

RAPPORT D'ÉTUDE 10/2006
INERIS – DRA/PREV – P76114 – DRA61-Opb-Cl2-NLp-SBo

**DRA-61 - Evaluation semi-quantitative et tests
des dispositifs de prévention et de protection
utilisés pour réduire les risques d'accidents
majeurs**

**Opération b : Synthèse des résultats de la
campagne d'évaluation sur les détecteurs de
gaz chlore fixes**

DRA-61 - Evaluation semi-quantitative et tests des dispositifs de prévention et de protection utilisés pour réduire les risques d'accidents majeurs

Opération b : Synthèse des résultats de la campagne d'évaluation sur les détecteurs de gaz chlore fixes

Paris (75)

Client : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

Liste des personnes ayant participé à l'étude :

BOUCHET Sébastien, WATTIER Andrée, LEPINE Nicolas

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

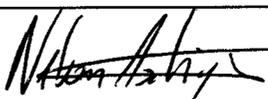
	Rédaction	Relecture	Vérification	Approbation
NOM	N. LEPINE	S. BOUCHET	N. RODRIGUES	B. FAUCHER
Qualité	Technicien à la Direction des Risques Accidentels	Ingénieur à la Direction des Risques Accidentels	Délégué Appui à l'Administration Direction des Risques Accidentels	Directeur des Risques Accidentels
Visa				

TABLE DES MATIERES

1. GLOSSAIRE	5
2. INTRODUCTION	7
3. PRÉSENTATION DE LA TECHNOLOGIE	9
3.1 La gamme de mesure	9
3.2 la cellule électrochimique	9
4. RÉSULTATS DES ESSAIS	11
4.1 Entreposage hors tension	11
4.2 Préparation des appareils	11
4.3 Temps de réponse	11
4.4 Variation de la tension d'alimentation.....	12
4.5 Influence du débit.....	12
4.6 Courbe de réponse au chlore.....	13
4.7 Dérive à long terme et endormissement.....	13
4.8 Influence de la température.....	14
4.9 Influence de l'humidité.....	15
4.10 Influence de la pression	15
4.11 Réponse à d'autres gaz	16
4.12 Faible hygrométrie	16
4.13 Utilisation prolongée sous gaz de référence	17
4.14 Fortes teneurs	17
4.15 Autres remarques.....	18
5. SYNTHÈSE DES RÉSULATS	19
6. CONCLUSION	23
7. LISTE DES ANNEXES	25

1. GLOSSAIRE

Barrière technique de sécurité (ou mesure technique de sécurité ou mesure de maîtrise des risques) : Ensemble d'éléments techniques nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité.

Efficacité ou capacité de réalisation : Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la barrière de sécurité. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.

Fonction de sécurité : Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir de barrières techniques de sécurité, de barrières organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux. Une même fonction peut être assurée par plusieurs barrières de sécurité.

ppm (partie par million) : concentration de gaz exprimée en volume telle que $1 \text{ ppm} = 10^{-4} \% \text{ v/v}$.

Système instrumenté de sécurité : combinaison de capteurs, d'unité de traitement et d'actionneurs (équipements de sécurité) ayant pour objectif de remplir une fonction ou sous-fonction de sécurité.

Temps de réponse : Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation [significativement plus courte] avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.

% v/v : concentration de gaz exprimée en pourcentage volumique.

2. INTRODUCTION

La mise en œuvre de la loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages a fait évoluer le contexte réglementaire des installations classées. La parution de l'arrêté ministériel du 29/09/2005¹ introduit la qualification des probabilités d'occurrence de phénomènes dangereux selon une démarche qui peut être qualitative, semi-quantitative et/ou quantitative. Dans l'article 4 de cet arrêté, il est précisé que *"pour être prises en compte dans l'évaluation de la probabilité, les mesures de maîtrise des risques doivent être efficaces, avoir une cinétique de mise en œuvre en adéquation avec celle des événements à maîtriser, être testées et maintenues de façon à garantir la pérennité du positionnement précité"*.

Les données relatives à l'efficacité et au temps de réponse de nombreuses mesures de maîtrise des risques en fonction de leurs contextes d'utilisation sont peu disponibles ou inexistantes dans la littérature. Aussi, l'INERIS, à partir d'essais, a pour objectif d'apporter des résultats sur certaines d'entre elles.

Ce rapport présente les résultats de l'évaluation de détecteurs de gaz chlore fixes. Les essais ont été effectués de mars 2006 à septembre 2006 par l'INERIS selon le protocole établi et validé fin 2005 par la commission technique "AIDS"² de l'EXERA³, en accord avec les constructeurs participants.

Ce protocole a pour objectif principal d'évaluer l'efficacité, le temps de réponse et la dérive dans le temps de 5 détecteurs de gaz chlore fixes (représentatifs du marché actuel) dans différents contextes d'utilisation. Ces détecteurs sont utilisés comme premiers maillons de systèmes instrumentés de sécurité, réalisant une fonction de sécurité.

Après la présentation dans le chapitre 3 de la technologie de détection testée lors de cette campagne d'évaluation, le chapitre 4 présente les résultats obtenus lors des essais effectués par l'INERIS. Le chapitre 5 est une synthèse des résultats présentés au chapitre 4. Les essais se sont déroulés dans le laboratoire "Capteurs et Equipements de Sécurité" de la Direction des Risques Accidentels.

¹ Arrêté ministériel du 29/09/2005 relatif à l'évaluation et la prise en compte de la probabilité, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations soumises à autorisation.

² Analyseurs Industriels et Détection de Sécurité

³ Association des Exploitants d'Equipements de mesure, de Régulation et d'Automatisme

3. PRESENTATION DE LA TECHNOLOGIE

3.1 LA GAMME DE MESURE

Les appareils sont tous équipés de cellules électrochimique à 2 (1 appareil) ou 3 électrodes (4 appareils). Les gammes de mesures des cinq appareils sont les suivantes :

- 0 - 5 ppm Cl₂ pour 3 modèles,
- 0 - 10 ppm Cl₂ pour les 2 autres. Ces appareils ont été réglés par le constructeurs pour un fonctionnement dans la gamme 0 – 5 ppm.

Pour rappel, la valeur limite d'exposition (VLE) du chlore est de 1 ppm. La concentration létale minimale constaté chez l'homme est estimée à 430 ppm pour une exposition dépassant 30 minutes et une concentration de 1000 ppm est rapidement fatale (source : fiche toxicologique INRS n° 51).

3.2 LA CELLULE ELECTROCHIMIQUE

La figure suivante présente de façon schématique une cellule électrochimique à 3 électrodes qui équipe 80% des détecteurs électrochimiques testés (1 appareil ne possède que 2 électrodes).

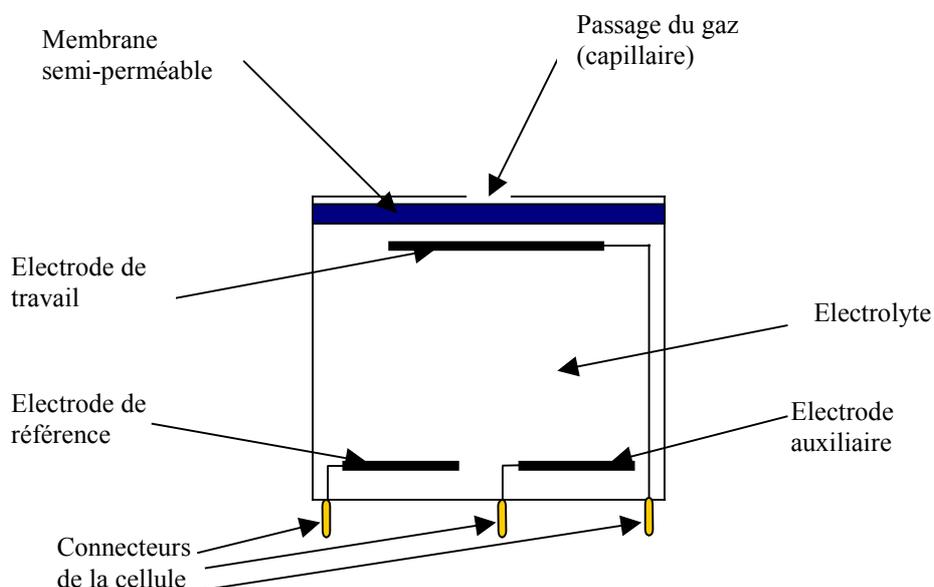


Figure 1 : schéma d'une cellule électrochimique à 3 électrodes

L'électrode de travail est l'anode et l'électrode auxiliaire (ou de comparaison) est la cathode.

Un courant est créé suite à une réaction électrochimique lorsque les 2 électrodes sont reliées. Comme la quantité de gaz qui entre dans la cellule est contrôlée par le capillaire, le courant généré est proportionnel à la concentration de gaz présent à l'extérieur de la cellule. Le fonctionnement d'une cellule électrochimique est équivalent à celui d'une pile.

Pour éviter des dérives dans la mesure, dues à la création de barrières de charges d'espace (défaut de mobilité des ions en particulier), une troisième électrode de référence peut être ajoutée. L'utilisation d'un montage électronique appelé "potentiostat" oblige l'électrode de travail à garder un potentiel constant par rapport à cette électrode de référence.

Le courant en sortie de cellule est de l'ordre de quelques nanoampères à quelques microampères.

4. RESULTATS DES ESSAIS

Les essais ont été réalisés selon le protocole (joint en annexe A).

Le gaz d'essai de référence est de 2,5 ppm Cl₂. Les essais sont réalisés en gaz sec sauf lors des essais d'humidité.

4.1 ENTREPOSAGE HORS TENSION

Toutes les parties de l'appareillage sont soumises successivement à -20, 20, 40 et 20 °C, durant 24 h pour chaque température.

Il n'a pas été noté d'anomalies pour tous les appareils.

4.2 PREPARATION DES APPAREILS

Les seuils d'alarmes sont préréglés aux 2 valeurs 0,5 et 1 ppm Cl₂. Les appareils sont livrés avec une coiffe d'étalonnage qui est utilisée pour réaliser tous les essais, hormis les essais de température, de pression et d'utilisation prolongée sous gaz de référence. Le débit du gaz d'essai de référence est celui préconisé par le constructeur.

4.3 TEMPS DE REPONSE

Le gaz d'essai de référence (2,5 ppm Cl₂) est injecté à l'aide de la coiffe d'étalonnage au débit mentionné par le constructeur. Les appareils se trouvent dans les conditions climatiques du laboratoire (20 °C, 50 % HR). Les temps de réponse T₅₀ et T₉₀⁴ sont mesurés, ainsi que les temps de récupération T₅₀ et T₉₀. On relève également les temps de déclenchement des alarmes.

Appareils	Temps de réponse (s)		Données constructeur	Temps de récupération (s)		Temps de déclenchement des alarmes (s)	
	T ₅₀	T ₉₀		T ₅₀	T ₉₀	Al ₁	Al ₂
A	10,5	38	Pas de données	4,6	15,5	6,9	9,4
B	6,3	22,9	Temps de réponse T ₉₀ ≤ 30s	3,6	5,9	3,4	5,7
C	25,1	68,4	Temps de réponse T ₈₀ < 90s	22,5	71,3	15,9	22,2
D	4,4	28,3	Temps de réponse T ₅₀ < 30 s	7,5	23,2	2,5	4,1
E	5,3	17,2	Temps de réponse T ₉₀ ≤ 55 s	3,5	11,4	2,8	4,2

Tableau 1 : temps de réponse et temps de récupération

⁴ temps correspondant pour atteindre 90 % de la concentration finale

Sur les 5 appareils testés, le déclenchement de l'alarme 2 (1 ppm, soit 20 % de l'échelle de mesure) se situe entre 5 et 20 secondes. Il faut noter que ces essais sont réalisés en dynamique, des essais statiques pourraient montrer un temps de déclenchement plus important.

Les T_{90} s'échelonnent entre 20 et 70 secondes.

4.4 VARIATION DE LA TENSION D'ALIMENTATION

Tous les appareils testés ne sont pas sensibles à la variation de la tension d'alimentation dans la plage 80 – 120 % de la tension nominale indiquée par le constructeur.

4.5 INFLUENCE DU DEBIT

On applique à l'aide du masque d'étalonnage de l'appareil le gaz d'essai de référence au débit préconisé par le constructeur et la valeur est relevée. On réalise la même chose avec un débit de -50 %, puis +50 % par rapport au débit nominal.

Appareils	Observations
A	Influencé pour un débit plus important
B	Forte influence du débit
C	Influencé pour un débit plus faible
D	Pas d'influence
E	Influencé par un débit plus faible

Tableau 2 : influence du débit de calibrage

Ces résultats montrent l'importance de respecter les consignes du constructeur (qui ne sont pas toujours fournies explicitement). Les détecteurs étant calibrés en dynamique mais utilisé en diffusion, des écarts significatifs de performance peuvent apparaître si la procédure de calibrage n'est pas respectée. 80% des appareils sont influencés par la variation du débit de calibrage.

4.6 COURBE DE REPONSE AU CHLORE

Les appareils sont exposés à quatre titres volumiques de chlore répartis sur la plage 0 - 5 ppm : 0,5 ; 1,5 ; 2,5 et 4,5 ppm. Les mesures sont faites en continu sans retour en air ambiant entre chaque teneur de gaz. L'application de chaque concentration dure 3 fois T_{90} . Chaque cycle de croissance / décroissance est effectué 3 fois.

Appareils	Observations
A	Pour une valeur de 4,5 ppm Cl_2 l'appareil surestime la réponse de 0,7 ppm
B	Réponse linéaire et fidèle aux concentrations, le zéro dérive légèrement
C	Surestime de plus en plus la concentration à partir de 1,5 ppm Cl_2
D	Réponse de 0,7 ppm pour 0,5 ppm et indique 4,3 ppm pour 4,5 ppm
E	Répond 0,4 ppm pour 0,5 ppm, réponse linéaire entre 1,5 et 4,5 ppm

Tableau 3 : courbes de réponse

Mise à part un appareil, les détecteurs testés sont justes et linéaires.

4.7 DERIVE A LONG TERME ET ENDORMISSEMENT

Les appareils sont en fonctionnement continu et sont soumis au gaz d'essai de référence une fois par mois durant trois mois. Les temps de déclenchement de l'alarme réglée à 1 ppm sont mesurés. Entre chaque mesure, les détecteurs ne sont soumis à aucun passage de gaz et restent en fonctionnement dans une ambiance de 20°C avec 50 %HR. Ils sont uniquement calibrés avant le début de l'essai.

Appareils	Après 1 mois (s)	Après 2 mois (s)	Après 3 mois (s)
A	9,0	9,6	11,1
B	4,0	4,9	4,5
C	14,5	78	91
D	5,5	6,8	6
E	5,0	6,2	6,5

Tableau 4 : endormissement

Hormis un appareil, les détecteurs, dans les conditions d'utilisation, n'ont pas montré de phénomène d'endormissement sur une période de 3 mois.

Concernant la dérive, les résultats sont synthétisés ci-après.

Appareils	mesure initiale (ppm)	Après 1 mois (ppm)	Après 2 mois (ppm)	Après 3 mois (ppm)
A	2,5	2,6	2,6	2,8
B	2,66	3,2	2,82	2,54
C	2,53	1,42	1,33	1,14
D	2,6	2,2	2,2	2,3
E	2,5	2,5	2,4	2,2

Tableau 5 : dérive sur 3 mois

2 appareils ont varié fortement. De façon générale, on note une désensibilisation d'environ 20 % sur 4 appareils sur 5.

Cet essai montre l'importance de réaliser une maintenance au minimum tous les 3 mois, et plus importante si les conditions d'utilisation sont très différentes de cet essai.

4.8 INFLUENCE DE LA TEMPERATURE

Les appareils sont testés avec le gaz de référence à -10, 5, 20, 35 et 50°C, en statique. La coiffe d'étalonnage n'est pas utilisée et l'écart entre la valeur initiale de l'essai (différente de 2,5 ppm) et la valeur obtenue avec la coiffe de calibrage (égale à 2,5 ppm) s'explique par le fait que les détecteurs sont en diffusion.

Appareils	20°C (ppm)	-10 °C (ppm)	5°C (ppm)	35°C (ppm)	50°C (ppm)	20°C (ppm)
A	2,8	3,1	2,7	2,2	1,1	1,9
B	2,50	2,68	2,56	2,78	2,66	2,48
C	1,49	2,80	2,28	0,84	0,00	1,42
D	1,1	1,5	1,3	0,8	0,8	1,4
E	1,9	2,5	2,2	1,9	2,0	2,1

Tableau 6 : essais en température

En température négative (-10°C) on note une forte dérive pour tous les appareils. Dans les températures positives, seulement 1 appareil a montré une performance équivalente à celle obtenue à 20 °C.

4.9 INFLUENCE DE L'HUMIDITE

Les appareils sont testés à 20°C avec une humidité relative de 0, 50 et 70 %HR.

Appareils	0 %HR (ppm)	50 %HR (ppm)	70 %HR (ppm)
A	2,5	2,3	1,9
B	2,44	2,64	2,42
C	2,62	2,68	2,56
D	2,5	2,1	2,0
E	2,4	2,5	2,2

Tableau 7 : essais en humidité

On note une influence de l'humidité relative pour 80 % des appareils.

4.10 INFLUENCE DE LA PRESSION

Les appareils sont testés à 20°C, en gaz sec, en passant de 100 à 80 kPa, puis de 80 à 100 kPa avec une rampe de 10 kPa/h.

Appareils	100 kPa (ppm)	80 kPa (ppm)	100 kPa (ppm)
A	3,3	2,0	3,2
B	2,78	1,52	2,90
C	1,34	1,17	1,33
D	1,8	1,2	2,0
E	2,0	1,3	2,0

Tableau 8 : essais en humidité

Tous les appareils sont influencés par une dépression.

4.11 REPONSE A D'AUTRES GAZ

L'appareil est soumis successivement au gaz suivant : H₂S, SO₂, NO₂ et NO.

Appareils	25 ppm H ₂ S (ppm)	25 ppm SO ₂ (ppm)	25 ppm NO ₂ (ppm)	25 ppm NO (ppm)
A	-0,0	-0,0	0,0	0,0
B	<-1	-1 – 0.6	0,02	0,0
C	0,0	0,0	1,05	0,0
D	0,0	0,0	0,5	0,2
E	-1	4,3	0,0	0,0

Tableau 9 : réponse à d'autres gaz

H₂S provoque une réponse négative sur 60 % des détecteurs. Hormis 1 appareil, NO₂ et NO n'interfèrent pas pour les concentrations testées. SO₂ influence 40 % des détecteurs.

4.12 FAIBLE HYGROMETRIE

Les détecteurs sont soumis pendant 15 jours à une hygrométrie de 10 %HR à 20 °C. Une mesure avant et après essai est effectuée.

Appareils	Avant (ppm)	Après essai (ppm)
A	2,5	1,3
B	2,50	2,04
C	2,48	2,04
D	2,4	2,2
E	2,7	1,7

Tableau 10 : faible hygrométrie

Tous les appareils sont influencés par une exposition prolongée dans une ambiance à faible hygrométrie. De telles ambiances impactent directement la performance des détecteurs.

4.13 UTILISATION PROLONGEE SOUS GAZ DE REFERENCE

Les détecteurs sont soumis pendant 3 jours consécutifs au gaz de référence pendant 8 heures, et restent en fonctionnement dans l'air 16 heures.

Hormis 1 appareil, tous les détecteurs sont revenus à 0 après chaque journée d'essai.

A la fin des 3 jours, les temps de réponse et de déclenchement des alarmes ont été mesurés.

Appareils	Avant essai AI2 (s)	Après essai AI2 (s)
A	9,4	9,5
B	5,7	4,5
C	22,2	21
D	4,1	3,5
E	4,2	4,0

Tableau 11 : utilisation prolongée sous gaz de référence

Les détecteurs ont conservé voire même "gagné" de la sensibilité, donc les temps de déclenchement des alarmes ne varient pas ou très peu à la baisse. Ceci confirme le fait qu'il faut les tester régulièrement avec du gaz pour qu'ils conservent leur performance.

4.14 FORTES TENEURS

Les détecteurs sont exposés pendant 2 minutes à une concentration de gaz de 100 ppm, soit 20 fois la pleine échelle. Le temps de récupération est mesurée. Le gaz de référence est appliquée 60 minutes après la fin d'exposition à 100 ppm.

Appareils	Temps de récupération (s)	Gaz de référence (ppm)
A	1800	3,9
B	900	2,86
C	900	2,46
D	180	2,8
E	180	2,8

Tableau 12 : fortes teneurs

Le temps de récupération est variable suivant les détecteurs. Après avoir rencontré une atmosphère de chlore à 100 ppm, il est donc préférable de calibrer les appareils.

4.15 AUTRES REMARQUES

Tous les appareils ont été livrés avec leur notice, plus ou moins complète pour permettre à l'utilisateur de faire un choix.

1 détecteur est arrivé avec un logiciel défaillant : le problème a été réglé et a permis le rappel des appareils installés sur site. Ce même appareil avait un problème de connecteur non décelé par la sortie 4-20 mA, qui a été également solutionné depuis.

1 second appareil a montré un dysfonctionnement non vital pour la sécurité lors des derniers essais (défaut sensibilité et la calibration n'était plus réalisable). Ce problème venait du logiciel et a été réglé depuis.

5. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-après.

	A	B	C	D	E
Entreposage hors tension	Pas d'influence				
Temps de réponse	T ₉₀ < 40s	T ₉₀ < 25s	T ₉₀ < 70s	T ₉₀ < 30s	T ₉₀ < 20s
Variation de la tension d'alimentation	Pas d'influence				
Influence du débit	Influencé	Fortement influencé	Influencé	Pas d'influence	Influencé
Courbe de réponse	Surestimation de la valeur à 4,5 ppm	Réponses justes et linéaires	Réponses justes et linéaires	Réponses justes et linéaires	Réponses justes et linéaires
Dérive à long terme	Légère dérive	Forte dérive	Forte dérive	Légère dérive	Légère dérive
Température	Tous les détecteurs sont influencés par la variation de la température				
Humidité	Influencé	Influencé	Pas d'influence	Influencé	Influencé
Pression	Tous les détecteurs sont influencés par une dépression				
Réponse aux autres gaz	Influencé par H ₂ S et SO ₂	Influencé par H ₂ S et SO ₂	Influencé par NO ₂	Influencé par NO ₂	Influencé par H ₂ S et SO ₂
Faible hygrométrie	Forte désensibilisation	Forte désensibilisation	Forte désensibilisation	Légère désensibilisation	Forte désensibilisation
Utilisation prolongée sous gaz de référence	Tous les détecteurs « gagnent » en sensibilité, les temps de déclenchement d'alarme restent constants				
Fortes teneurs	Temps de récupération jusqu'à 10 fois supérieur entre deux appareils				

6. CONCLUSION

Les résultats de ces essais permettent d'appréhender l'efficacité et le temps de réponse des détecteurs de gaz chlore fixes dans différents contextes d'utilisations.

Il ressort de ces essais les points suivants :

- L'importance du calibrage (et la méthode utilisée pour le faire).
- La différence entre une utilisation dynamique et statique. Le calibrage étant réalisé en dynamique, une utilisation en statique (simple diffusion) peut engendrer une baisse de la sensibilité qui induit une augmentation des temps de réponse donc des temps de déclenchement d'alarme.
- Tous les détecteurs sont influencés par la température.
- La fréquence de calibrage doit être au minimum de 3 mois en condition non austère, plus fréquente sinon.
- Les notices fournies ne sont pas toujours complètes pour couvrir l'ensemble des utilisations potentielles : elles sont parfois trop génériques (communes à plusieurs gaz toxiques).
- Un des détecteurs testé, déjà présent sur le marché, n'était pas opérationnel, et ne remplissait donc pas sa fonction de sécurité.

7. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
A	Protocole d'évaluation	3

ANNEXE A
Protocole d'évaluation

Méthodes d'essais

Les différents mélanges de gaz d'essai ont été réalisés à l'aide de débitmètres massiques, à partir des bouteilles de référence suivantes :

- bouteille de Cl₂ à 9,98ppm ± 3% relatif,
- bouteille d'air comprimé,
- bouteille CL₂ à 501ppm ± 2 % relatif,

Les différents gaz et mélanges sont utilisés secs sauf essais spécifiques.

La concentration du gaz d'essai de référence est 2,5 ppm Cl₂. L'incertitude sur la réalisation des mélanges de gaz est inférieur à 4 % relatif.

DERIVE A LONG TERME ET ENDORMISSEMENT (TROIS MOIS)

L'appareil fonctionne en continu et est soumis une fois par mois durant trois mois au gaz d'essai de référence (2,5ppm CL₂) en milieu ambiant. Le temps de réponse ainsi que le temps de déclenchement des alarmes sont mesurées.

ENTREPOSAGE HORS TENSION

Toutes les parties de l'appareillage sont soumises successivement aux conditions suivantes (dans l'air) :

- une température de -20 ± 2 °C pendant 24 heures,
- une température de 20 ± 5 °C pendant au moins 24 heures,
- une température de 40 ± 2 °C pendant 24 heures,
- une température de 20 ± 5 °C pendant au moins 24 heures.

L'appareil est placé dans une enceinte climatique qui permet, via une programmation préalable, de réaliser le cycle précédemment cité.

TEMPS DE REPONSE

Il est déterminé en atmosphère dynamique. Le gaz d'essai est injecté à l'aide de la coiffe de calibration avec le débit mentionné par le constructeur, jusqu'à stabilisation de la mesure afin de déterminer :

- le temps mis pour atteindre 50 % de la valeur finale (t_{50}),
- le temps mis pour atteindre 90 % de la valeur finale (t_{90}),

L'appareil est ensuite exposé à l'air ambiant afin de déterminer :

- le temps mis pour décroître de 50 %,
- le temps mis pour décroître de 90 %,

Chaque mesure est effectuée 3 fois.

VARIATION DE LA TENSION D'ALIMENTATION

L'appareil est mis sous tension dans l'air, le voltage et la fréquence de la source d'alimentation étant à leurs valeurs nominales. A l'aide d'un alternostat on augmente la tension à 120% de sa valeur nominale, puis on expose le capteur au gaz d'essai de référence (2,5 ppm Cl₂).

L'essai est répété pour une valeur de 80% de la tension d'alimentation nominale.

INFLUENCE DU DEBIT

On applique sur l'appareil de façon instantanée (à l'aide du masque d'étalonnage) un débit d'air ou de gaz de référence (2,5 ppm Cl₂) avec une valeur égale au débit de calibration mentionné par le constructeur.

Suite à une modification du débit de + 50% et de – 50% par rapport au débit de calibration on applique à nouveau le gaz de référence.

L'essai est réalisé 3 fois pour chaque débit différent.

COURBE DE REPONSE AU CHLORE

L'appareil est exposé à quatre concentrations de chlore réparties sur la plage de mesure, les valeurs choisies sont les suivantes : 0,5 / 1,5 / 2,5 et 4,5ppm. Les mesures sont faites en continu sans retour dans l'air ambiant entre chaque teneur de gaz (de façon croissante puis décroissante). Les concentrations sont appliquées durant trois fois le temps de réponse à 90% (T₉₀).

Chaque cycle de croissance/décroissance est effectué 3 fois.

INFLUENCE DE LA TEMPERATURE

Cet essai est réalisé dans une enceinte climatique. Lorsque l'appareillage est stabilisé à la température prescrite, le capteur est exposé tour à tour à de l'air et au gaz d'essai de référence. Ces gaz sont à la température de l'enceinte climatique. Les essais sont réalisés à –10, 5, 20, 35 et 50°C.

INFLUENCE DE L'HUMIDITE

Le capteur est exposé à de l'air ou au gaz d'essai de référence à une humidité relative constante. L'essai est réalisé à une humidité relative égale à (0), 50 et 70 % HR à 20 °C.

INFLUENCE DE LA PRESSION

Le capteur est exposé à de l'air et au gaz de référence à une pression constante. L'essai est réalisé à 80 et 100 kPa, avec une variation de 10 kPa/h. L'appareillage doit être stabilisé à chaque pression.

REPONSE A D'AUTRES GAZ

L'appareil est soumis successivement aux gaz suivants :

- H₂S 25ppm v/v
- SO₂ 25ppm v/v
- NO₂ 25ppm v/v
- NO 25ppm v/v

Avant le passage de chaque gaz, le retour à zéro dans l'air est attendu.

FAIBLE HYGROMETRIE

L'appareillage est placé dans une enceinte climatique pendant 15 jours à une hygrométrie de 10 % HR à 20 °C. Des mesures avant et après essai sont effectuées.

UTILISATION PROLONGEE SOUS GAZ DE REFERENCE

L'appareil fonctionne pendant 3 jours à raison de 8 heures par jour sous gaz d'essai de référence. Le reste de la journée, les appareillages fonctionnent dans l'air ambiant. A la suite de cette essai, une mesure du temps de réponse est effectuée.

FORTES TENEURS

Une concentration de gaz chlore correspondant à 20 fois la pleine échelle soit 100ppm est injectée sur le capteur pendant 2 minutes. L'appareil est ensuite placé dans l'air et le temps de récupération est mesuré dans la limite de 60 minutes. Le gaz d'essai de référence est ensuite appliqué et le temps de réponse ainsi que le déclenchement des alarmes sont mesurés.



INERIS

Institut national de l'environnement industriel et des risques

Parc technologique Alata
BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte

Tél. : +33 (0)3 44 55 66 77 - Fax : +33 (0)3 44 55 66 99

E-mail : ineris@ineris.fr - Internet : <http://www.ineris.fr>