



Groupe d'Étude de Sécurité
des Industries Pétrolières et Chimiques

**GUIDE DE LECTURE DE LA REGLEMENTATION SUR LE
STOCKAGE ET LE CHARGEMENT/ DECHARGEMENT DE
LIQUIDES INFLAMMABLES**

PARTIE STOCKAGE (1432 A)

**ARRETE1432 A DU 3 OCTOBRE 2010
MODIFIE PAR L'ARRETE DU 10 FEVRIER 2011**

**RAPPORT 2011/01
FICHE 2011/01 – 3
IMPLANTATIONS**

SOMMAIRE

1	DISTANCES ENTRE RESERVOIRS.....	3
1.1	Réservoirs dans une même cuvette.....	3
1.2	Réservoirs dans des cuvettes différentes.....	6
1.3	Justification de la prescription.....	8
1.4	Cas particuliers pris en compte ou non pris en compte dans l'arrêté.....	12
2	DISPOSITION DES RESERVOIRS.....	16

1 DISTANCES ENTRE RÉSERVOIRS

1.1 Réservoirs dans une même cuvette

1.1.1 EXAMEN DE LA PRESCRIPTION

TEXTE DE L'ARRETE (ARTICLE 10)

La distance horizontale entre un nouveau réservoir et les autres réservoirs, situés dans la même rétention, mesurée de robe à robe (calorifuge non compris) respecte les distances minimales suivantes :

Diamètre du plus grand réservoir	Catégorie) de liquide inflammable la plus défavorable	Distance minimale entre le réservoir et un réservoir situé dans la même rétention
$D \leq 10 \text{ m}$	Toutes	1,5 mètre
$10 \text{ m} < D \leq 30 \text{ m}$	A, B, C1, D1	10 mètres ; cette distance peut être réduite sous réserve de la mise en place d'une des dispositions indiquées ci-dessous
	C2	7,5 mètres ; cette distance peut être réduite sous réserve de la mise en place d'une des dispositions indiquées ci-dessous
	D2	1,5 mètre
$30 \text{ m} < D \leq 40 \text{ m}$	A, B, C1, D1	$D/3$
	C2	$D/4$
	D2	1,5 mètre
$D > 40 \text{ m}$	A, B, C1, D1	$D/2$
	C2	$D/4$
	D2	1,5 mètre

En cas de réservoirs de dimensions différentes ou de catégories de liquides inflammables stockés différentes, le coefficient du liquide inflammable le plus défavorable au sens de la rubrique 1430 de la nomenclature des installations classées et le diamètre du réservoir le plus grand sont pris en compte.

Les dispositions spécifiques prévues pour les réservoirs de diamètre compris entre 10 et 30 mètres sont :

- un calcul du rayonnement thermique lié à un feu de réservoir voisin, ou,
- la mise en place de moyens de refroidissement fixes automatiques sur les réservoirs voisins et le réservoir concerné, ou,
- la mise en place d'un rideau d'eau fixe automatique entre les réservoirs voisins et le réservoir concerné, ou,
- la mise en place d'écrans faisant obstacle au rayonnement thermique, stables au feu pendant 4 heures minimum,

permettant de s'assurer que le flux thermique reçu par le réservoir exposé est inférieur à 12 kW/m^2 .

La distance horizontale entre un nouveau réservoir et les autres réservoirs est supérieure à 1,5 mètre.

COMMENTAIRES

Premier alinéa : cet article fixe les distances entre réservoirs d'une même rétention. Les distances sont basées sur une hypothèse de feu de réservoir. Cet article ne vise pas les réservoirs enterrés qui sont exclus du champ de l'arrêté. Il est clairement précisé que la distance est mesurée de robe à robe (calorifuge ou autre revêtement non compris).

Tableau : voir ci après

Le tableau fait référence au diamètre. Pour des géométries particulières, cela peut poser des problèmes d'interprétation :

- réservoirs sphériques : prendre le diamètre à l'équateur
- réservoirs cylindriques horizontaux : prendre le diamètre dans le plan vertical (les réservoirs cylindriques horizontaux n'étant pas sujets à un feu de réservoir, il n'y a pas de justification à les

espacer). On sera donc dans le cas $D < 10$ m et donc une distance de 1.5 m avec un même réservoir du même type.

- cuves carrées ou rectangulaires : on peut utiliser le diamètre équivalent (comme pour le calcul des feu). $Deq = 4 \times \text{Section} / \text{Périmètre}$ (pris dans le plan horizontal).

La distance se mesure de robe à robe.

Second alinéa : en cas de réservoir de catégories différentes et/ou diamètres différents et/ou géométries différentes, on prend la combinaison la plus défavorable, tant pour la catégorie, que pour le diamètre.

Exemple : un réservoir cylindrique à axe vertical de 36 m de diamètre contenant du gazole (cat C2) sera implanté à 12 m d'un réservoir cylindrique à axe horizontal de 3 m de diamètre contenant de l'essence (cat B)

- D pris en compte : 35 m (plus grand diamètre)
- Coefficient pris en compte 1/3 (car une catégorie B) et D compris entre 30 et 40 m

Troisième alinéa et énumération : pour les réservoirs entre 10 et 30 m de diamètre, des distances plus faibles (mais toujours supérieures à 1.5 m) peuvent être adoptées moyennant des mesures spécifiques :

Peuvent être pris en compte :

- un calcul spécifique de flux thermique, notamment afin de pouvoir prendre en compte des géométries particulières. Le calcul doit montrer que le flux reçu par l'un ou l'autre réservoir ne doit pas dépasser 12 kW/m² ;
- une couronne de refroidissement ou un déluge appliqué contre la paroi du réservoir arrêtera la quasi totalité du flux reçu. Une mise en œuvre rapide est toutefois nécessaire, d'où l'exigence de moyens fixes et automatiques. Le flux reçu par l'un ou l'autre réservoir ne doit pas dépasser 12 kW/m² avec l'obstacle ;
- un rideau d'eau arrêtera une fraction du rayonnement seulement. Une mise en œuvre rapide est toutefois nécessaire, d'où l'exigence de moyens fixes et automatiques. Le flux reçu par l'un ou l'autre réservoir ne doit pas dépasser 12 kW/m² avec l'obstacle ;
- un écran faisant obstacle au rayonnement (mur, mais aussi revêtement ignifuge). Ce dispositif doit toutefois être stable au feu pendant 4 h. Le flux reçu par l'un ou l'autre réservoir ne doit pas dépasser 12 kW/m² avec l'obstacle.

Des calculs de rayonnement peuvent être faits avec les outils de simulation GTDLI disponibles sur le site AIDA (à la référence "circulaire du 31 janvier 2007", qui est abrogée mais les pièces jointes sont toujours d'actualité)

http://www.ineris.fr/aida/?q=consult_doc/navigation/2.250.190.28.8.2759/4/2.250.190.28.6.15

Pour plus de précisions, notamment sur les dispositions spécifiques, voir au chapitre 1.4.1. Les cas particuliers pris en compte dans l'arrête.

1.1.2 COMPARAISON ENTRE ANCIENNE ET NOUVELLE REGLEMENTATIONPETROLE 67

Diamètre du réservoir	Catégorie d'hydrocarbures la plus défavorable	Distance minimale entre le réservoir et un réservoir situé dans la même rétention
Tous (on suppose que ce ne sont que des grands réservoirs)	B, C1, D1	D/2
	C2	D/5 mini 2m
	D2	1,5 mètre

RAEDHL

Diamètre du réservoir	Catégorie d'hydrocarbures la plus défavorable	Distance minimale entre le réservoir et un réservoir situé dans la même rétention
$D \leq 6$ m	Toutes	1,5 mètre
$6 \text{ m} < D \leq 24$ m	B, C1, D1	D/4 mini 2m
	C2	D/5 mini 2m
	D2	1,5 mètre
$24 \text{ m} < D \leq 40$ m	B, C1, D1	D/3
	C2	D/5 mini 2m
	D2	1,5 mètre
$D > 40$ m	B, C1, D1	D/2
	C2	D/5 mini 2m
	D2	1,5 mètre

Dispositions spéciales en cas de cuvette déportée. La catégorie A n'est pas rappelée (GPL). Réservoir à axe horizontal : mini 1 m (RAEDHL). Attention dans la réglementation hydrocarbures, les fuels lourds sont en C2. La catégorie D2 correspond aux produits à point d'éclair supérieur à 100°C

PETIT RAEDHL

Diamètre du réservoir	Catégorie d'hydrocarbures la plus défavorable	Distance minimale entre le réservoir et un réservoir situé dans la même rétention
Tous	B, C1, D1	D/4 mini 1.5 m
	C2	D/4 mini 1.5 m
	D2	D/4 mini 1.5 m

On suppose que ce ne sont que des petits réservoirs.

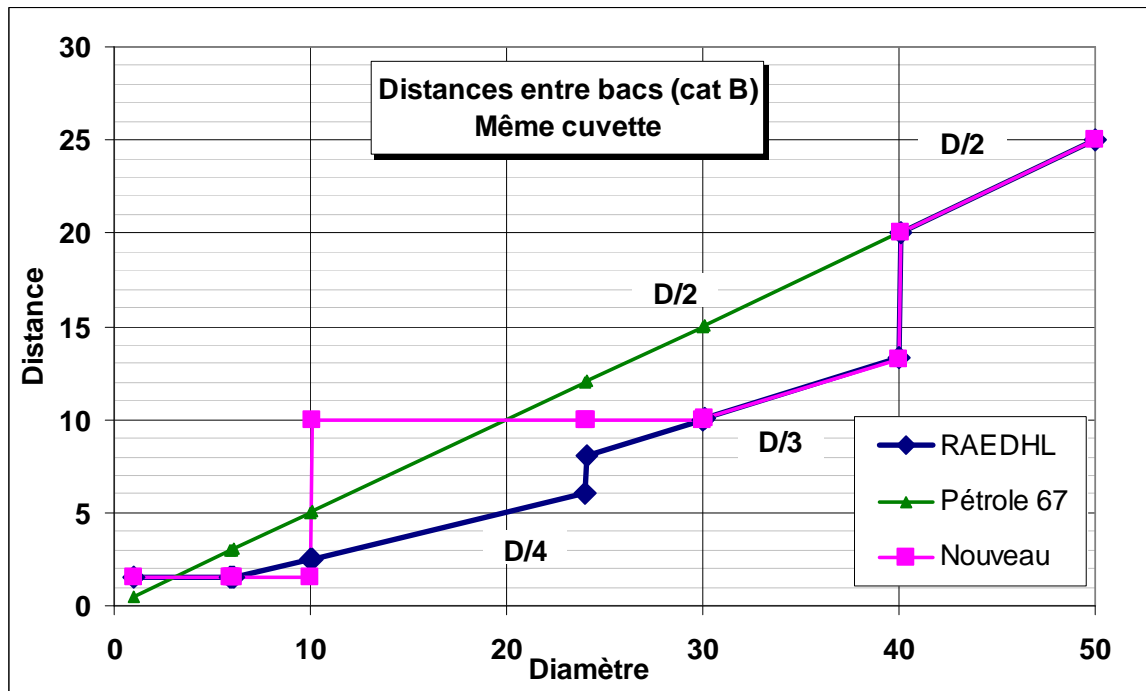
ETUDE COMPARATIVE

figure 1 : comparaison des distances entre réservoirs d'une même cuvette

Il y a un fort décrochement pour la zone intermédiaire des 10 à 30 m.

Le problème vient du fait que le rayonnement d'un feu de réservoir est plus intense pour un faible diamètre. Avoir des coefficients décroissants en fonction du diamètre (1/4, 1/3, 1/2) comme dans l'ancienne réglementation hydrocarbures va à l'encontre des simulations incendie.

1.2 Réservoirs dans des cuvettes différentes

1.2.1 EXAMEN DE LA PRESCRIPTION

TEXTE DE L'ARRETE (ARTICLE 11)

La distance d'implantation d'un réservoir vis-à-vis du bord d'une rétention associée à un autre réservoir est fixée par arrêté préfectoral en considérant, pour la valeur du flux initié par l'incendie de la rétention voisine et reçu par le réservoir, une valeur maximale admissible de 12 kW/m².

Cette valeur est portée à 15 kW/m² si des moyens de protection par refroidissement de la paroi exposée du réservoir permettant de ramener le flux ressenti au niveau du réservoir à 12 kW/m² peuvent être mis en œuvre dans un délai de 15 minutes à partir du début de l'incendie dans la rétention.

Ces dispositions s'appliquent de façon identique pour établir la distance d'implantation d'un réservoir vis-à-vis de toute rétention extérieure de récipients mobiles et de tout stockage couvert de récipients mobiles en considérant, pour ce dernier calcul de distances, une cellule en feu comme une rétention.

COMMENTAIRES

Premier alinéa : l'arrêté ne fixe ni une distance, ni une formule. Ce n'était pas possible compte tenu des différences de géométrie que l'on peut rencontrer.

Il se base donc sur une limite de flux acceptable en cas de feu de cuvette. Il fixe une valeur de flux acceptable de 12 kW/m².

Les calculs peuvent être faits avec les outils de simulation GTDLI disponibles sur le site AIDA déjà cité.

La hauteur de cible est la hauteur de la robe du réservoir considéré (compte tenu de l'angle des flammes dû au vent, c'est le haut de la robe qui est le plus exposé).

Pour les réservoirs à double paroi, il faut considérer le feu de réservoir, le feu de l'espace annulaire ayant des effets négligeables (lorsque le réservoir à double paroi est étudié comme source d'agression).

Pour le cas où un réservoir à double paroi est considéré comme un récepteur, voir 1.4.3 - Les cas particuliers (cuvettes différentes).

Deuxième alinéa : une distance plus faible allant jusqu'à un flux de 15 kW/m² est acceptable si des moyens de refroidissement sont mis en œuvre rapidement (moins de 15 mn après le début du feu).

Le rideau d'eau n'est pas cité. Par contre un obstacle (mur) peut être mis en œuvre, puisque l'on raisonne en termes de flux reçu.

Troisième alinéa : le critère s'applique aussi aux récipients mobiles. Dans le cadre d'un entrepôt, on considérera une seule cellule en feu. Les flux émis et reçu peuvent conditionner le choix d'une paroi extérieure de l'entrepôt coupe-feu ou pas.

1.2.2 COMPARAISON AVEC L'ANCIENNE REGLEMENTATION

On ne peut plus comparer des coefficients puisque la nouvelle réglementation n'utilise plus cette logique, mais un critère de flux.

On retrouve le problème déjà rencontré, les distances sont grandement augmentées. Alors que la réglementation hydrocarbures prescrivait des distances de l'ordre de 0.65 D à 0.8 D voire 0.2 D (D étant le diamètre du plus gros réservoir) pour des catégories C2 et D2, les nouvelles règles fixent des distances de 1, 2 voire 3 diamètres de réservoir (selon la géométrie de cuvette), même en implantant à 15 kW/m² moyennant arrosage.

Cela peut s'avérer contre productif en terme de sécurité (tentation de faire des grandes cuvettes)

1.3 Justification de la prescription

1.3.1 LES PHENOMENES DANGEREUX A PRENDRE EN COMPTE ?

Pour les distances entre réservoirs d'une même rétention, les distances sont basées sur une hypothèse feu de réservoir.

Pour les distances entre réservoirs de cuvettes différentes on prend en compte le feu de cuvette.

AFFAIBLISSEMENT DE L'ACIER

L'affaiblissement de l'acier commence à être pris en compte pour des températures de l'ordre de 400 – 500 °C. Mais la paroi sèche n'est soumise à aucune contrainte, si ce n'est son propre poids et celui du toit. On peut donc retenir 500°C¹ c'est-à-dire la température limite pour une structure métallique soumise à la compression.

INFLAMMATION INTERNE

Le risque considéré est que l'échauffement de la paroi (coté ciel gazeux) provoque une autoinflammation du ciel gazeux du réservoir exposé.

Cela suppose qu'il puisse y avoir un feu de réservoir avec évincement du toit.

Les petits réservoirs sont exclus de la mesure car probablement non frangibles, le seuil retenu est de 10 m.

Ce phénomène survient bien plus rapidement que l'échauffement dans la masse du réservoir (phénomène suffisamment lent pour un réservoir simplement soumis au rayonnement (en non pas pris dans le feu) pour qu'il puisse ne pas être pris en compte ici (de plus il est facile de s'en protéger).

CONTACT DIRECT

Lors de feu de gros réservoirs, sous l'effet du vent, le feu peut dépasser le réservoir.

Il est certain qu'il ne faut pas entrer en contact direct avec un autre réservoir.

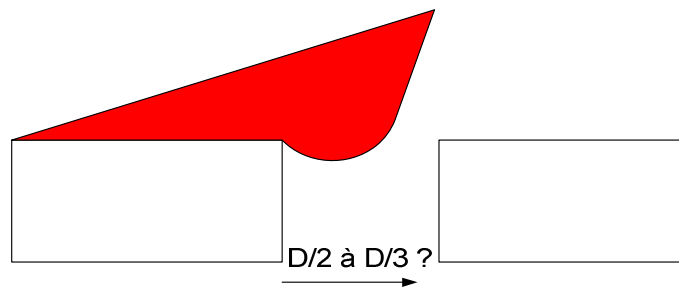


figure 2 : le débordement du feu dans le cadre d'un grand réservoir

La littérature dit que cette distance est d'environ $D/2$ à $D/3$ mais plusieurs corrélations quelque peu discordantes existent. Elles ne sont pas toujours adaptées à un réservoir, mais le plus souvent à une flaque au sol.

Ce risque concerne surtout les catégories B, C1, D1 (propagation du feu par les événements)

On retiendra donc comme critère pour les réservoirs de cat B, C1, D1 :

- Mini $D/3$ pour les diamètres de 30 à 40 m
- Mini $D/2$ pour les diamètres supérieurs à 40 m

¹ La température souvent rencontrée de 427°C correspond à un appareil à pression, soumis à la traction et construit le plus souvent avec des aciers à haute limite élastique. Ces aciers sont plus sensibles à la température que les aciers "standards" utilisés pour les réservoirs de stockages, notamment pour les viroles hautes.

1.3.2 LE PROBLEME DE L'AUTOINFLAMMATION

ECHAUFFEMENT DE LA PAROI SECHE

Il faut calculer le bilan thermique à la paroi. On s'intéresse aux tôles de robe non baignées :

Apport thermique

- Flux rayonnant venant d'une autre cuvette ou d'un autre réservoir
 - Incidence normale (ce qui est une hypothèse pessimiste)
 - Emissivité de la paroi $\varepsilon = 0.8$ (donc réflectivité 0.2). On aurait des émissivités plus faibles avec une tôle de calorifuge, ou un réservoir en inox
 - $\Phi_{\text{incident reçu}} = 0.8 \times \Phi_{\text{radiatif incident}}$

Pertes thermiques

- Perte par convection naturelle externe : $h = 10 \text{ kcal/m}^2/\text{C}$ (vent léger). $T^{\circ}\text{ext} = 20^{\circ}\text{C}$
 - $\Phi_{\text{convectif émis}} = h \times (T_{\text{paroi}} - T_{\text{ext}})$
- Perte par rayonnement externe : émissivité idem apport thermique
 - $\Phi_{\text{radiatif externe émis}} = \varepsilon \sigma (T_{\text{paroi}})^4$ (T en Kelvins)
- Perte par convection naturelle interne : $h = 2.5 \text{ kcal/m}^2/\text{C}$. Il est tenu compte d'un échauffement interne de la phase gaz du réservoir, mais en fait il est négligeable à cause des pertes de la partie non exposée (T intérieure supposée à T externe). L'influence de la convection interne est marginale.
 - $\Phi_{\text{convectif interne}} = h \times (T_{\text{paroi}} - T_{\text{int}})$
- Perte par rayonnement interne : émissivité $\varepsilon = 0.8$.
 - $\Phi_{\text{radiatif interne émis}} = \varepsilon \sigma (T_{\text{paroi}})^4$ (T en Kelvins)

Bilan

La température finale de la tôle est celle qui équilibre les flux (apport = pertes).

Nota : pour 12 kW/m^2 , on s'équilibre à 260°C .

Une intégration pas à pas tenant compte de la capacité calorifique de la paroi permet de déterminer la cinétique de montée en température.

Bilan complémentaire tenant compte de l'échauffement de la phase gaz et de la paroi non exposée

On suppose la phase gaz et la paroi non exposées à la même température.

On suppose le quart du périmètre exposé

Les apports thermiques viennent de ce quart exposé.

Les pertes thermiques sont :

- Convection naturelle externe : $h = 10 \text{ kcal/m}^2/\text{C}$ (vent léger). $T^{\circ}\text{ext} = 20^{\circ}\text{C}$
- Perte par rayonnement externe : émissivité idem apport thermique
- Echange de rayonnement entre la partie exposée et non exposée

On constate que la phase gaz ne s'échauffe que très légèrement. L'hypothèse paroi chaude développée ci-dessous est donc justifiée.

LE PROBLEME DE L'INFLAMMABILITE A L'INTERIEUR DU RESERVOIR**Effet de paroi chaude**

La température d'autoinflammation (TAI) est élevée car le produit n'est pas chauffé de toutes parts. Seul le ¼ de la surface est globalement concerné.

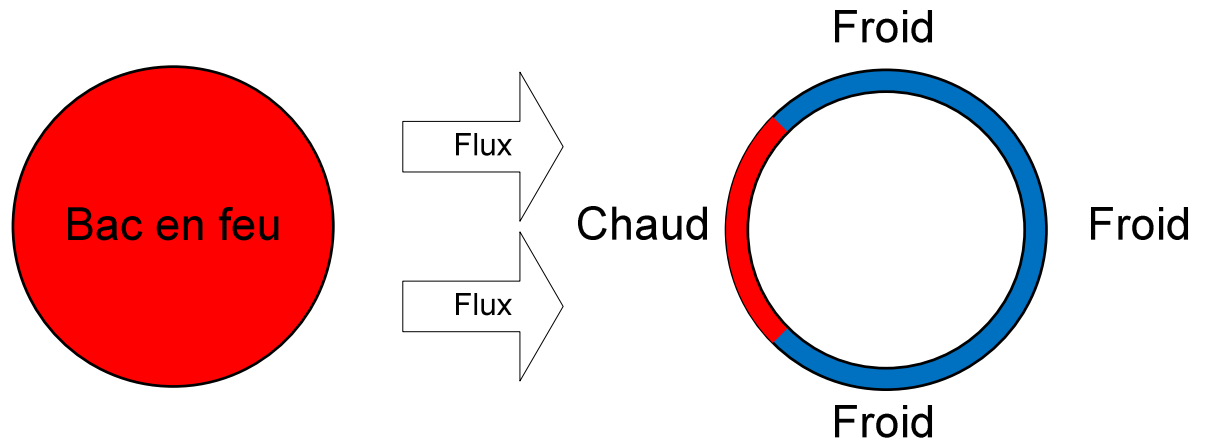


Figure 3 : impact du rayonnement d'un réservoir sur un autre

Pour un produit donné, la température d'autoinflammation (TAI) est fortement dépendante de la géométrie.

Dans les tests normalisés qui servent à déterminer la température d'autoinflammation tabulée, le produit est chauffé de toutes parts dans un four et on attend que la vapeur soit à température du four.

Dans le cas présent, la phase gazeuse reste relativement froide et elle est au contact d'une paroi chaude localement.

Le problème de la paroi chaude a été étudié dans le cadre de l'API 2216 qui conseille TAI normalisée + 182 °C.

Cette augmentation de la TAI liée à une unique paroi chaude relève du bon sens. Si ce n'était pas le cas, n'importe quel tuyau de vapeur serait une source d'inflammation dans nos installations (la vapeur 15 bars légèrement surchauffée est typiquement à 250°C).

On prendra **très prudemment** TAI normalisée + 50°C comme critère d'acceptabilité, car on n'est quand même pas à l'air libre.

1.3.3 DEFINITION DU FLUX ACCEPTABLE

Flux	Température d'équilibre (temps infini)	Temps de montée en température	TAI limite compte tenu effet de paroi	Commentaire
8 kW/m ²	200°C	100°C en 5 mn	150°C	OK, sauf sulfure de carbone (TAI 95°C)
10 kW/m ²	230°C	100°C en 4 mn 200°C en 14 mn	180°C	OK sauf éther éthylique (TAI 160°C) et divers autres éthers
12 kW/m ²	260°C	100°C en 3.5 mn 200°C en 10 mn	210°C	Début du risque pour certains produits (aldéhydes)
15 kW/m ²	290°C	100°C en 2.5 mn 200°C en 7 mn 260°C en 13 mn	240°C	Risque autoinflammation pour certains hydrocarbures
20 kW/m ²	340°C	100°C en 2 mn 200°C en 5 mn 260°C en 7 mn	290°C	Idem
25 kW/m ²	370°C	100°C en 1.5 mn 260°C en 5 mn	320°C	Idem
30 kW/m ²	410°C	100°C en 1.3 mn 260°C en 4 mn	360°C	idem
37 kW/m ²	450°C	100°C en 1 mn 260°C en 3 mn	400°C	Risque affaiblissement acier

Nota :

- la valeur de 8 kW/m² citée dans l'annexe II de l'arrêté du 29/09/2005 impose d'étudier les éventuels effets dominos mais ne signifie pas qu'ils se manifestent à cette valeur (voir le nota de l'arrêté)
- la valeur de 37 kW /m² est souvent citée pour le risque de ruine de structure métallique non protégée. Dans le cas d'un réservoir, l'étendue du périmètre non exposé au rayonnement, fait que même à 37 kW/m², la température de 500 °C n'est pas atteinte.

On peut retenir de ces valeurs :

- Implantation sans problème pour des flux reçus inférieurs à 12 kW/m² (sauf pour des produits très particuliers – température d'autoinflammation inférieure à 200°C)
- Implantation possible à 15 kW/m² si un arrosage est mis en place
- Implantation déconseillée à 20 kW/m² car la cinétique de montée en température est trop rapide pour le déclenchement de l'arrosage (sauf éventuellement moyens particuliers)
- Implantation sans limite de flux incident si présence d'obstacles, ou d'un revêtement isolant thermique adapté

A noter que les temps sont comptés à partir du début de l'exposition au flux thermique. Il y a souvent un délai entre perte de confinement et incendie qui peut être mis à profit pour se préparer.

1.3.4 JUSTIFICATION POUR DES RESERVOIRS SITUES DANS DES CUVETTES DIFFERENTES

Le risque considéré est que l'échauffement de la paroi provoque une autoinflammation du ciel gazeux du réservoir exposé, sans qu'une protection incendie puisse être mise en place. Les critères sont les mêmes que pour les réservoirs situés dans une même cuvette (flux maxi 12 kW/m²).

Par contre, il n'y a plus de valeurs particulières pour les produits de catégories C2 ou D2.

RISQUES DE RESERVOIR A RESERVOIR

Ne pose normalement pas de problème, car les distances entre réservoirs situés dans des cuvettes différentes sont généralement plus grandes que les distances de réservoir à réservoir dans une même cuvette.

PROPAGATION FEU DE CUVETTE VERS RESERVOIR

Les phénomènes sont les mêmes que pour le risque de réservoir à réservoir, sauf que l'on part de l'hypothèse d'un feu de cuvette (moins probable mais ayant plus d'effets thermiques).

L'hypothèse dimensionnante est donc un feu de cuvette.

1.4 Cas particuliers pris en compte ou non pris en compte dans l'arrêté

1.4.1 LES CAS PARTICULIERS PRIS EN COMPTE DANS L'ARRETE

GEOMETRIES DE RESERVOIRS PARTICULIERES

Il est autorisé de refaire le calcul spécifique pour l'intervalle 10 à 30 m. Ce sera notamment le cas pour des cuves rectangulaires.

MOYENS DE REFROIDISSEMENT / COURONNE

Peut être pris en compte, pour l'intervalle 10 à 30 m.

Une couronne de refroidissement arrêtera la plus grande partie du rayonnement incident. Le film d'eau ruisselant ne peut dépasser 100°C (température de vaporisation de l'eau). La paroi du réservoir ne pourra chauffer à plus de 100°C, qui équivaut à un flux reçu de l'ordre de 1 kW/m².

On est donc dans une situation très différente d'un rideau d'eau, puisque l'on utilise le transfert convectif du film ruisselant d'eau (excellent transfert thermique, et donc excellent refroidissement alors que le rideau d'eau n'utilise que les propriétés d'absorption du rayonnement – efficacité limitée).

Une couronne classiquement dimensionnée à 15 l / min / m de circonférence, permet d'absorber théoriquement un flux incident de 43 kW/m² (évaporation totale). Même avec une marge de sécurité, cela conviendra à la plupart des situations d'autant plus que le flux reçu est maximum en tête de robe là où l'arrosage sera maximum.

Une mise en œuvre rapide est toutefois nécessaire au vu des temps de montée en température (d'où la demande de moyens fixes et automatiques).

RIDEAU D'EAU

Peut être pris en compte, pour l'intervalle 10 à 30 m.

Le problème est de fixer l'efficacité des rideaux d'eau pour l'absorption thermique. Des essais effectués au GESIP² ont montré une efficacité allant de 30 à 40 % pour un débit surfacique de 2 à 3

² Rapport GESIP n°2003/01 « Absorption des radiations thermiques émises par un feu à l'aide d'un rideau de brouillard d'eau »

litres par minute et par m², et entre 50 et 60 % pour des débits allant de 3 à 5 l/m²/mn. Des tests GDF ont permis d'aller jusqu'à 75 % d'absorption mais au prix d'un débit supérieur à 10 l/m²/mn.

Pour des réservoirs situés à l'intérieur d'une même cuvette, le rideau d'eau n'est sans doute pas l'outil adapté. En effet, comme pour l'écran, il faudrait le prolonger très en hauteur afin d'absorber le flux venant d'un feu de réservoir.

De plus, les rideaux d'eaux sont gourmands en eau pour être efficace. **Cette eau est bien plus efficacement utilisée en application directe sur le réservoir (couronne, déluge,..) car on n'utilise pas l'absorption du rayonnement, mais le refroidissement par convection.**

OBSTACLES AU RAYONNEMENT (MURS)

Il est peu probable que l'on utilise un obstacle tel qu'un mur pour protéger des réservoirs à l'intérieur d'une même cuvette, car comme l'hypothèse est le feu de réservoir, il faudrait un obstacle plus haut que les réservoirs.

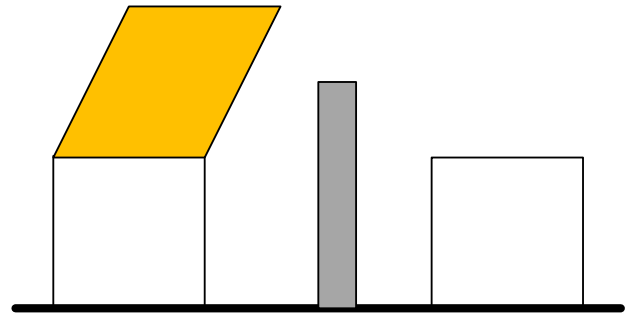


Figure 4 : obstacle s'opposant au rayonnement

OBSTACLES AU RAYONNEMENT (CALORIFUGES / IGNIFUGES / PEINTURES INTUMESCENTES)

L'avantage de ces systèmes est qu'ils correspondent à des barrières passives

A noter que les deux réservoirs en vis-à-vis doivent être protégés (s'ils font plus de 10 m de diamètre), puisque l'on peut avoir le feu sur l'un ou l'autre.

Cas des calorifuges

Le calorifuge limite le flux thermique incident transmis au réservoir :

- Hypothèse de calcul : 50 mm de laine de verre : conductivité : 0.035 W/m/°C
- On a donc un coefficient de transfert de : 0.7 W/m²/°C = 0.6 kcal/h/m²/°C
- Tôle de calorifuge légèrement ternie (émissivité 0.5)
- Pour un flux incident de 20 kW/m², la température de la tôle de calorifuge se stabilise à 450°C (elle ne supportera guère plus)
- Pour un réservoir à température ambiante, le flux transmis sera de 0.30 kW/m²

Ceci est très faible. Un réservoir calorifugé peut supporter indéfiniment le rayonnement en provenance d'un feu extérieur. Les facteurs limitant seront :

- La tenue de la tôle de calorifuge (flux incident max de l'ordre de 20 kW/m²)
- La non dégradation du calorifuge au contact de cette tôle chaude (les isolants minéraux – laine de verre ou de roche, foamglass – ne poseront pas de problème, mais attention aux isolants en mousse polyuréthane)

Cas des ignifuges minéraux, du revêtement béton

La conductivité est légèrement plus forte mais le principe est le même. Le flux supporté par l'ignifuge sera plus élevé.

Cas des ignifuges à base de peinture intumescente

Deux points sont à vérifier :

- Le flux incident relativement faible doit permettre à la peinture de réagir
- On ne doit pas atteindre les 260°C à la paroi du réservoir (seuil de température qui correspond à un flux reçu de 12 kW/m²).

SUBSTANCES DE CATEGORIES C2 (GAZOLE)

Pour avoir une inflammation de la phase gazeuse, il faut chauffer le réservoir au dessus du point d'éclair car sinon, la phase gazeuse n'est pas dans les limites d'inflammabilité. Le réservoir n'étant chauffé que sur un faible secteur, le temps de montée à 55° (au minimum) sera très long.

D'autre part, les substances à point éclair > 55°C ont des températures d'autoinflammation typiquement supérieures à 250° voire 300°C.

On peut donc accepter un flux plus important pour le gazole et toutes les catégories C2 : au moins 20 kW/m².

Ce cas a été pris en compte, car la catégorie C2 bénéficie de coefficients spécifiques.

CATEGORIES D2

Le feu n'est pas crédible (hypothèse de base de pétrole 67 ou du RAEDHL). **Donc on fixe des valeurs forfaitaires (1.5 m).**

1.4.2 LES CAS PARTICULIERS NON PRIS EN COMPTE DANS L'ARRETE

RESERVOIR EN INOX

L'inox a une émissivité plus faible que l'acier : 0.2 au lieu de 0.8. Le flux radiatif transmis est donc bien plus faible. Les flux supportables sont globalement multipliés par 2. **Ce cas particulier n'a finalement pas été pris en compte dans la réglementation (qui raisonne en flux reçu).**

RESERVOIR A TOIT FLOTTANT

Les réservoirs à toit flottant sont nettement moins exposés au risque :

- normalement pas de présence d'une atmosphère inflammable au dessus du toit
- toit flottant limitant le risque à un feu de joint
- très bonne dispersion au dessus du toit flottant qui donc peut supporter un meilleur flux,

Mais cela n'a pas été finalement pris en compte pour établir les nouvelles règles et il n'y a pas de spécificité pour les réservoirs à toits flottants.

RESERVOIR A ECRAN FLOTTANT INTERNE

Les arguments sont les mêmes que pour les toits flottant (dispersion au dessus du toit exclue)

Mais cela n'a pas été finalement pris en compte pour établir les nouvelles règles et il n'y a pas de spécificité pour les écrans flottants.

SUBSTANCES A HAUTE TEMPERATURE D'AUTOINFLAMMATION

De nombreuses substances chimiques ont des températures d'autoinflammation plus élevées que les carburants : exemple : l'éthanol : TAI = 371 °C. Le produit supporte donc pratiquement 37 kW/m².

Ce cas particulier n'a finalement pas été pris en compte dans la réglementation, qui se base sur un cas moyen "hydrocarbures".

RESERVOIRS A ATMOSPHERE DE GAZ INERTE

Pas de risque d'autoinflammation, donc distances uniquement liées au risque d'affaiblissement de l'acier.

Ce cas particulier n'a finalement pas été pris en compte dans la réglementation.

1.4.3 LES CAS PARTICULIERS (CUVETTES DIFFERENTES)

Le seul aménagement possible, si des moyens de refroidissement sont mis en œuvre rapidement (moins de 15 mn après le début du feu), est une distance plus réduite conduisant à un flux de 15 kW/m².

En fait, vu la formulation, certaines exemptions que l'on avait pour les distances entre bacs d'une même cuvette sont également applicables.

Calcul spécifique : comme il n'y a pas de coefficients forfaitaires, le calcul de rayonnement est systématique

Obstacle : comme on ne raisonne qu'en flux reçu : on peut toujours utiliser des obstacles de tous types pourvu qu'ils aient la bonne géométrie pour stopper totalement ou réduire le flux

Refroidissement : explicitement cité

Seul le rideau d'eau n'est pas cité, mais comme déjà discuté plus haut, il est plus efficace d'appliquer l'eau directement sur les réservoirs.

Réservoirs à double paroi

Chaque réservoir à double paroi est dans sa propre rétention. Les règles de distance pour réservoirs situés dans une même rétention ne s'appliquent donc pas quel que soit le cas considéré (entre deux réservoirs à double paroi ou entre un réservoir "normal" et un réservoir à double paroi).

Dans ce cas particulier c'est le rayonnement issu d'un feu de réservoir qu'il faudra calculer car le rayonnement de la rétention est négligeable.

La double paroi constitue un obstacle au rayonnement. Aucun rayonnement n'atteint la robe du réservoir à l'intérieur d'une double paroi.

Dans le cas d'un bac à double paroi, la double paroi constitue un obstacle, qu'elle soit métallique ou en béton. La tenue d'une double paroi béton ne posera pas de problème (RE 240), la tenue d'une paroi métallique (même non arrosée) sera assurée pour un flux ne dépassant pas 37 kW/m² (affaiblissement de l'acier). Ce flux est largement supérieur au flux normalement émis par une cuvette de grande taille en feu.

Attention toutefois au fait que la double paroi ne couvre pas la totalité de la hauteur du réservoir. Il y aura toujours une partie directement exposée. La règle des 12 kW/m² s'applique donc. Mais comme la réglementation impose des moyens fixes de refroidissement, on pourra facilement bénéficier de la règle des 15 kW/m². A défaut, il faudra une double paroi aussi haute que la robe.

2 DISPOSITION DES RÉSERVOIRS

TEXTE DE L'ARRETE

Les réservoirs de liquides inflammables de catégories A, B, C1 et D1 situés dans une même rétention sont adjacents à une voie d'accès permettant l'intervention des moyens mobiles d'extinction.

Les réservoirs de liquides inflammables de catégories C2 ou D2 situés dans une même rétention sont disposés sur trois rangées au maximum.

COMMENTAIRES

La figure 5 indique comment il faut appliquer cet article.

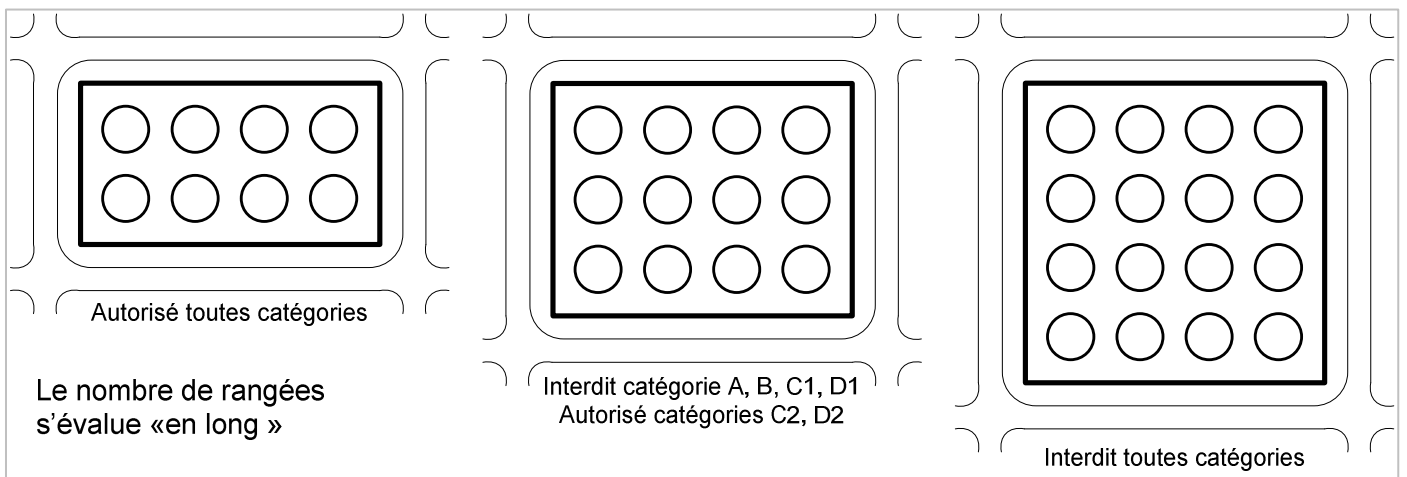


figure 5 : disposition des réservoirs

Des difficultés à compter les rangées pourront survenir dans le cas de réservoirs de tailles différentes ou de géométrie de cuvette particulière.