Badenerstrasse 47 Telefon 044 217 41 11
Postfach Telefax 044 217 41 10
8021 Zürich Postcheck 80-21080-8
www.carbura.ch MWST-Nr. CHE-105.841.616 MWST

Rapport-cadre sur la sécurité des installations de stockage d'hydrocarbures

Sécurité sismique

Version révisée

Date: 20 mars 2018
Version: 6
Statut: Définitif

Martin B. Rahn
E-Mail: martin.rahn@carbura.ch
Téléphone direct: 044 217 41 69

Contenu

1. Position de départ et but de la révision 3

2. Evaluation sismologique d'installations de réservoirs verticaux 4

1. Introduction 4
2. Comportement des réservoirs verticaux lors de séismes 4
3. Norme de dimensionnement actuelle (SIA 261) 4
4. Comparaison des méthodes d'analyse 5
5. Evaluation des réservoirs verticaux existants 6
6. Evaluation de réservoirs verticaux neufs 8
7. Bassins de rétention 8
8. Marche à suivre pour les réservoirs ne satisfaisant pas aux critères 8
9. Remarque finale 9

Annexe 1: Sécurité sismique (annexe 5 chapitre 7 révisé)

1. Position de départ et but de la révision

Le rapport-cadre sur la sécurité des installations de stockage d'hydrocarbures (version révisée 2005) [1] traite dans l'annexe 4 la sécurité sismique des réservoirs. Dans l'annexe 5 chapitre 7, les réservoirs individuels d'une installation de stockage sont évalués à l'aide de diagrammes de flux quant à leur sécurité sismique. Lors du calcul pour l'élaboration des diagrammes de flux, dans 6 cas sur 7, la rotation plastique était déterminante, dont l'angle était (et l'est encore) limité à 0.2 rad, soit 5% de tension d'acier selon Eurocode 8 [2].

Un groupe de travail[1] a discuté cette problématique depuis 2007 dans le but de trouver des solutions à une exploitation sécuritaire des installations de stockage de produits pétroliers en cas de séisme. Le comité d'experts accidents majeurs a été informé à intervalles réguliers des travaux du groupe de travail.

Des recherches [3] à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), financées par la CARBURA et l'OFEV, ont démontré que pour la sismicité suisse avec des magnitudes relativement modérées, des angles de rotation plastique jusqu'à 0.4 rad sont acceptables sans qu'il y ait risque de fuites. Ceci a permis de réviser les diagrammes de flux élaborés à l'époque.

Cette note est basée sur les annexes 4 et 5 (chapitre 7) du rapport-cadre [1]. Les diagrammes de flux révisés ont été intégrés et les données actualisées où nécessaire. La note doit permettre de traiter la sécurité sismique selon les nouveaux diagrammes. Ainsi, les mesures en suspens pour des installations critiques peuvent être traitées.

[1] Membres du groupe de travail:
Blaise Duvernay (OFEV), Martin Rahn (CARBURA), Peter Buck (Tamoil), Christophe Dirren (VS) en remplacement de Manfred Hutter (VS), Stephan Husen (BS) en remplacement d'Urs Vögeli (BS) et Marzio Giamboni (BS), Bruno Künzi, Joerg Rickenbacher (BL), Sven Heunert (OFEV), Martin Koller (Résonance SA), Alain Nussbaumer (EPFL-ICOM), Gary Prinz en remplacement de Gustavo Cortés (EPFL-ICOM)

2. Evaluation sismologique d'installations de réservoirs verticaux

1. Introduction

Depuis des décennies, des installations de réservoirs verticaux sont construites et exploitées en grand nombre partout dans le monde. Même si elles se distinguent les unes des autres par leurs tailles et certains détails techniques, toutes sont des constructions statiquement simples servant à stocker des hydrocarbures. Cela permet de bénéficier des expériences récoltées sur les réservoirs verticaux dans le monde entier, notamment pour évaluer les conséquences de séismes. Dans le but d'évaluer les critères utilisés jusqu'à présent, une étude a été réalisée afin de valider la valeur limite d'Eurocode 8 [2] de la rotation plastique de 0.2 rad. Le Laboratoire de la Construction Métallique (ICOM) de l'EPFL a été mandaté pour ce projet de recherche et a conclu que la valeur limite pouvait être doublée à 0.4 rad [3]. Dans certains cas, le flambement élastique devenait déterminant avant que l'angle de soulèvement pour la rotation plastique ne soit atteint. Par la suite, les diagrammes de flux existants ont été ajustés par Résonance Ingénieurs-Conseils SA [4].

2. Comportement des réservoirs verticaux lors de séismes

La spécificité d'un réservoir vertical par rapport à d'autres ouvrages réside dans la proportion élevée de sa "charge utile", c'est-à-dire de la masse du produit stocké par rapport à la masse totale de l'ouvrage. Le comportement d'un réservoir vertical face aux effets d'un séisme dépend donc dans une large mesure de son taux de remplissage. Dans le contexte de la prévention des accidents majeurs, on évalue ces effets potentiels en considérant des réservoirs pleins. En cohérence avec le type de construction en usage dans l'industrie pétrolière, les considérations qui suivent s'appliquent uniquement aux réservoirs non ancrés. L'estimation de leur comportement lors de séismes (figure 1) nécessite des calculs sensiblement plus complexes que pour les réservoirs ancrés.

3. Norme de dimensionnement actuelle (SIA 261)

La norme SIA 261 "Actions sur les structures porteuses" (2014) [5] traite aussi, au chapitre 16, des effets des séismes en fonction de zones sismiques définies, de la nature du sol et des classes d'ouvrages (CO).

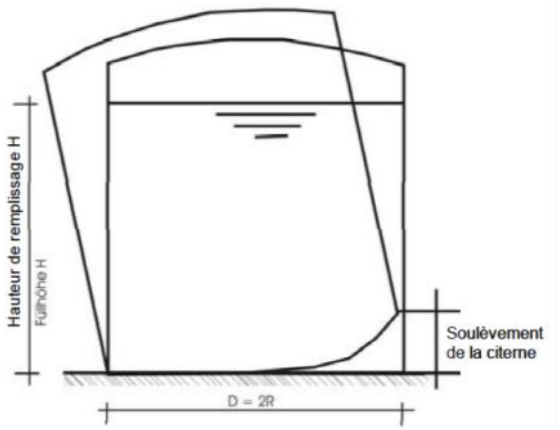


Figure 1: Soulèvement d'un réservoir non ancré

Selon la norme SIA 261, la Suisse est subdivisée en 4 zones sismiques Z1, Z2, Z3a et Z3b. La répartition géographique correspondante ressort de l'annexe F de la norme (figure 2). A chacune de ces zones est attribuée, pour un séisme de dimensionnement, une valeur de calcul de l'accélération horizontale du sol. Les accélérations les plus faibles sont présentes dans la zone Z1, les plus fortes dans la zone Z3b.

L'influence de la nature du sol est prise en compte par l'attribution du site de l'installation de stockage dans une des classes de sol de fondation A à F selon le tableau 24 de la norme SIA 261.

Selon celle-ci, il faut en outre incorporer les ouvrages dont émane un danger "limité" pour l'environnement dans la classe CO II, et ceux qui présentent un danger "élevé" pour l'environnement, dans la classe CO III. On range dans la classe CO II les réservoirs contenant des produits peu inflammables (huile de chauffage, huile Diesel, kérosène) et dans la classe CO III les réservoirs à essence.

Les objectifs de protection appliqués aux ouvrages sont définis dans les normes SIA 260 [6] et SIA 261 [5]. La résistance des ouvrages à

la charge doit être démontrée, compte tenu du fait que la période de retour du séisme de dimensionnement pour les ouvrages sans importance particulière (CO I) est de 475 ans. Cela correspond à une probabilité d'occurrence de 10% en 50 ans. Pour les classes CO II et III, on multiplie par un facteur d'importance de resp. 1,2 et 1,4 le séisme de dimensionnement, ce qui prolonge la période de retour du séisme de dimensionnement à environ 750 ans pour les ouvrages de la classe CO II et à environ 1'000 ans pour ceux de la classe CO III.

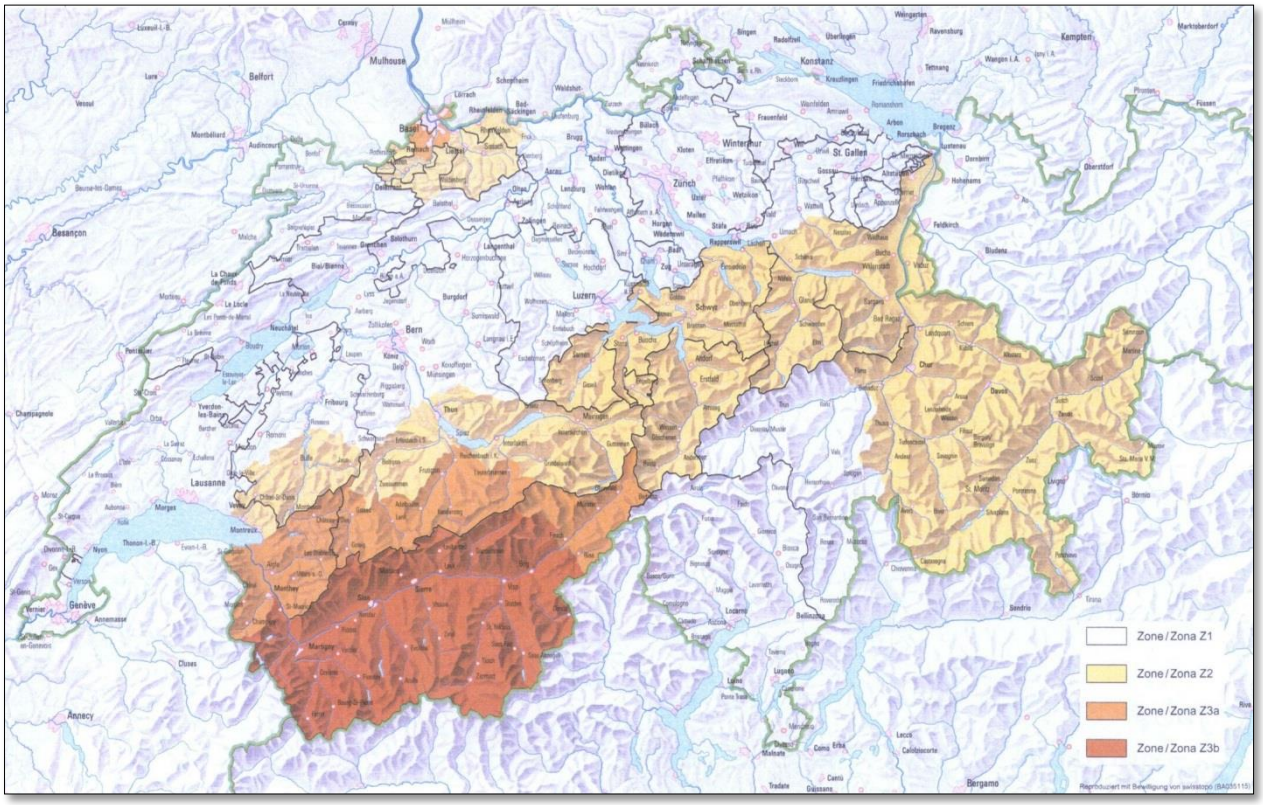


Figure 2: Aperçu des zones sismiques [5]

4. Comparaison des méthodes d'analyse

Dans l'étude citée [4], les auteurs ont recalculé en fonction des connaissances les plus récentes et de la nouvelle valeur limite quelques-uns des réservoirs verticaux non ancrés, présentant un rapport hauteur/rayon (H/R) caractéristique pour la Suisse et développés conformément aux normes SIA (construction et charges) en vigueur à l'époque. Pour ce faire, les méthodes suivantes ont été appliquées:

- l'annexe informative A de l'Eurocode (EC) 8, partie 4, état 2006 [2]. Ce code est considéré comme "état de la technique".
- le calcul non-linéaire selon Malhotra (2000) [7]. Cette méthode est considérée comme "état de la science" au moment de la rédaction du présent rapport.

Un réservoir vertical non ancré présente une sécurité sismique suffisante dans l'optique des dommages déterminants pour un accident majeur, pour autant que l'on puisse apporter la preuve du séisme en vertu d'Eurocode 8 ou d'une méthode reconnue correspondant à l'état de la science (p.ex. Malhotra). Cette conclusion apparaît aussi plausible et suffisamment conservative à la lumière des études statistiques des dommages causés par des séismes à des réservoirs verticaux non ancrés.

Sur la base des calculs effectués, les diagrammes de flux ci-après ont été élaborés, à l'aide desquels il est possible, sans calculs, de trier les réservoirs verticaux non ancrés existants dont la sécurité sismique suffit pour éviter des dommages de l'ordre de ceux que provoqueraient des accidents majeurs.

5. Evaluation des réservoirs verticaux existants

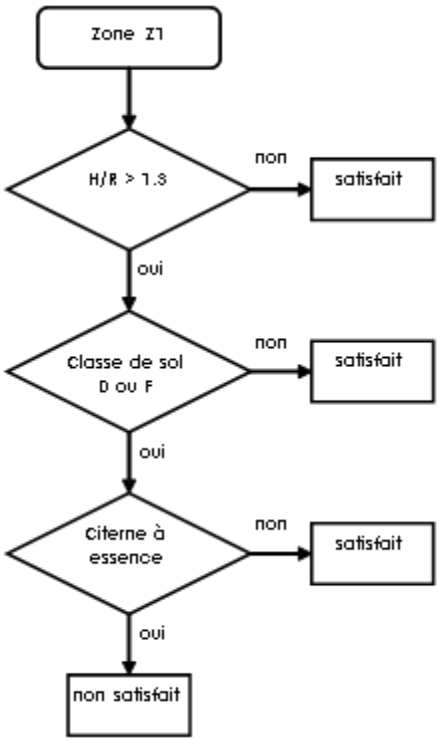


Figure 3: Diagramme de flux pour la zone Z1

Les diagrammes de flux des figures 3, 4 et 5 s'appliquent à des réservoirs non ancrés existants de construction "usuelle", le terme "usuel" ne pouvant être défini ici que de manière indirecte. "Non usuel" serait par exemple un réservoir dont le manteau aurait une hauteur sensiblement supérieure à 26 m, ou un réservoir de diamètre extrêmement faible avec un rapport H/R > 4. Dans le cas des réservoirs de dimensions non usuelles, on peut admettre, sans preuve spécifique (voir point 6), qu'ils ne remplissent pas les critères de contrôle et s'écoulent en cas de sinistre. Dans le cas des réservoirs ancrés, on appliquera les calculs simples selon Eurocode 8 [2].

Afin de garder les diagrammes de flux aussi simples et clairs que possible, ils ont été développés pour des réservoirs individuels. Cela requiert donc d'analyser tous les réservoirs d'une installation de stockage à l'aide de ces diagrammes. "Satisfait" signifie que, sans calculs complémentaires, le réservoir considéré peut être qualifié de résistant aux séismes – dans l'optique de dommages de l'ordre de ceux que provoquerait un accident majeur en vertu de la norme SIA 261 (2014) [5]. Le résultat "non satisfait" signifie que le réservoir plein ne peut pas être jugé non problématique d'emblée. Dans ces cas, la marche à suivre est celle décrite au point 8.

Les réservoirs très ramassés ayant un rapport H/R < 1.3 peuvent être considérés résistants aux séismes dans toutes les zones, peu importe la classe de sol de fondation et le contenu.

La plupart des réservoirs en usage en Suisse résisteraient à un séisme de dimensionnement de la zone Z1. Seule exception: les réservoirs d'essence ayant un rapport H/R > 1.3 implantés sur une classe de sol de fondation D ou F (figure 3).

Les réservoirs élancés implantés dans la zone Z2 et ayant un rapport H/R > 1.3 ne sont pas a priori résistants aux séismes s'ils sont implantés sur un sol de fondation de la classe D ou F. S'ils contiennent de l'essence, ils ne résisteraient que s'ils sont implantés sur une classe de sol de fondation A (figure 4).

Dans les zones Z3a et Z3b, les réservoirs très ramassés (H/R < 1.3) de construction usuelle peuvent être qualifiés résistants aux séismes. Les réservoirs ayant un rapport H/R > 1.3 ne peuvent être qualifiés a priori de résistants, à moins qu'il ne s'agisse de réservoirs sur une classe de sol de fondation A et ne contenant pas d'essence (figure 5).

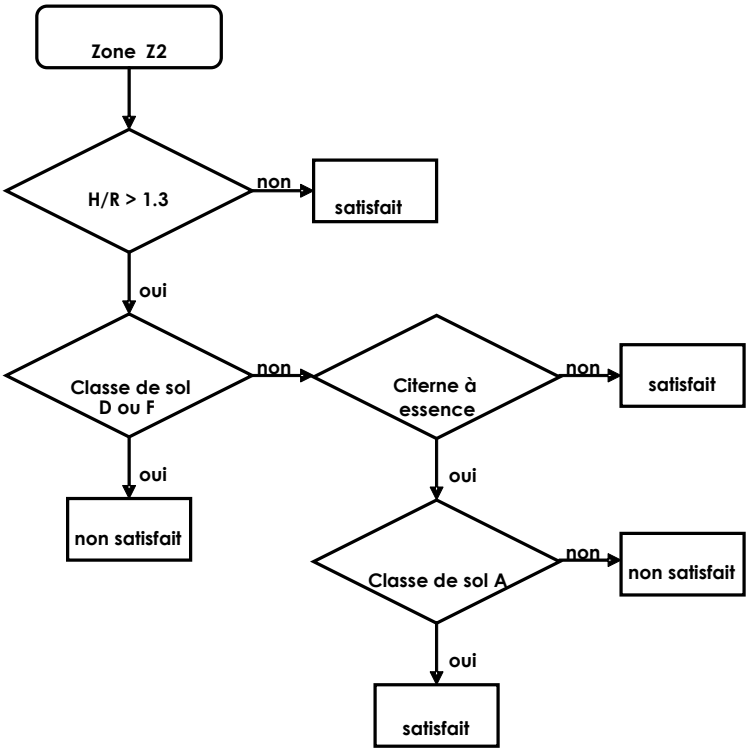


Figure 4: Diagramme de flux pour la zone Z2

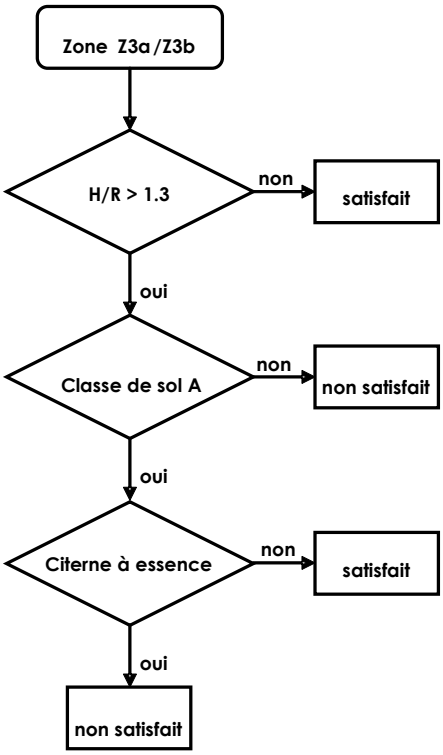


Figure 5: Diagramme de flux pour les zones Z3a & Z3b

6. Evaluation de réservoirs verticaux neufs

Lors de la construction ou d'une transformation importante d'un réservoir vertical ainsi que d'un dimensionnement inhabituel, il y a lieu, dans chaque cas, d'apporter une preuve détaillée de sa résistance aux séismes.

La preuve sera établie à l'aide des calculs effectués selon Eurocode 8 [2], Malhotra [7] ou par une autre méthode adéquate, reconnue conforme à l'état de la science. La nouvelle valeur limite de 0.4 rad pour la rotation plastique est à respecter.

7. Bassins de rétention

En Suisse, les réservoirs d'hydrocarbures sont généralement installés dans des bassins de rétention. Selon la directive CARBURA [8], le bassin doit pouvoir contenir le volume utile du plus grand réservoir se trouvant dans le bassin. De plus, des réserves pour l'eau d'extinction selon le concept de prévention-incendie doivent également être prises en compte.

S'agissant des réservoirs verticaux construits avant 1972, on applique parfois d'autres prescriptions. Si un bassin de rétention a la capacité de retenir la totalité du fluide qui s'échappe des réservoirs fissurés suite à un séisme, il n'en résulterait pas de dommage de l'ordre de ceux que provoquerait un accident majeur. Il s'ensuit que le dommage est non significatif dans l'optique de l'ordonnance sur les accidents majeurs, cela tant que la capacité du bassin est supérieure au volume total des réservoirs qui ne résisteraient pas à un séisme et aussi longtemps que le bassin de rétention reste intact. Cette condition relève du cas le plus défavorable, dans lequel tous les réservoirs mis en danger par un séisme sont pleins. Dans des cas isolés, on peut assouplir cette condition dans la mesure où il est improbable que tous les réservoirs présentant un risque soient pleins en même temps.

Le bassin peut être ceinturé de murs ou de talus en terre, ceux-ci n'étant pas interrompus. Les ouvrages de protection sont généralement des constructions robustes, qui résistent bien aux sollicitations inhérentes à un séisme. Les différents éléments sont dimensionnés en fonction de pressions de liquides unilatérales. La nappe d'armature extérieure des murs d'enceinte est en général quasiment aussi solide que celle qui se trouve à l'intérieur du bassin. La contrainte résultant de la pression du liquide est généralement plus grande que les forces déclenchées par un séisme. De plus, on peut admettre que les bassins sont vides au début du séisme. Les éventuels profilés de joints doivent être en mesure d'absorber les déplacements opposés d'éléments de paroi voisins sans se fissurer.

En Suisse, on peut généralement assumer que les bassins de rétention situés dans la zone sismique Z1 restent intacts après un séisme de dimensionnement selon la norme SIA 261.

Pour les bassins de rétention situés dans la zone Z2, des liquéfactions de sol sont possibles. Dans les classes de sol de fondation A et B, ce danger peut être exclu. Pour les autres classes (p.ex. sables et limons meubles, saturés en eau), une preuve simplifiée doit être apportée pour les bassins de rétention dans lesquelles pas tous les réservoirs ne sont pas « en ordre ».

Dans les zones Z3a et Z3b, une preuve adéquate doit être apportée indépendamment de la classe de sol de fondation.

8. Marche à suivre pour les réservoirs ne satisfaisant pas aux critères

La mention "non satisfait" dans les diagrammes de flux signifie que le réservoir plein ne peut être qualifié de non critique a priori. Une preuve du réservoir, soit à l'aide de calculs selon EC 8 [2], Malhotra [7] ou par une autre méthode reconnue conforme à l'état de la science est requise, dans la mesure où la capacité du bassin de rétention et/ou sa résistance aux séismes est insuffisante. La nouvelle valeur limite de 0.4 rad pour la rotation plastique est à respecter.

En revanche "satisfait" signifie que le réservoir considéré peut être qualifié de résistant aux séismes sans autre calcul, dans l'optique des dommages significatifs pour des accidents majeurs lorsque se présente un séisme selon la norme SIA 261 (2014) [5].

Lorsque la preuve selon EC8 ou Malhotra ne démontre pas la résistance aux séismes et que

le volume du bassin de rétention est insuffisant, il faut prendre des mesures. Parmi les mesures possibles figurent l'agrandissement du volume de rétention par des déversoirs dans un autre bassin ainsi que la diminution du taux de remplissage du réservoir. Une autre mesure possible est le renforcement du réservoir.

9. Remarque finale

Avec l'augmentation de la valeur limite, plus de réservoirs verticaux qu'avant sont considérés résistants aux séismes. La révision des diagrammes de flux a en outre simplifié l'analyse et créé un outil actuel pour classifier les réservoirs.

Références:

[1] Rapport-cadre sur la sécurité des installations de stockage d'hydrocarbures, Office central suisse pour l'importation des carburants et combustibles liquides en coopération avec l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, version révisée 2005

[2] EUROCODE 8, partie 4: silos, réservoirs et canalisations, Norme française homologuée EN 1998-4:2006, Annexe A. Comité européen de normalisation, Bruxelles, 2006.

[3] EPFL, Prinz G.S. et A. Nussbaumer; Seismic Performance of Unanchored Liquid Storage Tank Shell-to-base Connections - Phase 2, Rapport EPFL N°174640, Lausanne, 2012

[4] Résonance Ingénieurs Conseils SA, Erdbebensicherheit bestehender unverankerter Stehtanks bezüglich störfallrelevanter Schäden, 2015

[5] SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET ARCHITECTES; Norme sia 261, Actions sur les structures porteuses, édition 2014

[6] SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET ARCHITECTES; Norme sia 260, Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses, édition 2003

[7] MALHOTRA P. Practical Nonlinear Seismic Analysis of Tanks, Earthquake, Spectra, Vol. 16, 473 - 492, 2000

[8] CARBURA, Directives pour le stockage d'hydrocarbures, 1974 (avec compléments en 1992 et 2009)

Annexe 1

7. Sécurité sismique

Les facteurs d'influence déterminants dans l'évaluation de la sécurité sismique sont la situation géographique (zones de risque sismique), les conditions géologiques sur le site de l'installation (nature du sol de fondation) et la géométrie (rapport entre hauteur et rayon H/R). Indépendamment de cela, les conduites d'hydrocarbures menant aux réservoirs et en sortant doivent également répondre aux exigences.

Zones de risque sismique

En vertu de la norme SIA 261, Actions sur les structures porteuses, édition 2014, la Suisse est subdivisée en 4 zones de risque sismique Z1, Z2, Z3a et Z3b. Ces zones ont été définies sur la base de la sismicité historique et actuelle, et adaptées aux frontières politiques.

Nature du sol de fondation

L'influence de la nature du sol est prise en compte par la catégorisation du site de l'installation de stockage dans une des classes de sol de fondation A à F selon le tableau 24 de la norme SIA 261.

Géométrie

Le paramètre déterminant est le rapport entre la hauteur H du réservoir et son rayon R.

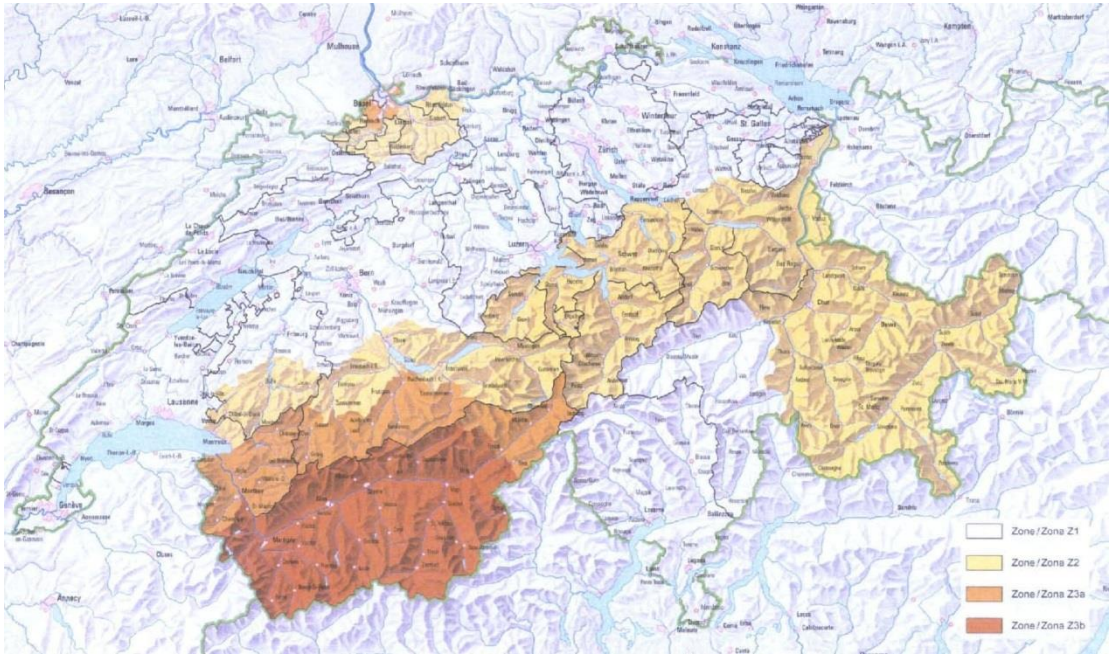


Figure 1: Carte des zones de risque sismique selon la norme SIA 261 [4]

7.1 Dimensions des réservoirs verticaux

Dimensions des réservoirs: hauteur H, rayon R, rapport H/R, volume ainsi que numéro du bassin de rétention.

Lors de réservoirs de dimensions non usuelles (h > 26 m ou H/R > 4), il faut cocher dans le tableau 7.3.4 „non satisfait“ et apporter une preuve pour la sécurité sismique si le bassin ne peut retenir le volume du réservoir.

Les indications doivent être récapitulées dans le tableau suivant ou sur une feuille annexée.

Feuille séparée? ☐oui ☐non

Réservoir n°	Hauteur H [m]	Rayon R [m]	Rapport H/R	Volume [m³]	Bassin No

7.2 Classe de sol de fondation et zone sismique

Classification et carte selon la norme SIA 261, Actions sur les structures porteuses, édition 2014, chapitre 16.2.2, tableau 24 et annexe F

Dans le cas de la classe de sol de fondation F ainsi que pour les sites dont la nature du sol ne peut être attribuée, des études spécifiques sont nécessaires en vue de déterminer l'impact d'un séisme.

Pour les principales agglomérations suisses, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) établit des cartes à l'échelle 1:25'000, qui représentent l'étendue des différentes classes de sol de fondation selon SIA 261.

Le géoportail de la Confédération met également des données à disposition:

http://map.bafu.admin.ch -> Dangers naturels -> Séismes

- Classes de sol de fondation
- Zones sismiques

Dans quelle zone de risque se situe l'installation?

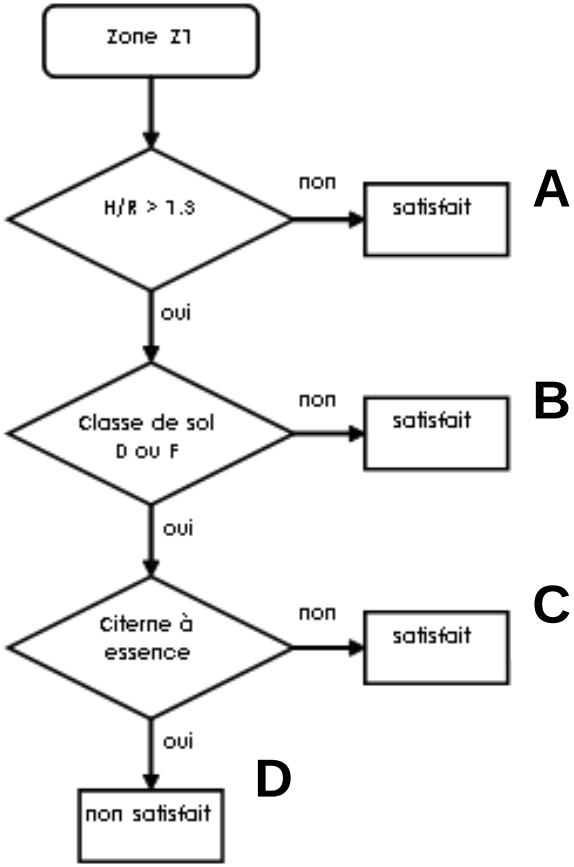
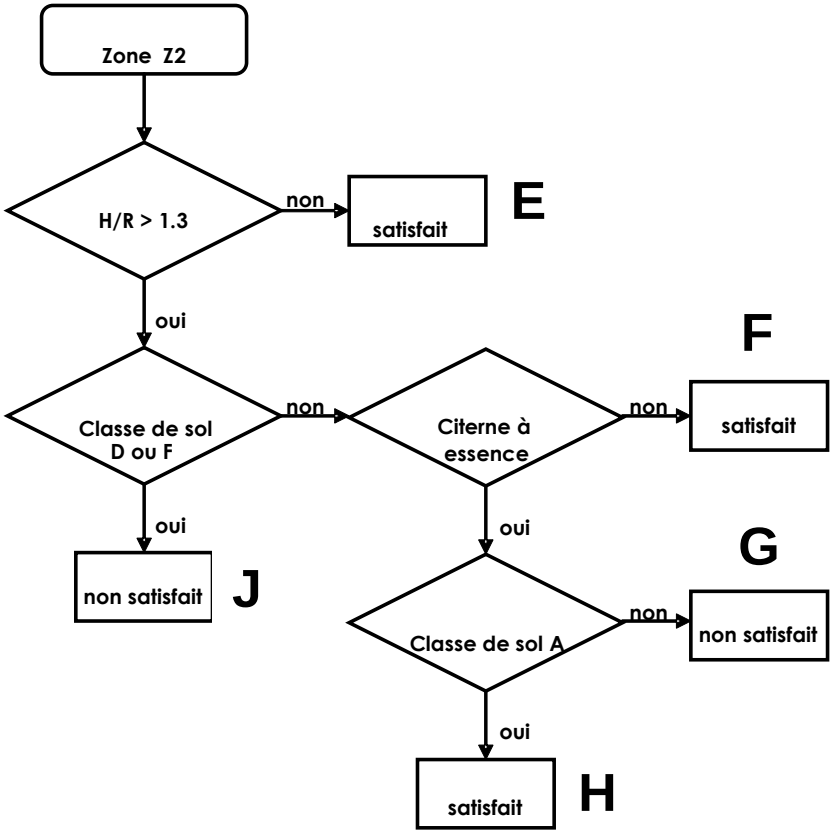
Zone Z1	☐	si oui, continuer sous 7.3.1
Zone Z2	☐	si oui, continuer sous 7.3.2
Zone Z3a / Z3b	☐	si oui, continuer sous 7.3.3

Sur quel genre de sol de fondation se trouve l'installation?

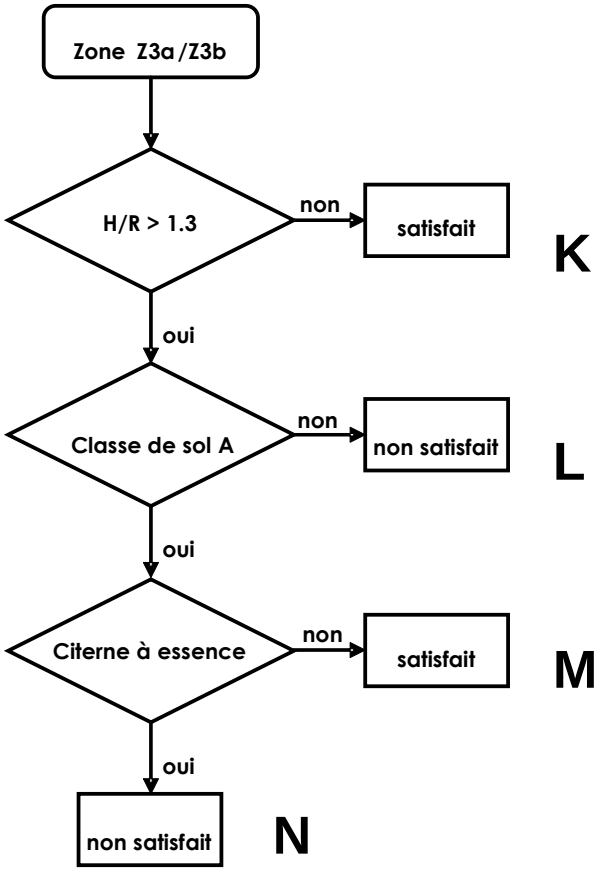
Existe-t-il des informations fiables? ☐ oui ☐ non

Source: _____

Classe de sol de fond.	Description	
A	Rocher ou formation géologique analogue avec une couverture de terrain meuble d'au plus 5 m d'épaisseur en surface.	☐
B	Dépôts de sable et gravier très compact ou d'argile très ferme, d'une épaisseur d'au moins quelques dizaines de mètres caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur.	☐
C	Dépôts de sable et gravier moyennement compact à compact ou d'argile ferme, d'une épaisseur de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres.	☐
D	Dépôts de terrain meuble non cohésif lâche à moyennement compact (avec ou sans couches cohérentes molles), ou à prédominance de terrain meuble cohésif de consistance molle à moyenne.	☐
E	Couche superficielle de terrain meuble avec des valeurs de v_s correspondant à la classe C ou D et d'une épaisseur comprise entre 5 m et 20 m reposant sur un matériau avec une valeur de v_s > 800 m/s.	☐
F	Dépôts à structure sensible, organiques et très mous (p.ex. tourbe, craie lacustre, argile molle) avec une épaisseur supérieure à 10 m.	☐

7.3 Evaluation de la sécurité sismique des réservoirs [h≤26m]	
7.3.1 L'installation se situe en zone Z1 (inscrire le chemin sous 7.3.4)	*7.3.2 L'installation se situe en zone Z2 (inscrire le chemin sous 7.3.4)*
	

7.3.3 L'installation se situe en zone Z3a ou Z3b (inscrire le chemin sous 7.3.4)



7.3.4 Résultats concernant la sécurité sismique des réservoirs

Les indications doivent être récapitulées dans le tableau suivant ou sur une feuille annexée.

Feuille séparée? ☐ oui ☐ non

Réservoir nº	chemin A/B/C/D/E/F/ G/H/J/K/L/M/N	satisfait	Non satisfait

Les réservoirs désignés comme "non satisfait" doivent subir une analyse complémentaire selon 7.4.

7.4 Comparaison entre volume écoulé et volume retenu

Est-ce que la capacité du bassin de rétention est suffisante pour retenir le volume des réservoirs qui s'y trouvent et qui ont été désignés comme „non satisfait"?

Calcul de la capacité du bassin de rétention:

1. Calculer la superficie brute du bassin
2. Déduire la superficie des réservoirs résistants -> superficie nette
3. Multiplier la superficie nette avec la hauteur des parois du bassin de rétention moins 0.18 m (pour l'eau d'extinction) -> Capacité
4. Les contenus des réservoirs „non satisfait" doivent être cumulés.
5. Si le contenu cumulé des réservoirs est supérieur à la capacité du bassin, il faut cocher non.

Les indications doivent être récapitulées dans le tableau suivant ou sur une feuille annexée.

Feuille séparée? ☐ oui ☐ non

Bassin		Réservoir			
Bassin	Capacité F [m³]	Non satisfait Rés. nº	Contenu I_i [m³]	Contenu cumulé ΣI_i	$F > \Sigma I_i$
		rés.:____ rés.:____ rés.:____	I:_____ I:_____ I:_____		☐ oui ☐ non
		rés.:____ rés.:____ rés.:____	I:_____ I:_____ I:_____		☐ oui ☐ non
		rés.:____ rés.:____ rés.:____	I:_____ I:_____ I:_____		☐ oui ☐ non
		rés.:____ rés.:____ rés.:____	I:_____ I:_____ I:_____		☐ oui ☐ non

Le résultat est à reporter au chapitre 7.6.

7.5 Evaluation des bassins de rétention

Une preuve concernant la résistance du bassin de rétention est requise dans les cas suivants:

- Zone Z2 (sauf classe de sol de fondation A et B) pour ces bassins dans lesquelles pas tous les réservoirs ne sont pas « en ordre ».
- Zones Z3a/Z3b
- réservoirs « non satisfait » dans le bassin (chapitre 7.4).

Les indications doivent être récapitulées dans le tableau suivant ou sur une feuille annexée.

Feuille séparée? ☐ oui ☐ non

Bassin	Preuve jointe à l'annexe n°	Est-ce que le bassin résiste au séisme selon la preuve?	
		Oui	Non
		☐	☐
		☐	☐
		☐	☐
		☐	☐

Remarques:

Le résultat est à reporter au chapitre 7.6.

7.6. Evaluation de la sécurité sismique des réservoirs et bassins de rétention	Sur la base des analyses selon chapitres 7.3 à 7.5	
	Les exigences relatives à la sécurité sismique sont satisfaites	☐oui ☐non
7.7 Conduites de remplissage et de déstockage Les conduites de remplissage et de déstockage sont-elles posées de manière à admettre des déformations sans perdre de leur étanchéité (séismes, variations de température)? Directives CARBURA C18 chap.7	Les exigences sont satisfaites	☐oui ☐non
Remarques, compléments ou explications relatifs à la question de la sécurité sismique		