Guide technique

V.-p. Ingénierie et Services
Groupe Équipement
Hydro-Québec

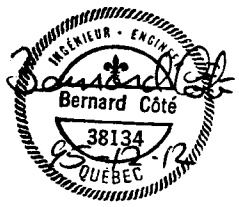
343 P ☐ NP ☒ DM13.1

Projet de construction d'un terminal d'approvisionnement de carburant aéroportuaire à Montréal-Est

6211-16-010

PROTECTION DES POSTES ET CENTRALES CONTRE L' INCENDIE, LES DÉVERSEMENTS D'HUILE ACCIDENTELS ET LES FUITES D'HUILE PROVENANT DES TRANSFORMATEURS ET INDUCTANCES SHUNT

GT-IX-12 DÉCEMBRE 1995



MODIFICATIONS

INDICATIF	DÉTAILS	DATE
	Rédaction du document par Bernard Côté, Postes Répartition-Est,	95-03
	avec la contribution des membres du groupe de coordination «Protection, Incendie et Environnement des postes et centrales», pour la révision du GT-V-13, formé de :	
	Jacques Boyd, service Prévention incendie; Robert Chénier, Contaminants et Substances toxiques; Pierre Chevalier, service Appareillage mécanique; Bernard Côté, Postes Répartition-Est; Tam Chi Duong, service Équipement de production; Mathias Kolos, Postes Répartition-Ouest; Gérard Labelle, service Sécurité des barrages; Christian Lefebvre, service Contaminants et Substances toxiques; Denis Lemelin, Postes Répartition-Ouest; Marie-Claude Lessard, Câbles et Isolants; Jean Lizotte, Gestion des risques et Assurances; Jacques Longpré, service Prévention incendie; Michel Sylvestre, Service Génie civil; Jean-Robert Pierre, Gestion de la Technologie (Responsable du groupe de coordination).	
	Le présent document, GT-IX-12 «Protection des postes et centrales contre l'incendie, les déversements d'huile accidentels et les fuites d'huile provenant des transformateurs et inductances shunt» annule et remplace le guide technique précédent, GT-V-13 (Protection incendie dans les postes). Ce dernier a été totalement modifié pour respecter les critères de protection et de conception environnementale. Les chapitres concernant la conception des ouvrages de protection incendie ont été enrichis, rationalisés et présentés sous une forme pratique. Les principes de base d'inspection, d'entretien des systèmes de protection incendie et de l'environnement de même que des recommandations concernant les mesures d'intervention lors d'accident, sont présentés pour assurer un niveau de performance adéquat des ouvrages.	
	L'ensemble a été traité en tenant compte des derniers développements techniques, dans le domaine, contenus dans les rapports rédigés par les membres du groupe de coordination et cités en références bibliographiques.	

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1.	OBJET	1
2.	DOMAINE D'APPLICATION	1
3.	RÉFÉRENCES	1
4.	DÉFINITIONS	3
5.	BESOINS DE PROTECTION	4
5.1.	Protection passive contre les incendies	4
5.1.1.	Généralités	4
5.1.2.	Éloignement des appareils	5
5.1.3.	Bassins de récupération	5
5.1.4.	Murs coupe-feu	5
5.1.5.	Appareils à l'intérieur d'un bâtiment ou d'une galerie souterraine	6
5.2.	Protection incendie active	6
5.2.1.	Généralités	6
5.2.2.	Approvisionnement en eau	6
5.2.3.	Système d'extinction automatique	7
5.2.4.	Système eau-mousse	7
5.2.5.	Facteurs compensatoires à la protection active	7
5.3.	Protection de l'environnement	8
5.3.1.	Généralités	8
5.3.2.	Bassins de récupération	9
5.3.3.	Séparateur	9
6.	CONCEPTION DES SYSTÈMES DE PROTECTION PASSIVE	9
6.1.	Données pour la conception	9
6.2.	Bassins de récupération	10
6.2.1.	Bassins de récupération rigides	10
6.2.1.1.	Murs du bassin de récupération	11
6.2.1.2.	Dalle du bassin de récupération	11
6.2.1.3.	Gravier et coupe-flamme	12
6.2.1.4.	Dispositif d'installation des appareils	12
6.2.1.5.	Canalisations	12
6.2.2.	Bassins de récupération flexibles	13
6.3.	Séparateur	13
6.3.1.	Dimensionnement du séparateur	14
6.3.1.1.	Débit à considérer	14
6.3.1.2.	Dimensionnement selon API 421	15

6.3.1.3. Dimensionnement selon le temps de rétention 18
6.3.1.4. Dimensionnement selon le volume de l'appareil 18
6.3.2. Conception 18
6.3.3. Chauffage du séparateur 18
6.3.4. Construction du séparateur 19
6.4. Mur coupe-feu 19
6.4.1. Dimensions 19
6.4.2. Conception du mur coupe-feu 20
6.5. Système de drainage 20

7. CONCEPTION DES SYSTÈMES DE PROTECTION ACTIVE 21

7.1. Généralités 21
7.2. Réseaux de bornes-fontaines 21
7.2.1. Réseau à sec 22
7.2.2. Réseau sous eau 24
7.3. Système de gicleurs 25
7.4. Système à vaporisation d'eau 26
7.5. Alimentation en eau 27
7.5.1. Généralités 27
7.5.2. Réservoir 27
7.5.3. Pompage 28
7.6. Alimentation électrique, commande et détection 28

8. MODIFICATIONS AUX SÉPARATEURS EXISTANTS 28

8.1. Séparateurs à clapets 28
8.2. Séparateurs à deux compartiments 28
8.3. Séparateur de performance inadéquate 29

9. INSPECTION ET ENTRETIEN DES SYSTÈMES DE PROTECTION INCENDIE 29

10. INSPECTION ET ENTRETIEN DES SYSTÈMES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT 30

11. INTERVENTION LORS D' INCENDIE OU DE DÉVERSEMENT 30

ANNEXE A. COMMANDE ET DÉTECTION 33

A.1. Système à eau 33
A.2. Système à eau-mousse 34
A.3. Alimentation électrique pour système d'incendie 34

ANNEXE B. BESOINS DE PROTECTION 37

ANNEXE C. CROQUIS 39

ANNEXE D. LISTE DES DESSINS DE RÉFÉRENCE 44

ANNEXE E. EXEMPLES DE CALCUL 45

E.1. Exemple 1 45
E.2. Exemple 2 47

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 49

LISTE DES FIGURES

Page

Figure B.1 BESOINS DE PROTECTION INCENDIE ET DE L'ENVIRONNEMENT DES APPAREILS 37

Figure B.2 BESOINS DE PROTECTION DES BÂTIMENTS À PROXIMITÉ DES APPAREILS 38

Figure C.1 ARRANGEMENT TYPE DES BASSINS RIGIDES POUR APPAREILS MONOPHASÉS 735 kV 39

Figure C.2 ARRANGEMENT TYPE DES BASSINS RIGIDES POUR APPAREILS 120 kV À 315 kV AVEC SÉPARATEUR INTÉGRÉ 40

Figure C.3 ARRANGEMENT TYPE DES BASSINS RIGIDES 120 kV ET PLUS AVEC SÉPARATEUR INDÉPENDANT 41

Figure C.4 ARRANGEMENT TYPE DES BASSINS FLEXIBLES 120 kV ET 161 kV 42

Figure C.5 PRINCIPE DE SÉPARATION GRAVITAIRE 43

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 5.1 DISTANCES MINIMALES ENTRE LES APPAREILS ET LES BÂTIMENTS 5

Tableau 5.2 FACTEUR DE CORRECTION DÛ A LA TURBULENCE 17

1. OBJET

Le présent guide technique établit les exigences en matière de protection incendie et de protection de l'environnement contre les déversements et les fuites d'huile dans les postes et centrales. Il fournit aussi les règles de conception des ouvrages de protection environnementale et de protection contre l'incendie.

2. DOMAINE D'APPLICATION

Le présent guide technique s'applique aux transformateurs et inductances «shunt» d'une tension de 120 kV ou plus et contenant au moins 9000 litres d'huile isolante, installés dans les postes et les centrales. Pour les tensions inférieures à 120 kV ou pour les volumes inférieures à 9000 litres, il s'appliquera lorsqu'une évaluation basée sur la sensibilité du site le recommande.

Dans les centrales hydro-électriques, il s'applique également aux systèmes de récupération des huiles hydrauliques et lubrifiantes.

Les exigences de ce guide s'appliquent pour les nouvelles installations, les additions et dans les cas de modifications majeures. Il n'est toutefois pas rétroactif aux ouvrages existants à moins qu'une évaluation environnementale ou une étude de la vulnérabilité aux incendies du site l'exige.

Ce guide ne s'applique pas aux aires d'entreposage de carburant qui doivent plutôt être conformes aux Règlements sur les Produits Pétroliers. De la même façon, il ne s'applique pas aux systèmes de protection incendie des bâtiments des postes ou des centrales.

3. RÉFÉRENCES

Références Hydro-Québec (HQ)

Drainage de surface, GT-IX-2

Fourniture et mise en oeuvre du béton, SN-30.2

American Concrete Institute (ACI)

Environmental Engineering Concrete Structures, 350R-1989.

Guide to Joint Sealing for Concrete Structures, 504R-1990.

State-of-the-Art Report on Fiber Reinforced Concrete, 544.1R-1982.

Guide for Specifying, Proportioning, Mixing, Placing, and Finishing Steel Fiber Reinforced Concrete, 544.3R-1993.

Design Considerations for Steel Fiber Reinforced Concrete, 544.4R-1988.

American Petroleum Institute (API)

Monographs on Refinery Environmental Control - Management of Water Discharges, Design and Operation of Oil-Water Separators, API publication 421 - first edition, February 1990

American Water Works Association (AWWA)

Installation of Ductile-Iron Water Mains and Their Appurtenances, C600-1993.

Polyvinyl Chloride (PVC) Pressure Pipe, 4 Inch Through 12 Inch for Water Distribution, C900-1989.

Installation, Field Testing and Maintenance of Fire Hydrants, Manual M17.

PVC Pipe - Design and Installation, Manual M23.

Association canadienne de normalisation (ACNOR)

Calcul des ponts-routes, S6-1988.

Bureau de normalisation du Québec (BNQ)

Travaux de construction : clauses techniques générales : conduites d'eau et égoûts, 1809-300-1987.

Conseil national de recherches du Canada (CNRC)

Code National de prévention des incendies du Canada 1990, 1990.

Code National du bâtiment du Canada 1990, 1990.

Supplément du Code National du bâtiment du Canada 1990, 1990.

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

IEEE Guide for Substation Fire Protection, 979-1984.

National Fire Protection Association (NFPA)

Recommended Practice for Fire Protection for Hydroelectric Generating Plants, 851-1992.

Portable Fire Extinguishers, 10-1990.

Low Expansion Foam, 11-1994.

Installation of Sprinkler Systems, 13-1994.

Installation of Standpipe and Hose Systems, 14-1993.

Water Spray Fixed Systems for Fire Protection, 15-1990.

Deluge Foam - Water Sprinkler and Spray Systems, 16-1991.

Installation of Centrifugal Fire Pumps, 20-1993.

Water Tanks for Private Fire Protection, 22-1993.

Private Fire Service Mains and Their Appurtenances, 24-1992.

Stationary Combustion Engines and Gas Turbines, 37-1990.

Protective Signaling Systems, 72-1993.

Automatic Fire Detectors, 72E.

Smoke Control Systems, 92A-1993.

Smoke and Heat Venting, 204M-1991.

Fire Flow Testing and Marking of Hydrants, 291-1988.

Québec, Éditeur officiel du Québec

Projet de règlement sur les effluents liquides,(R-300)

Règlement sur les appareils sous presssion, 1993.

Règlement sur les établissements industriels et commerciaux, 3-2.1, r.9, 1993.

Règlement sur les produits pétroliers, 1991, U-1.1, r.1.

Québec, Ministère des Transports

Cahier des charges et devis généraux, 1993 (CCDG).

4. DÉFINITIONS

Appareil : transformateurs et inductances shunt, contenant plus de 9000 litres d'huile et d'une tension d'au moins 120 kV.

Appareil de relève : appareil installé sur la fondation où il pourra être raccordé et mis en service.

Appareil de réserve : appareil non raccordé électriquement, entreposé dans un poste pour être éventuellement déplacé et exploité à la place d'un appareil défectueux.

Appareil redondant : appareil en duplication et opérationnel.

Bassin de récupération : ouvrage de confinement construit autour d'un appareil visant à recueillir un déversement d'huile ou une fuite et à les diriger vers un séparateur.

Condition normale d'exploitation : condition rencontrée lorsque le système de récupération extérieur collecte l'eau de pluie contaminée par une fuite ou tout autre forme de contamination antérieure et sépare l'huile de l'eau. Dans une centrale, l'exploitation de celle-ci représente la condition normale d'exploitation du système de récupération.

Déversement : écoulement d'huile majeur provenant d'un appareil suite à un bris ou une erreur de manoeuvre ou manipulation de ce dernier.

Eau claire : Eau sans possibilité de contamination.

Eau huileuse : Eau contaminée ou avec possibilité de contamination par l'huile ou les graisses.

Fuite d'huile : écoulement mineur d'huile.

Modification majeure : travaux dans le poste exigeants une mise hors tension prolongée de l'appareil. Le remplacement d'un appareil est aussi une modification majeure si les caractéristiques du nouvel appareil compromettent le fonctionnement des ouvrages de protection existants.

Protection active : pour ce guide, ensemble de tous les moyens fixes, semi-portatifs ou portatifs de contrôle et d'extinction par arrosage, nécessitant ou non l'intervention humaine.

Protection passive : ensemble des ouvrages de protection fixes permettant de limiter l'étendue d'incendie sans aucune intervention humaine, mécanique ou autre.

Séparateur : ouvrage de rétention servant à séparer l'huile de l'eau et à contenir l'huile ainsi séparée. Il joue aussi le rôle de récupérateur d'huile en cas de déversement.

Système de récupération : ensemble d'un ou de plusieurs bassins de récupération raccordés à un séparateur.

5. BESOINS DE PROTECTION

Les déversements avec ou sans incendie sont des événements rares. Le taux d'incident est aussi faible que 0,0012 par appareil par an pour le 120 kV et augmente jusqu'à environ 0,0047 pour les appareils 735 kV (réf. biblio. 8). La fréquence des fuites est, par contre plus élevée, d'où la nécessité d'une protection de l'environnement contre ces risques. Les exigences de protection énoncées dans cet article visent à réduire des risques différents à l'aide d'ouvrages de protection souvent communs.

Les appareils de relève et les appareils redondants sont soumis aux exigences du présent guide. Sauf indication contraire à l'article 5.3.2, les appareils de réserve n'exigent pas de mesures de protection.

L'article 5 établit les besoins de protection. Les articles 6 et 7 décrivent les méthodes ainsi que les détails de conception. L'annexe B résume les besoins de protection et permet une référence rapide.

5.1. Protection passive contre les incendies

5.1.1. Généralités

La protection passive contre les incendies s'effectue principalement par l'éloignement des appareils, par l'installation de bassins de récupération d'huile et par l'installation de murs coupe-feu. Le respect des distances d'éloignement entre appareils et bâtiments, à l'étape d'avant-projet, peut amener à des économies substantielles dans l'utilisation de ces systèmes.

5.1.2. Éloignement des appareils

L'éloignement des appareils entre eux ou entre ces derniers et un bâtiment constitue la première mesure de protection passive. Cette mesure vise à diminuer l'effet radiant et à faciliter l'intervention lors d'un incendie. La distance minimale doit être mesurée entre la cuve d'un appareil et la partie la plus rapprochée de l'appareil voisin (radiateur, conservateur, etc.). Ces distances sont indiquées au tableau 5.1. En deçà de ces distances, des mesures de protection additionnelles sont requises.

Tableau 5.1 DISTANCES MINIMALES ENTRE LES APPAREILS ET LES BÂTIMENTS

TENSION	DISTANCE ENTRE APPAREILS	DISTANCE D'UN BÂTIMENT DONT LES MATÉRIAUX DES SURFACES EXPOSÉES SONT COMBUSTIBLES	DISTANCE D'UN BÂTIMENT DONT LES MATÉRIAUX DES SURFACES EXPOSÉES SONT RÉSISTANTS AU FEU (2 heures et plus)
120 kV et 161 kV	9 m	15 m	6 m
230 kV à 735 kV	15 m	15 m	6 m

Comme ces distances sont les minimums permis et que la dimension des appareils varie d'un fabricant à l'autre, il peut être avantageux de garder une marge additionelle.

5.1.3. Bassins de récupération

Les bassins de récupération, pour fin de protection incendie, sont requis autour des appareils à 230kV et plus. Ils sont de type rigide et conçus pour résister à un incendie sans nécessiter une reconstruction.

Le bassin de récupération empêche l'huile de se répandre jusqu'aux appareils voisins et d'amorcer un incendie en chaîne. Il permet aussi d'étouffer l'incendie par privation d'air sous une couche de gravier coupe-flamme. Selon les statistiques des rapports d'activité 2e et 2f (réf. biblio. 8), ces ouvrages de protection incendie permettent de réduire considérablement les pertes financières dues à l'incendie d'un appareil. On notera cependant que l'appareil lui-même subit souvent des dommages importants et qu'il peut même être entièrement détruit.

Pour les installations à l'extérieur, il n'est pas nécessaire d'installer de bassin de récupération rigide pour la protection incendie dans le cas des tensions de 120 kV et 161 kV. Le bassin de récupération recommandé pour la protection de l'environnement suffit (voir 5.3.2). Cependant pour les appareils à l'intérieur d'un bâtiment ou d'une galerie souterraine, l'article 5.1.5 s'applique.

5.1.4. Murs coupe-feu

Lorsqu'on ne peut respecter les distances indiquées au tableau 5.1, on doit installer un mur coupe-feu entre les appareils monophasés ou triphasés.

Il est préférable et plus économique d'implanter un appareil à distance d'un bâtiment principal. Lorsqu'un appareil est implanté à moins de 15 m d'un bâtiment mais à plus de 6 m, la résistance au feu du mur ou de ses parties exposées du bâtiment doit être de deux heures ou plus. S'il est implanté à moins de 6 m, le mur doit offrir une résistance de trois heures. La nécessité d'installer des systèmes d'extinction automatiques doit être évaluée avec le service Prévention Incendie d'Hydro-Québec selon la procédure de l'article 5.2.5. On déterminera alors si la combinaison de divers facteurs techniques peut remplacer l'installation de systèmes d'extinction automatiques.

5.1.5. Appareils à l'intérieur d'un bâtiment ou d'une galerie souterraine

L'utilisation d'appareils à gros volume d'huile est strictement réglementée dans les codes et obligations légales. L'installation doit répondre aux exigences pour les chambres d'équipement électrique, du Code National du bâtiment du Canada 1990. De plus, la norme NFPA 851 s'applique même pour des volumes inférieurs aux appareils visés dans le domaine d'application. Les appareils doivent être séparés par des murs coupe-feu d'une résistance au feu de trois heures. Ils doivent être entourés de bassins de récupération et munis d'un système d'extinction automatique selon l'article 5.2.3 du présent guide.

Il est nécessaire d'évaluer les besoins quant à la compartimentation, la ventilation, l'extraction des fumées et l'évacuation du personnel.

5.2. Protection incendie active

5.2.1. Généralités

On installe des équipements de protection active pour contrôler l'incendie et éviter sa propagation en attendant l'arrivée des intervenants. Ensuite l'objectif est d'offrir aux intervenants un moyen efficace de combattre l'incendie. Ces équipements peuvent comprendre : les réseaux de bornes-fontaines, les systèmes d'extinction automatiques à l'eau et à l'eau-mousse, etc. On doit aussi prévoir les accès pour permettre une intervention manuelle adéquate.

Les coûts impliqués par l'installation d'une protection active sont toutefois très importants (réf. biblio. 5 et 9). De plus, ces systèmes nécessitent un entretien régulier pour demeurer en état de fonctionner. Ceci entraîne des coûts supplémentaires à considérer lors du choix du système de protection.

On doit limiter l'installation de ces systèmes aux endroits où les autres types de protection ne sont pas applicables et où ils sont vraiment nécessaires.

L'ensemble des facteurs qui influencent la vulnérabilité et le potentiel de protection des lieux devrait être analysé de façon pluridisciplinaire suivant l'article 5.2.5.

5.2.2. Approvisionnement en eau

Dans les postes 315 kV et 735 kV, il faut prévoir une source d'approvisionnement d'eau suffisante. Pour l'intervention manuelle, le réseau d'eau public ou le transport d'eau effectué par les services d'incendie doit fournir un débit et un volume d'eau suffisant. Pour le système d'extinction automatique, le réseau d'eau public ou une installation autonome doit fournir le débit et le volume d'eau requis.

Un lac, un cours d'eau ou un puits peut être une source d'approvisionnement adéquate dans certains cas.

Lorsqu'un appareil est situé près d'une centrale ou sur le toit de celle-ci, on doit prévoir à proximité une alimentation en eau pour une intervention manuelle. Une attention particulière doit être apportée à l'accès pour permettre aux intervenants d'approcher le foyer d'incendie d'une façon sécuritaire, surtout pour les installations souterraines où les risques d'avoir les accès bloqués sont élevés.

5.2.3. Système d'extinction automatique

Les systèmes d'extinction automatiques s'utilisent seulement lorsque :

- pour les appareils extérieurs, la distance d'éloignement entre eux ou entre l'appareil et le bâtiment, est insuffisante et on ne peut installer de mur coupe-feu;
- la distance de l'appareil au bâtiment et le critère de résistance au feu du bâtiment ne sont pas respectés;
- l'appareil est situé dans un bâtiment ou dans une galerie;
- l'appareil est sur un bâtiment (toit d'une centrale par exemple) et il présente un risque pour ses occupants ou pour la sécurité de l'installation.

Le système peut être à l'eau ou à l'eau-mousse.

5.2.4. Système eau-mousse

On installe de préférence un système eau-mousse lorsque l'approvisionnement en eau est limité. Les besoins en concentré de mousse requis pour le système d'extinction automatique sont établis en fonction du débit et de la durée d'arrosage (voir article 7.3). Les besoins en concentré de mousse extinctrice pour l'intervention manuelle sont déterminés par le service Prévention incendie d'Hydro-Québec lors de rencontres avec les services incendie ou les intervenants d'Hydro-Québec. Les récipients de concentré de mousse doivent être entreposés dans un local chauffé. Le projeteur doit prévoir les espaces nécessaires.

Les essais sur les mélanges eau-huile-mousse ont démontré que l'utilisation de mousse n'a aucun effet négatif sur la séparation de l'huile (réf. biblio. 25).

Le concentré de mousse à utiliser est de type AFFF 3%.

5.2.5. Facteurs compensatoires à la protection active

L'évaluation des facteurs qui influencent la vulnérabilité et le potentiel de protection des lieux lors d'un incendie est nécessaire lorsque les distances d'éloignement entre les appareils à gros volume d'huile et les bâtiments ne peuvent être respectées.

Dès l'étude d'avant-projet, cette évaluation permet de préciser si la combinaison de divers facteurs techniques peuvent compenser l'installation de systèmes d'extinction automatiques sans augmenter la vulnérabilité des lieux ni entraîner des coûts plus élevés. Celle-ci est réalisée par une équipe pluridisciplinaire, composée des concepteurs de projet, des ressources désignées de la normalisation à PT et en Prévention incendie à Hydro-Québec dans le but de conseiller les concepteurs.

Chacun des facteurs qui suit, est analysé concrètement par l'équipe après la cueillette des données essentielles.

CONCEPTEURS	SERVICE PRÉVENTION INCENDIE H.Q.
Résistance au feu des murs	Aire d'intervention
Intégrité structurale	Distance des services incendie
Compartimentation et ouverture non protégée	Temps de réponse des services incendie et/ou des intervenants qualifiés
Type de bassin de récupération	Disponibilité des intervenants
Accès à l'aire d'implantation des appareils	Équipement d'intervention
Gardiennage et automatismes	Plan d'urgence
Temps moyen de réponse des opérateurs	Plan d'intervention
Alimentation en eau (distribution)	Approvisionnement en eau (source)
	Entraide

5.3. Protection de l'environnement

5.3.1. Généralités

Lors de déversements, les systèmes de récupération d'huile (bassins de récupération et séparateurs) ont protégé l'environnement et ont réduit les coûts d'intervention et de décontamination là où ils étaient utilisés (réf. biblio. 8). Dans la plupart des cas de déversement, la quasi-totalité de l'huile a été récupérée dans le séparateur. Le reste a pu être nettoyé à des coûts raisonnables.

En condition normale d'exploitation, la législation provinciale impose des limites de rejet pour un échantillon instantané de 15 ppm, soit 15 mg d'huile par litre d'eau évacuée, dans un égout pluvial ou un fossé. La limite est moins sévère, soit 30 ppm, lorsque l'effluent est dirigé vers un égout sanitaire. Toutefois, les concepts proposés visent à rencontrer la plus sévère des deux limites. Les règlements municipaux imposent ordinairement la même limite (réf. biblio. 4). Les séparateurs de postes et de postes de centrales doivent respecter cette exigence, car ils ne fonctionnent pas en continu.

Dans les centrales, les possibilités de récupération sont très limitées une fois que l'huile a atteint la rivière. De plus, l'apport d'eau huileuse est continu. La réglementation proposée impose alors une limite de 10 ppm pour un échantillon composé sur 24 heures.

5.3.2. Bassins de récupération

Le bassin de récupération permet de recueillir l'huile provenant des appareils et de la diriger vers un séparateur.

Pour les besoins de protection de l'environnement, on doit installer des bassins de récupération pour les appareils de plus de 9000 litres pour les tensions de 120 kV et plus. Les études d'impact environnemental peuvent recommander l'installation de bassins de récupération pour des tensions ou des volumes inférieurs.

Pour les tensions de 161 kV ou moins, les bassins de récupération peuvent être de type flexible vu le risque réduit d'incendie majeur. Toutefois, ceux-ci n'ont pas la capacité de supporter les murs coupe-son ou coupe-feu. Aussi, lorsque ces murs sont requis, on prévoit des bassins de récupération rigides comme ceux utilisés pour la protection incendie.

Une évaluation environnementale basée sur la sensibilité et la vulnérabilité du milieu ainsi que sur la fréquence d'utilisation du site, peut recommander l'utilisation de bassins de récupération pour les appareils de réserve. Dans ces cas, on peut utiliser des bassins de récupération flexibles peu importe le niveau de tension.

Dans les centrales, on utilise toujours des bassins de récupération rigides.

5.3.3. Séparateur

Lorsqu'on installe des bassins de récupération dans un poste, on doit toujours les raccorder à un séparateur pour évacuer l'eau de pluie.

Pour les appareils dans les centrales et à l'intérieur des bâtiments, le séparateur est requis lorsqu'on utilise des systèmes de protection active qui impliquent l'utilisation de quantité importante d'eau. Un séparateur est aussi requis pour séparer l'huile provenant des différentes sources de la centrale telles les servomoteurs, les réservoirs oléopneumatiques ainsi que l'huile provenant des appareils, soit les transformateurs ou les inductances.

6. CONCEPTION DES SYSTÈMES DE PROTECTION PASSIVE

La conception de ces systèmes doit rencontrer les exigences légales et les besoins d'Hydro-Québec tout en tenant compte de l'aspect financier de ces ouvrages.

6.1. Données pour la conception

Les données de base pour la conception des ouvrages de protection sont: le volume d'huile de l'appareil, ses dimensions, le débit d'eau et l'arrangement des différents éléments et composantes du système. On doit prévoir les installations de façon à pouvoir répondre aux besoins à l'étape ultime sans avoir à démolir ou à refaire.

Pour permettre une certaine interchangeabilité des équipements, le projeteur doit considérer le plus gros appareil **probable** pour le niveau de tension, la puissance et le type du poste. Le volume de certains appareils peut varier du simple au triple dans les pires cas. Il n'est donc pas économique de considérer systématiquement le plus gros appareil existant. La banque de données du système gestion du matériel (GM) ou celle du rapport des activités 2a, 2b et 2d (réf. biblio. 6) donne des informations sur le volume des appareils en réseau. Une compilation des données est présentée dans le rapport d'activités 5 (réf. biblio. 14). Le choix doit considérer le coût du risque de devoir modifier une installation à l'occasion par rapport aux coûts d'un surdimensionnement de plusieurs ouvrages.

Le débit d'eau peut comprendre l'eau de pluie, l'eau d'arrosage automatique, l'arrosage des pompiers, etc. Le débit d'arrosage automatique est établi à l'article 7.3 du guide. Les pompiers peuvent intervenir efficacement avec un débit de 40 litres par seconde. Le système d'extinction automatique n'est alors plus en fonction.

Dans les centrales, il comprend aussi les eaux d'infiltration, l'eau des drains de plancher, l'eau des puits de turbines, etc. On doit éviter de mélanger les affluents et devoir ainsi traiter de grandes quantités d'eau. L'eau non souillée comme celle provenant des infiltrations est directement retournée à la rivière. Les fuites d'huile, non mélangées à l'eau, doivent être dirigées vers le réservoir des huiles usées. On doit éviter l'utilisation d'hydro-éjecteurs pour pomper les eaux huileuses.

Pour la conception de nouvelles centrales, on utilise, de préférence, un séparateur différent pour les bassins de récupération de transformateurs et pour les eaux huileuses de la centrale. Dans les cas de modification à une centrale existante, on peut utiliser un seul séparateur à condition qu'il soit conçu pour les différents types d'affluent et les différentes conditions de débit. On devra aussi prévoir que les besoins d'entretien peuvent différer selon la composition des affluents.

L'huile isolante considérée pour les transformateurs et inductances des postes et des centrales a une densité relative de 0,86. Selon les indications du fournisseur, elle peut atteindre un point d'ébullition de 229^{o} C à 444^{o} C. Toutefois, elle est partiellement refroidie par l'inertie thermique des ouvrages de protection. Ces derniers doivent résister aux températures auxquelles ils seront exposés.

6.2. Bassins de récupération

Les bassins de récupération servent à capter l'huile et à la diriger vers le séparateur. En opération normale, ils n'ont pas à contenir de liquide en permanence. En cas de déversement, ils peuvent contenir de l'huile et de l'eau le temps qu'elles se drainent vers le séparateur.

6.2.1. Bassins de récupération rigides

Les dimensions intérieures des bassins de récupération rigides sont établies en fonction de l'encombrement de l'appareil. La face intérieure du mur doit être à au moins deux mètres des parties de l'appareil contenant de l'huile. On mesure ces distances sur la projection horizontale de l'appareil.

Le volume du bassin de récupération et par conséquent sa profondeur sont établis pour contenir tout le volume d'huile de l'appareil dans les vides du gravier sous le coupe-flamme de l'article 6.2.1.3.

Afin d'obtenir le volume de récupération nécessaire du bassin de récupération, on peut, pour les appareils monophasés ou triphasés de très grand volume, relier plusieurs bassins de récupération par des ouvertures ou des conduites souterraines. La dimension de ces ouvertures doit permettre un écoulement rapide vers les autres bassins de récupération de façon à ne pas compromettre l'efficacité du coupe-flamme ni provoquer un déversement. Les ouvertures doivent être localisées sous le coupe-flamme.

Les mêmes prescriptions s'appliquent pour les appareils dans ou sur les centrales. Le muret doit excéder le niveau du gravier de 300 mm comme dans les postes.

6.2.1.1. Murs du bassin de récupération

Les murets des bassins de récupération doivent être étanches. Ils doivent donc être conçus pour résister aux charges d'utilisation telles que la poussée des terres, la poussée hydrostatique et le poids du transformateur ou inductance selon la méthode d'installation. Il faut également tenir compte du poids et des charges de renversement créés par le mur coupe-feu ou le mur coupe-son. La norme CAN/CSA-S6 «Calculs des ponts-routes» donne des indications utiles concernant ces sollicitations.

Selon la longueur du muret, des joints de construction ou des joints de retrait peuvent y être inclus. Des indications sur les espacements des joints de retrait en fonction de l'armature longitudinale sont données dans la norme ACI 350R. Même si les indications de cette norme sont suivies, des fissures de température ou autres peuvent parfois se produire, surtout dans la partie supérieure du mur. Il est donc justifié de prévoir un surplus d'armature au haut du mur, tel qu'indiqué aux dessins, ou même des joints de retrait plus rapprochés.

Lorsque le concepteur utilise des joints de retrait, il doit s'assurer que la fissure se produira bien au joint. On doit aussi sceller le dessus du joint pour empêcher l'infiltration d'eau. On peut ainsi éliminer ou limiter les dommages dus au gel-dégel. Plusieurs concepts de joint de retrait et de construction sont fournis à la norme ACI 504R. Un joint de construction peut remplacer un joint de retrait.

6.2.1.2. Dalle du bassin de récupération

La dalle étant le lit du bassin de récupération d'huile, il est essentiel que celle-ci soit conçue de façon à contrôler la fissuration. Selon la méthode d'installation des appareils, elle devra être conçue pour supporter leur poids. Elle doit diriger l'huile avec une pente d'environ 0,5% vers la sortie du bassin de récupération.

Pour protéger la dalle des mouvements du sol, on la construit sur un remblai non gélif et on s'assure que la fondation est bien drainée. Pour les terrains plus difficiles à drainer, on installe un isolant sous la dalle. On utilise ordinairement un isolant de mousse de polystyrène formé par expansion et extrusion. Toutefois, il ne peut être installé directement sous la dalle, car il peut fondre en cas d'incendie. Son épaisseur est établie en fonction de la profondeur du gel au site du poste et de la profondeur du bassin de récupération, en conformité avec les indications du fabricant. Si des charges concentrées sont prévues, il est conseillé d'installer un isolant plus dense.

La dalle est coulée sur un film de polyéthylène pour la séparer de l'infrastructure, pour faciliter le retrait et ainsi limiter la fissuration.

L'armature de la dalle doit limiter la fissuration. On recommande un béton renforcé de fibres d'acier. L'utilisation des fibres n'empêche pas le retrait mais limite la fissuration à des micro-fissures sans danger pour l'étanchéité. L'augmentation de coût est compensée par l'élimination du treillis et des complications lors de son installation. Des indications concernant les spécifications, la conception, le mélange ou la mise en place de ce béton sont disponibles dans les normes ACI 544.1R, ACI 544.3R et ACI 544.4R.

Une autre solution possible est de distribuer l'acier d'armature dans la dalle, à raison de 0,5% de la section brute, pour résister au retrait. Cette solution est aussi recommandée lorsque la dalle doit être structurale. L'épaisseur de la dalle doit permettre le respect des recouvrements prescrits aux normes.

6.2.1.3. Gravier et coupe-flamme

Le gravier du fond du bassin de récupération doit avoir une granulométrie de 80-40 mm et un pourcentage de vide de 45%. Une couche de 200 mm de gravier de calibre de 40-20 mm est installée sur le dessus et agit comme coupe-flamme. Ces granulométries doivent être conformes au cahier des charges et devis généraux (CCDG). Le gravier doit être lavé pour enlever les particules fines. Dans les centrales, lorsque le poids et le volume doivent être limités, on peut utiliser un caillebotis pour remplacer le gravier 80-40 mm. Le gravier 40-20 mm demeure nécessaire comme coupe-flamme et comme protection de l'acier contre les hautes températures.

Afin d'évacuer le débit d'eau requis pour combattre l'incendie, on peut installer un tuyau de tôle ondulée et perforée sur la dalle. Le diamètre et la longueur du tuyau sont fonction du débit à évacuer lors d'un déversement avec incendie. On doit toutefois éviter de trop accélérer l'écoulement pour ne pas affecter la performance en condition normale d'exploitation.

6.2.1.4. Dispositif d'installation des appareils

Selon les besoins de la région cliente, on peut fournir des poutres d'acier pour la manipulation des transformateurs ou des inductances (deux poutres par poste seulement). Il faudra tenir compte des charges de renversement supplémentaires aux points d'appui sur la fondation et sur le mur. Chaque poutre sera constituée de deux profilés de type W soudés, ou équivalent, pour assurer la stabilité. Par contre, cette solution peut parfois être économiquement avantageuse puisque l'épaisseur des dalles de tous les bassins de récupération peut être réduite.

Dans les centrales, si un système de rails est utilisé pour l'installation des appareils lourds, celui-ci devra être conçu pour ne pas canaliser l'huile vers l'extérieur du bassin de récupération. Un dispositif amovible peut être utilisé pour bloquer l'écoulement de l'huile à l'extrémité du rail.

6.2.1.5. Canalisations

Les câbles de commande des appareils doivent passer par des conduits étanches à l'intérieur ou sous le bassin de récupération. Les caniveaux ne sont permis que s'ils sont complètement étanches à la sortie du bassin de récupération. Les câbles de puissance, barres sous gaines, barres blindées ou conduites d'incendie ne doivent pas passer à l'intérieur du bassin de récupération.

6.2.2. Bassins de récupération flexibles

Les bassins de récupération flexibles sont constitués d'une aire de sol rendue étanche autour de l'appareil à protéger à l'aide d'une membrane. Celle-ci dirige les liquides vers un fossé comblé périphérique qui se déverse dans un séparateur.

Tel qu'indiqué aux croquis 4, le dégagement entre les parties extérieures de l'appareil contenant de l'huile et le pourtour du bassin de récupération flexible est de trois mètres. La surface du sol, à l'intérieur du bassin de récupération flexible, constituée de granulat 20-5 selon le CCDG, a une pente de 0,5% vers les fossés comblés.

La membrane d'étanchéité résistante à l'huile doit être scellée contre la fondation des appareils. Deux types de membrane étanche ont été utilisés par les compagnies d'électricité (réf. biblio. 10) Chaque type a ses avantages. La membrane en géocomposite-bentonite est économique et facile à installer. Elle doit être toujours saturée d'eau pour demeurer étanche. Elle est utilisée pour la construction des digues pour les produits pétroliers. Les essais du manufacturier indiquent qu'elle maintient un taux d'humidité plus que suffisant sous nos conditions climatiques. Les membranes synthétiques résistantes à l'huile sont beaucoup plus difficiles à installer. Elles sont toutes deux couramment utilisées dans l'industrie pétrolière.

Les fossés comblés seront conçus pour un débit basé sur le ruissellement d'une pluie. La durée de cette pluie correspond au temps de concentration du bassin de récupération. La méthode décrite à l'article 6.3.1.1 s'applique.

6.3. Séparateur

Le séparateur recommandé est de type gravitaire. Il nécessite moins d'entretien que les autres types. Suite aux essais (réf. biblio. 13), le séparateur gravitaire à un compartiment avec une entrée submergée a été recommandé. Le principe de séparation par gravité est reconnu et utilisé par la plupart des entreprises d'électricité. Toutefois dans les centrales, pour traiter les eaux huileuses autres que celles des bassins de récupération, on peut utiliser un système coalescent si l'espace est trop limité. Il faut être prudent avec les systèmes coalescents qui peuvent s'obstruer plus facilement par les graisses.

Si ces deux types de séparateur sont bien conçus, ils sont efficaces pour séparer l'huile libre c'est-à-dire l'huile présente sous forme de gouttelettes dans l'eau. Ils sont toutefois peu ou pas utiles pour séparer l'huile dissoute, l'huile émulsifiée et une partie de l'huile adhérant à des particules solides plus lourdes. Les traitements complexes requis pour ces trois derniers types d'huile exigent une expertise spéciale et ne sont pas couverts dans ce guide.

Les essais indiquent que l'huile des appareils n'est pas soluble dans l'eau (réf. biblio. 22). On doit éviter à tout prix l'utilisation de solvant ou de détergent. On peut éviter l'huile émulsifiée en limitant la turbulence de l'écoulement, en évitant l'installation de pompes ou du moins en choisissant une pompe ne favorisant pas l'émulsion. La présence de particules dans le séparateur est généralement faible. On peut de plus en limiter l'apport en utilisant dans les bassins de récupération un gravier grossier et lavé.

Les mêmes critères s'appliquent pour les séparateurs gravitaires préfabriqués. Les séparateurs en fibre de verre n'ont pas été retenus à cause des hautes températures possibles. Les séparateurs en acier à double paroi ne sont pas exclus mais doivent assurer une durée de vie économiquement adéquate. Les réservoirs en acier à paroi simple ont une durée de vie trop courte et ne sont pas permis.

Dans les centrales, les écumeurs d'huile peuvent être utilisés dans le séparateur pour récupérer l'huile déjà séparée à la surface de l'eau vue l'apport constant d'huile et la présence régulière du personnel exploitant. Cette huile pourrait être diluée par les débits importants des centrales. Le type d'écumeur utilisé doit être étudié pour chaque cas séparément. Il est recommandé de laisser fonctionner l'écumeur en tout temps.

6.3.1. Dimensionnement du séparateur

Pour rencontrer les normes de rejet, les dimensions du séparateur des transformateurs et des inductances des postes et centrales sont choisies de façon à rencontrer le plus contraignant des critères énoncés aux articles 6.3.1.2 à 6.3.2.4. Pour les autres séparateurs des centrales, seul l'article 6.3.1.2 s'applique.

6.3.1.1. Débit à considérer

Pour les séparateurs extérieurs des appareils des postes et centrales, on établit le débit pour les conditions normales d'exploitation, soit l'eau d'une pluie intense. On le calcule selon la méthode rationnelle du guide technique «Drainage de surface» GT-IX-2. Pour la durée de pluie de conception, on considère une averse d'une période de récurrence de 25 ans et d'une durée égale au temps de concentration du système. Une durée d'averse de 30 minutes peut être considérée pour les petits bassins de récupération (ordinairement appareils triphasés). Le temps de concentration de ces petits bassins de récupération devient presque négligeable par rapport au temps de rétention dans le séparateur.

L'évaluation du débit se fait selon les équations suivantes:

$$Q = 28{,}0 \times 10^{-4} \times C \times I \times A$$

où

Q : débit au site de l'ouvrage projeté (m^3/s)

C : coefficient de ruissellement (C = 0,95 : la majorité de l'eau ruisselle, une faible partie est absorbée par le gravier)

I : taux de précipitation (mm/h) pour une période de récurence de 25 ans.

A : aire du ou des bassin(s) (hectare = $10000 m^2$)

$$I = \frac{2121}{T+12} \times 1{,}4$$

où

T : durée de l'averse de conception.

Note : Le taux de précipitation peut être inférieur dans certaines régions, voir le guide technique GT-IX-2.

Le temps de concentration (Tc) est le temps que prend une goutte d'eau qui tombe à l'extrémité la plus éloignée du bassin de récupération pour se rendre au séparateur où on veut calculer le débit.

$$T_c = T_e + T_f$$

T_c : temps de concentration (minutes)

T_e : temps d'entrée (minutes)

T_f : temps d'écoulement (minutes)

Le temps d'entrée (T_e) est le temps que prend l'eau pour ruisseler sur la surface de la dalle du bassin de récupération jusqu'à l'entrée de la conduite d'évacuation du bassin de récupération.

$$T_e = \frac{3{,}26\ (1{,}1 - C)\ D^{1/2}}{p^{1/3}}$$

C : coefficient de ruissellement (C = 0,35 : le gravier offre une grande résistance à l'écoulement basé sur des essais réf. biblio. 14)

D : distance à parcourir (m)

p : pente du terrain (%)

Le temps d'écoulement en conduite (T_f) est le temps que prend une goutte d'eau de l'entrée jusqu'à la sortie d'une conduite. Il dépend de la vitesse et de la distance à parcourir.

$$T_f = \frac{L}{60\ V}$$

L : longueur de la conduite (m)

V : vitesse d'écoulement (m/s) qui peut être estimée à 1 m/s.

Dans les centrales, la gestion des pertes d'huile doit se faire à la source. Le débit à traiter doit être réduit au minimum. Il est important d'établir le diagramme d'écoulement et de caractériser les affluents.

6.3.1.2. Dimensionnement selon API 421

La publication de l'American Petroleum Institute (API) «Monograph on Refinery Environment Control-Management of Water Discharge- Design and Operation of Oil-Water Separators » décrit la conception des séparateurs gravitaires. Bien que cette norme ne permette pas de calculer la performance du séparateur, elle précise les principes à respecter pour un fonctionnement adéquat.

Tout comme cette publication, les essais de performance réalisés sur un séparateur (réf. biblio. 13) confirment la nécessité de respecter les principes suivants:

Pour obtenir un séparateur efficace, l'écoulement doit être laminaire et uniforme sur toute la section, sans turbulence ni courant préférentiel. Les facteurs qui influencent l'écoulement sont le débit, la hauteur de chute d'eau, les dimensions du séparateur, la position relative des entrées et des sorties ainsi que le mode de diffusion de l'eau dans le séparateur.

La méthode de calcul est la suivante:

Calcul de la vitesse terminale de montée d'une gouttelette d'huile (équation de Stokes)

$$Vt = \frac{(\rho e - \rho h)\ D^2}{18\mu}$$

Calcul de la surface horizontale du séparateur:

$$A_h = \frac{F \times Q}{V_t}$$

$$A_h = B \times L$$

Proportions souhaitables du séparateur:

$B < 6\ m$

$0,3 < d/B < 0,5$

$L/B \geq 5$

Note : Ces proportions s'appliquent au séparateur requis selon la méthode API. Le séparateur pourra être élargi ou approfondi pour respecter le critère de volume par exemple. On peut aussi rencontrer ces proportions en considérant plus d'un canal d'écoulement.

Calcul de la vitesse horizontale

$$Vh = \frac{Q}{B \times d}$$

Limite de la vitesse horizontale d'une gouttelette:

$Vh < 15\ Vt$ et $< 0,9$ m/min.

Calcul de la longueur du séparateur:

$$L = \frac{F\ Vh\ d}{V_t}$$

où

$F = F_t \times F_s$ où $F_s = 1,2$

Tableau 5.2 FACTEUR DE CORRECTION DÛ A LA TURBULENCE

F_t	V_h/V_t
1,07	3
1,14	6
1,27	10
1,37	15
1,45	20

Paramètres:

D : diamètre des gouttelettes d'huile (m) 150×10^{-6}m (à moins d'indication plus précise)

T : température de l'eau (°C) T=10 °C dans les postes

ρ_e : densité de l'eau (9805 N/m^3 à 10°C)

ρ_h : densité de l'huile (8515 N/m^3 à 10°C)

μ : viscosité de l'eau (0,00131 N s/m^2 à 10°C)

Q : débit d'entrée d'eau au séparateur (m^3/s)

F_s : facteur de correction dû aux écoulements préférentiels

F_t : facteur de correction dû à la turbulence

F : facteur de correction globale

V_h : vitesse horizontale (m/s)

V_t : vitesse terminale verticale (m/s)

Ac : section d'écoulement (m^2)

Ah : superficie horizontale intérieure du séparateur (m^2)

L : longueur du séparateur, soit la distance entre l'entrée et la sortie, (m)

d : profondeur du séparateur (m)

B : largeur d'un canal du séparateur (m)

Dans les centrales, les essais effectués indiquent une performance adéquate des séparateurs malgré l'important débit d'eau en cause (réf. biblio. 28). La méthode de l'API 421 semble conservatrice si on considère des goutelettes d'un diamètre de 150 microns. L'équation de Stokes indiquée à la norme peut s'appliquer avec précaution aux séparateurs existants de forme moins optimale comme les puits verticaux. On doit alors tenir compte de différents facteurs comme la vitesse d'écoulement verticale.

Dans les centrales existantes, avant d'investir des sommes importantes, il est préférable de caractériser l'émulsion pour les pompes utilisées, de déterminer le diamètre des goutelettes et d'ajuster le temps de rétention en conséquence.

6.3.1.3. Dimensionnement selon le temps de rétention

Selon les essais, on peut rencontrer la norme de 15 ppm avec un temps de séparation d'une heure (réf. biblio. 13, 24). Ce temps s'applique seulement pour les séparateurs raccordés à des bassins de récupération remplis de gravier comme ceux des postes ou des postes de centrales.

6.3.1.4. Dimensionnement selon le volume de l'appareil

Le volume du séparateur est de 110% du volume d'huile du plus gros appareil probable, tel qu'établi en 6.1. Le volume du séparateur peut être augmenté lorsque l'installation ne répond pas aux critères de protection incendie de l'article 5 et qu'il y a risque de propagation de l'incendie à d'autres appareils du même séparateur. L'huile occupe l'espace contenu au-dessus d'une couche d'eau de 600 mm au fond du séparateur. La revanche de 500 mm entre le niveau inférieur du tuyau de sortie et le dessus de cette couche d'eau protège contre les effets de la turbulence locale et compense pour la couche eau-huile en cours de séparation.

6.3.2. Conception

Le séparateur doit être conçu pour résister aux charges d'utilisation telles que : la poussée des terres, la poussée hydrostatique, la poussée d'Archimède et la surcharge ou la poussée due au passage d'un camion. Il doit être conçu selon la norme CAN/CSA-S6, «Calculs des ponts-routes».

Le béton du séparateur est maintenu dans des conditions de saturation en permanence. Les mesures énoncées dans la norme SN 30.2 «Fourniture et mise en oeuvre du béton» concernant les réactions alcalis-granulats et des conditions de gel-dégel du béton en condition saturée sont applicables.

La position des deux accès requis au séparateur doit permettre un échantillonnage de l'eau huileuse de l'affluent et de l'effluent. Une échelle est requise à chaque accès.

On doit prévoir des robinets pour échantillonnage aux deux extrémités des séparateurs préfabriqués des centrales lorsque la tuyauterie est accessible. Un panneau repère doit permetttre de localiser les accès durant l'hiver.

6.3.3. Chauffage du séparateur

L'eau du séparateur doit être chauffée pour éviter qu'elle ne gèle. Ce système de chauffage doit être conçu pour fonctionner de façon sécuritaire en milieu fermé et combustible. Dans tous les cas, un isolant de polystyrène de 100 mm doit recouvrir le dessus du séparateur et un de 50 mm doit en recouvrir entièrement les murs.

La capacité du système de chauffage est établie par un calcul de pertes de chaleur (réf. biblio. 27). L'installation montrée aux dessins de référence suffit pour un séparateur de l'ordre de 90 m^3 et pour les postes situés où le nombre de degrés-jours en-dessous de 18°C est de 8000 ou moins. Dans ces conditions, il s'agit d'un câble chauffant d'une capacité d'environ 1100 watts installé sous le niveau d'eau sur le périmètre intérieur du séparateur.

Les séparateurs des centrales n'ont pas tous besoin de chauffage. D'autres sources de chaleur peuvent être disponibles mais on doit s'assurer qu'elles ne favorisent pas la propagation d'un incendie.

6.3.4. Construction du séparateur

Le séparateur doit être parfaitement étanche puisqu'il contiendra de l'eau en permanence et peut contenir une certaine quantité d'huile pour une longue période. Les détails des dessins de référence ont été étudiés pour atteindre cet objectif.

Selon la norme ACI 350R, il est de pratique courante d'effectuer des tests d'étanchéité sur les structures de béton contenant un liquide. Un test d'étanchéité du séparateur est requis et aucune perte ne doit être tolérée. Avant de vérifier l'étanchéité du séparateur, les composantes structurales (dalles, murs, radier, etc.) doivent atteindre une résistance suffisante pour supporter la pression hydrostatique. De plus, les murs ne doivent pas être remblayés. Ceci permettra de mieux identifier les fuites, s'il y a lieu, et de faire les réparations qui s'imposent.

Le séparateur sera rempli d'eau jusqu'au niveau à égalité avec le radier de la conduite de sortie. Une lecture initiale du niveau d'eau sera prise. Des lectures subséquentes seront prises après une heure, six heures, 12 heures, 24 heures et par la suite toutes les 24 heures pendant une période consécutive de quatre jours. Si des pertes sont observées, des réparations seront apportées. Le séparateur sera rempli de nouveau et la procédure énoncée plus haut sera reprise. Si des pertes non mesurables sont identifiées par des surfaces de béton mouillé, elles devront également être corrigées.

6.4. Mur coupe-feu

Les murs coupe-feu, de même que les murs coupe-son résistants au feu, protègent les appareils voisins, les bâtiments et les charpentes contre la propagation des flammes, la chaleur et la projection d'huile ou de pièces suite à une explosion.

Le mur coupe-feu est normalement en béton armé ou en maçonnerie et peut être coulé sur place ou préfabriqué. Dans des cas où le poids est un problème, comme sur le toit des centrales, il peut être fabriqué d'un matériau léger ayant la résistance au feu requise.

6.4.1. Dimensions

Les dimensions des murs doivent être approuvées par le responsable d'implantation électrique du projet afin de respecter les dégagements électriques.

Le mur coupe-feu doit excéder d'au moins deux mètres de chaque côté des transformateurs et de toute composante contenant de l'huile et d'au moins un mètre au-dessus du conservateur ou de l'évent de sûreté de l'appareil.

Un espace de deux mètres doit être prévu entre le mur et l'appareil de manière à assurer une circulation d'air nécessaire pour éviter l'échauffement de l'appareil et à laisser l'espace requis pour l'entretien.

Les murs de bâtiment ayant une fonction coupe-feu doivent excéder le toit d'au moins un mètre afin de le protéger de l'incendie. Pour les installations intérieures, postes et centrales souterraines, les mêmes critères de dégagement qu'à l'extérieur s'appliquent.

Dans la mesure du possible, les ancrages pour l'installation éventuelle d'un mur coupe-feu ou coupe-son devront être prévus. Les ancrages des murs coupe-feu doivent être protégés pour obtenir une résistance au feu équivalente à celle du mur.

6.4.2. Conception du mur coupe-feu

Le mur coupe-feu doit être conçu pour résister aux charges de vent, de séisme ou autres prescrites dans le Code National du bâtiment pour le site du poste.

La résistance au feu des murs est établie selon l'article 5.1.4 et le tableau 5.1. La même règle s'applique aux murs coupe-son utilisés comme murs coupe-feu et aux murs des bâtiments à proximité des appareils.

6.5. Système de drainage

Le système de drainage doit permettre, en cas d'urgence, l'utilisation de mesures de récupération additionnelles (voir art. 11). L'effluent doit être dirigé vers un fossé. L'usage d'un bassin de dispersion dans le sol est interdit. Dans les centrales, le puisard de drainage permet cette récupération additionnelle.

Une valve est toujours requise sur le circuit de drainage du système bassin-séparateur des postes et des postes de centrales. Cette valve doit être cadenassée en position ouverte et peut être utilisée en cas d'urgence pour contrôler, sur de courtes périodes, le débit de sortie du séparateur. Elle pourra également isoler ce dernier lorsqu'il est plein d'huile suite à un premier déversement. Une indication doit être inscrite sur la valve pour préciser qu'elle doit être normalement ouverte et pour identifier les appareils ou séparateurs qu'elle contrôle. Afin de permettre son opération en cas d'incendie, elle doit être située à un minimum de 15 mètres du transformateur ou inductance. Lorsque possible, il est préférable de l'installer en amont du séparateur puisqu'elle permet en plus d'isoler ce dernier pour entretien.

La conception des conduites doit se faire selon le guide technique GT-IX-2 «Drainage de surface». On doit utiliser des conduites de type sanitaire.

Si le séparateur d'huile n'est pas intégré au bassin de récupération, le système de conduites qui s'y rend doit être résistant à l'huile chaude. Contrairement aux conduites de béton ou d'acier, la conduite de chlorure de polyvinyle (CPV) n'est pas permise à cet endroit. Par contre, à l'aval du séparateur elle est permise tout comme les regards préfabriqués synthétiques. En rapprochant le séparateur le plus près possible du bassin de récupération, le nombre de regards et de joints dans la conduite est limité et les risques de fuites réduits.

Les joints des conduites de béton en néoprène ne résistent pas à l'huile à plus de 135^{o}C. À moins que l'arrangement des conduites permette de limiter la température, il peut être requis d'utiliser un joint de caoutchouc-silicone (260 ^{o}C). Le critère de résistance à l'huile chaude ne s'applique pas pour la conduite en aval du séparateur.

Un test d'étanchéité est requis selon la directive 004 du ministère de l'Environnement «Réseau d'égout».

L'installation de regards, souvent préfabriqués, est nécessaire lorsque le séparateur est éloigné ou lors d'un changement de direction de la conduite. Les joints d'entrée et de sortie du regard doivent être étanches et résistants à l'huile.

N'étant pas toujours située sous la profondeur de gel, la conduite peut nécessiter la protection d'un isolant. Un clapet de non-retour doit être installé au bout de celle-ci lorsqu'il y a risque de refoulement jusqu'au séparateur.

Si une station de pompage est requise en raison d'un fossé ou d'un égout élevé, elle doit être installée à l'aval du séparateur. L'utilisation d'une pompe à l'amont du séparateur risque de créer une émulsion eau-huile difficile à séparer. La station de pompage est soumise aux mêmes charges que le séparateur. Comme elle est plus profonde et souvent située sous la nappe d'eau, la poussée d'Archimède doit être vérifiée. Le débit des pompes doit être choisi en fonction du débit d'eau requis pour combattre l'incendie.

7. CONCEPTION DES SYSTÈMES DE PROTECTION ACTIVE

7.1. Généralités

Hydro-Québec utilise habituellement deux types de système pour protéger les équipements électriques haute tension contenant de l'huile: les **réseaux de bornes-fontaines** et les systèmes **d'extinction automatique de type déluge** (gicleurs). Les systèmes à vaporisation d'eau (jet-brume) ont également été évalués.

Principalement dans les centrales et les postes de centrales, on doit s'assurer que l'accès à tous les appareils demeure possible même en cas d'incendie. On doit éviter les bornes murales car le mur sur lequel elles sont installées peut s'affaisser.

7.2. Réseaux de bornes-fontaines

Les réseaux de bornes-fontaines permettent d'acheminer l'eau à partir d'une source jusqu'à l'équipement à protéger. Leur déclenchement n'est pas automatique mais manuel. Ils doivent donc être combinés avec des installations de protection passive, telles que murs coupe-feu et bassins de récupération d'huile. Celles-ci assurent la fonction de contrôle en attendant l'arrivée des intervenants. L'eau provenant du réseau peut servir à contrôler l'incendie en refroidissant l'équipement en flammes et les installations périphériques ou peut être combinée avec des équipements portatifs de production de mousse pour permettre l'extinction.

On distingue deux types de réseau : les **réseaux sous eau**; les conduites sont toujours pleines d'eau et doivent être protégées du gel, et les **réseaux à sec**; les conduites sont vides d'eau et sont inondées seulement lors de l'utilisation du réseau; elles n'ont pas à être protégées du gel.

Pour fin de conception du réseau incendie des postes, le débit d'eau minimum est de 40 l/s pour la borne-fontaine la plus critique du réseau avec une pression statique et résiduelle minimum de 620 kPa à sa sortie.

Les principaux critères de conception sont :

- Les bornes-fontaines doivent être localisées dans un endroit facile d'accès, surtout en hiver, de préférence du côté opposé du chemin par rapport à l'équipement ou bâtiment à protéger. Elles doivent être en retrait de deux mètres de la bordure de la voie de roulement sinon la borne doit être protégée par des butoirs.

- Les bornes-fontaines doivent être localisées à une distance minimale de 12 mètres d'un bâtiment ou d'un appareil. La disposition des bornes-fontaines doit permettre d'atteindre tout appareil de puissance avec au plus 120 mètres de tuyau souple. Chaque appareil ou bâtiment doit être protégé par au moins deux bornes-fontaines diamétralement opposées. Si possible, elles doivent être de part et d'autre de l'installation à protéger pour qu'au moins une soit accessible dans toutes les conditions envisageables.

- Les bornes-fontaines peuvent être recouvertes d'un cabanon spécial dans lequel on entrepose les boyaux, les lances et les outils de manoeuvre. Les boyaux doivent être d'une longueur suffisante pour atteindre tous les appareils protégés par la borne-fontaine.

- La configuration de la tuyauterie souterraine doit tenir compte des installations futures.

- Les puits de vidange, vannes d'isolement et bornes-fontaines doivent être balisés pour être facilement repérables. Les balises des vannes et valves doivent porter un pictogramme et une identification comme suit : B-F X pour les bornes-fontaines, V X pour les vannes et PV X pour les puits de vidange, X étant un numéro séquentiel.

- Toutes les composantes en métal du réseau, telles que : bornes-fontaines, balises, cadres de couvercles de puits de vidange, tuyauterie, etc., doivent être mises à la terre conformément aux normes Hydro-Québec.

- Les tuyaux et pièces de raccord en acier enfouis dans le sol doivent être munis d'une protection cathodique ou être galvanisés et enrobés d'un enduit de protection approprié.

- Les essais d'étanchéité du réseau doivent être faits en conformité avec la section 4 de la norme AWWA C-600 alors que les essais de débit et de pression doivent être faits selon la norme NFPA 291.

- Les bornes-fontaines doivent être en fonte de type à compression, approuvées ULC, AWWA et FM, avoir un diamètre intérieur de 127 mm et pouvoir résister à une pression de 1035 kPa. Elles doivent être munies d'une bride de sûreté, d'un écrou de manoeuvre s'ouvrant sur la gauche et être installées sur des raccords de 150 mm de diamètre. La bride sous le corps de la borne doit être placée 150 mm plus haut que l'élévation du terrain fini. De plus, elles doivent être pourvues de deux raccords pour les boyaux et d'un raccord pour une autopompe lorsque la pression et le débit du réseau sont insuffisants. Ces raccords doivent être conformes aux exigences du service de pompier local.

- Lorsqu'il n'y a pas de service de pompier local, les raccords des boyaux seront de type «Province de Québec Standard» d'un diamètre de 2.5 pouces (63 mm) avec sept filets au pouce.

7.2.1. Réseau à sec

La tuyauterie d'un réseau à sec est moins profonde et peut exiger moins d'excavation lors de l'installation. Les bornes-fontaines sont constamment et automatiquement drainées.

Par contre, la conception et le cheminement à travers les installations existantes sont complexes parce qu'il faut respecter les élévations, les pentes et les points de drainage. La tuyauterie est plus exposée aux charges vives et aux mouvements du gel. Les vannes et les drains sont susceptibles de se bloquer par temps froid. Une partie de la réserve d'eau et un délai sont nécessaire pour remplir la tuyauterie à sec lors d'une intervention. Les bornes-fontaines du type à compression doivent être usinées pour les raccourcir. Après des essais ou une intervention, le drainage du système par temps froid rend la remise en état complexe.

Les critères de conception d'un réseau à sec sont :

- La géométrie des réseaux à sec est de type «antenne», habituellement subdivisée en deux ou trois branches indépendantes alimentées chacune par leur propre vanne pour éviter un volume et un temps de remplissage exagérés. Lorsque le réseau est alimenté uniquement par un réservoir, le volume nécessaire pour remplir une branche ne devrait pas dépasser 10% de la capacité de celui-ci. Le temps de remplissage d'une branche ne devrait pas excéder quatre minutes.

- Les bornes-fontaines d'un réseau à sec doivent être raccourcies en usine pour s'adapter à la faible profondeur d'enfouissement des conduites. Elles drainent directement dans les conduites du réseau, les puits de drainage en gravier sont donc inutiles et les drains de la borne doivent être obturés.

- Lorsque la profondeur d'enfouissement de la borne-fontaine est faible, une attention particulière doit être apportée à la méthode d'installation pour assurer sa stabilité.

- Chaque appareil ou équipement doit être protégé par deux bornes-fontaines installées sur une même branche du réseau, ceci afin d'éviter d'avoir à inonder deux branches en cas d'incendie.

- La tuyauterie enfouie doit avoir un diamètre minimum de 150 mm, le matériel préféré est le chlorure de polyvinyle (CPV) à cause de sa flexibilité qui lui permet de mieux suivre les mouvements du sol. Les conduites doivent être de classe 150 minimum (DR 18). La couverture minimale de sol au-dessus des tuyaux doit être de 750 mm et doit tenir compte de la profondeur des installations futures au sol telles que caniveaux. La résistance du tuyau aux charges vives sur le sol doit être vérifiée, principalement aux traversés des chemins; si sa résistance n'est pas suffisante, il peut être protégé par une gaine d'acier ou une chape de béton.

- Les butées de béton aux raccords de changement de direction horizontaux et verticaux de la tuyauterie doivent avoir leur base prolongée 300 mm sous la ligne de gel. On évite ainsi le soulèvement. Le raccord doit être enveloppé d'une couche de papier bitumineux ou d'une pellicule de polyéthylène de 2,5 mm d'épaisseur pour éviter que le béton n'adhère à sa surface.

- Aux traversées des murs ou fondations, un espace annulaire de 50 mm rempli d'un scellant élastique doit être prévu entre le béton et la tuyauterie pour reprendre les mouvements différentiels.

- La tuyauterie hors-sol, comme la sortie des réservoirs ou du bâtiment de pompage, doit être en acier galvanisé. L'espace annulaire à prévoir à la traversée de fondations ou murs est le même que pour la tuyauterie souterraine.

- Tout le réseau doit être constamment drainé pour éviter l'accumulation d'eau. La pente minimale des conduites enfouies est de 0,2%. Les drains doivent être de type automatique, se fermant sur une hausse de pression et s'ouvrant sur une baisse et ils doivent être facilement accessibles pour l'entretien. Le drainage se fait dans des puits ou puisards existants ou construits à cet effet, de préférence raccordés au réseau existant de drainage. Dans un sol granulaire bien drainé et sans présence de nappe phréatique, il est possible, lorsqu'on ne peut pas se raccorder au réseau de drainage existant, d'installer des puits et puisards ouverts dans le bas et qui drainent dans un enrochement de pierre nette concassée de calibre 20-40 mm.

- Même si elle est de type à sec, il est préférable d'isoler la tuyauterie hors sol pour éviter les ponts thermiques avec l'intérieur des bâtiments et réduire le risque de gel de l'eau dans les drains automatiques lors du drainage du réseau. Pour la même raison, la partie supérieure des puits et puisards de même que leurs couvercles, peuvent être isolés lorsqu'ils sont de faible profondeur ou en régions très nordiques. Ceci permet de diminuer les pertes de chaleur provenant du sol non gelé.

7.2.2. Réseau sous eau

La conception et le cheminement du réseau sont simples car on n'a pas de pentes ou de points de drainage à respecter. Les élévations de tuyauterie sont beaucoup plus flexibles. Les vannes et la tuyauterie sont protégées du gel et des mouvements du sol. La tuyauterie est bien protégée des charges vives. Les tuyaux sont toujours pleins d'eau, il n'y a pas de réserve ni de délai de remplissage. La remise en état après essai ou utilisation est simple.

Par contre, pour l'entretien ou les réparations, les bornes-fontaines doivent être isolées du réseau par des vannes. Ceci augmente le coût de l'installation du réseau mais en améliore la fiabilité. Lorsque la nappe phréatique est haute, les bornes-fontaines ne sont plus drainées automatiquement. Il faut alors obturer les drains de la borne et après chaque utilisation, la pomper à sec pour éviter les dommages dus au gel.

Les critères de conception d'un réseau sous eau sont :

- La géométrie des réseaux sous eau peut-être de type antenne, plus économique, ou de type bouclé, plus dispendieux mais plus fiable. Les réseaux en antenne n'ont pas à être subdivisés en plusieurs branches indépendantes.

- Un puits de drainage de 750 mm de diamètre sur 600 mm de profondeur sous la base de la borne doit être creusé et rempli de pierre concassée de calibre 20 mm. Ce puits doit s'étendre jusqu'à 150 mm au-dessus des drains de la borne.

- Une vanne doit être installée pour isoler chaque borne-fontaine et chaque branche principale d'un réseau en antenne. Pour les réseaux bouclés, les pratiques courantes décrites dans les guides et normes peuvent être appliquées.

- La tuyauterie souterraine, d'un diamètre minimum de 150 mm, peut être en fonte ou en chlorure de polyvinyle (CPV). Le dessus du tuyau doit être enfoui 300 mm sous la ligne de gel. Les conditions concernant la classe, les butées de béton, la traversée des murs et fondations et les conditions pour la tuyauterie hors sol sont les mêmes que pour les réseaux à sec.

- La tuyauterie qui n'est pas enfouie à plus de 300 mm sous la profondeur de gel doit être protégée par un isolant. La tuyauterie hors sol exposée au froid doit être isolée et chauffée par un câble chauffant contrôlé par thermostat à une température minimale de 5°C.

7.3. Système de gicleurs

Les gicleurs type déluge sont des installations à déclenchement automatique qui servent à contrôler l'incendie en attendant l'arrivée des intervenants. Ils peuvent servir à l'extinction mais celle-ci n'est pas toujours assurée. On doit donc disposer également d'une alimentation en eau suffisante pour les lances d'incendie.

Un système de gicleurs déluge est constitué d'une boucle de tuyaux à sec entourant l'équipement à protéger et sur laquelle sont montés les gicleurs et les détecteurs servant à sa mise en action. Les gicleurs fonctionnent tous en même temps et sont disposés de façon à arroser toutes les surfaces de l'appareil.

Chaque boucle d'arrosage correspond à une zone d'arrosage. Une zone d'arrosage est alimentée en eau ou en eau-mousse à partir d'une soupape déluge (réf. annexe A2 pour une description plus détaillée du système eau-mousse).

Cette technologie bien connue permet, par un déclenchement automatique, une intervention quasi instantanée dirigée sur le foyer d'incendie.

Par contre, le système est complexe et dispendieux. Il restreint l'accès aux appareils pour l'entretien. La vidange et la remise en état de fonctionnement sont complexes. Souvent après une intervention, on doit remplacer la boucle d'arrosage et les détecteurs impliqués.

On peut utiliser deux types de système déluge : à eau et à eau-mousse. Les systèmes à eau contrôlent l'incendie en refroidissant le foyer alors que les systèmes à eau-mousse isolent en plus l'huile de l'air par recouvrement.

La mousse est produite en entraînant de l'air dans le mélange eau/liquide moussant à la sortie des gicleurs. Le concentré de mousse, à bas foisonnement, de type AFFF 3% éprouvé pour les basses températures, est recommandé pour les appareils situés à l'extérieur.

Les barils contenant la mousse doivent toujours être entreposés dans un endroit chauffé pour éviter que celle-ci ne gèle à très basse température. Idéalement, on devrait prévoir pour ceux-ci une aire d'entreposage dans le bâtiment ou dans la salle de pompage.

Les critères de conception d'un système de gicleurs sont :

- Pour les gicleurs à eau, le taux d'application minimum est de 10,2 litres/m^2/min. à une pression résiduelle de 200 kPa au gicleur le plus élevé. La réserve d'eau doit alimenter le système pendant 60 minutes pour les postes et centrales. Pour les gicleurs à mousse, le taux d'application minimum est de 6,5 litres/m^2/min. avec une réserve de liquide moussant suffisante pour 30 minutes.

- L'application de l'eau ou de la mousse doit se faire sur toute la surface de l'équipement à protéger incluant le conservateur et les radiateurs des transformateurs.

- Le plein de la réserve de liquide moussant doit pouvoir être refait en moins de 24 heures après utilisation du système.

- Le diamètre de la tuyauterie souterraine est déterminé par les calculs hydrauliques. Les conditions d'installation et de drainage sont les mêmes que pour les réseaux de bornes-fontaines à sec. Les butées de béton des raccords aux changements de direction ne sont pas nécessaires pour le type de tuyauterie à raccords fixes tel que «Yellowmine».

- La tuyauterie de la boucle d'arrosage extérieure doit être en acier galvanisé.

- Pour être facilement démontables, les raccords de la tuyauterie à joints filetés ne doivent pas être utilisés.

- La sortie du sol de la colonne montante de la boucle doit être située à l'extérieur du bassin de récupération pour ne pas compromettre l'étanchéité de celui-ci.

- La tuyauterie des boucles doit être localisée sur le pourtour des transformateurs et inductances et doit être installée avec des pentes qui permettent un drainage efficace de la boucle par les gicleurs et la colonne montante.

- Les supports de la tuyauterie ne doivent pas être fixés à l'appareil protégé. Toute la boucle de gicleurs avec ses supports et ses détecteurs doit être physiquement indépendante de l'appareil.

- La boucle de gicleurs doit être mise à la terre. Chaque bride de raccord doit être munie d'un câble de mise à la terre pour assurer la continuité électrique entre les sections de tuyauterie. Ce câble doit être facilement démontable pour la maintenance.

- Toutes les composantes de la boucle (tuyaux, supports, détecteurs etc.) doivent avoir un dégagement électrique des parties sous tension de l'appareil conforme aux normes d'Hydro-Québec.

Selon les recommandations du Code National de prévention des incendies section 6.5, on doit après installation, effectuer le rinçage et les essais d'étanchéité des conduites souterraines ainsi que les essais de débit des boucles d'arrosage. Suite aux essais réalisés selon les normes, on doit exiger un certificat d'essai.

7.4. Système à vaporisation d'eau

Les systèmes à jet-brume sont des installations à déclenchement automatique qui servent à éteindre l'incendie par refroidissement et privation d'oxygène. Toutefois, l'emploi de ces systèmes se limite présentement aux groupes électrogènes et turbines à gaz qui ne sont pas couverts par le présent guide. Le rapport d'activité 7a (réf. biblio. 15) donne les informations sur ces systèmes. Avant toute utilisation sur des transformateurs ou des inductances, les homologations par les organismes reconnus sont requises. De plus, les essais réalisés en chambres climatiques démontrent que ces systèmes ne sont pas appropriés pour un usage extérieur (réf. biblio. 26); le jet de brume est dispersé par les vents et la tuyauterie gèle facilement. Ces systèmes présenteraient aussi les mêmes inconvénients que les gicleurs à eau et à eau-mousse pour ce qui est des risques de dommages suite à une explosion.

7.5. Alimentation en eau

7.5.1. Généralités

L'approvisionnement en eau des systèmes d'incendie peut se faire à partir de sources d'eau continue, de réservoirs ou d'une combinaison des deux.

7.5.2. Réservoir

Le type de réservoir privilégié sera souterrain, de construction en fibre de verre ou en béton.

La capacité utile totale de la réserve d'eau pour un réseau de bornes-fontaines ne doit pas être inférieure à 140 000 litres. La capacité du réservoir doit également être suffisant pour satisfaire les exigences du taux d'arrosage des gicleurs. Dans un poste combinant gicleurs et réseaux de bornes-fontaines, on ne considère pas d'alimentation simultanée. La capacité du réservoir sera donc la plus grande des deux valeurs. Elle peut être augmentée dans les endroits difficiles d'accès et dépourvus d'une autre source d'eau. Pour les réseaux à sec, on doit prévoir une capacité additionnelle nécessaire pour combler la perte entraînée par l'inondation de la conduite de la branche la plus importante du réseau, soit 10% maximum de la réserve.

Les réservoirs de fibre de verre doivent être installés selon les recommandations du manufacturier. Les réservoirs souterrains doivent être vérifiés pour le soulèvement lorsqu'ils sont vides d'eau. Si tel est le cas, ils doivent être lestés ou ancrés.

Il faut tenir compte de la submersion minimale d'une pompe à incendie verticale lors de la conception. De façon à utiliser au maximum leur capacité, les réservoirs de béton peuvent être munis d'une fosse dans le fond alors que les réservoirs de fibre de verre peuvent communiquer avec un puits de pompage. Ce dernier peut servir également de fondation au bâtiment de la pompe.

Les réservoirs d'eau doivent être protégés du gel sinon leurs parois exposées doivent être isolées et le réservoir chauffé à une température minimale de 5°C. Le chauffage doit être du type à re-circulation contrôlé par thermostat.

Les réservoirs doivent être munis de détecteurs de haut et de bas niveau avec alarmes, de détection de basse température avec alarme ainsi que d'une alarme de perte d'alimentation électrique de chauffage s'il y a lieu. La sonde de basse température sera localisée près de la face interne de la paroi la plus exposée au gel. Toutes ces alarmes doivent apparaître au panneau d'incendie ainsi qu'à l'annonciateur.

Tous les réservoirs doivent être munis de trappes et d'échelles pour permettre un accès facile à l'intérieur.

Un réservoir d'eau peut être combiné à un aqueduc ou à un puits lorsque le débit de ces derniers n'est pas suffisant. Le puits et l'aqueduc peuvent alors aussi bien servir à combler une partie des pertes du réservoir en condition d'incendie qu'à remplir ce dernier lorsque requis. Ceci évite d'avoir à utiliser une citerne mobile.

L'étanchéité du réservoir doit être vérifiée par un essai.

7.5.3. Pompage

Des pompes à incendie horizontales sont habituellement utilisées sur une conduite pour augmenter le débit et la pression ou pour pomper l'eau d'un réservoir en surface. Lorsqu'on utilise ce type de pompe sur un aqueduc, il faut s'assurer avec la municipalité que leur réseau peut répondre à cette charge hydraulique additionnelle.

Des pompes à incendie verticales sont utilisées pour pomper l'eau d'un puits ou d'un réservoir.

Le démarrage des pompes à incendie doit se faire d'une façon automatique sur baisse de pression de la nourrice. Elles doivent également pouvoir être démarrées localement à partir de leurs panneaux de contrôle ainsi que d'une façon manuelle.

Les pompes, vannes, soupapes, tuyauterie et panneaux de contrôle peuvent être installés dans des bâtiments existants ou dans des abris dédiés à cet effet. Ces abris sont généralement préfabriqués en usine et doivent respecter les exigences suivantes :

- L'abri sera généralement en acier avec recouvrement de tôle.
- L'abri sera isolé, chauffé, ventilé et éclairé incluant un éclairage extérieur à chaque porte d'entrée. Des prises de courant seront installées autant à l'extérieur qu'à l'intérieur.
- L'abri sera muni d'une alarme de perte d'alimentation électrique et de préférence d'une alarme d'intrusion sur les portes d'entrée. Ces alarmes seront transmises à l'annonciateur.
- Toutes les composantes de l'abri doivent être mises à la terre selon les normes d'Hydro-Québec.

7.6. Alimentation électrique, commande et détection

L'ingénierie des dispositifs d'alimentation électrique, de commande et de détection des systèmes de protection incendie active est réalisée par les unités commande. Ces dispositifs sont décrits à l'annexe A.

8. MODIFICATIONS AUX SÉPARATEURS EXISTANTS

8.1. Séparateurs à clapets

L'inspection d'un échantillonnage de séparateur a démontré que les séparateurs à clapet ne sont pas fiables (réf. biblio. 21). Le clapet se coince dans plusieurs cas. Le risque d'un rejet important d'huile dans l'environnement est très élevé en cas de déversement. Ces systèmes n'offrent pas non plus une protection incendie adéquate.

Lors d'intervention dans le poste, leur remplacement par des séparateurs conformes au présent document est recommandé.

8.2. Séparateurs à deux compartiments

La performance des séparateurs à deux compartiments est nettement plus faible que celle des séparateurs à un compartiment. Lors des essais, le séparateur à deux compartiments n'a pas rencontré les normes de rejet.

Toutefois, on peut améliorer la performance de ce dernier et la rendre proche de celle d'un séparateur à un compartiment si les dimensions globales et sa géométrie sont adéquates.

Pour y arriver on doit boucher de façon étanche les tuyaux de sortie du petit compartiment et pratiquer des ouvertures dans le mur entre les deux compartiments. Ces ouvertures doivent être suffisamment nombreuses pour ne pas amorcer de courants préférentiels ni de turbulence. Il peut être nécessaire d'ajouter des déflecteurs pour réduire ces courants préférentiels.

Lorsque les tuyaux de sortie du grand compartiment sont trop près des tuyaux d'entrée, on doit les relocaliser ou les prolonger à l'autre extrémité du séparateur.

8.3. Séparateur de performance inadéquate

L'amélioration des séparateurs dont la performance est inadéquate doit être traitée cas par cas. Toutefois, les principes du guide sont valables pour les ouvrages existants. Le projeteur doit évaluer les possibilités de rencontrer les normes de rejet avant d'entreprendre des modifications.

Dans bien des cas, la performance peut être améliorée par des modifications mineures telles :

- relocaliser les tuyaux de sortie loin des tuyaux d'entrée;
- installer une entrée submergée pour limiter la chute d'eau et la turbulence;
- installer un diffuseur pour favoriser un écoulement uniforme dans le séparateur;
- ajouter un système de chauffage;
- utiliser un milieu coalescent pour les cas les plus difficiles.

Dans les centrales, il est primordial d'identifier et de caractériser les différents affluents. Une gestion optimale des affluents permet de réduire les débits à traiter et la quantité d'huile à récupérer. L'installation d'un écumeur de surface améliore la performance des séparateurs des centrales.

9. INSPECTION ET ENTRETIEN DES SYSTÈMES DE PROTECTION INCENDIE

L'installation de systèmes de protection active entraîne obligatoirement la mise en place d'un programme d'inspection et d'entretien sérieux. En plus des obligations légales, ces vérifications visent à assurer le bon état de ces équipements tel que prévu au moment de la conception et leur bon fonctionnement en cas de sinistre, rapport d'activités 8b (réf. biblio. 19).

Bien que certaines inspections soient réalisées au niveau provincial, la majorité des inspections incombent à l'exploitant. Pour ce faire, les plans de fonctionnement du système doivent être disponibles pour l'exploitant. Le registre d'entretien, d'inspection et d'intervention dans les postes comme dans les centrales devrait aider à évaluer l'état des équipements dans le temps et à apporter des modifications ou améliorations adéquates au niveau de leur conception. Les informations compilées permettront d'évaluer la performance de l'ensemble des protections existantes.

10. INSPECTION ET ENTRETIEN DES SYSTÈMES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Il faut s'assurer du maintien de la performance de systèmes de protection de l'environnement après la construction. La connaissance détaillée des systèmes et de leur fonctionnement, un programme d'inspection méthodique et un entretien adéquat sont requis pour maintenir cette performance tel qu'il est prévu dans les critères de conception (réf. biblio. 20).

Le schéma d'écoulement du système ou le plan de drainage doit être disponible pour l'exploitant. Ce dernier, en conservant l'historique de performance du séparateur (ppm), des conditions d'opération du système et de son entretien, de même que le bilan de masse de l'huile, permettra d'améliorer, dans le temps, la conception de ces systèmes.

La nature et la fréquence des inspections sont décrites dans des directives d'exploitation. Elle comprend plusieurs activités allant de la simple mesure du niveau d'huile à une inspection détaillée incluant les mesures de performance et les tests d'étanchéité (réf. biblio. 12, 20). Un appareil portatif permet de mesurer rapidement la concentration d'huile dans l'eau (réf. biblio. 11).

Dans les postes, l'entretien du système se limite souvent à une simple vidange d'huile. Dans les centrales, les systèmes nécessitent un entretien plus rigoureux qui doit être intégré au programme d'entretien de la centrale. Dans tous les cas, des interventions majeures d'entretien ou des réfections peuvent être identifiées lors des inspections détaillées.

11. INTERVENTION LORS D' INCENDIE OU DE DÉVERSEMENT

Lors d'un incendie, les mesures d'intervention visent à assurer la performance des systèmes et à protéger les intervenants. Les principes généraux et la philosophie d'intervention sont relativement uniformisés et sont décrits sommairement au rapport d'activités 8c (réf. biblio. 19).

Dans le cas d'un déversement avec incendie, il devient essentiel de concilier les principes de protection incendie et protection de l'environnement. Il est possible que le séparateur ne puisse respecter les normes de rejet en cas de déversement et d'incendie mais il doit, en principe, toujours pouvoir récupérer la totalité d'huile. Des mesures additionnelles doivent alors être prises par les intervenants (réf. biblio. 20).

Les principales possibilités d'interventions sont :

- la mise en place de moyens de récupération secondaires à l'effluent comme des boudins absorbants;
- le contrôle de la qualité de l'effluent;
- le contrôle du débit du séparateur à l'aide de la valve, en fonction des besoins d'arrosage;
- le suivi de l'intervention des pompiers.

Les facteurs, tels que le volume du déversement, la présence ou l'ampleur de l'incendie, les méthodes d'extinction utilisées, la sensibilité du milieu déterminée lors de l'évaluation environnementale interne ou l'étude d'impact, etc., ont une influence importante sur l'orientation générale qui sera donnée à l'intervention.

Les principes d'intervention en application lors d'un incendie consistent sommairement à :

- délimiter la zone d'intervention
- protéger les bâtiments et les appareils hors tension voisins
- éteindre l'huile au sol et endiguer si requis
- refroidir l'appareil
- éteindre le foyer d'incendie à l'intérieur de l'appareil
- surveiller après extinction.

ANNEXE A. COMMANDE ET DÉTECTION

A.1. Système à eau

Le système de commande et de détection automatique est constitué de détecteurs thermiques branchés sur deux circuits de détection à zones croisées, des panneaux de commande principaux et locaux, des panneaux annonciateurs ainsi que tout le câblage nécessaire.

Le déclenchement d'un détecteur thermique sur l'un ou l'autre des deux circuits de détection produit une alarme de premier niveau au panneau d'incendie ainsi qu'à l'annonciateur. Le déclenchement d'un détecteur thermique sur chacun des deux circuits produit une alarme de second niveau au panneau et à l'annonciateur et enclenche le processus d'arrosage. L'ouverture de la soupape déluge correspondante à la zone à arroser est déclenchée électromécaniquement à distance par le panneau d'incendie.

Les soupapes de type déluge doivent pouvoir être déclenchées manuellement, si nécessaire, à l'aide de postes de commande locaux ou en actionnant directement le robinet d'évacuation de la soupape.

En mode automatique, le système d'incendie doit recevoir confirmation que les protections, de l'appareil ou des appareils adjacents situés trop près, ont fonctionné et que ceux-ci ainsi que les pompes et les ventilateurs sont hors tension avant de procéder à l'arrosage. En mode local et manuel, le système incendie doit commander les mises hors tension et recevoir la confirmation avant d'arroser.

Les détecteurs thermiques doivent être du type à anticipation, installés de façon alternée selon leur circuit sur le pourtour de l'appareil. Ils déclenchent le système sur une hausse de température de 8°C/min. ou une hausse de température à 88°C. Ils doivent fonctionner sur une tension de 24 V c.c. provenant du panneau de commande principal. Les détecteurs doivent être munis de capteurs de chaleur. Le câblage des détecteurs doit être fixé sur la tuyauterie de la boucle et doit être d'un type résistant au feu, tel que Pyrotenax à indice de résistance au feu de deux heures.

Le système de commande et de détection automatique doit être constitué au minimum des panneaux suivants :

- panneau de commande principal.
- panneaux de commande locaux.
- panneau annonciateur.

Le panneau de commande principal sert à transformer le courant 120 V c.a. ou 129 V c.c. en 24 V c.c. pour l'alimentation des circuits des détecteurs thermiques, à commander le déclenchement automatique de l'arrosage suite aux détections et à afficher les signaux d'alarme d'incendie de la zone affectée ainsi que les alarmes de défectuosité du système. Il fournit également les contacts secs servant à transmettre les signaux d'alarme au panneau d'annonciateur. Selon la grosseur du poste ou de la centrale, un ou plusieurs panneaux de commande principaux peuvent être requis.

Le panneau de commande principal doit être alimenté soit à partir du système ASSC (alimentation statique sans coupure) à 120 V c.a., 60 Hz, soit à 129 V c.c. à partir du système de batteries d'accumulateurs et chargeurs. Le panneau de commande principal doit être muni d'un bloc d'alimentation pour fournir la source basse tension 24 V c.c. requise pour le système.

Le panneau annonciateur sert à afficher les états d'alarme du système, il doit être installé dans la salle de commande de la centrale ou dans le bâtiment de commande du poste.

Les panneaux de commande locaux servent à opérer manuellement la soupape déluge de chaque zone d'arrosage. Chaque panneau de commande local doit être muni d'un commutateur à trois positions «HORS/NORMAL/ESSAI» pour les modes d'opération suivants :

- position «HORS» : met tout le système hors service et donne une signalisation à distance.
- position «NORMAL» : permet l'opération en mode automatique du système à partir d'une détection thermique.
- position «ESSAI» : permet l'opération en mode manuel du système et donne une signalisation à distance.

A.2. Système à eau-mousse

Les soupapes déluge de zone des systèmes eau-mousse sont montées sur une nourrice qui est elle-même alimentée par une soupape déluge principale. Le déclenchement du système débute par l'ouverture de la soupape principale pour mettre sous eau la nourrice et pressuriser les réservoirs de mousse, puis par le déclenchement de la soupape de zone concernée.

L'arrosage se fait par cycle. Le temps d'application automatique sur l'appareil est de 10 minutes par cycle. Il est possible de le réduire à sept minutes à la condition d'augmenter le débit dans un rapport de 10 : 7. À la fin d'un cycle, si la détection confirme qu'il y a encore un incendie, un nouveau cycle débute.

Les postes de transport sont équipés habituellement de ce type de système. Une station de pompage centralisée contient toutes les principales composantes du système telles que les soupapes de zone et principale, les réservoirs, les pompes et les panneaux de commande. Des tuyaux à sec sont acheminés au travers du poste à partir des soupapes de zone jusqu'aux boucles d'arrosage. Dans ce type d'installation, le panneau de commande principal et les panneaux locaux sont habituellement intégrés en un seul panneau remplissant toutes les fonctions.

La philosophie de commande est la même que celle des systèmes à eau.

A.3. Alimentation électrique pour système d'incendie

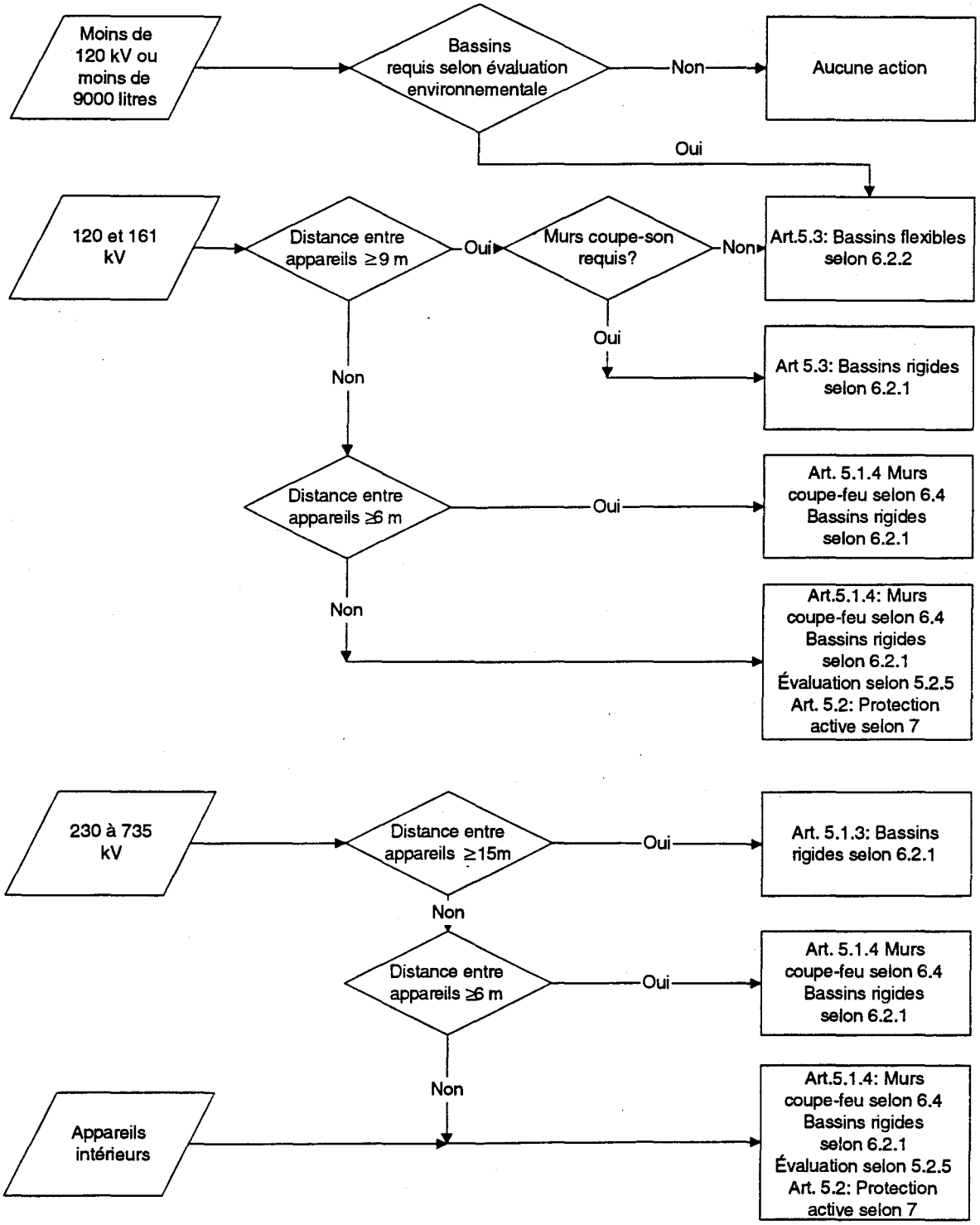
En cas de panne du réseau principal, on doit disposer d'au moins une autre source de relève complètement indépendante de la première. L'alimentation d'urgence en énergie peut se faire d'une des façons suivantes :

- sur circuit électrique secondaire indépendant.
- sur le groupe électrogène d'urgence du poste.

- sur un groupe électrogène dédié au système d'incendie.

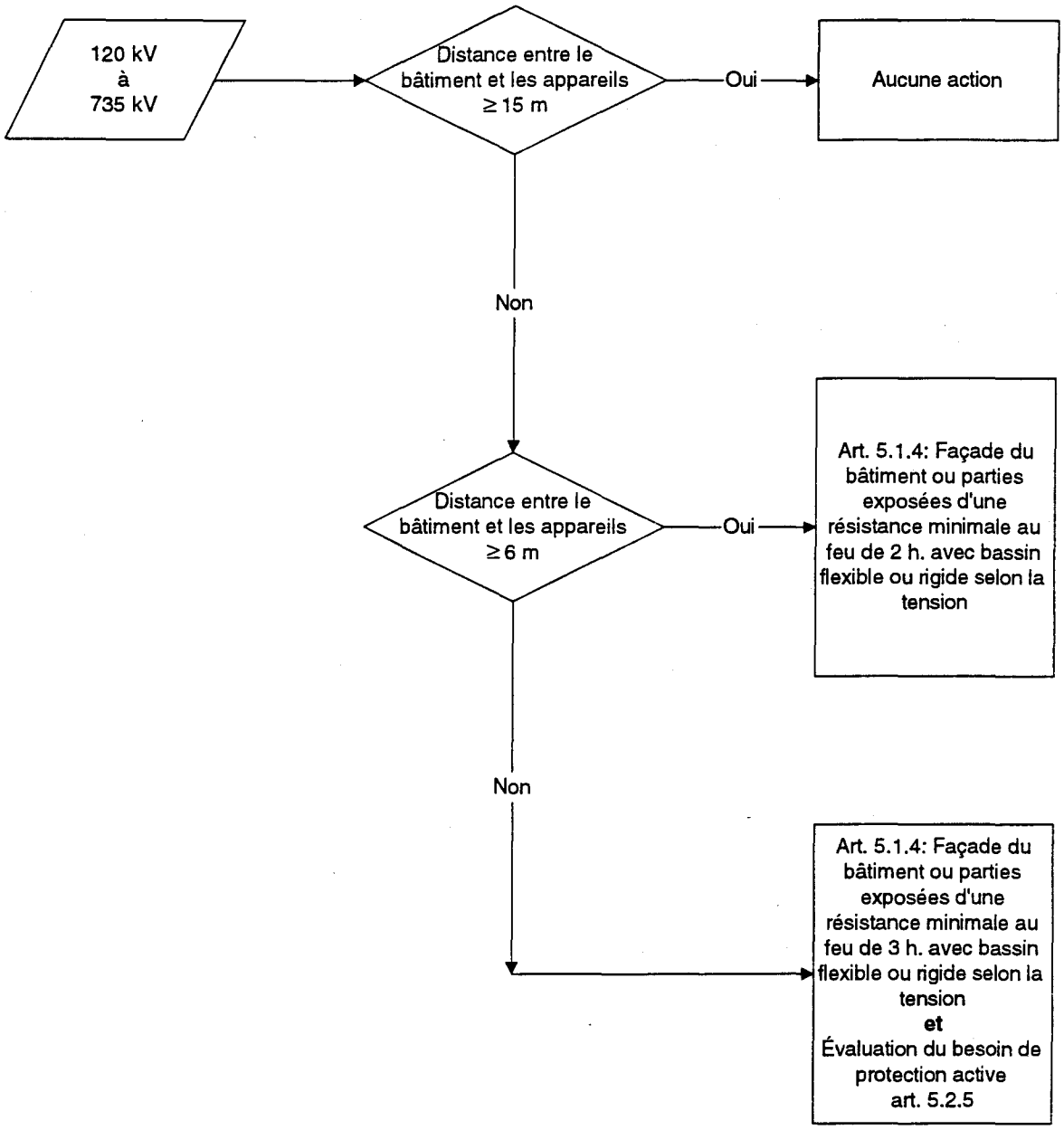
L'alimentation des panneaux de commande du système d'incendie doit toujours être assurée par une source fiable, soit en c.c. à partir des batteries d'accumulateurs, soit en c.a. à partir du système ASSC (alimentation statique sans coupure).

ANNEXE B. BESOINS DE PROTECTION



Note: Un séparateur est requis avec tout type de bassin.

Figure B.1 BESOINS DE PROTECTION INCENDIE ET DE L'ENVIRONNEMENT DES APPAREILS



Note: Un séparateur est requis avec tout type de bassin.

Figure B.2 BESOINS DE PROTECTION DES BÂTIMENTS À PROXIMITÉ DES APPAREILS

ANNEXE C. CROQUIS

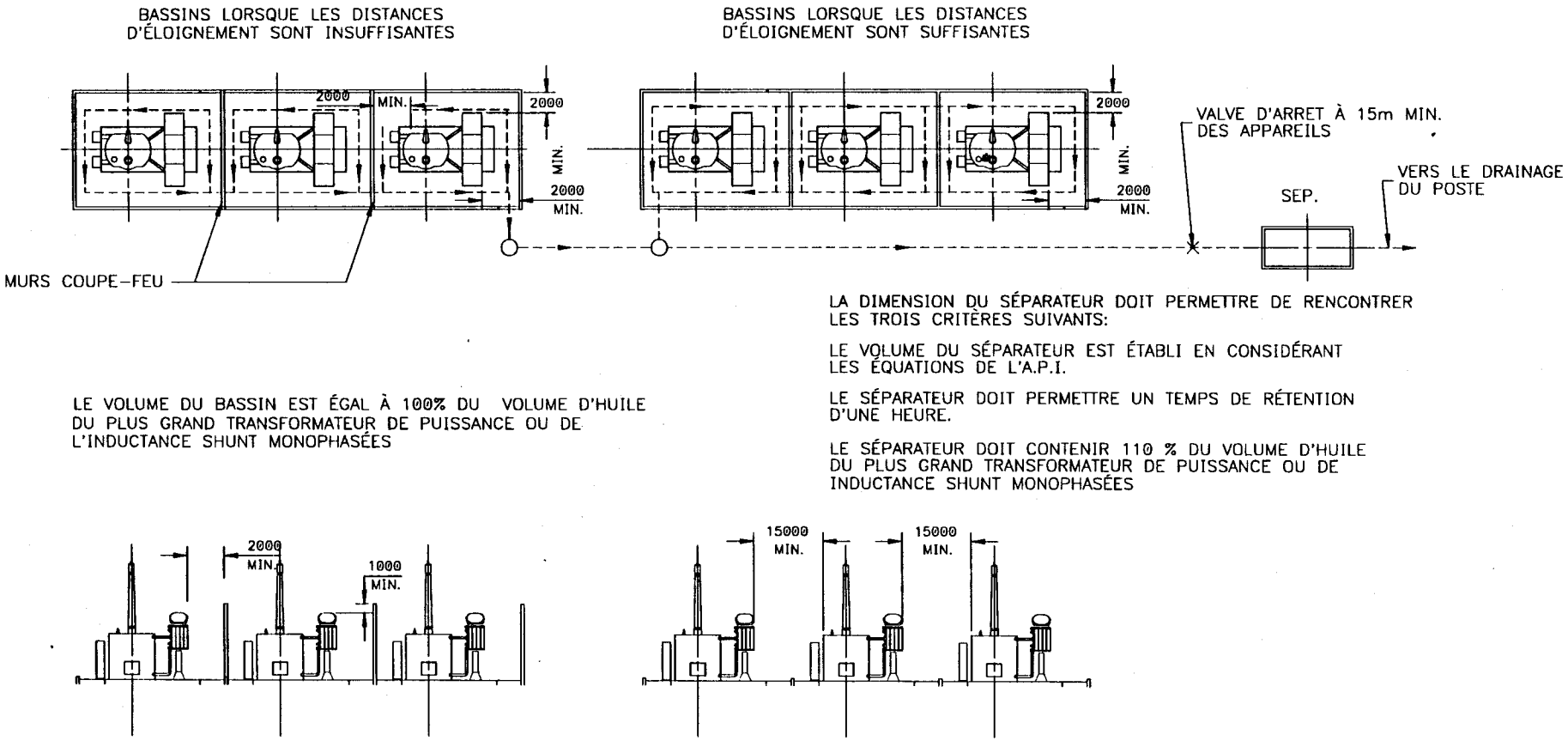


Figure C.1 ARRANGEMENT TYPE DES BASSINS RIGIDES POUR APPAREILS MONOPHASÉS 735 kV

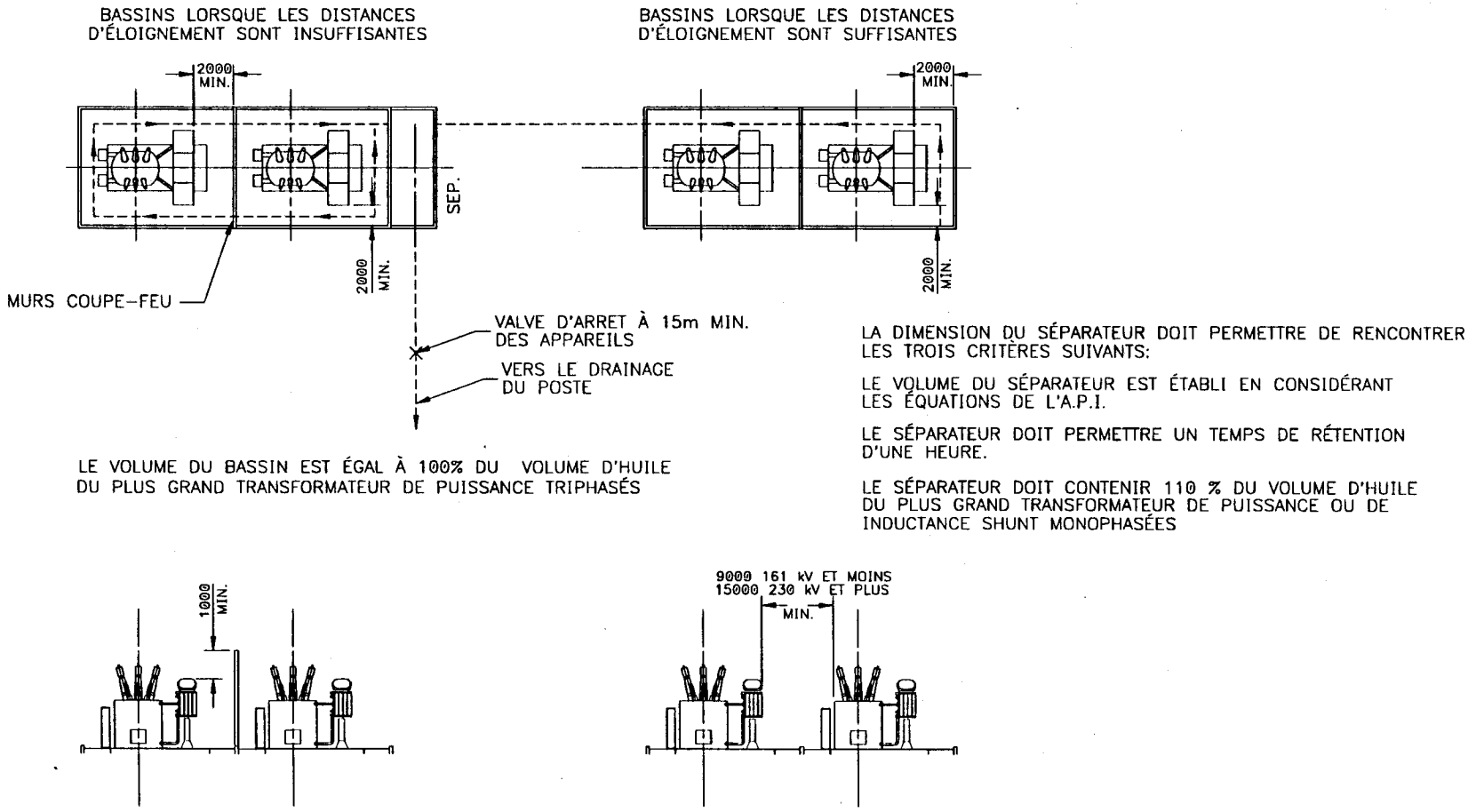
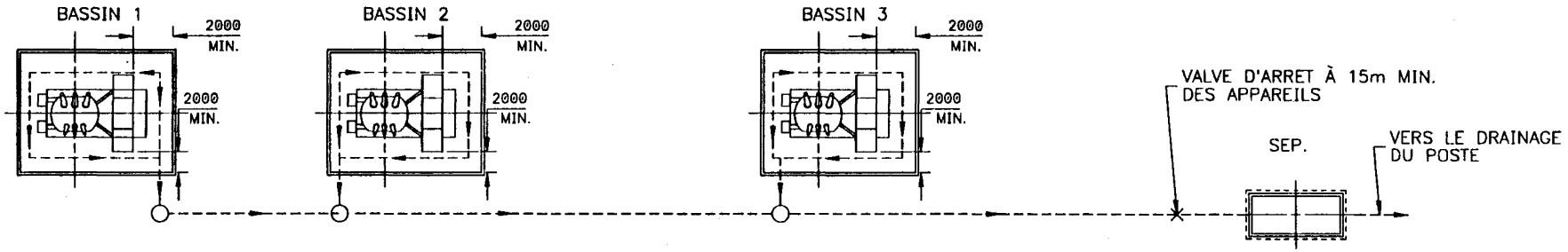


Figure C.2 ARRANGEMENT TYPE DES BASSINS RIGIDES POUR APPAREILS 120 kV À 315 kV AVEC SÉPARATEUR INTÉGRÉ



LE VOLUME DU BASSIN EST ÉGAL À 100% DU VOLUME D'HUILE DU PLUS GRAND TRANSFORMATEUR DE PUISSANCE TRIPHASÉS

LA DIMENSION DU SÉPARATEUR DOIT PERMETTRE DE RENCONTRER LES TROIS CRITÈRES SUIVANTS:

LE VOLUME DU SÉPARATEUR EST ÉTABLI EN CONSIDÉRANT LES ÉQUATIONS DE L'A.P.I.

LE SÉPARATEUR DOIT PERMETTRE UN TEMPS DE RÉTENTION D'UNE HEURE.

LE SÉPARATEUR DOIT CONTENIR 110 % DU VOLUME D'HUILE DU PLUS GRAND TRANSFORMATEUR DE PUISSANCE OU DE L'INDUCTANCE SHUNT MONOPHASÉES

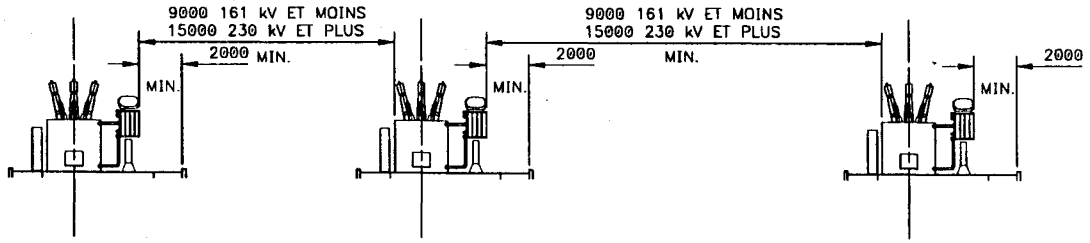


Figure C.3 ARRANGEMENT TYPE DES BASSINS RIGIDES 120 kV ET PLUS AVEC SÉPARATEUR INDÉPENDANT

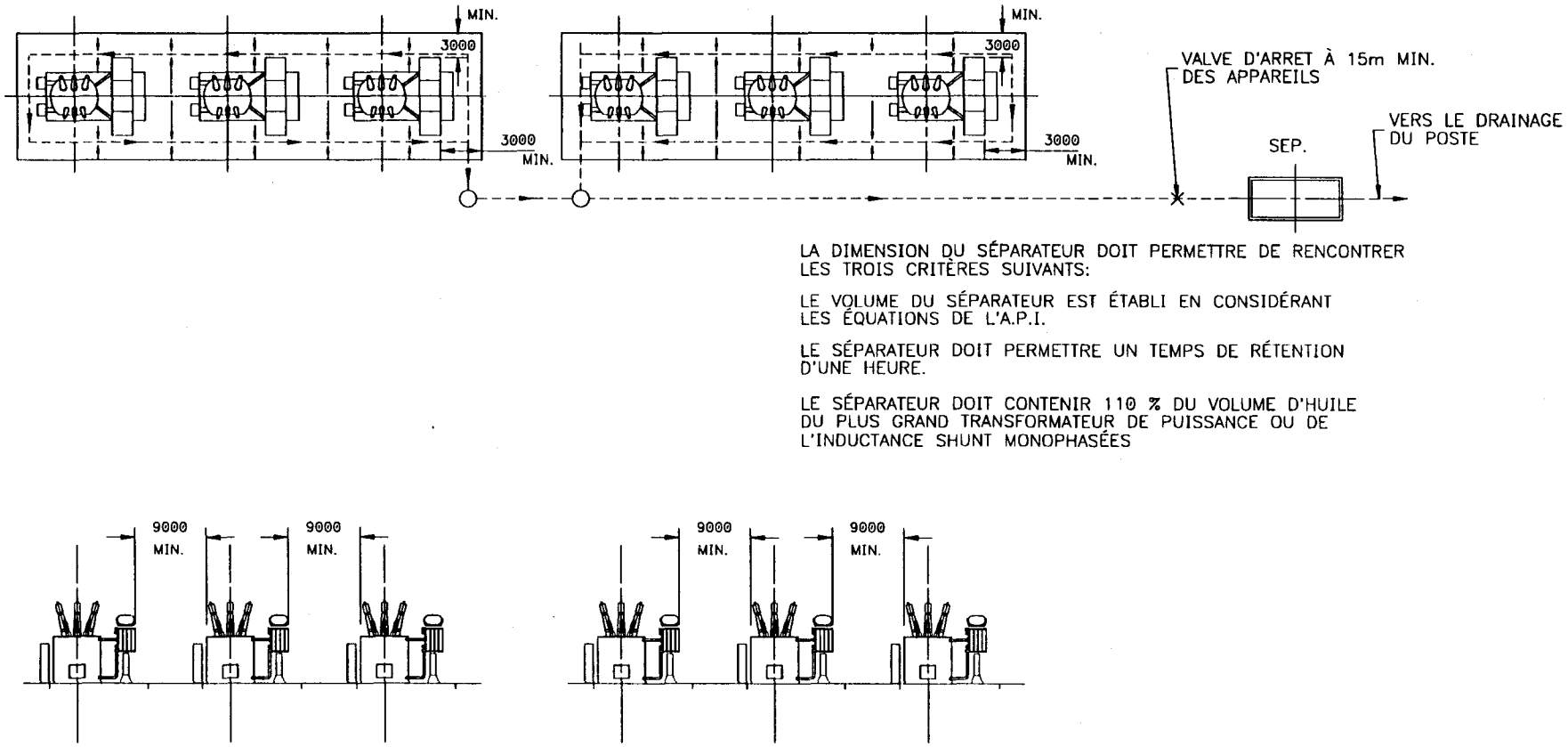


Figure C.4 ARRANGEMENT TYPE DES BASSINS FLEXIBLES 120 kV ET 161 kV

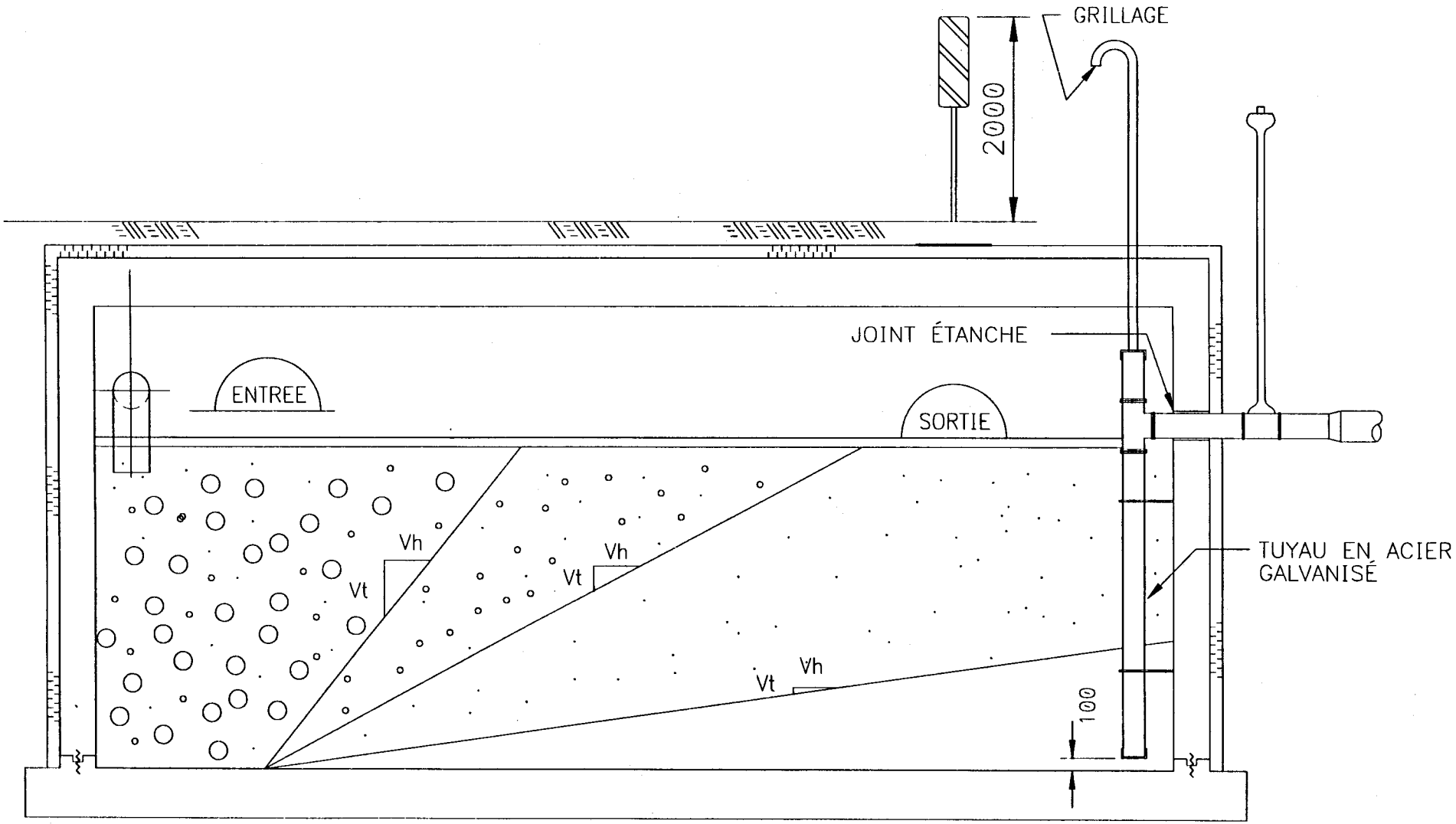


Figure C.5 PRINCIPE DE SÉPARATION GRAVITAIRE

ANNEXE D. LISTE DES DESSINS DE RÉFÉRENCE

N400-40360-001-01-0-SH-1	Système de gicleurs type, déluge à eau
N400-40360-002-01-0-SH-1	Système de gicleurs type, déluge à eau-mousse
N400-40360-004-01-0-SH-1	Boucle de gicleur typique
N400-40360-005-01-0-SH-1	Réserve d'eau type et station de pompage pour réseau de bornes-fontaine
N400-40360-006-01-0-SH-1	Puits et puisards de vidange type pour drainage de tuyauterie à sec
N400-40360-007-01-0-SH-1	Implantation type de réseau de bornes-fontaine «à sec» en antenne
N400-40360-008-01-0-SH-1	Installation type de bornes-fontaine

Les dessins ci-dessous sont donnés à titre indicatif seulement. Certains ne respectent pas toutes les prescriptions du guide.

2186-40130-002-01-A-ZJ-1	Poste Marcotte, système de chauffage pour séparateur
2186-40300-008-01-A-ZL-0	Poste Marcotte, bassins *(flexibles)* de récupération d'huile
5353-40300-013-01-0-ZM-0	Poste La Durantaye, bassin de récupération d'huile et coupes
5353-40300-015-01-0-ZM-0	Poste La Durantaye, puits séparateur récupérateur d'huile

ANNEXE E. EXEMPLES DE CALCUL

E.1. Exemple 1

Deux transformateurs monophasés, six appareils, selon l'arrangement du croquis 1. Les bassins de récupération ont 16 m par 12 m pour chaque appareils. Le plus gros appareil contient 100 m^3 d'huile. Le séparateur est situé à 300 m des bassins de récupération.

E.1.1 Débit

Calcul du temps d'entrée :

$$T_e = \frac{3.26\ (1.1 - C)\ D^{1/2}}{p^{1/3}} = \frac{3.26\ (1.1-0.35)\ 71^{1/2}}{0,5^{1/3}} = 25.95 \text{ min.}$$

D : distance à parcourir (m) = 16m + 16m + 15m + 10m + 14m = 71m

p : pente du terrain (%) = 0,5 %

Calcul du temps d'écoulement :

$$T_f = \frac{L}{60\ V} = \frac{300m}{60 \times 1m/s}$$

L : longueur de la conduite (m)

V : vitesse d'écoulement (m/s)

Calcul de la durée de l'averse :

$$T_c = T_e + T_f$$

T : durée de l'averse de conception = 31 min.

Calcul de la précipitation et du débit :

I : taux de précipitation (mm/h) pour une période de récurence de 25 ans.

$$I = \frac{2121}{T+12} \times 1,4 = \frac{2121}{31 + 12} \times 1,4 = 69,1 \text{ mm/h}$$

A : aire du ou des bassin(s) (hectare = 10000m^2)

A = 2 x 3 x 16 x 12 = 1152 m^2 = 0,115 hectare

$$Q = 28,0 \times 10^{-4} \times C \times I \times A = 28 \times 10^{-4} \times 0,95 \times 69,1 \times 0,115 = 0,021 \text{ } m^3/s$$

E.1.2 Séparateur selon API

Calcul de la vitesse terminale de montée d'une gouttelette d'huile (équation de Stokes) :

$$Vt = \frac{(\rho e - \rho h)\ D^2}{18\mu} = \frac{(9805 - 8515)}{18 \times 0{,}00131} \times (150 \times 10^{-6})^2 = 0{,}00123 \text{ m/s}$$

Calcul de la surface horizontale du séparateur :

$$A_h = \frac{F \times Q}{V_t} = \frac{1{,}5 \times 0{,}021}{0{,}00123} = 25{,}6 \text{ m}^2$$

En première approximation F = 1,5

$A_h = B \times L$

Avec des proportions souhaitables de L = 5 B et d = 0,5 B, on essaie :

2,4 m x 12 m x 1,2 m prof.

Calcul de la vitesse horizontale :

$$V_h = \frac{Q}{Bxd} = \frac{0{,}021}{2{,}4 \times 1{,}2} = 0{,}00729 \text{ m/s}$$

Limite de la vitesse horizontale d'une gouttelette :

Vh < 15 Vt = 15 x 0,00123 = 0,0185 m/s ou < 0,9 m/min. ok.

Calcul de la longueur du séparateur :

$F = F_t \times F_s = 1{,}14 \times 1{,}2 = 1{,}368$

$$L = \frac{F\ Vh\ d}{V_t} = \frac{1{,}368 \times 0{,}0123 \times 1{,}2}{0{,}00729} = 9{,}7 \text{ m} < 12 \text{ m}$$

La dimension pourrait être optimisée si le critère de conception selon API contrôlait.

E.1.3 Séparateur selon le temps de rétention

V = 0,021 m^3/s x 3600 s/h x 1 h de rétention = 75,6 m^3

E.1.4 Volume du séparateur pour contenir l'huile déversée

V = 110% x 100 m^3 = 110 m^3

Ce critère contrôle.

Dimension choisie :

4 m de largeur x 12 m de longueur x 2,9 m de profondeur (2,3 m d'huile + 0,6 m d'eau).

E.2. Exemple 2

Deux transformateurs triphasés 230-25 kV avec séparateur intégré semblables à l'arrangement du croquis 2. Un troisième transformateur est prévu à l'étape ultime. Le volume d'huile de l'appareil est de 35 m^3. Les bassins de récupération ont 13 m par 10 m.

E.2.1 Débit

Calcul du temps d'entrée

$$T_e = \frac{3.26\ (1.1 - C)\ D^{1/2}}{p^{1/3}} = \frac{3.26\ (1.1-0.35)\ 31^{1/2}}{0,5^{1/3}} = 17,15 \text{ min.}$$

D : distance à parcourir (m) = 12m + 8m + 11m = 31m

p : pente du terrain (%) = 0,5 %

Calcul du temps d'écoulement :

Le temps d'écoulement est négligeable : la longueur de la conduite est très faible.

Calcul de la durée de l'averse :

$T_c = T_e + T_f$ = 17,15 min < 30 min

T : durée de l'averse de conception = 30 min

Calcul de la précipitation et du débit :

I : taux de précipitation (mm/h) pour une période de récurence de 25 ans.

$$I = \frac{2121}{T+12} \times 1,4 = \frac{2121}{30+12} \times 1,4 = 70,7 \text{ mm/h}$$

A : aire du ou des bassin(s) (hectare = 10000m^2)

A = 3 x 13 x 10 = 390 m^2 = 0,052 hectare

$Q = 28,0 \times 10^{-4} \times C \times I \times A = 28 \times 10^{-4} \times 0,95 \times 70,7 \times 0,052 = 0,0073\ m^3/s$

E.2.2 Séparateur selon API

Calcul de la vitesse terminale de montée d'une gouttelette d'huile (équation de Stokes) :

$$V_t = \frac{(\rho e - \rho h)\ D^2}{18\mu} = \frac{(9805 - 8515)}{18 \times 0,00131} \times (150 \times 10^{-6})^2 = 0,00123 \text{ m/s}$$

Calcul de la surface horizontale du séparateur :

$$A_h = \frac{F \times Q}{V_t} = \frac{1.5 \times 0.0073}{0,00123} = 8,94\ m^2$$

En première approximation F = 1,5

$A_h = B \times L$

Avec des proportions souhaitables de $L \geq 5\ B$ et $d = 0,5\ B$, on essaie :

1 m x 10 m x 0,5 m prof.

Calcul de la vitesse horizontale :

$$V_h = \frac{Q}{Bxd} = \frac{0,0073}{1 \times 0,5} = 0,0146 \text{ m/s}$$

Limite de la vitesse horizontale d'une gouttelette :

$Vh < 15\ Vt = 15 \times 0,00123 = 0,0185$ ou $< 0,9$ m/min $= 0,015$ m/s ok.

Calcul de la longueur du séparateur :

$F = F_t \times F_s = 1,31 \times 1,2 = 1,57$

$$L = \frac{F\ Vh\ d}{V_t} = \frac{1,57 \times 0,0146 \times 0,5}{0,00123} = 9,3 \text{ m} < 10 \text{ m}$$

E.2.3 Séparateur selon le temps de rétention

$V = 0,0073\ m^3/s \times 3600\ s/h \times 1\ h$ de rétention $= 26,3\ m^3$

E.2.4 Volume du séparateur pour contenir l'huile déversée

$V = 110\% \times 35\ m^3 = 38,5\ m^3$

Ce critère contrôle.

Dimension choisie :

3 m de largeur x 10 m de longueur x 1,9 m de profondeur (1,3 m d'huile + 0,6 m d'eau).

Note : Dans un cas comme celui-ci, il peut être avantageux de consulter les banques de données et utiliser le volume des plus gros appareils de même tension et puissance. Ici un appareil contenant 50 m^3 d'huile est possible. Les coûts additionnels sont limités.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Documents internes produits par le groupe de coordination «Protection incendie et environnement des postes et des centrales».

1. *Réévaluation des critères de protection d'incendie, rapport d'activités 1a)*, Jacques Boyd, Service prévention des incendies, août 1993. (RE-GEN-95-11)

2. *Valeur limite du seuil de quantité d'huile à partir duquel des systèmes de protection incendie et environnementale peuvent être nécessaires, annexe activités 1a) et 1b),* Jacques Boyd et Christian Lefebvre, mars 1994. (RE-GEN-95-12)

3. *Protection incendie dans les postes et centrales - Conciliation des critères retenus - Ajout au rapport de l'activité 1a),* Jacques Boyd, Service prévention incendie, mars 1994. (RE-GEN-95-13)

4. *Critères de protection contre les déversements d'huile dans les installations d'Hydro-Québec, rapport de l'activité 1 B,* Christian Lefebvre, Vice-présidence Environnement, mars 1994. (RE-GEN-95-14)

5. *Évaluation des solutions et des coûts en fonction des exigences de protection d'incendie et environnementale, Révision du guide technique protection d'incendie dans les postes activité 1D,* Mathias Kolos, Postes Répartition-Ouest, mars 1994. (RE-GEN-95-15)

6. *Inventaire des équipements contenant plus de 5000 litres d'huile dans les installations d'Hydro-Québec, Révision du guide technique sur la protection contre les incendies et les déversements d'huile dans les postes, rapport des activités 2A, 2B, et 2D,* Christian Lefebvre, Vice-présidence Environnement, février 1994. (RE-GEN-95-16)

7. *Inventaire des systèmes de protection contre les déversements d'huile dans les installations d'Hydro-Québec, rapport de l'activité 2C,* Christian Lefebvre, Vice-présidence Environnement, mars 1994. (RE-GEN-95-17)

8. *Inventaire et analyse des incidents en relation avec leurs coûts, rapport final (activités 2E et 2F),* Jacques Boyd et Jacques Longpré, Service Prévention incendie, décembre 1993. (RE-GEN-95-18)

9. *Évaluation des coûts associés aux différents accessoires et systèmes de protection incendie et environnementale, Révision du guide technique Protection incendie dans les postes activité 2G,* Bernard Côté, Postes Répartition-Est, décembre 1993, révisé février 1994. (RE-GEN-95-19)

10. *Comparaison des mesures de protection incendie et de l'environnement des services électriques du Canada, des États-Unis et d'Europe, Systèmes de protection incendie et de l'environnement, révision du guide technique Protection incendie dans les postes, activité 2H,* Bernard Côté, Postes Répartition-Est, juillet 1994. (RE-GEN-95-20)

11. *Évaluation d'un appareil de mesure d'huile dans l'eau, rapports d'activité 3b et 3c,* Marie-Claude Lessard, IREQ-94-344 décembre 1994. (RE-GEN-95-21)

12. *Révision du guide technique sur la protection contre les incendies et les déversements d'huile dans les postes, Guide préliminaire d'inspection des séparateurs, rapport de l'activité 4B,* Christian Lefebvre, Vice-présidence Environnement et Tam Chi Duong, Vice-présidence Équipements de production et Édifices, mars 1994. (RE-GEN-95-22)

13. *Essais de performance des séparateurs, Révision du guide technique Protection incendie dans les postes activité 4D,* Christian Lefebvre, Vice-présidence Environnement, décembre 1994. (RE-GEN-95-23)

14. *Révision du guide technique Protection incendie et environnement des postes et centrales, rapport d'activité 5,* Michel Sylvestre, Service Ouvrage Civil, avril 1995. (RE-GEN-95-24)

15. *Révision du guide de Protection incendie, rapport des activités 7A et 7B protection incendie active,* Pierre Chevalier, Service Mécanique, Direction Appareillage et Systèmes, mars 1995. (RE-GEN-95-25)

16. *Description des concepts mécaniques et civils pour la révision du guide technique protection passive, révision du guide technique Protection incendie dans les postes, activité 7B,* Bernard Côté et Claire Caron, Postes Répartition-Est, février 1995 révisée mai 1995. (RE-GEN-95-26)

17. *Évaluation des différentes possibilités d'améliorer l'étanchéité des bassins et séparateurs, Révision du guide technique Protection incendie dans les postes, activité 7C,* Bernard Côté, Postes Répartition-Est, février 1995. (RE-GEN-95-27)

18. *Analyse du guide technique GT-V-13 actuel et améliorations proposées, Révision du guide technique Protection incendie dans les postes, activité 7D,* Bernard Côté, Postes Répartition-Est, février 1995. (RE-GEN-95-28)

19. *Révision du guide technique GT-V-13 Protection contre les incendies dans les postes, Rapport final, Évaluation des besoins, inspection, entretien et formation (activités 8b), Consignes d'intervention pour les intervenants, activité 8c,* Denis Picard et Jacques Boyd, Service Prévention incendie, avril 1995. (RE-GEN-95-29)

20. *Inspection et entretien des séparateurs, formation des intervenants et des responsables, activité 8a,* Robert Chénier, Vice-présidence Environnement, mai 1995. (RE-GEN-95-30)

21. *Inspection et mesure de la performance de différents types de séparateurs dans les postes et centrales (activité 4c),* Gérard Labelle, Service Sécurité des barrages, décembre 1994. (RE-GEN-95-31)

22. *Essais de la solubilité de l'huile de transformateur Volt Esso 35 dans l'eau rapport d'activité 3a,* Marie-Claude Lessard, IREQ, 95-095 avril 1995. (RE-GEN-95-32)

23. *Séparateurs préfabriqués assemblés sur place,* Mathias Kolos Postes de Répartition Ouest, mai 1995. (RE-GEN-95-33)

24. *Essais de validation du mode d'injection eau-huile utilisé lors des essais au Poste Reed,* Paul-Antoine Séguin, IREQ, rapport CR-28-284A. (RE-GEN-95-34)

25. *Essais d'évaluation de la séparation du mélange eau-huile-mousse,* Paul-Antoine Séguin, IREQ, rapport CR-28-284B. (RE-GEN-95-35)

Essais climatiques sur les gicleurs d'extincteur incendie de marque Sécuriplex, Paul-Antoine ɟuin, IREQ-27194, septembre 1994. (RE-GEN-95-36)

Concept et notes explicatives en vue de l'installation d'un système de chauffage de base ır les séparateurs en usage dans les postes de répartition, Antoine Lapointe, Postes ɔartition Ouest, avril 1995. (RE-GEN-95-37)

Rapport d'essais sur le puits séparateur adjacent au puisard de drainage de la centrale -2A, Jean-Luc Bouchard, région La Grande, mars 1994. (RE-GEN-95-38)

Harmonisation des nouveaux critères de protection incendie et environnement des postes. ın des activités de mars 1993 à mars 1994, Jean-Robert Pierre,Vice-Présidence Ingénierie et vices, Hydro-Québec, avril 1994. (RE-GEN-95-39)

ɔuments externes :

Guides d'Homologation ULC (Laboratoire des assureurs canadiens) et FM (Factory Mutual).

Guide du GTA (Groupement technique des assureurs).

NFPA Fire Protection Handbook, Sixteenth Edition.

COMMENTAIRES

GT-IX-12

Veuillez utiliser ce formulaire pour énoncer vos commentaires sur la clarté et la structure du document référencé ci-dessus, ainsi que pour reporter les éventuelles erreurs d'ordre technique ou linguistique, en indiquant pour chacune la page où elle se trouve.

Vos commentaires seront transmis à qui de droit et seront pris en compte lors de la révision de ce document.

Veuillez envoyer le présent formulaire à l'adresse suivante :

Hydro-Québec
Vice-présidence Ingénierie
Service Études et Normalisation
16e étage,
800, boul. de Maisonneuve est
Montréal (Québec)
H2L 4M8

Si nécessaire y joindre d'autres feuilles.

Nom : _____

Unité administrative : _____

Téléphone : _____

À LIRE ATTENTIVEMENT

Une directive technique (DT) peut amender le présent document. Dans un tel cas:

- si la directive technique est antérieure à la date de mise en vigueur du document, elle est annulée ;

- si la directive technique est postérieure à la date de mise en vigueur du document, elle a préséance sur le document.

Pour toutes copies supplémentaires, veuillez communiquer avec le centre de documentation au (514) 840-5240 ou (514) 840-4577.

© Hydro-Québec, 1995
Tous droits réservés.

Pour toutes copies supplémentaires, veuillez communiquer avec la fonction Distribution, Gestion des originaux aux numéros de téléphone suivants : Pour le réseau interne 840-3499 ou 840-3531.
Pour le réseau externe (514) 840-3000
Poste 3499
Poste 3531