



Conception des usines d'eau potable

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

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les CRAM-CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels. Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés. Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

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

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

Les Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et Caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

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

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite.

Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle).

La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de deux ans et d'une amende de 150 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

Conception des usines d'eau potable

Préconisations à l'intention
des maîtres d'ouvrage en vue
d'assurer la sécurité et la protection
de la santé des personnels
d'exploitation et de maintenance

Le document a été conçu par un groupe de travail comprenant des spécialistes en conception des lieux de travail des services prévention des Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS).

CRAM Bourgogne - Franche-Comté, Marc Duchet,
CRAM Bretagne, Gérard Petegnief,
CRAM Midi-Pyrénées, Yves Galtier,
CRAM Normandie, Michel Charvolin.
INRS Paris, Christian Terrier.

Lors de l'élaboration du contenu de ce document, nous avons consulté le Syndicat national des industries de production d'eaux potables (SIEP) que nous tenons à remercier pour sa collaboration.

Sommaire

	Page
Introduction	7
1 Descriptif des phases du processus de traitement de l'eau	9
2 Préconisations générales pour la prévention des risques professionnels pour la production et la distribution d'eau potable	11
2.1 Généralités et démarche de prévention	11
2.1.1 <i>Intégration de la sécurité à la conception des usines et des lieux de travail</i>	11
2.1.2 <i>Intégration de la prévention à la conception des machines et des équipements de travail</i>	11
2.1.3 <i>Analyse préliminaire des risques</i>	12
2.1.4 <i>L'activité de maintenance des équipements et des produits</i>	14
2.1.5 <i>Délimitation des zones à risques avec une réglementation de zonage spécifique</i>	14
2.2 Organisation générale des installations et implantation	16
2.3 Circulations extérieures aux bâtiments	17
2.3.1 <i>Accès à l'usine, aux captages, aux réseaux et aux ouvrages annexes sur les réseaux de distribution</i>	17
2.3.2 <i>Plan de circulation</i>	17
2.3.3 <i>Circuit des piétons et des visiteurs</i>	17
2.3.4 <i>Circulation des camions et autres véhicules</i>	17
2.4 Circulations intérieures aux bâtiments	18
2.4.1 <i>Circuits des piétons et des visiteurs</i>	18
2.4.2 <i>Voies de circulation</i>	19
2.4.3 <i>Accès aux installations fixes et aux équipements</i>	20
2.4.4 <i>Caractéristiques des sols</i>	24
2.5 Assainissement de l'air et ventilation générale	25
2.5.1 <i>Généralités</i>	25
2.5.2 <i>Locaux à pollution non spécifique : aération par ventilation générale</i>	25
2.5.3 <i>Locaux à pollution spécifique</i>	26
2.5.4 <i>Contrôle et mise en service de la ventilation</i>	27
2.6 Éclairage artificiel, éclairage de secours, éclairage naturel et vue sur l'extérieur	27
2.6.1 <i>Démarche et niveaux d'éclairement</i>	27
2.6.2 <i>Maintenance des installations d'éclairage artificiel</i>	28
2.6.3 <i>Éclairage mobile</i>	28
2.6.4 <i>Éclairage de sécurité</i>	28

2.7 Bruit	29
2.8 Incendie, explosion	29
2.9 Appareils de levage	30
2.9.1 Généralités	30
2.9.2 Palans électriques, potences	30
2.9.3 Treuils de levage manuels	30
2.9.4 Ponts-roulants et poutres roulantes	31
2.9.5 Accessoires de levage	31
2.9.6 Contrôles et épreuves des appareils de levage	31
2.10 Moyens de manutention	32
2.10.1 Généralités	32
2.10.2 Rails de manutention, points d'ancrage	32
2.10.3 Contrôles et épreuves des moyens de manutention	32
2.11 Fluides et énergies	33
2.11.1 Installations électriques	33
2.11.2 Machines et équipements de production	35
2.11.3 Réseau d'eau potable	37
2.11.4 Consignation électrique, mécanique et hydraulique	38
2.11.5 Boîtiers test	39
2.12 Locaux techniques	39
2.12.1 Locaux pour machines tournantes (compresseurs, groupes électrogènes)	39
2.12.2 Ateliers	39
2.12.3 Local de maintenance des véhicules	39
2.12.4 Locaux d'exploitation	40
2.12.5 Laboratoire	40
2.12.6 Surfaces nécessaires pour la maintenance	40
2.13 Bureaux, locaux sociaux, installations sanitaires	40
3 Préconisations spécifiques aux usines d'eau potable (usine, captage et installations intermédiaires) en fonction des phases du processus de traitement	41
3.1 Machines et équipements de travail spécifiques	41
3.1.1 Vannes, clapets, instruments installés en regard ou chambres enterrées	41
3.1.2 Pompes en fosse sèche	41
3.1.3 Équipements immergés (pompes, agitateurs...)	41
3.1.4 Vis	42
3.1.5 Pont-racleur	42
3.1.6 Filtre-presse	42
3.1.7 Filtre à bande	42
3.1.8 Filtre à sable, charbon ou autres matériaux granulaires	42

3.2 Stockages d'eaux et de boues dans l'usine d'eau potable	43
3.2.1 Stockages d'eaux et de boues "liquides", réservoirs enterrés	43
3.2.2 Stockage des boues sous forme pâteuse et solide	44
3.3 Réactifs de traitement	45
3.3.1 Généralités	45
3.3.2 Préconisations relatives à la production, au stockage, au transport et à l'injection de réactifs spécifiques	48
4 Préconisations spécifiques concernant la distribution de l'eau	51
4.1 Réservoirs enterrés et châteaux d'eau	51
4.1.1 Réservoirs enterrés	51
4.1.2 Châteaux d'eau	51
Index des mots-clés	53

Introduction

Ce document vise à impliquer l'ensemble des personnes et organismes concernés par le projet (donneurs d'ordre, maîtres d'ouvrage, concepteurs, coordonnateurs sécurité et protection de la santé, constructeurs, etc.), pour intégrer une démarche générale de prévention des risques au tout début du projet. Il s'applique aussi bien aux créations, aux agrandissements qu'aux modifications importantes des usines d'eau potable. Il peut servir de base à l'évaluation des risques professionnels dans une usine existante.

Les éléments présentés sont à prendre en compte le plus en amont possible dans le projet de conception de l'usine, c'est-à-dire dès la phase de définition du cahier des charges par le maître d'ouvrage ou le donneur d'ordre (phase programmation du projet). En effet, lors de cette phase, les choix fondamentaux sont pris pour la future exploitation de l'usine, choix qui sont difficilement réversibles par la suite, s'ils se révèlent non optimaux sur le plan de la productivité et de la qualité mais aussi dangereux pour la santé et la sécurité du personnel ainsi que pour l'environnement.

Afin d'atteindre l'objectif visé, il est important que ce document soit intégré dans les dossiers d'appels d'offres des entreprises, en tant que pièce contractuelle, de sorte qu'elles tiennent compte des préconisations décrites.

Les maîtres d'ouvrage pourront ainsi être assurés de la qualité des offres au regard de la prévention des risques professionnels.

Structure du document

Le chapitre **1** décrit les **principales phases du processus** de traitement de l'eau potable avec, pour chaque phase, les principales techniques utilisées, sachant qu'elles sont pertinentes ou non selon la qualité de l'eau brute initiale.

Le chapitre **2** présente les **préconisations générales** en santé et sécurité au travail valables pour la production (captage de l'eau et usine de traitement) et la distribution de l'eau (réservoirs et installations intermédiaires sur les réseaux de distribution).

Le chapitre **3** concerne les **préconisations spécifiques** en santé et sécurité au travail liées aux phases du processus de **traitement** de l'eau (stockages, réactifs de traitement).

Le chapitre **4** donne les **préconisations spécifiques** concernant la **distribution** de l'eau (réservoirs enterrés et châteaux d'eau).

Descriptif des phases du processus de traitement de l'eau

Les grandes phases types du processus de traitement sont représentées sur la figure 1.1. Certaines phases existent ou non selon la qualité

de l'eau brute de départ, ainsi la chaîne de traitement est adaptée suivant les caractéristiques de l'eau initiale.



Figure 1.1

Préconisations générales pour la prévention des risques professionnels pour la production et la distribution d'eau potable



2.1 Généralités et démarche de prévention

BIBLIOGRAPHIE

⁽⁴⁾ *Aide mémoire BTP. Prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles dans le bâtiment et les travaux publics.* INRS, ED 790 (chapitre 1.3.6).

Une usine est composée de bâtiments, de lieux de travail, de circulations, mais aussi de machines, de groupes de machines et d'équipements qui sont imbriqués et qui dépendent les uns des autres, au moins pour ce qui concerne la sécurité et la santé. C'est donc à cet ensemble d'éléments que s'applique l'intégration de la sécurité à la conception sous la responsabilité du maître d'ouvrage.

2.1.1 Intégration de la sécurité à la conception des usines et des lieux de travail

Les lieux de travail doivent être conçus de façon que les personnes puissent y assurer les opérations d'exploitation et de maintenance dans de bonnes conditions de sécurité et de santé.

Les aspects de la conception concernant les conditions d'usage (exploitation et maintenance) des lieux de travail : gros œuvre, second œuvre, équipements (ascenseurs, systèmes de ventilation, ponts-roulants, appareils et accessoires de levage...), dégagements pour le démontage et la manutention, etc., sont de la responsabilité du maître d'ouvrage (loi du 6 décembre 1976). Il se fait aider en phase de conception et en phase de réalisation par un coordonnateur sécurité et protection de la santé (SPS) à qui il donne, par contrat, les moyens et l'autorité qu'il estime nécessaire à l'exécution de sa mission (loi n° 1418 du 31 décembre 1993). Il est donc essentiel que le coordonnateur "conception" soit désigné

le plus tôt possible et, en tout état de cause, au plus tard lorsque les "études de conception" démarrent et plus précisément avant la validation des études préalables (dans le déroulement du projet, les études de conception se situent, en partie, avant l'attribution du marché, les études de réalisation se situant après les attributions du marché). Il est souhaitable également que le (ou les) coordinateur(s) SPS ait (aient) compétence et expérience dans le domaine des usines d'eau potable.

En particulier, au fur et à mesure du déroulement des phases de conception, d'études d'élaboration du projet et de réalisation de l'ouvrage, le coordonnateur SPS de conception, puis le coordonnateur de réalisation constituent le dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage (DIUO), rassemblant toutes les données de nature à faciliter la prévention des risques professionnels lors des interventions ultérieures sur les ouvrages⁽⁴⁾. Ne pas oublier d'établir les notices d'intervention, en particulier pour les tâches qui nécessitent l'utilisation de moyens d'accès non permanents.

2.1.2 Intégration de la prévention à la conception des machines et des équipements de travail

- Les machines doivent par construction être aptes à assurer leur fonction, à être réglées, maintenues en état sans que les personnes soient exposées à des risques.

Les mesures retenues par le constructeur doivent viser à supprimer les risques, afin d'assurer la sécurité et la santé des intervenants, durant la période prévisible d'existence de la machine, y compris le montage et le démontage, mais aussi dans le cas où les incidents et accidents résulteraient de situations de fonctionnement anormales mais tout de même prévisibles. Les situations anormales prévisibles d'exploitation (fonctionnements dégradés) sont précisées dans la notice de fonctionnement du constructeur.

■ Les machines et équipements de travail fournis par un constructeur ou un importateur donné doivent être l'objet d'une procédure de certification de conformité (autocertification CE ou examen CE de type) qui est à la charge de ce constructeur ou de cet importateur.

Dans le cas des stations de traitement d'eau potable, il est impératif que le "concepteur-réalisateur", à qui a été confié le marché, effectue ou fasse effectuer un contrôle de la conformité des équipements interdépendants en vue de fournir une déclaration CE de conformité de cet ensemble (voir les normes NF EN 12 100-1 et 12 100-2, *Sécurité des machines. Notions fondamentales, principes généraux de conception*).

■ La notice d'instructions obligatoire, en français, fournie par le constructeur ou l'importateur des machines et équipements de travail, comporte, entre autres, les instructions pour que les opérations de mise en service, utilisation, manutention, installation, montage/démontage, réglage, maintenance, puissent s'effectuer sans risques, et toutes instructions utiles, notamment en matière de sécurité.

2.1.3 Analyse préliminaire des risques

La nécessité d'intégrer la prévention des risques pour la santé et la sécurité des personnes à la conception des usines d'eau potable passe naturellement par plus de lisibilité et de dialogue entre le titulaire du marché des travaux et le maître d'ouvrage ou son représentant.

Cela se traduit pour le titulaire par la démarche ci-dessous qui se déroule sous sa responsabilité avant le démarrage des travaux (voir figure 2.1).

Synthèse de la démarche :

A. Revue de projet

- Revue de conception à l'aide des préconisations figurant dans la présente brochure, avec l'identification des écarts et le recensement des dangers.
- Identification des activités spécifiques ou ne relevant pas d'un mode de traitement général

décrit dans la brochure. **Tous les équipements et les situations de travail non abordés dans cette brochure relèvent d'une analyse de risques spécifiques.**

B. Analyse préliminaire des risques pour des activités spécifiques

- Inventaire des activités **spécifiques** futures probables (exploitation, nettoyage, réglage, maintenance, réparation, démontage/remontage, etc.) pour tous les équipements de chaque sous-ensemble fonctionnel, qui ne **relèvent pas d'un traitement général**.
- Identification des phénomènes dangereux pour chaque activité (par exemple, le bruit, la rotation d'un axe moteur, un conducteur sous tension...).
- Estimation du risque (le risque est fonction de l'activité future probable et du phénomène dangereux).
- Proposition de dispositions constructives pour éliminer les risques, sinon les réduire, en respectant la hiérarchie des moyens de prévention définie dans le code du travail (article L. 230-2).

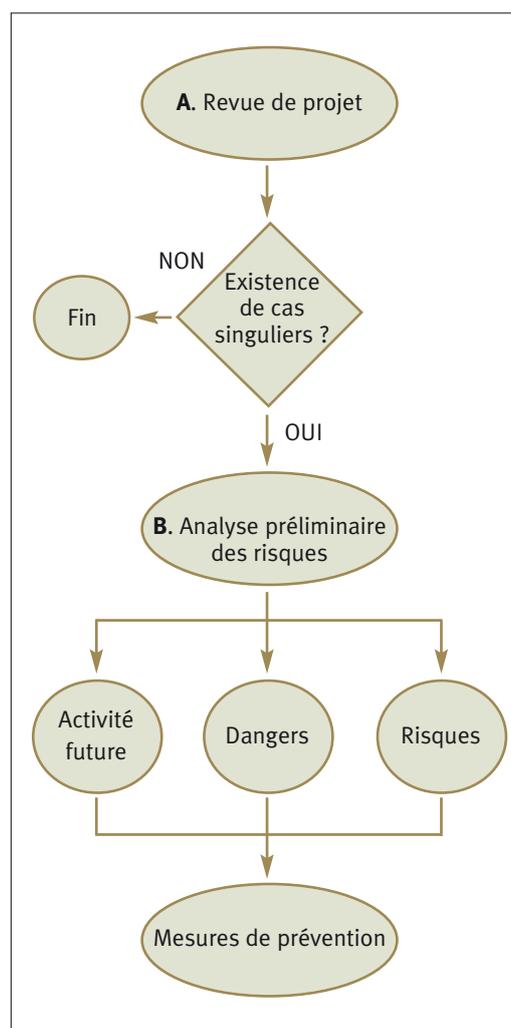


Figure 2.1 Logigramme du processus d'analyse préliminaire des risques.

Cette brochure recense les dangers les plus fréquents sur une usine de production d'eau potable et les risques d'exposition des opérateurs au cours de leurs tâches habituelles. Il en résulte un certain nombre de recommandations relatives à la conception de l'usine et des postes de travail.

- Dans la mesure où le concepteur met en œuvre ces recommandations, il fait sienne l'évaluation des risques qui les justifie. Il est alors fondé à s'y adosser de manière générale, sans qu'il soit nécessaire de répéter l'évaluation pour chacun des postes ou chacune des activités.

- Les cas singuliers ou activités spécifiques (voir figure 2.1), nécessitent une analyse préliminaire des risques du poste de travail à partir de l'activité future probable. Un exemple d'analyse de risques est donné par le tableau 2.1. On considère comme "cas singuliers" les points non traités dans la brochure et ceux qui ne répondent pas aux préconisations, en justifiant ce non respect.

Le document justificatif détaille :

- la nature du (ou des) danger(s),
- le mode opératoire sommaire,
- les phases présentant un risque d'exposition et l'évaluation de ce risque,
- les mesures prises en conception (y compris les protections collectives) et l'évaluation des risques résiduels,

- si nécessaire, les mesures de protection individuelles préconisées et l'évaluation des risques résiduels,

- si nécessaire, les formations spécifiques indispensables et les consignes à transmettre aux opérateurs.

Cette analyse des risques doit permettre de donner de la lisibilité aux choix techniques que l'entreprise (concepteur-réalisateur sur certains marchés) proposent au maître d'ouvrage et au maître d'œuvre. Il s'agit pour ces derniers d'apprécier les conséquences probables des choix techniques relatifs aux bâtiments, aux implantations, aux équipements pour les activités des futurs opérateurs humains, notamment en termes d'exposition aux risques pour leur santé et leur sécurité. Pendant cette phase il est important que le maître d'ouvrage s'assure de la cohérence des documents produits par le concepteur et le coordonnateur de conception avec le programme.

Le résultat de la démarche peut se résumer pour chaque ensemble fonctionnel présentant des risques **spécifiques** par des fiches du type ci-dessous (voir tableau 2.1).

► **Exemple d'analyse des risques pour les activités spécifiques**

Sous-ensemble fonctionnel : local de distribution des eaux, démontage et remontage d'une pompe de distribution.

Activités futures à réaliser concernant l'ensemble fonctionnel	Identification des phénomènes dangereux	Évaluation des risques professionnels correspondants	Mesures de prévention (élimination ou réduction des risques)
Coupure de l'énergie électrique	Câbles sous énergie	Électrocution	Consignation de l'énergie électrique à partir d'un disjoncteur cadenassable
Isolement du réseau	Réseaux en charge	Projection d'eau sur les personnes	Fermeture des vannes d'isolement
Pose du palan sur le rail en plafond	Poids du palan supérieur	Lombalgie Chute de hauteur	Palan à demeure sur le rail
Élingage de la pompe	Instabilité du matériel en cours de manutention par absence de points de préhension intégrés	Écrasement	Crochets d'élingage, élingues adaptées, plan d'élingage
Remontage (opérations inverses)			

Tableau 2.1 Exemple de fiche d'analyse des risques pour un équipement qui déroge à la solution générale.

L'établissement du "bon pour exécution" (BPE) doit être délivré par le maître d'œuvre après accord sur les mesures de prévention proposées. À l'issue de cette démarche, l'évaluation des risques peut enrichir utilement les notices d'instruction des équipements, le DIUO et le document unique.

Le concepteur remet au maître d'ouvrage par l'intermédiaire de son coordonnateur de sécurité une notice d'utilisation. Cette notice permet à l'exploitant d'établir ses consignes de travail, poste par poste, en y intégrant les règles de prévention et de sécurité.

2.1.4 L'activité de manutention des équipements et des produits

Il est établi un document de manutention (voir tableau 2.2) qui, associé à chaque ensemble ou sous-ensemble d'un poids susceptible de créer des risques, détaille :

- le poids de la pièce et les moyens de préhension éventuels,
- le moyen de manutention à utiliser,
- le mode opératoire de mise en place du moyen de manutention dans le cas où il n'est pas installé à demeure (description du matériel, du chemin d'amener, du positionnement à poste),
- le cas échéant, les dispositifs intermédiaires à utiliser pour arrimer la pièce (palonnier, pièces de fixation, etc.),
- l'identification du chemin d'évacuation jusqu'à la zone de dépose finale,
- les différentes phases de l'opération : levée, translation, dépose intermédiaire, reprise... et les moyens complémentaires à prévoir.

On attachera une grande importance à la réalisation des essais de manutention (voir § 2.10.1).

2.1.5 Délimitation des zones à risques avec une réglementation de zonage spécifique

Il convient en outre de porter une attention particulière sur les **zones à risques avec zonage spécifique**.

Il s'agit essentiellement des zones et locaux :

- à risque d'explosion (relevant de la réglementation ATEX, atmosphères explosibles),
- à risque d'incendie (et notamment les stockages de matières combustibles),
- à risque d'apparition d'atmosphère confinée (voir la brochure INRS ED 967, *Les espaces confinés*),
- à risque d'exposition aux substances dangereuses,
- à risque d'électrisation ou d'électrocution,
- à risque d'exposition à des niveaux sonores nécessitant au minimum l'information des opérateurs.

Ces zones sont recensées et, sauf dispositions plus contraignantes de la réglementation (comme pour les zones ATEX), elles sont classées en fonction de la permanence du danger et des risques associés :

- soit l'exposition au danger du personnel est permanente,
- soit l'exposition au danger est liée à des conditions ou des opérations particulières.

Dans le second cas, les conditions d'exposition au danger sont décrites de manière détaillée et exhaustive.

Caractéristiques	Poids levé (daN)	Accessoires	Phase	Moyen de manutention	Cheminement de la charge/obstacle	Aires de réception	Commentaire
Équipement : motoréducteurs des deux vis de convoyage	75	Anneau de levage	1	Rail, chariot, élingue à demeure, palan	Benne à déchets à déplacer	Transpalette	L'élingue permet de rapprocher du sol le point d'accrochage du palan.
			2	Transpalette	Caillebotis non porteur, Gravillons, etc.	Aire d'enlèvement finale	

Tableau 2.2 Exemple de document de manutention.

Chaque type de zone est associé à un ensemble de règles de sécurité spécifiques que l'exploitant intègre à ses consignes de travail (voir tableau 2.3). Parmi ces règles apparaît systématiquement une restriction d'accès appuyée par une signalétique de rappel, le personnel autorisé ayant bénéficié d'une formation particulière.

Le recensement est établi à temps pour être communiqué à l'organisme de vérification initiale des installations électriques qui intervient avant la mise en service. Il est par ailleurs remis au coordonnateur de sécurité qui l'intègre à son évaluation des risques de coactivité.

Identification de la zone	Type de danger					Occurrence du danger				Mesures destinées à réduire le danger ou le risque	Contrôles et sécurités mises en place		Remarques complémentaires
	ATEX	Atmosphère confinée	Danger chimique	Bruit	Danger électrique	0	1	2	Circonstance d'apparition danger		1 ^{er} rang	2 ^e rang	
<p>Cette zone peut être identifiée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - soit par un repère préexistant sur les plans (repérage d'ouvrage...), - soit par un repère spécifique sur un plan de masse, - soit par une information de nature descriptive. 									<ul style="list-style-type: none"> - Par voie de normalisation, (ATEX) 0, 1, 2 indiquent des dangers toujours présents, ou présents quelquefois en fonctionnement normal, ou présents lors de modes de fonctionnement exceptionnels mais toutefois prévisibles. - L'emploi de l'unité seule (0, 1, 2) concerne les gaz, et l'emploi des codes 20, 21 et 22 concerne les poussières. - On peut étendre la convention à d'autres dangers. - Compléter la dernière colonne en cas de danger de type 2. 	<ul style="list-style-type: none"> - Détail des mesures ou renvoi à un mémoire d'étude. - Dispositions d'évacuation. 	<ul style="list-style-type: none"> - On doit considérer qu'un moyen de prévention peut être défectueux. Il convient donc de le sécuriser autant que faire se peut par un moyen de secours. - On prend plus en compte la défectuosité de ce second moyen. 	<p>Renvoi possible aux recensements des réactifs.</p>	

Tableau 2.3 Exemple de tableau de délimitation des zones à risques spécifiques.

2.2 Organisation générale des installations et implantation

L'implantation générale des ouvrages concerne les points de prélèvement des eaux brutes et l'usine de traitement proprement dite.

Pour l'usine, les bâtiments et les voies de circulation, prendre en compte :

- les livraisons et les évacuations de matières (réactifs, produits, déchets, combustibles...) ainsi que les surfaces d'évolution nécessaires pour les véhicules ;
- les lieux et les surfaces nécessaires pour le stockage des réactifs chimiques et des produits (charbons actifs, sables, boues...) ainsi que les aires de dépotage associées.

Le maître d'ouvrage définit, si besoin avec l'aide de personnes compétentes, le classement des locaux vis-à-vis des risques d'explosion de façon à limiter le traitement "anti-explosion" à ces zones. Ce point touche principalement le déchargement et le chargement du charbon actif sec, lors du remplissage principal et des chargements complémentaires.

La conception et l'implantation des locaux avec des risques d'explosion, d'asphyxie et d'intoxication fait l'objet d'une **étude de danger spécifique au § 2.1.5** (local de stockage du charbon actif sec, local de production d'ozone, local de stockage du chlore, zone de vidage du charbon actif sous forme sèche, par exemple, à partir de big-bag...).

Le maître d'ouvrage privilégie dans son projet la pénétration de lumière naturelle tout en maîtrisant les apports solaires et l'éblouissement.

► Lignes électriques

Compte tenu des manutentions par grues et des risques d'électrocution, les lignes électriques du réseau public de distribution situées dans l'emprise du site sont enterrées.

► Abords et clôtures

Les installations sont clôturées à l'aide d'une enceinte d'au moins 2 mètres de hauteur. La responsabilité du fait de la chose (article 1384 du code civil) est engagée en l'absence de clôture. Les portails sont équipés de serrure et d'un verrouillage avec butée en partie basse évitant toute entrée par effraction. Par conception, les clôtures et portails pleins ou à montants verticaux ont des espaces libres inférieurs ou égaux à 11 cm.

L'interdiction d'accès au public et les risques encourus sont clairement signalés, pas seulement au portail, mais également par un affichage réparti sur tout le périmètre clôturé.

► Protection contre les crues

Les constructions en zone inondable sont à proscrire.

Dans le cas d'une dérogation une attention particulière est apportée à l'implantation des ouvrages et des équipements.

Par exemple :

- les ouvrages susceptibles de recevoir une poussée d'Archimède lors d'une crue sont conçus pour être stables à vide ou sont équipés de clapets de surpression ;
- les armoires électriques ainsi que toutes les zones de stockage sont implantées au minimum à 30 cm au-dessus de la cote des plus hautes eaux enregistrées. Le maître d'ouvrage définit avec les services compétents la crue de référence.

► Mise hors gel

Les installations sont protégées contre le gel car l'action du gel peut avoir une incidence sur le fonctionnement du processus ainsi que sur la sécurité et la santé des opérateurs.

2.3 Circulations extérieures aux bâtiments

BIBLIOGRAPHIE

⁽⁴⁾ Norme NF EN 124, *Dispositifs de couronnement et de fermeture pour les zones de circulation utilisées par les piétons et les véhicules.*

2.3.1 Accès à l'usine, aux captages, aux réseaux et aux ouvrages annexes sur les réseaux de distribution

L'exploitant peut intervenir à n'importe quel moment (changement de pompe, de bouteille de chlore...), c'est pourquoi il est nécessaire que les chemins d'accès restent praticables pour l'usine, les captages et les ouvrages sur le réseau de distribution.

2.3.2 Plan de circulation

On prévoit l'implantation des bâtiments et des équipements, ainsi qu'une organisation de la circulation et de l'exploitation, de manière à :

- limiter au strict nécessaire la présence de piétons (personnels, intervenants, visiteurs...) dans l'usine ;
- réduire les risques, pour les personnes dont la présence est nécessaire, dus à la circulation et aux manœuvres des véhicules et engins, au niveau en particulier :
 - des croisements entre les voies de circulation des piétons et celles des véhicules ou engins,
 - des marches arrière,
 - des manœuvres des véhicules et engins.

2.3.3 Circuit des piétons et des visiteurs

► Chemins piétonniers

Lors de la définition des chemins piétonniers, il est nécessaire de prévoir des cheminements aussi directs que possible entre les différents points d'intervention des personnes.

Il est préconisé une largeur de passage libre d'au moins 1,50 m correspondant à une circulation de piétons en double sens (voir § 2.4.2).

Des matériaux antidérapants et facilement nettoyables sont à privilégier.

On réduit le risque de glissade en éloignant les chemins piétonniers des zones exposées à des projections (liquides, polymères) ou en implantant des écrans ou tout autre dispositif.

L'implantation des trappes (regards, chambres de visite...) est à proscrire dans l'emprise des circulations piétonnières et routières.

Une zone spécifique est réservée pour ces trappes à côté du réseau piétonnier.

On ne dispose jamais une trappe ou un regard dans le dégagement d'une porte ou d'un escalier (distance de sécurité minimale : trois unités de passage soit 3 x 0,60 m = 1,80 m).

Toutes les trappes sont conformes à la norme⁽⁴⁾ (voir § 2.4.3 "Tampons et trappes d'accès").

Tous les cheminements piétonniers disposent de pentes naturelles, de siphons de sol ou de caniveaux, permettant l'écoulement des eaux de pluie ou de lavage, ainsi que des points d'alimentation en eau.

À l'exception du talutage, les dénivellations supérieures à 0,50 m sont protégées contre les chutes.

► Circuit de visite

Le maître d'ouvrage doit préciser dans le cahier des charges s'il impose un circuit visiteurs, auquel cas il doit préciser également s'il doit être traité techniquement comme un ERP (établissement recevant du public) ou d'une manière moins contraignante.

En tout état de cause, ce circuit fait l'objet d'un aménagement et d'une signalisation spécifiques. Il est conçu et organisé de façon à ce que les visiteurs se trouvent à l'abri des risques.

Il doit permettre l'accessibilité des personnes à mobilité réduite. Les visiteurs ne doivent pas pouvoir accéder aux organes de commande.

Les points à surveiller particulièrement lors de son élaboration sont :

- les conditions de circulation, le balisage, la nature des garde-corps (espacement libre \leq 11 cm),
- les contraintes liées aux zones en cul-de-sac,
- l'application des obligations réglementaires "construction et aménagement des lieux de travail",
- la signalisation des zones interdites aux personnes porteuses de stimulateurs cardiaques.

2.3.4 Circulation des camions et autres véhicules

Prévoir l'entrée des véhicules de livraison ou d'enlèvement en marche avant dans la zone de déchargement ou de chargement (livraisons de pièces de rechange, de réactifs, de combustibles, de pulvérulents...). Ceci entraîne la création d'un

BIBLIOGRAPHIE

⁽¹⁾ Norme NF EN 124, *Dispositifs de couronnement et de fermeture pour les zones de circulation utilisées par les piétons et les véhicules.*

Autre référence :
La circulation en entreprise.
INRS, ED 975.

sens unique dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, et de zones de repositionnement pour les mises à quai ou les reprises de benne, par exemple.

Prévoir des voies de circulation d'une largeur suffisante et surtout des aires de repositionnement de dimensions adaptées pour les manœuvres (si celles-ci ne peuvent être évitées dans le plan de circulation). À 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 m, libres en hauteur sur 3,50 m minimum.

Concevoir les revêtements de sol en fonction des charges à supporter : allées de circulation, aires d'attente.

Privilégier les revêtements en enrobés à chaud ou en béton. Les revêtements en gravillons sont à proscrire à cause des difficultés de circulation des engins, des chariots manuels, de la fermeture des trappes et tampons ainsi que des problèmes de nettoyabilité. Signaler et matérialiser les routes, allées et zones de stationnement.

Dans la mesure du possible les dispositions suivantes sont à respecter :

- pentes des rampes inférieures à 10 % pour les poids lourds, véhicules légers et les chariots automoteurs ;
- rayon de courbure des routes dans l'axe de la chaussée d'au moins 13,50 m (sauf pour les véhicules légers) pour permettre un virage aisé du véhicule ;
- largeur des routes au moins égale à :
 - 4 m pour les voies à sens unique avec une sur-largeur jusqu'à 4,50 m en courbe,
 - 6,50 m pour les voies à double sens avec une sur-largeur jusqu'à 7 m en courbe ;
- hauteur libre au-dessus des routes au moins égale à 4,50 m afin de permettre le passage de bennes, grues, etc.

Une attention particulière est apportée à :

- l'organisation de l'écoulement des eaux de pluie et de lavage,
- l'implantation de points d'eau de lavage si la voirie est soumise à des salissures,
- la signalisation et la matérialisation des routes, des zones de chargement, des parkings,
- l'implantation des trappes en dehors de l'emprise des zones de circulation des véhicules (voir § 2.3.3). En cas de besoin, prévoir des trappes conformes à la norme⁽¹⁾ et appartenant au moins au groupe 4 (classe minimale D 400).

2.4 Circulations intérieures aux bâtiments

BIBLIOGRAPHIE

⁽¹⁾ Article R. 235-3-10 du code du travail.

⁽²⁾ Article R. 235-4-2 du code du travail.

⁽³⁾ Circulaire DRT 95-07 du 14 avril 1995 relative aux lieux de travail.

⁽⁴⁾ Article R. 232-12-3 du code du travail.

2.4.1 Circuits des piétons et des visiteurs

En complément des éléments définis au § 2.3.3 "Circuit des piétons et des visiteurs" il convient de prendre en compte les points suivants.

L'implantation et les dimensions des voies de circulation, y compris les escaliers, les échelles fixes et rampes de chargement doivent être déterminées en tenant compte des règles relatives à la prévention des incendies et à l'évacuation⁽¹⁾. Il en résulte que la largeur minimale des voies de circulation pour les piétons est de 0,90 m⁽²⁾.

Toutefois, la largeur minimale entre un mur et un garde-corps ou une rampe d'une hauteur maximale de 1,10 m, ou entre deux garde-corps ou rampes de même hauteur maximale, est de 0,80 m⁽³⁾.

Pour la restructuration d'usines existantes, la largeur minimale des dégagements est de 0,80 m⁽⁴⁾.

Prévoir des portes réservées aux piétons de façon à séparer les entrées/sorties de ceux-ci de celles des véhicules.

Prévoir l'accès à pied aux postes de travail permanents qui se trouvent dans des zones d'évolution de véhicules (camions, engins...) de façon que les

BIBLIOGRAPHIE

⁽¹⁾ Norme NF P20-301, *Portes de chaufferies et locaux assimilés.*

⁽²⁾ *Aide-mémoire juridique. Prévention des incendies sur les lieux de travail.* INRS, Tj 20.

piétons (y compris les conducteurs eux-mêmes) ne soient pas exposés, lorsqu'ils se rendent à leur poste de travail ou le quittent, aux risques dus à la circulation des véhicules.

Concevoir les postes de travail, les zones ou niveaux, ainsi que leur accès par des portes, escaliers ou échelles, de manière à éviter l'exposition des personnes à des chutes d'objets, de déchets ou à des projections.

Prévoir une hauteur libre de 2,10 m minimum au-dessus des surfaces de circulation et des planchers accessibles.

Placer les trémies avec des relevés périphériques en dehors des circuits piétons et, au besoin, les baliser.

► Moyens d'évacuation en cas d'incendie, d'explosion ou de risque d'origine chimique

L'ensemble des locaux techniques à risques spécifiques disposent d'une porte s'ouvrant vers l'extérieur du local, équipée d'une barre anti-panique et d'une signalisation (éclairage de secours, affichage spécifique à l'extérieur conformément aux prescriptions de la norme⁽¹⁾).

Sont concernés notamment : la chaufferie, les locaux électriques (postes de transformation, locaux d'armoires divisionnaires...), les locaux de stockage et de préparation des produits toxiques, corrosifs, explosibles ou inflammables, les zones de dépotage du charbon actif à partir de big-bag, le local du groupe électrogène.

Tous les autres locaux sont à évacuer par une circulation sûre ; ceci exclut, entre autre, toute évacuation par l'intermédiaire d'un autre local présentant des risques comme ceux des locaux indiqués ci-dessus⁽²⁾.

► Distances et moyens d'évacuation

Les distances réglementaires et moyens d'évacuation pour la prévention contre les incendies sont précisées au § 3.2.2 "Stockage en silos et trémies".

2.4.2 Voies de circulation

Les largeurs des voies de circulation sont données dans le tableau 2.4 suivant.

	Circulation en sens unique	Circulation en double sens
Piéton seul (hors voie évacuation incendie-issu de secours)	0,80 m ¹	1,50 m
Chariot à conducteur à pied Chariot à conducteur porté	Largeur de l'engin ou largeur de la charge + 1,00 m	Largeur des deux engins ou largeur des deux charges + 1,40 m
Véhicule léger	3,00 m	5,00 m
Poids lourds	4,00 m en ligne droite (sur-largeur à 4,50 m en courbe) 30 m pour faire un demi-tour continu	6,50 m en ligne droite (sur-largeur à 7 m en courbe)

Tableau 2.4 Largeurs des voies de circulation.

1 - La largeur est de 0,90 m dans le cas où le passage est une issue de secours en cas d'incendie.

BIBLIOGRAPHIE

⁽¹⁾ Norme NF X 35-107, *Ergonomie. Dimension des accès aux machines et installations.*

⁽²⁾ Code du travail, article R. 233-6.

2.4.3 Accès aux installations fixes et aux équipements

Les passerelles, les galeries surélevées, les plates-formes et planchers sont conçus de façon à prévenir les risques de chute des personnes et supporter les charges correspondant aux équipements et matériaux en place, mais aussi à ceux manutentionnés ou stockés pendant les opérations de maintenance.

La largeur minimale de passage libre des passerelles et des galeries sera de 0,80 m pour les passages habituels.

Lors de l'étude de l'implantation, veiller à ce que les équipements et machines soient dégagées afin de faciliter la circulation autour lors de l'exploitation et la maintenance.

Par principe, éviter les obstacles autour des équipements.

Apporter une attention particulière à l'espace laissé entre une machine (ou un équipement de travail) et un mur (ou une ouverture pratiquée dans un mur).

Le fournisseur d'un équipement indique les zones de maintenance de son matériel et les contraintes d'espace liées à ces opérations. Il détermine une largeur minimale pour accéder à ces zones de

maintenance (0,80 m pour les accès habituels ; 0,60 m pour les accès occasionnels, sauf pour les accès en cul de sac de plus de 3 m (0,80 m)^{(1) (2)}).

Les éléments de planchers amovibles sont limités au strict nécessaire. Ils doivent alors être munis de poignées escamotables ou de dispositifs de manœuvre sur articulations. Ils doivent pouvoir être fixés à leur support pour le rétablissement de la circulation et n'être démontables qu'à l'aide d'un outil.

Toutes les surfaces sont anti-dérapantes vis-à-vis des produits potentiellement glissants pouvant les souiller et conçues de telle façon à éviter les stagnations d'eau (pente, caillebotis...).

Il ne faut pas d'accès permanent banalisé vers les zones à risques d'asphyxie, de noyade, d'ensevelissement, et dans les espaces confinés.

Les installations et équipements utilisés doivent être pourvus de protections collectives pour prévenir les risques de chute des personnes.

Les toitures, lanterneaux et autres zones qui présentent un risque de chute par passage au travers et où la possibilité de circulation n'est pas autorisée doivent être constitués de matériaux dont la résistance au choc doit être supérieure à 1 200 joules.



Photo 1 Accès en toiture au filtre à sable et à charbon.

BIBLIOGRAPHIE

⁽³⁾ Norme NF EN ISO 14122-3, *Moyens permanents d'accès aux machines.*

Partie 3 : Escaliers, échelles à marche et garde-corps.

⁽²⁾ Norme NF EN ISO 14122-4, *Moyens permanents d'accès aux machines.*

Partie 4 : Échelles fixes.

⁽³⁾ Norme NF EN ISO 14122-1, *Moyens permanents d'accès aux machines.*

Partie 4 : Choix d'un moyen d'accès fixe entre deux niveaux.

⁽⁴⁾ Norme NF E85-012, *Éléments d'installations industrielles – Échelles métalliques fixes avec ou sans crinoline – Protection "anti-intrusion" condamnant l'accès bas à l'échelle.*

⁽⁵⁾ *Plates-formes élévatrices mobiles de personnel.* INRS, ED 801.

⁽⁶⁾ Décret n° 2004-924 du 1^{er} septembre 2004, art. R. 233-13-20 à R. 233-13-37 : "Mesures complémentaires relatives à l'exécution de travaux temporaires en hauteur et aux équipements de travail mis à disposition et utilisés à cette fin".

► Choix du moyen d'accès

Les escaliers fixes antidérapants constituent le moyen le plus sûr et sont à privilégier.

Nota : les valeurs d'inclinaison des escaliers sont données par la norme NF E 85-031⁽³⁾.

► Échelles

Le choix entre une échelle et une échelle à marches dite de "meunier" est conditionné par l'évaluation des risques et le paragraphe 5.5 de la norme NF EN ISO 14122-1 précise les critères à prendre en compte. Un escalier ou une rampe sont toujours préférables à une échelle ou une échelle à marches.

Pour la conception des échelles métalliques, fixes, inoxydables par nature, se reporter aux normes AFNOR⁽²⁾ ⁽³⁾ ⁽⁴⁾. Elles disposent d'un accès aisé au niveau qu'elles desservent avec un aménagement de la recette conforme à la norme.

Pour les petites échelles d'accès à un regard, prévoir une crosse amovible.

Pour toutes les zones et plus particulièrement celles à risques d'asphyxie, de noyade, d'enveloppement, il ne faut pas d'accès permanents, mais des éléments fixes à demeure qui permettent l'accrochage en sécurité d'échelles amovibles.

Les échelles à crinoline sont équipées d'une condamnation d'accès, sauf si l'échelle est prévue pour participer à l'évacuation des personnes.

L'évacuation de blessés étant délicate par les échelles à crinoline, il faut consulter le SDIS (service départemental d'incendie et de secours) pour définir les moyens d'évacuation et les dispositions constructives les mieux adaptées, par exemple, une trappe spécifique avec potence dimensionnée à cet effet.

Lorsqu'un levage de personne est prévu, il sera réalisé avec un matériel certifié pour le levage de personnes. On rappelle que le levage d'une personne avec un appareil de levage de matériels est proscrit (voir la brochure *Levage des personnes en sécurité*, INRS, ED 831).

Pour les accès dans les châteaux d'eau, voir dans le § 4.2 "Accès dans les bassins".

► Plates-formes élévatrices mobiles de personnel

Les moyens d'accès normaux aux équipements sont des escaliers, passerelles et planchers (exploitation, débouillage, maintenance...) en tant que moyen collectif.

Si le projet prévoit toutefois certains accès par plate-forme élévatrice mobile de personnel

(PEMP), réserver ceux-ci aux opérations rares (par exemple, une fois par mois si la PEMP est disponible sur le site, ou sinon une fois par semestre si la PEMP est louée). Les dispositions doivent être prises pour permettre l'accès et la circulation de la plate-forme élévatrice autour des points d'intervention.

Les impératifs de la maintenance peuvent imposer qu'une PEMP soit en permanence à disposition dans l'usine⁽⁵⁾.

Toutes les manœuvres d'exploitation doivent toutefois pouvoir être réalisées en sécurité depuis un accès fixe.

Pour les petites installations où les accès aux équipements ne justifient pas une PEMP, on peut envisager le recours à un échafaudage mobile compte tenu du décret n° 2004-924 du 1^{er} septembre 2004 sur le travail en hauteur⁽⁶⁾.

► Signalisation des risques

Les accès aux zones présentant des risques particuliers, définies au § 2.1.5, doivent faire l'objet d'une signalétique claire (par exemple, des panneaux) permettant l'identification de ces risques.

Certains risques majeurs (explosion, asphyxie...) peuvent nécessiter une interdiction d'accès à la zone en fonctionnement normal. Si un accès permanent est prévu à la conception, ce sera un accès contrôlé et le contrôle d'accès doit comporter un signallement visuel de la présence du risque, à partir d'une détection fixe permanente (ozone...).

L'accès occasionnel doit s'effectuer dans le respect d'une procédure (ventilation, contrôle de l'atmosphère, consignation, etc.).

► Tampons et trappes d'accès (hors appareils à pression)

Pour le passage des personnes, prévoir une section d'accès aux ouvrages de dimension minimale de 0,80 m x 0,80 m ou de diamètre au moins égal à 0,80 m.

Les passages donnant accès à l'intérieur d'installations susceptibles de présenter des risques pour les personnes ou pour des opérations de maintenance importantes ont des dimensions minimales de 0,80 m x 1,20 m.

En tout état de cause, les passages sont dimensionnés de façon à pouvoir passer des matériaux, outillages, échafaudages, planchers provisoires... en sécurité et permettre une évacuation de secours.

► Couvertures des regards et puits

Les puits, les fosses et les regards, dans lesquels une accumulation de gaz toxiques est possible, doivent être ventilés. Une couverture en caillebotis peut en partie le permettre.

Pour les opérations de maintenance, après contrôle d'explosimétrie, il peut être nécessaire de mettre en place une ventilation mécanique avec apport d'air neuf.

Quand l'accessibilité de ces puits, fosses et regards n'est pas nécessaire, leurs couvertures doivent être solidaires de la structure et être fixées à demeure ou nécessiter un outil pour être démontées. Elles doivent être équipées d'une poignée escamotable ou d'une ancre de levage pour les éléments encombrants et/ou lourds. En outre, elles sont montées sur charnières de façon à faciliter le levage et éviter qu'elles tombent dans le regard ou la fosse. Néanmoins cette disposition ne s'applique pas aux couvertures levées à l'aide d'engin de levage.

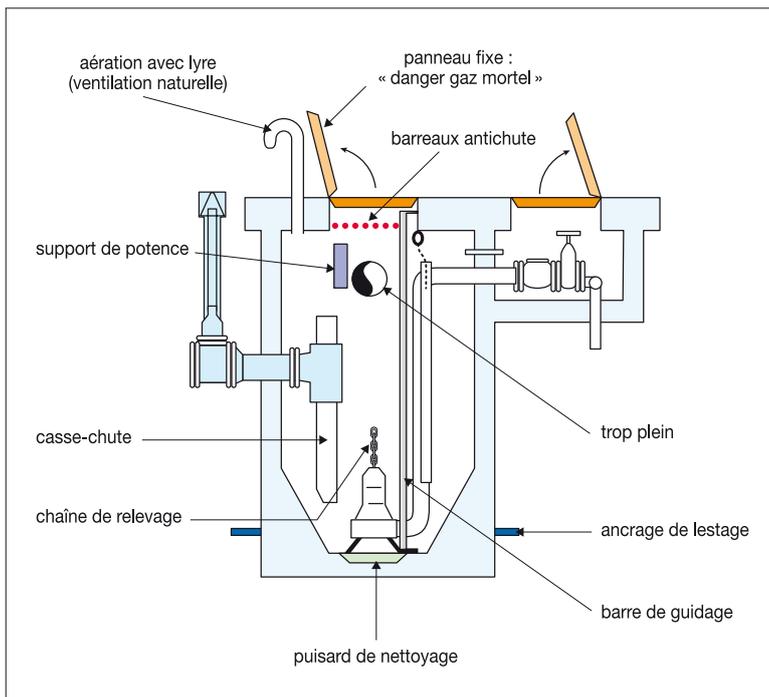


Figure 2.2 Dispositions sécuritaires pour un poste de relèvement.

► Ouvertures pratiquées dans des parois verticales

Concevoir prioritairement des trous d'homme situés dans les parois verticales, de façon que leur partie inférieure soit située à 1 m du plancher d'accès, ou bien les doter de dispositifs empêchant la chute (par exemple, des barres verticales limitant l'accès).

Munir à demeure les tampons de couvercles d'un poids supérieur à 25 daN de dispositifs de manutention (potences orientables, charnières...).

► Ouvertures pratiquées dans les parois horizontales

Le premier principe à respecter est **d'éviter de descendre dans les ouvrages** (bâche, bassin, espaces confinés : puits, fosse...) lorsqu'il y a un risque de présence de produits fermentescibles qui peuvent être à l'origine d'asphyxie mortelle. Les opérations courantes (maintenance, nettoyage) sont faites depuis l'extérieur dans une zone sécurisée :

- Les trémies de passage de matériel sont fermées par une ou des trappes dont le poids et les dimensions permettent leurs manipulations par un homme seul. Chaque trappe est :
 - montée sur gonds (ou charnières) non oxydables,
 - de plus grande dimension n'excédant pas 1 m,
 - facilement manipulable par le personnel grâce à une (ou des) poignée(s), à 0,40 m au plus du bord opposé aux gonds.

Utiliser des éléments en caillebotis lorsqu'il existe des besoins de visualisation (supérieurs à une fois par semaine), en raison des qualités de cet équipement : légèreté, transparence et adhérence.

- Un système (du type béquillage, compas ou vérins) permet de bloquer la trappe en position ouverte. Le blocage s'effectue dans le mouvement de l'ouverture, donc sans manœuvre particulière après ouverture de la trappe. De même pour la fermeture de la trappe. Le système doit être sûr et fiable pour éviter la chute de la trappe une fois bloquée en position ouverte.

- Sous la trappe, un barreaudage protège les personnes des chutes dans la trémie. Les barreaux sont indépendants et leur angle d'ouverture est inférieur à 90 ° de telle façon qu'on ne puisse pas les laisser ouverts (voir figure 2.3).

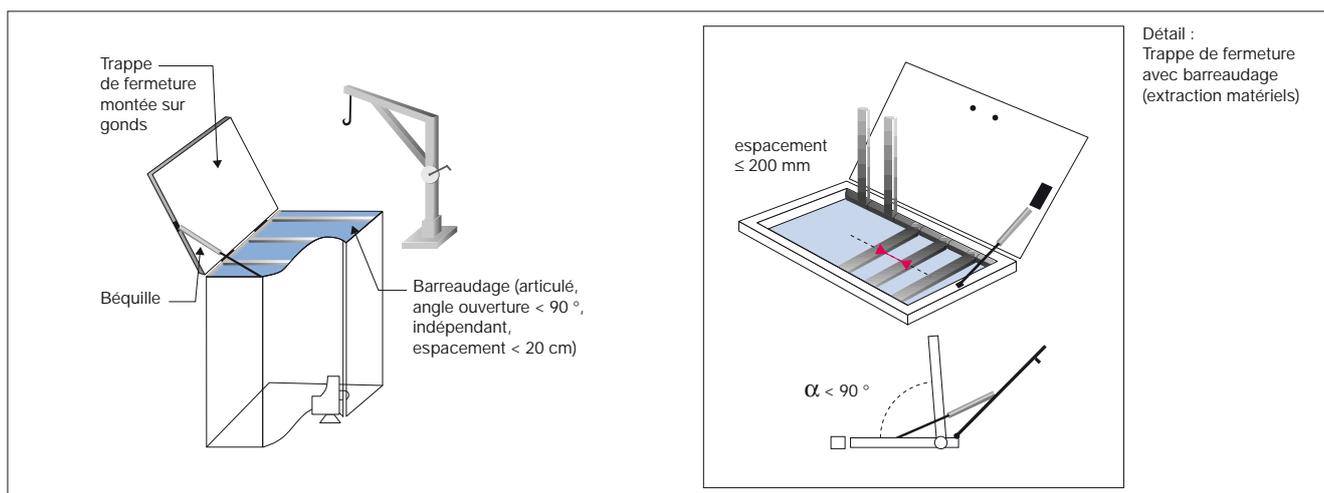


Figure 2.3 Exemple de fosse avec une extraction de matériels ou des opérations ne nécessitant pas un accès de personne.

BIBLIOGRAPHIE

⁽¹⁾ Norme NF EN 124, *Dispositif de couronnement et de fermeture pour les zones de circulation utilisées par les piétons et les véhicules.*

⁽²⁾ Norme NF EN ISO 14122-3, *Moyens d'accès permanents aux machines (application aux bâtiments et installations industrielles). Escaliers, échelles à marches et garde-corps.*

Le second principe consiste à prévoir, dans le cas où l'intervention de l'homme ne peut pas être évitée, un second accès spécifiquement réservé à cet effet.

La trémie est dans ce cas sans barreaudage, mais équipée d'un garde-corps périphérique avec portillon verrouillable (serrure et clé), d'ancrages (type 2 U en opposition fixés dans le béton armé de la dalle) pour accrocher une échelle avec crosse télescopique (H = 1 m) permettant l'amorce de la descente dans de bonnes conditions de sécurité. Lorsque la hauteur de l'échelle est supérieure à 3 m, elle est équipée d'un système antichute (type rail central avec sabot stop chute), sinon un point d'ancrage est installé à proximité pour pouvoir y accrocher le stop chute relié au harnais de sécurité, avec un point d'accroche dorsal, au niveau de la nuque, plutôt que ventral. L'utilisation de systèmes antichute reste réservé à du personnel identifié, formé et entraîné. Les installations comportant des points et/ou systèmes d'ancrage doivent être vérifiées régulièrement et avant chaque intervention. Un accès avec une échelle à crinoline peut également être possible.

Pour faciliter le balayage de l'enceinte avec de l'air neuf la trémie de passage des hommes est placée à l'opposé de la trémie de passage des matériels définie par le premier principe. Ses dimensions doivent permettre le passage des équipes de secours (pompiers équipés de bouteilles), et d'un brancard.

Tous les tampons et trappes (pour hommes comme pour matériels) doivent résister à une charge :

- conforme à la norme⁽¹⁾ et appartenant au moins au groupe 4 (classe minimale D 400) pour les zones accessibles aux véhicules et engins auxiliaires de maintenance (transpalettes, portiques mobiles, etc.) (voir § 2.3.3 "Chemins piétonniers") ;

- conforme à la norme⁽¹⁾ dans les domaines piétonniers (groupe 2 – classe B 125 et groupe 3 classe C 250).

Les trappes demandant un effort supérieur à 25 daN ont un dispositif de manutention (potence à demeure ou réservation pour potence mobile, autre dispositif de préhension pour les tampons lourds...).

Au droit des équipements à relever où il y a risque de chute (pompes, agitateurs...), il est prévu sous la trappe d'accès, des barreaux espacés de 20 cm maximum, montés sur charnières, indépendants les uns des autres, ou toute autre protection collective permanente et fixe du type garde-corps.

► Caillebotis

Choisir un caillebotis dont la maille est de 20 x 20 mm maximum.

Éviter les caillebotis dans les zones situées au-dessus de lieux de passage et de présence de personnel, à proximité de postes de préparation de produits corrosifs, ainsi que dans les endroits soumis à projection par le dessous (turbine, etc.). Les caillebotis sont adaptés aux ambiances corrosives existantes et respectent les normes correspondantes. En cas de nécessité de découpe particulière, on veillera à restituer leur résistance d'origine. Ils sont antidérapants.

► Garde-corps fixes

Les garde-corps sont fixes et rigides (boulonnés ou soudés). Les parties démontables sur ces garde-corps sont exclues.

Les garde-corps seront conformes à la norme EN 14122-3⁽²⁾ c'est-à-dire :

- la hauteur du garde-corps est au moins de 1,10 m et comporte une lisse intermédiaire et une plinthe (10 cm) ou tout autre dispositif équivalent ;

BIBLIOGRAPHIE

⁽⁶⁾ *Liste des revêtements de sol dans les locaux de fabrication de produits alimentaires, CNAMTS/Direction des risques professionnels.*

■ l'espace libre entre la main courante du garde-corps et la lisse intermédiaire, ainsi qu'entre la lisse intermédiaire et la plinthe, ne doit pas dépasser 0,50 m.

L'arase des ouvrages pourra former une plinthe ou un garde-corps.

Les charges manutentionnées doivent pouvoir passer au-dessus des garde-corps sans avoir à les démonter.

L'ouverture des portillons se fait vers la zone de sécurité. Un moyen de fermeture automatique lui est associé (ressort, axe incliné, etc.). Les portillons sont indégonnables sans l'aide d'un outil.

2.4.4 Caractéristiques des sols

Les critères principaux à prendre en compte sont :

■ la résistance du sol à l'usure et à la déformation pour éviter les détériorations (fréquence pour les piétons ; fréquence, charge maximale 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, par exemple pour les sols susceptibles d'être souillés par des polymères,

- résistance chimique à certains produits (acides, solvants, détergents...),

- facilité de nettoyage.

► Choix entre les revêtements

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

■ Les carrelages anti-glissants : ils sont privilégiés pour les laboratoires et les locaux du type sanitaire⁽⁶⁾ et permettent d'atteindre des coefficients de frottement élevés (supérieurs à 0,30).

■ Les revêtements en béton : un renforcement de la couche en surface (béton de fibres d'acier, ciment haute résistance d'agrégats durs type

corindon) et un traitement anti-poussière de la surface est conseillé.

■ Les revêtements en résine à charge de quartz : ils sont privilégiés pour les sols où les risques de glissade sont élevés. Les résines à charge de quartz sont conseillées car elles permettent d'atteindre des coefficients de frottement élevés⁽⁶⁾.

Pour les usines d'eau potable, le choix du revêtement de sol est un point extrêmement important pour les deux raisons suivantes : les glissades et les chutes de plain-pied, mais aussi pour les risques de contamination biologique. À ce titre, il est important de définir les moyens de nettoyage (produits chimiques, jet, brosses, etc.) en même temps que la nature des revêtements de sols (résistance à la corrosion...).

Dans le cas où il peut y avoir des produits glissants sur le sol (floculants...), un revêtement antidérapant est choisi.

Les revêtements de sols retenus sont définis dans l'offre de l'entreprise.

► Conditions de pose

Dans les locaux où le nettoyage doit se faire à grandes eaux ou lorsque le déversement ou l'égouttage de liquides est prévisible, prévoir des pentes de 1,5 à 2 % dirigées vers des dispositifs de recueil (caniveaux, grilles, siphons de sols). Il est très important de concevoir ces formes de pente pour évacuer les liquides.

À l'extérieur des locaux, une pente de l'ordre de 2 à 3 % pour les aires de lavage, les zones de circulation et les zones de travail est préconisée, avec un caniveau de récupération en point bas.

Les siphons de sol et les grilles seront implantés en dehors des aires et allées de circulation des transpalettes, des chariots automoteurs, de manière à éviter les à-coups générateurs d'autres risques.

2.5 Assainissement de l'air et ventilation générale

2.5.1 Généralités

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.

Il est impératif d'identifier les lieux où peuvent se produire des émanations accidentelles, ponctuelles ou permanentes de gaz ou poussières susceptibles de provoquer des intoxications, asphyxies, incendies ou explosions.

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.

Dans les usines de traitement d'eau potable, les volumes tout ou en partie fermés (puits, réservoirs...) doivent faire l'objet de dispositions prévues dès la conception pour permettre une ventilation efficace au cours des interventions.

2.5.2 Locaux à pollution non spécifique : aération par ventilation générale

La ventilation générale de l'ouvrage doit concerner toutes les zones d'évolution des intervenants.

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

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 locaux	60
Désignation des locaux	Débit minimal d'air introduit (en mètres cubes par heure et par local)
Cabinet d'aisances isolé ²	30
Salle de bains ou de douches isolées ²	45
Salle de bains ou de douches ² communes avec un cabinet d'aisances	60
Bains, douches et cabinet d'aisances groupés	30 + 15N ¹
Lavabos groupés	0 + 5N ¹
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, perçage ou fraisage de petites pièces, bobinage, usinage avec outil de faible puissance, déplacement occasionnel.
Autres ateliers et locaux :	Travail soutenu. Travail intense.

Tableau 2.5 Débits de ventilation dans les locaux de travail.

¹ - N : nombre d'équipements dans le local.

² - 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 de 15 m³ par heure si ce local n'est pas à usage collectif.

⁽⁴⁾ Guides pratiques de ventilation :
- N° 0 *Principes généraux de ventilation*. INRS, ED 695,
- N° 1 *L'assainissement de l'air des locaux de travail*. INRS, ED 657.

⁽⁵⁾ *Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France*. INRS, ND 2098.

2.5.3 Locaux à pollution spécifique

En ce qui concerne les polluants spécifiques, il est nécessaire de les capter au plus près de leur émission, grâce à une installation de ventilation⁽⁴⁾.

On n'oubliera pas d'évaluer les risques liés à des opérations ponctuelles (vidage de big-bag de charbon actif, chlore, ozone, traitements chimiques complémentaires dus à l'évolution de la législation sur l'eau potable, etc.).

► 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 les plus explosives.

Axes de recherche envisageables selon les cas :

- suppression du polluant lui-même,
- travail sous vase clos (injection de produits polluants directement dans les tuyauteries...),
- assainissement par voie humide aux points d'émission (pour la suppression d'émissions de poussières, de fibres) (exemples : transport du charbon actif par voie humide, mélange du chlore gazeux à l'extérieur des ateliers...).

► Assainissement par dispositifs de captage par aspiration localisée

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.

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

► Critères d'efficacité communs à ces modes de ventilation

Critères de dilution et de seuils d'alarmes

Pour les substances dangereuses pour la santé, le constructeur concevra l'installation pour maintenir les concentrations résiduelles aussi faibles que possible dans les zones de travail et en tout état de cause à une valeur inférieure à la VME (valeur moyenne d'exposition sur huit heures).

Le dépassement de la VME entraîne une pré-alarmer, **le dépassement d'un pourcentage de la valeur limite d'exposition (VLE), par exemple 70 %**, entraîne une alarme d'évacuation d'urgence.

La circulaire du 9 mai 1985 relative au commentaire technique des décrets n° 84-10936 et

n° 84-1094 du 7 décembre 1984 concernant l'aération et l'assainissement des lieux de travail précise que lorsque des substances susceptibles de former un mélange explosif sont des gaz ou des vapeurs inflammables, leur concentration doit être maintenue à la plus faible valeur possible et rester inférieure à **25 % de la limite inférieure d'explosivité (LIE)** dans l'ensemble de l'installation et à **10 % de cette limite si des personnes travaillent dans cette atmosphère**.

Le dépassement de la limite de **10 %** de la LIE entraîne une pré-alarmer, le dépassement d'une valeur de **25 %** de la LIE entraîne une **alarme d'évacuation d'urgence**, ainsi que, en fonction de l'analyse de risque ATEX, le déclenchement des mises en sécurité programmées.

Critères d'introduction d'air neuf

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

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.

Le recyclage de l'air est à proscrire.

► Exposition aux poussières

Le terme de "poussières" est générique, il recouvre trois types de particules en suspension :

- les poussières inhalables : arrêtées par le nez et la bouche, diamètre aérodynamique ≤ 100 microns,
- les poussières thoraciques : diamètre ≤ 30 microns,
- les poussières alvéolaires : capables d'atteindre les alvéoles pulmonaires, diamètre ≤ 10 microns.

Les principaux produits pulvérulents pouvant être présents dans les usines d'eau potable sont :

- les polymères en poudre, taille moyenne > 100 microns,
- la chaux éteinte (Ca(OH)_2) ou vive (CaO),
- les poussières de charbons actifs.

Ces produits ont une forte teneur en poussières alvéolaires.

Valeurs moyennes d'exposition VME⁽⁵⁾ :

- Poussières inhalables (diamètre aérodynamique $< 100 \mu\text{m}$) sans silice :
 - sans risque spécifique : 10 mg/m^3 ,
 - avec risques spécifiques :
 - chaux vive : 2 mg/m^3 ,
 - chaux éteinte : 5 mg/m^3 ,
 - charbons actifs.
- Poussières alvéolaires :
 - sans risque spécifique 5 mg/m^3 .

2.5.4 Contrôle et mise en service de la ventilation

Le maître d'ouvrage, si besoin, par l'intermédiaire de son maître d'œuvre, s'assure avant la mise en service de la remise des documents obligatoires dont la notice d'instructions, et le dossier d'installation de ventilation comprenant les caractéristiques initiales en vue du contrôle et de l'entretien du système de ventilation.

2.6 Éclairage artificiel, éclairage de secours, éclairage naturel et vue sur l'extérieur

2.6.1 Démarche et niveaux d'éclairage

Développer dès la phase de programmation les besoins fonctionnels et les exigences de performance attendus pour les thèmes interdépendants suivants concernant la vision :

- éclairage naturel,
- fenêtres offrant la vue sur l'extérieur à hauteur des yeux,
- protection solaire extérieure : de grandes baies vitrées apportent en été une énergie thermique importante,
- éclairage artificiel intérieur : éclairage général, éclairage localisé, éclairage de sécurité,
- éclairage artificiel extérieur.

Lors de cette définition des besoins, tenir compte en particulier des exigences ayant pour objectif d'assurer la sécurité lors de la maintenance de l'éclairage (accessibilité, protection contre les chutes de hauteur...).

Niveaux d'éclairage de valeur adaptée aux tâches à effectuer

Définir, pour chaque local, la nature des tâches visuelles à effectuer ou la fonction dominante du local, et déterminer, par identité ou par assimilation, le niveau d'éclairage adapté en fonction du tableau 2.6 ou de la norme citée en référence.

Espaces - Activités - Locaux	Éclairages moyens à maintenir ¹ (d'après NF EN 12464-1)
Parc de stationnement de voitures	75 lux
Zones et couloirs de circulation piétonne	100 lux
Zones de circulation de véhicules - Quais de chargement - Escaliers	150 lux
Vestiaires - Lavabos - Cantines - Toilettes - Archives	200 lux
Zones de manutention, Zones d'exploitation des machines (pompes...)	300 lux
Bureaux - Salles de réunion - Infirmerie - Travail sur écran d'ordinateur	500 lux

Tableau 2.6 Niveaux d'éclairage normalisés.

¹ - **Éclairage moyen à maintenir** : c'est l'éclairage moyen, juste encore acceptable avant une intervention d'entretien par nettoyage des luminaires complété ou non par le remplacement simultané des lampes.

BIBLIOGRAPHIE

⁽⁴⁾ Articles R. 232-7 et R. 232-7-8 du code du travail.

Autre référence :
Conception des lieux et des situations de travail.
INRS, ED 950.

2.6.2 Maintenance des installations d'éclairage artificiel

Éclairage intérieur des locaux⁽⁴⁾

Afin de faciliter la maintenance de l'éclairage et des réseaux électriques, prévoir l'éclairage de chaque local, sauf si la taille ou son utilisation ne le justifient pas, par au moins deux zones indépendantes, avec possibilité de consigner chaque zone indépendamment l'une de l'autre.

Accès aux dispositifs d'éclairage et à leurs coffrets

Concevoir et réaliser les dispositifs d'éclairage de telle manière que soit possible, de plain-pied, notamment dans les bassins, toute opération de nettoyage et de maintenance des appareils et des coffrets d'alimentation.

2.6.3 Éclairage mobile

Pour tous les cas où un éclairage fixe ne peut être mis en place dans les lieux qui nécessitent des interventions humaines ponctuelles (poste de relèvement, postes d'exhaure, bâche à boue, etc.) des prises fixes de type industriel doivent être installées au plus près des points d'utilisation pour alimenter les différents éclairages mobiles nécessaires en fonction des types de locaux (enceintes conductrices, humides, atmosphère explosive...) (voir § 2.11.2 "Arrêt d'urgence en électricité. Protection contre les contacts indirects").

2.6.4 Éclairage de sécurité

Un éclairage par installation fixe est à prévoir dans tous les lieux de travail. Le tableau 2.7 résume les minima pour des locaux qui ne sont situés ni dans un ERP, ni dans un IGH.

Conditions d'effectif et d'emplacement du local ¹	Type d'éclairage de sécurité ¹	Performances ¹
1) Local avec effectif ≥ 100 et densité d'occupation $>$ à une personne par 10 m^2 . 2) Dégagement de superficie $> 50 \text{ m}^2$ soit pour local cité en 1), soit commun à un ensemble de locaux cités en 3) totalisant plus de 100 personnes.	Éclairage d'ambiance ou antipanique	- 5 lumens/m^2 (5 lux) minimum, uniformément réparti. - autonomie $\geq 1 \text{ h}$. - foyers lumineux espacés de $D \leq 4$ fois leur hauteur au-dessus du sol.
3) Local de travail ne répondant pas simultanément aux conditions suivantes : - effectif < 20 ; - débouche directement de plain-pied sur un dégagement commun équipé d'un éclairage d'évacuation ; - depuis le local moins de 30 m à parcourir pour atteindre une des issues. 4) Couloirs et dégagements autres qu'en 2).	Éclairage d'évacuation	- 45 lumens minimum. - autonomie $\geq 1 \text{ h}$. - foyers lumineux espacés de $D \leq 15 \text{ m}$.
5) Locaux tels que cantines, restaurants, salles de réunion, salles de conférence.	Minimum <i>dito</i> ci-dessus + minimum de la réglementation des ERP.	Minimum <i>dito</i> ci-dessus + minimum de la réglementation des ERP.

Tableau 2.7 Éclairage de sécurité par installation fixe.

¹ - Minima pour locaux situés ni dans un établissement recevant du public (ERP) ni dans un immeuble de grande hauteur (IGH). Dans le cas de locaux situés soit dans un IGH soit dans un ERP, respecter la réglementation spécifique à ces lieux.

Blocs autonomes d'éclairage de sécurité

Tous les blocs autonomes doivent avoir la marque NF AEAS ou une autre certification équivalente. Pour les blocs autonomes d'éclairage d'évacuation, préférer ceux qui sont équipés d'un système automatique de test intégré (SATI) conforme à la norme NF C 71-820, système de test automatique pour appareil d'éclairage de sécurité.

2.7 Bruit

BIBLIOGRAPHIE

⁽¹⁾ Annexe 1 (règles techniques de conception et de fabrication, point 1.5.8) du livre II du code du travail, citée par l'article R. 237-84.

⁽²⁾ Annexe 1 citée ci-dessus (point 1.7.4).

⁽³⁾ Arrêté du 30 août 1990 pris en application de l'article R. 235-2-11 du code du travail et relatif à la correction acoustique des locaux de travail.

Le code du travail^{(1) (2) (3)} indique actuellement une valeur de 85 dB(A) au-dessus de laquelle des équipements de protection individuelle doivent être mis à disposition du salarié, et une valeur de 90 dB(A) à partir de laquelle l'utilisation de ces protections est obligatoire.

À compter de la transposition en droit français de la directive européenne 2003/10/CE du 6 février 2003, les valeurs de références sont les suivantes :

■ Valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action : **80 dB(A)** (exposition sur 8 heures) et **135 dB(C)** (bruits impulsionnels). Au-delà de ces seuils, il est obligatoire de mettre à **disposition** des protecteurs auditifs individuels, d'informer et de former les salariés aux risques dus au bruit ; un examen audiométrique leur est offert.

■ Valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action : **85 dB(A)** (exposition sur 8 heures) et **137 dB(C)** (bruits impulsionnels). Au-delà de ces seuils, il est obligatoire de mettre en place un plan des mesures de **protections collectives** et de s'assurer du port de protecteurs auditifs individuels ; les endroits bruyants doivent être signalés et leur accès limité ; les salariés ont le droit de bénéficier d'un contrôle de l'ouïe.

■ **Valeurs limites d'exposition : 87 dB(A)** (exposition sur 8 heures) et **140 dB (C)** (bruits impulsionnels). Ces valeurs limites prennent en compte l'atténuation des **protecteurs auditifs individuels**, dès lors que le salarié les porte.

Le maître d'ouvrage pourra en tenir compte dans le cahier des charges.

Il est nécessaire de définir les postes de travail permanents des postes d'inspection des machines. Les opérateurs disposeront de salles ou bureaux isolés acoustiquement vis-à-vis des zones bruyantes. On regroupera dans ces zones les consoles de surveillance du process, des vitres traitées acoustiquement permettront une vision sur les installations les plus critiques.

Les locaux réverbérants seront traités en absorption acoustique ; cette exigence est obligatoire pour ceux dans lesquels seront installés des machines susceptibles de générer une exposition sonore quotidienne supérieure à 85 dB (A) (arrêté du 30 août 1990 sur la correction acoustique des locaux de travail).

Insonoriser les sources intenses telles que certains ventilateurs, compresseurs, ozoneurs... La solution technique peut être, par exemple, des locaux indépendants, des dispositifs d'encoffrement, l'éloignement des équipements bruyants des zones de travail. D'une manière générale, l'objectif à atteindre est d'assurer la protection collective des personnes.

2.8 Incendie, explosion

Se reporter à la brochure *Conception des lieux et des situations de travail*, INRS, ED 950 .

2.9 Appareils de levage

BIBLIOGRAPHIE

⁽⁴⁾ Norme NF EN 13157, *Appareils de levage à charge suspendue.*

Sécurité : appareils de levage à bras.

⁽⁵⁾ Code du travail, article R. 233-87.

⁽⁶⁾ Arrêté du 18 décembre 1992 fixant le contenu de la déclaration de conformité CE relative aux équipements de travail.

⁽⁷⁾ Arrêté du 1^{er} mars 2004 relatif aux vérifications des appareils et accessoires de levage.

⁽⁸⁾ Code du travail, article R. 233-85.

⁽⁹⁾ Code du travail, article R. 233-11.

⁽¹⁰⁾ Circulaire DRT 2005/04 du 24 mars 2005 relative aux vérifications des appareils et accessoires de levage, au carnet de maintenance des appareils de levage.

2.9.1 Généralités

Prévoir des moyens de levage pour la manutention des pièces supérieures à 25 daN.

Le choix et l'implantation de ces moyens doivent être définis dès la conception, afin d'être pris en compte dans le calcul des structures.

Aucune personne ne sera présente sous les charges lors de l'utilisation et de la commande des dispositifs de levage.

Le poste de commande se trouve de préférence en dehors du rayon d'action et permet une vue totale sur la zone de manœuvre.

Les moyens de levage motorisés seront privilégiés.

Prévoir l'implantation des appareils mobiles et fixes afin que l'engin ait une assise stable et que son utilisateur soit en sécurité :

- Définir pour les grues mobiles une aire de travail stabilisée, suffisamment dimensionnée, ayant des caractéristiques de résistance compatibles avec les charges à reprendre. Cette aire sera desservie par une voirie.

- Prévoir l'implantation des potences et des rails de façon que l'opérateur soit toujours en sécurité et que les charges puissent passer directement du moyen de transport au lieu d'exploitation et inversement (par exemple, un rail sortant du bâtiment permet le transfert d'une charge d'un moyen de transport vers l'intérieur du bâtiment).

- Concevoir les appareils de levage de façon que les pièces manutentionnées passent par-dessus les garde-corps.

- Positionner le câble du boîtier de commande, suffisamment long, pour permettre à l'opérateur de se tenir à une distance de sécurité.

2.9.2 Palans électriques, potences

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 permettant d'éviter la chute des chariots,

- choisir un type de motorisation compatible avec le milieu dans lequel ces engins évoluent (notamment risque d'explosion).

Les potences destinées à l'accrochage des palans peuvent être amovibles, sinon elles sont maintenues à demeure en cas d'usage fréquent.

Elles sont conçues pour permettre un pivotement aisé (par exemple, bague en téflon), et sont équipées d'une aide pour faciliter la rotation du bras (par exemple, poignée rabattable).

Les potences amovibles disposent de poignées de transfert et doivent être construites en alliage léger dans le but de faciliter les manutentions. Le poids de chaque élément n'excède pas 25 daN, sinon elles sont à poste fixe.

La pose et la dépose sont possibles depuis une zone sécurisée.

2.9.3 Treuils de levage manuels

Une attention particulière doit être portée :

- au choix des matériels et matériaux pour éviter leur corrosion, spécialement à l'interface eau/air et au niveau des mécanismes,
- au moyen de les mettre en place s'ils sont amovibles.

Les appareils de levage à bras ont des caractéristiques définies dans la norme NF EN 13157⁽⁴⁾. Celle-ci traite des palans à chaîne, palans à levier, treuils à tambour et treuils à mâchoires.

Les appareils manuels disposent des équipements de sécurité nécessaires à la prévention des risques à l'égard des personnes :

- un frein automatique de maintien de charge en position dès que cesse l'action de l'opérateur,
- une limitation de l'effort de manœuvre,
- un crochet équipé d'un linguet de sécurité.

Si des appareils manuels sont prévus pour être mis en place temporairement sur des dispositifs de manutention, prévoir et fournir les dispositifs nécessaires, en particulier les moyens d'accès pour la pose et la dépose de l'équipement.

Nota : pour les opérations de levage fréquentes (dégrillage, manutention des consommables, etc.), préférer des appareils nus électriquement.

2.9.4 Ponts-roulants et poutres roulantes

► Dispositions pour l'exploitation et les interventions de maintenance

Ces dispositions doivent :

- permettre d'assurer en sécurité la maintenance périodique (accès, plate-forme de travail...) de tous les organes mécaniques et électriques ;
- prévoir une zone de garage pour les interventions lourdes d'entretien et de dépannage ;
- définir le moyen de ramener le pont vers la zone de garage.



Photo 2 Rail de manutention avec chariot et palan au-dessus des pompes de distribution.

Comme pour tout équipement de travail il est nécessaire :

- de disposer de moyens de consignation des énergies. En cas de besoin d'énergie pour la maintenance ou les contrôles périodiques, une commande à action maintenue embarquée peut être envisagée. Celle-ci est associée à un verrouillage à transfert de clé ;
- de remettre à l'exploitant avant la mise en service la notice d'installation et d'exploitation, ainsi que le rapport de vérifications initiales.

2.9.5 Accessoires de levage

Les accessoires de levage sont équipés de crochets de sécurité :

- verrouillage automatique à la mise en charge ;
- déverrouillage manuel pour l'ouverture.

Les crochets sont choisis conformément aux règles techniques et ont satisfait à la procédure de certification CE de conformité^{(3) (3)}.

Les accessoires de levage doivent être vérifiés périodiquement⁽⁴⁾.

2.9.6 Contrôles et épreuves des appareils de levage

À la réception, les appareils de levage sont accompagnés d'un dossier rédigé en français comprenant :

- un descriptif technique ;
- une notice d'utilisation ;
- une note de calcul⁽⁵⁾ ;
- la déclaration CE de conformité et marquage CE⁽³⁾ ;
- une notice de maintenance des différents organes et composants de l'appareil.

Les vérifications initiales et les épreuves sont réalisées par des personnes qualifiées^{(6) (7)}.

Les comptes rendus sont remis au maître d'ouvrage et les anomalies signalées par l'organisme ci-dessus sont levées avant la mise en service.

2.10 Moyens de manutention

2.10.1 Généralités

Les moyens de manutention sont en nombre et en capacité suffisante pour éviter les manutentions manuelles supérieures à 25 daN, notamment :

- des moyens d'accrochage intégrés aux pièces lourdes (plaques béton de diffusion d'air dans les bassins d'aération, pompes, moteurs, vannes, aérateur...) ;
- les moyens d'accrochage des équipements de manutention : crochets, points d'ancrage, potences, chèvres pour palans, monorails équipés à demeure ou non de palans ;
- les systèmes de transfert hydrauliques (chargement et vidage du charbon actif).

La conception et le choix des moyens de manutention sont tels que la charge puisse être transportée avec un seul moyen depuis le poste de travail jusqu'à la zone de réception pour un transport éventuel, sans rupture de charge **autant que possible**.

Tout appareil ou élément d'appareil devant être manutentionné doit pouvoir l'être sans mettre tout salarié en position anormale de risques.

Un essai sur quelques matériels manutentionnés pourra être effectué en présence du maître d'ouvrage ou, à défaut, de l'un de ses représentants. L'essai, pour être complet, doit évaluer, si nécessaire, les possibilités d'accès de véhicules, de nettoyage du matériel, etc.

Sont concernés les matériels du processus, mais aussi les matériels annexes (filtres des centrales de traitement d'air...).

C'est lors de ces essais que la qualité des trappes, barreudage, caillebotis ou des gardes corps, va pouvoir être évaluée.

Tout appareil nécessaire à la conduite (organe de commande, voyant de contrôle, manomètre...), ou nécessitant un entretien (appareil d'éclairage, boîtier électrique, filtre sur aérateur, graisseur...) doit être accessible depuis la zone d'évolution des intervenants.

Les garde-corps pour protéger le personnel contre les chutes sont installés, tout en permettant le passage des charges au-dessus de ceux-ci sans qu'il soit nécessaire de les démonter.

2.10.2 Rails de manutention, points d'ancrage

Prévoir les rails, points d'ancrage, crochets en matériaux traités contre la corrosion.

2.10.3 Contrôles et épreuves des moyens de manutention

Idem § 2.9.6 "Contrôles et épreuves des appareils de levage".

Faire vérifier et éprouver les moyens de manutention (accessoires de levage, points d'ancrage, potences, chèvres...) par des personnes qualifiées. Les comptes rendus sont remis au maître d'ouvrage et les anomalies signalées par l'organisme ci-dessus sont levées avant la mise en service et avant la réception des installations.

Les procès verbaux d'essai doivent être rassemblés par le coordonnateur SPS et joints au DIUO.

2.11 Fluides et énergies

BIBLIOGRAPHIE

- ⁽¹⁾ Décret 88-1056 du 14 novembre 1988.
- ⁽²⁾ Norme NF C 15-100, *Installations électriques à basse tension. Règles.*
- ⁽³⁾ Norme NF C 13-200, *Installations électriques à haute tension. Règles.*
- ⁽⁴⁾ Norme NF C 13-100, *Postes de livraison électrique établis à l'intérieur d'un bâtiment.*

Le concepteur doit prévoir les dispositifs matériels permettant la consignation, c'est-à-dire la mise et le maintien en sécurité par un dispositif matériel, d'une machine, d'un appareil ou d'une installation, de façon qu'un changement d'état soit impossible sans l'action volontaire de tous les intervenants. Il pourra se référer à la brochure INRS ED 754, *Consignations et déconsignations.*

Pour faciliter les opérations d'exploitation, de maintenance et d'interventions d'urgence, il est nécessaire d'afficher un schéma de principe du fonctionnement en fonction du procédé ou par zone géographique de façon à avoir une vision globale du processus ou de la zone.

En outre, des organes d'isolement (by-pass, vannes, batardeaux, etc.) sont mis en place. La motorisation de ces organes facilite les interventions, l'exploitation et le fonctionnement en mode dégradé.

Les réseaux sont implantés ou protégés de façon à ne pouvoir être heurtés par des véhicules.

Les réseaux seront pourvus de points de purge (vannes quart de tour...) et de trappes de visite (brides, bouchons...) facilement accessibles.

Tous les réseaux sont clairement identifiés et ceux présentant des risques de brûlures sont calorifugés ou protégés mécaniquement pour ne pas être touchés.

► Douches de sécurité et lave-œil

La norme européenne NF EN 15154, partie 1 « Douches » et partie 2 « Lave-œil », fixe les exigences minimales devant être respectées par ces équipements.

Les règles minimales que l'on peut exiger d'une douche de sécurité sont les suivantes :

- utilisation simple et naturelle,
- alimentation déclenchée par un système "coup de poing" ou une pédale, ou associée à la pénétration dans la zone d'arrosage (car l'utilisateur peut-être en état de cécité partielle ou totale),
- maintien de la température de l'eau entre 15 et 37 °C.

Les petites usines d'eau potable doivent comporter au moins une douche de sécurité et un lave-œil.



Photo 3 Lave-œil.

Pour le positionnement des installations, la considération la plus importante à prendre en compte est que la gravité des conséquences des lésions oculaires décroît avec la rapidité d'intervention.

Ainsi, les douches doivent être au plus près de la zone de risque : 8 m maximum de la source, au même niveau et d'un accès sans obstacle (porte, par exemple).

2.11.1 Installations électriques

Les installations électriques doivent être conçues de façon qu'elles ne provoquent pas de risques pour les personnes.

► Règles de conception

Accès au poste de transformation

L'implantation du poste de transformation électrique et de comptage doit être prévue en priorité en limite de propriété afin d'éviter aux agents EDF de pénétrer sur le site ; à défaut, à l'extérieur des bâtiments d'exploitation pour les grosses unités.

BIBLIOGRAPHIE

⁽¹⁾ Norme NF C 15-100, *Installations électriques à basse tension. Règles.*

⁽²⁾ *Fiche pratique de sécurité. Armoires électriques. Guide pratique destiné à améliorer la sécurité d'exploitation des armoires et coffrets électriques de tension inférieure à 1000 V.* INRS, ED 46.

⁽³⁾ Guide UTE C 15-103, *Guide installations électriques basse tension.*

Coffrets et armoires électriques

Les installations doivent être protégées entre autre contre les contacts directs et indirects.

Les armoires de puissance et de commandes doivent être installées dans des locaux indépendants des postes de travail permanents.

Les installations électriques du site (armoires générales intérieures et armoires ou coffrets extérieurs) doivent être protégées contre la foudre.

La salle de commande doit permettre, autant que possible, d'avoir une vision sur les principales installations de la station, notamment pour les petites stations.

Le régime du neutre est choisi en fonction des besoins d'exploitation et des risques, en particulier du risque d'explosion.

Dans le cas d'utilisation de châssis basse tension (230 V – 400 V) sans armoires, dans des locaux basse tension spécifiques à accès réservé, toutes les parties actives sous tension doivent être inaccessibles ou protégées à l'aide d'écran isolant et transparent.

Les câbles électriques doivent être repérés correctement et durablement

Les portes des armoires électriques doivent être conçues de façon à ne pas gêner l'évacuation des personnes en cas de danger, notamment d'incendie. Prévoir au moins une unité de passage entre la porte ouverte et la cloison.

Les dispositions adéquates doivent être prises pour les armoires de façon à éviter toute remontée de gaz (chlore...) (mise en surpression, par exemple) et poussières (charbons actifs, chaux...) (choix de l'indice de protection IP).

Les voyants, indicateurs, boutons, organes de réglage, devant être utilisés ou manœuvrés par du personnel d'exploitation non-électricien, sont ressortis en façade des armoires et des coffrets ainsi qu'une prise de courant, protégées par un disjoncteur différentiel à haute sensibilité 30 mA, destinée aux interventions de maintenance.

Afin de réserver des possibilités d'adjonctions futures, dimensionner les différents volumes des coffrets ou armoires (volume général, goulottes de câblage, borniers de raccordement, rails d'enclipsage) de façon à permettre d'installer 20 % de possibilité nouvelle globale ^{(1) (2)}.

Dans chaque coffret ou armoire, un dispositif permettant le rangement des plans électriques doit être prévu.

Répartir des coffrets équipés de prises de courant à destination des interventions pour maintenance, à proximité des installations. Protéger toutes ces prises par des disjoncteurs différentiels haute sensibilité 30 mA.

Pour connecter ponctuellement des appareillages électriques supplémentaires (pompes, zones d'inspection annuelle sous les bassins, unités de mesures...), un coffret électrique est installé par secteur géographique.

Les coffrets et les prises électriques situés à l'extérieur sont prévus pour être étanches aux intempéries (choix de l'indice de protection IP ou voir⁽³⁾).

Indices de protection

Les matériels sont choisis en fonction des influences externes et de l'environnement spécifique des postes de travail : sites humides et non isolants, sites poussiéreux⁽³⁾.

Câblage à proximité des bassins

Les boîtes de raccordements électriques ainsi que les câbles sont facilement accessibles. Ils n'exposent pas les opérateurs à des postures dangereuses.

Leur implantation limite les risques de chutes d'outils (tournevis...) dans les eaux traitées.

Protection contre les contacts indirects

Contre les contacts indirects les dispositions suivantes sont appliquées :

- liaison équipotentielle des masses ;
- raccordement à une prise de terre ;
- mise en place, au début de chaque circuit ou groupe de circuits, de dispositifs de protection destinés à séparer ces circuits automatiquement de leurs alimentations et adaptés au régime de neutre (par exemple : disjoncteurs différentiels, fusibles...).

Équiper les départs de l'alimentation des équipements situés dans des locaux mouillés ou susceptibles de l'être, de disjoncteurs différentiels de 30 mA.

Identification et marquage

Repérer de façon durable toutes les bornes, câbles, conducteurs et appareils, qu'ils soient situés à l'intérieur ou à l'extérieur des enveloppes. Réaliser le repérage des câbles et conducteurs à l'aide de manchons ou de colliers (non métalliques) fixés de façon durable, résistant à l'attaque de l'environnement.

Réserver les étiquettes adhésives au local TGBT (tableau général basse tension) ou à la salle de commande.

BIBLIOGRAPHIE

^(a) Code du travail, décret du 14 novembre 1988, article 53 – IV relatif à la protection des travailleurs ainsi que les circulaires et arrêtés qui s'y attachent.

^(b) Code de la construction, article 123-43.

► Vérification initiale des installations

Les installations électriques doivent être vérifiées avant leur mise en service, ou si elles ont subi une modification de structure. Elles doivent être mises en conformité avant la mise en service des installations^{(a)(b)}.

En tout état de cause la mise en service ne peut être faite qu'après correction des anomalies et fourniture par le constructeur du rapport définitif au maître d'ouvrage.

En cas de modification d'une installation existante, le maître d'ouvrage doit remettre au constructeur le rapport de contrôle de ses installations pour qu'il soit décidé si des aménagements sont nécessaires afin qu'il puisse les inclure ou non dans le marché.

2.11.2 Machines et équipements de production

► Sélecteur de mode de marche

Si, pour certaines opérations, une machine ou un équipement doit pouvoir fonctionner avec ses dispositifs de protection neutralisés (par exemple, pour permettre le réglage, l'entretien ou l'inspection), un sélecteur de mode de marche est nécessaire.

Ce sélecteur doit simultanément :

- exclure le mode de commande automatique ;
- n'autoriser les mouvements que par des organes nécessitant une action maintenue, vitesse réduite, effort réduit... ;

- n'autoriser le fonctionnement des éléments mobiles dangereux que dans des conditions de sécurité accrue et en évitant tout risque découlant d'un enchaînement de séquences.

En outre, au poste de réglage, l'opérateur doit, d'une part, avoir la maîtrise du fonctionnement des éléments sur lesquels il agit par une commande à action maintenue et, d'autre part, garder la vision sur la machine.

► Circuit de commande

Mise en sécurité positive des systèmes de commande des machines

Les fonctions de sécurité doivent être conçues et réalisées en respectant les principes de la sécurité positive : en cas de défaillance le système se mettra dans une position pour qu'il n'y ait aucun risque.

Ces principes sont résumés dans le tableau 2.8 ci-après, page 36 emprunté à la norme EN 954-1. Le choix de la catégorie dépend de l'analyse de risque réalisée.

Dans tous les cas, la mise en marche des éléments mobiles dangereux doit être provoquée par apport d'énergie à tous les niveaux. Leur mise à l'arrêt est obtenue par la coupure de cette énergie.

Il faut prévoir en cas d'utilisation d'automates industriels, des cartes électroniques de réserve afin qu'en cas de défaillance, toute intervention reste possible ou que le système soit entièrement et immédiatement secouru.

Cat. ¹	Résumé des prescriptions	Comportement du système ²	Base principale de la sécurité
B	La partie du système de commande de machine relative à la sécurité et/ou ses dispositifs de protection ainsi que ses composants doivent être conçus, fabriqués, sélectionnés, montés et combinés selon les normes pertinentes afin de pouvoir faire face aux influences attendues.	Si un défaut se produit, il peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Par la sélection des composants
1	Les exigences de la catégorie B s'appliquent. Doit utiliser des composants et des principes éprouvés.	Comme écrit pour la catégorie B mais avec une plus grande sécurité relative à la fiabilité de la fonction de sécurité.	
2	Les exigences de la catégorie B et l'utilisation des principes de sécurité éprouvés s'appliquent. La (ou les) fonction(s) de sécurité doivent être contrôlées à intervalles convenables par le système de commande de la machine. Note : <i>Ce qui convient dépend de l'application et du type de machine.</i>	L'apparition d'un défaut peut mener à la perte de la fonction de sécurité entre les intervalles de contrôle. La perte de la fonction de sécurité est détectée par le contrôle.	
3	Les exigences de la catégorie B et l'utilisation des principes de sécurité éprouvés s'appliquent. Le système de commande doit être conçu de façon que : - un défaut unique du système de commande ne doit pas mener à une perte de la fonction de sécurité ; - si cela est raisonnablement faisable, le défaut unique doit être détecté.	Lorsqu'un défaut unique se produit, la fonction de sécurité est toujours assurée. - Certains défauts seront détectés, mais pas tous. - L'accumulation de défauts non détectés peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	Par la structure
4	Les exigences de la catégorie B et l'utilisation des principes de sécurité éprouvés s'appliquent. Le système de commande doit être conçu de façon que : - un défaut unique du système de commande ne doit pas mener à une perte de la fonction de sécurité ; - et le défaut unique doit être détecté à, ou avant, la prochaine sollicitation de la fonction de sécurité. Si cette détection n'est pas possible, une accumulation de défauts ne doit pas mener à une perte de la fonction de sécurité.	Lorsque les défauts se produisent, la fonction de sécurité est toujours assurée. Les défauts seront détectés à temps pour empêcher une perte de la fonction de sécurité.	Par la structure

Tableau 2.8 Résumé des prescriptions applicables aux catégories des parties de système de commande relatives à la sécurité (norme NF EN 954-1, § 6.2).

1 - La catégorie n'est pas destinée à être utilisée dans un ordre ou une hiérarchie quelconque par rapport aux prescriptions de sécurité.

2 - L'appréciation du risque indiquera si la perte totale ou partielle de la fonction de sécurité provenant de défauts est acceptable.

BIBLIOGRAPHIE

⁽¹⁾ Norme NF EN 418, *Sécurité des machines.*

Équipement d'arrêt d'urgence. Aspects fonctionnels. Principes de conception.

⁽²⁾ Annexe 1 (règles techniques de conception et de fabrication point 1.2.4 "Dispositifs d'arrêt") du livre II du code du travail, citée par l'article R. 233-84.

Autres références :

- Directive machine 98/37/CE

- *Conception des équipements de travail et des moyens de protection.* INRS, ED 804.

- *Sécurité des machines et des équipements de travail.* INRS, ED 807.

► Arrêt d'urgence et dispositif de remise en marche

Dans les endroits où se trouvent des machines ou équipements de travail, disposer des dispositifs d'arrêt d'urgence⁽¹⁾ (coups de poing ou câbles d'arrêt d'urgence...) à déverrouillage volontaire, au moyen desquels des situations dangereuses qui risquent de se produire de façon imminente ou qui sont en train de se produire, peuvent être évitées ou stoppées.

Le choix des dispositifs d'arrêt d'urgence et leur implantation doit être le résultat d'une analyse de risques en tenant compte des impératifs du process (voir § 2.1.3 Analyse préliminaire des risques). L'arrêt d'urgence n'est pas nécessaire s'il n'est pas en mesure de réduire le risque, soit parce qu'il ne réduit pas le temps d'obtention de l'arrêt normal, soit parce qu'il ne permet pas de prendre les mesures particulières nécessitées par le risque⁽²⁾. Les dispositifs d'arrêt d'urgence sont installés à proximité ou sur les différents appareils, suivant des implantations librement accessibles et en nombre suffisant pour pouvoir être atteints très rapidement, quel que soit l'endroit où l'on se trouve dans la zone où ils sont disposés. Ils sont installés en dehors de tout endroit gênant le passage du personnel (circulation) de tout volume de démontage des équipements.

Dans le cas de machines ou d'éléments de machines conçus pour travailler associés, la réglementation prévoit que les dispositifs d'arrêt, y compris les arrêts d'urgence, doivent pouvoir arrêter non seulement la machine mais aussi tous les équipements en aval ou en amont, si leur maintien en marche peut constituer un danger⁽²⁾. Il est important de faire en sorte qu'il n'y ait pas d'erreur possible dans l'identification de l'organe d'arrêt d'urgence affecté à une partie.

On peut trouver trois types d'arrêt d'urgence (AU) :

■ L'AU d'un équipement agira sur l'équipement concerné, et seulement sur cet équipement. Par exemple une centrale hydraulique, les trappes de fermeture de la fosse de réception des boues.

■ L'AU de zone aura pour effet d'arrêter l'ensemble des équipements situés dans un local ou une zone géographique déterminée. Ces AU seront à l'extérieur des locaux ou des zones concernés. Ils seront répartis sur l'ensemble de l'unité de manière qu'à chaque niveau de la zone on puisse agir, y compris sur les passerelles ; par exemple pour les zones de décantation, ozonation, stockages des polymères...

■ L'AU de ligne a pour effet d'arrêter la totalité des équipements de la ligne concernée.

Dans chacune des salles de commande ou de contrôle, prévoir les AU des installations pilotées directement par chaque salle, ainsi qu'un AU général des unités fonctionnelles situées **en amont ou en aval** dont l'exploitation dépend de cette salle.

Prévoir que tout actionnement d'un AU ou tout arrêt accidentel provoquera une alarme et une identification en salle de commande de la zone concernée.

Les dispositifs d'AU doivent être clairement visibles et identifiables⁽²⁾.

Le déblocage du dispositif d'AU ne doit pouvoir être obtenu que par une manœuvre appropriée et ce déblocage ne doit pas remettre la machine en marche, mais seulement autoriser un redémarrage⁽²⁾.

2.11.3 Réseau d'eau potable

Prévoir, en nombre suffisant, des points de distribution d'eau permettant d'assurer le nettoyage et la maintenance de l'usine. Les implanter au plus près du lieu d'utilisation et les protéger contre le gel.

Prévoir des aires de lavage avec évacuation (aires de dépôtage des camions) constituées d'un sol adapté à la fonction.

► Identification des réseaux

Par secteur géographique ou par type de processus, afficher à proximité des postes de travail un plan d'ensemble des réseaux.

Mettre en place une signalisation des tuyauteries permettant de déterminer la nature et le sens du fluide transporté. Le fluide peut aussi, en complément du code couleur, être identifié par sa dénomination en clair inscrite en toutes lettres.

Chaque organe de la tuyauterie (vannes, clapets, registres) doit être identifié par une plaque.



Photo 4 Tuyauteries soude/eau adoucie avec signalisation indiquant la nature et le sens des fluides.

BIBLIOGRAPHIE

- Article R. 238-4-2 du code du travail.
- Décret 89.3, article 27, relatif aux eaux destinées à l'alimentation humaine.
- *Codage couleur des tuyauteries rigides.* INRS, ED 88.
- Normes NF EN 563, NF EN 563/A1, *Sécurité des machines. Températures des surfaces tangibles.*
- Normes NF X 08-100, *Couleurs. Tuyauteries rigides. Identification des fluides par couleurs conventionnelles.*

2.11.4 Consignation électrique, mécanique et hydraulique

► Consignation des énergies

Prévoir la possibilité de consigner les énergies des installations (électricité, fluides sous pression, combustibles, carburants, pesanteur) selon les cinq principes suivants.

Identification

Visualiser la nature de chaque type de réseau d'énergie conformément aux couleurs conventionnelles (norme NF X 08-100).

Identifier chaque sous-ensemble d'un réseau ainsi que les moyens de séparation, de condamnation et de purge.

Séparation des énergies

Munir toute machine de dispositif permettant de l'isoler de chacune de ses sources d'énergie.

Prévoir des dispositifs d'isolement verrouillables en position d'ouverture et identifiés, constitués d'un interrupteur-sectionneur omnipolaire à coupure visible ou d'interrupteurs débrochables, cadennassables en position débrochée.

Dans certains cas, en plus des organes de coupure placés à l'origine de chaque circuit électrique, installer un dispositif de séparation le plus près, techniquement possible, des moteurs ou des unités fonctionnelles.

Munir les prises de courant, prolongateurs et connecteurs d'intensité nominale supérieure à 32 A, de dispositifs de verrouillages électriques ou mécaniques, de telle sorte que la réunion ou la séparation des constituants ne s'effectue que hors charge^{(a)(2)}.

Le retrait de la fiche d'une prise de courant pourra être considéré comme une action équivalente à une consignation pour toute machine pour laquelle on a la certitude que cette fiche ne peut être insérée dans son socle à l'insu de la personne qui intervient sur la machine.

Pour les installations du domaine très basse tension dont la tension nominale ne dépasse pas 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu lisse (TBTS, très basse tension de sécurité et TBTP, très basse tension de protection), il n'est pas besoin de consigner l'énergie électrique (ceci est confirmé dans le document UTE C 18-540). Toutefois il y a lieu de se prémunir des risques de courts-circuits et de brûlures.

Condamnation

Prévoir que les éléments décrits dans le paragraphe précédent soient physiquement condamnables à l'aide d'un dispositif fiable, non neutralisable facilement (clé, dispositif de verrouillage à transfert de clé, cadenas identifié à clé spécifique et unique).

Les organes de condamnation doivent être intégrés à l'élément à consigner, et non distincts de celui-ci, comme dans le cas d'une chaîne avec un cadenas de consignation.

Purge

Lorsqu'il pourra exister des énergies résiduelles sur une fraction du réseau, prévoir un système de purge. L'implanter au plus près de la zone d'intervention. Ces énergies peuvent être hydraulique, pneumatique, électrique, cinétique (inertie), gravitaire (pesanteur). Signaler clairement les dispositifs de purge afin qu'ils soient facilement identifiables.

Vérification

Prévoir qu'il soit possible de vérifier l'absence d'énergie avant intervention (possibilité d'accès

BIBLIOGRAPHIE

^(a) Annexe 1 (règles techniques de conception et de fabrication, point 1.6.3 "Séparation des sources d'énergie") du livre II du code du travail, citée par l'article R. 233-84.

^(b) Décret du 14 novembre 1988, article 20-IV.

Autres références :

- Projet de norme Pr EN 1037.

- Norme NF EN 60-204-1, *Sécurité des machines. Équipements électriques des machines.*

Première partie : Règles générales (§ 5-3-2 d).

- *Consignations et déconsignations.* INRS, ED 754.

aux éléments initialement sous tension, présence ou possibilité de montage de manomètre...).

► Consignation sur réseaux d'eau

Pour les interventions sur les installations (tuyauteries, conduites, nourrices, bâches ou ballons...) concevoir les parties concernées de façon qu'elles puissent être isolées en amont et en aval de la zone d'intervention, à l'aide :

- de brides pleines (ces dernières ainsi que les joints d'étanchéité seront fournis et mis en place lors d'une procédure de réception spécifique) ou,
- de deux vannes d'isolement condamnables en position fermée, étanches, avec mise à l'air libre entre ces deux vannes.

2.11.5 Boîtiers test

Pour les équipements nécessitant des opérations de maintenance dans des parties **dangereuses**

sous énergie électrique, des boîtiers de test situés à proximité immédiate des équipements concernés permettront le pilotage à vue. En aucune façon ce fonctionnement en local n'est considéré comme un fonctionnement normal. Il s'agit d'un mode de test d'équipement.

Ces boîtiers test sont câblés directement sur les moteurs. Ils comporteront :

- un commutateur à trois positions : mode distance (pilotage par le superviseur), arrêt (il entraîne l'interruption de l'alimentation : interrupteur omnipolaire), mode local,
- un voyant de défaut.

Dans le cas où plusieurs fonctions seraient attribuées au même moteur (marche avant, marche arrière, petite vitesse, grande vitesse...), quand le commutateur est positionné en mode "test", il reste accroché, permettant au technicien d'appuyer sur le bouton à action maintenue sur la fonction désirée.

2.12 Locaux techniques

2.12.1 Locaux pour machines tournantes (compresseurs, groupes électrogènes)

Prévention du bruit et des vibrations

Ces appareils sont souvent générateurs de bruit et de vibrations. Pour réduire ces nuisances (pour les travailleurs ou pour l'environnement), on choisit les matériels les moins bruyants ; on les implante sur des dispositifs anti-vibratiles ; on étudie des solutions d'encoffrement chaque fois que possible ; on fait appel pour les parois du local et les ouvrants à des matériaux massifs et jointifs ; on traite si nécessaire les murs et plafond du local avec des matériaux absorbants sur lesquels aucun traitement complémentaire ne sera appliqué (peinture...) et on installe des pièges à sons pour les entrées/sorties d'air. Pour s'assurer de l'efficacité et de la pertinence des dispositions retenues, on tiendra compte des temps d'exposition des opérateurs. Aucun poste de travail, permanent ou semi-permanent, ne doit être aménagé dans ce type de local.

Une étude acoustique prévisionnelle permettra de valider la solution à mettre en place.

2.12.2 Ateliers

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. On attachera une attention particulière aux accès, au dimensionnement et aux moyens de manutention en privilégiant les installations fixes.

2.12.3 Local de maintenance des véhicules

Si le local est destiné au réglage ou au dépannage de moteurs thermiques, prévoir un moyen d'évacuation des gaz d'échappement, par exemple à l'aide d'un tube souple raccordé à une ventilation mécanique.

2.12.4 Locaux d'exploitation

Les usines d'eau potable comportent nécessairement un ou des locaux dans lesquels on trouve des sanitaires (lavabo, douches, WC), un laboratoire, un poste de commande, un bureau pour la gestion de la station et un local de stockage du matériel et des outils.

Le local de stockage du matériel et des outils ne communique pas directement avec les autres locaux.

2.12.5 Laboratoire

Le maître d'ouvrage définit si l'usine doit être équipée d'un local affecté aux opérations de laboratoire. Dans le cas contraire, il doit s'assurer d'être desservi par un laboratoire compétent.

Il peut se référer à la brochure INRS ND 2173 « Conception des laboratoires ».



Photo 5 Laboratoire. En présence de polluants spécifiques une sorbonne de laboratoire est impérative.

La surface du laboratoire n'est jamais inférieure à 10 m² et comporte au moins une paillasse d'une longueur minimale de 2 m et d'une largeur de 0,90 m, un lavabo, un réfrigérateur, une douche de sécurité et un lave-œil.

Les murs et les sols sont revêtus d'un revêtement résistant et facilement lavable avec siphon d'évacuation des eaux.

Des systèmes de captage à la source associés à une ventilation efficace assurent l'évacuation des polluants.

2.12.6 Surfaces nécessaires pour la maintenance

Afin de pouvoir stocker le matériel et les matériaux utilisés pour les opérations de maintenance (pièces de rechange, éléments d'échafaudage, matériaux...), prévoir la surface et le volume nécessaires.

L'objectif principal est de pouvoir amener en sécurité, dans leur lieu d'utilisation, les produits ou matériels stockés avec les moyens de maintenance mécanique adaptés. On recherche ainsi la proximité entre les lieux de stockage et les lieux d'utilisation.

Préciser dans le projet :

- les types de stockage (au sol, palettiers...),
- les surfaces en m² nécessaires pour chacun des stockages prévisibles,
- l'emplacement de ces stockages,
- la résistance des sols ou planchers de ces emplacements.

2.13 Bureaux, locaux sociaux, installations sanitaires

Se reporter à la brochure *Conception des lieux et des situations de travail*, INRS, ED 950.

Préconisations spécifiques aux usines d'eau potable (usine, captage et installations intermédiaires) en fonction des phases du processus de traitement

3

3.1 Machines et équipements de travail spécifiques

3.1.1 Vannes, clapets, instruments installés en regard ou chambres enterrées

Prévoir si nécessaire un accès par échelle fixe ou par maillons d'échelle fixés sur la structure avec crosse de maintien à disposition.

Les commandes d'ouverture/fermeture des vannes doivent pouvoir être choisis et conçus à cet effet. Les dimensions de l'ouvrage doivent permettre le démontage du matériel installé.

3.1.2 Pompes en fosse sèche

Privilégier les moyens de levage et de manutention (points d'ancrage, rail...) fixés au-dessus de chaque équipement définis dans l'évaluation des risques et nécessaires pour les équipements d'un poids supérieur à 25 daN.

Prévoir les dispositifs d'isolement et de purge pour chaque pompe (consignation hydraulique).

3.1.3 Équipements immergés (pompes, agitateurs...)

La chaîne ou le câble de manutention et le câble d'alimentation sont accessibles depuis une zone sécurisée. La hauteur sous crochet doit permettre

de passer l'équipement par dessus le garde-corps. L'équipement peut être retiré et remis sur son rail sans que l'opérateur se retrouve à quelque moment que ce soit dans une zone non sécurisée. L'appareil de levage doit permettre l'extraction en une seule manœuvre d'accrochage ou doit être équipé d'un dispositif permettant la reprise.



Photo 6 Rail de manutention placé au-dessus des trappes donnant accès aux pompes immergées.

3.1.4 Vis

Dans le cas de vis en auge fermée et non en charge, prévoir autant que possible une ouverture grillagée (norme EN 294 sur les distances de sécurité et norme de conception des vis convoyeuses H 95-107) placée sous un capot permettant une inspection visuelle directe sans avoir à le démonter et des trappes de débouillage. La vis est asservie à l'ouverture de la trappe.

Un dispositif électrique (verrouillage) et mécanique (système d'emboîtement) en cascade entraîne l'arrêt de la vis lors de l'ouverture des capots.

Prévoir les moyens d'accès et de manutention pour les opérations de contrôle, la maintenance et les éventuels démontages (escalier et passerelle ; rail ou potence avec palan...).

Prévoir l'accès aux trappes de visite le long de la vis (par exemple, vis de transport de chaux) et au motoréducteur.

3.1.5 Pont-racler

Pour prévenir les risques d'écrasement par les galets du pont-racler et de cisaillement par le pont lui-même, il est implanté un bouton d'arrêt d'urgence, situé à proximité de la roue du pont et accessible depuis le sol.

Par conception, le carter du pont-racler ne permet pas l'introduction aisée d'objets ou de personnes (main, pied) sur le chemin de roulement devant et entre les deux galets. Un chasse-pierres est disposé devant le pont et orienté vers l'extérieur du bassin.

On privilégie l'accès au pont mobile par une échelle solidaire embarquée, dont le déploiement a pour effet d'arrêter le pont. Pour prévenir les risques de cisaillement, un dégagement périphérique est prévu autour de l'enveloppe de giration du pont-racler.

Les interventions sur le moteur d'entraînement doivent pouvoir être réalisées depuis une zone sécurisée soit depuis l'extérieur de l'ouvrage, soit depuis une plate-forme de travail au-dessus du bassin.

L'entretien des goulottes est effectué depuis une zone sécurisée permettant d'atteindre la goutte à une distance maximale de 2 m (passerelles, garde-corps...).

Un nettoyage automatique pourra diminuer la fréquence des interventions.

3.1.6 Filtre-presse

Équiper les filtres-presses, qui permettent l'accès manuel aux plateaux, d'une protection contre les écrasements des membres supérieurs par un dispositif de type barrière immatérielle des deux côtés.

Du côté ne nécessitant pas l'accès pour exploitation, on peut envisager la mise en place d'un protecteur mobile interverrouillé.

On implante les filtres-presses de façon que l'on puisse accéder pour les interventions (dégagement minimum de 0,80 m des deux côtés et accessibilité en hauteur pour le débâtissage et l'élingage).

Une zone de dépose est prévue et les moyens de manutention et de transfert sont adaptés.

3.1.7 Filtre à bande

Les filtres doivent être équipés de protecteurs mobiles (grilles...) interverrouillés permettant le nettoyage en marche. Pour les zones à risques de projection d'eau on peut les compléter avec des écrans translucides (verre organique, polycarbonate...).

Les pompes de gavage des boues seront implantées pour permettre un montage/démontage facile (éviter de les positionner sous le bâti du filtre qui les rend généralement inaccessibles).

3.1.8 Filtre à sable, charbon ou autres matériaux granulaires

Les contrôles sous le plancher support du matériau filtrant (rupture de matériel, fuites de sable...) s'effectuent par l'intermédiaire d'une caméra sans intervention humaine.

Toutes les interventions en découlant, notamment le remplacement des crépines, s'effectuent de l'extérieur avec retrait du charbon ou du sable.

Prévoir les moyens de transfert adaptés à ces opérations et à celles du changement du matériau filtrant.

Dans le cas d'une intervention humaine très exceptionnelle sous le filtre, la hauteur recommandée entre le plancher et le fond du filtre est au moins de 800 mm. Cependant, si une évaluation des risques professionnels l'autorise, cette valeur pourra être abaissée à une valeur minimale de 500 mm. Deux trous d'homme (un pour la ventilation et un pour l'opérateur) de diamètre minimal de 800 mm permettent l'accès.

Les dispositions d'accès aux espaces confinés sont applicables.



Photo 7 Vue d'un filtre à sable.

3.2 Stockages d'eaux et de boues dans l'usine d'eau potable

3.2.1 Stockages d'eaux et de boues "liquides", réservoirs enterrés

Les stockages en réservoir et les postes de pompage peuvent présenter des risques de chute et de noyade ainsi que des risques liés aux espaces confinés. Pour réduire ces risques, le concepteur limite les accès à ces zones.

Pour cela il conçoit l'installation et prévoit les moyens à mettre en œuvre pour que dans la mesure du possible :

- tous les organes de commande et de contrôle soient déportés et implantés dans des zones sécurisées ;
- le nettoyage des réservoirs puisse être réalisé sans y accéder.

Pour des opérations exceptionnelles ne pouvant pas être effectuées sans accéder dans l'ouvrage (par exemple, la réfection du cuvelage), le concepteur identifiera, dès la conception, les risques encourus et définira les procédures d'intervention en précisant les moyens à mettre en œuvre.

Les risques de noyade et de chute conduisent aux préconisations suivantes :

- Permettre d'accéder au matériel sans pénétrer dans l'ouvrage. Dans ce but :
 - la vidange gravitaire est privilégiée à chaque fois que possible ;
 - les pompes peuvent être relevables, en fosse sèche ou à amorçage automatique au niveau du sol ;
 - les vannes et clapets sont positionnés hors de la zone en contact avec le produit ;
 - les détecteurs de niveau et autres instruments de mesure sont relevables.
- Faciliter l'aération naturelle de l'ouvrage et la mise en place, si nécessaire, d'une ventilation mécanique :
 - prévoir si possible la dépose de la totalité de la couverture,
 - ou prévoir un tube de ventilation fixe facilitant le raccordement d'une ventilation mobile dans les ouvrages habituellement dénoyés.



Photo 8 Cascade d'eau potable avant distribution dans le réseau.

- Se reporter à la brochure *Les espaces confinés*, INRS, ED 967, à paraître en 2006, dans le cas d'une intervention dans une fosse, un puits, etc.

- Faciliter l'information par la mise en place d'une signalisation rappelant la nécessité de contrôler l'atmosphère avant de pénétrer dans l'ouvrage.

Les postes de relèvement intermédiaires doivent être traités comme le poste de relèvement de l'usine. Ils sont clôturés, éclairés, etc. (voir dans le § 2.4.3 "Couvertures des regards et puits").

La nécessité d'isoler une fosse, une cuve ou un silo pour intervention n'est pas fréquente. Cependant en l'absence de moyens permanents, cette opération peut s'avérer délicate et comporter des risques importants. La mise en place de vannes cadenassables (ou d'autres dispositifs d'isolation) vis-à-vis de l'entrée ou de la sortie de solides et/ou de liquides (y compris lors du chargement par camion) peut donc améliorer les conditions d'intervention. C'est pourquoi cet aspect de la conception ne doit pas être oublié lors de l'élaboration du projet (par exemple, by-pass...).

Il est rappelé de bien identifier les vannes et de les situer hors des circuits de circulation, piétonnière et routière.

Le diamètre des volants ou la longueur des leviers sont dimensionnés pour limiter les efforts de manœuvre.

L'accessibilité directe et les manœuvres de plain-pied sont à privilégier.

Il est prévu systématiquement une gaffe et une bouée avec ligne de jet suffisante. Toutefois, pour les opérations exceptionnelles présentant des risques de chute dans l'eau, l'usage d'un gilet de sauvetage adapté est recommandé.

Les bassins devant être régulièrement curés, il est nécessaire de pouvoir y accéder en sécurité (moyens d'accès, consignation...) et de pouvoir évacuer facilement les déchets.

3.2.2 Stockage des boues sous forme pâteuse et solide

► Stockage en benne ou conteneur

L'aire de stockage de la benne ou du conteneur est adaptée au mode de conditionnement.

Sa surface est plane et horizontale jusqu'à la zone d'enlèvement de la benne

Prévoir une zone de dépose, soit pour la benne vide, soit pour la maintenance des moyens de transfert des boues. On limite, autant que possible, le nombre de manutentions entre la benne pleine et la benne vide.

Les sols sont étudiés pour supporter les engins de chargement.

La collecte et l'évacuation des eaux de lavage et d'égouttures sont prévues.

Un point d'eau se trouve à proximité.

► Stockage sur aire

Les sols doivent permettre un écoulement contrôlé des eaux pluviales (pente et réseau d'égoutture) et l'aire est ceinte d'un muret de contention résistant. Leur résistance est calculée pour supporter les engins de chargement.

► Stockage en silos et trémies

Généralités

Les silos de stockage sont équipés de dispositifs de sécurité et de moyens facilitant l'exploitation tels que :

- une soupape de sécurité contre les surpressions avec rejets extérieurs aux bâtiments ;
- un évent muni d'un système de dépoussiérage pour les pulvérulents ;
- un contrôle de niveau de poids et de température si besoin ;
- des dispositifs facilitant l'écoulement des produits ;
- un accès contrôlé sur le dessus du silo par escaliers ou par échelle à crinoline ;
- des garde-corps réglementaires en toiture ;
- des accès contrôlés aux raccords pompiers pour le remplissage ; par exemple : système de verrouillage à clé.

BIBLIOGRAPHIE

⁽¹⁾ *Les mélanges explosifs 1. Gaz et vapeurs.*

INRS, ED 911.

⁽²⁾ *Guide pour la classification en zones ATEX dans les industries du traitement des eaux,* téléchargeable sur le site du Syndicat national des industries de production d'eaux potables (SIEP) : www.siep.info.

La capacité de stockage est définie de telle manière qu'elle soit supérieure de 20 % à 30 % au volume de livraison prévisible. Une étude préalable avec les distributeurs de produit est donc souhaitable.

Les ouvrages à risque d'explosion (par exemple : stockages d'éthanol, silos de CAP) relèvent des décrets et directives ATEX (atmosphères explosibles)⁽¹⁾⁽²⁾. Les décrets n° 2002-1553 et n° 2002-1554 du 24 décembre 2002, transposition en droit français de la directive 1999/92/CE du 16/12/1999 (Directive ATEX), fixent respectivement

les dispositions applicables aux chefs d'établissements et aux maîtres d'ouvrage pour la prévention des explosions. Ils sont introduits dans le code du travail par les nouveaux articles R. 232-12-23 à R. 232-12-29 et R. 235-4-17 issus des décrets D. 2002-1553 et D. 2002-1554. Les modalités d'application sont définies en particulier par les arrêtés du 8 juillet 2003 et du 28 juillet 2003 relatifs à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosive. Les paragraphes suivants tiennent compte de l'esprit de ces textes.

3.3 Réactifs de traitement

3.3.1 Généralités

► Aire de déchargement et maîtrise des déversements accidentels

En règle générale :

- L'aire de stationnement du véhicule de livraison en position de déchargement est située hors des circulations ;
- Elle est délimitée clairement et dotée d'une signalétique de restriction de circulation en cours de dépotage ;
- Toute disposition doit être prise pour qu'en aucun cas le heurt d'un véhicule ne puisse nuire à la solidité des ouvrages ou à l'intégrité des équipements ;
- L'aire d'évolution des engins de manutention éventuels est incluse dans l'aire de déchargement.

Lorsque la substance est dangereuse pour la santé et la sécurité des opérateurs ou pour l'environnement :

- L'aire de déchargement :
 - est étanche et permet de collecter les déversements accidentels vers une capacité de rétention. Son revêtement est adapté aux substances déchargées ;
 - est munie, le cas échéant, d'un dispositif de vannes permettant d'orienter les fluides collectés soit vers le

réseau pluvial (hors déchargement), soit vers la fosse de rétention (en cours de déchargement).

- La capacité de rétention :
 - présente un volume adapté aux conditions de fonctionnement du poste de déchargement et qui devra permettre de recueillir toutes les fuites susceptibles de se produire ;
 - est équipée d'un dispositif de verrouillage interdisant les déchargements simultanés lorsqu'elle est susceptible de recevoir des substances incompatibles. La consigne relative à la gestion de la fosse est alors affichée clairement au poste de déchargement ;
 - peut être constituée par une fosse toutes eaux aménagée à cet effet.

Lorsque la substance présente des risques d'incendie :

- Les moyens d'extinction adaptés sont mis à disposition sur l'aire de déchargement, et clairement identifiés ;
- Une signalétique d'interdiction de flamme est apposée à tous les accès à la zone.

Lorsqu'en outre la substance présente des risques d'explosion :

- Le "zonage" requis par la réglementation ATEX est réalisé autour du véhicule de livraison et de la capacité de rétention des déversements accidentels à la suite d'une étude spécifique.



Photo 9 Dispositif de dépotage avec rétention.

► Poste de livraison des réactifs liquides en vrac

Les points de raccordement sont disposés à une hauteur comprise entre 0,80 m et 1,20 m. Le déchargement gravitaire ou avec pompe fixe à demeure est privilégié. En tout état de cause, pour les produits corrosifs, le moyen de remplissage est choisi pour éviter tout risque de surpression brutale des cuves et des tuyauteries.

En règle générale, le poste de déchargement comporte :

- un dispositif d'identification des raccords de livraison,
- des vannes d'isolement et de purge de la canalisation de déchargement,
- un point d'eau,
- des arrêts d'urgence à proximité des équipements,
- un dispositif de rinçage de la canalisation du livreur,
- un emplacement pour l'affichage des consignes de déchargement.

Lorsque la substance est dangereuse pour les opérateurs ou pour l'environnement :

- un dispositif de détrompage et de condamnation des raccords de livraison,
- un dispositif de récupération des égouttures et des eaux de lavage de la canalisation du livreur,
- des alarmes de niveau visuelles ou sonores perceptibles depuis le poste de déchargement,
- une douche de sécurité avec lave-œil,

- un dispositif anti-projection des canalisations si elle ne sont pas réalisées en double enveloppe,
- un emplacement pour l'affichage des consignes en cas d'accident.

Lorsque la substance présente des risques d'incendie :

- tous les équipements fixes,
- tous les équipements mobiles, citerne de livraison comprise, sont mis à la terre.

Lorsqu'en outre la substance présente des risques d'explosion :

- le "zonage" requis par la réglementation ATEX est réalisé autour de la canalisation souple et de ses points de raccordement à la suite d'une étude spécifique.

► Stockage

Si la nature et de la quantité des substances stockées le requiert, on se réfère en premier lieu à la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et aux arrêtés types s'y rapportant.

Les dépôts de liquides inflammables sont classés en fonction de la "capacité totale équivalente". Il est indispensable que le maître d'ouvrage s'assure de la catégorie dans laquelle le stockage se situe.

En règle générale :

- Les stockages sont placés de préférence à la périphérie des bâtiments de façon à faciliter le dépotage ;
- L'accès au sommet des cuves ou silos de stockage est sécurisé ;
- Les réservoirs portent en caractères apparents, l'indication de leur contenu et les précautions nécessaires en cas d'intervention (pictogrammes). Une fiche synthétique d'information concernant les produits stockés doit être affichée à proximité ;
- Les réservoirs métalliques sont mis à la terre et reliés au conducteur général de protection.

Lorsqu'il s'agit d'un réactif liquide ou solide dangereux pour les opérateurs ou pour l'environnement :

- Un emplacement est prévu pour l'affichage des consignes de sécurité et la conduite à tenir en cas d'accident.

Lorsqu'il s'agit d'un réactif liquide dangereux pour les opérateurs ou pour l'environnement :

- Le stockage en vrac est associé à une capacité de rétention dont le volume est au moins égal à la plus grande des deux valeurs suivantes :
 - 100 % de la capacité du plus grand réservoir ;
 - 50 % de la capacité totale des réservoirs associés.

■ Le stockage en récipients de capacité inférieure ou égale à 250 litres est associé à une capacité de rétention au moins égale à :

- 20 % de la capacité totale des fûts avec un minimum de 800 litres,

- dans le cas où la somme des capacités des conteneurs stockés n'atteindrait pas 800 litres, la capacité de la rétention est ramenée à cette somme.

■ La capacité de rétention est étanche aux produits qu'elle peut contenir et résiste à l'action physique et chimique des fluides.

■ Les traversées de paroi doivent être évitées ou traitées avec soin, dans les règles de l'art, l'étanchéité doit pouvoir être contrôlée à tout moment.

■ Les réservoirs ou récipients contenant des produits incompatibles ne sont pas associés à une même rétention.

■ Les équipements installés à l'intérieur des bacs de rétention sont limités au minimum. Les manœuvres, les réglages et leur entretien sont possibles depuis l'extérieur des bacs.

■ Un événement est prévu pour permettre l'évacuation des vapeurs de produits chimiques. L'événement débouche à l'extérieur du bâtiment.

■ Les réseaux de vidange et de trop-plein sont distincts pour tenir compte des incompatibilités chimiques (par exemple, acide et eau de javel).

■ Une douche de sécurité et un lave-œil sont placés à proximité de l'installation.

Lorsque la substance présente des risques d'incendie :

■ Les moyens d'extinction adaptés sont mis à disposition sur l'aire de déchargement, et clairement identifiés ;

■ Une signalétique d'interdiction de flamme est apposée à tous les accès à la zone ;

■ La cuvette de rétention passe à 50 % de la capacité totale de stockage pour les dépôts de fûts.

Lorsqu'en outre la substance présente des risques d'explosion :

■ Le "zonage" requis par la réglementation ATEX est réalisé autour des cuves, des bacs de rétention, des événements.

► Cuves de préparation

En règle générale :

■ Les cuves et leurs équipements sont résistants et en matériaux compatibles avec les produits utilisés.

■ Elles sont installées dans des locaux couverts et, si possible, clos.

■ L'accessibilité de plain-pied (avec ajout, si nécessaire, d'un escalier et d'une passerelle) est recherchée pour les opérations d'approvisionnement des trémies et des bacs.

■ La zone d'introduction manuelle des sacs est comprise entre 0,80 et 1,20 m au-dessus du sol et conçue de façon à éviter les risques de chute dans la cuve (utilisation de trémie de déversement, barres antichute...).

■ Une aide à la manutention est à prévoir en tenant compte de la fréquence et du poids à manutentionner (voir § 2.10 "Moyens de manutention"). Un stockage en silo permet d'éviter les manutentions.

■ Les locaux sont ventilés, une douche de sécurité avec lave-œil et un point d'eau pour le lavage sont prévus.

■ Les sols et les murs sont revêtus avec des matériaux résistants et facilement lavables.

■ Des siphons de sols ou des caniveaux permettent l'évacuation des eaux de lavage vers la fosse toutes eaux.

■ Des pictogrammes renseignent sur la nature et les risques des produits préparés.

■ Un emplacement est prévu pour les fiches de poste avec les données de sécurité.

► Systèmes de dosage et de distribution

Les substances dangereuses pour l'environnement et les opérateurs sont, dans la mesure du possible, transférées sous forme diluée pour réduire les risques.

Lorsque des liquides dangereux sont dosés et transférés sous forme concentrée :

■ Les pompes de dosage et de transfert sont équipées d'un dispositif anti-projection individuel permettant de visualiser l'équipement, d'accéder sans risque aux commandes de réglage et autorisant l'intervention sur un équipement sans exposer l'opérateur aux dangers présentés par les autres.

■ Elles sont disposées de telle manière que les égouttures soient collectées (par exemple, au-dessus de la capacité de rétention de la substance transférée).

■ Les canalisations sont réalisées en double enveloppe et éloignées autant que faire se peut des zones de travail et de circulation.

Les substances susceptibles de donner naissance à des atmosphères explosibles (gaz ou poussières) relèvent de la réglementation ATEX. Un "zonage" est réalisé autour des pompes, transporteurs divers et canalisations associées.

BIBLIOGRAPHIE

⁽¹⁾ Fiche toxicologique FT 43, *Ozone*. INRS.

⁽²⁾ Fiche toxicologique FT 51, *Chlore*. INRS.

Autres références :

- Arrêté du 23 juillet 97 relatif au stockage de quantités de chlore supérieures à 18 tonnes.

- Arrêté préfectoral type.

3.3.2 Préconisations relatives à la production, au stockage, au transport et à l'injection de réactifs spécifiques

► Avertissement

Les valeurs moyennes d'exposition (VME) et les valeurs limites d'exposition (VLCT) dans l'air des locaux de travail concernant les produits chimiques ci-dessous sont les valeurs fixées à la date d'élaboration de la brochure : février 2006. (VME : valeur moyenne d'exposition sur huit heures et VLCT : valeur limite d'exposition à court terme sur une durée maximale de quinze minutes).

Pour s'assurer que ces valeurs sont toujours valables et pour avoir des informations complémentaires concernant ces produits chimiques, on pourra consulter les fiches toxicologiques éditées par l'INRS et consultables sur son site internet : www.inrs.fr (rubrique "en un clic", puis "nos bases de données") et la brochure INRS ED 984 concernant les valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France.

► Ozone – O₃⁽¹⁾

L'ozone est un gaz très instable qui se décompose en oxygène dès la température ordinaire. C'est un gaz toxique, mortel à faible dose, et un oxydant puissant. Il a une odeur caractéristique, très piquante.

En tant qu'oxydant, il est incompatible sous sa forme gazeuse avec les produits combustibles tels que le charbon actif ou l'éthanol, qui ne devront pas être stockés ou utilisés à proximité immédiate des ozoneurs. L'ozone est également incompatible avec les matières grasses (dégraissage des tuyauteries avant passage d'ozone).

Dans une usine d'eau potable, l'ozone se retrouve en solution dans l'eau immédiatement après sa production par les ozoneurs. Des résiduels d'ozone peuvent néanmoins se dégager, en particulier avec les événements des réacteurs d'ozonation. Les zones d'évolution des intervenants ne doivent pas être atteintes par le dégazage. L'ozone gazeux non réagi devra être soit détruit (destruction thermique ou catalytique), soit dilué suffisamment dans le cas de faibles quantités ; et l'événement aura son rejet éventuel hors de la zone d'intervention de tout intervenant.

Un détecteur de fuites d'ozone dans l'air ambiant sera prévu dans le local contenant le (ou les) générateur(s) d'ozone. Un tel détecteur pourra aussi être installé dans d'autres locaux, déterminés par l'analyse des risques (voir § 2.1.3), sus-

ceptibles d'être touchés par de telles fuites : local des filtres à charbon, local au-dessus des colonnes de contact ozone...

Les bâtiments où existe un risque de dégagement d'ozone gazeux seront ventilés dans le respect des valeurs limites d'exposition :

- valeur limite d'exposition (VLE) indicative dans l'air des locaux de travail : 0,2 ppm (0,4 mg/m³) ;
- valeur moyenne d'exposition (VME) indicative dans l'air des locaux de travail : 0,1 ppm (0,2 mg/m³).

► Chlore - Cl₂⁽²⁾

Le chlore est un gaz lourd, très toxique et un oxydant puissant, particulièrement corrosif en présence d'humidité.

- Lorsque les conteneurs atteignent une capacité unitaire supérieure ou égale à 60 kg, l'installation est soumise à **autorisation**¹.
- Lorsque les récipients ont une capacité unitaire inférieure à 60 kg et que la quantité susceptible d'être présente est supérieure ou égale à 500 kg, l'installation est soumise à **autorisation**¹. Si la quantité est inférieure à 500 kg et supérieure à 100 kg, l'installation est soumise à **déclaration**¹.

Il convient alors de se reporter, dès la phase de conception, aux prescriptions des arrêtés types correspondants.

Pour les installations non soumises, il est utile de rappeler les principales dispositions usuelles :

- La zone de stockage doit être à l'abri du soleil, des intempéries et dans un endroit aéré.
- Le local de stockage peut être constitué par une armoire grillagée ou une armoire fermée équipée de grilles de ventilation haute et basse ouvertes sur l'extérieur et disposées de manière à limiter les zones mortes.
- Il est exclusivement réservé à cet usage, complètement isolé des locaux d'exploitation, accessible directement depuis l'extérieur et de faible profondeur afin de limiter l'exposition des opérateurs.
- Il est éloigné des zones de circulations principales, des locaux où séjourne habituellement du personnel, et des stockages de matières inflammables.
- Le chemin d'accès ne comporte ni marche ni seuil. Dans le cas contraire, un dispositif est prévu pour la manutention des bouteilles.
- La porte est verrouillable.
- Un emplacement permet d'afficher les consignes de sécurité réglementaires.
- Les bouteilles sont fixées en position d'utilisation verticale (éviter les systèmes à chaîne).
- La présence des installations électriques non nécessaire est proscrite.

1 - Selon la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

BIBLIOGRAPHIE

⁽¹⁾ Arrêté du 8 octobre 1997 relatif, pour les ICPE, à la fabrication, au stockage et à l'emploi du dioxyde de chlore.

⁽²⁾ Fiche toxicologique FT 13, *Chlorure d'hydrogène (acide chlorhydrique)*. INRS.

⁽³⁾ Fiche toxicologique FT 48, *Éthanol*. INRS.

■ Les équipements de chloration, installés hors du local de stockage, privilégient les dispositifs dans lesquels s'établit une pression de gaz inférieure à la pression atmosphérique.

■ Un masque de protection respiratoire adapté est tenu à disposition à proximité des installations.

■ Une douche de sécurité avec rince-œil est disponible à proximité des emplacements où existe un risque d'aspersion par de l'eau de chlore.

■ L'évent aura son rejet éventuel hors de la zone d'intervention de tout intervenant.

■ Valeur limite d'exposition (VLCT) indicative admise dans l'air des locaux de travail : 1 ppm (3 mg/m³).

► Dioxyde de chlore – ClO₂⁽⁴⁾

Le dioxyde de chlore est un produit instable, usuellement préparé sur place à partir de chlore liquide et de chlorite de sodium (NaClO₂ sous forme solide ou en solution) ou à partir d'acide chlorhydrique et de chlorite de sodium.

Aux dangers propres du dioxyde de chlore (les précautions à prendre étant similaires à celles prises pour le chlore), s'ajoutent donc ceux liés aux produits de départ : chlore, chlorite de sodium et chlorure d'hydrogène (acide chlorhydrique)⁽⁵⁾.

■ Valeur limite d'exposition du dioxyde de chlore (VLCT) : 0,3 ppm (0,8 mg/m³) ;

■ Valeur moyenne d'exposition du dioxyde de chlore (VME) : 0,1 ppm (0,3 mg/m³).

► Chlorure d'hydrogène - HCl

En raison de sa grande réactivité, le chlorure d'hydrogène anhydre ou en solutions aqueuses peut être à l'origine de réactions chimiques dangereuses ; en particulier, il réagit violemment avec les oxydants (formation de chlore) et avec les bases (libération de chaleur).

Le stockage du chlorure d'hydrogène est réalisé dans des locaux frais, bien ventilés, à l'abri des rayons solaires et à l'écart de toute source de chaleur ainsi que des matières inflammables et des produits incompatibles tels que les oxydants et les bases.

Le sol des locaux sera étanche et formera une cuvette de rétention.

Le matériel électrique, y compris l'éclairage, sera conforme à la réglementation en vigueur.

■ Valeur limite d'exposition professionnelle réglementaire contraignante (VLCT) : 5 ppm soit 7,6 mg/m³.

► Permanganate de potassium – KMnO₄

Le permanganate de potassium est livré usuellement en petits bidons, sous forme de poudre.

Le permanganate de potassium est un comburant

potentiel en favorisant la combustion d'autres substances, dégageant de l'oxygène en cas d'échauffement, ce qui interdit son stockage en poudre à proximité de produits combustibles comme le charbon actif ou l'éthanol et plus généralement, à cause de ces risques d'incendie et d'explosion, il n'y aura pas de contact avec les substances combustibles et les agents réducteurs.

► Chlorite de sodium – NaClO₂

Le chlorite de sodium est non combustible mais favorise la combustion d'autres substances.

Le stockage est réalisé dans des bâtiments frais, construits en matériaux ininflammables, dont le sol et les parois seront lisses pour permettre un lavage à grandes eaux et où aucune source de chaleur ou d'ignition ne sera admise.

Les substances facilement oxydables, les matières combustibles (telles que charbon actif et éthanol), les acides... ne seront pas stockés dans les mêmes locaux.

En cas d'incendie, l'agent d'extinction est l'eau en grande quantité. Il faut refroidir les récipients voisins exposés au feu en les arrosant avec de l'eau pulvérisée pour éviter l'explosion (ne pas utiliser de dioxyde de carbone).

► Éthanol – CH₃-CH₂-OH⁽⁶⁾

L'éthanol est un produit liquide à température ambiante, facile à vaporiser.

Il est stocké séparément dans des locaux spéciaux, frais, munis d'une ventilation, à l'abri de toute source d'ignition ou de chaleur (rayons solaires, flammes, étincelles...) et à l'écart des produits oxydants.

C'est un produit facilement inflammable, justifiable des dispositions ATEX, et incompatible avec les produits comburants.

Le dépotage et le stockage de l'éthanol doivent tenir compte de son caractère inflammable et explosif (mise à la terre, cuve de rétention, ventilation des locaux, etc.).

Prévoir un détecteur de vapeur d'éthanol dans le local de dosage.

Prévoir un rince-œil et une douche dans les locaux à risque d'aspersion.

■ Application de la nomenclature des ICPE 1430 (liquide inflammable), 1432-2 (stockage de liquide inflammable), 1433-B (emploi des liquides inflammables).

■ Valeur limite d'exposition (VLCT) indicative dans l'air des locaux de travail : 5 000 ppm (9 500 mg/m³).

■ Valeur moyenne d'exposition (VME) indicative dans l'air des locaux de travail : 1 000 ppm (1 900 mg/m³).

BIBLIOGRAPHIE

⁽¹⁾ Fiche toxicologique FT 238, *Dioxyde de carbone*. INRS.

⁽²⁾ Fiche toxicologique FT 41, *Dioxyde de soufre*. INRS.

► Dioxyde de carbone⁽¹⁾ – CO₂

Le principal danger du CO₂ vient de son caractère de gaz asphyxiant incolore et inodore.

Le dioxyde de carbone (CO₂) est usuellement livré à l'usine sous forme de tank liquide avec évaporateur, à stocker en extérieur dans une enceinte grillagée. Le stockage éventuel en bouteilles est réalisé dans des locaux frais et bien ventilés, à l'abri des rayonnements solaires et de toute source de chaleur ou d'ignition (flammes, étincelles...).

Les prescriptions relatives aux zones de stockage s'appliquent aux locaux (local de préparation...) où est utilisé le CO₂ gazeux ; ces locaux sont ventilés.

L'usage de CO₂ en inertage de charbon actif en poudre (CAP) est à éviter du fait de sa toxicité et de la possibilité de dégagement de CO en cas d'échauffement. On lui préférera l'azote gaz neutre.

Valeurs limites d'exposition professionnelle

Aux États-Unis :

- valeur limite d'exposition (VLCT) dans l'air des locaux de travail : 30 000 ppm (54 000 mg/m³) ;
- valeur moyenne d'exposition (VME) dans l'air des locaux de travail : 5 000 ppm (9 000 mg/m³).

En Allemagne :

- valeur moyenne d'exposition (VME) dans l'air des locaux de travail : 5 000 ppm (9 000 mg/m³).

► Dioxyde de soufre⁽²⁾

Le dioxyde de soufre, parfois utilisé en déchloration après désinfection, est un gaz réducteur et toxique.

Le dioxyde de soufre est usuellement livré sous forme liquide en bouteilles. Une solution de SO₂ dans l'eau est réalisée à l'aide d'un sulfitomètre. Les précautions à prendre sont similaires à celles prises pour le chlore, bien qu'il s'agisse d'un gaz beaucoup moins dangereux.

Le stockage est réalisé à l'air libre ou dans des locaux frais, munis d'une ventilation efficace, à l'abri de l'humidité et de toute source d'ignition ou de chaleur et à l'écart des produits incompatibles (oxydants). En aucun cas les récipients ne seront exposés à des températures supérieures à 50 °C.

- Valeur limite d'exposition (VLCT) indicative dans l'air des locaux de travail : 5 ppm (10 mg/m³) ;
- Valeur moyenne d'exposition (VME) indicative dans l'air des locaux de travail : 2 ppm (5 mg/m³).

► Charbon actif en poudre

Le charbon actif en poudre (CAP) est un produit pulvérulent, potentiellement explosif sous forme de nuage, et donc justifiable de la réglementation ATEX. Son caractère inflammable en rend le stockage incompatible avec la présence d'oxydants forts (chlore, oxygène pur, ozone, permanganate de potassium). Le CAP activé à la vapeur, principale qualité utilisée en traitement des eaux d'alimentation, n'est pas considéré comme très inflammable.

Le CAP est utilisé à partir de silo (manutention pneumatique) ou à partir de big-bag (manutention par chariot élévateur). Le transfert du charbon actif par voie humide est à privilégier.

En cas de stockage en big-bag, les sacs double peau étanche, limitant le contact avec l'oxygène, sont préférés dans le cas de stockage important. En cas de stockage en vrac dans un silo, l'air sortant du transporteur pneumatique est filtré (par exemple, sur filtre à manche suivi d'un secouage mécanique) pour éviter les nuages de poussière. La continuité électrique est assurée sur tout le circuit de manutention pneumatique et de stockage.

Les silos de stockage sont équipés de sondes de température, et éventuellement de détecteurs de CO, pour contrôler qu'il n'y a pas d'échauffement ou de début de combustion.

Les pieds supports des silos sont réalisés en matériau incombustible ou protégés pour éviter l'effondrement du silo en cas d'incendie.

L'inertage du silo est effectué à l'azote.

Les surfaces sont réalisées en matériaux faciles à nettoyer pour éviter les accumulations de poussières de charbon.

► Azote – N₂

L'azote est, à température ambiante, un gaz incolore et inodore de masse volumique approximativement identique à celle de l'air (78 % d'azote dans l'air) et non conducteur de l'électricité.

L'inertage du silo de stockage du charbon actif en poudre avec de l'azote nécessite un contrôle du circuit d'alimentation en azote afin de s'assurer de l'absence de fuite venant diminuer le taux d'oxygène dans l'air. Un détecteur de la teneur en oxygène permet, si besoin est, de déclencher une alerte pour l'évacuation des personnes se situant dans la zone. Le taux normal d'oxygène dans l'air est de 21 % (seuil limite pour l'homme : 17 %, perte de conscience : 12 %, arrêt respiratoire et arrêt du cœur : 6 %).

Préconisations spécifiques concernant la distribution de l'eau



4.1 Réservoirs enterrés et châteaux d'eau

4.1.1 Réservoirs enterrés

(voir § 3.2.1 “Stockages d’eaux et de boues “liquides”, réservoirs enterrés”)

4.1.2 Châteaux d'eau

► Généralités

L'emprise sera clôturée avec une hauteur minimale de 2 m.

Les lignes aériennes survolant l'emprise seront, en relation avec les services compétents, largement dégagées ou protégées pour prévenir les risques d'électrocution lors de la réalisation, de l'aménagement, ou de l'exploitation de l'ouvrage.

L'implantation de l'ouvrage sur l'emprise permettra une libre circulation autour du fût afin de faciliter les futures opérations d'entretien (par exemple, circulation d'une nacelle, montage d'un échafaudage, entretien des espaces verts...).

Les réseaux concessionnaires d'alimentation de l'ouvrage seront, de préférence, enterrés et identifiés par un marquage sûr (par exemple, repérage sur le fût et sur la clôture, caniveau couvert...).

Un éclairage extérieur est souhaitable, au moins au droit des points d'éventuelles interventions.

► Accès et aménagements du rez-de-chaussée de l'ouvrage

L'accès au château d'eau est réalisée grâce à une voie d'au moins 2 m de largeur conduisant de l'aire de stationnement à la porte d'entrée. Il est souhaitable que la porte puisse permettre, par un jeu de battants et de charnières, un passage libre d'environ 1,80 m x 2,50 m afin d'autoriser l'introduction

au rez-de-chaussée de moyens de transport de matériels nécessaires à la construction ou l'aménagement puis à l'exploitation.

Les différents organes des machines (pompes, vannes, compteurs, écrans...) seront facilement accessibles. On évitera les installations enterrées, auxquelles il sera préféré, pour lutter contre le risque de gel, la création de locaux cloisonnés à température minimum contrôlée.

► Accès aux parties hautes

À la conception d'un nouveau château d'eau, on retiendra a minima un diamètre de fût suffisant pour permettre le passage d'un escalier en colimaçon et le passage d'un brancard, ou mieux, on étudiera la mise en place d'un escalier à volées.

En fonction de la fréquence des accès dans les parties hautes de l'ouvrage, on prévoira un escalier hélicoïdal en structure autoporteuse ou supporté par la maçonnerie du fût de l'ouvrage. Cette dernière disposition est préférable, car elle permet d'envisager la mise en place de palier de repos disposés en balcon.

Nota : dans le cas d'aménagement d'un ouvrage existant disposant d'une échelle à crinoline, on pourra faire un équipement progressif de l'ouvrage en réalisant un escalier hélicoïdal supporté par la structure et en raccourcissant d'autant la crinoline.

► Aires réservées

Toutes les aires de stockage ou de manutention seront correctement balisées au sol et éventuellement protégées : par exemple, l'aire disponible à l'aplomb du palan de manutention des charges à monter dans les étages.

► Plate-forme sous réservoir

C'est le niveau où débouche l'escalier. Au centre on trouve généralement une trémie aménagée pour le passage des matériels hissés au palan. Lorsque cette trémie est centrée, elle se trouve à l'aplomb de la cheminée d'accès à la cuve, il conviendra alors qu'elle soit obturée lorsque le personnel évoluera au-dessus et on veillera à la mise en place d'une protection périphérique, lorsqu'elle sera ouverte. Le matériel, qui sera alors hissé, devra être réceptionné en toute sécurité. Des zones de stockage sont éventuellement aménagées à ce niveau. Il aura donc été prévu un moyen d'éclairage correct.

En partie centrale de cette plate-forme, on accède au-dessus du réservoir. Cet accès se fait souvent par une échelle à crinoline disposée dans la cheminée centrale de la cuve.

► Accès par le fût au-dessus du bassin

L'accès s'effectue par un escalier jusqu'à la plate-forme au-dessus du réservoir, avec au-delà un escalier en colimaçon ou une échelle munie d'une crinoline ou d'un rail central.

On rappelle que cet accès est exclusivement réservé aux intervenants et qu'il doit être exempt de tout cheminement pouvant entraver le passage (par exemple un faisceau de câbles si le château d'eau est équipé d'émetteur /récepteur pour la téléphonie mobile).

► Accès dans les bassins

Pour l'accès dans les bassins on prévoit l'installation de plates-formes avec garde-corps permet-

tant la mise en place d'équipements amovibles d'aide à la descente en sécurité pour des opérations de nettoyage ou de contrôle visuel par exemple.

► Dôme

Les dispositions correctes prises lors de l'aménagement de la plate-forme au-dessus du bassin facilitent l'équipement de l'accès au dôme. L'idéal est d'installer un escalier hélicoïdal correctement dimensionné débouchant par un édicule en élévation, sur le toit de l'ouvrage.

Tenant compte des équipements à venir et des travaux d'entretien de l'ouvrage, il paraît indispensable de pouvoir évoluer sur cette couverture en toute sécurité avec une protection collective. Le dôme devra donc, suivant la pente, être équipé de revêtement antidérapant en plus d'une protection périphérique contre les chutes de hauteur.

► Éclairage

Tous les lieux d'évolution éventuelle de personnes doivent pouvoir être éclairés. Les niveaux d'éclairage conseillés sont :

- 30 lux pour les circulations extérieures ;
- 75 lux pour les aires de travail extérieures ;
- 100 à 300 lux pour les circulations intérieures ;
- 100 à 300 lux pour les locaux et escaliers ;
- 300 lux pour les ateliers ou les tâches ne nécessitant pas de perception de détails.

Il convient de placer un système d'éclairage de secours adapté aux dispositions constructives de l'édifice.

Index des mots-clés

A

Abord	2.2
Accès aux installations fixes	2.3.1, 2.4.3
Accessibilité des équipements	2.4.3
Accessoires de levage	2.9.5
Acoustique	2.7
Aire de déchargement	3.3.1
Analyse préliminaire des risques	2.1.3
Appareils de levage	2.9
Armoires électriques	2.11.1
Arrêt d'urgence en électricité	2.11.2
Assainissement de l'air et ventilation	2.5
Ateliers	2.12.2
ATEX (atmosphères explosives)	3.2.2
Auto-échauffement de boues séchées	3.2.2

B

Boîtiers test	2.11.5
Bruit	2.7
Bureau (conception et aménagement)	2.13

C

Caillebotis	2.4.3
Charbon actif en poudre	3.3.2
Château d'eau	4.1.2
Chaussées	2.3.4
Chemins piétonniers	2.3.3, 2.4.1
Chlore	3.3.2
Chlorite de sodium	3.3.2
Choix du moyen d'accès	2.4.3
Circuits visiteurs	2.4.1
Circulation (organisation des flux)	2.3
Circulation des camions	2.3.4
Circulation des piétons	2.3.3, 2.4.1
Circulations extérieures aux bâtiments	2.3
Circulations intérieures aux bâtiments	2.4
Clôtures	2.2

Coffrets électriques	2.11.1
Consignation des énergies	2.11.4
Contrôle et épreuves des appareils de levage	2.9.6
Contrôle et épreuves des moyens de manutention	2.10.4
Coordonnateur sécurité et protection de la santé (SPS)	2.1.1
Couvertures des regards et puits	2.4.3
Crue (protection)	2.2
Cuves de préparation	3.3.1

D

Dioxyde de carbone	3.3.2
Dioxyde de chlore	3.3.2
Dioxyde de soufre	3.3.2
Dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage (DIUO)	2.1.1
Douches de sécurité et lave-œil	2.11

E

Échelles fixes	2.4.3
Éclairage artificiel	2.6.2
Éclairage mobile	2.6.3
Éclairage de sécurité	2.6.4
Équipements immergés	3.1.3
Éthanol	3.3.2
Explosion	2.8
Explosion de poussières	3.2.2

F

Filtre à bande	3.1.7
Filtre-presse	3.1.6
Filtre à sable, charbon	3.1.8
Fluides	2.11

G

Garde-corps fixes	2.4.3
-------------------	-------

I

Incendie	2.8
Installations d'éclairage artificiel	2.6.2
Installations électriques	2.11.1
Installations sanitaires	2.13

L

Laboratoire	2.12.5
Lignes électriques	2.2
Local de maintenance des véhicules	2.12.3
Locaux d'exploitation	2.12.4
Locaux pour machines tournantes	2.12.1
Locaux à pollution non spécifique	2.5.2
Locaux à pollution spécifique	2.5.3
Locaux sociaux	2.13
Locaux techniques	2.12

M

Moyens de manutention	2.10
-----------------------	------

O

Ouvertures dans des parois horizontales	2.4.3
Ouvertures dans des parois verticales	2.4.3
Ozone	3.3.2

P

Palans électriques	2.9.2
Palans manuels	2.9.4
Permanganate de potassium	3.3.2
Plan de circulation	2.3.2
Plates-formes élévatrices	2.4.3
Pompes en fosse sèche	3.1.2
Pont-racleur	3.1.5
Ponts-roulants	2.10.2
Poste de livraison des réactifs liquides en vrac	3.3.1
Potences de manutention	2.9.2
Poussières	2.5.3
Protection contre les contacts indirects	2.11.2

R

Rails de manutention	2.10.3
Réactifs de traitement	3.3
Réseau d'eau potable	2.11.3

S

Signalisation de sécurité	2.4.3
Silo à boues	3.2.2
Sols	2.4.4
Stockage d'eaux et de boues liquides	3.2.1
Stockage de chaux pulvérulente en vrac	3.2.2
Stockage des boues sous forme pâteuse et solide	3.2.2
Stockage des graisses et des écumes	3.2.2
Stockage en benne ou conteneur	3.2.2
Stockage en silos, trémies	3.2.2
Stockage sur aire	3.2.2
Stocqueurs de boues séchées	3.2.2
Surfaces de stockage pour la maintenance	2.12.6
Systèmes de dosage et de distribution	3.3.1

T

Tampons, trappes d'accès	2.4.3
Treuil de levage manuels	2.9.3

V

Vannes, clapets	3.1.1
Ventilation (locaux à pollution spécifique)	2.5.3
Vérifications initiales des installations	2.11.2
Vis	3.1.4
Voies de circulation	2.4.2

Z

Zones à risque d'explosion (ATEX)	3.2.2
-----------------------------------	-------

Pour commander les films (en prêt), les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service prévention de votre CRAM ou CGSS.

Services prévention des CRAM

ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)
14 rue Adolphe-Seyboth
BP 10392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13
prevention.documentation@cram-alsace-moselle.fr

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

(68 Haut-Rhin)
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488
68018 Colmar cedex
tél. 03 89 21 62 20
fax 03 89 21 62 21
www.cram-alsace-moselle.fr

AQUITAINE

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

AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
48-50 boulevard Lafayette
63058 Clermont-Ferrand cedex 3
tél. 04 73 42 70 76
fax 04 73 42 70 15
preven.cram@wanadoo.fr

BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs,
39 Jura, 58 Nièvre, 70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
ZAE Cap-Nord
38 rue de Cracovie
21044 Dijon cedex
tél. 03 80 70 51 32
fax 03 80 70 51 73
prevention@cram-bfc.fr

BRETAGNE

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

CENTRE

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

CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
4 rue de la Reynie
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 79 00 64
doc.tapr@cram-centreouest.fr

ÎLE-DE-FRANCE

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

LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)
29 cours Gambetta
34068 Montpellier cedex 2
tél. 04 67 12 95 5
fax 04 67 12 95 56
prevdoc@cram-lr.fr

MIDI-PYRÉNÉES

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

NORD-EST

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

NORD-PICARDIE

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

NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,
61 Orne, 76 Seine-Maritime)
Avenue du Grand-Cours, 2022 X
76028 Rouen cedex
tél. 02 35 03 58 21
fax 02 35 03 58 29
catherine.lefebvre@cram-normandie.fr
dominique.morice@cram-normandie.fr

PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2 place de Bretagne
44932 Nantes cedex 9
tél. 0821 100 110
fax 02 51 82 31 62
prevention@cram-pl.fr

RHÔNE-ALPES

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

SUD-EST

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

Services prévention des CGSS

GUADELOUPE

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

GUYANE

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

LA RÉUNION

4 boulevard Doret
97405 Saint-Denis cedex
tél. 02 62 90 47 00
fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss-reunion.fr

MARTINIQUE

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

Cette brochure présente les préconisations en matière de santé, de sécurité et de conditions de travail pour les personnels des usines d'eau potable. Ces préconisations sont applicables pour des projets de création ou de réaménagement d'usines d'eau potable. Elles peuvent également être utiles pour une évaluation des risques professionnels dans une usine existante.

Ce document est destiné à l'ensemble des personnes et organismes concernés par le projet (donneurs d'ordre, maîtres d'ouvrage, concepteurs, coordonnateurs...) pour intégrer une démarche générale de prévention des risques professionnels au tout début du projet, en phase de définition du cahier des charges.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
30, rue Olivier-Noyer 75680 Paris cedex 14 • Tél. 01 40 44 30 00
Fax 01 40 44 30 99 • Internet : www.inrs.fr • e-mail : info@inrs.fr

Édition INRS ED 960

1^{re} édition (2006) • réimpression juillet 2007 • 3 000 ex. • ISBN 978-2-7389-1490-3