être séparés des installations sanitaires conformément aux dispositions réglementaires en vigueur.

Salles à manger

Elles doivent être conçues pour assurer toutes garanties de salubrité.

Les locaux doivent être séparés des installations sanitaires et convenablement aérés et ventilés.

L'aération par fenêtres est autorisée lorsque le volume par occupant est > à 24 m³.

Lorsque l'aération est assurée par des dispositifs de ventilation, le débit minimal d'air neuf à introduire est de 30 m³/h/occupant.

La norme générale de surface est de 1,30 m² par place assise.

7.7.3. Locaux pour services médicaux du travail

Les locaux qui constituent le bloc médical doivent être implantés dans une zone hors danger, au plus près du centre géographique de l'usine et d'accès facile, notamment pour les ambulances, les blessés transportés sur brancard ou les handicapés en fauteuil roulant.

Des dispositions réglementaires régissent le nombre des locaux, leurs caractéristiques, leur aménagement, leur équipement.

Ils doivent être correctement aérés, éclairés et chauffés.

Le bloc médical doit comprendre (au minimum) :

- un cabinet médical réservé au médecin d'une surface minimale de 16 m²,
- un bureau d'infirmier ou de salle de soins de 25 m² minimum de façon à pouvoir installer un coin repos,
- une salle d'attente,
- deux cabines de déshabillage desservant le cabinet médical,
- un WC avec lavabo,
- un local spécifique pour les examens de radiographie dans lequel les dispositions visant à prévenir le risque d'irradiation ont été prises en compte : isolation du local, délimitation et signalisation de la zone contrôlée.

7.7.4. Salles de détente

Une salle de détente (ou aire de détente) est un local permettant au personnel de se détendre agréablement pendant les pauses à l'intérieur du temps de travail (voir figure 7.25).

Figure 7.25. Salle de détente dans un atelier de fabrication.



Implantation

En périphérie des bâtiments, de manière à permettre à la fois une vue sur le lieu de travail et une vue agréable sur l'extérieur. Dans un rayon de 100 mètres par rapport aux postes de travail, à moins de 30 mètres des sanitaires.

Capacité

Pour accueillir environ 10 % de l'effectif (20 personnes maximum). Pour un effectif > 200, prévoir plusieurs salles. Ratio de surface 0,20 m²/personne.

Vitrages, cloisons

Bande vitrée en façade de 1,50 m de haut minimum sur allège de 0,50 m. Prévoir des ouvrants pour une partie des châssis et des pare-soleil pour les expositions sud, est et ouest. La salle sera ouverte vers le lieu de travail sans porte ni cloison, si le niveau de bruit est inférieur à 65 dB(A) et si l'air n'est pas pollué. Dans le cas contraire, cloisons et vitrages seront calculés pour ramener ces niveaux dans les zones acceptables (pour le bruit, maximum 65 dB(A)).

Sol

Sol carrelé. Pente à 2 % vers un siphon.

Aménagement

Au moins un distributeur de boissons chaudes et froides et une fontaine d'eau fraîche. Séparation géographique entre deux zones : une zone animée près de l'entrée autour des appareils à boissons et une zone plus calme tournée vers l'extérieur avec sièges. Eventuellement, partie fumeurs (avec cendriers, ventilation) et partie non fumeurs. Prévoir des poubelles.

Sièges

Fauteuils confortables en matériaux robustes (ex. bois et coussins amovibles) permettant de se réunir autour de tables basses (pour 5 % de l'effectif), tabourets hauts et petites tables hautes (pour 5 % de l'effectif).

Esthétique

Décoration soignée : choix de matériaux de qualité (et non salissants pour les murs), couleurs chaudes pour le sol et le plafond, éclairage au-dessus de chaque table, bacs pour plantes vertes.

Téléphone

Téléphone payant permettant les communications vers l'extérieur, installé dans une cabine PTT attenante à la salle.

7.7.5. Bibliographie

- Code du travail, art. R. 232-2 à R. 232-4 ; R. 232-10 et R. 232-10-1.
- Arrêté du 12 janvier 1984 (JO 21 janvier 1984). Locaux et équipements des services

médicaux du travail.

■ Godefroy M. Guide professionnel de la restauration. Paris, Editions J. Lanore, 1985.

■ Aide-mémoire juridique n° 11. Installations sanitaires des entreprises. Paris, INRS.

8. BRUIT, INCENDIE, EXPLOSION

8.1. BRUIT

8.1.1. Généralités

Le bruit est la nuisance la plus répandue dans l'industrie. Elle affecte la quasi-totalité des secteurs industriels. On estime à deux millions le nombre de personnes exposées en France dans le cadre de leur travail à des niveaux sonores dangereux. La surdité professionnelle vient au deuxième rang des maladies professionnelles annuellement reconnues.

Ses conséquences pour ceux qui en sont victimes ne sont généralement pas appréciées avec la gravité nécessaire. Ainsi le coût d'une surdité professionnelle pour une entreprise se chiffre en moyenne aux environs de 600 KF, soit pour l'ensemble du pays quelque 540 millions de francs (pour une année, pour les surdités reconnues).

Le Code du travail cite deux niveaux d'exposition au risque : exposition quotidienne de 85 dB(A) (ou pression acoustique de crête de 135 dB) qui nécessite un contrôle de l'exposition du bruit pour les travailleurs et une réduction de la réverbération dès la conception (voir chapitre 8.1.4) ; exposition quotidienne de 90 dB(A) ou pression acoustique de crête de 140 dB avec obligation d'une prévention technique collective.

Les investissements à effectuer pour lutter contre le bruit dans des ateliers existants sont estimés à deux ou trois fois le coût d'une bonne prévention intégrée. L'étude d'une nouvelle usine ou d'un nouvel atelier doit donc être l'occasion d'élaborer un plan d'insonorisation qui permettra de trouver des remèdes bon marché à d'éventuels futurs problèmes de bruit.

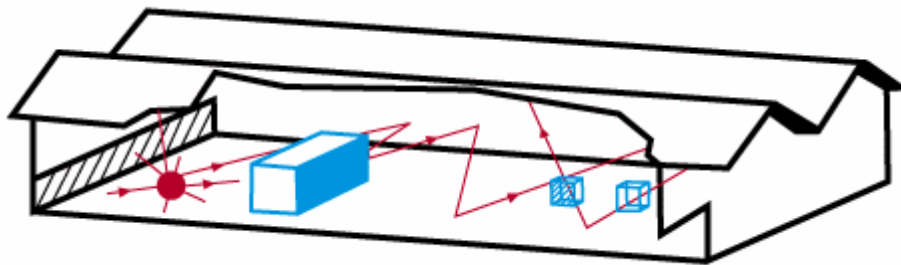
Pour aboutir, dans un atelier ou un local industriel, à un niveau de bruit acceptable, il ne suffit pas, sauf cas exceptionnel, de prévoir de diminuer le bruit d'une machine. Un plan d'action et un cahier des charges doivent être élaborés méthodiquement ; ils prendront en compte la répartition des sources de bruit, la répartition du personnel, l'influence du local et d'éventuelles cloisons de séparation, tous paramètres dont dépend le niveau de bruit. L'acoustique prévisionnelle permet de choisir les moyens d'action les mieux adaptés. Ce point sera traité dans une première partie. Nous examinerons ensuite les différentes méthodes d'insonorisation, leur prise en compte dans la conception de nouveaux bâtiments et lors de l'achat d'une nouvelle machine.

8.1.2. L'acoustique prévisionnelle intérieure

La complexité des situations réelles rencontrées (rayonnement sonore des machines, conditions géométriques et acoustiques à la limite sur les parois du local et les objets qu'il contient) a été surmontée par la mise en oeuvre de techniques de simulation de la propagation sonore fondées sur l'acoustique géométrique (voir figure 8.1).

L'INRS diffuse la méthodologie prévisionnelle et les outils de calcul associés aux acousticiens de terrain (ingénierie acoustique) et à de grands laboratoires d'acoustique français et étrangers. Les CRAM disposent de centres de mesures physiques qui utilisent cette méthode.

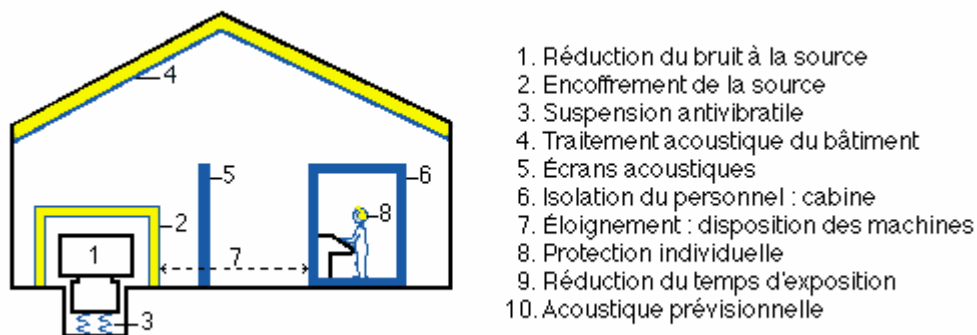
Figure 8.1. Prévision du bruit à l'intérieur d'un local.



8.1.3. Les différents moyens d'insonorisation

Ces moyens sont nombreux et doivent être adaptés à chaque cas. La figure 8.2 donne l'éventail des solutions applicables à un problème de bruit.

Figure 8.2. Différentes solutions d'insonorisation.



Réduction du bruit à la source

Ce mode d'action le plus efficace est à retenir en priorité chaque fois que possible. On peut selon les cas y parvenir :

- en introduisant les niveaux de bruit acceptables comme critères dans les cahiers des charges,
- en choisissant, chaque fois que cela est possible, des machines silencieuses d'origine,
- en veillant à l'équilibrage des parties tournantes,
- en munissant certaines machines de dispositifs appropriés (silencieux pour échappement d'air comprimé, butées en caoutchouc pour éviter certains claquements, tôles rigides, outils

spéciaux).

Encoffrements de la source

Lorsque les impératifs d'accès et de fonctionnement de la machine le permettent (c'est le cas des machines automatiques), l'encoffrement intégral de la machine constitue une très bonne solution à condition que certaines règles soient observées : parois de masse surfacique suffisantes et bien amorties, précautions pour éviter les points phoniques, découplage antivibratoire de l'encoffrement par rapport à la machine...

Notons qu'un bon encoffrement du commerce apporte un affaiblissement de l'ordre de 20 décibels (dB(A)).

Dispositifs

Cette solution sera toujours du domaine du spécialiste car son calcul est complexe. Notons que cette solution n'est à envisager qu'en complément des autres solutions déjà mises en place.

Traitement acoustique du bâtiment

Cette solution consiste en un revêtement du plafond et éventuellement des murs à l'aide de matériaux absorbants (essentiellement matériaux fibreux ou poreux). Ceci permet de diminuer la réverbération d'un local et par là même de limiter la propagation du bruit d'un poste de travail vers un autre.

La décroissance des niveaux sonores par doublement de distance à la source caractérise la performance acoustique du traitement d'un local :

■ les minima de décroissance sont fixés (pour les locaux en situation de mise en service) à des valeurs d'au moins 3 à 4 dB(A) selon la superficie du local (arrêté du 30-8-90) ;

■ et le maximum réalisable par traitement poussé (sur plafond et murs) permet en cas de besoin d'atteindre la performance de 6 dB(A) par doublement de distance.

Dans les industries agro-alimentaires, la nécessité du nettoyage poussé des parois demande l'utilisation de matériaux spéciaux.

Ecrans acoustiques

Cette solution doit toujours être le complément de la solution précédente. Il faut éviter d'installer un écran acoustique dans un local réverbérant. En effet, le bruit se propageant par voie directe serait effectivement arrêté mais le bruit se propageant après une ou plusieurs réflexions serait presque intégralement transmis.

Isolation du personnel

Lorsque l'isolation acoustique des machines par encoffrement intégral ne peut être envisagée, l'isolation du personnel en cabine ou en box insonorisé peut être conseillée. Outre ses qualités acoustiques, une telle cabine devra comporter une bonne ventilation ou climatisation, un bon éclairage et une bonne visibilité vers l'extérieur, le non respect de l'une ou l'autre de ces recommandations se traduirait par l'ouverture des portes de la cabine et replacerait le personnel en ambiance sonore élevée.

Eloignement et disposition des machines

La séparation des machines bruyantes et des postes de travail silencieux est à rechercher dans la mesure où l'organisation du travail, la circulation des hommes et des produits le permettent.

Réduction du temps d'exposition

Il faut rappeler que l'on tolérera 3 décibels de plus chaque fois que l'on divisera le temps d'exposition par deux. Cela peut conduire à un aménagement du temps de travail du personnel exposé. Par exemple, rotation du personnel toutes les heures à un poste de travail où le niveau sonore équivalent serait de 93 dB(A) continus équivalents.

Protection individuelle

Chaque fois que les niveaux continus équivalents relevés dans les ateliers seront supérieurs à 85 dB(A), des protecteurs individuels seront mis à la disposition du personnel, en attendant que des mesures de protection collective soient mises en place.

8.1.4. Conception d'un nouveau bâtiment et insonorisation

Au début du projet, il importe de faire le recensement complet des sources de bruit qui se trouvent à l'intérieur et à l'extérieur des lieux de travail. Lorsque le niveau de bruit auquel les travailleurs seront exposés risque d'être supérieur à 85 dB(A), les locaux devront être conçus de façon à réduire la réverbération du bruit sur les parois si celle-ci doit occasionner une augmentation notable du niveau d'exposition des travailleurs, et à limiter la propagation du bruit vers les autres locaux occupés par des travailleurs (Code du travail R. 235-2-11). La conception du bâtiment dépendra de la nature des sources de bruit, des bruits prévisibles transmis par l'air et par les structures (sols, parois, etc.). Les points suivants sont à traiter particulièrement : l'implantation des locaux et postes de travail, le choix des matériaux, la structure des bâtiments, les équipements techniques (voir figure 8.3).

L'implantation des locaux et postes de travail

La séparation des postes de travail bruyants et des postes de travail silencieux est à rechercher dans la mesure où l'organisation du travail, la circulation des hommes et des produits le permettent. Les zones de stockage pourront par exemple être disposées de telle sorte qu'elles créent des espaces tampons entre zones de travail, limitant ainsi l'addition des bruits et facilitant la mise en place d'écrans. Des locaux spécifiques seront prévus pour les compresseurs, broyeurs ou autres machines et installations bruyantes.

Le choix des matériaux

A la conception, il est recommandé de choisir des matériaux qui répondent à plusieurs fonctions :

- dans le domaine acoustique (indice d'affaiblissement et coefficient d'absorption),
- dans le domaine thermique (résistance thermique et perméabilité),
- dans le domaine de l'éclairage (coefficient de réflexion et couleurs).

Le surcoût est toujours faible et très souvent nul, ce qui n'est pas le cas lorsqu'on traite les problèmes successivement.

Il faut noter qu'un matériau performant en acoustique est souvent bon isolant thermique. Par contre, l'inverse n'est pas vrai : ainsi les polystyrènes expansés et les mousses rigides à pores fermés dégradent souvent les performances acoustiques de la paroi qu'elles recouvrent.

Dans tous les cas, il est recommandé de retenir des matériaux caractérisés par des coefficients d'absorption sonore aussi élevés que possible, au moins dans les gammes des fréquences des bruits prévisibles engendrant l'exposition la plus forte. (Les fréquences de plus grande fragilité de l'ouïe étant situées vers 4 000 hertz.)

Les revêtements épais et poreux absorbent les sons de haute et de basse fréquences. Exemples : feutre, caoutchouc mousse, mousses de plastiques, fibres textiles, métaux frittés et céramiques. L'absorption des basses fréquences est améliorée par un coussin d'air derrière la matière absorbante.

La structure du bâtiment

Sols, fondations, éléments porteurs :

La conception des sols doit permettre une bonne isolation antivibratoire et éviter la transmission des vibrations notamment en montant les équipements bruyants sur des structures massives désolidarisées de la structure même des bâtiments.

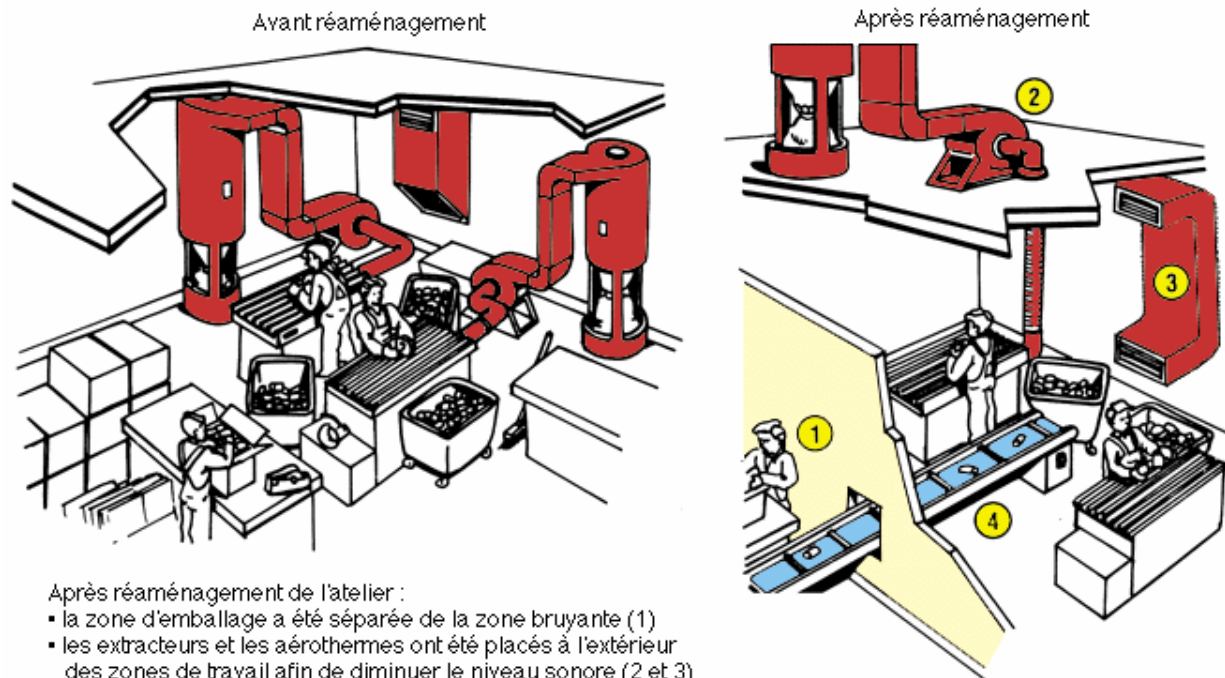
Dans le cas courant d'une structure porteuse de pont(s) roulant(s) et contiguë à une construction abritant une activité calme, on veillera en outre à désolidariser, autant que possible depuis les fondations jusqu'au point le plus haut, cette structure porteuse de la construction.

Les équipements techniques

Leur traitement est souvent facile et peu coûteux à la conception : les sources intenses telles que moteurs, pompes, compresseurs, centrales de traitement de l'air, etc. peuvent être installées dans des locaux indépendants, les tuyauteries et les gaines peuvent être traitées pour éviter les propagations vers les locaux desservis.

La propagation des vibrations génératrices de bruits est à limiter autant que possible au droit des points particuliers tels que raccords de dilatation, supports de fixation et traversées de parois.

Figure 8.3. Réaménagement d'un atelier bruyant.



Après réaménagement de l'atelier :

- la zone d'emballage a été séparée de la zone bruyante (1)
- les extracteurs et les aérothermes ont été placés à l'extérieur des zones de travail afin de diminuer le niveau sonore (2 et 3)
- l'espace libéré a permis d'espacer les postes de travail et d'installer un tapis roulant facilitant les manutentions et supprimant les bruits dus aux chutes de pièces dans les bacs (4)
- la circulation dans l'atelier a été considérablement améliorée.

8.1.5. Conception ou achat d'une nouvelle machine

C'est l'occasion de rechercher les équipements présentant les conditions de fonctionnement les plus silencieuses.

On tiendra compte des conditions réelles d'exploitation et des équipements périphériques : l'adjonction d'un ventilateur, les chocs sur une goulotte d'entrée ou un tapis d'évacuation peuvent faire plus de bruit que la machine elle-même.

A noter que l'étiquetage informatif du bruit des machines est obligatoire.

8.1.6. Bibliographie

- Code du travail, art. R. 232-8 à R. 232-8-7 (décret du 21 avril 1988, JO du 22 avril 1988). Circulaire d'application du 6 mai 1988.
- Code du travail, art. R. 235-2-11 (décret du 20 septembre 1988 : isolation acoustique séparative et parois intérieures n'amplifiant pas les bruits par réverbération).
- Arrêté du 30 août 1990 : correction acoustique des bâtiments de travail (voir Aide-mémoire juridique n° 16 "Le bruit en milieu de travail". Paris, INRS, 1996).
- Matériaux absorbants pour parois : performance des matériaux les plus courants. Paris, INRS, NST n° 56, 1984.
- Exemples d'applications pratiques de réduction du bruit. Paris, INRS, NST n° 72, 1989.
- Recueil des normes acoustiques (3 tomes). Paris, AFNOR.
- Réduire le bruit en entreprise. ED 808. Paris, INRS, 1997.
- L'insonorisation dans l'industrie textile. Fiche pratique de sécurité ED 60. Paris, INRS, 1996.

8.2. INCENDIE, EXPLOSION

Les établissements industriels présentent pour la plupart des risques d'incendie multiples et parfois des risques d'explosion, tant par la nature des constructions, des matières emmagasinées et stockées, que par les opérations spéciales de fabrication.

La prévention en matière d'incendie et d'explosion comporte deux modes d'actions :

- d'une part la mise en place de toutes les mesures propres à empêcher qu'un feu ou une explosion ne se déclare ou, s'ils se déclarent, empêcher sa propagation : diminution des risques,

- d'autre part, la mise en place de tous les moyens, en matériel et en personnel susceptibles de juguler rapidement un début de sinistre : limitation des dégâts.

8.2.1. Diminution des risques

De manière préalable, il convient d'apprécier les risques d'incendie et d'explosion notamment par recensement des produits et des substances utilisés, connaissance des produits et procédés à haut risque (nomenclature des matières inflammables : classement en extrêmement inflammable, facilement inflammable ou inflammable). Cette analyse peut conduire à rechercher des produits et substances de remplacement, à modifier des procédés.

Dès le choix du site, on peut limiter les possibilités de transmission du feu (de l'entreprise vers l'extérieur et de l'extérieur vers l'entreprise) et les conséquences d'une éventuelle explosion sur l'environnement.

Les autres modes d'action consistent essentiellement à diviser le risque en intervenant sur l'implantation des bâtiments et les aménagements intérieurs et à choisir des matériaux permettant de limiter les possibilités d'extension des incendies.

8.2.1.1. Division du risque

Dans l'implantation des bâtiments, il faut prévoir des intervalles suffisants entre bâtiments de façon à éviter la propagation d'un sinistre et faciliter les évolutions des engins des sapeurs-pompiers.

Dans les aménagements intérieurs, on interviendra sur les points suivants :

- Chauffage : proscrire tout matériel présentant des points chauds (infrarouge, résistance électrique, ...) ou une flamme dans les locaux présentant un risque d'explosion.

- Electricité : limiter au maximum la présence d'installations électriques. Pour les zones à risques d'explosion, mettre en place un matériel électrique utilisable en atmosphère explosive.

- Electricité statique : mettre en place des solutions adaptées à l'activité concernée (exemples : humidification de l'atmosphère, réduction des frottements, interconnexion des

masses, dispositifs permettant l'écoulement des charges).

■ **Ventilation** : concevoir tout dispositif de ventilation mécanique pour éviter une propagation horizontale du feu. En cas de risque d'explosion, compartimentage au niveau des gaines (dispositifs d'isolement) et choix de matériaux non susceptibles de générer une étincelle par choc, notamment pour les ventilateurs.

■ **Poussières** : empêcher la formation de nuages et de dépôts de poussières susceptibles d'être dispersés par le choix de structures insensibles aux vibrations, parois lisses, et en supprimant les surfaces de recueil horizontales ou à faibles pentes. Sinon rendre ces surfaces accessibles pour le nettoyage périodique.

Il y a intérêt à compartimenter également l'intérieur des bâtiments et, si besoin est, à appliquer les prescriptions du Code du travail et les prescriptions techniques contenues dans les recueils de l'APSAD, règle R. 15 (voir Bibliographie).

■ **Murs séparatifs coupe-feu** : à prévoir dès la conception de la construction en raison des travaux de gros œuvre nécessaires.

■ **Murs séparatifs ordinaires**.

■ **Compartiment à l'épreuve du feu** : pour des produits particulièrement inflammables. Les locaux situés au rez-de-chaussée ne doivent pas comporter de niveaux supérieurs et avoir au moins une paroi directement accessible de l'extérieur du bâtiment.

Ces différents aménagements seront dotés de dispositifs d'obturation auto coupe-feu (règle R. 16).

La construction sera dotée en toiture de dispositifs de désenfumage (exutoires de chaleur et de fumées) (règle R. 17).

On limitera les effets d'une explosion par construction de certains locaux (salle de contrôle par exemple) ou de certains passages résistants aux effets d'un incendie ou des explosions, en séparant les zones à risques par des murs ou écrans résistants au souffle et aux éclats et par la mise en place de parois fragilisées et/ou événements de décharge (ne donnant pas sur des zones d'activité ou de passage du personnel).

■ **Locaux spéciaux** : construire des locaux spéciaux pour les produits particulièrement inflammables (dépôts liquides et gazeux, approvisionnement en gaz combustible...). Ces locaux situés au rez-de-chaussée ne comportent pas de niveaux supérieurs. Ils sont équipés de moyens spécifiques de lutte contre l'incendie.

8.2.1.2. Choix des matériaux

Le choix des matériaux doit permettre de limiter les possibilités d'extension d'un début d'incendie dans un bâtiment.

Le choix porte sur les caractéristiques au feu des matériaux (réaction au feu : degré M0 incombustible, M1, m², m³, M4) et des éléments de construction (résistance au feu : stable au feu, pare flamme, coupe-feu).

8.2.2. Limitation des dégâts

8.2.2.1. Dimensions des bâtiments et accès

Les dimensions des bâtiments doivent tenir compte des possibilités d'intervention des sapeurs-pompiers.

Pour permettre une évacuation sûre et rapide du personnel, les bâtiments comporteront un nombre et un emplacement des issues de secours appropriés aux risques, des passages et des escaliers de largeur suffisante, des moyens d'évacuation complémentaires (échelles, marches, descendeurs) et des installations d'éclairage de sécurité (autonomie > 1 h) conformes à la réglementation en vigueur.

Les maîtres d'ouvrage doivent tenir compte de ces données lors de la construction des lieux de travail ou lors de leurs modifications, extensions ou transformations. Le Code du travail définit le nombre et la largeur minimale des dégagements (portes, couloirs, circulation, escaliers, rampes) permettant une évacuation rapide de tous les occupants en fonction de l'effectif de l'établissement (voir tableau 8.1).

Tableau 8.1 Nombre et largeur des dégagements

Effectif	Nombre de dégagements réglementaire	Largeurs des dégagements
Moins de 20	1	0,90 m
20 à 50	1 + 1 dégagement accessoire (a)	0,90 + (a)
	ou 1 (b)	1,40 m
51 à 100	2	0,90 m et 0,90 m
	ou 1 + 1 dégagement accessoire (a)	1,40 + (a)
101 à 200	2	0,90 m et 1,40 m
201 à 300	2	0,90 m et 1,80 m ou 1,40 m et 1,40 m
301 à 400	2	0,90 m et 2,40 m ou 1,40 m et 1,80 m
401 à 500	2	0,90 m et 3,00 m ou 1,40 m et 2,40 m ou 1,80 m et 1,80 m

(a) Un dégagement accessoire peut être un balcon filant, une terrasse, une échelle fixe, ou circuit de circulation rapide d'une largeur minimale de 0.60 m.

(b) Cette solution est acceptée si le parcours pour gagner l'extérieur est inférieur à 25 m et si les locaux ne sont pas en sous-sol.

Concernant les locaux situés en sous-sol lorsque l'effectif est supérieur à 100 personnes la largeur des escaliers doit être déterminée en prenant pour base l'effectif ainsi calculé :

■ l'effectif des personnes est arrondi à la centaine supérieure,

■ il est majoré de 10% pour mètre ou fraction de mètre au-delà de 2 mètres de profondeur.

8.2.2.2. Désenfumage et moyens de détection rapide

Le désenfumage est à prévoir dès la conception des ouvrages, en fonction de la surface des locaux et dans les ascenseurs et escaliers en cloisonnés.

La détection automatique est obligatoire dans les établissements contenant des produits dangereux. Le type de détecteur est déterminé en fonction des produits, objets ou matériels entreposés (voir normes en vigueur). Les alarmes incendie sont à choisir en fonction de l'effectif concerné (types d'alarmes 1, 2, 3 ou 4). Les alarmes sont centralisées pour l'exploitation immédiate des informations lorsque l'ampleur des risques le justifie.

Elle est aussi rendue obligatoire pour certains types d'établissements recevant du public.

8.2.2.3. Extinction incendie

Les moyens de lutte conformes aux règles de l'APSAD comportent :

- des extincteurs répartis à l'intérieur des locaux et à proximité des dégagements, bien visibles et toujours facilement accessibles ;
- des robinets d'incendie armés, répartis dans le local en fonction de ses dimensions et situés à proximité des issues ; ils sont disposés de telle sorte qu'un foyer puisse être attaqué simultanément par deux lances en directions opposées. Ils sont protégés du gel ;
- une installation d'extinction automatique à eau pulvérisée lorsque les conditions d'entreposage présentent des risques particuliers liés à la nature des produits entreposés, au mode de stockage, etc. Si la hauteur d'entreposage dépasse 8 m, l'installation d'extinction automatique comporte des réseaux intermédiaires.

D'autres agents extincteurs peuvent être utilisés en extinction automatique (halon, CO₂) en fonction des matériaux à éteindre et du risque pour le personnel.

8.2.2.4. Organisation de la prévention incendie

Elle doit être prévue notamment par la consigne incendie, le plan d'évacuation et la formation d'équipes d'intervention.

L'emplacement des moyens de premier secours, extincteurs et robinets d'incendie armés (RIA), doit être judicieusement choisi et leur type adapté au genre de feu qu'il sont appelés à combattre compte tenu de cet emplacement. Les RIA sont branchés en permanence sur un réseau de distribution d'eau sous pression. Un réseau de bornes incendie hors gel est nécessaire pour les établissements mettant en oeuvre des produits inflammables solides, liquides ou gazeux. A noter que, pour certains établissements dits à risques majeurs, l'organisation de la lutte contre l'incendie prévoit un plan d'organisation interne (POI) pris en application de la directive dite "de Seveso".

8.2.3. Bibliographie

- Loi du 19 juillet 1976, modifiée, protection de l'environnement (installations classées). Brochure n° 1001-I, 1001-II et 1001-III des Journaux officiels.
- Nombreux textes, notamment dans le Code du travail : art. R. 235-4 à R. 235-4-17.
- Arrêté du 5 août 1992 : prévention des incendies et désenfumage.
- Arrêté du 25 juin 1980 : établissement recevant du public.
- Arrêté du 5 août 1992 modifié.
- Les mélanges explosifs. ED 335. Paris, INRS, 1994.
- Les extincteurs mobiles. ED 802. Paris, INRS, 1996.
- Incendie et lieux de travail. ED 789. Paris, INRS, 1995.
- Recueils de l'APSAD (Assemblée plénière des sociétés d'assurances et dommages), 11, rue Pillet-Will, 75009 Paris.
- R. 15 : Ouvrages séparatifs coupe-feu
- R. 16 : Portes coupe-feu
- R. 17 : Règles relatives à la conception et à l'installation d'exutoires de fumées et de chaleur.

9. MACHINES ET POSTES DE TRAVAIL

9.1. CAHIERS DES CHARGES DES MACHINES ET EQUIPEMENTS DE PRODUCTION

Deux aspects différents sont traités dans ce chapitre :

- la conception des locaux en tenant compte des exigences des machines,
- l'intégration dans les cahiers des charges des machines des données hygiène, sécurité et conditions de travail.

9.1.1. Conception des locaux et exigences des machines

La conception des locaux industriels est très fréquemment influencée par les caractéristiques et les exigences des machines et équipements de production. Il s'agit surtout du génie civil et de la structure des bâtiments.

Génie civil

Les points suivants sont à examiner :

- réservations et caniveaux prévus pour le passage des câbles électriques et autres conduites de fluides,
- fondations éventuelles de machines qui peuvent comporter des socles antivibratoires et doivent satisfaire à des exigences dimensionnelles et de nivellement particulières,
- fosses servant à l'accumulation de certains déchets ou de capacités de réserves de liquides,
- bacs de rétention de liquides dangereux souvent imposés sous les réservoirs ou les citernes fixes ou mobiles,
- galeries en sous-sol : elles sont souvent utilisées pour y installer les conduites de fluides ou d'énergie, mais elles peuvent également, suivant leur importance, être utilisées pour l'installation de dispositifs de manutention continue (bande transporteuse, vis de manutention...) ; certaines galeries de dimensions importantes sont même utilisées pour la circulation des véhicules.

Structure des bâtiments

Les bâtiments seront conçus en fonction des caractéristiques des machines (dimensions, bruit, accessibilité).

Dimensions du bâtiment et des portes d'accès

Les dimensions (hauteur, longueur, largeur) doivent permettre le montage aisé et sans risques des machines et de leurs accessoires. Un espace suffisant sera également nécessaire lors des opérations de démontage, total ou partiel imposé par une panne ou une remise en état.

Il en est de même pour les portes d'accès au bâtiment qui doivent permettre le passage des machines et équipements. Il est parfois commode d'amener sur le lieu d'implantation, ou le plus près possible de celui-ci, l'équipement sur le véhicule qui l'a transporté, ce qui suppose qu'on aura prévu l'accès de ce véhicule dans le bâtiment concerné.

Parois et locaux spéciaux

Les parois des bâtiments (plafond, sols et parois) devront être conçues et/ou traitées de manière à atténuer la transmission des bruits émis par les machines et équipements (voir chapitre 8.1).

Les machines ou équipements bruyants (compresseurs, ventilateurs...) ou dangereux (local de recharge des accumulateurs de traction ; stockage de produits inflammables ou toxiques ou radioactifs) devront être placés dans des locaux spéciaux, prévus dès la phase d'implantation générale.

Accessibilité des équipements

Lors de l'étude d'implantation détaillée, on veillera à ce que tous les équipements et machines soient aisément accessibles afin de faciliter leur montage et démontage, leur alimentation en énergie, accessoires, outils et pièces à élaborer, les opérations de nettoyage, maintenance et dépannage. On veillera notamment aux distances entre ces machines et équipements et les obstacles fixes du bâtiment tels que murs, poteaux, poutres...

9.1.2. Intégration dans les cahiers des charges des équipements des données hygiène, sécurité et conditions de travail

Il faut rappeler que les textes réglementaires obligent les constructeurs de toutes les machines et de tous les appareils concernés par la réglementation à intégrer la sécurité dans la conception du matériel.

Le fabricant, ou l'importateur, ou le responsable de la mise sur le marché d'une machine ou d'un équipement de travail doit remettre au preneur une déclaration CE de conformité. Dans cette déclaration il atteste que son matériel est conforme aux règles techniques et qu'il satisfait aux règles de procédure qui lui sont applicables.

Cependant, ces dispositions :

- ne dégagent pas la responsabilité du chef d'établissement,

- fixent plus souvent des obligations de résultats que des obligations de moyens.

C'est pourquoi, l'entreprise qui achète ces équipements doit accorder une attention particulière au choix d'une machine parmi plusieurs modèles fonctionnellement équivalents, à la rédaction d'un cahier des charges pour les machines spéciales et installations complexes.

Le tableau 9.1 récapitule les différents aspects à prendre en compte par le constructeur. Ce tableau peut servir de guide pour l'élaboration du cahier des charges et des discussions entre fournisseur et utilisateur.

Depuis le 1^{er} janvier 1990, les constructeurs de machines neuves soumises au Code du travail sont (CT art. R. 233-104-1) :

■ incités à concevoir des machines telles que le "risque bruit" soit réduit au niveau le plus bas raisonnablement possible, compte tenu de l'état des techniques ;

■ et, dans tous les cas, tenus de fournir une information quantitative sur le bruit émis.

Ces informations quantitatives permettent aux acquéreurs de guider utilement leurs choix et aux acousticiens de calculer avant même d'installer une nouvelle machine l'impact sur la conception ou l'aménagement du local de destination existant ou en phase de conception.

Tableau 9.1 Liste des points à prendre en compte pour l'élaboration du cahier des charges

(tiré de "Guide d'achat d'une machine ou d'un équipement de travail" ED 44. INRS)

SUJETS	EXEMPLES DE CHOIX A FAIRE
Le processus Description des différentes phases de travail pour élaborer un produit	Usinages, traitement, manutentions, ...réglages, ...nécessaires
L'équipement - Définition des modes d'exploitation et des modes de marche - Conception de la cinématique des mouvements - Choix de la technologie - Conception de la structure mécanique - Conception de	Chargement automatique, déchargement manuel Harmonisation des modes de marche avec ceux des autres équipements : - mode automatique - modes de marche après défaillance ("production forcée ou dégradée") - autres modes (réglage, mise au point, maintenance) Ordre et coordination des mouvements nécessaires (par exemple : machine d'assemblage) Vitesses, forces, caractéristiques du mouvement à obtenir... Homogénéité des énergies avec les sources disponibles et les équipements associés Choix à faire en fonction de la place disponible Harmonisation des automatismes dans un atelier

l'automatisme	
L'environnement	Niveau sonore souhaité... Risques chimiques et physiques liés à la mise en oeuvre : - des produits utilisés dans l'équipement - des produits et procédés utilisés dans le voisinage
Contrainte d'exploitation : le nettoyage, le lavage, l'élimination des déchets	Procédés, produits fabriqués, contraintes Lavage au jet sous pression Evacuation des copeaux automatique ou manuelle Elimination des déchets Fréquence, moyens, qualités du nettoyage
La maintenance - Préventive - Curative ■ Recherche de la panne ■ Réparation ■ Essai ■ Mise à disposition de la fabrication	Facilité d'accès, maintenance de premier niveau par le personnel de fabrication ou spécialisé Pièces de première urgence nécessaire Taux de disponibilité Facilité de démontage Fréquence d'intervention souhaitée (hebdomadaire, annuelle) Utilisation d'une assistance à la détection de panne : par indicateurs lumineux, par écran de visualisation, par la notice... Pièces d'usure et fragiles facilement interchangeables
L'ergonomie des postes de travail	Choix et disposition des organes de commande, efforts de manoeuvre Posture de travail Accessibilité des points de chargement Prise en compte du poids, de la fréquence des manipulations (assistance mécanisée ou non...) Couleurs normalisées Modes de marche conçus pour permettre une compréhension aisée et une conduite facile de l'équipement Niveau d'éclairage des zones de travail
La conception des protections - Contraintes	Nature et importance des risques Fréquence des accès pour utilisation, réglage, maintenance... Nécessité de voir la zone protégée Place disponible pour permettre les réglages, la maintenance Résistance aux contraintes imposées par le milieu mécanique, physique et chimique
- Protecteurs matériels	Fixes, mobiles, pivotants, coulissants... Ajourés, pleins, transparents,... Avec dispositif de verrouillage, d'inter verrouillage (voir norme NFE 09-051) tenant compte notamment des temps d'arrêt et des fréquences d'accès (1 fois par semaine, plusieurs fois par jour, plusieurs fois par heure)

- Dispositifs sensibles	Barrage immatériel, cellule "mono faisceau", tapis sensible, barre ou bordure sensible... Détection à variation de champ électrique, à infrarouge,...Prise en compte des temps d'arrêt de l'équipement et des temps d'accès de l'opérateur
- Autres dispositifs de protection	Commande
La notice d'	Gamme d'opérations détaillées pour l'utilisation, le réglage, la maintenance et le dépannage Consultation avant commande pour les machines sur catalogue
Le transport - la livraison	Moyens de déchargement (quai) et de manutention (ponts, chariots) dont dispose l'utilisateur Dimension des ouvertures, des passages...
Le montage - la réception	Conditions d'exécution du chantier (planning, équipement nécessaire) Co-activité entre entreprises intervenantes et entreprise utilisatrice (plan de prévention) Conditions de mise en service Conditions de formation et d'instructions du personnel Fourniture d'une notice d'instruction pour l'utilisation, la maintenance et le dépannage (dans quelle langue ?) Conditions de réception provisoires puis définitives par l'entreprise elle-même, par un organisme tiers...

9.1.3. Bibliographie

- Loi n° 91-1414 du 31 décembre 1991.
- Décrets n° 92-765, 766, 767 du 29 juillet 1992 modifiés par le décret n° 92-725 du 14 août 1996.
- Normes NF EN 292. Notions fondamentales, principes généraux de conception. Partie 1 : Terminologie de base, méthodologie. Partie 2 : Principes et spécifications techniques.
- Guide d'achat d'une machine ou d'un équipement de travail. Fiche pratique de sécurité ED 44. Paris, INRS, 1993.
- Spécifications de sécurité pour la consultation ou l'appel d'offres lors de l'achat d'équipements de travail (machines, appareils...). ED 1450. Paris, INRS, 1997

9.2. ERGONOMIE ET ORGANISATION DU TRAVAIL

Un bon agencement relatif des hommes et des systèmes techniques a des conséquences favorables sur la fiabilité du système (notamment moins d'incidents et d'accidents) et les conditions de travail (charge et ambiance de travail).

Pour le concepteur, deux niveaux d'intervention sont à distinguer :

- l'atelier, le service,

- le poste de travail.

9.2.1. Choix organisationnels au niveau d'un atelier, d'un service

Lors de l'implantation générale, il est conseillé :

- de découper la production en unités significatives (ex. lignes de produits), ces unités regroupant plusieurs fonctions complémentaires (préparation, fabrication, contrôles, administration de la production...) ;

- de faire correspondre l'implantation géographique (bâtiment), l'unité significative produit (ex. ligne de produit) et la structure hiérarchique.

Lors de l'implantation détaillée,

- on facilitera la constitution de petits groupes de travail par l'implantation de plusieurs lignes d'usinage ou de montage (plutôt qu'une seule ligne), par la mise en place de zones pour des stocks tampons, en évitant les cloisonnements entre les postes de travail complémentaires (facilitation des communications) ;

- on choisira les équipements et les modes d'organisation pour éviter le travail de nuit et de week-end (à défaut, diminuer le nombre de nuits et de week-end travaillés) et pour permettre la mise en place d'horaires variables (par stocks tampons, formations à la polyvalence...).

Dans le cadre de la prévention des troubles musculo squelettiques (TMS), l'objectif de l'action sur l'organisation du travail est de diminuer la répétitivité des tâches. Pour cela, il convient d'alterner des tâches répétitives et des tâches non répétitives afin que l'opérateur puisse récupérer des contraintes engendrées par les premières. En effet, dans les tâches proposées en alternance, il importe de veiller particulièrement à solliciter d'autres muscles que ceux qui sont impliqués dans les tâches répétitives, sinon l'effet de cette alternance sera nul, voire négatif.

L'adaptation des cadences aux capacités fonctionnelles humaines est à rechercher : rotation rapide des opérateurs à des postes moins pénibles ou réellement différents du point de vue de leur contenu gestuel, mise en place systématique de règles ergonomiques pour les postes de travail, abandon des primes de rendement, enrichissement des tâches, octroi de pauses supplémentaires, instauration de périodes d'adaptation en cas de

changement de production, de retour de vacances ou de maladie.

En ce qui concerne l'emplacement et la conception des moyens d'information et de commande des installations (pupitres, tableaux, salles de contrôle), il est conseillé :

■ d'éviter une centralisation systématique de ces moyens dans une salle de contrôle unique, ou, si cette exigence est imposée par le procédé, de faciliter la consultation ou la commande locale (console de consultation, commande locale) ;

■ de concevoir, le cas échéant, les cabines et salles de contrôle de manière à faciliter des prises d'information directes (en permettant la vue sur les installations) ;

■ de regrouper les dispositifs d'information en fonction des nécessités de consultation (par exemple suivi de paramètres en simultané, comparaison de valeurs affichées...) ;

■ de regrouper des dispositifs de commande sur lesquels l'opérateur devra agir simultanément (diminution des déplacements, coordination à distance) en rendant possible, si nécessaire, le contrôle de l'effet de la commande sur le système (présence des informations en retour).

9.2.2. Conception des postes de travail

Cinq points sont fondamentaux pour le concepteur.

L'espace disponible pour l'accès et le travail à ce poste

Largeur de passage minimale : 80 cm pour un accès habituel, 60 cm pour un accès occasionnel.

Débattement d'un mètre minimum d'avant en arrière du poste (150 cm si l'opérateur tourne le dos à une allée de circulation).

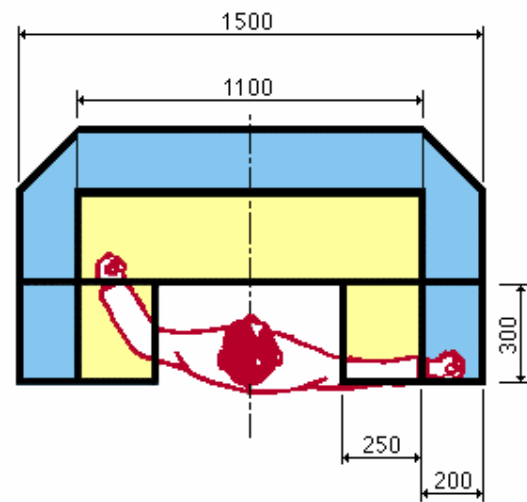
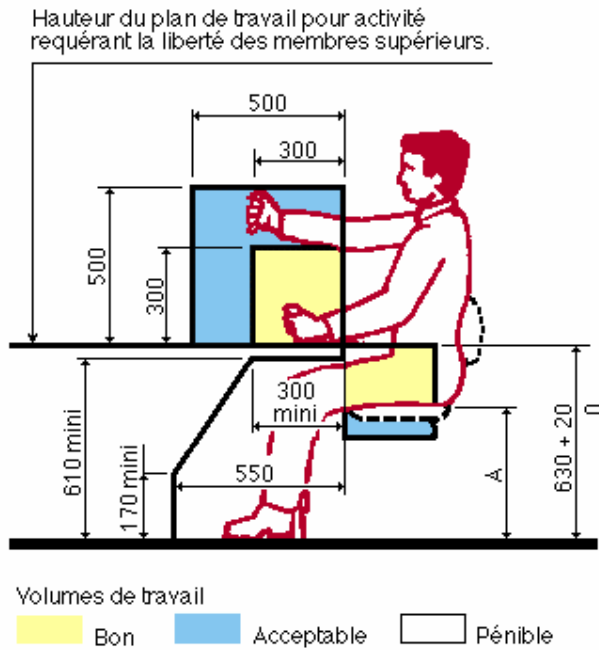
Rendre accessible les appareils à vérifier, à contrôler (par passerelles, plates-formes...).

Le dimensionnement des plans de travail (voir figure 9.1)

Installations et machines dimensionnées pour permettre chaque fois que cela est possible la posture assise normale (hauteur du plan de travail de l'ordre de 70 cm (+ ou - 5 cm suivant la nature de la tâche et des matériels utilisés) ou surélevée (permettant l'alternance des positions debout et assis).

A défaut, posture debout de préférence avec appui fesses, avec hauteur du plan de travail de l'ordre de 100 cm (+ ou - 20 cm). Profondeur des plans de travail : optimum 30-50 cm).

Figure 9.1. Volumes de travail pour postes assis "normal".
D'après la norme NF X 35-104.



Le champ visuel

Il doit être dégagé devant l'opérateur, en direction des informations utiles à percevoir pour le déroulement du travail. Les angles les plus favorables pour l'emplacement des informations visuelles sont : dans le plan sagittal de 0 à 30° sous l'axe horizontal du regard, dans le plan horizontal à l'intérieur d'un angle de 50° (voir figure 9.2).

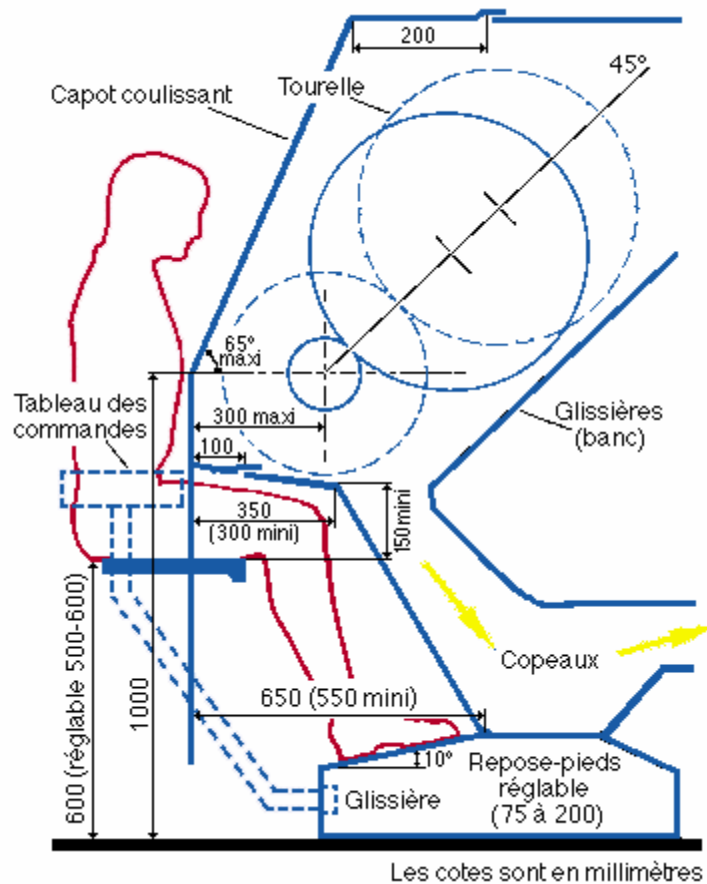
Les efforts à fournir

Ils peuvent provenir des efforts à exercer sur les commandes (valeurs recommandées : de 5 à 30 newtons suivant le type de commande manuelle) ou des pièces et outils à manipuler, notamment lors des opérations de chargement et de déchargement des machines (pour les poids supérieurs à 10 kg, mettre en place des moyens de manutention ou automatiser l'opération concernée). Les commandes doivent être situées dans la zone d'atteinte optimale.

L'environnement physique

Bruit, température, éclairage (voir les autres chapitres).

Figure 9.2. Tour parallèle conçu suivant les exigences ergonomiques et de sécurité.
D'après Groupement ergonomique pour les machines outils.



- Hauteur d'axe : 1 000 mm.
- Eloignement frontal maximal : 300 mm.
- Dégagement pour les jambes : 150 mm minimum au dessus du siège, profondeur : 350 mm (300 mm minimum).
- Hauteur du siège par rapport au sol : 500 à 600 mm.
- Hauteur du repose pieds : 75 à 200 mm.
- Tourelle inclinée de 30 à 55°.
- Capot coulissant incliné à 65°, dégageant dans sa partie supérieure de 200 mm au moins en arrière de la verticale, passant par l'axe de broche pour permettre le chargement des pièces lourdes par l'engin de levage, dégageant dans sa partie inférieure de 100 mm au moins pour permettre à l'opérateur de s'approcher au maximum de l'axe de la broche.
- Tableau des commandes pouvant coulisser d'une extrémité à l'autre du

banc.

■ Hauteur du tableau des commandes : 800 mm si hauteur fixe ou de préférence réglable de 600 mm pour poste debout.

■ Pupitre de programmation à proximité du tour, côté mandrin, pouvant être programmé par l'opérateur assis en pivotant le siège.

■ Desserte pouvant être amenée à proximité de l'opérateur, côté contre-pointe.

9.2.3. Bibliographie

■ Ergonomie. Recueil de normes. Paris, AFNOR.

■ Grandjean E. Précis d'ergonomie. Paris, Editions d'organisation, 1983.

■ Aide-mémoire d'ergonomie. Régie nationale des usines Renault. Paris, 1992.

■ Les troubles musculaires squelettiques du membre supérieur. ED 797. Paris, INRS, 1996.

10. CONCEPTION ET AMENAGEMENT DES BUREAUX

Ce chapitre rassemble les principales données ergonomiques concernant la construction et l'aménagement des bureaux.

Les rubriques des tableaux ci-après sont classées dans l'ordre chronologique de déroulement du projet en partant des choix les plus irréversibles (exemple : ouvertures sur l'extérieur).

10.1. VITRAGES

Les vitrages ont pour objectif d'assurer un éclairage naturel (sans apport thermique excessif et sans éblouissement) par :

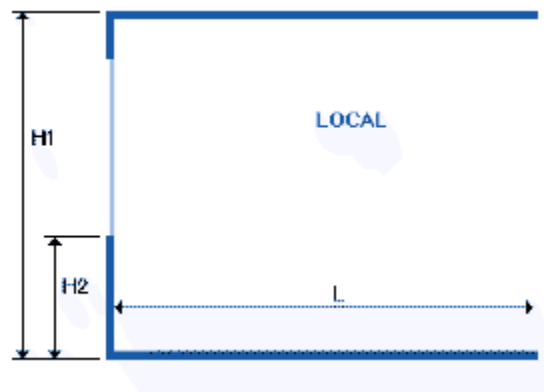
- baies vitrées en façade,
- éclairage zénithal, à proscrire sauf dans les parties communes lorsque la hauteur sous plafond est importante,
- stores ou pare-soleil pour les expositions autres que le nord (de préférence à l'extérieur du vitrage),
- hauteur sous plafond suffisante (hauteur conseillée : 2,80 m, hauteur minimale : 2,50 m).

Lorsque la distance entre la façade vitrée et les postes de travail est supérieure à 6 mètres, l'éclairage naturel n'est plus assuré (voir figure 10.1).

Il est également nécessaire d'assurer une vue sur l'extérieur par des baies vitrées en façade à hauteur des yeux, d'allège maximale : 1 mètre. Pour les postes avec écran, le plan de l'écran doit être perpendiculaire aux fenêtres.

Eviter les obstacles (meublier, rangement...) de hauteur > 1 mètre entre les postes de travail et la façade vitrée.

Figure 10.1. Données dimensionnelles pour les bureaux.



H 1 : 2,80 m souhaitable

H 2 : maxi 1 m

L : maxi 6 m entre la façade vitrée et les postes de travail

10.2. REPARTITION DE L'ESPACE POUR L'ENSEMBLE DES BUREAUX

Elle pourra être assurée par :

Une flexibilité de l'espace

■ Un pré câblage de préférence en faux-plancher, sinon en plinthes murales (à éviter en sous-plafond),

■ des cloisons démontables mais permettant une bonne isolation phonique. Eviter les ponts phoniques notamment au droit des cloisons en sous-plafond. Isolation phonique conseillée : 40 dB(A) (dans les conditions habituelles de test dans le bâtiment).

Un espace optimal par personne

La première étape consiste à calculer le ratio m^2 /personne.

Surfaces minimales souhaitables :

■ 9 m^2 pour une personne,

■ 12 m^2 pour deux personnes,

■ 21 m^2 pour trois personnes,

■ 32 m^2 pour quatre personnes,

■ 45 m^2 pour cinq personnes.

Il s'agit de m² utiles excluant les circulations et les autres locaux et à moduler en fonction de l'activité de travail.

Il est préférable d'éviter les bureaux tout en longueur :

■ longueur < 2 fois la largeur (pour les bureaux ≤ 25 m²),

■ longueur ≤ 3 fois la largeur (pour les bureaux > 25 m²).

Une question importante concerne la répartition de l'espace en bureaux individuels et collectifs. Cette répartition est fonction de nombreux critères : niveau hiérarchique, type de travail, communications téléphoniques, visiteurs extérieurs...

Optimum pour un bureau collectif : 2 à 5 personnes correspondant à un petit groupe de travail défini de la manière suivante : objectifs et commandement commun, stabilité du groupe, faible effectif. Pour les bureaux paysagers, éviter un effectif supérieur à 10 personnes.

Une communication avec les autres bureaux et services

On tiendra compte dans l'implantation de la fréquence des liaisons (établir par exemple un diagramme des relations). Prévoir aussi des lieux d'échanges ouverts (sans gêner l'activité des bureaux voisins) et des salles de réunion (voir figure 10.2).

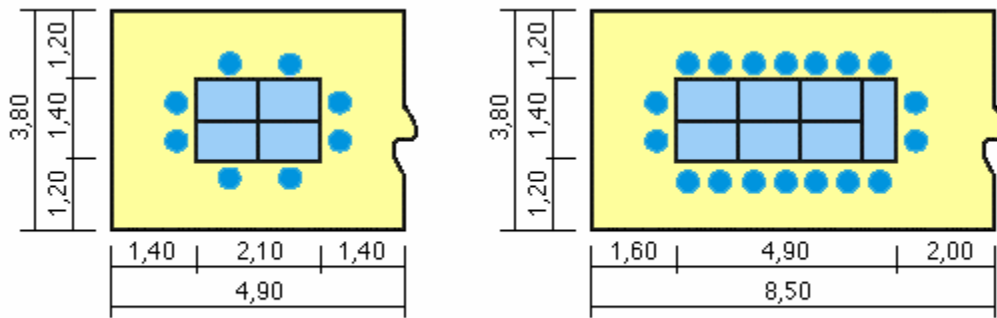
Une circulation aisée

Les couloirs seront d'une largeur suffisante et pas trop longs. On optimisera la distance et l'emplacement des bureaux par rapport aux ascenseurs, escaliers, toilettes, vestiaires, photocopie, rangements, appareils à boisson, salles de réunion, ordinateurs en libre service.

La largeur conseillée pour le couloir est > 1,50 m. Cette dimension est conforme à la réglementation en cas d'incendie pour un nombre de personnes compris entre 20 et 50.

Elle permet également à deux personnes de se croiser sans se gêner et l'évolution d'un fauteuil roulant pour handicapé.

Figure 10.2 Exemples de dimensions pour une salle de réunion.



Les cotes sont en mètres

10.3. CHAUFFAGE. VENTILATION

L'objectif est d'assurer un confort thermique en hiver. Le chauffage doit assurer une bonne répartition de la chaleur et comporte au moins une commande marche arrêt par bureau. Température de l'air (hiver) : 20-22°. Humidité relative : 40-70 %.

La ventilation générale sera assurée par dispositifs de ventilation mécanique (à défaut par fenêtres à ouverture facilement réglable si le volume par occupant est supérieur à 15 m³) peu bruyants (ne pas dépasser 40 dB(A) de niveau de pression à 1 mètre). Vitesse de l'air : inférieure à 0,15 m/s (hiver) et inférieure à 0,25 m/s (été).

10.4. AMENAGEMENT INTERIEUR DES BUREAUX

Communications

L'implantation sera choisie pour permettre de se voir sans être face à face (sauf si les tâches nécessitent un travail en commun continu).

L'appropriation de l'espace peut être assurée par :

- éclairage,
- parois permettant une décoration,
- plans de travail de dimension suffisante pour permettre un agencement personnalisé.

Accès et passages

Les largeurs de passage seront suffisantes pour accéder à son poste, aux éléments de rangement, aux plans de travail annexes. Dimension de base : 80 cm. Pour permettre le passage derrière un bureau occupé : 120 cm.

Eclairage artificiel

Le choix de luminaires permettra à la fois d'atteindre les niveaux recommandés, une bonne homogénéité d'éclairement, un rendu des couleurs proche de la lumière du jour et évitant l'éblouissement (ex. par grilles de défilement). Niveau d'éclairage général : 300 lux + éclairage individuel. Indice de rendu des couleurs : > 80.

Plusieurs commandes d'éclairage général permettent de tenir compte de l'éloignement par rapport aux fenêtres (généralement 2 zones).

Niveau de bruit

Le plafond acoustique sera très absorbant. Pour le plafond, coefficient d'absorption Sabine (α_s) proche de 1 pour les fréquences médiums et aiguës.

Pour le sol, le bruit est atténué par de la moquette antistatique, coefficient d'absorption : $\alpha_s \geq 0,4$.

Les machines bruyantes (photocopieuses, certaines imprimantes) seront à l'extérieur des bureaux ou capotées.

Couleurs

Il faut tenir compte de l'ensemble des éléments (murs, sols, mobilier) et pas seulement des murs, des matériaux ni de la couleur elle-même : couleurs claires pour les plafonds, murs et plans de travail, couleurs mates ou satinées (éviter les surfaces brillantes).

Les facteurs de réflexion conseillés pour les parois du local sont : plafond > 0,7, parois latérales : compris entre 0,3 et 0,7, sol : compris entre 0,2 et 0,4.

Mobilier

Les plans de travail seront de dimension suffisante, en tenant compte de la variété des tâches, de la dimension des matériels (notamment écran clavier) et des évolutions.

Dimensions conseillées : profondeur : 80 cm, largeur > 120 cm.

Un plan de travail de dimensions plus faibles n'est conseillé que si un plan annexe est prévu pour le travail sur écran. Dimensions conseillées pour le plan annexe : 80 x 80 cm.

Les sièges seront à piètement 5 branches, avec assise et dossier réglable : siège de type B décrit dans la norme AFNOR NF D 61-040.

10.5. BIBLIOGRAPHIE

- Code du travail. Eclairage naturel et vue sur l'extérieur. R. 235-2 à R. 235-2-1.
- Code du travail. Prévention des incendies : issues. R. 235-4 à R. 235-4-7.
- Aération des lieux de travail. R. 232-5 à R. 232-14.
- Code du travail. Eclairage. R. 232-7 à R. 232-7-10.
- Norme AFNOR NF X 35-102. Dimensions des espaces de travail en bureaux.
- Norme AFNOR NF EN ISO 7730. Ambiances thermiques modérées.
- Norme AFNOR NF X 35-103. Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des

lieux de travail.

■ Méthode d'implantation de postes avec écrans de visualisation en secteur tertiaire. Fiche pratique de sécurité ED 51. Paris, INRS, 1995.

■ Dejean P.-H., Pretto J., Renouard J.-P. Organiser et concevoir des espaces de travail. Montrouge, Editions de l'ANACT.

■ André G., Rousseau R., Krawsky G., Lenay H., Davillerd C. Les bureaux paysagers, Cahiers de notes documentaires, 1987, 128, ND 1639.

11. DOSSIER DE MAINTENANCE DES LIEUX DE TRAVAIL

Afin de permettre à l'utilisateur des locaux de travail de :

- procéder, ou faire procéder aux vérifications initiales,
- définir les opérations de maintenance,
- organiser les interventions de maintenance en assurant la sécurité du personnel.

Le maître d'ouvrage doit obligatoirement élaborer et transmettre un dossier d'entretien (art. R. 235-5) qui comprend notamment :

1. **Electricité** : les indications nécessaires à la vérification initiale de l'installation électrique.
2. **Eclairage** : le niveau minimal d'éclairage des postes de travail et des lieux de circulation, ainsi que les informations nécessaires pour l'entretien des appareils.
3. **Ventilation** : les caractéristiques des dispositifs de ventilation et d'assainissement de l'air ainsi que les instructions nécessaires à l'entretien et au contrôle de l'efficacité des installations.
4. **Vitrages** : les dispositions prises à la conception du bâtiment pour permettre d'effectuer sans danger le nettoyage des surfaces vitrées en élévation et en toiture.
5. **Travaux d'entretien extérieur** : les dispositions prises concernant :
 - Les moyens d'accès en toiture, chemin de circulation pour les interventions fréquentes, moyen d'arrimage pour les interventions de courte durée, possibilité de mise en place rapide de garde-corps pour les interventions importantes.
 - Les moyens d'arrimage et de stabilité des échafaudages ou des nacelles pour l'entretien des façades.
6. **Travaux d'entretien intérieur** : les dispositions prises concernant :
 - les accès aux cabines d'ascenseur, aux canalisations situées en galerie technique ou dans les vides sanitaires,
 - les matériels utilisables pour le ravalement des halls de grande hauteur.
7. **Locaux** : lorsqu'ils ont été aménagés, ce dossier indique les locaux techniques de nettoyage et les locaux sanitaires qui pourraient être mis à la disposition du personnel chargé des travaux d'entretien.

Bibliographie

■ Code du travail : art. 235-5, 238-37 à 39, concernant le dossier de maintenance des lieux de travail.

12. PREPARATION DE LA MISE EN SERVICE

La phase 4 de préparation de la mise en service (voir chapitre 1) se situe avant le démarrage des unités de production. Elle vise à s'assurer que le matériel et le personnel sont aptes à remplir leur fonction. Il s'agit notamment de prévenir les incidents et accidents qui surviennent lors de la mise en service des installations et des lieux de production.

Trois types d'actions sont à entreprendre : la vérification des installations, la mise en place des consignes et la formation du personnel.

Vérification des installations et matériels

Pour chaque installation ou matériel, la mise en service sera précédée des contrôles, épreuves et essais spécifiques à chaque installation et tels qu'ils sont indiqués par le constructeur, ces opérations étant effectuées par un personnel qualifié. A ce stade, on organisera également la vérification périodique et la maintenance de ces installations et matériels.

Les organismes de contrôle technique peuvent apporter leur contribution sur ces différents points.

Mise en place de documents et procédures

Au poste de travail, l'établissement de fiches de poste comprenant la description du mode opératoire, les sources possibles de danger, la conduite à tenir en cas d'incidents est recommandé. Ces fiches, utilisées par l'agent de maîtrise pour former le personnel, sont affichées au poste de travail.

Dans l'ensemble de l'entreprise, des informations et consignes seront rédigées sur :

■ le plan de circulation des piétons et véhicules ; ce document sera également expliqué aux intervenants d'entreprises extérieures ;

■ les consignes en cas d'incendie, affichées dans chaque local.

A ce stade on définira également les procédures donnant lieu à la délivrance d'autorisation de travail (permis de travail, permis de feu...) pour le personnel de l'entreprise et pour les personnes extérieures ayant à intervenir sur les installations.

D'autres points sont à vérifier ou à mettre en place avant la mise en service des locaux :

■ signalisation et balisage des lieux de travail et des équipements (ex. emplacement des

extincteurs),

■ systèmes de communication et d'alerte, notamment entre le personnel isolé (rondiers, personnel de gardiennage) et les postes centraux.

Formation du personnel et vérification des aptitudes professionnelles

Il faut d'abord définir le rôle de chacun, notamment pour les autorisations de conduite des chariots à conducteur porté. La vérification des aptitudes professionnelles consiste à s'assurer que le titulaire d'un poste est capable d'assumer sans risque les tâches qui lui sont confiées : vérification par examens psychotechniques, médicaux et techniques, contrôle des connaissances.

La formation du personnel précédera l'affectation du personnel aux postes de travail.

Parmi les contenus de formation directement liés à la sécurité, on peut citer :

■ l'utilisation des moyens de manutention (notamment pour les caristes),

■ la manutention manuelle,

■ la lutte contre l'incendie : formation et entraînement des équipes de première et seconde interventions,

■ le sauvetage et secourisme : formation et entraînement des sauveteurs.