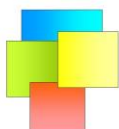


Manuel au document relatif à la protection contre les explosions pour installations de réservoirs

Circ. no 18'944-1



siarb GmbH
Kurt Baumann
Fabrikstrasse 17
CH-8912 Obfelden
Téléphone +41 44 776 25 10
Mobile +41 76 384 50 09
E-mail kurt.baumann@datazug.ch

Version: mars 2011

Table des matières:

1.	Introduction et objectif de la protection contre les explosions	3
2.	Conditions-cadre légales	3
3.	Indications concernant l'ATEX 95 et l'OSPEX	4
3.1	Groupe d'appareils	5
3.2	Catégorie d'appareils	5
3.3	Modes de protection pour des équipements électriques	5
3.4	Modes de protection pour des équipements non électriques	6
3.5	Groupes d'explosions et classes de température	6
4.	Installation d'appareils électriques dans les zones EX	7
5.	Charge électrostatique	7
5.1	Charge électrostatique lors de la manipulation de liquides	8
5.2	Limitation de la vitesse d'écoulement	9
5.3	Charge électrostatique de personnes	9
5.3.1	Chaussures conductrices	10
5.3.2	Sols conducteurs dans les locaux de stockage pour les matières des classes de feux F1 à F3	10
5.3.3	Vêtements conducteurs	10
5.3.4	Gants	10
5.3.5	Protection pour la tête	10
6.	Mesures de protection techniques contre les explosions	10
6.1	Eviter la formation de mélanges de gaz dangereux	11
6.2	Mesures contre la propagation de vapeurs et de liquides	11
6.3	Aération et ventilation	11
6.4	Eviter les sources d'ignition	12
6.5	Mesures de protection constructives contre les explosions	12
6.6	Protection de l'installation contre les effets thermiques	13
6.7	Voies d'évacuation	13
6.8	Protection des équipements de travail contre les effets mécaniques	13
6.9	Mesures pour les entrepôts destinés à des échantillons et des fûts	13
7.	Mesures de protection organisationnelles contre les explosions	14
8.	Etablissement du document relatif à la protection contre les explosions	14
8.1	Structure du document relatif à la protection contre les explosions	15
8.1.1	Délimitation d'un domaine pour l'appréciation	16
8.1.2	Valeurs caractéristiques relatives à l'explosion pour les produits pétroliers les plus importants	16
8.2	Liste de contrôle pour les risques d'explosion	16
9.	Bibliographie et adresses internet	17
9.1	Littérature consultée et complémentaire	17
9.2	Adresses internet	18

1. Introduction et objectif de la protection contre les explosions

Lorsque des gaz, vapeurs ou poussières inflammables sont entreposés, traités ou transvasés, un risque d'explosion peut exister. Lors d'une explosion, les personnes sont menacées par des flammes incontrôlées et des effets de pression sous forme de rayons de chaleur, d'ondes de pression, de produits de réaction nuisibles et de débris projetés.

Le manuel et le document relatif à la protection contre les explosions (liste de contrôle) contiennent les informations et les règles de conduite les plus importantes concernant la protection contre les explosions dans une installation de réservoirs de produits pétroliers. L'objectif principal est la protection de la santé et de la vie des employés et des tiers contre les dangers d'une explosion. A cet effet, l'élaboration des procédés et appareils techniques doit assurer une telle sécurité que le risque d'explosion restant est acceptable, p.ex. par les mesures suivantes:

- classification en zones d'atmosphère explosible (plan des zones EX);
- éviter ou limiter la formation et la propagation de mélanges explosibles;
- éviter les sources d'ignition efficaces;
- limiter de manière technique les répercussions d'une éventuelle explosion de sorte que ni dommages corporels ni dégâts matériels inacceptables ne soient causés.

2. Conditions-cadre légales

Les prescriptions concernant la protection contre les explosions se basent sur les directives européennes Directive 94/9/CE (ATEX 95)¹ et Directive 1999/92/CE (ATEX 137)². Les deux directives sont ancrées dans le droit suisse [Ordonnance sur les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles (OSPEX), RS 734.6³ et Ordonnance sur la prévention des accidents et des maladies professionnelles (Ordonnance sur la prévention des accidents, OPA), RS 832.30⁴]. L'ATEX 137 correspond au feuillet d'information SUVA 2153⁵.

Directives CE	Directive 94/9/CE ATEX 95 sur les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles	Directive 1999/92/CE ATEX 137 Prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosives.
Ordonnance CH	RS 734.6 OSPEX	RS 832.30 OPA
Exigence vis-à-vis de	Equipements de travail	Place de travail
Responsabilité	Fabricant	Employeur/Exploitant
Assuré par	Examen de type Assurance de qualité	Détermination des risques Classification en zones Mesures
Assuré par	Déclaration de conformité	Document relatif à la protection contre les explosions

Illustration 1

En Suisse, le contrôle de la mise en œuvre des dispositions provenant de l'Ordonnance sur la prévention des accidents, OPA, est réglé par la SUVA.

3. Indications concernant l'ATEX 95¹ et l'OSPEX³

Le fabricant et fournisseur de l'installation ou des parties d'installation est responsable du respect des exigences de l'ATEX 95 et de l'OSPEX. Pour l'utilisateur et acheteur, il est toutefois mieux d'être informé sur les points les plus importants. L'acheteur doit déjà avoir une idée précise, au moment de l'achat d'un appareil, de son utilisation et donc des exigences nécessaires.

L'ATEX 95 définit les objectifs dans le domaine de la sécurité. La mise en œuvre est régie dans des normes internationales EN/CEI. Les nouveaux appareils et installations ainsi que les installations transformées ou partiellement renouvelées (jour de référence: 30 juin 2003) qui sont installés et exploités dans des zones EX doivent être pourvus d'un panneau-type correspondant. Les installations existantes, installées avant le 30 juin 2003 dans des zones EX, peuvent toujours être exploitées. Les indications suivantes sont obligatoires:

- fabricant, adresse du fabricant;
- désignation de la série et / ou du type;
- numéro de la série, numéro de la fabrication;
- marquage ATEX;
- année de construction;
- puissance absorbée (pour les appareils électriques).

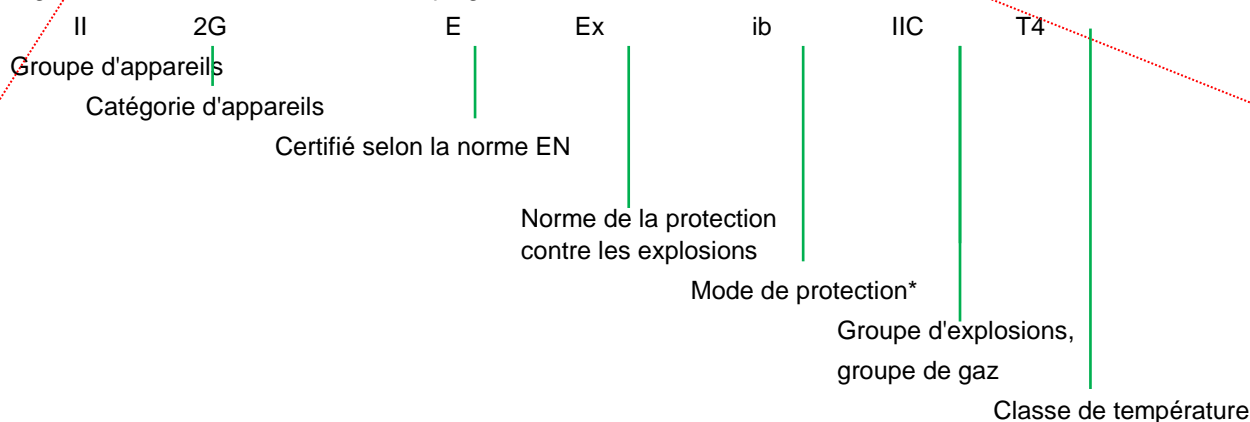
L'aptitude des appareils et des installations pour une certaine zone EX ainsi que leur utilisation peuvent être déduites du marquage ATEX.

Exemple d'un marquage ATEX (ici selon ATEX 95 et CENELEC EN 50039):



► ---- Partie de l'ATEX ----- ◄----- Partie des normes ----- ◄---- Laboratoire d'essai ---- ◄

Signification des abréviations du marquage ATEX:



*EEx ib = certifié selon EN 60079-11

Illustration 2

3.1 Groupe d'appareils

Tous les appareils qui ne sont pas prévus pour l'exploitation souterraine appartiennent au groupe d'appareils II.

3.2 Catégorie d'appareils

Catégorie 1G, appropriée pour les zones 0, 1 et 2

Catégorie 2G, appropriée pour les zones 1 et 2

Catégorie 3G, appropriée pour la zone 2

3.3 Modes de protection pour des équipements électriques

Pour la zone 0, uniquement le mode de protection "sécurité intrinsèque exigences particulières ia" est permis. Les autres modes de protection sont, en règle générale, appropriés pour les zones 1 et 2 (exceptions: modes de protection "n" uniquement pour la zone 2). Afin d'éviter des explosions de gaz et de vapeur, les équipements industriels électriques doivent être choisis selon les normes EN/CEI 60079-0 et suivantes.

Principe de protection	Approprié pour la zone EX	Cat.	Mode de protection	Désignation
1. Des mélanges explosibles peuvent s'introduire dans la capsule de l'équipement, mais ne doivent pas s'enflammer. Les étincelles et les températures à potentiel d'ignition devront seulement être limitées.	0, 1 et 2	1G	sécurité intrinsèque exigences particulières	ia
	1 et 2	2G	sécurité intrinsèque	ib
	2	3G	circuit d'énergie limitée	nL
2. Des mélanges explosibles peuvent s'introduire dans l'équipement dans lequel la source d'ignition peut se trouver et peuvent s'enflammer. La transmission de l'explosion intérieure à l'espace extérieur est exclue.	1 et 2	2G	enveloppes antidéflagrantes	d
	1 et 2	2G	remplissage pulvérulent	q
3. L'équipement dispose d'une enveloppe qui évite l'introduction du mélange explosible et/ou le contact avec les sources d'ignition intérieures potentielles.	1 et 2	2G	enveloppes à surpression interne	pz
	1 et 2	2G	encapsulage	mb
	1 et 2	2G	immersion dans l'huile	o
	2	3G	respiration limitée	fr (nR)
	2	3G	appareils produisant d'étincelles	nC
4. Des mélanges explosibles peuvent s'introduire dans la capsule de l'équipement, mais ne doivent pas s'enflammer. Les étincelles et les températures à potentiel d'ignition doivent être évitées.	1 et 2	2G	sécurité augmentée	e
	2	3G	équipements ne produisant pas d'étincelles	nA

3.4 Modes de protection pour des équipements non électriques

enveloppe à circulation limitée	=	fr (selon la norme plus ancienne également "nR")
enveloppe antidéflagrante	=	d
sécurité intrinsèque	=	g
sécurité de construction	=	c
contrôle de la source d'inflammation	=	b
protection par pressurisation	=	p
immersion dans un liquide	=	k

3.5 Groupes d'explosions et classes de température

La répartition en groupes d'explosions différents permet un choix correct d'appareils et d'installations pour l'utilisation dans la zone correspondante soumise à un risque d'explosion. Le groupe d'explosions II s'applique à des zones soumises à un risque d'explosion résultant de matières gazeuses ou de liquides comme l'essence, le pétrole aviation, l'huile Diesel et l'huile de chauffage. Conformément au potentiel d'ignition et à la capacité de transmission de flammes (définie par l'interstice expérimental maximal de sécurité), les gaz sont subdivisés en groupes d'explosions. Le danger des gaz augmente du groupe IIA au groupe IIC.

Le tableau suivant renseigne sur la classe de température et le groupe d'explosions de matières fréquemment utilisées:

Groupes d'explosions et classes de température avec des exemples de matières						
Groupe d'explosions	Classes de température appropriées (température d'inflammation)					
	T1 (>450°C)	T2 (>300°C)	T3 (>200°C)	T4 (>135°C)	T5 (>100°C)	T6 (>85°C)
IIA	benzène (pur) alcool méthyl- lique	n-butane gaz liquéfié alcool propylique	essence pétrole aviation huile Diesel huile de ch.			
IIB	gaz naturel	éthanol éthylène	sulfure d'hydro- gène			
IIC	hydrogène	acétylène			sulfure de carbone	

Tableau 1 Groupes d'explosions et classes de température

Attention: Après une révision des pompes, il faut clarifier avec la société responsable de la révision si la pompe doit être attribuée à une autre classe de température. Une modification de l'attribution peut notamment être nécessaire suite à un rebobinage du moteur électrique.

Les équipements non électriques comme les moteurs à air comprimé, les garnitures mécaniques d'étanchéité, etc., doivent également être répartis en classes de température.

4. Installation d'appareils électriques dans les zones EX

Les détails concernant l'installation et la maintenance correctes des appareils électriques dans les zones EX sont réglés dans le cadre des prescriptions de maintenance des fabricants. Des indications supplémentaires se trouvent dans la Directive CFST no 6512⁶, chapitre 8.4. L'Ordonnance sur la prévention des accidents, OPA⁴, notamment l'article 32b, et l'Ordonnance sur les installations électriques à basse tension (Ordonnance sur les installations à basse tension, OIBT), RS 734.27⁷ forment les bases légales.

Des dispositions supplémentaires ressortent de la Loi sur la sécurité des produits (LSPro)⁸ et de l'Ordonnance sur la sécurité des produits (OSPro)⁹ y relative.

5. Charge électrostatique

Dans les zones soumises à un risque d'explosion, les liquides, objets ou équipements ne doivent pas se charger et ainsi mener à des décharges à effet d'inflammation. Les matières isolantes, comme p.ex. les carburants et combustibles, peuvent se charger par frottement ou par des processus opérationnels. Une couche conductrice doit être appliquée sur les revêtements dans la zone de produits des catégories F1 et F2 (p.ex. revêtements intérieurs de réservoirs et bacs de rétention).

Si toutefois des matières isolantes devaient exister à l'intérieur d'un système, leur surface maximale doit être limitée. Si les valeurs limite d'un objet mentionnées dans les tableaux 2 et 3 (voir TRBS 2153 - "Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen"¹⁰) sont respectées, aucun danger d'inflammation n'est à craindre. S'agissant d'objets avec des surfaces courbées, la projection de la plus grande surface est déterminante, en appliquant également les valeurs maximales selon le tableau 2.

Zone	Surface (cm ²) dans des groupes d'explosions		
	IIA p.ex. essence	IIB	IIC
0	50	25	4
1	100	100	20
2	Des mesures sont seulement nécessaires lorsque des décharges à effet d'inflammation sont susceptibles de se produire.		

Tableau 2 Surfaces maximales d'objets isolants

Les valeurs du tableau 2 s'appliquent par exemple aux logos d'entreprise sur des vêtements de protection conducteurs.

Pour les objets longs et fins (p.ex. câbles et conduites), les valeurs maximales par rapport à la largeur ou au diamètre doivent être respectées (voir tableau 3).

Zone	Largeur ou diamètre (cm) dans des groupes d'explosions		
	IIA p.ex. essence	IIB	IIC
0	0.3	0.3	0.1
1	3.0	3.0	2.0
2	Des mesures sont seulement nécessaires lorsque des décharges à effet d'inflammation sont susceptibles de se produire.		

Tableau 3 Diamètres ou largeurs maximaux d'objets longilignes et isolants

Comme l'évolution s'est entre autres dirigée vers des matériaux isolants - qui ne se chargent quand même pas dangereusement - la preuve expérimentale que l'objet ne se charge pas dangereusement peut également se substituer au critère de la surface. Une telle preuve nécessite un examen compétent.

5.1 Charge électrostatique lors de la manipulation de liquides

Lors du transvasement et du vidange de récipients contenant des liquides, mais également lors de la prise d'échantillons, de l'ouverture du récipient ou de la séparation des conduites à tuyau, les liquides ou l'intérieur du récipient peuvent se charger de manière dangereuse. L'ampleur de la charge dépend de la propriété du liquide et du récipient, de la géométrie du récipient et de la vitesse d'écoulement. L'ampleur de la charge d'un liquide augmente avec l'étendue des surfaces de contact. Ainsi, le transvasement d'un petit récipient d'échantillonnage dans un fût d'expédition présente un risque moins grand que le transvasement d'un wagon-citerne dans un réservoir de stockage.

En ce qui concerne leur conductivité, les liquides sont à classer dans trois groupes:

conductivité faible:	< 50 pS/m (pico siemens par mètre)
conductivité moyenne:	50 pS/m à 1000 pS/m
conductivité élevée:	> 1000 pS/m

La conductivité est l'inverse de la résistivité. 1000 pS/m correspondent à $10^9 \Omega$. Le mesurage de liquides coulants ou dormants donne des valeurs différentes. La conductivité des hydrocarbures change également avec la température. Concernant les liquides à conductivité faible, le risque d'une charge dangereuse est particulièrement grand. Pour les liquides à conductivité moyenne passant par des pompes ou des filtres, une charge dangereuse est encore possible. S'agissant de liquides à conductivité élevée, il faut s'attendre à une charge dangereuse lors de la pulvérisation ou lorsqu'aucun contact du récipient avec la terre n'existe. La conductivité de solvants ainsi que de carburants et de combustibles avec une énergie minimale d'inflammation (EMI) ≥ 0.2 mJ peut être augmentée par des additifs appropriés.

Les mesures procédurales suivantes sont en outre possibles:

- Tous les objets, installations et matières conducteurs doivent être mis à la terre.
- Seulement des récipients conducteurs doivent être utilisés pour le transvasement et le transvasage. A cet effet, il faut utiliser des petits fûts, non conducteurs, de 5 litres au maximum.
- La vitesse d'écoulement lors du transvasement et du transvasage dans les conduites doit être limitée.
- Il faut calculer un temps d'exposition suffisant après le pompage ou le filtrage. Ce temps doit s'élever au moins à dix fois le temps de relaxation.
- Le tourbillonnement d'une seconde phase (p.ex. l'eau du fond du réservoir ou le transvasement de deux phases non miscibles) est à éviter.
- Le giclement du liquide est à éviter par la baisse de l'installation de remplissage jusqu'au niveau du fond du récipient.
- La formation de bulles de gaz (p.ex lorsque les pompes tournent à vide) est à éviter.
- Le nettoyage par jet de vapeur de réservoirs ayant contenu des liquides inflammables est à éviter.
- Une décharge par le tuyau mis à la terre est possible moyennant le remplissage par le bas ou moyennant le remplissage sous le niveau du liquide.
- Les objets isolants dans le liquide sont à éviter.
- Le produit doit être contrôlé régulièrement quant à des résidus flottants ou dispersés comme les matières en suspension ou les paillettes de rouille.

Un liquide est considéré comme contaminé lorsqu'il contient plus de 0,5 % vol. de liquides libres, non miscibles (p.ex. l'eau dans l'essence) ou plus de 10 mg/l de matières solides en suspension. Cette quantité doit être mise en relation avec le débit momentané dans un système produisant une charge comme p.ex. une pompe ou un filtre.

5.2 Limitation de la vitesse d'écoulement

Afin de garantir un remplissage sûr de réservoirs et d'autres récipients, il faut tenir compte de la vitesse d'écoulement. Conformément à la TRBS 2153¹⁰, la vitesse d'écoulement de l'essence, du pétrole aviation et des gasoils ne doit pas être supérieure à 7 m/s. Cela ne s'applique qu'à des liquides purs sans contamination avec de l'eau ou des particules en suspension. Dans la phase initiale du remplissage, la vitesse d'écoulement doit être réduite à 1 m/s. Le processus de remplissage se trouve en phase initiale aussi longtemps que l'extrémité du tuyau de remplissage et toutes les autres parties du fond du réservoir ne sont pas couvertes du double du diamètre du tuyau au moins. Des informations complémentaires pour le calcul de la vitesse d'écoulement se trouvent dans la publication "Strömungslehre, Zusammenfassung"¹¹ de J. Gilg.

Le tableau suivant renseigne sur le débit d'écoulement en fonction de la vitesse d'écoulement et du diamètre de la conduite:

Ø- Conduite DN	Ø- Conduite D _i	Vitesse d'écoulement			
		1 m/s	3 m/s	5 m/s	7 m/s
1"	27.3 mm	35 l/min	105 l/min	175 l/min	245 l/min
2"	53.0 mm	130 l/min	395 l/min	660 l/min	925 l/min
3"	80.8 mm	310 l/min	925 l/min	1540 l/min	2155 l/min
4"	105.3 mm	525 l/min	1'570 l/min	2'615 l/min	3'660 l/min
100	107.1 mm	540 l/min	1'620 l/min	2'700 l/min	3'780 l/min
125	131.7 mm	815 l/min	2'450 l/min	4'090 l/min	5'720 l/min
150	159.3 mm	1'200 l/min	3'590 l/min	5'980 l/min	8'370 l/min
200	210.1 mm	2'080 l/min	6'240 l/min	10'400 l/min	14'560 l/min
250	263.0 mm	3'260 l/min	9'780 l/min	16'300 l/min	22'820 l/min
300	312.7 mm	4'610 l/min	13'820 l/min	23'040 l/min	32'250 l/min

Tableau 4 Débit d'écoulement en fonction de la vitesse d'écoulement et du diamètre de la conduite

5.3 Charge électrostatique de personnes

Les personnes travaillant dans une zone EX ne doivent pas se charger de manière électrostatique. Pour des raisons de santé, il faut éviter que des personnes séjournent dans la zone EX 0. Si un séjour est indispensable, un équipement adéquat s'impose. En marchant, en se levant ou en cas de frottement de surfaces textiles, des charges dangereuses peuvent se produire. Si une personne chargée touche un objet conducteur, des décharges d'étincelles sont possibles. Le seuil de perception s'élève à 0.5 mJ. Cette énergie a déjà un effet d'inflammation. La valeur typique d'une personne chargée s'élève à env. 10 mJ; cette valeur peut toutefois augmenter jusqu'à 15 mJ. Les personnes qui portent des chaussures conductrices et qui sont en contact avec un sol conducteur ne se chargent pas dangereusement pour autant qu'elles ne soient pas confrontées à un processus provoquant une charge considérable.

5.3.1 Chaussures conductrices

Dans les zones à risque d'explosion 0 et 1, il faut porter des chaussures de protection conductrices correspondant à la norme EN ISO 20345 S4. La résistance d'isolement de la semelle de telles chaussures se situe entre 10^5 et $10^8 \Omega$. Les chaussures avec une résistance d'isolement plus élevée ne sont pas appropriées dans les zones EX 0 et 1. Les bas et les chaussettes n'entravent pas l'effet de protection des chaussures conductrices. En revanche, la conductibilité des semelles intérieures doit être clarifiée au préalable. Les chaussures et les semelles intérieures orthopédiques, qu'elles soient fabriquées ou modifiées, doivent également être conductrices.

5.3.2 Sols conducteurs dans les locaux de stockage pour les matières des classes de feux F1 à F3

Les sols dans les zones à risque d'explosion doivent être exécutés de manière à ce que les personnes portant des chaussures de protection avec une semelle conductrice ne se chargent pas. Il faut éviter des contaminations comme les restes d'huile et de graisse. Les produits d'entretien pour le sol ne doivent pas augmenter la résistance. Un sol est conducteur lorsque sa résistance spécifique s'élève à $\leq 10^8 \Omega$. S'agissant de bacs de rétention avec application, il faut déjà signaler cette exigence lors de la construction ou d'une réparation. Lorsque la conductibilité n'est pas suffisante, le sol doit être tenu humide ou traité de manière à ce que sa résistance d'isolement s'élève à $10^8 \Omega$ au maximum.

5.3.3 Vêtements conducteurs

Les vêtements usuels ainsi que les vêtements de protection qui ne sont pas conducteurs peuvent se charger. Lorsque la personne est mise à la terre par des chaussures adéquates et un sol approprié, il existe, en règle générale, aucun danger d'inflammation. Une charge dangereuse peut quand même se produire dans des cas isolés (p.ex. pour des vêtements de protection contre les intempéries enduits de polyuréthane). Dans les domaines de la zone 0 ou lorsque des matières du groupe d'explosions IIC (p.ex. hydrogène) existent, on doit porter uniquement des vêtements conducteurs. Il ne faut ni s'habiller ni se déshabiller dans les zones 0 et 1. La conductibilité des vêtements ne doit pas se perdre par le lavage. Le cas échéant, les vêtements doivent être nouvellement imprégnés. Si le tissu contient des fils conducteurs, il faut assurer qu'ils ne cassent pas.

5.3.4 Gants

Les gants qui sont à porter dans les domaines des zones EX 0 et 1 selon les prescriptions d'exploitation ne doivent pas se charger statiquement.

5.3.5 Protection pour la tête

S'il est obligatoire de porter une protection pour la tête dans la zone 0, cette protection doit être fabriquée d'un matériel conducteur (p.ex. des fibres de carbone).

6. Mesures de protection techniques contre les explosions

Afin d'assurer la protection contre les explosions, il faut prendre des mesures techniques adéquates comme p.ex. l'utilisation d'appareils techniques et de parties d'installation appropriés. Ces mesures sont souvent liées à des coûts d'investissement plus élevés. Si aucune mesure technique n'est possible, il faut prendre des mesures de protection organisationnelles. Celles-ci mènent, en règle générale, à un effort de contrôle accru et ont une

influence sur les frais d'exploitation. Si les mesures organisationnelles s'avèrent insuffisantes, il faut prendre des mesures personnelles et administratives.

6.1 Eviter la formation de mélanges de gaz dangereux

Si des matières inflammables s'écoulent par des ouvertures ou des endroits non étanches, des mélanges de gaz dangereux susceptibles de mener à une inflammation peuvent se former à l'extérieur de l'installation. Cette menace doit être limitée par les mesures suivantes:

- mesures quant aux procédures, mode de construction adéquat, aménagement et distances entre les différentes parties d'installation;
- équipements, réservoirs, récipients et conduites étanches;
- mesures d'aération;
- éviter la fuite de matières inflammables lors du transvasement, de la prise d'échantillons de produits ou lors de travaux de maintenance et de réparation.

6.2 Mesures contre la propagation de vapeurs et de liquides

Une propagation de vapeurs et de liquides dans des puits, canaux, fosses et des locaux situés en contrebas (p.ex. la cave) doit être évitée par des mesures de construction ou de technique d'aération. En outre, il faut rendre durablement étanches les passages de murs des câbles, surtout dans des étages situés en contrebas. Les mortiers spéciaux présentant une densité plus élevée sous influence thermique y sont particulièrement aptes. Si de telles mesures ne sont pas possibles, il faut déclarer les espaces creux menacés comme zone EX 1.

Il faut prendre des mesures pour pouvoir retenir les liquides écoulés conformément aux ordonnances respectives. Voir également les indications de la directive de protection incendie AEAI "Liquides inflammables" 28-03¹².

6.3 Aération et ventilation

Une aération est une circulation mécanique ou naturelle d'air dans un espace fermé. Dans les locaux de transvasement et de stockage, dans lesquels de petits récipients sont transvasés, un drainage aspiratif est nécessaire. Les locaux exclusivement destinés à l'entreposage doivent être aérés selon le feuillet d'information SUVA 2153⁵ et la directive de protection incendie AEAI "Liquides inflammables" 28-03¹². Les canaux d'aération sont à mentionner dans le plan de la maintenance; ils sont à nettoyer régulièrement et à tenir sans poussière. La poussière en relation avec des gaz, des vapeurs et des brouillards d'hydrocarbures augmente le risque d'une charge électrostatique dans le système de canalisation. Pour les mêmes raisons, les conduites courbées doivent, dans la mesure du possible, être posées dans un grand rayon. Concernant l'essence (liquide F1), les conduites d'évacuation de l'air pollué doivent être fabriquées dans un matériau conducteur et mises à la terre. La puissance du ventilateur doit être mentionnée dans le document relatif à la protection contre les explosions (page 3) "Description précise de l'emplacement / indications concernant la puissance de l'installation d'aération" selon les indications du panneau-type. La classe de température du moteur est à choisir en fonction des matières entreposées. Ni des traces de meulage mécaniques des feuilles de ventilation au boîtier ni un réchauffement par frottement des paliers ne doivent se produire. Dans un rayon de 3 m de l'ouverture de sortie du conduit d'évacuation de l'air pollué, aucune source d'ignition ne doit exister. Ces règles doivent également être respectées lors de travaux de maintenance.

6.4 Eviter les sources d'ignition

Sont considérées comme sources d'ignition potentielles:

- surfaces chaudes;
- flammes ouvertes et gaz chauds;
- étincelles d'origine mécanique;
- installations électriques;
- électricité statique;
- foudre;
- champs électromagnétiques dans un rayon de 9 kHz à 300 GHz;
- rayonnement ionisant;
- ultrasons;
- compression adiabatique, ondes de pression, flux de gaz;
- réactions chimiques.

Mesures techniques pour éviter des sources d'ignition:

- utiliser des pinces de mise à la terre;
- utiliser des équipements de travail conformes à la zone;
- installer les équipements électriques selon ATEX;
- éviter le fonctionnement à sec des paliers lisses lubrifiés par liquide;
- éviter l'échauffement par frottement;
- transférer l'installation dans un état de fonctionnement sûr lors d'un dérangement (p.ex. panne d'énergie);
- arrêter à la main les systèmes démarrant automatiquement;
- utiliser des appareils protégés contre les explosions.

Les appareils électroniques mobiles non protégés contre le risque d'explosion ne peuvent être introduits occasionnellement et pour une courte durée dans le domaine EX de la zone 2 que s'ils sont suffisamment protégés contre le bris. A cet effet, il faut s'assurer qu'aucune atmosphère explosible n'existe en même temps. Les engins de manutention comme les chariots élévateurs autorisés pour la zone 2 ne doivent séjourner que pour une courte durée dans la zone 1 pour la manutention de marchandises (feuillet d'information SUVA 2153⁵, page 42).

6.5 Mesures de protection constructives contre les explosions

A l'intérieur d'installations, les mesures constructives suivantes, limitant les conséquences d'une explosion, doivent être prises:

- empêcher la propagation des explosions par un découplage, p.ex. par l'installation d'un dispositif anti-détonation dans la conduite d'équilibrage des gaz aux postes de chargement et de déchargement, à l'installation de récupération des gaz et aux réservoirs de gaz et de produits;
- décompression, comme p.ex. armatures pression / vacuum au réservoir;
- suppression de l'explosion;
- mode de construction résistant à l'onde de choc de l'explosion (pas usuel dans la branche, pourtant à vérifier pour les additifs pro-cétane).

6.6 Protection de l'installation contre les effets thermiques

La protection de l'installation contre les effets thermiques doit être garantie par des distances de sécurité et des compartiments coupe-feu. Des indications supplémentaires se trouvent dans les directives intercantionales selon AEAI (<http://www.praever.ch/fr/bs/vs/seiten/default.aspx>).

6.7 Voies d'évacuation

Il faut assurer que les endroits où existe un risque d'explosion peuvent toujours être quittés rapidement et sans danger. Les voies dans les canaux, couloirs et au sous-sol doivent être équipées d'un éclairage de secours ou de signalisations phosphorescentes et les sorties de secours doivent être pourvues d'une fermeture panique. Les directives et listes de contrôle suivantes doivent être consultées pour l'appréciation des risques: la liste de contrôle SUVA 67157 "Voies d'évacuation"¹³, la directive de protection incendie AEAI "Voies d'évacuation et de sauvetage" 16-03¹⁴ et la directive de protection incendie AEAI "Signalisation des voies d'évacuation – éclairage de sécurité – alimentation de sécurité" 17-03¹⁵. Les symboles pour les signaux de secours peuvent être consultés sur le site internet suivant de la SUVA:

<http://www.suva.ch/fr/startseite-suva/service-suva/sicherheitsprodukte-suva/sicherheitszeichen-als-clipart-suva.htm>.

6.8 Protection des équipements de travail contre les effets mécaniques

Les constructions de soutènement, les étagères et les équipements de travail dans la zone des voies de circulation doivent être protégés à l'aide d'un renfort ou d'une barre contre les heurts, d'un muret de protection, de glissières et de moyens similaires contre les effets mécaniques causés par des moyens de transport ou d'acheminement. D'autres indications se trouvent dans le feuillet d'information SUVA 44036 "Voies de circulation à l'intérieur de l'entreprise"¹⁶ ainsi que dans la liste de contrôle SUVA 67005 "Voies de circulation pour véhicules"¹⁷.

6.9 Mesures pour les entrepôts destinés à des échantillons et des fûts

Pour toutes les matières, il faut disposer de fiches de données de sécurité et d'instructions de service correspondantes. Les collaborateurs doivent être informés sur le contenu des fiches de données et des instructions de service. Il faut en outre prendre les mesures suivantes:

- Les fûts doivent être étiquetés de manière précise.
- La surface de mouvement lors du transvasement des matières entreposées doit garantir un maniement sûr (renfort contre les heurts et protection contre les collisions).
- L'éclairage est suffisant en respectant la conformité des zones.
- Le sol est imperméable et en matériau incombustible (icb).
- Les objets d'équipement dans l'entrepôt sont exclusivement en matériaux incombustibles (icb).
- Les matières dangereuses doivent être entreposées séparément d'autres matières.
- Le personnel doit connaître les instructions concernant la protection d'incendie, la sécurité au travail et l'interdiction de fumer.
- Suivant le volume entreposé, les fûts doivent être conservés dans une armoire non inflammable ou difficilement inflammable (jusqu'à 100 kg) ou dans un local avec une résistance au feu EI 30 icb (jusqu'à 1000 kg) ou EI 60 icb (> 1000 kg).

- Les fûts doivent être hermétiquement fermés.
- Les responsabilités pour le maniement des produits chimiques sont réglées.
- Le seuil quantitatif selon l'Ordonnance sur les accidents majeurs est documenté.

Pour le stockage de fûts, la liste de contrôle SUVA 67132 "Risques d'explosion"¹⁸ peut être consultée.

7. Mesures de protection organisationnelles contre les explosions

Afin d'éviter des sources d'ignition, des mesures organisationnelles comme une interdiction de fumer, l'interdiction de téléphones mobiles, l'obligation de porter un équipement de protection individuelle approprié (p.ex. des chaussures avec une semelle conductrice) doivent être prises et réglementées par une instruction de service. Il faut signaler les zones soumises à un risque d'explosion par des panneaux d'interdiction, de commandement et d'avertissement. L'accès aux zones particulièrement sensibles doit être interdit par des panneaux d'interdiction à des tiers, comme les chauffeurs de camions-citernes ou les membres de l'équipage. Pour les ayants droit, l'accès doit être réglé par des panneaux de commandement.

Les nouveaux collaborateurs et les tiers (chauffeurs, spécialistes externes, etc.) doivent être informés des instructions de service et des prescriptions de sécurité, notamment en rapport avec la protection contre les explosions. Tous les collaborateurs doivent être périodiquement instruits dans le domaine des prescriptions de sécurité. Ces instructions doivent être documentées.

Les fiches de données de sécurité ainsi que les indications sur la quantité et le genre des matières entreposées doivent être disponibles pour tous les collaborateurs et tiers (pour autant qu'elles soient nécessaires pour leur travail).

Les installations d'extinction et de refroidissement doivent correspondre aux Directives CARBURA¹⁹, chapitre F. Les emplacements des équipements doivent être signalés de manière à pouvoir être localisés rapidement et sans problèmes par les personnes concernées également lors d'un événement.

Tous les travaux avec des flammes produisant des étincelles ou des flammes ouvertes ne doivent être exécutés qu'avec un permis spécial. Des permis de travail et de soudage de tiers sont à demander sans exception avant le commencement des travaux. Les travaux ne doivent commencer qu'après achèvement de la vérification des mesures de protection par le responsable de sécurité du dépôt.

Des concepts pour le cas d'urgence (voir la liste de contrôle SUVA 67062 "Plan d'urgence pour les postes de travail fixes"²⁰), comme exigés dans l'Ordonnance sur les accidents majeurs, doivent être vérifiés périodiquement quant à l'intégralité, l'actualité et la plausibilité. Les concepts pour le cas d'urgence doivent également viser le cas d'une perturbation de service.

8. Etablissement du document relatif à la protection contre les explosions

La base pour l'établissement d'un document relatif à la protection contre les explosions est le feuillet d'information SUVA 2153⁵, le plan des zones EX correspondant et les Directives CARBURA¹⁹. Une référence à d'autres écrits utiles se trouve dans le texte.

Le présent document relatif à la protection contre les explosions se concentre sur les domaines en rapport avec le stockage et le transvasement de carburants et de combustibles ainsi qu'en rapport avec les moyens d'exploitation nécessaires (p.ex. les additifs et les lubrifiants) dans un dépôt. La catégorie "poussières" n'est pas traitée.

Le document relatif à la protection contre les explosions démontre quelles mesures pour la protection contre les explosions ont déjà été mises en œuvre avec succès et pour quelles mesures il existe encore un besoin d'agir. Le plan de mesures renseigne sur l'état de la mise en œuvre de toutes les positions avec un besoin d'agir. Il s'agit d'une appréciation momentanée du dépôt concernant la protection contre les explosions. Les documents relatifs à la protection contre les explosions devraient par conséquent être régulièrement mis à jour et actualisés. Notamment lors d'une modification de l'utilisation ou d'une adaptation à de nouvelles influences environnementales, la conclusion doit être nouvellement mise en question par la détermination des risques. Des références à des documents existants sont permises et facilitent la mise à jour des différents documents.

Le document relatif à la protection contre les explosions retient en outre:

- l'entreprise;
- les personnes responsables de la protection contre les explosions.

8.1 Structure du document relatif à la protection contre les explosions

Le document relatif à la protection contre les explosions démontre quelles mesures servent à diminuer le risque et la probabilité d'un événement et, par conséquent, à réduire à un niveau acceptable les répercussions sur les personnes et l'environnement. Lors de l'appréciation d'une installation de réservoirs en vue de la protection contre les explosions, des considérations concernant le danger dans les différents modes d'exploitation devraient être effectuées:

- en exploitation normale;
- en exploitation particulière (p.ex. mise en service ou hors service d'une installation);
- lors de perturbations de service;
- lors de travaux de réparation;
- lors du nettoyage de parties de l'installation;
- lors de travaux de maintenance;
- lors d'une panne d'énergie;
- par des équipements de travail ne faisant pas partie de l'OSPEX³ / ATEX 95¹, mais représentant un potentiel de danger.

Dans les dépôts plus grands, une subdivision en différents domaines peut être un avantage. Cette subdivision peut être effectuée selon le schéma suivant (non exhaustif):

Chargement et déchargement wagons-citernes

bateaux de navigation intérieure
camions-citernes
pipeline

Stockage

dans un réservoir vertical (bassin)
dans un réservoir horizontal (bassin)
dans un conteneur / IBC (Intermediate Bulk Container) - ouvert ou dans un hall
dans un dépôt comme marchandise de détail (entrepôt, atelier, etc.)

Entreposage, déstockage

salle de pompage
groupes de pompes
pompes isolées

Voies de transport	évacuation voies d'évacuation tunnels, puits, canaux et séparateurs d'huile conduites
Transvasement dans des locaux	fûts jusqu'à 450 litres IBC - généralement en matière plastique conteneurs
etc.	

8.1.1 Délimitation d'un domaine pour l'appréciation

Le domaine à apprécier est documenté par un plan des zones EX. Il en ressort les quantités maximales entreposées de liquides, matières et mélanges inflammables. Il est permis de faire des références à des documents déjà existants qui facilitent la structure et le suivi du document relatif à la protection contre les explosions.

8.1.2 Valeurs caractéristiques relatives à l'explosion pour les produits pétroliers les plus importants

Les données déterminantes pour la sécurité ressortent de l'annexe 1 "Valeurs de référence pour des produits pétroliers". D'autres données se trouvent dans la publication de la SUVA "Caractéristiques de liquides et de gaz", SUVA no 1469²¹ ou dans la publication "Sicherheitstechnische Kenngrößen; Volume 1: Brennbare Flüssigkeiten und Gase"²² de E. Brandes et W. Möller.

L'annexe 1 comprend des valeurs de référence importantes des produits pétroliers usuels. Les valeurs représentent des valeurs théoriques qui peuvent considérablement différer selon la source ou dans la pratique. Pour une première estimation des risques, les valeurs se prêtent à l'emploi.

8.2 Liste de contrôle pour les risques d'explosion

Le document relatif à la protection contre les explosions démontre l'état actuel et représente un instrument dynamique de direction pour le chef d'exploitation. Il va de soi que des questions provenant de la protection contre les explosions recoupent d'autres domaines comme la protection de la santé, la prévention des accidents et la sécurité au travail. Pour éviter une redondance d'informations identiques, on peut faire une référence au classement du document initial dans le document relatif à la protection contre les explosions. Ainsi, les recherches en rapport avec les directives CFST ou l'Ordonnance sur la prévention des accidents majeurs restent de préférence dans les documents respectifs.

Si la réponse aux questions de la liste de contrôle est "oui" ou "pas déterminant", aucune mesure n'est nécessaire. Il est toutefois recommandé de justifier brièvement la réponse pour rendre la décision compréhensible et transparente pour un organe de contrôle externe. Si la réponse est "non", il faut, en règle générale, prendre des mesures. Dans le plan de mesures, il faut retenir jusqu'à quand la mesure devra être exécutée.

La liste de contrôle ne prétend pas à l'exhaustivité.

9. Bibliographie et adresses internet

9.1 Littérature consultée et complémentaire

1. [DIRECTIVE 94/9/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 23 mars 1994 concernant le rapprochement des législations des Etats membres pour les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles](#) (ATEX 95)
2. [DIRECTIVE 1999/92/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 16 décembre 1999 concernant les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosibles](#) (ATEX 137)
3. [Ordonnance sur les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles \(OSPEX\)](#) du 2 mars 1998 (Etat le 1^{er} juillet 2010), RS 734.6
4. [Ordonnance sur la prévention des accidents et des maladies professionnelles](#) (Ordonnance sur la prévention des accidents, OPA) du 19 décembre 1983 (Etat le 1^{er} juillet 2010), RS 832.30
5. [Feuillelet d'information SUVA 2153 "Prévention des explosions – principes, prescriptions minimales, zones"](#) (correspond à l'ATEX 137)
6. [Directive CFST no 6512 "Equipements de travail"](#), octobre 2001
7. [Ordonnance sur les installations électriques à basse tension](#) (Ordonnance sur les installations à basse tension, OIBT) du 7 novembre 2001 (Etat le 1^{er} janvier 2010), RS 734.27
8. [Loi sur la sécurité des produits \(LSPro\)](#) du 12 juin 2009 (Etat le 1^{er} juillet 2010), RS 930.11
9. [Ordonnance sur la sécurité des produits \(OSPro\)](#) du 19 mai 2010 (Etat le 1^{er} juillet 2010), RS 930.111
10. [Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS 2153 "Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen"](#) (BGI 5127 et T 033)
11. [Strömungslehre, Zusammenfassung](#), Jürgen Gilg, février 2008
12. [Directive de protection incendie "Liquides inflammables"](#), Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI), 28-03f, 26.03.2003
13. [Liste de contrôle SUVA 67157 "Voies d'évacuation"](#)
14. [Directive de protection incendie "Voies d'évacuation et de sauvetage"](#), Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI), 16-03f, 26.03.2003 (Etat 20.10.2008)
15. [Directive de protection incendie "Signalisation des voies d'évacuation – éclairage de sécurité – alimentation de sécurité"](#), Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI), 17-03f, 26.03.2003 (Etat 20.10.2008)
16. Feuillelet d'information SUVA 44036 "Voies de circulation à l'intérieur de l'entreprise"
17. [Liste de contrôle SUVA 67005 "Voies de circulation pour véhicules"](#)
18. [Liste de contrôle SUVA 67132 "Risques d'explosion \(document pour la prévention des explosions à destination des PME\)"](#)
19. [Directives pour le stockage d'hydrocarbures de l'Office centrale suisse pour l'importation des carburants liquides, CARBURA](#) (Directives CARBURA)
20. [Liste de contrôle SUVA 67062 "Plan d'urgence pour les postes de travail fixes"](#)
21. [Caractéristiques de liquides et de gaz, SUVA no 1469](#)
22. Sicherheitstechnische Kenngrössen; Volume 1: Brennbare Flüssigkeiten und Gase, E. Brandes et W. Möller, ISBN 3-89701-745-8
23. [Norme de protection incendie](#), Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI), 1-03f, 26.03.2003 (Etat 20.10.2008)
24. [Ordonnance 3 relative à la loi sur le travail](#) (Hygiène, OLT 3) du 18 août 1993 (Etat le 1^{er} mai 2010), RS 822.113

25. [Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS 2152 Teil 4](#) "Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Massnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Mass beschränken"
26. [Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS 2152 Teil 2](#) ainsi que [Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 722](#) "Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre"
27. [Guide pratique "Entreposage des matières dangereuses"](#), Institut de sécurité, 2008
28. [Lignes directrices ATEX \(première édition\) - Lignes directrices sur l'application de la directive 94/9/CE](#) du conseil du 23 mars 1994 concernant le rapprochement des législations des états membres pour les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosibles, mai 2000
29. La sécurité dans l'emploi des solvants; réf. SUVA SBA 155
30. Directive CFST no 1825 "Liquides inflammables. Entreposage et manipulation", août 2005
31. [Liste de contrôle SUVA 67013 "Emploi de solvants"](#)
32. [Directive CFST no 1941 "Gaz liquéfiés, 1ère partie: Récipients, stockage, transvasement et remplissage"](#), juillet 2005
33. [Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit \(BGR\), BGR 104 "Explosionsschutz-Regeln"](#), janvier 2007
34. [Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS 2152](#) ainsi que [Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 720](#) "Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Allgemeines"
35. [Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS 2152 Teil 1](#) ainsi que [Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 721](#) "Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Beurteilung der Explosionsgefährdung"
36. [Liste de contrôle SUVA 67061 "Plan d'urgence pour les postes de travail mobiles"](#)
37. [Liste de contrôle SUVA 67081 "Electricité sur les chantiers"](#)
38. [Feuillet d'information SUVA 66047 "Notices d'instructions - Informations relatives à la sécurité pour l'utilisateur"](#)
39. [Protection contre les explosions - Directives, zones et normes](#), thuba, février 2011

9.2 Adresses internet

40. <http://www.praever.ch/fr/bs/vs/seiten/default.aspx>
41. <http://www.suva.ch/fr/startseite-suva/service-suva/sicherheitsprodukte-suva/sicherheitszeichen-als-clipart-suva.htm>
42. <http://www.suva.ch/fr/startseite-suva/service-suva/informationsmittel-suva/informationsmittel-arbeit-suva.htm>
43. <http://www.ptb.de/cms/fachabteilungen/abt3/exschutz.html>
44. <http://www.drucklufttechnik.de/www/temp/drucklft.nsf/70479b556c5dc3b4c125662900334cdf/b74dd2c65a47342ec125662500802d15?OpenDocument>

Valeurs de référence pour des produits pétroliers

Annexe 1

Produit	Essence avec additif	Huile Diesel avec additif	Huile de ch. légère	Avgas 100 LL	Jet A1	n-Heptane	Toluène	Additif d'essence (valeur typique)	Additif pro-cétane (valeur typique)	Stadis 450	Ethanol	Ester d'huile végétale
Apparence	claire	claire	claire	claire	claire	claire	claire		claire		claire	claire
Couleur	incolore	jaune clair	jaune	bleu clair	jaune clair	incolore	incolore	jaune clair	incolore jaune clair	jaune clair	incolore	jaune clair
Densité (kg/m³) à 15°C	690 – 760	820 - 845	820 - 860	725 - 780	790 -820	684	866	910	967	920	789	860 -900
Viscosité à 40°C [mm²/s]	~0.5	~3.2	~3.5	~0.5	~4.0	~0.5	~0.7	3 – 7	1.3	7	~0.3	3.5 – 5.0
Début d'ébullition [°C]	25	170	185	130	150	98	110.6	non spécifié	décomposé 115	90	78.4	non spécifié
Fin d'ébullition [°C]	210	360	360	170	300	98	110.6	195	non spécifié	90	78.4	non spécifié
Point éclair [°C]	-40	~ 58	~ 58	-18	38 -60	-5	6	64	70	6	12	>120
Température d'inflammation [°C]	~220	~220	~220	~280	~220	215	535	425	~100	399	425	non spécifié
Tension de vapeur [kPa] à 0°C	11.3			9.7	non spécifié	15.26	8.80	non spécifié	non spécifié	non spécifié	16.26	non spécifié
Tension de vapeur [kPa] à 20°C	28.6	~0,53	0.53	24.0	< 0.1	47.45	29.59	0.1	0.03	6.2	58.52	non spécifié
Tension de vapeur [kPa] à 40°C	45 -90	2.00	2.00	52.0	~8.33	122.64	78.91	non spécifié	non spécifié	non spécifié	180.35	non spécifié
Limite inférieure d'explosion [% vol (g/m³)]	0.7 (32)	0.9 (100)	0.72 (95)	1.2 (54)	0.8 (64)	1.1 (46)	1.2 (46)	0.6	non spécifié	2.3	3.5 (67)	non spécifié
Limite supérieure d'explosion [% vol.(g/m³)]	8.7 (348)	2.2 (246)	7.8 (261)	6.0 (269)	2.5 (200)	6.7 (280)	7.8 (300)	7 -12		12.7	15 (290)	non spécifié
Propriété encourageant le feu	non	non	non	non	non	non	non	non	oui	non	non	non spécifié
Concentration de la vapeur saturante à 20°C [%vol/g/m³ (g/m³)]	29.9 (1180)	0.06 (5.9)	0.06 (6.3)	25.0 (986)	0.26 (18.45)	4.95 (195)	3.08 (112)	non spécifié	non spécifié	non spécifié	6.1 (110.8)	non spécifié
Energie minimale d'inflammation [mJ]	0.25	non spécifié	non spécifié	0.22	non spécifié	0.24	non spécifié	non spécifié	non spécifié	non spécifié	non spécifié	non spécifié
Conductibilité pS/m (mesurée à 20°C)	50 – 1000	50 – 1000	50 – 1000	50 – 1000	50 – 600	0.5 – 50	0.5 - 50	env. 1000	< 50	env. 1000	10 ⁸	env. 10 ⁶
Temps de relaxation (s)	0.02-0.04	0.02 – 0.04	0.02 – 0.04	0.02 – 0.04	0.02 – 0.04	2 - 200	2 - 200	env. 0.2	2 - 200	env. 0.2	env. 0.2	env. 0,2
Densité relative par rapport à l'air (air =1)	1.9	1.1	1.1	1.6	1.01	1.1	1.1	> 1.0	>1.0	4 - 5	1.04	non spécifié
Classe de température	T3	T3	T3	T3	T3	T3	T1	T3	T6!	T1	T2	non spécifié
Groupe d'explosions	IIA	IIA	IIA	IIA	IIA	IIA	IIA	IIA	IIA	IIA	IIB	non spécifié
Taux d'évaporation (Acétate de butyle =1)	non spécifié	non spécifié	non spécifié	non spécifié	non spécifié	non spécifié	non spécifié	0.05	0.83	1.37	non spécifié	non spécifié

Les valeurs susmentionnées sont des valeurs théoriques qui peuvent considérablement différer selon la source ou dans la pratique.