

RAPPORT D'ÉTUDE
N°DRA-14-142054-06654A

2/3/2015

**Synthèse des résultats de l'étude sur les
détecteurs de gaz toxiques à poste fixe en
situation accidentelle**

INERIS

*maitriser le risque |
pour un développement durable |*

Synthèse des résultats de l'étude sur les détecteurs de gaz toxiques à poste fixe en situation accidentelle

Direction des risques Accidentels

Liste des personnes ayant participé à l'étude :

Véronique Debuy, Nicolas Lépine, Célia Sanchez

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.

	Rédacteur	Rellecteur	Vérificateur	Approbateur
NOM	Nicolas LEPINE / Véronique DEBUY	Ahmed ADJADJ	Guillaume CHANTELAUVE	Bernard PIQUETTE
Titre	Technicien / Responsable du Laboratoire Capteurs Unité Barrières Techniques de Sécurité	Responsable Programme Unité Barrières Techniques de Sécurité	Délégué Appui à l'administration Direction des Risques Accidentels	Directeur Adjoint Direction des Risques Accidentels
Visa				

TABLE DES MATIÈRES

1. GLOSSAIRE	5
2. CONTEXTE	7
3. INTRODUCTION	9
4. PROPRIETES DES GAZ D'ESSAIS	11
5. PRESENTATION DES DETECTEURS SOUMIS AUX ESSAIS	13
5.1 Présentation Générale	13
5.2 Données des constructeurs.....	13
5.3 Préparation des détecteurs	15
6. BANC ET CONDITIONS D'ESSAIS	17
6.1 Conditions ambiantes d'essais.....	17
6.2 Gaz de référence	17
6.3 Volume d'essai.....	17
7. ESSAIS REALISES	19
7.1 Mesure sur l'étendue de mesure des appareils.....	19
7.2 Exposition des appareils à de fortes concentrations (de 100% de l'étendue de mesure à 20 fois l'étendue de mesure) en mode de mesure statique	19
7.3 Simulation de fuites de gaz à de fortes concentrations (de 100% de l'étendue de mesure à 20 fois l'étendue de mesure).....	19
7.4 Essais de dérive à long terme	21
7.5 Essais en galerie de rejet de NH ₃	21
8. SYNTHESE DES RESULTATS	23
8.1 Synthèse des résultats NH ₃	24
8.2 Synthèse des résultats H ₂ S.....	30
8.3 Synthèse des résultats Cl ₂	36
8.4 Synthèse des résultats de dérive à long terme	42
8.5 Synthèse des résultats de rejet NH ₃ en galerie	43
9. CONCLUSION	45
10. RESULTATS DES ESSAIS SUR LES DETECTEURS NH₃	50
10.1 Mesures sur l'étendue de mesure de l'appareil	50
10.2 Exposition à de fortes concentrations en statique	52
10.3 Fuite a forte concentration.....	61
10.4 Dérive à long terme et endormissement.....	74
11. RESULTATS DES ESSAIS SUR LES DETECTEURS H₂S	77
11.1 Mesures sur l'étendue de mesure de l'appareil	77

11.2 Exposition à de fortes concentrations en statique	80
11.3 Fuite a forte concentration	89
11.4 Dérive à long terme et endormissement.....	102
12. RESULTATS DES ESSAIS SUR LES DETECTEURS CL₂	105
12.1 Mesures sur l'étendue de mesure de l'appareil	105
12.2 Exposition à de fortes concentrations en statique	108
12.3 Fuite a forte concentration	117
12.4 Dérive à long terme et endormissement.....	130
13. ANNEXES.....	133
ANNEXE A. PROTOCOLE D'ESSAI	135

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.

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.

Gaz d'essai de référence : Gaz d'essai, dont la composition est spécifiée pour chaque appareil, à utiliser pour tous les essais, sauf indication contraire.

Temps de réponse T_x : Intervalle de temps requis entre le moment où une augmentation instantanée du titre volumique se produit à l'entrée du capteur et le moment où la réponse a une valeur définie de x% de l'indication finale.

Temps de retour à zéro: Intervalle de temps entre le moment où une baisse instantanée du titre volumique se produit au niveau de l'entrée du capteur et le moment où la réponse atteint la valeur 0 ppm.

Temps de déclenchement des alarmes : Intervalle de temps entre le moment où le détecteur est soumis à une variation de concentration de gaz et le moment où les alarmes réglées à des seuils déterminés se déclenchent (allumage d'une DEL et/ou l'activation d'un relais).

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

2. CONTEXTE

La loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels pour les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) a introduit de nouveaux principes pour la réalisation des études de danger (EDD) exigées dans le cadre de la demande d'autorisation d'exploiter. L'article 4 de la loi du 30 juillet 2003, repris dans l'article L512-1 du Code de l'Environnement, rappelle que l'EDD doit préciser tous les risques que l'activité peut créer, en cas d'accident, pour la santé, l'environnement et les biens. Il ajoute aux dispositions concernant l'EDD que « cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite ».

La gravité des accidents et leur probabilité d'occurrence potentielle ne peuvent pas être évaluées sans analyser les mesures de maîtrise des risques (MMR) que l'exploitant se propose de mettre en place. L'article 4 de l'arrêté du 29 septembre 2005¹ précise 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 des MMR et au temps de réponse des dispositifs de mesurage utilisés au sein de ces MMR en fonction de leurs contextes d'utilisation sont peu disponibles ou inexistantes dans la littérature.

L'INERIS, dans le cadre de son appui technique à la DGPR, a pour objectif de réaliser des essais afin d'apporter des compléments techniques relatifs aux performances des Barrières Techniques de Sécurité (BTS).

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

3. INTRODUCTION

L'INERIS a mené plusieurs campagnes d'essais dévaluation de détecteurs de gaz. Ces essais ont permis de comparer les performances métrologiques de ces détecteurs par rapport à leurs spécifications techniques.

L'objectif de cette campagne d'essais est de caractériser le comportement et d'évaluer les performances des détecteurs de gaz toxiques du marché, en situation accidentelle, lorsqu'ils sont exposés à de fortes ou de très fortes concentrations : les concentrations générées vont de l'étendue de mesure des appareils à 20 fois l'étendue de mesure, ce qui correspond à des concentrations supérieures aux seuils de toxicité aiguë par inhalation pour une durée d'exposition de 10 minutes.

Les essais ont été réalisés en laboratoire selon un protocole (reporté en annexe A) afin d'évaluer :

- Les temps de réponse, les temps de déclenchement des alarmes et les temps de retour à zéro des appareils en fonction de la concentration de gaz appliquée,
- La dérive à long terme et l'endormissement.

Les gaz d'intérêts retenus pour cette campagne d'essais sont le chlore (Cl_2), l'ammoniac (NH_3) et le sulfure d'hydrogène (H_2S).

Des essais à moyenne échelle sur des détecteurs d'ammoniac ont pu être également réalisés, dans le cadre des essais DRA 72, lors d'une fuite d'ammoniac en phase liquide.

Le rapport est organisé de la façon suivante :

- Rappel des propriétés des gaz d'essais NH_3 , Cl_2 , NH_3 (paragraphe 4),
- Présentation des détecteurs soumis aux essais et des données constructeurs relatives aux essais réalisés (paragraphe 5),
- Présentation du banc d'essai en mode de diffusion statique et des conditions d'essais (paragraphe 6),
- Description des différents essais réalisés, commun à chaque gaz d'intérêt (paragraphe 7),
- Synthèse des résultats d'essais pour chaque gaz d'intérêt (paragraphe 8)
- Conclusion (paragraphe 9).

Les résultats détaillés, par gaz d'intérêt, sont reportés :

- au paragraphe 10 pour l'ammoniac (NH_3),
- au paragraphe 11 pour le sulfure d'hydrogène (H_2S)
- au paragraphe 12 pour le chlore (Cl_2).

4. PROPRIETES DES GAZ D'ESSAIS

Les principales propriétés et seuils de toxicité des gaz d'intérêt retenus pour cette campagne sont reportés dans le Tableau 1.

Caractéristiques du gaz		NH ₃	Cl ₂	H ₂ S
Masse molaire en g/mol		17,03	70,91	34,08
Seuils de toxicité aiguë par inhalation (ICPE)				
Seuils 10 min (en ppm)	SELS	8833	324	769
	SEL	8200	280	688
	SEI	866	41	150
Seuils 30 min (en ppm)	SELS	5133	183	526
	SEL	4767	160	472
	SEI	500	25	100
Toxicité (exposition travailleur)				
VLEP France (en ppm)	8 heures	10	-	5
	Court terme	20	0,5	10
VLEP Europe (en ppm)	8 heures	20	-	-
	Court terme	50	0,5	-
Explosivité				
LIE (en %)		15	-	4
LSE (en %)		28	-	48

Tableau 1 : principales spécificités des gaz d'essais

5. PRESENTATION DES DETECTEURS SOUMIS AUX ESSAIS

5.1 PRESENTATION GENERALE

Cinq détecteurs de chlore, d'ammoniac et de sulfure d'hydrogène sont soumis aux essais. Ce sont des détecteurs à technologie électrochimique. Ils sont nommés D1, D2, D3, D4 et D5 dans la suite du présent rapport.

Les gammes des détecteurs, leur nombre, les gaz d'essai et les seuils d'alarmes en fonction des gaz sont présentés dans le Tableau 2.

	NH ₃		H ₂ S			Cl ₂	
Gamme de mesure	50 ppm	100 ppm	30 ppm	50 ppm	100 ppm	10 ppm	15 ppm
Nombre d'appareils	1	4	1	2	2	4	1
Gaz d'essai de référence	25 ppm	50 ppm	15 ppm	25 ppm	50 ppm	5 ppm	7,5 ppm
Seuils d'alarmes (ppm)	10 et 20 ppm		5 et 10 ppm			0,5 et 1 ppm	

Tableau 2 : Caractéristiques des appareils et gaz d'essai

5.2 DONNEES DES CONSTRUCTEURS

Les données des constructeurs en relation avec les essais réalisés sont reportées dans le Tableau 3.

Appareils	NH ₃		H ₂ S		Cl ₂	
	Temps de réponse	Dérive	Temps de réponse	Dérive	Temps de réponse	Dérive
D1	T ₅₀ < 12 s T ₉₀ < 180 s	<u>Zéro</u> <0,5ppm/an <u>Réponse</u> <10%/an	T ₅₀ < 8 s T ₉₀ < 13 s	<u>Zéro</u> <0,5ppm/an <u>Réponse</u> <10%/an	T ₅₀ < 18 s T ₉₀ < 35 s	<u>Zéro</u> <2ppm/an <u>Réponse</u> <5%/an
D2	T ₅₀ < 50 s	Pas de données	T ₅₀ < 15 s	Pas de données	T ₅₀ < 50 s	Pas de données
D3	T ₂₀ < 5 s T ₆₃ < 15 s	≤ -15% / an	T ₂₀ < 5 s T ₆₃ < 15 s	≤ -3% / an	T ₂₀ < 5 s T ₆₃ < 15 s	≤ -3% / an
D4	T ₂₀ < 12 s T ₅₀ < 30 s	<u>Zéro</u> <5%/an <u>Réponse</u> <10%/an	T ₂₀ < 12 s T ₅₀ < 30 s	<u>Zéro</u> <5%/an <u>Réponse</u> <10%/an	T ₂₀ < 12 s T ₅₀ < 30 s	<u>Zéro</u> <5%/an <u>Réponse</u> <10%/an
D5	T ₉₀ < 120 s	<u>Zéro</u> < 3%PE* (= 3 ppm)	T ₉₀ < 45 s	<u>Zéro</u> < 1%PE* (= 1 ppm)	T ₉₀ < 30 s	<u>Zéro</u> < 0,5 ppm)

Tableau 3 : Données des constructeurs

* PE : Pleine Echelle

Les recommandations des constructeurs concernant la maintenance des appareils sont les suivantes :

Appareil D1 : Intervalle de calibration recommandé : 6 mois

Appareil D2 : Test à une périodicité inférieure à 3 mois à l'aide d'un gaz étalon à une concentration supérieure aux seuils d'alarme. (Ce test ne remplace pas un étalonnage du capteur). Etalonnage des détecteurs à l'aide d'une concentration de gaz étalon connue et certifiée, tous les 3 ou 4 mois. La fréquence des tests au gaz dépend de l'application industrielle où sont utilisés les capteurs. Le contrôle sera fréquent dans les mois qui suivent le démarrage de l'installation, puis il pourra être espacé si aucune dérive importante n'est constatée. La fréquence des calibrages ne saura être supérieure à un an.

Appareil D3 : Calibration à intervalles réguliers définis par une personne responsable des dispositifs de sécurité gaz. L'intervalle de calibration dépend du capteur utilisé et des conditions de mise en œuvre. L'intervalle de calibration prééglé dans le transmetteur est de 6 mois, avec une plage de réglage possible entre 1 jour et 12 mois.

Appareil D4 : La fréquence des tests de calibrage dépend de la durée de fonctionnement et de l'exposition chimique des capteurs. Les capteurs neufs doivent être calibrés plus souvent, jusqu'à ce que les états de calibrage prouvent leur stabilité. La fréquence de calibrage peut alors être réduite à celle fixée par le directeur de la sécurité ou par le directeur de l'usine.

Appareil D5 : Vérification trimestrielle de la valeur du zéro du télécaptur (Corriger la valeur du zéro si nécessaire).

Essais périodiques au niveau du Zéro et du point de Calibrage (tous les 4 mois). Cette opération doit être suivie d'un calibrage si nécessaire. Un Zéro en air propre doit alors être effectué au préalable.

5.3 PREPARATION DES DETECTEURS

Les appareils sont calibrés avec un gaz de référence correspondant à 50% de leurs échelles respectives. Le calibrage est effectué à l'aide de la coiffe de calibrage, à un débit égal à celui préconisé par le constructeur.

Toutes les mesures sur les appareils sont enregistrées à partir des informations fournies par le signal de sortie analogique 4 - 20 mA et les valeurs finales sont également relevées sur l'afficheur.

6. BANC ET CONDITIONS D'ESSAIS

6.1 CONDITIONS AMBIANTES D'ESSAIS

Pendant les essais et sauf spécifications contraires, les conditions ambiantes suivantes sont respectées :

- température constante à ± 5 °C dans la plage de 15 à 35 °C,
- pression atmosphérique constante à ± 10 % relatif dans la plage de 86 à 108 kPa,
- humidité relative constante à ± 10 % HR dans la plage de 30 à 70 % HR.

Les valeurs et les stabilités de la température ambiante, de l'humidité relative et de la pression sont mesurées au cours des essais.

6.2 GAZ DE REFERENCE

Les mélanges de gaz sont réalisés à l'aide de débitmètres régulateurs massiques à partir de bouteilles de gaz étalons.

Les mélanges sont réalisés avec une incertitude maximale sur la concentration volumique de ± 6 % relatif.

6.3 VOLUME D'ESSAI

Pour cette campagne d'évaluation, l'INERIS a conçu et développé un volume d'essai spécifique pour l'exposition des détecteurs à de fortes concentrations de gaz toxiques en mode de mesure statique (diffusion naturelle).

L'H₂S, le Cl₂ et le NH₃ étant des gaz corrosifs et réactifs, les matériaux du volume d'essai ont été choisis afin de garantir la stabilité et la justesse du mélange de gaz.

Le volume d'essai et le support de fixation des détecteurs sont présentés sur la Figure 1.

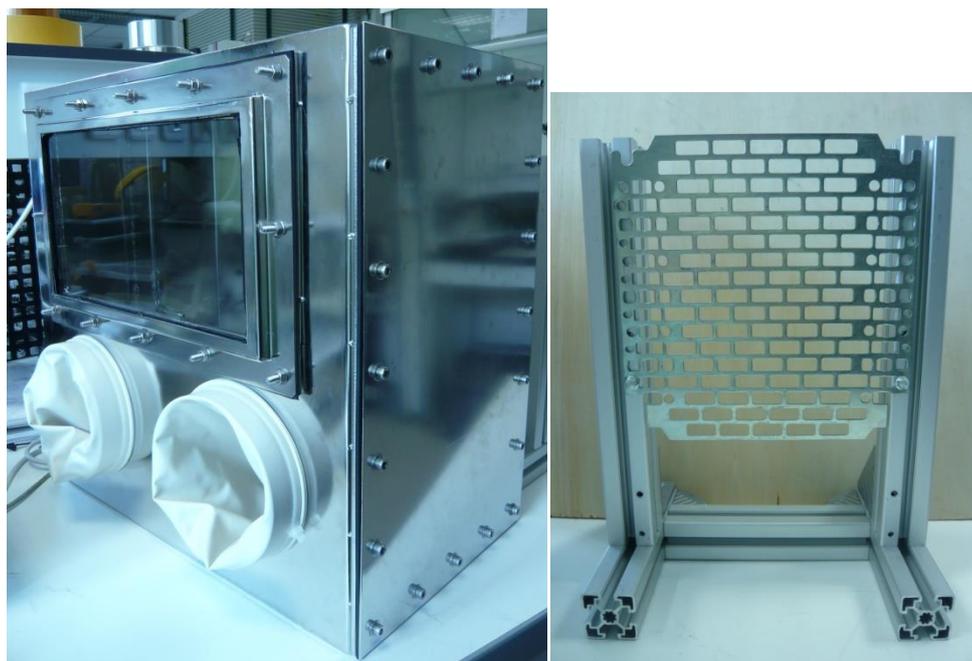


Figure 1 : volume d'essai et support de fixation des détecteurs

7. ESSAIS REALISES

Pour chaque gaz d'intérêt (NH₃, Cl₂, H₂S), les essais suivants ont été réalisés :

7.1 MESURE SUR L'ETENDUE DE MESURE DES APPAREILS

Après calibrage, les détecteurs sont exposés à un gaz d'essai dont la concentration est égale à moitié de la gamme de mesure, et dans les conditions suivantes :

- Mode de mesure dynamique (à l'aide de la coiffe d'étalonnage)
- Mode de mesure statique (par diffusion, à l'aide de la chambre d'essai)

A partir de ces mesures, les temps de réponse des appareils (T₅₀ et T₉₀), les temps de déclenchement des alarmes (A1 et A2), ainsi que les temps de retour à zéro sont déterminés.

7.2 EXPOSITION DES APPAREILS A DE FORTES CONCENTRATIONS (DE 100% DE L'ETENDUE DE MESURE A 20 FOIS L'ETENDUE DE MESURE) EN MODE DE MESURE STATIQUE

Après calibrage, les détecteurs sont exposés, par diffusion, à des concentrations de gaz d'essai égales à :

- 100 % de l'étendue de mesure,
- 2 fois l'étendue de mesure,
- 5 fois l'étendue de mesure,
- 10 fois l'étendue de mesure,
- 20 fois l'étendue de mesure.

A partir de ces mesures, les temps de réponse des appareils à différents seuils de concentrations (seuils d'alarmes A1 et A2, seuils de concentration correspondants aux T₅₀ et T₉₀ définis précédemment), ainsi que les temps de retour à zéro sont déterminés.

7.3 SIMULATION DE FUITES DE GAZ A DE FORTES CONCENTRATIONS (DE 100% DE L'ETENDUE DE MESURE A 20 FOIS L'ETENDUE DE MESURE)

Une fuite de 5 L/min est réalisée dans le volume d'essai ouvert, afin de simuler une fuite de gaz. Le détecteur, installé sur un support dans sa position normale d'utilisation, est placé à environ 30 cm de la fuite.

Deux orientations de fuite par rapport au détecteur sont réalisées :

- une fuite perpendiculaire à la face de la cellule (fuite horizontale (Figure 2)),
- une fuite face à la cellule du détecteur (fuite verticale (Figure 3)).

Les concentrations de fuite réalisées sont égales à :

- 100 % de l'étendue de mesure,
- 2 fois l'étendue de mesure,
- 5 fois l'étendue de mesure,
- 10 fois l'étendue de mesure,

- 20 fois l'étendue de mesure

A partir de ces mesures, les temps de réponse des appareils à différents seuils de concentrations (seuils d'alarmes A1 et A2, seuils de concentration correspondants aux T_{50} et T_{90} définis précédemment), ainsi que les temps de retour à zéro sont déterminés.

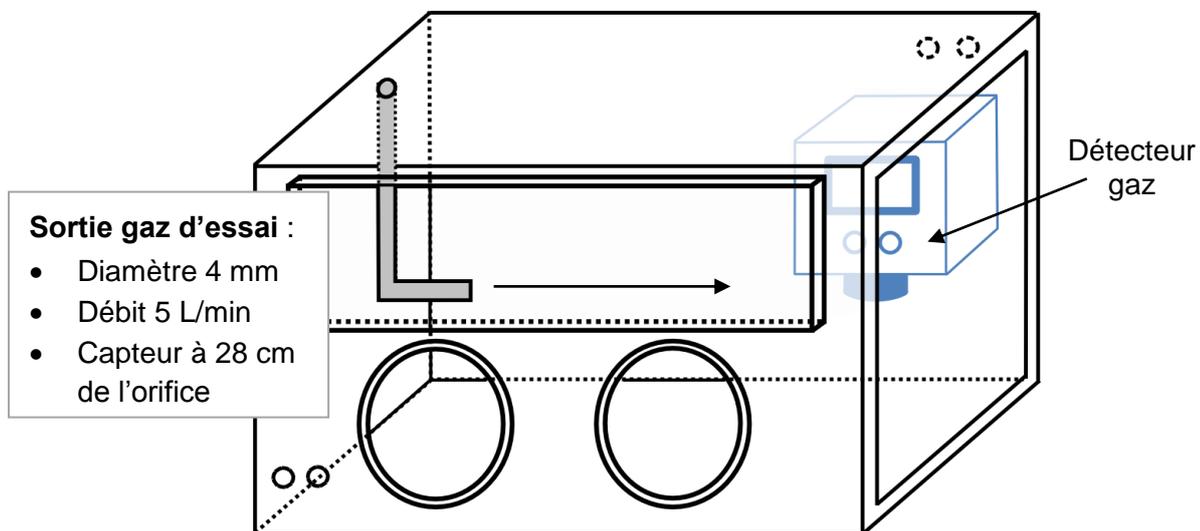


Figure 2 : volume d'essai en configuration "fuite horizontale"

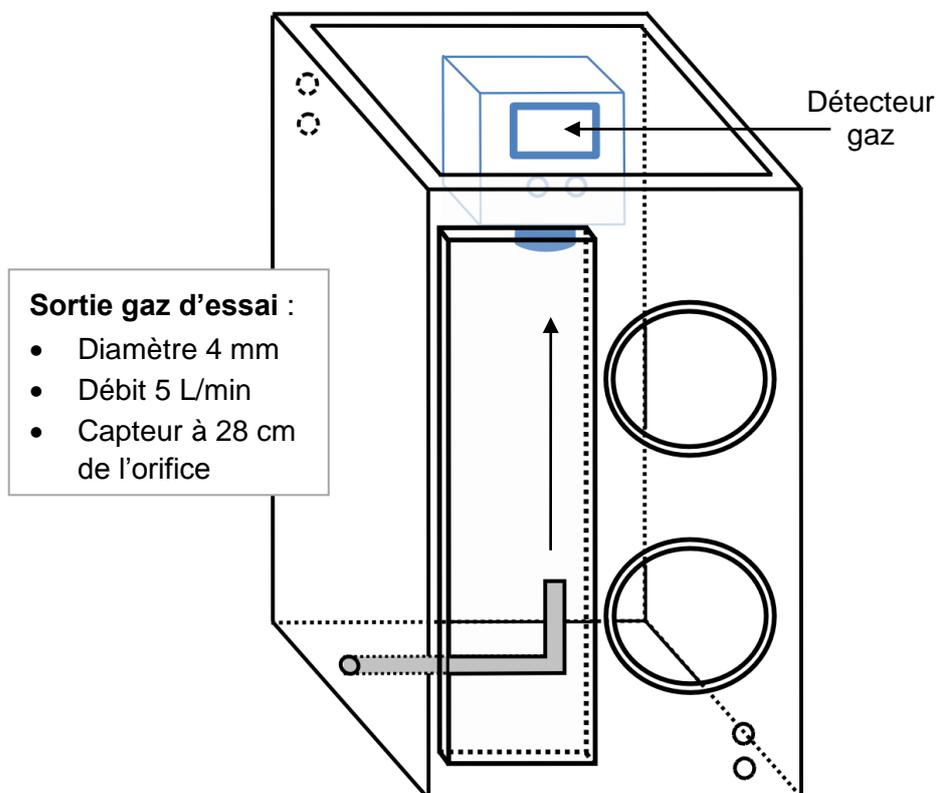


Figure 3 : volume d'essai en configuration "fuite verticale"

7.4 ESSAIS DE DERIVE A LONG TERME

L'objectif de cet essai est d'évaluer la dérive des détecteurs sur le long terme, c'est-à-dire lorsqu'ils ne sont pas exposés au gaz d'essai sur une période de plusieurs mois.

Après un calibrage initial, l'appareil fonctionne en continu pendant 3 mois dans l'air ambiant. A l'issue des 3 mois, l'appareil est exposé à un gaz d'essai (par diffusion) dont la concentration correspond à 5 fois l'étendue de mesure.

A partir de ces mesures, les temps de réponse des appareils à différents seuils de concentrations (seuils d'alarmes A1 et A2, seuils de concentration correspondants aux T_{50} et T_{90} définis précédemment), ainsi que les temps de retour à zéro sont déterminés.

7.5 ESSAIS EN GALERIE DE REJET DE NH_3

Dans le cadre du programme DRA 72, des essais sur l'efficacité d'un rideau d'eau à atténuer les effets d'un rejet d'ammoniac sous pression ont été réalisés. Au cours de ces essais, des détecteurs NH_3 ont été installés dans la galerie d'essai afin d'estimer leur temps de réponse en fonction de leur position et de leur date de calibration. Les mesures sont réalisées lors du rejet de NH_3 seul, hors mise en service du rideau d'eau.

La Figure 4 présente une vue schématique de l'installation et la Figure 5 des photos de l'installation.

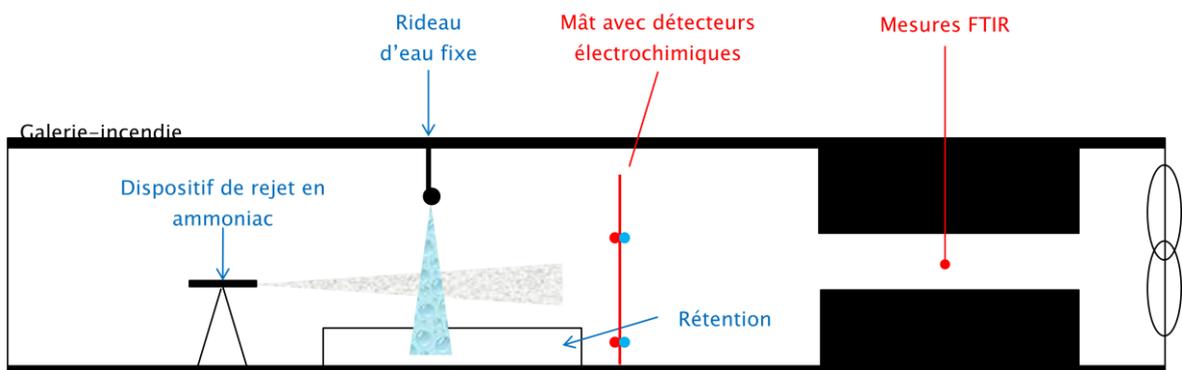


Figure 4. Vue schématique de l'installation



Figure 5 : photos de l'installation (sans rideau d'eau)

Le rejet d'ammoniac est réalisé à l'intérieur d'une galerie de largeur 3 m (section 9,1 m²) et de longueur 50 m. Durant les essais, la ventilation de la galerie est assurée par un extracteur réglé au débit de 25 000 Nm³/h. Ce débit correspond à une vitesse de vent « artificiel » de 0,8 m/s environ dans la galerie.

Le rejet d'ammoniac s'effectue à 1 m de haut et à 2 m en amont du rideau d'eau. Un bac de rétention de longueur 5 m et de hauteur 32 cm est placé au dessous du rideau d'eau.

Le rejet en ammoniac est réalisé à partir d'une bouteille d'ammoniac liquéfié stockée à sa pression de vapeur saturante (6,1 bar absolu à 15°C). Le diamètre du rejet est de 4 mm.

Les détecteurs électrochimiques sont placés à une distance de 1,1 m du bac de rétention, soit à 7 m du point de rejet. Deux détecteurs sont installés à une hauteur de 33 cm (point Bas) et deux autres à une hauteur de 1,37 m (point Haut).

La gamme des détecteurs est 0-1000 ppm NH₃. Les niveaux d'alarme sont réglés à 250 et 500 ppm. Le gaz de calibrage a une concentration de 472 ppm.

Pour chaque point de détection, un détecteur est calibré juste avant les essais, l'autre détecteur a été calibré un mois avant les essais.

Trois essais ont été réalisés :

- Essai 1 : rejet de 4 min de NH₃ seul puis 4 min de NH₃ avec rideau d'eau
- Essai 2 : rejet de 1 min de NH₃ seul
- Essai 3 : rejet de 4 min de NH₃ seul

Les temps de réponse des appareils à différents seuils de concentrations (seuils d'alarmes 250ppm et 500ppm, et seuils T₅₀ et T₉₀ définis précédemment) sont mesurés ainsi que le temps de retour à zéro des détecteurs.

8. SYNTHESE DES RESULTATS

La synthèse des résultats est présentée dans les paragraphes suivants (§8.1 à 8.5).

Les résultats détaillés sont présentés respectivement aux paragraphes 10, 11 et 12 pour les mesures NH_3 , Cl_2 et NH_3 .

8.1 SYNTHÈSE DES RESULTATS NH₃

Temps de réponse Gaz d'essai : NH ₃	Comparaison de la réponse des appareils NH ₃ en statique et en dynamique – gaz d'essai 50% de la gamme de mesure									
	Appareil D1 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm NH ₃		Appareil D2 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm NH ₃		Appareil D3 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm NH ₃		Appareil D4 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm NH ₃		Appareil D5 Gamme 50 ppm gaz d'essai 25 ppm NH ₃	
Méthode d'exposition	Dynamique	Statique	Dynamique	Statique	Dynamique	Statique	Dynamique	Statique	Dynamique	Statique
A1 (10ppm) (s)	5	13	5	8	13	8	4	33	11	22
A2 (20ppm) (s)	7	33	8	22	17	12	7	128	36	Non atteint
T ₅₀ (s)	8	Non pertinent	11	Non pertinent	21 (T ₂₀ = 13 s)	13 (T ₂₀ = 8 s)	9	Non pertinent	14	Non pertinent
T ₉₀ (s)	24	Non pertinent	48	Non pertinent	53 (T ₆₃ = 25 s)	28 (T ₆₃ = 15 s)	41	Non pertinent	52	Non pertinent
Retour à zéro (s)	673	520	82	61	46	48	48	29	155	147
Valeur finale (ppm)	47	25	50	28	55	45	53	22	25	14
Ecart de réponse /concentration du gaz d'essai	-6%	-50%	0%	-44%	+10%	-10%	+6%	-56%	0%	-44%
Données constructeur / conformité	T ₅₀ < 12 s T ₉₀ < 180 s Conforme en dynamique		T ₅₀ < 50 s Conforme en dynamique		T ₂₀ < 5 s T ₆₃ < 15 s Non Conforme		T ₂₀ < 12 s T ₅₀ < 30 s Conforme en dynamique		T ₉₀ < 120 s Conforme en dynamique	

Tableau 4 : Comparatif des résultats de l'essai temps de réponse obtenus en statique et en dynamique

Temps de réponse	Synthèse des résultats d'essais pour les 5 appareils NH ₃			
	Exposition à une concentration de 50% de la gamme de mesure		Exposition à de fortes concentrations en statique	
	Mode d'exposition dynamique	Mode d'exposition statique	Mode d'exposition statique	
			100% de la gamme	20 fois la gamme
Alarme A1	4 à 13 s	8 à 33 s	3 à 10 s	1 à 3 s
Alarme A2	7 à 36 s	12 à 128 s / non atteint	6 à 20 s	1 à 4 s
T ₅₀ (seuil)	8 à 21 s	13 s / non pertinent	8 à 23 s	2 à 5 s
T ₉₀ (seuil)	24 à 53 s	28 s / non pertinent	11 à 54 s	2 à 5 s
Temps de retour à zéro	46 à 673 s	29 à 520 s	64 à 3200 s	720 à 10000 s
Réponse des appareils	En dynamique, l'écart de réponse des détecteurs est inférieur à ± 10%	En statique, l'écart de réponse pour un appareil est de -10%, mais pour 4 appareils l'écart de réponse est de -44% à -56%	Indication de dépassement de la gamme de mesure	

Tableau 5 : synthèse des résultats des essais temps de réponse pour le NH₃

Commentaires

Les temps de réponse en dynamique dans la gamme de mesure des appareils sont conformes aux données constructeurs pour 4 appareils sur 5. La variation de la réponse finale en statique ne rend pas pertinente la mesure des temps de réponse T₅₀ et T₉₀ pour 4 appareils sur 5. Les temps de déclenchement des seuils d'alarmes en diffusion augmentent pour ces appareils d'un facteur 1,6 à 8 pour l'alarme A1 et d'un facteur 2,8 à 18 pour l'alarme A2. Pour l'appareil D3, le temps de réponse en statique est légèrement supérieur aux valeurs constructeurs.

Au delà d'une concentration supérieure à l'étendue de mesure, les temps de déclenchement d'alarmes et d'atteintes de seuils T₅₀ et T₉₀ diminuent significativement pour atteindre le seuil T₉₀ en moins de 5 secondes (exemples Figure 6 et Figure 7).

Le temps de retour à zéro est très variable d'un détecteur à l'autre (de 30 à 675 secondes pour une concentration de 50% de la gamme de mesure). Ce temps augmente fortement avec la concentration de gaz mesurée par le détecteur (exemple Figure 8 pour l'appareil le plus rapide). Ce temps peut atteindre 2h45 pour l'appareil le plus long (Figure 9).

Remarque : Le temps de retour à zéro est relevé lorsque l'appareil présente un retour à zéro stable. Un appareil (D3) paraît présenter un retour à zéro rapide (35 à 60s initialement), mais la réponse de l'appareil dérive ensuite en valeur négative (et parfois jusqu'à un défaut de dérive). Les temps de retour à zéro mesurés pour cet appareil sont compris entre 53 minutes à 2h45.

Après le retour à zéro, les détecteurs restent fonctionnels, même après avoir mesuré des concentrations jusqu'à 20 fois leur gamme de mesure.

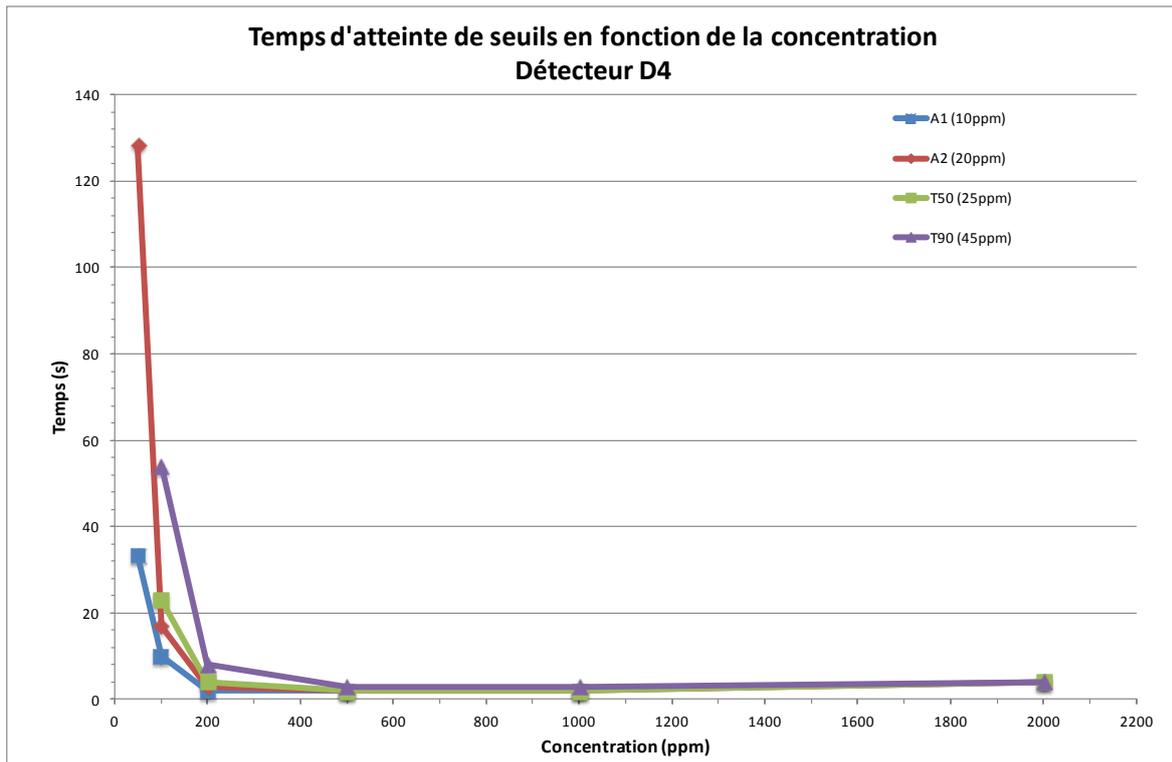


Figure 6 : Temps d'atteinte des seuils de l'appareil D4 (NH_3 -mode diffusion)

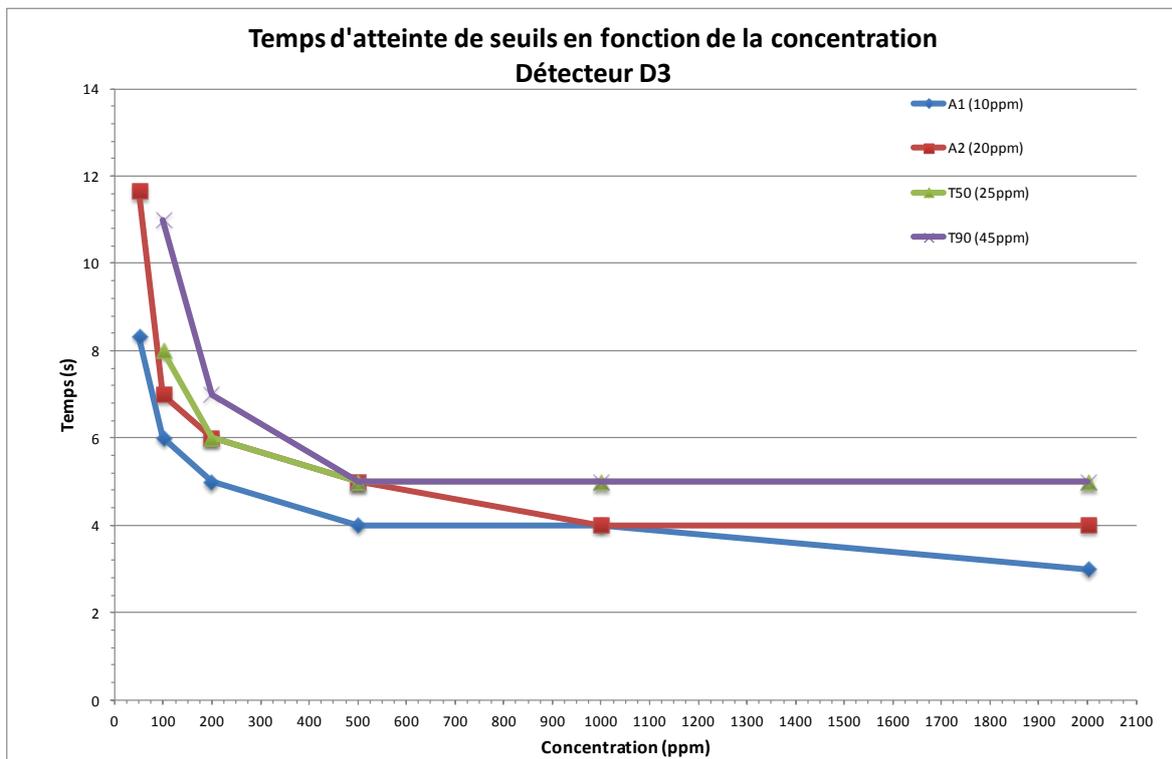


Figure 7 : Temps d'atteinte des seuils de l'appareil D3 (NH_3 - mode diffusion)

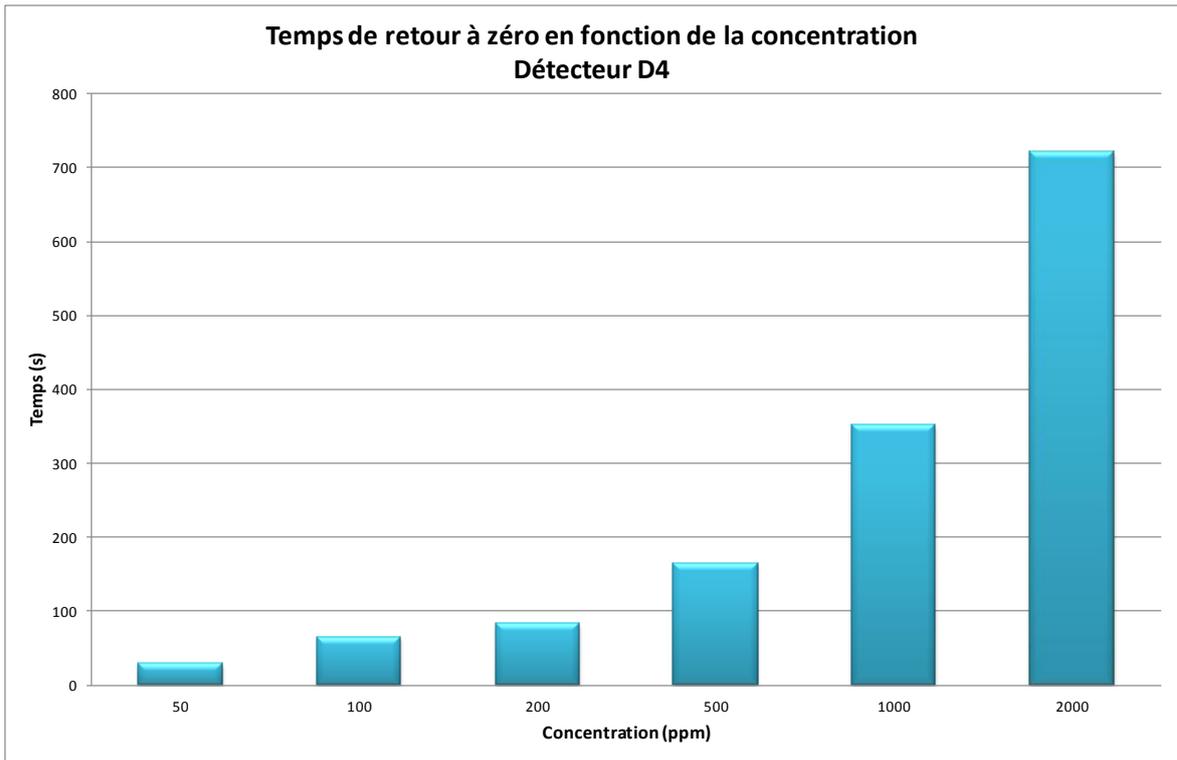


Figure 8 : Temps de retour à zéro en fonction de la concentration pour l'appareil NH_3 le plus rapide

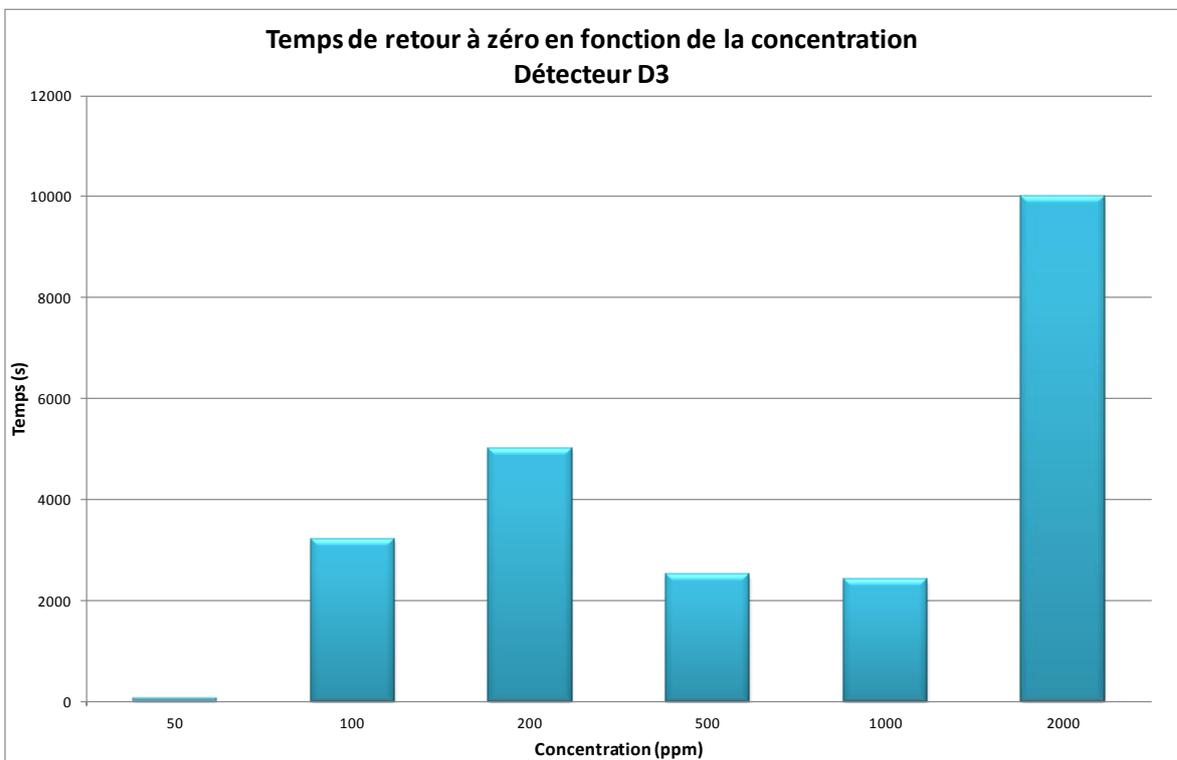


Figure 9 : Temps de retour à zéro en fonction de la concentration pour l'appareil NH_3 le plus lent

Essai de Fuites Gaz d'essai NH ₃	Synthèse des résultats pour les 5 appareils NH ₃ Concentration de fuite : 100%EM à 20 x EM			
	Fuite Horizontale		Fuite Verticale	
	Réponse des appareils < EM*	Réponse des appareils > EM*	Réponse des appareils < EM*	Réponse des appareils > EM*
Alarme A1	12 à 84 s	8 à 21 s	14 à 127 s	8 à 18 s
Alarme A2	15 à 260 s	9 à 38 s	16 à 80 s	10 à 41 s
T ₅₀ (seuil)	17 à 121 s	10 à 23 s	18 à 158 s	10 à 22 s
T ₉₀ (seuil)	24 à 209 s	12 à 43 s	32 à 243 s	13 à 48 s
Temps de retour à zéro	17 s à 31min	4,8 à 60 min	21s à 8 min	5,3 à 95 min
Réponse des appareils	3% à 9% de la concentration de fuite	≥ EM	5% à 11% de la concentration de fuite	≥ EM

Tableau 6 : Fuite de NH₃ (orifice 4 mm, débit 5 L/min, détecteur à ~30cm)

* EM : étendue de mesure

Commentaires

La concentration mesurée par les détecteurs est comprise entre 3 et 11% de la concentration de fuite.

Il n'y a pas de différence significative des résultats de mesures selon l'orientation de la fuite par rapport à la cellule de mesure du détecteur pour 4 appareils sur 5. L'appareil D3 est influencé par l'orientation de la fuite : sa réponse est plus faible lors d'une fuite horizontale (3% de la concentration de fuite) et plus élevée lors d'une fuite verticale (11% de la concentration de fuite).

Les temps de déclenchement des différents seuils diminuent lorsque la concentration mesurée par l'appareil augmente. Lorsque cette concentration atteint l'étendue de mesure, ces temps varient d'un facteur 2 à 4 selon les appareils (Figure 10 et Figure 11).

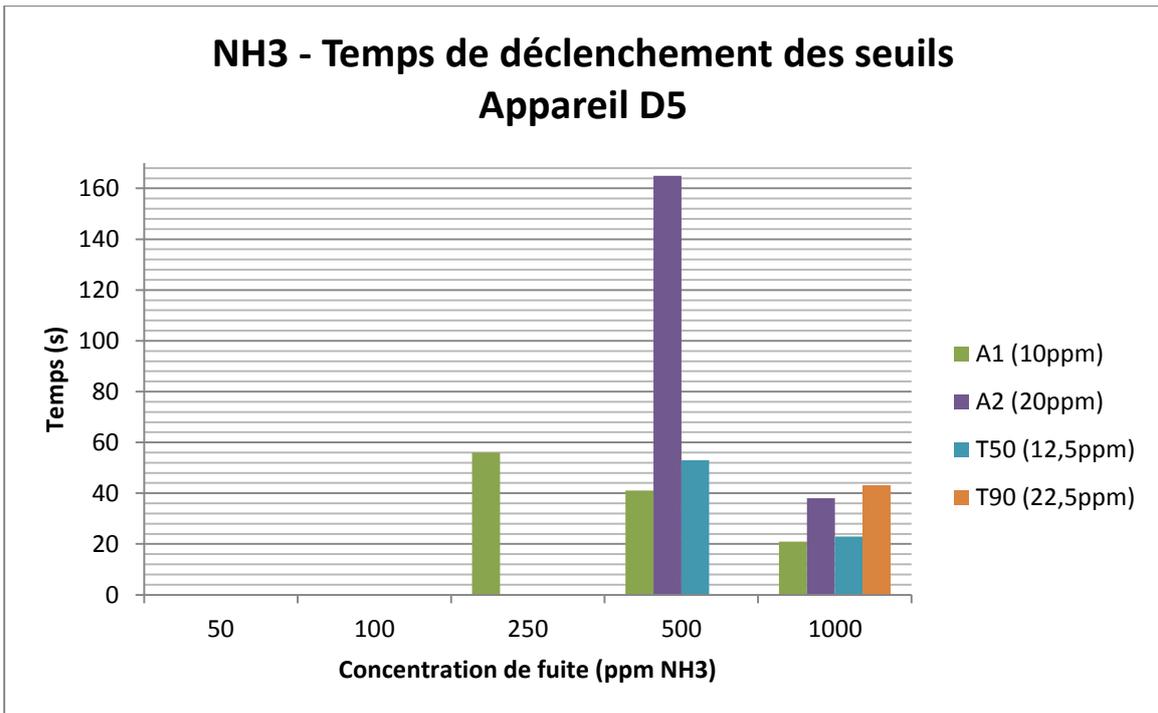


Figure 10 : Essai de fuite NH₃ – Appareil D5

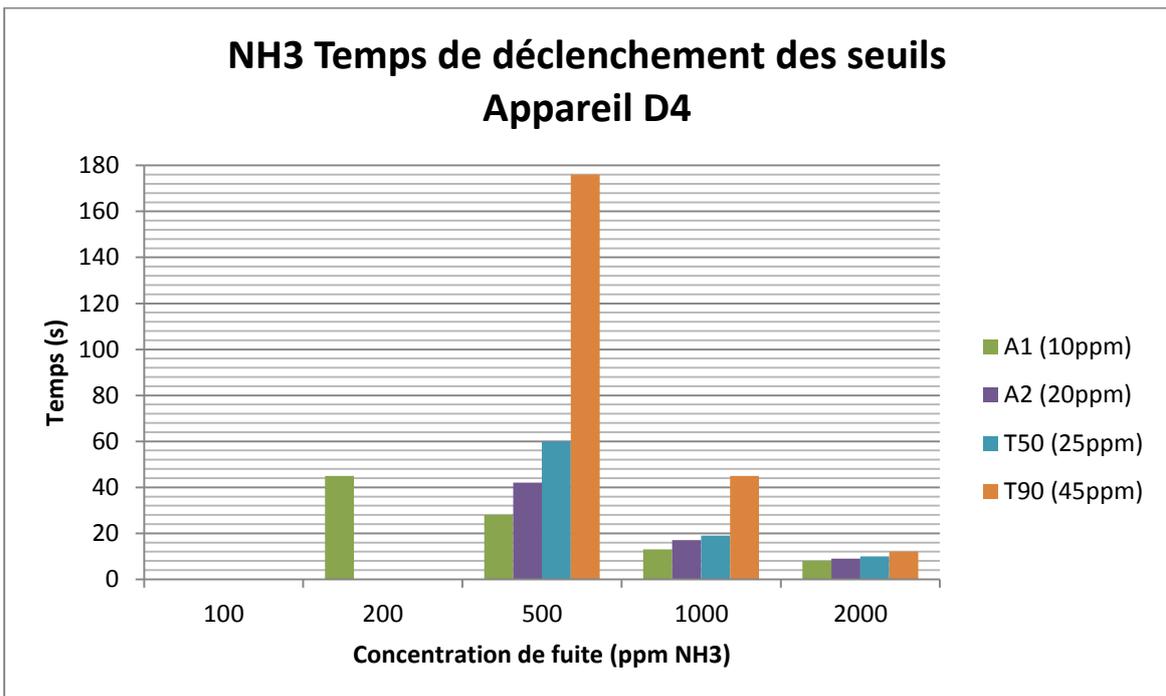


Figure 11 : Essai de fuite NH₃ – Appareil D4

8.2 SYNTHÈSE DES RESULTATS H₂S

Temps de réponse Gaz d'essai : H ₂ S	Comparaison de la réponse des appareils H ₂ S en statique et en dynamique – gaz d'essai 50% de la gamme de mesure									
	Appareil D1 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm H ₂ S		Appareil D2 Gamme 30 ppm gaz d'essai 15 ppm H ₂ S		Appareil D3 Gamme 50 ppm gaz d'essai 25 ppm H ₂ S		Appareil D4 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm H ₂ S		Appareil D5 Gamme 50 ppm gaz d'essai 25 ppm H ₂ S	
Méthode d'exposition	Dynamique	Statique	Dynamique	Statique	Dynamique	Statique	Dynamique	Statique	Dynamique	Statique
A1 (5ppm) (s)	3	3	8	8	14	8	6	8	9	7
A2 (10ppm) (s)	3	3	16	19	19	12	8	8	14	12
T ₅₀ (s)	4	4	11	10	22 (T ₂₀ = 14 s)	15 (T ₂₀ = 8 s)	11	13	17	13
T ₉₀ (s)	5	5	29	26	47 (T ₆₃ = 27 s)	36 (T ₆₃ = 18 s)	26	34	51	35
Retour à zéro (s)	6	10	65	58	106	125	87	83	387	307
Valeur finale (ppm)	51	41	14,7	12,4	25	26,9	50	46	25,3	21,7
Ecart de réponse /concentration du gaz d'essai	+2%	-18%	-2%	-17%	0%	+8%	0%	-8%	+1%	-13%
Données constructeur / conformité	T ₅₀ < 8 s T ₉₀ < 13 s Conforme		T ₅₀ < 15 s Conforme		T ₂₀ < 5 s T ₆₃ < 15 s Non Conforme		T ₂₀ < 12 s T ₅₀ < 30 s Conforme		T ₉₀ < 45 s Conforme en statique	

Tableau 7 : comparatif des résultats de l'essai temps de réponse obtenus en statique et en dynamique

Temps de réponse	Synthèse des résultats d'essai pour les 5 appareils H ₂ S			
	Exposition à une concentration de 50% de la gamme de mesure		Expositions à de fortes concentrations	
	Mode d'exposition dynamique	Mode d'exposition statique	Mode d'exposition statique	
			100% de la gamme	20 fois la gamme
Alarme A1	3 à 14s	3 à 8s	2 à 5s	1 à 4s
Alarme A2	3 à 19s	3 à 19s	3 à 7s	1 à 5s
T ₅₀ (seuil)	4 à 22s	4 à 15s	3 à 8s	1 à 5s
T ₉₀ (seuil)	5 à 51s	5 à 36s	4 à 12s	1 à 5s
Temps de retour à zéro	6 à 387s	10 à 307s	9 à 670	360 à 13000s
Réponse des appareils	En dynamique, l'écart de réponse des détecteurs est inférieur à ± 2%	En statique, l'écart de réponse varie de -18% à +8%		Indication de dépassement de la gamme de mesure

Tableau 8 : synthèse des résultats des essais temps de réponse pour le H₂S

Commentaires

Les temps de réponse en dynamique dans la gamme de mesure des appareils sont conformes aux données constructeurs pour 3 appareils sur 5. La variation de la réponse finale en statique est de -18% au maximum. Les temps de réponse et de déclenchement des seuils d'alarmes en diffusion sont proches ou inférieur à ceux mesurés en dynamique. En statique, 4 appareils sur 5 ont des temps de réponse conforme aux données des constructeurs.

Au delà d'une concentration supérieure à l'étendue de mesure, les temps de déclenchement d'alarmes et d'atteintes de seuils T₅₀ et T₉₀ diminuent significativement pour atteindre le seuil T₉₀ en moins de 5 secondes (exemples Figure 12 et Figure 13).

Le temps de retour à zéro est très variable d'un détecteur à l'autre (de 6 à 387s pour une concentration de 50% de la gamme de mesure). Ce temps augmente fortement avec la concentration de gaz mesurée par le détecteur (exemple Figure 14 pour l'appareil le plus rapide). Ce temps peut atteindre 3h37 pour l'appareil le plus long (Figure 15).

Après le retour à zéro, les détecteurs restent fonctionnels, même après avoir mesuré des concentrations jusqu'à 20 fois leur gamme de mesure.

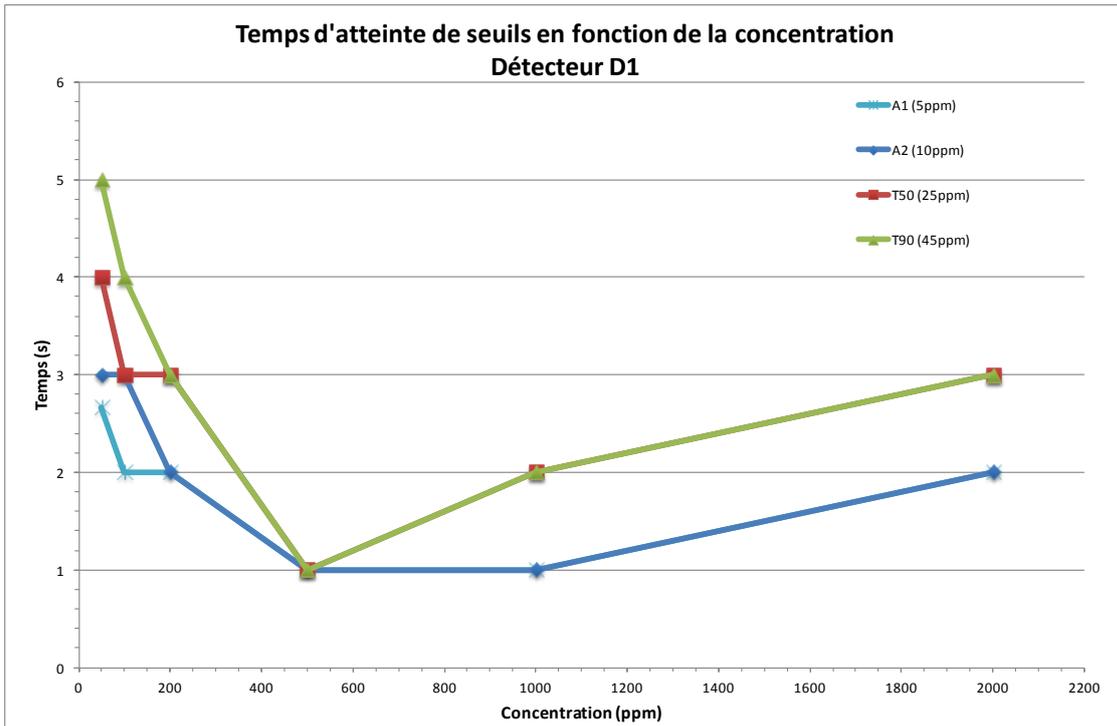


Figure 12 : Temps d'atteinte des seuils de l'appareil D5 (H_2S - mode diffusion)

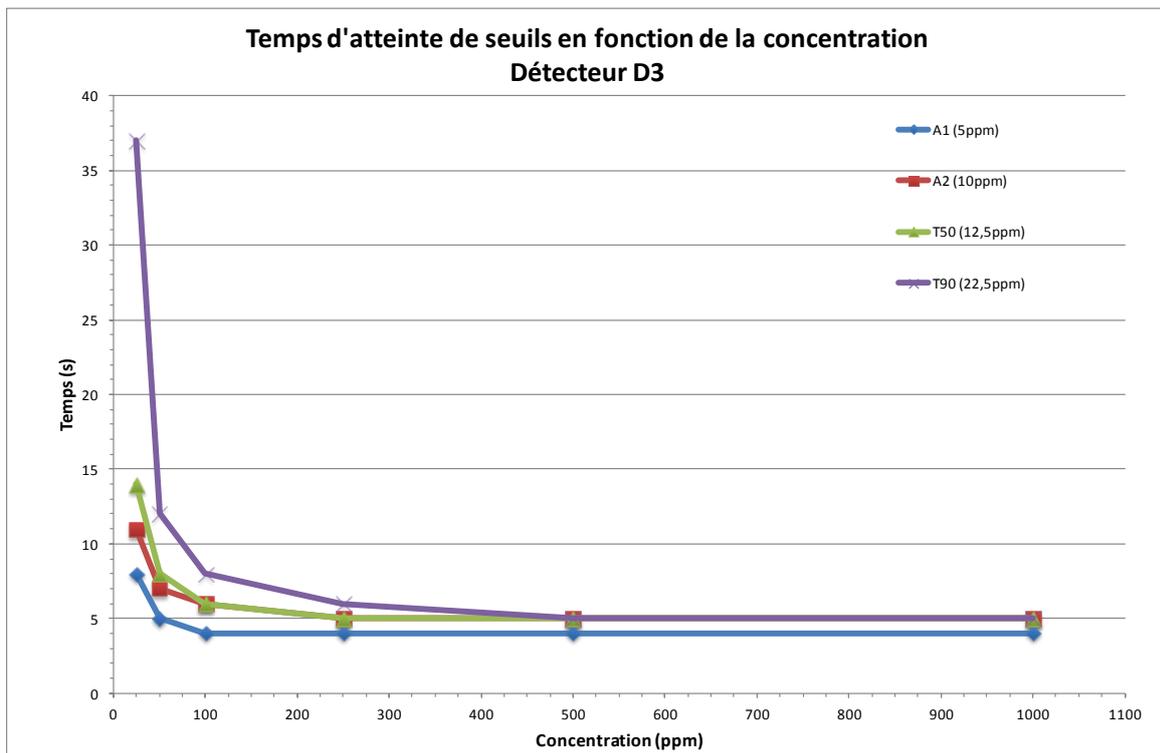


Figure 13 : Temps d'atteinte des seuils de l'appareil D3 (H_2S - mode diffusion)

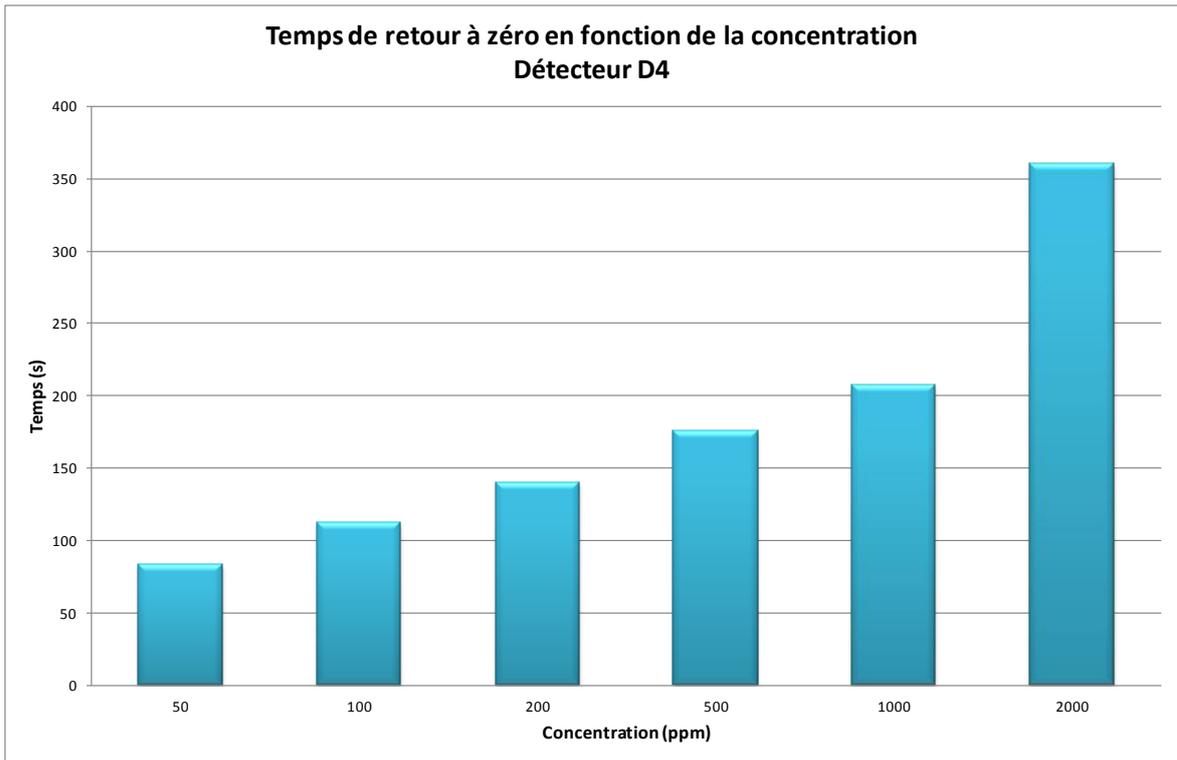


Figure 14 : Temps de retour à zéro en fonction de la concentration pour l'appareil H₂S le plus rapide

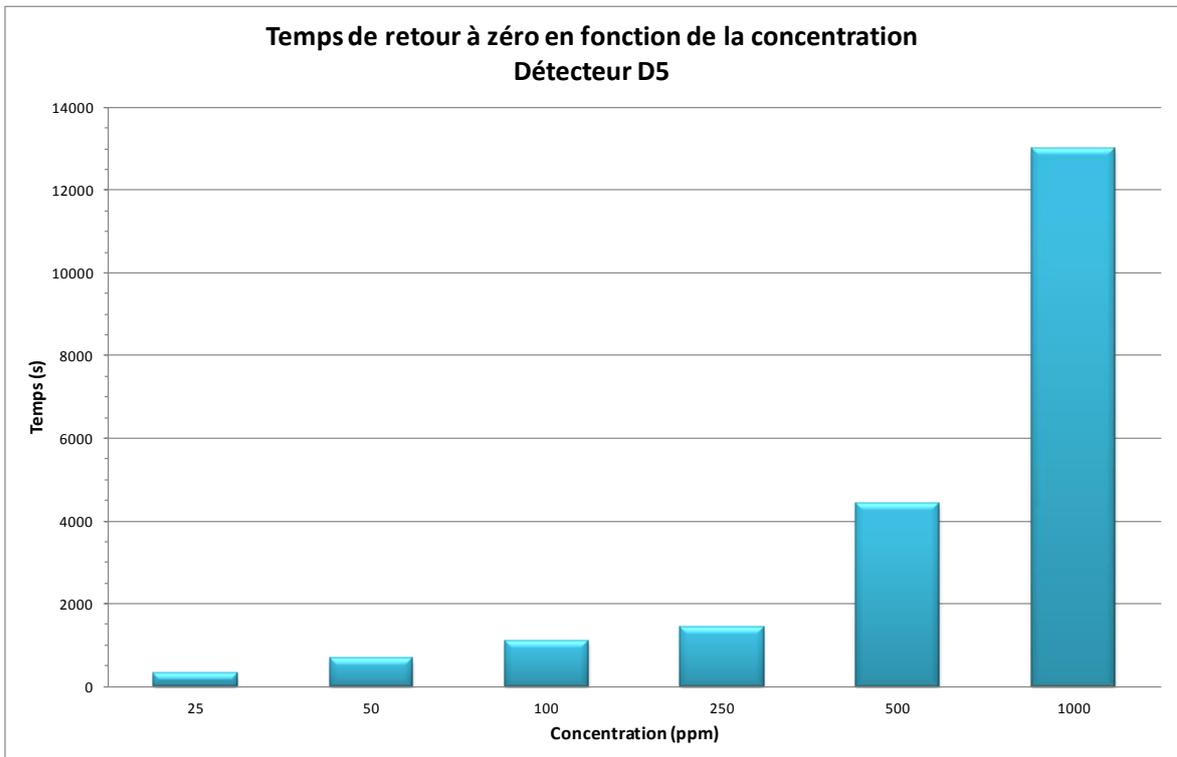


Figure 15 : Temps de retour à zéro en fonction de la concentration pour l'appareil H₂S le plus lent

Essai de Fuites Gaz d'essai H ₂ S	Synthèse des résultats d'essai pour les 5 appareils H ₂ S Concentration de fuite : 100%EM à 20 x EM			
	Fuites Horizontales		Fuites Verticales	
	Réponse des appareils < EM*	Réponse des appareils > EM*	Réponse des appareils < EM*	Réponse des appareils > EM*
Alarme A1	3 à 52 s	3 à 6 s	3 à 220 s	1 à 5 s
Alarme A2	3 à 72 s	3 à 8 s	3 à 129 s	2 à 8 s
T ₅₀ (seuil)	3 à 77 s	3 à 9 s	3 à 31 s	2 à 8 s
T ₉₀ (seuil)	3 à 36 s	3 à 12 s	4 à 68 s	2 à 17 s
Temps de retour à zéro	31 s à 11min	2 à 16 min	13s à 9 min	4 à 20 min
Réponse des appareils	3% à 8% de la concentration de fuite	≥ EM	5% à 12% de la concentration de fuite	≥ EM

Tableau 9 : Fuite de H₂S (orifice 4 mm, débit 5 L/min, détecteur à ~30cm)

* EM : étendue de mesure

Commentaires

La concentration mesurée par les détecteurs est comprise entre 3 et 12% de la concentration de fuite.

Les temps de déclenchement des différents seuils diminuent lorsque la concentration mesurée par l'appareil augmente. Lorsque cette concentration atteint l'étendue de mesure, ces temps varient toutefois d'un facteur 2 à 5 selon les appareils (exemples Figure 16 et Figure 17).

Il n'y a pas de différence significative des résultats de mesures selon l'orientation de la fuite par rapport à la cellule de mesure du détecteur pour 4 appareils. Les temps de réponse sont plus faibles lors de la fuite verticale pour l'appareil D5 (Figure 18).

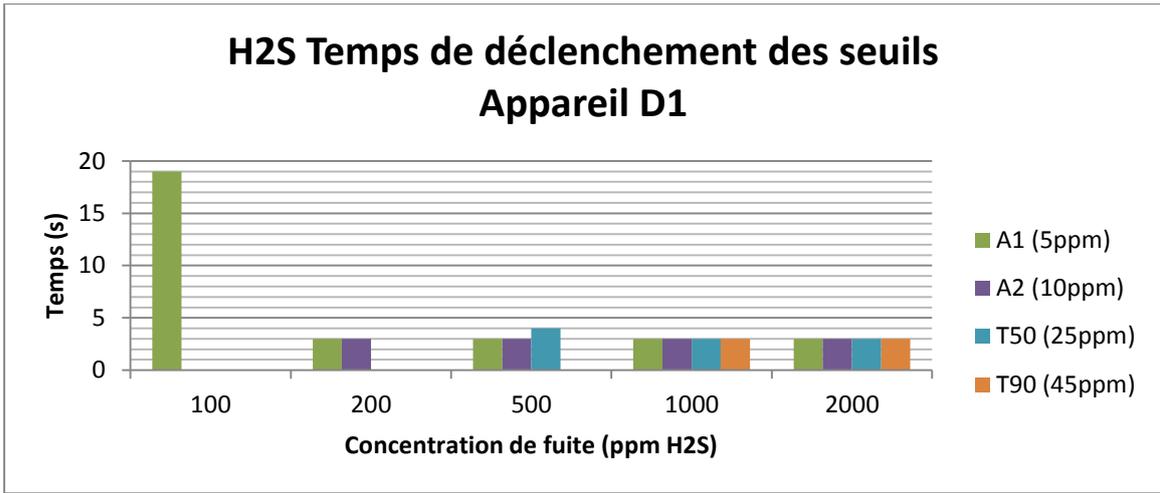


Figure 16 : Essai de fuites H₂S- Appareil D1

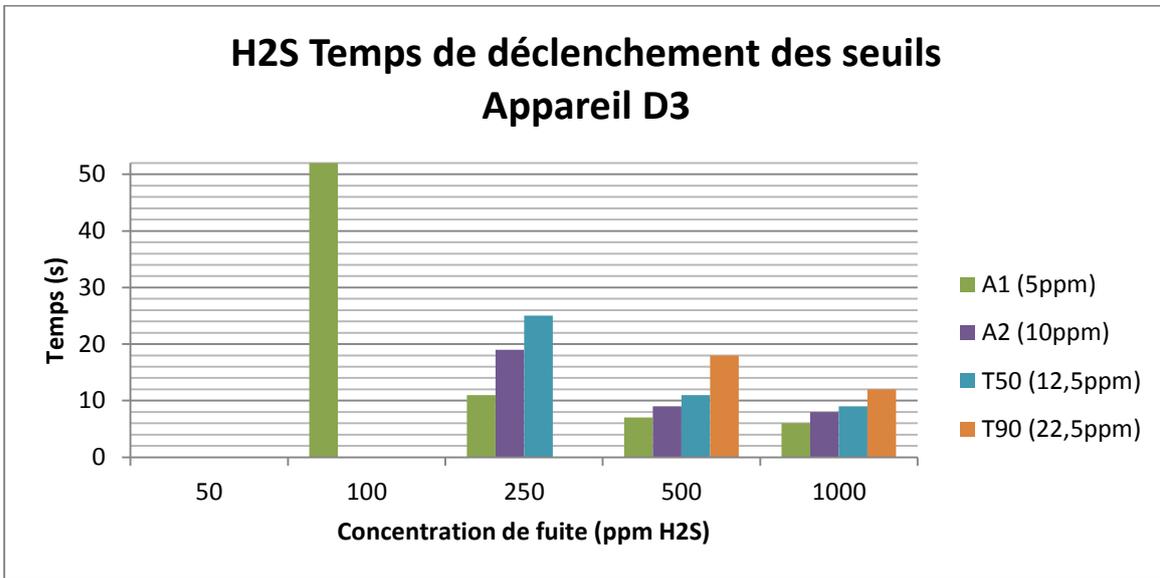


Figure 17 : Essai de fuites horizontales H₂S- Appareil D3

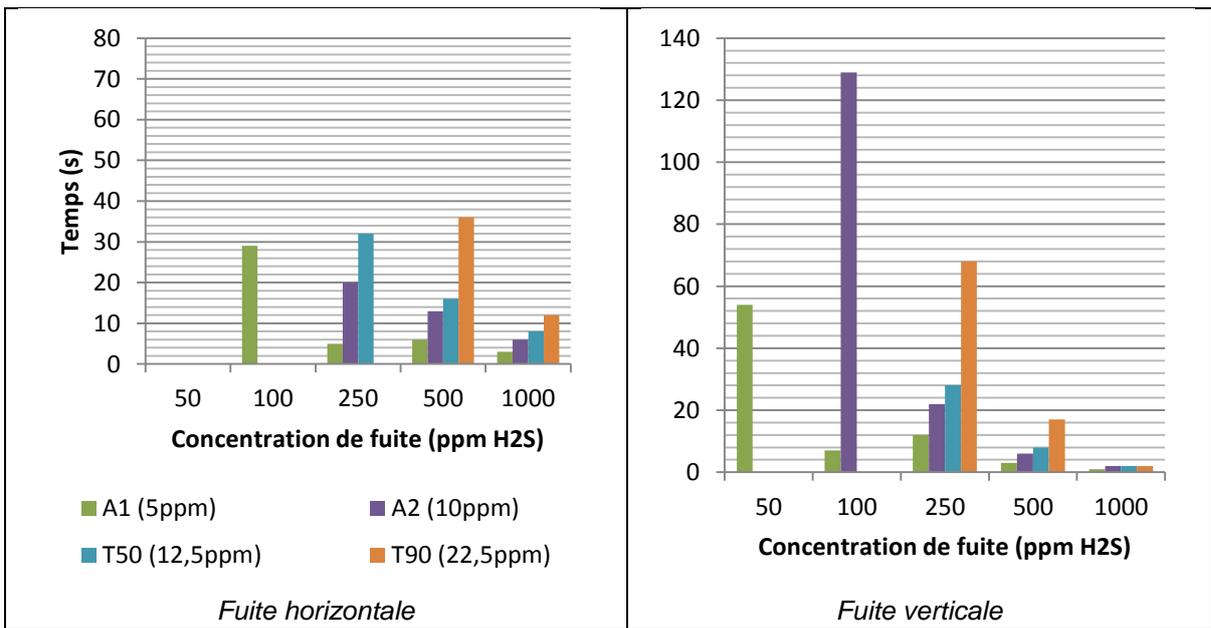


Figure 18 : Essai de fuites H₂S- Appareil D5

8.3 SYNTHÈSE DES RESULTATS CL₂

Temps de réponse Gaz d'essai : Cl ₂	Comparaison de la réponse des appareils Cl ₂ en statique et en dynamique – gaz d'essai 50% de la gamme de mesure									
	Appareil D1 Gamme 15 ppm gaz d'essai 7,5 ppm Cl ₂		Appareil D2 Gamme 10 ppm gaz d'essai 5 ppm Cl ₂		Appareil D3 Gamme 10 ppm gaz d'essai 5 ppm Cl ₂		Appareil D4 Gamme 10 ppm gaz d'essai 5 ppm Cl ₂		Appareil D5 Gamme 10 ppm gaz d'essai 5 ppm Cl ₂	
Méthode d'exposition	Dynamique	Statique	Dynamique	Statique	Dynamique	Statique	Dynamique	Statique	Dynamique	Statique
A1 (0,5ppm) (s)	2	3	2	1	5	3	2	5	1	1
A2 (1ppm) (s)	3	4	2	1	6	4	2	9	2	1
T ₅₀ (s)	4	Non pertinent	3	Non pertinent	8 (T ₂₀ = 5 s)	4	5	Non pertinent	3	2
T ₉₀ (s)	8	Non pertinent	8	Non pertinent	22 (T ₆₃ = 10 s)	5	16	Non pertinent	5	2
Retour à zéro (s)	13	19	9	6	70	103	18	27	21	11
Valeur finale (ppm)	7,3	4	5,3	3	4,8	5	5,1	2	5,5	3,4
Ecart de réponse /concentration du gaz d'essai	-3%	-47%	+6%	-40%	-4%	0%	+2%	-60%	+10%	-32%
Données constructeur / conformité	T ₅₀ < 18 s T ₉₀ < 35 s Conforme en dynamique		T ₅₀ < 50 s Conforme en dynamique		T ₂₀ < 5 s T ₆₃ < 15 s Conforme		T ₂₀ < 12 s T ₅₀ < 30 s Conforme en dynamique		T ₉₀ < 30 s Conforme	

Tableau 10 : Comparatif des résultats de l'essai temps de réponse obtenus en statique et en dynamique

Temps de réponse	Synthèse des résultats d'essai pour les 5 appareils Cl ₂			
	Exposition à une concentration de 50% de la gamme de mesure		Expositions à de fortes concentrations	
	Mode d'exposition dynamique	Mode d'exposition statique	Mode d'exposition statique	
			100% de la gamme	20 fois la gamme
Alarme A1	1 à 5 s	1 à 5 s	1 à 3 s	1 à 2 s
Alarme A2	2 à 6 s	1 à 9 s	1 à 4 s	1 à 3 s
T ₅₀ (seuil)	3 à 8 s	2 à 4 s / non pertinent	1 à 12 s	1 à 4 s
T ₉₀ (seuil)	5 à 22 s	2 à 5 s / non pertinent ²	2 à 11 s	1 à 4 s
Temps de retour à zéro	9 à 70 s	6 à 103 s	9 à 160 s	110 à 3420 s
Réponse des appareils	En dynamique, l'écart de réponse des détecteurs varie de -4% à +10%	En statique, il n'y pas d'écart de réponse pour un appareil. Pour les 4 autres appareils l'écart de réponse varie de -32% à -60%.	Indication de dépassement de la gamme de mesure	

Tableau 11 : synthèse des résultats des essais temps de réponse pour le Cl₂

Commentaires

Les temps de réponse dans la gamme de mesure des appareils sont conformes aux données constructeurs. La variation de réponse finale en statique ne rend pas pertinente la mesure des temps de réponse T₅₀ et T₉₀ pour 3 appareils sur 5.

Au delà d'une concentration supérieure à l'étendue de mesure, les temps de déclenchement d'alarmes et d'atteintes de seuils T₅₀ et T₉₀ diminuent significativement (pour certains appareils) pour atteindre le seuil T₉₀ en moins de 4 secondes (exemples Figure 19 et Figure 20).

Le temps de retour à zéro est très variable d'un détecteur à l'autre (de 6 à 103 s pour une concentration de 50% de la gamme de mesure). Ce temps augmente fortement avec la concentration de gaz mesurée par le détecteur (exemple Figure 21 pour l'appareil le plus rapide). Ce temps peut atteindre 57 minutes pour l'appareil le plus long (Figure 22).

Après le retour à zéro, les détecteurs restent fonctionnels, même après avoir mesuré des concentrations jusqu'à 20 fois leur gamme de mesure.

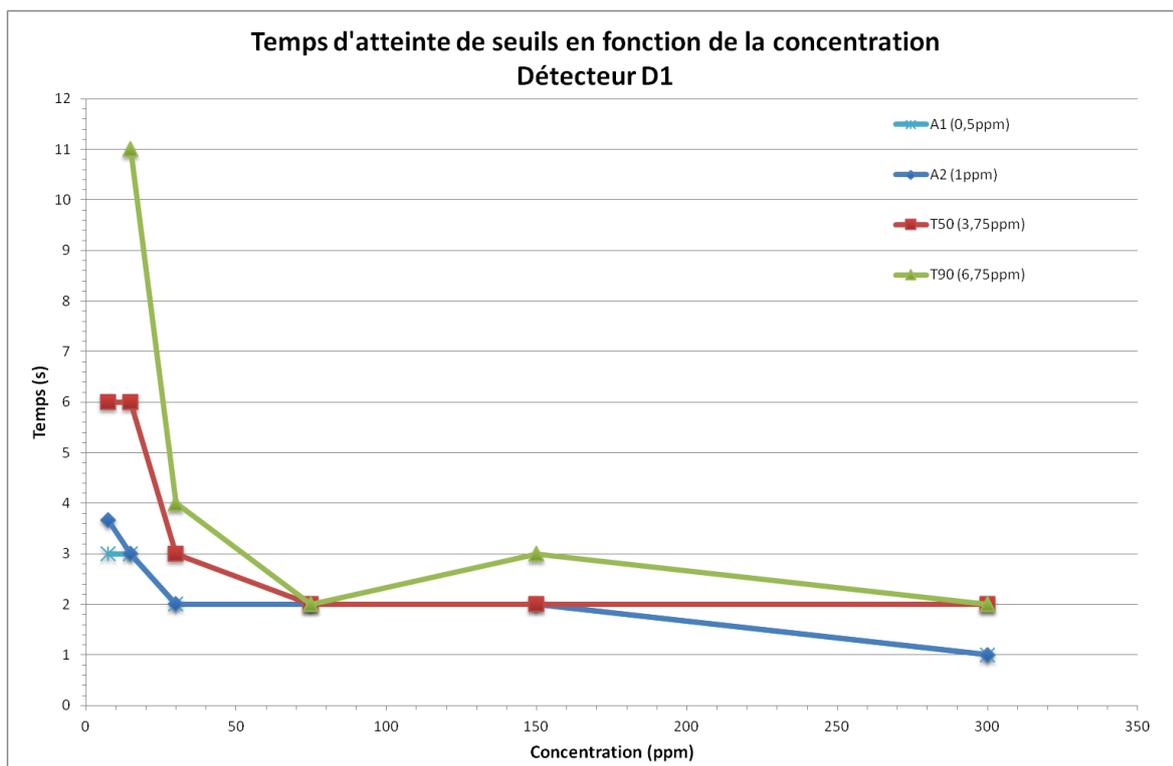


Figure 19 : Temps d'atteinte des seuils de l'appareil D1 (Cl_2 - mode diffusion)

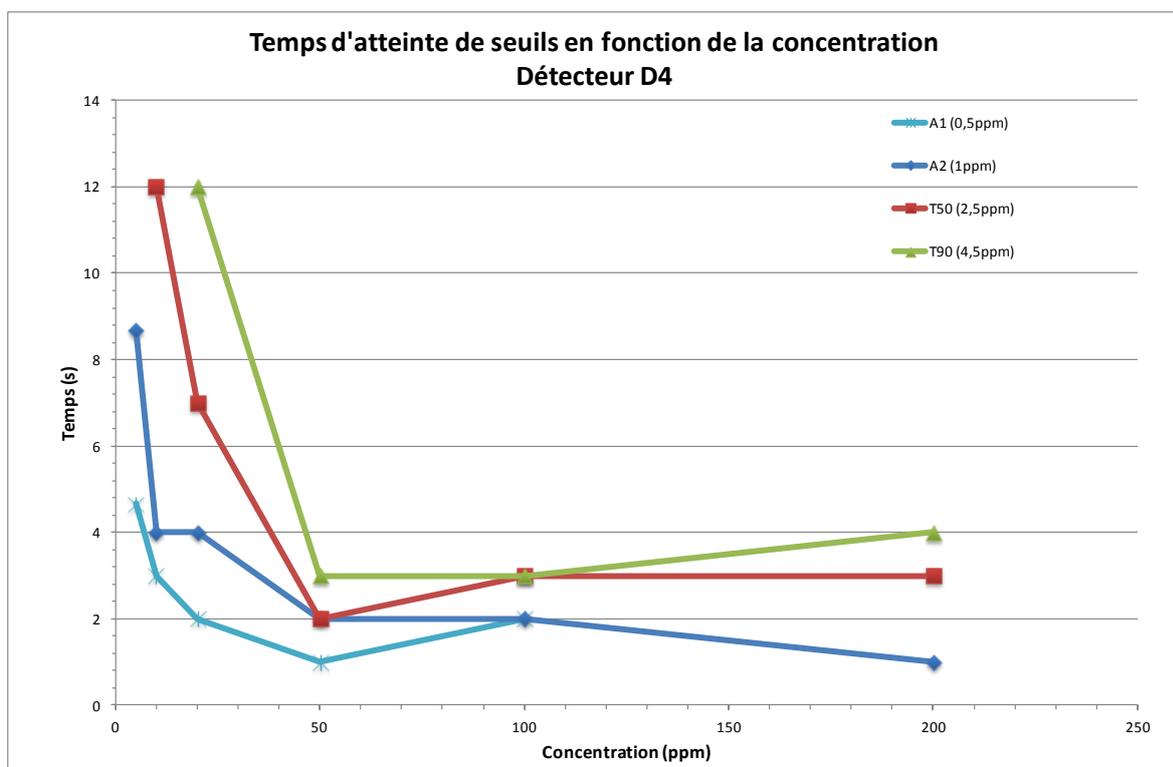


Figure 20 : Temps d'atteinte des seuils de l'appareil D4 (Cl_2 - mode diffusion)

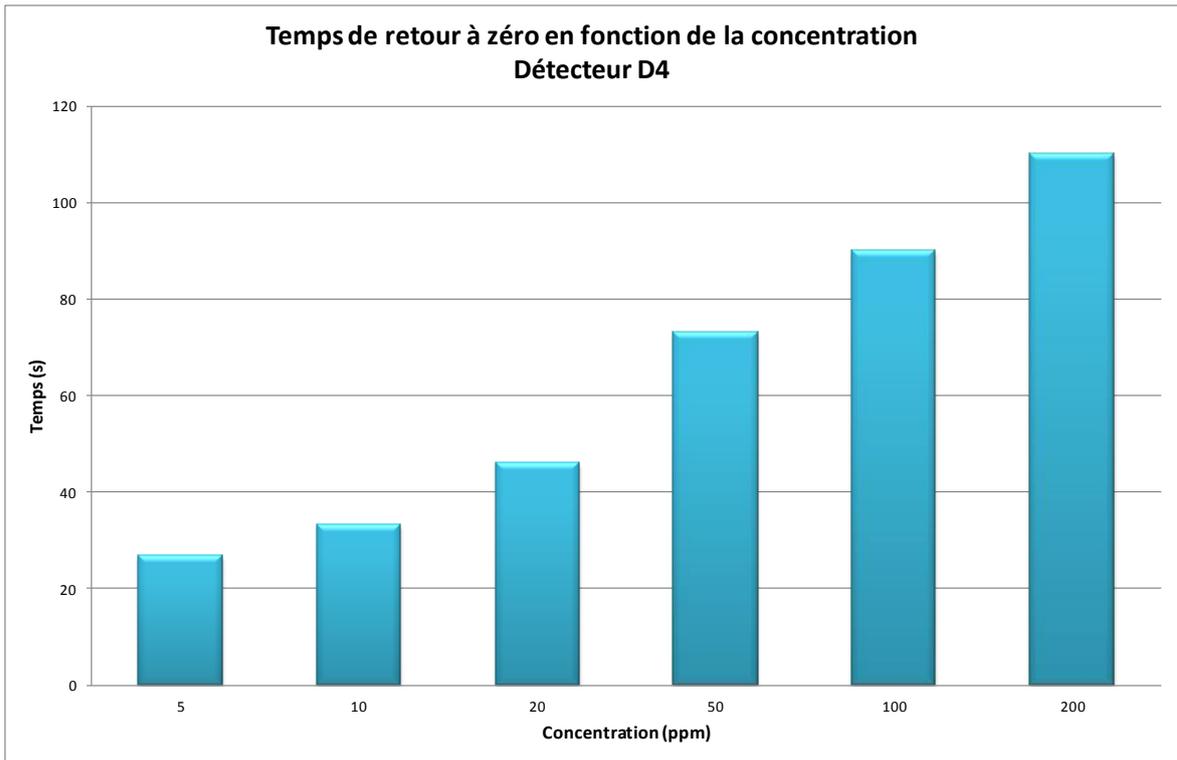


Figure 21 : Temps de retour à zéro en fonction de la concentration pour l'appareil Cl₂ le plus rapide

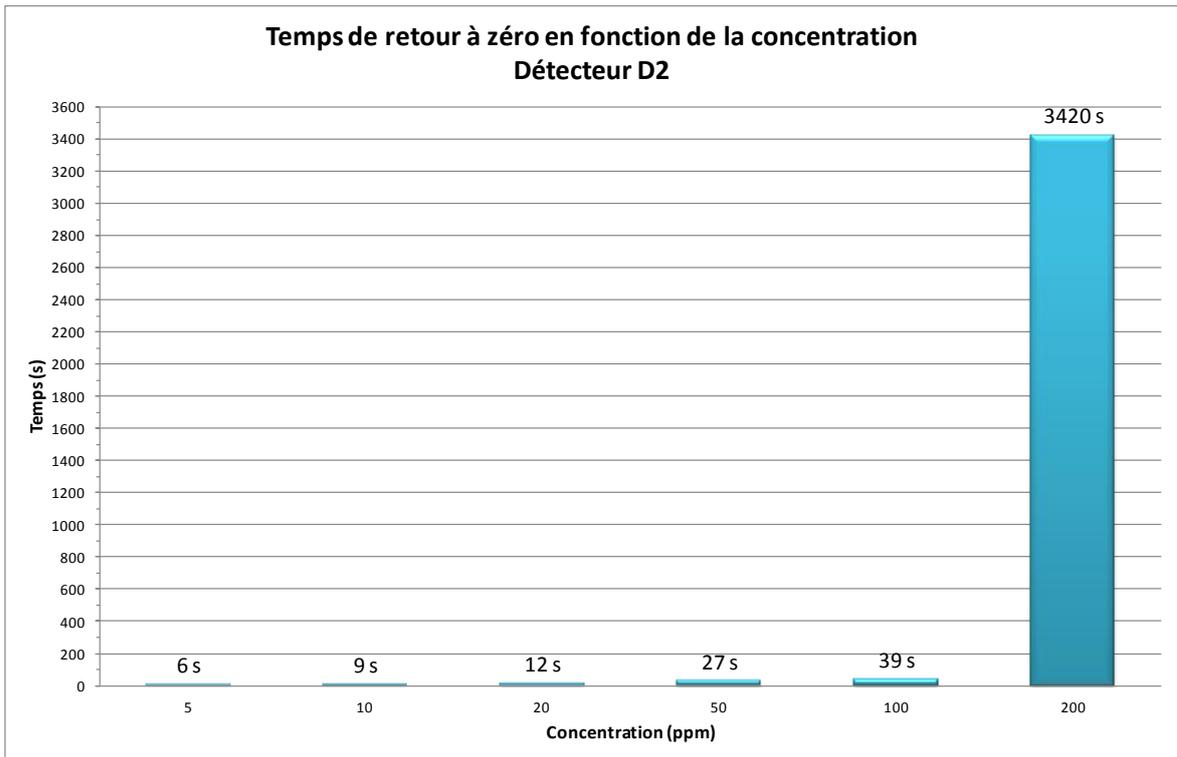


Figure 22 : Temps de retour à zéro en fonction de la concentration pour l'appareil Cl₂ le plus lent

Essai de Fuites Gaz d'essai Cl ₂	Synthèse des résultats d'essai pour les 5 appareils Cl ₂ Concentration de fuite : 100%EM à 20 x EM			
	Fuites Horizontales		Fuites Verticales	
	Réponse des appareils < EM*	Réponse des appareils > EM*	Réponse des appareils < EM*	Réponse des appareils > EM*
Alarme A1	1 à 63 s	1 à 3 s	1 à 22 s	1 à 4 s
Alarme A2	1 à 97 s	1 à 4 s	2 à 110 s	1 à 8 s
T ₅₀ (seuil)	2 à 112 s	1 à 5 s	2 à 45 s	1 à 15 s
T ₉₀ (seuil)	2 à 44 s	1 à 5 s	2 à 53 s	1 à 21 s
Temps de retour à zéro	7 s à 2,25 min	25 s à 6,5 min	8 s à 3,7 min	28 s à 11 min
Réponse des appareils	5% à 11% de la concentration de fuite	≥ EM	5% à 22% de la concentration de fuite	≥ EM

Tableau 12 : Fuite de Cl₂ (orifice 4 mm, débit 5 L/min, détecteur à ~30cm)

* EM : étendue de mesure

Commentaires

La concentration mesurée par les détecteurs est comprise entre 5 et 22% de la concentration de fuite. L'appareil pour lequel la réponse en statique est conforme à la concentration dans l'ambiance indique une réponse moyenne de 11% de la concentration de fuite pour une fuite horizontale et 22% pour une fuite verticale.

Les temps de déclenchement des différents seuils diminuent lorsque la concentration mesurée par l'appareil augmente. Lorsque cette concentration atteint l'étendue de mesure, ces temps varient toutefois d'un facteur 3 à 21 selon les appareils (Figure 10 et Figure 11).

Il n'y a pas de différence significative des résultats de mesures des temps de réponse selon l'orientation de la fuite par rapport à la cellule de mesure.

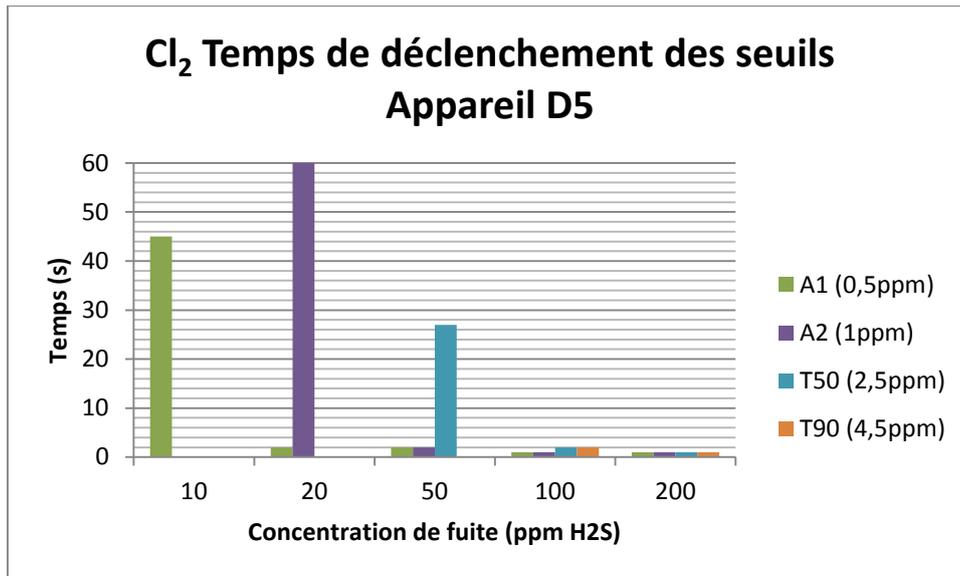


Figure 23 : Essai de fuites Cl₂– Appareil D5

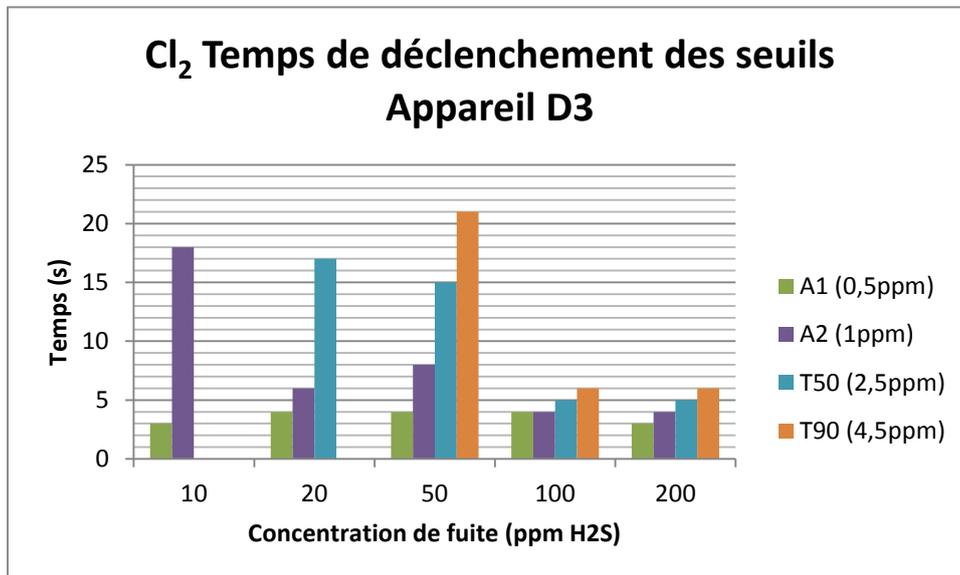


Figure 24 : Essai de fuites Cl₂– Appareil D3

8.4 SYNTHÈSE DES RESULTATS DE DERIVE A LONG TERME

Dérive à long terme	Synthèse des résultats d'essai pour les 5 appareils								
	Gaz d'essai NH ₃			Gaz d'essai H ₂ S			Gaz d'essai Cl ₂		
	Mesures long terme		Mesure forte concentration en statique	Mesures long terme		Mesure forte concentration en statique	Mesures long terme		Mesure forte concentration en statique
Période / Concentration du gaz d'essai	Avant essai / 50% de la gamme	Après 3 mois / 5 fois la gamme	Après calibrage / 5 fois la gamme (autre appareil)	Avant essai / 50% de la gamme	Après 3 mois / 5 fois la gamme	Après calibrage / 5 fois la gamme (autre appareil)	Avant essai / 50% de la gamme	Après 3 mois / 5 fois la gamme	Après calibrage / 5 fois la gamme (autre appareil)
Alarme A1	4 à 14s	1 à 4s	2 à 4s	2 à 12s	1 à 4s	1 à 4s	2 à 5s	1 à 4s	1 à 2s
Alarme A2	6 à 44s	2 à 5s	2 à 5s	3 à 17s	2 à 5s	1 à 5s	2 à 6s	1 à 5s	1 à 3s
T ₅₀ (seuil)	6 à 22s	1 à 5s	2 à 5s	3 à 20s	2 à 5s	1 à 5s	4 à 9s	1 à 6s	1 à 4s
T ₉₀ (seuil)	13 à 64s	2 à 5s	3 à 5s	4 à 53s	2 à 6s	1 à 6s	11 à 39s	1 à 6s	1 à 4s
Retour à zéro	49 à 192s	230 à 600s	164 à 2500s	6 à 326s	90 à 780s	160 à 1400s	7 à 61s	35 à 360s	27 à 380s

Tableau 13 : synthèse des résultats des essais de dérive à long terme pour le NH₃, l'H₂S et le Cl₂

Commentaires

Dans les conditions l'essai, c'est-à-dire pour des appareils calibrés avec un gaz d'étalonnage dont la concentration correspond à la moitié de la gamme de mesure, tous les appareils atteignent les seuils décrits ci-dessus (Alarmes A1 et A2 et seuils T₅₀ et T₉₀) en 6 secondes au maximum, en présence d'une ambiance dont la concentration égale à 5 fois l'étendue de mesure de l'appareil. Ceci est vérifié pour les gaz d'essai NH₃, H₂S et Cl₂ et après 3 mois de fonctionnement dans l'air. Ils sont quasi identiques à ceux mesurés sur un autre appareil lors des mesures de fortes concentrations en statique.

Les temps de retour à zéro sont inférieurs à 6 minutes pour les appareils Cl₂, inférieurs à 13 minutes pour les appareils H₂S, et inférieurs à 10 minutes pour les appareils NH₃. Après le retour à zéro, les détecteurs restent fonctionnels, même après avoir mesuré des concentrations jusqu'à 5 fois leur gamme de mesure.

8.5 SYNTHÈSE DES RESULTATS DE REJET NH₃ EN GALERIE

Essais en Galerie Rejet NH ₃	Temps de réponse lors d'un rejet de NH ₃ pur (phase liquide)			
	Essai 1 : 4 min NH ₃ + 4min NH ₃ avec rideau d'eau Essai 2 : rejet de 1 min de NH ₃ seul Essai 3 : rejet de 4 min de NH ₃ seul			
	Appareil A calibré avant chaque essai (appareil identique pour les 3 essais)		Appareil B calibré 1 mois avant l'essai (appareil remplacé à chaque essai)	
Point de mesure	Bas	Haut	Bas	Haut
A1 (250ppm)	3 à 7 s	3 à 6 s	8 à 11 s	6 à 11 s
A2 (500 ppm)	4 à 7 s	3 à 6 s	8 à 11 s	7 à 11 s
Pleine Echelle (1000 ppm)	4 à 8 s	3 à 6 s	9 à 12 s	8 à 12 s
Temps de retour à zéro	Essai 1 : 72 min Essai 2 : 30 min Essai 3 : 2h14min	Essai 1 : 52 min Essai 2 : 19 min Essai 3 : 2h14min	Essai 1 : 15h30min Essai 2 : 10,5 min Essai 3 : 2h47 min (25 ppm)	Essai 1 : 15h30min Essai 2 : 8,3 min Essai 3 : 2h15min
Perte de sensibilité après essai	Essai 1 : 30 % Essai 2 : 5% Essai 3 : <3%		Essai 1 : 12 % Essai 2 : 12 % Essai 3 : 20%	

Tableau 14 : Temps de réponse lors d'un rejet horizontal NH₃ pur en phase liquide en galerie

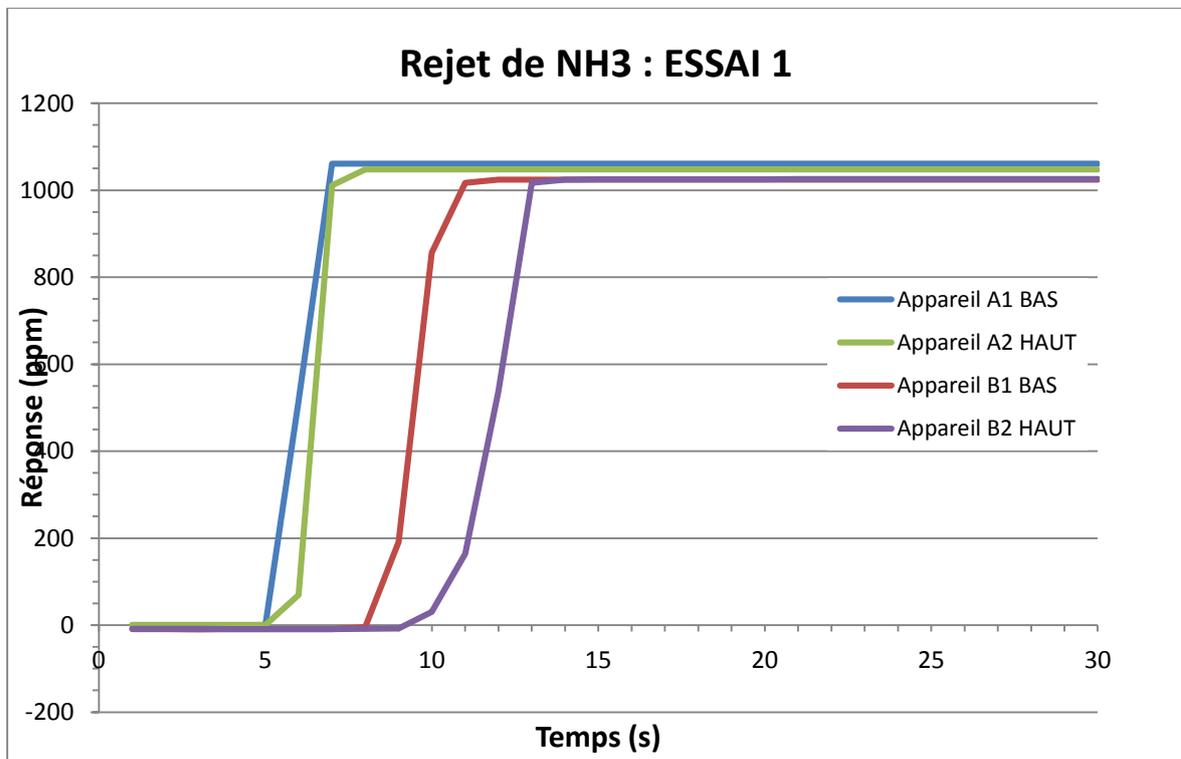


Figure 25 : Réponse des appareils lors du rejet de NH₃

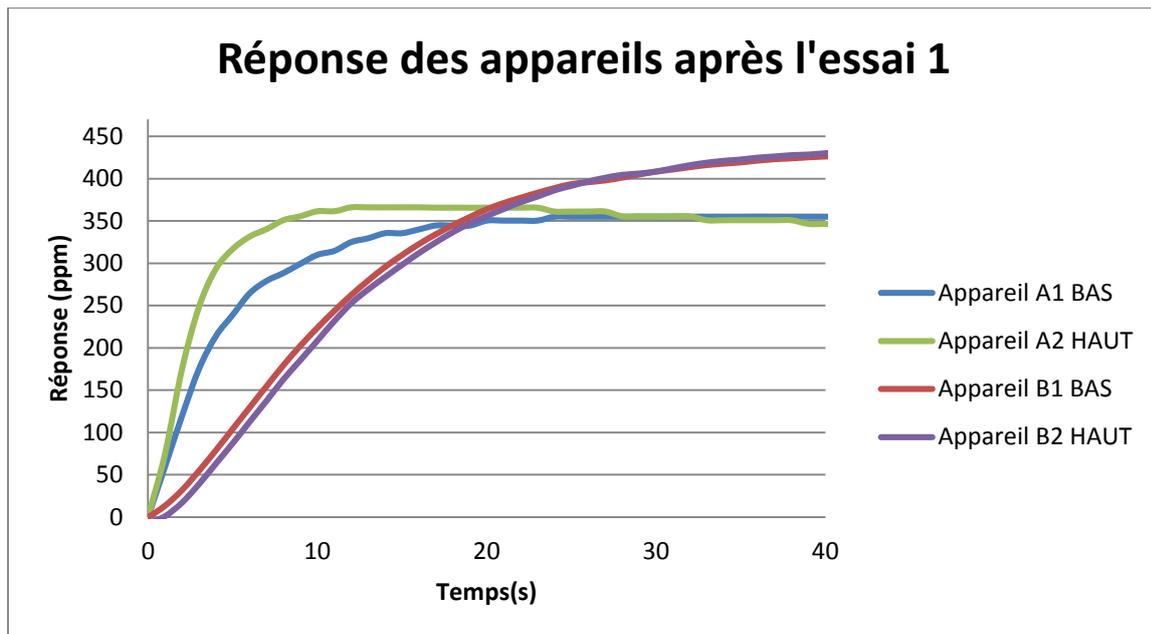


Figure 26 : Réponse des appareils après l'essai 1 de rejet de NH_3 (gaz d'essai 472 ppm)

Commentaires

La concentration estimée au point de mesure est d'environ 10000 ppm, soit égale à 10 fois gamme de mesure des l'appareil (0-1000 ppm NH_3).

Tous les appareils déclenchent leurs seuils d'alarmes (réglés à 250 et 500 ppm) en moins de 11 secondes et sont saturés en 12 secondes au maximum.

Il n'y a pas de différence significative entre les mesures au point haut ou au point bas. De ce fait, le nuage, à une distance de 7 mètres du point de fuite, est devenu homogène.

Les appareils A et B n'étant pas du même fabricant, les différences de temps de déclenchement des seuils entre les deux appareils peuvent s'expliquer par une différence de temps de réponse initial des appareils et non pas uniquement par « l'endormissement » de la cellule.

Les temps de retour à zéro dépendent du temps de fuite :

- Pour un rejet de 1 min, le temps de retour à zéro est inférieur à 30 min ;
- Pour un rejet supérieur ou égal à 4 min, le temps de retour à zéro est compris entre 1h et 15h30min.

Après avoir été soumis à une concentration d'environ 10 fois la pleine échelle, la perte de sensibilité des appareils peut atteindre 30%. Il est important de vérifier que les appareils soient toujours fonctionnels (après le retour à zéro dans l'air ambiant), par une mesure de sensibilité à l'aide d'un gaz de référence.

9. CONCLUSION

L'INERIS a réalisé des essais en laboratoire afin d'évaluer le comportement et les temps de réponse de détecteurs de gaz toxiques en fonction des concentrations appliquées, en particulier au delà de leur étendue de mesure. Les gaz d'intérêts retenus sont l'ammoniac (NH_3), l'hydrogène sulfuré (H_2S) et le chlore (Cl_2).

Les concentrations maximales générées sont supérieures aux SEI (10 minutes) pour l'ammoniac et supérieures aux SEL (10 minutes) pour l'hydrogène sulfuré et le chlore.

Pour chacun des gaz d'intérêt, un essai de dérive à long terme sur 3 mois a également été réalisé, avec une mesure à forte teneur au terme des 3 mois.

Cinq détecteurs représentatifs du marché ont été évalués lors de ces essais. Tous les détecteurs sont équipés de cellules électrochimiques, technologie la plus représentative pour les gaz Cl_2 , NH_3 (dans la gamme ppm), et technologie plus performante pour la détection de H_2S (Cf. rapport INERIS DRA-08-95407-05167A).

Des tests de comportement de détecteurs ammoniac à moyenne échelle ont eu lieu lors d'essais de rejets d'ammoniac (en phase liquide) dans le cadre des essais d'efficacité d'un rideau d'eau (programme DRA72).

Dans la gamme de mesure des appareils, les résultats suivants ont pu être observés :

- **Détecteurs d'ammoniac (NH_3)**

La réponse des appareils en dynamique (mesures à l'aide de la coiffe de calibrage au débit préconisé par les constructeurs) est conforme à 10% près à la concentration de gaz appliquée, pour tous les appareils. Les temps de réponse sont conformes, excepté pour un appareil (D3).

En statique (mode diffusion), un seul appareil (D3) a une réponse conforme à la concentration du gaz d'essai, son temps de réponse est toutefois supérieur à ce qu'annonce le constructeur. Pour les 4 autres appareils, leur réponse est diminuée de près de 50%, ce qui ne rend pas pertinent la mesure des temps de réponse. Les temps de déclenchement d'alarme sont largement augmentés en statique.

- **Détecteurs d'hydrogène sulfuré (H_2S)**

La réponse des appareils en dynamique (mesures à l'aide de la coiffe de calibrage au débit préconisé par les constructeurs) est conforme à 2 % près à la concentration de gaz appliquée, pour tous les appareils. Les temps de réponse sont conformes, excepté pour deux appareils (D3 et D5).

En statique (mode diffusion), deux appareils (D3 et D4) ont une réponse conforme à la concentration du gaz d'essai à 10% près, trois appareils ont une réponse inférieure de 13 à 18%. Les temps de réponse sont conformes aux spécifications des constructeurs, excepté pour l'appareil D3.

- **Détecteurs de chlore (Cl₂)**

Les détecteurs chlore sont les appareils dont les temps de réponse sont les plus rapides.

La réponse des appareils en dynamique (mesures à l'aide de la coiffe de calibrage au débit préconisé par les constructeurs) est conforme à 10% près à la concentration de gaz appliquée, pour tous les appareils. Les temps de réponse sont conformes aux spécifications des constructeurs, excepté pour un appareil (D3).

En statique (mode diffusion), un seul appareil (D3) a une réponse conforme à la concentration du gaz d'essai. Pour les 4 autres appareils, la réponse est de -30 à -60% de la concentration du gaz d'essai. La mesure des temps de réponse des appareils n'est pas pertinente lorsque la réponse est inférieure à -40% de la concentration appliquée. Les temps de déclenchement d'alarmes sont toutefois courts pour ces appareils (≤ 9 secondes). Les temps de réponse sont conformes aux prescriptions des constructeurs pour 2 appareils (D3 et D5).

Au-delà de l'étendue de mesure, les mesures en statique (mode diffusion), pour tous les appareils et quelque soit le gaz d'essai, ont montré que :

- Lorsque les appareils mesurent une concentration dépassant leur étendue de mesure, les temps de déclenchement des seuils (seuils d'alarmes, seuil T₅₀ et seuil T₉₀) diminuent significativement pour atteindre un seuil T₉₀ inférieur ou égal à 5 secondes.
- Tous les appareils indiquent clairement l'information de dépassement d'échelle.
- Les temps de retour à zéro des appareils peuvent être très longs selon la concentration mesurée (jusqu'à 1 heure pour les détecteurs Cl₂ et jusqu'à 2-3 heures pour les détecteurs NH₃ et H₂S).

Lors de l'essai de dérive à long terme, les appareils, après calibrage et 3 mois de fonctionnement dans l'air ont tous rapidement indiqué un dépassement d'échelle, en présence d'une forte concentration correspondant à 5 fois l'étendue de mesure. Les temps de déclenchement des seuils (seuils d'alarmes, seuil T₅₀ et seuil T₉₀) sont identiques à ceux mesurés précédemment dans les mêmes conditions. En présence d'une forte concentration, tous les appareils déclenchent, par exemple, le seuil T₉₀ en 6 secondes maximum.

L'essai de fuite en laboratoire réalisé correspond à ce qui peut être considéré comme une petite fuite. Les détecteurs, placés à environ 30 cm de la fuite, ont mesuré au maximum des concentrations de 12 % de la concentration de fuite. Seules les concentrations de fuite de 20 fois l'étendue de mesure ont permis d'atteindre une réponse proche ou supérieure à l'étendue de mesure. Les temps de déclenchement des seuils (seuils d'alarmes, seuil T₅₀ et seuil T₉₀) mesurés sont du même ordre de grandeur que ceux mesurés précédemment (lors de la mesure en statique). Par exemple le seuil T₉₀ mesuré est inférieur à 49 s pour le NH₃, 18 s pour H₂S, 22 s pour Cl₂. Les valeurs varient toutefois beaucoup d'un détecteur à l'autre.

Il serait intéressant de comparer ces résultats d'essais de fuite à des simulations numériques afin de comparer les niveaux de concentrations estimés par le calcul et mesurés.

Ces résultats sont résumés dans le Tableau 15.

Lors du rejet d'ammoniac en galerie, quatre détecteurs d'ammoniac, dont la gamme de mesure est 0 à 1000 ppm, ont été placés à 7 m dans l'axe d'un rejet de NH₃ en phase liquide. Deux détecteurs ont été calibrés juste avant l'essai et deux un mois avant l'essai. La concentration au point de mesure des détecteurs a été estimée à environ 10 fois leur gamme de mesure. Lors des rejets, tous les appareils déclenchent leurs seuils d'alarmes (réglés à 250 et 500 ppm) en moins de 11 secondes et sont saturés en 12 secondes au maximum. Une différence d'un facteur 2 est toutefois observée d'un appareil à l'autre. Cette différence est certainement due à une différence de temps de réponse initial des appareils plutôt qu'à leur date de calibrage.

Les résultats de ces essais permettent de conclure que l'ensemble des détecteurs testés permettent d'assurer leur fonction de sécurité en cas de fuite accidentelle, en particulier si la concentration mesurée par le détecteur est supérieur à son échelle de mesure. Il est donc important de :

- Positionner les détecteurs de manière optimale par rapport aux points de fuite potentiels ;
- Choisir une gamme de mesure appropriée par rapport aux concentrations à détecter.

La moitié des détecteurs évalués possèdent une réponse en mode diffusion deux fois plus faible qu'en dynamique (lors de l'étalonnage). Cela provient de la conception des coiffes de calibrage et/ou du débit de calibrage préconisé par les constructeurs, ainsi que comme le montre cette étude du gaz à détecter. Ces points sont à étudier et à améliorer pour certains fabricants.

Des essais en laboratoire du même type sur des détecteurs explosimétriques (à principe catalytique) ont été réalisés en 2014. Ils feront l'objet d'un rapport séparé.

Des essais similaires pourraient également être réalisés sur d'autres gaz, tels que HF et/ou HCl dans la continuité des essais réalisés en 2013 et 2014, ou des vapeurs (Pentane, Hexane, acétone, etc...) en fonction des résultats qui seront obtenus lors de la campagne d'essai en cours en 2015.

Synthèse des résultats d'essais des détecteurs à technologie électrochimique																
Dans la gamme de mesure																
Concentration du Gaz d'essai : 50% de la gamme de mesure		Détecteurs NH₃					Détecteurs H₂S					Détecteurs Cl₂				
Réponse en dynamique		± 10%					± 2%					± 10%				
Temps de réponse en dynamique / données constructeur	Conforme	D1	D2		D4	D5	D1	D2		D4		D1	D2	D3	D4	D5
	Non Conforme			D3					D3		D5					
Réponse en statique		-50%	-10%	-50%	-18%	-17%	+8%	-8%	-13%	-47%	-40%	0%	-60%	-32%		
Temps de réponse en statique / données constructeur	Conforme				D1	D2		D4	D5			D3		D5		
	Non Conforme			D3					D3							
	Non pertinent	D1	D2		D4	D5						D1	D2		D4	
Temps de réponse (seuil T90)	Gaz d'essai à 100% de la gamme	11 à 54 s					4 à 12 s					2 à 11 s				
Au delà de la gamme de mesure																
Réponse en statique		Détecteurs NH₃					Détecteurs H₂S					Détecteurs Cl₂				
Indication de dépassement d'échelle		OUI					OUI					OUI				
Temps de réponse (Seuil T90)	Gaz d'essai à 20 fois la gamme	2 à 5 s					1 à 5 s					1 à 4 s				
Temps de retour à zéro		Jusqu'à 3 heures					Jusque 3 h 40 min					< 1 heure				
Dérive sur 3 mois	Gaz d'essai à 5 fois la gamme	2 à 5 s					2 à 6 s					1 à 6 s				

Essai de fuite en laboratoire					
Petite fuite (diamètre 4 mm, 5 L/min) Tête du détecteur à 30 cm de l'orifice		Détecteurs NH ₃	Détecteurs H ₂ S	Détecteurs Cl ₂	
Concentration de fuite : 1 à 20 fois la gamme de mesure	Concentration mesurée	3 à 11 % de la concentration de fuite	3 à 12 % de la concentration de fuite	5 à 22 % de la concentration de fuite	
Temps de réponse (Seuil T90)	<i>Dépend de la concentration mesurée</i>	dans la gamme de mesure 24 à 240 s Au-delà de la gamme 12 à 48 s	dans la gamme de mesure 3 à 68 s Au-delà de la gamme 2 à 17 s	dans la gamme de mesure 2 à 53 s Au-delà de la gamme 1 à 21 s	
Influence de l'orientation de la fuite		Non pour 4 appareils Oui pour appareil D3 (fuite verticale favorable)	Non pour 4 appareils Oui pour appareil D5 (fuite verticale favorable)	Non pour 4 appareils Oui pour appareil D3 (fuite verticale favorable)	

Tableau 15 : Synthèse des résultats

10. RESULTATS DES ESSAIS SUR LES DETECTEURS NH₃

10.1 MESURES SUR L'ETENDUE DE MESURE DE L'APPAREIL

L'objectif de cet essai est de caractériser les performances des détecteurs sur leur étendue de mesure. L'exposition au gaz d'essai est effectuée en mode d'exposition dynamique puis en statique.

La réponse des appareils est mesurée, ainsi que les temps de réponse (T_{50} et T_{90}), les temps de déclenchement des alarmes (A1 et A2) et le temps de retour à zéro.

10.1.1 ESSAI EN DYNAMIQUE

Le gaz d'essai de référence est un gaz à une concentration égale à la moitié de l'étendue de mesure du détecteur soit, dans le cas du NH₃, 50 ou 25ppm.

Les temps de réponse (T_{50} et T_{90}) et les temps de déclenchement des alarmes (A1 et A2) sont déterminés de la manière suivante : l'appareil est exposé à l'air ambiant puis au gaz d'essai de référence à l'aide de sa coiffe de calibrage au débit préconisé par le constructeur jusqu'à stabilisation de la mesure (valeur finale). En cas de non stabilisation de la mesure, la valeur sera relevée après un temps maximum de 5 minutes.

Le temps de retour à zéro est également mesuré.

Chaque mesure est effectuée 3 fois. Les résultats (valeurs moyennes) sont présentés dans le Tableau 16:

Appareils Gamme de mesure Concentration du gaz de référence	Valeur Finale (ppm)	Temps de réponse (s)		Temps de déclenchement des alarmes (s)		Temps de retour à zéro (s)
		T_{50}	T_{90}	A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	
D1 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm NH ₃	47	8 s	24 s	5 s	7 s	673 s
D2 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm NH ₃	50	11 s	48 s	5 s	8 s	82 s
D3 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm NH ₃	55	21 s	53 s	13 s	17 s	46 s
D4 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm NH ₃	53	9 s	41 s	4 s	7 s	48 s
D5 Gamme 50 ppm gaz d'essai 25 ppm NH ₃	25	14 s	52 s	11 s	36 s	155 s

Tableau 16 : Résultats des essais temps de réponse en dynamique

La réponse des appareils est égale, à 10% près, à la concentration du gaz de référence.

En mode d'exposition dynamique, les temps de réponse sont conformes (pour 4 appareils sur 5) à ce qui est annoncé par les fabricants (Cf. Tableau 3).

10.1.2 ESSAI EN STATIQUE

Le gaz d'essai de référence est un gaz à une concentration égale à la moitié de l'étendue de mesure du détecteur soit, dans le cas du NH₃, 50 ou 25ppm

Les temps de réponse (T₅₀ et T₉₀), les temps de déclenchement des alarmes (A1 et A2) et les temps de retour à zéro sont déterminés selon la méthode suivante :

- l'appareil est placé dans sa position normale d'utilisation et est fixé sur un support permettant de passer du volume d'essai à l'air ambiant,
- l'appareil est placé dans le volume d'essai avec un cache étanche sur sa cellule,
- lorsque le mélange de gaz a atteint la concentration désirée dans le volume d'essai, le cache est retiré et l'appareil est exposé au gaz d'essai, en cas de non stabilisation de la mesure, la valeur sera relevée après un temps maximum de 5 minutes,
- après atteinte de la valeur finale l'appareil est sorti du volume et est exposé à l'air ambiant.

Chaque mesure est effectuée 3 fois. Les résultats (valeurs moyennes) sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Remarque : les temps de réponse T₅₀ et T₉₀ ne sont relevés que si l'appareil indique une réponse d'au moins 60% de la concentration du gaz d'essai, ces temps sont considérés comme non pertinent si la réponse de l'appareil est trop faible

Appareils Gamme de mesure Concentration du gaz de référence	Zéro	Valeur Finale (ppm)	Temps de réponse (s)		Temps de déclenchement des alarmes (s)		Temps de retour à zéro (s)
			T ₅₀	T ₉₀	A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	
D1 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm NH ₃	0	25			13	33	520
D2 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm NH ₃	0	28			8	22	61
D3 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm NH ₃	0	45	13	28	8	12	48
D4 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm NH ₃	0	22			33	128	29
D5 Gamme 50 ppm gaz d'essai 25 ppm NH ₃	0	14			22		147

Tableau 17 : Résultats des essais temps de réponse en dynamique

La réponse est égale à 10% près, à la concentration du gaz de référence pour un seul appareil (D3). Pour les 4 autres appareils, l'écart de réponse est de -44% à -56%, ce qui ne rend pas pertinent la mesure des temps de réponse.

En mode d'exposition statique, les temps de réponse de l'appareil D3 ne sont pas conformes à ce qui est annoncé par le fabricant (Cf. Tableau 3).

10.2 EXPOSITION A DE FORTES CONCENTRATIONS EN STATIQUE

Les appareils sont exposés à de fortes concentrations de gaz, égales à :

- 100 % de l'étendue de mesure,
- 2 fois l'étendue de mesure,
- 5 fois l'étendue de mesure,
- 10 fois l'étendue de mesure,
- 20 fois l'étendue de mesure.

Le déroulement de l'essai est le suivant :

- l'appareil est vérifié en dynamique (avec sa coiffe) au gaz d'essai de référence, soit 50 ou 25ppm selon les détecteurs,
- l'appareil est placé dans sa position normale d'utilisation et est fixé sur un support permettant de passer du volume d'essai à l'air ambiant,
- l'appareil est placé dans le volume d'essai avec un cache étanche sur sa cellule,
- lorsque le mélange de gaz a atteint la concentration désirée dans le volume d'essai, le cache est retiré et l'appareil est exposé au gaz d'essai, en cas de non stabilisation de la mesure, la valeur sera relevée après un temps maximum de 5 minutes,
- après atteinte de la valeur finale l'appareil est sorti du volume et est exposé à l'air ambiant.

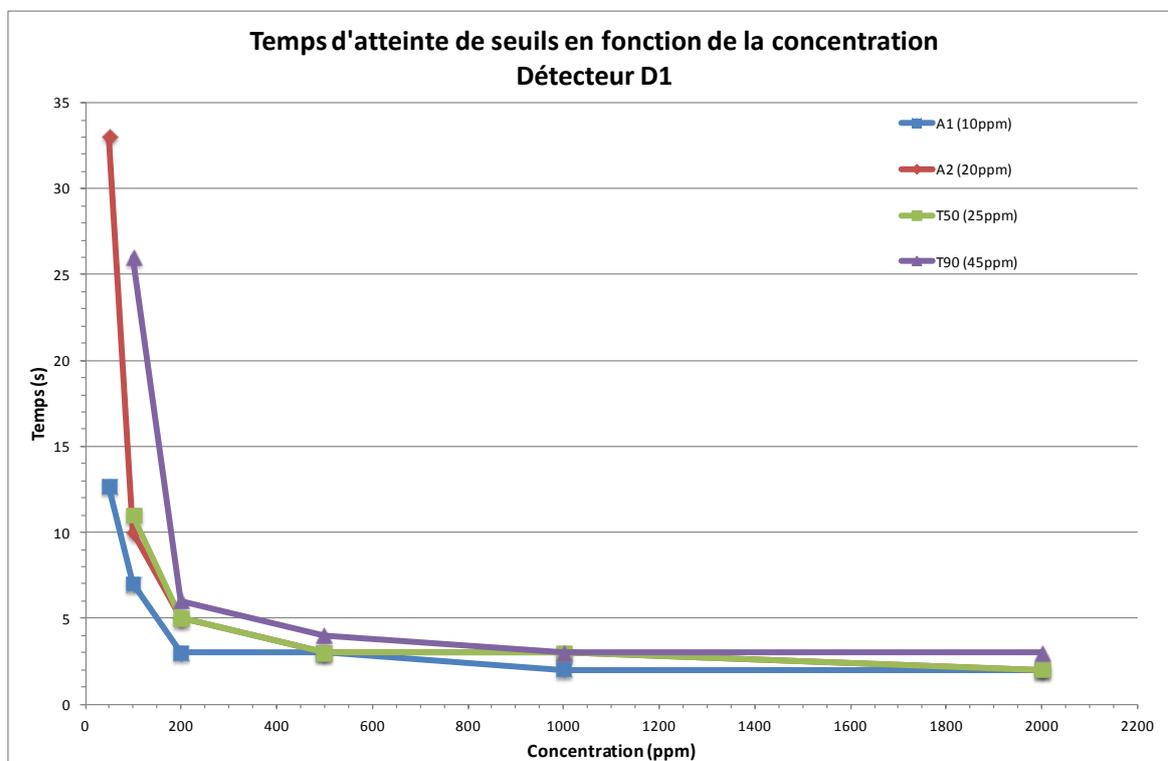
Les résultats sont reportés dans les paragraphes suivants. Ils comprennent par appareil :

- Un tableau synthétisant :
 - Les valeurs relevées sur l'afficheur de l'appareil,
 - Les temps de déclenchement des seuils suivants :
 - Seuils d'alarme (A1 10 ppm et A2 20 ppm),
 - Seuils correspondant aux T_{50} et T_{90} mesurés précédemment, soit 25 et 45 ppm pour un gaz de calibrage de 50 ppm, ou 12,5 et 22,5 ppm pour un gaz de calibrage de 25 ppm.
 - Les temps de retour à zéro
- Un graphe représentant le temps de déclenchement des seuils en fonction de la concentration de gaz injectée.
- Un graphe des temps de retour à zéro en fonction de la concentration injectée

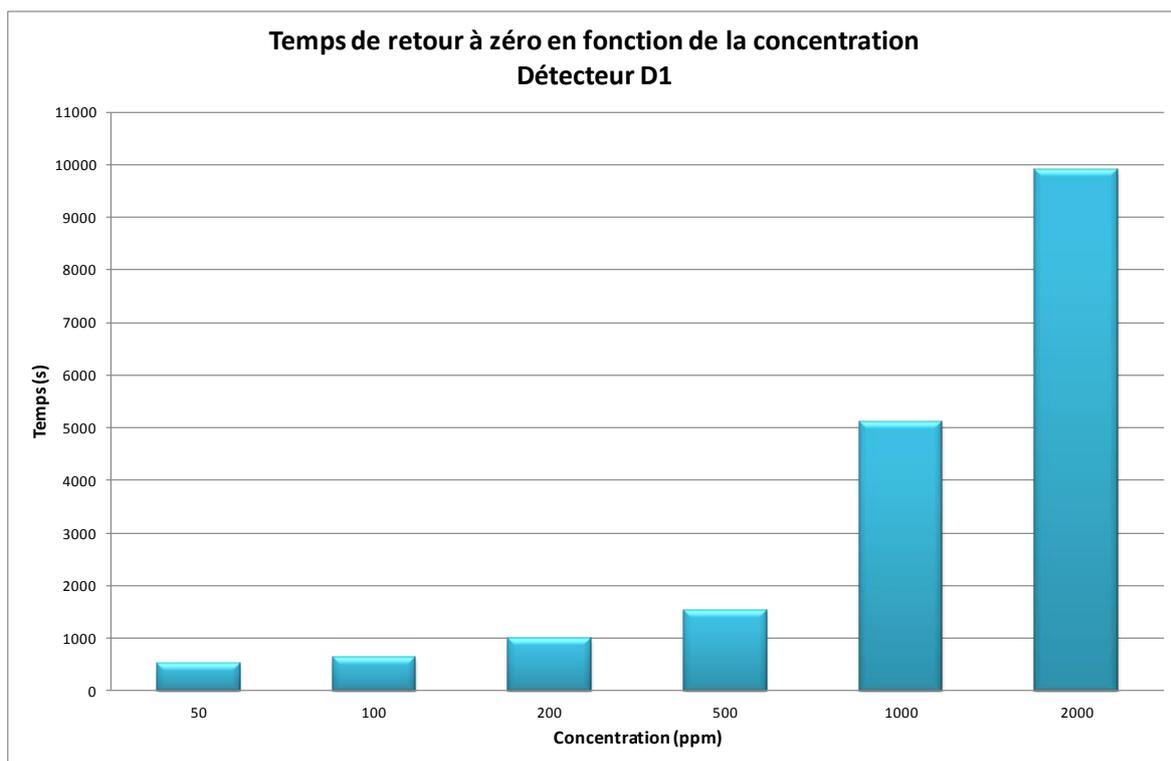
10.2.1 RESULTATS DE L'APPAREIL D1

Appareil D1 / Gamme de mesure 100ppm NH ₃							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
50	0	13	33			25	520
100	0	7	10	11	26	60	640
200	0	3	5	5	6	>>>>	1000
500	0	3	3	3	4	>>>>	1500
1000	2	2	3	3	3	>>>>	5100
2000	0	2	2	2	3	>>>>	9900

Tableau 18 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D1



Graphique 1 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D1

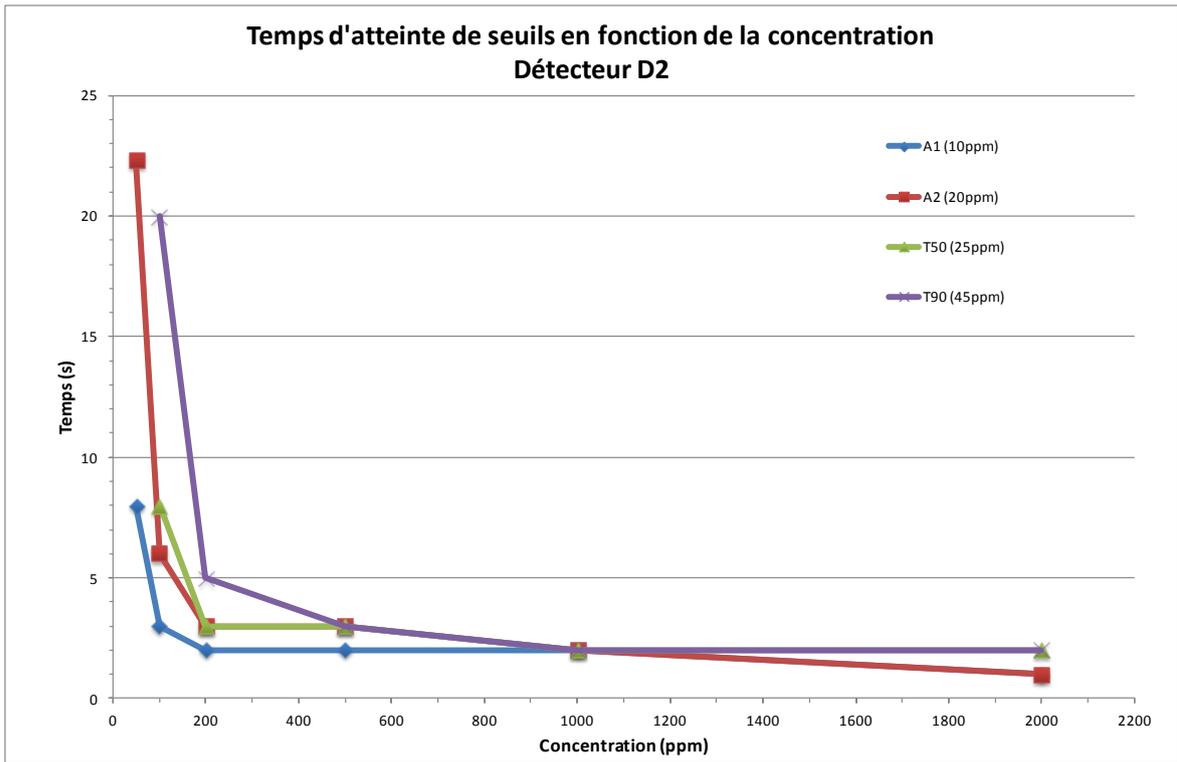


Graphique 2 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D1

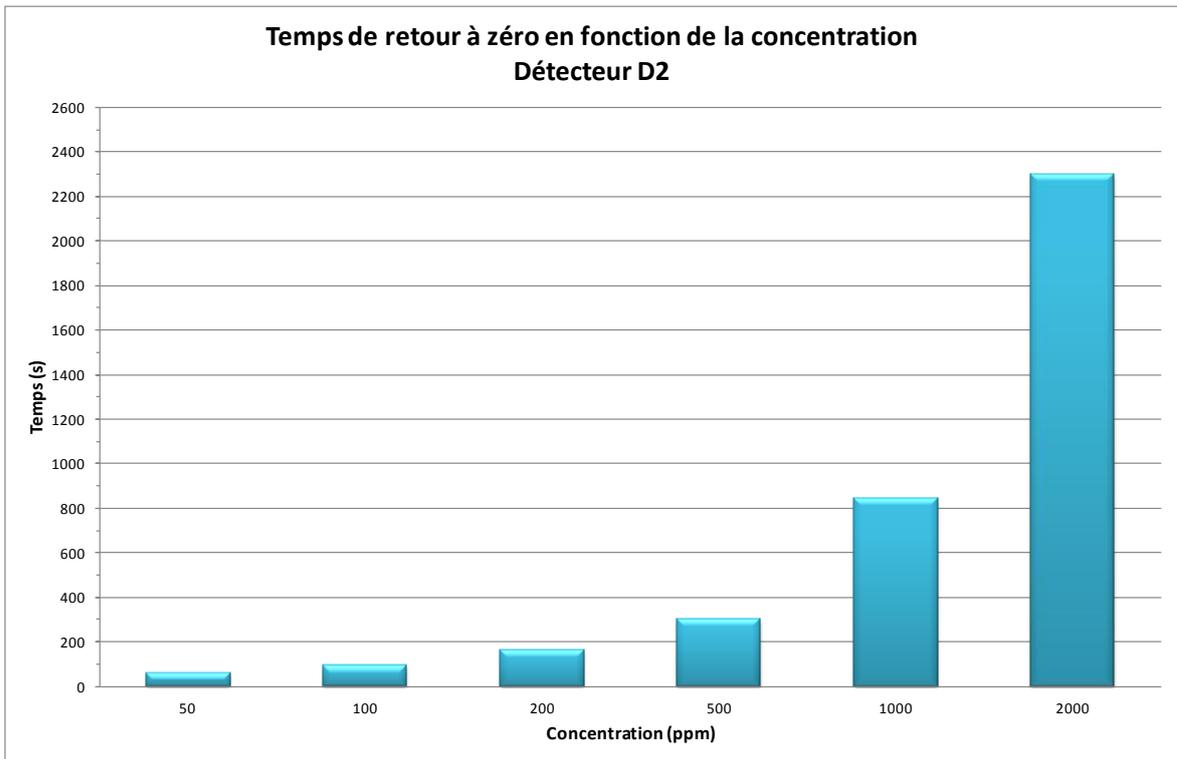
10.2.2 RESULTATS DE L'APPAREIL D2

Appareil D2 / Gamme de mesure 100ppm NH ₃							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
50	0	8	22			28	61
100	0	3	6	8	20	65	89
200	0	2	3	3	5	100 SUP	162
500	0	2	3	3	3	100 SUP	300
1000	2	2	2	2	2	100 SUP	840
2000	0	1	1	2	2	100 SUP	2300

Tableau 19 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D2



Graphique 3 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D2

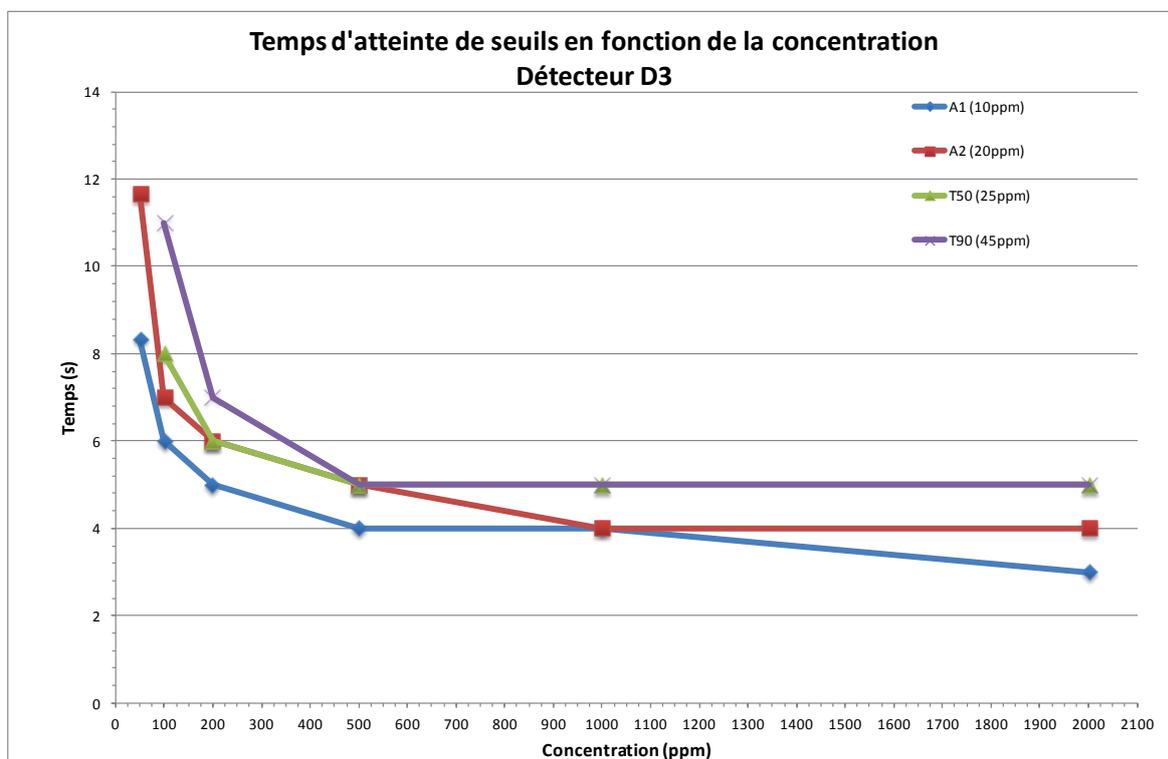


Graphique 4 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D2

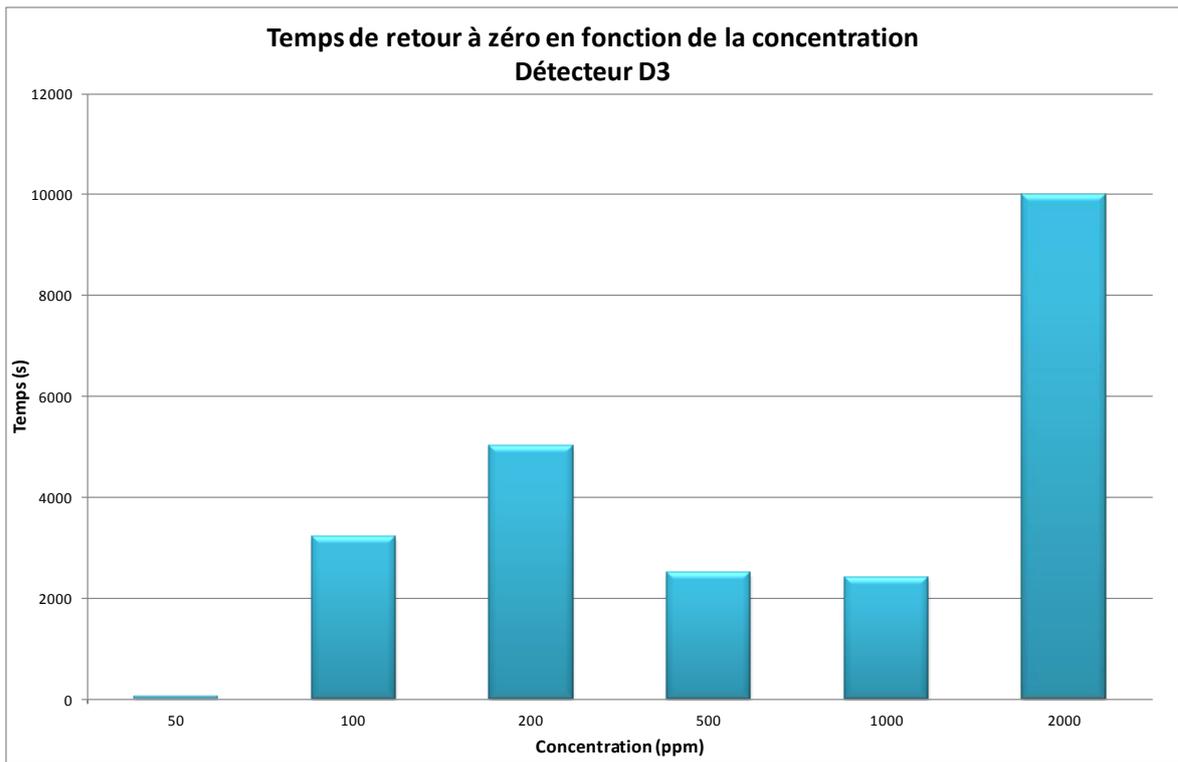
10.2.3 RESULTATS DE L'APPAREIL D3

Appareil D3 / Gamme de mesure 100ppm NH ₃							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
50	0	8	12	14		45	48
100	0	6	7	8	11	100	60 (puis dérive négative 3200s)
200	0	5	6	6	7	208	33 (puis dérive négative 5000s)
500	-1.5	4	5	5	5	↑↑↑↑	24 (puis dérive négative 2500s)
1000	0	4	4	5	5	↑↑↑↑	23 (puis dérive négative 2400s)
2000	-1	3	4	5	5	↑↑↑↑	35 (puis dérive négative 10000s)

Tableau 20 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D3



Graphique 5 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D3

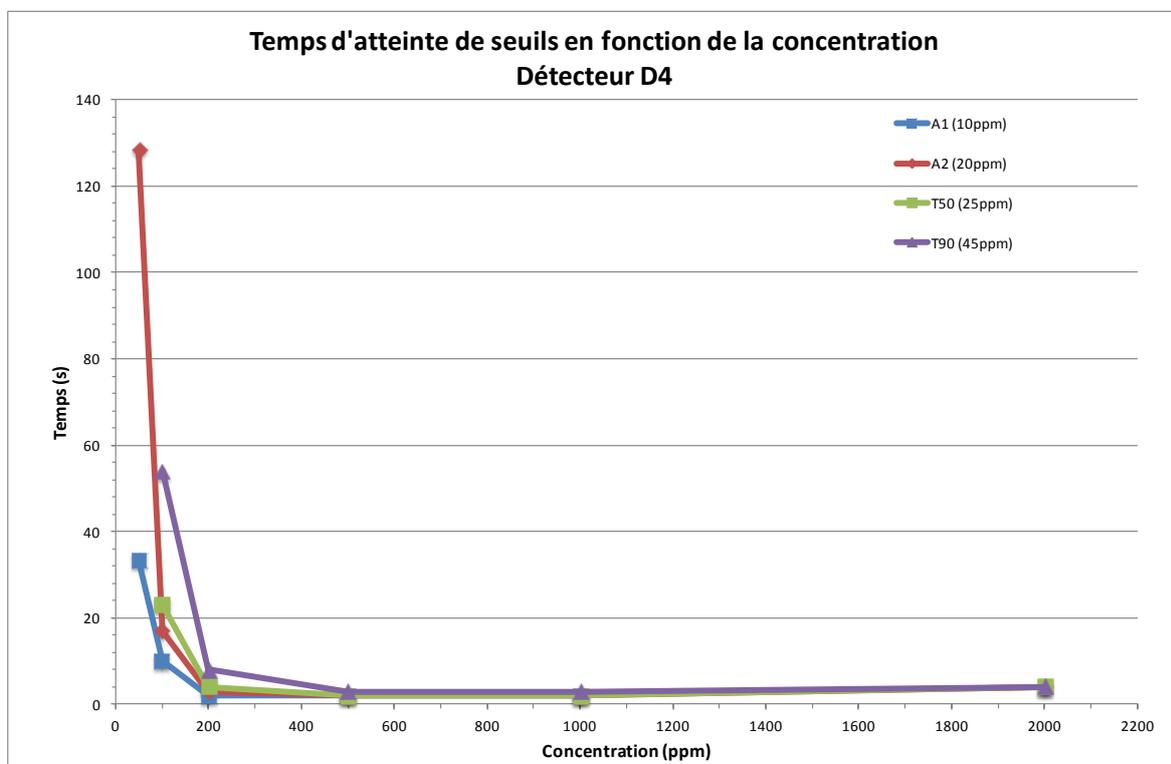


Graphique 6 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D3

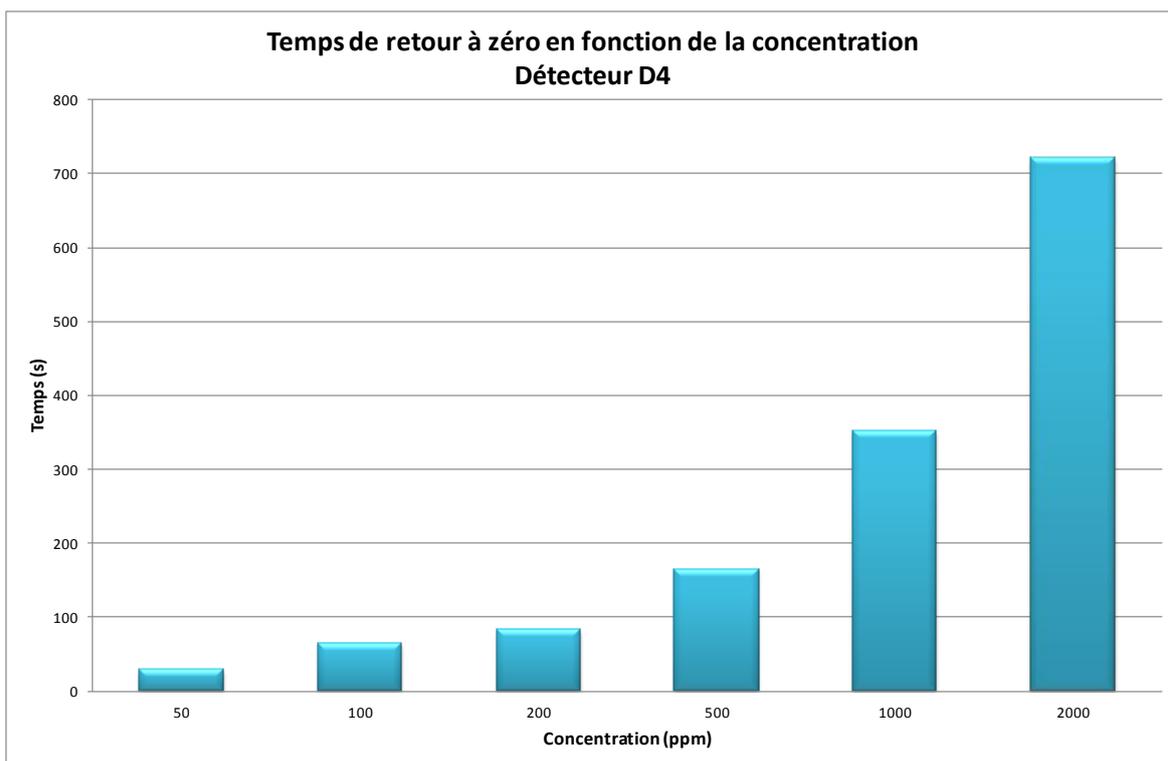
10.2.4 RESULTATS DE L'APPAREIL D4

Appareil D4 / Gamme de mesure 100ppm NH ₃							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
50	0	33	128			22	29
100	0	10	17	23	54	56	64
200	0	2	3	4	8	OVER	82
500	0	2	2	2	3	OVER	164
1000	0	2	2	2	3	OVER	350
2000	0	3	4	4	4	OVER	720

Tableau 21 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D4



Graphique 7 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D4

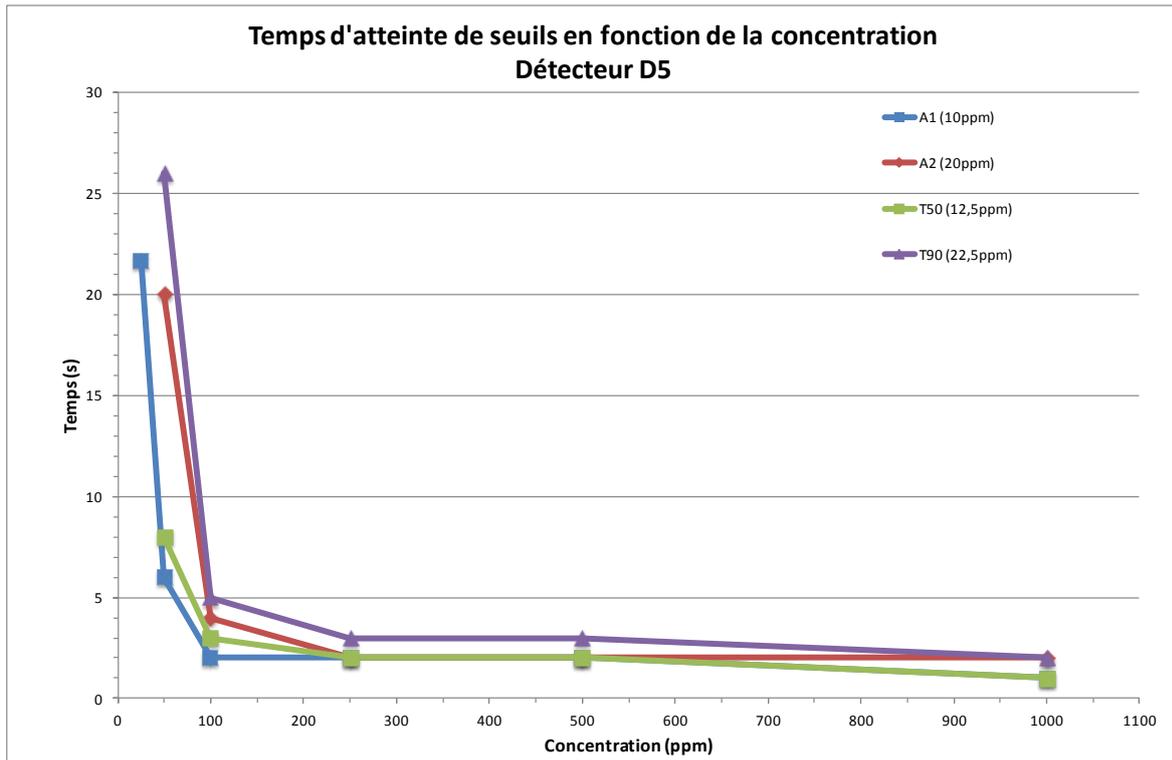


Graphique 8 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D4

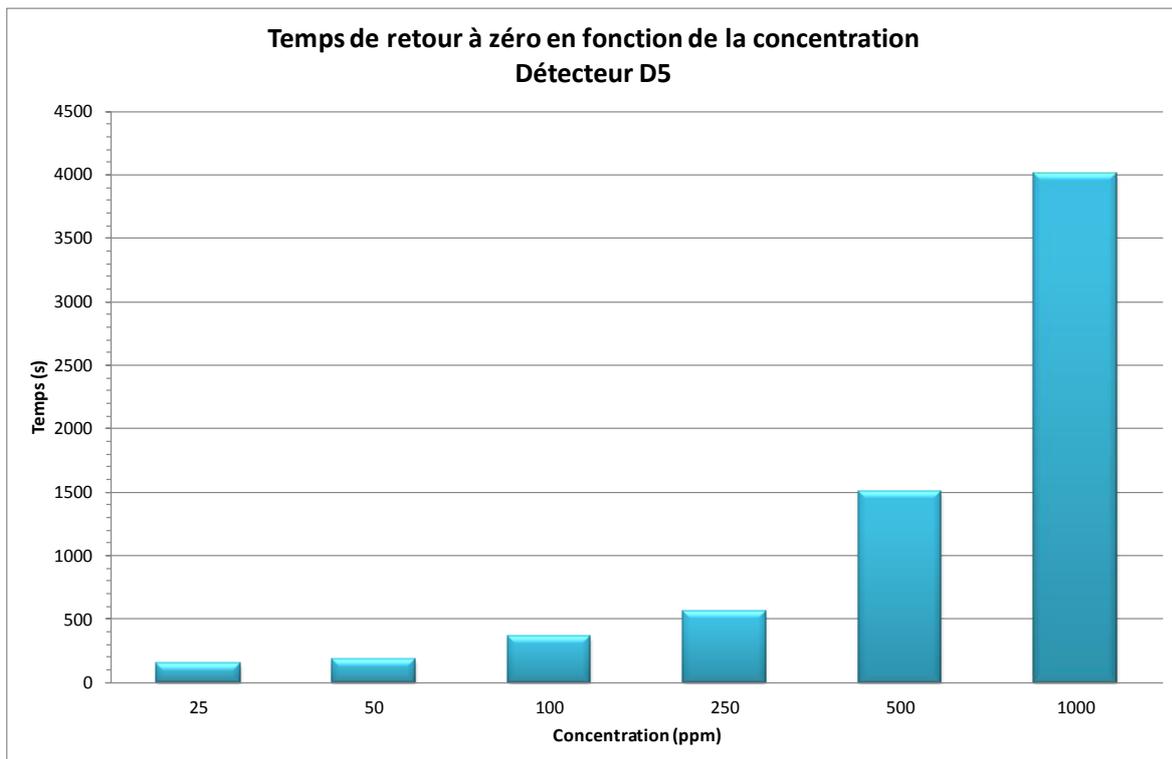
10.2.5 RESULTATS DE L'APPAREIL D5

Appareil D5 / Gamme de mesure 50ppm NH ₃							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 12,5 ppm	Seuil de 22,5 ppm		
25	0	22				14	147
50	0	6	20	8	26	31	180
100	0	2	4	3	5	50	360
250	0	2	2	2	3	50	550
500	0	2	2	2	3	50	1500
1000	1	1	2	1	2	50	4000

Tableau 22 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D5



Graphique 9 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D5



Graphique 10 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D5

10.3 FUITE A FORTE CONCENTRATION

Une fuite de 5 L/Min est réalisée dans le volume d'essai ouvert, afin de simuler une fuite de gaz. Le détecteur, installé sur un support dans sa position normale d'utilisation, est placé à 28 cm de la fuite.

Deux orientations de fuite par rapport au détecteur sont réalisées :

- une fuite perpendiculaire à la face de la cellule (fuite horizontale),
- une fuite face à la cellule du détecteur (fuite verticale).

Les temps de réponse (T_{50} et T_{90}), les temps de déclenchement des alarmes (A1 et A2) et le temps de retour à zéro déterminés dans l'essai en 10.1 sont vérifiés lors d'une fuite à des fortes concentrations de gaz, dont les concentrations sont égales à :

- 100 % de l'étendue de mesure,
- 2 fois l'étendue de mesure,
- 5 fois l'étendue de mesure,
- 10 fois l'étendue de mesure,
- 20 fois l'étendue de mesure.

Le déroulement de l'essai est le suivant :

- l'appareil est vérifié en dynamique (avec sa coiffe) au gaz d'essai de référence, soit 50 ou 25 ppm selon les détecteurs,
- l'appareil est placé dans sa position normale d'utilisation et est fixé sur un support permettant de passer du volume d'essai à l'air ambiant,
- l'appareil est placé dans le volume d'essai à 28 cm du point de fuite,
- le mélange de gaz est envoyé par un tube 1/4" à la concentration désirée dans le volume d'essai, en cas de non stabilisation de la mesure, la valeur sera relevée après un temps maximum de 5 minutes,
- après atteinte de la valeur finale l'appareil est sorti du volume et est exposé à l'air ambiant.

10.3.1 FUITE HORIZONTALE A FORTE CONCENTRATION

Le schéma de la configuration du banc pour l'essai de fuite horizontale est reporté sur la Figure 27 :

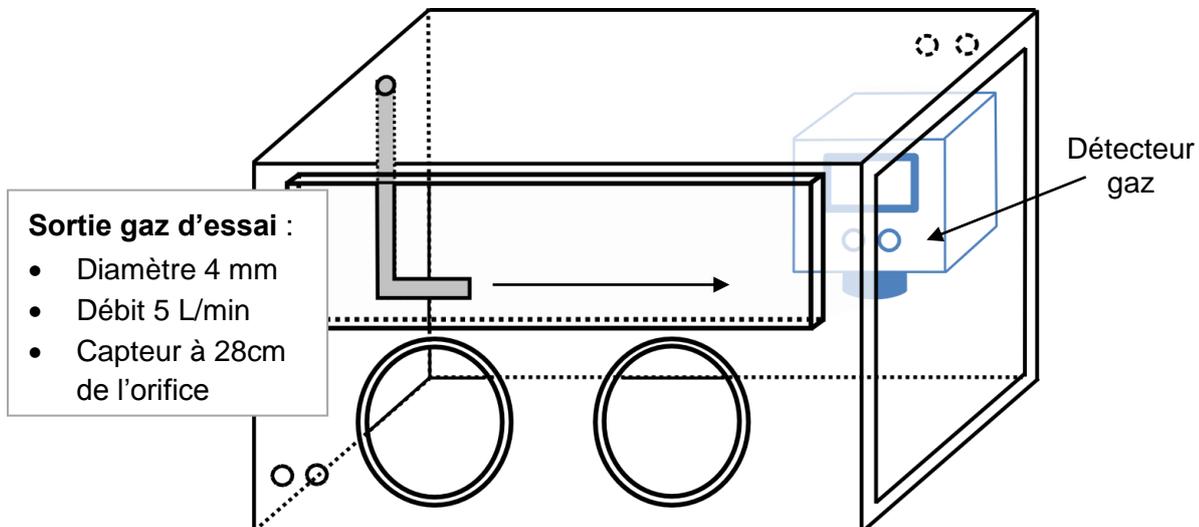


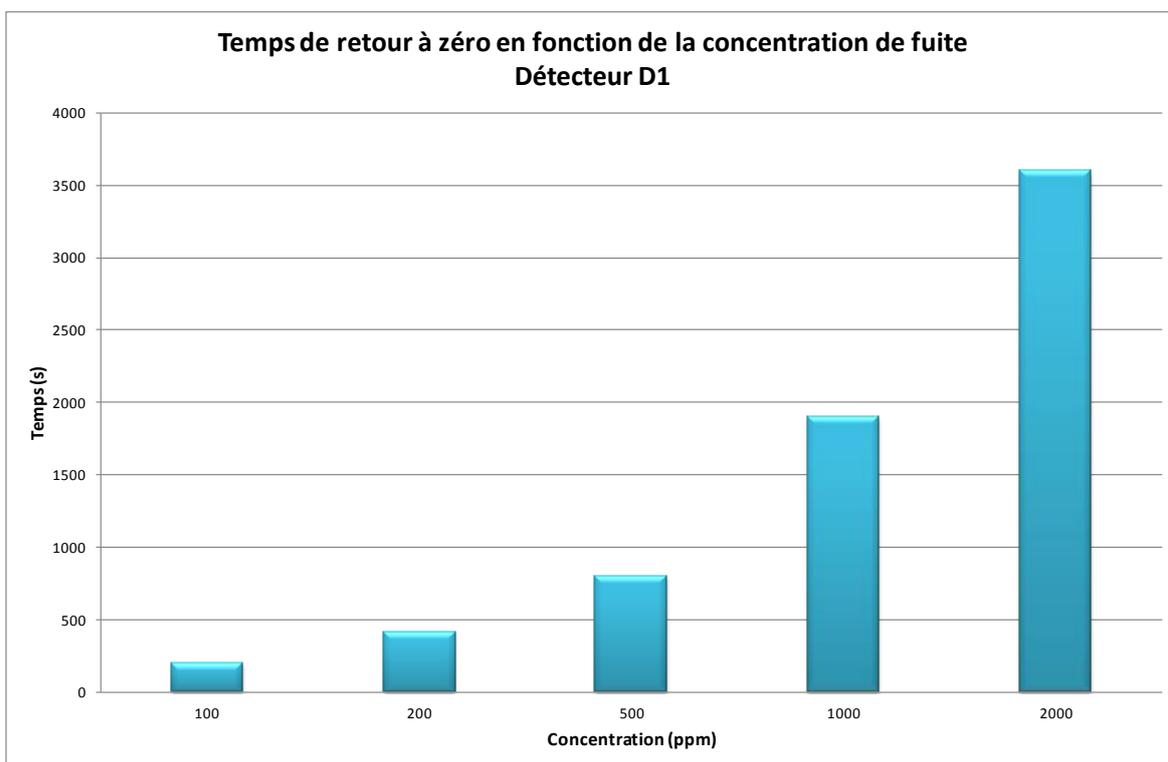
Figure 27 : volume d'essai en configuration "fuite horizontale"

Les résultats sont reportés ci-après. Ils comprennent par appareil :

- Un tableau synthétisant :
 - Les valeurs relevées sur l'afficheur de l'appareil,
 - Les temps de déclenchement des seuils suivants :
 - Seuils d'alarme (A1 et A2),
 - Seuils correspondant aux T_{50} et T_{90} mesurés précédemment, soit 25 et 45 ppm pour un gaz de calibrage de 50 ppm, ou 12,5 et 22,5 ppm pour un gaz de calibrage de 25 ppm.
 - Les temps de retour à zéro
- Un graphe des temps de retour à zéro en fonction de la concentration injectée

Appareil D1 / Gamme de mesure 100ppm							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
100	0					5	195
200	0	84				12	410
500	0	46	102	121		27	800
1000	0	20	28	30	209	50	1900
2000	0	9	11	11	14	>>>>	3600

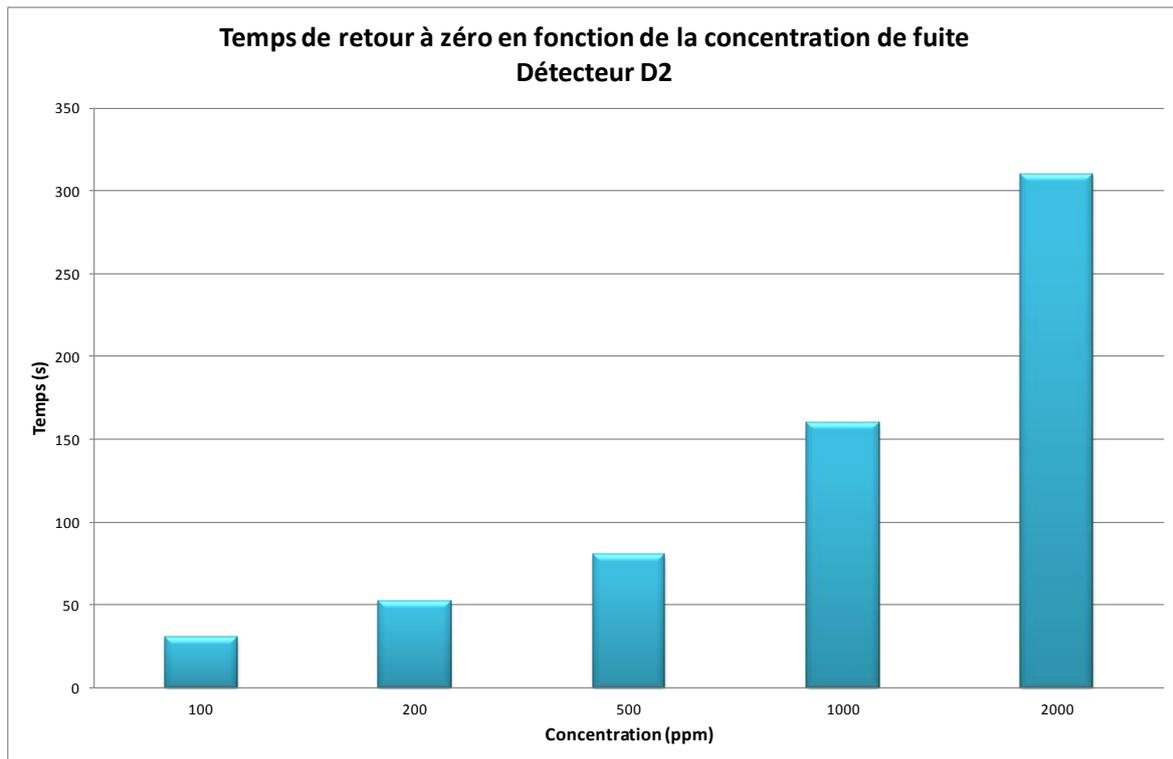
Tableau 23 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D1



Graphique 11 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D1

Appareil D2 / Gamme de mesure 100ppm							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
100	0					6	30
200	0	38				16	52
500	0	27	38	46		28	80
1000	0	15	20	24	49	76	160
2000	0	10	12	13	16	100 SUP	310

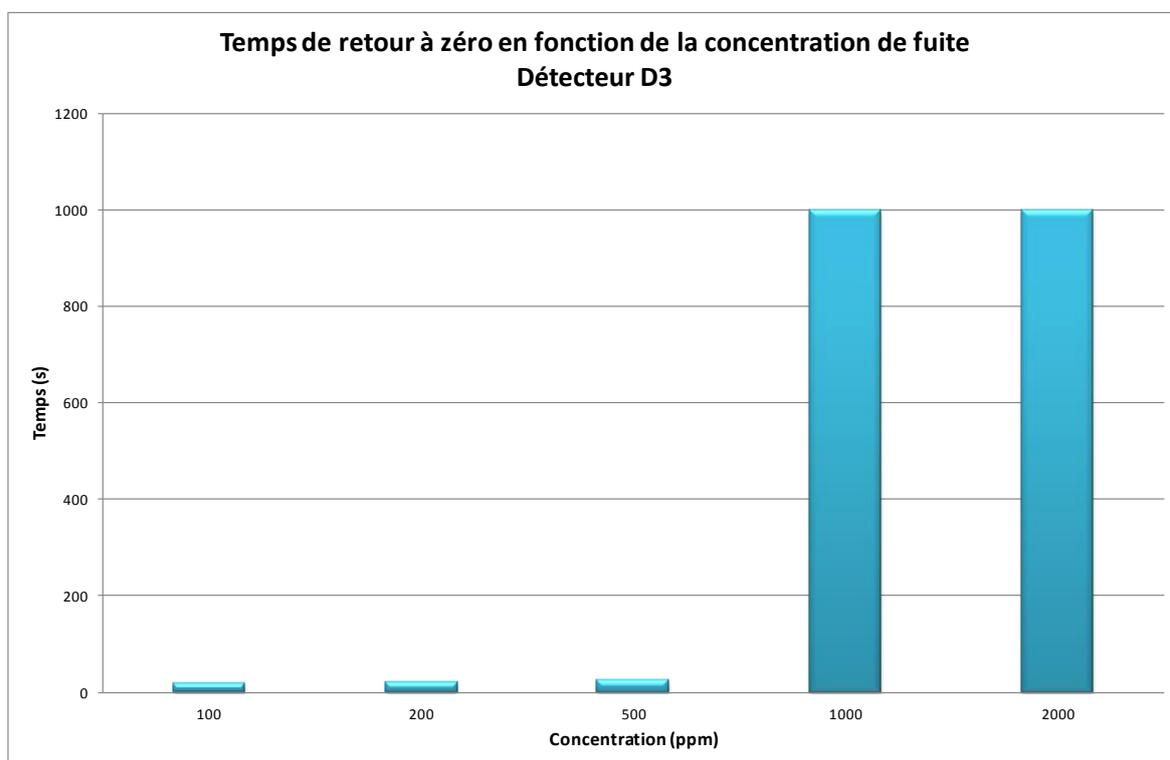
Tableau 24 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D2



Graphique 12 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D2

Appareil D3 / Gamme de mesure 100ppm							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
100	0					3	17
200	-1					6	21
500	-1,5	34	260			20	26
1000	-2,5	18	28	37		34	1000 (indique -3ppm)
2000	-3	12	15	17	24	80	1000 (indique -4ppm)

Tableau 25 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D3

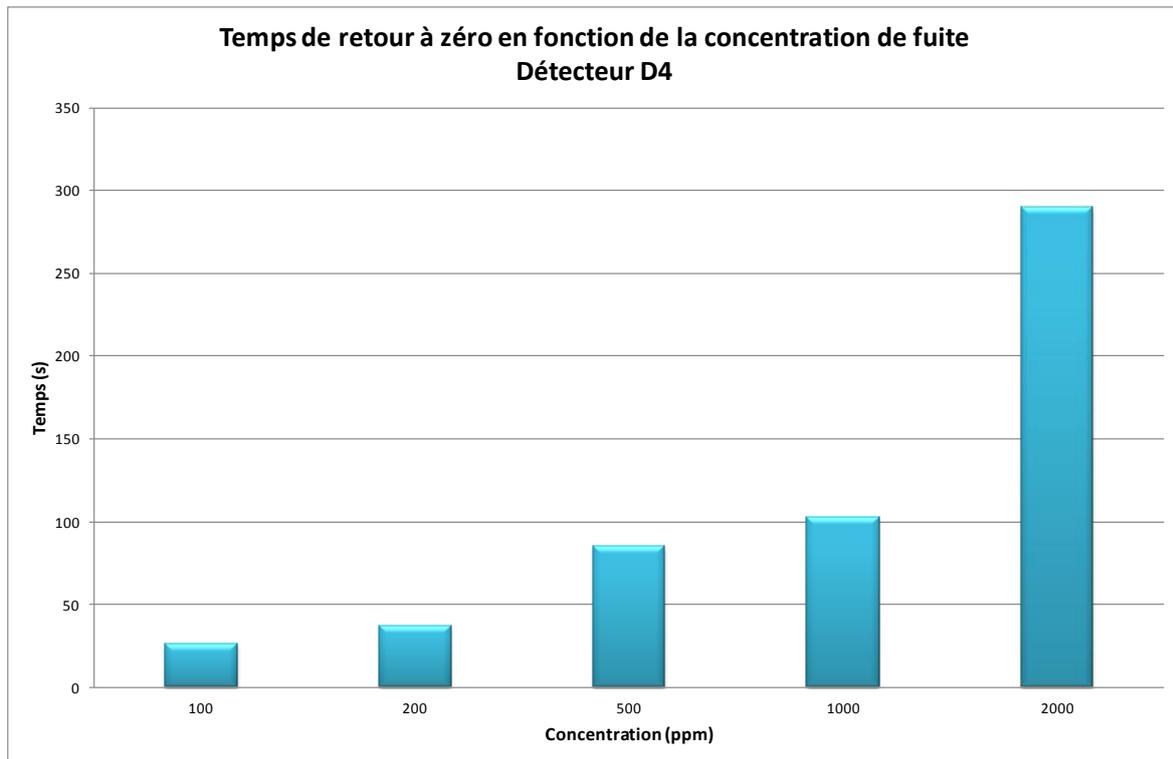


Graphique 13 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D3

Appareil D4 / Gamme de mesure 100ppm							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
100	0					7	26
200	0	45				16	37
500	0	28	42	60	176	70	85
1000	0	13	17	19	45	90*	102
2000	0	8	9	10	12	OVER	290

Tableau 26 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D4

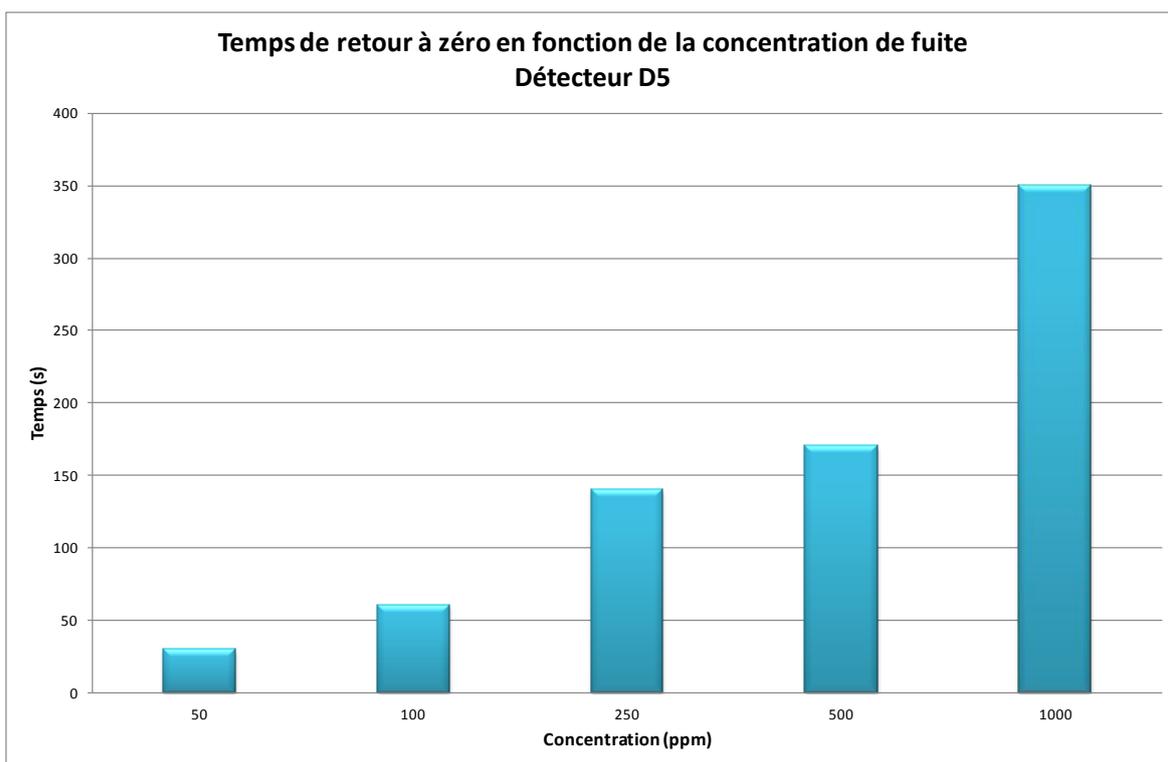
* Signal non stabilisé



Graphique 14 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D4

Appareil D5 / Gamme de mesure 50ppm							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 12,5 ppm	Seuil de 22,5 ppm		
50	0					2	30
100	0					4	60
250	0	56				13	140
500	0	41	165	53		20	170
1000	0	21	38	23	43	50	350

Tableau 27 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D5



Graphique 15 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D5

10.3.2 FUITE VERTICALE A FORTE CONCENTRATION

Le schéma de la configuration du banc pour l'essai de fuite verticale est représenté sur la Figure 28 :

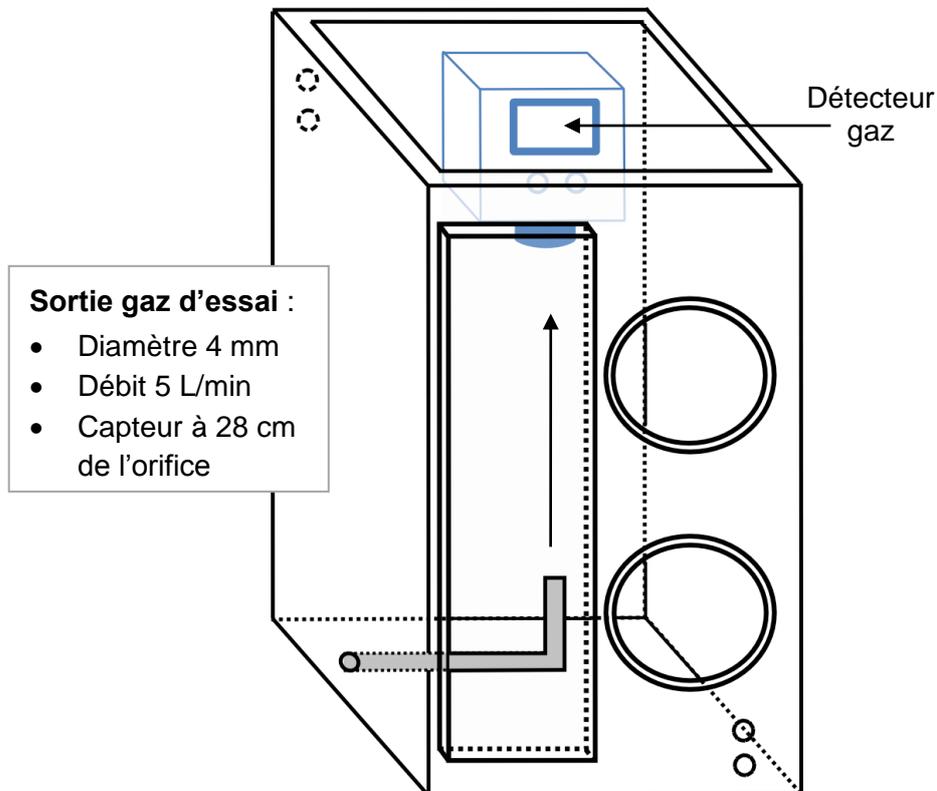


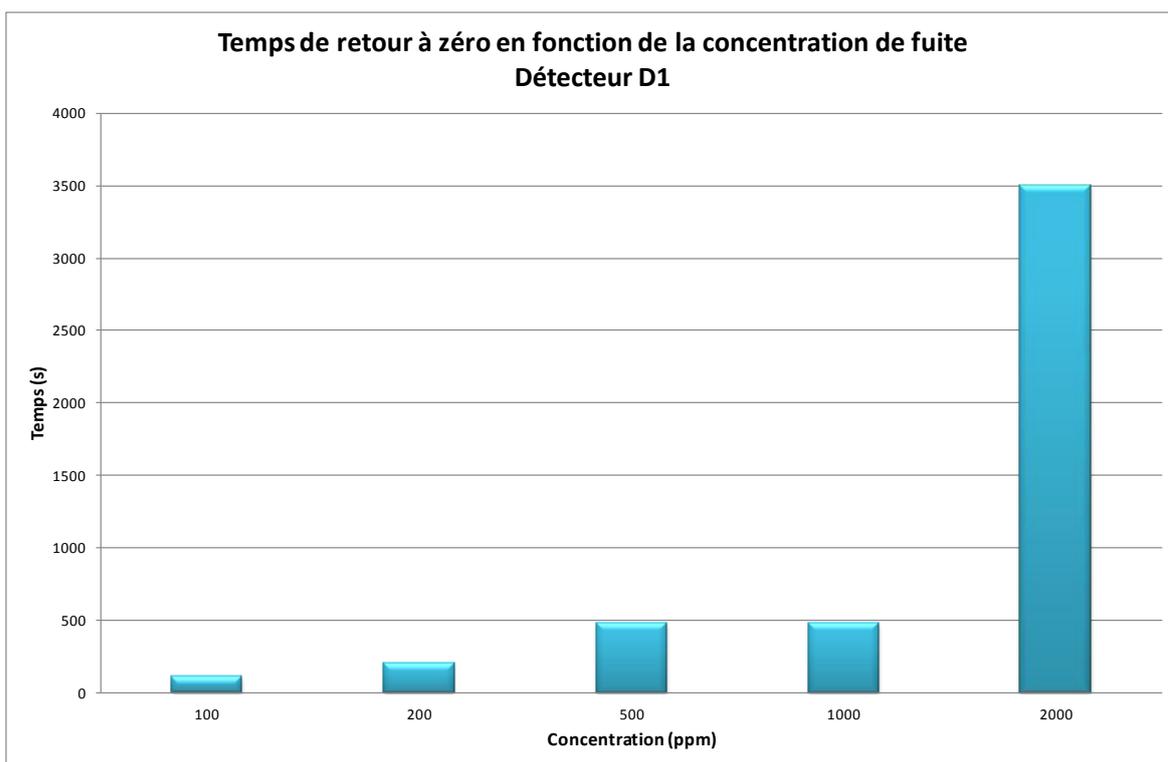
Figure 28 : volume d'essai en configuration "fuite verticale"

Les résultats sont reportés ci-après. Ils comprennent par appareil :

- Un tableau synthétisant :
 - Les valeurs relevées sur l'afficheur de l'appareil,
 - Les temps de déclenchement des seuils suivants :
 - Seuils d'alarme (A1 et A2),
 - Seuils correspondant aux T_{50} et T_{90} mesurés précédemment, soit 25 et 45 ppm pour un gaz de calibrage de 50 ppm, ou 12,5 et 22,5 ppm pour un gaz de calibrage de 25 ppm.
 - Les temps de retour à zéro
- Un graphe des temps de retour à zéro en fonction de la concentration injectée

Appareil D1 / Gamme de mesure 100ppm							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
100	0					5	105
200	0	107				11	200
500	0	53	69	83		30	480
1000	0	25	72	94	243	51	480
2000	0	9	11	11	14	>>>>	3500

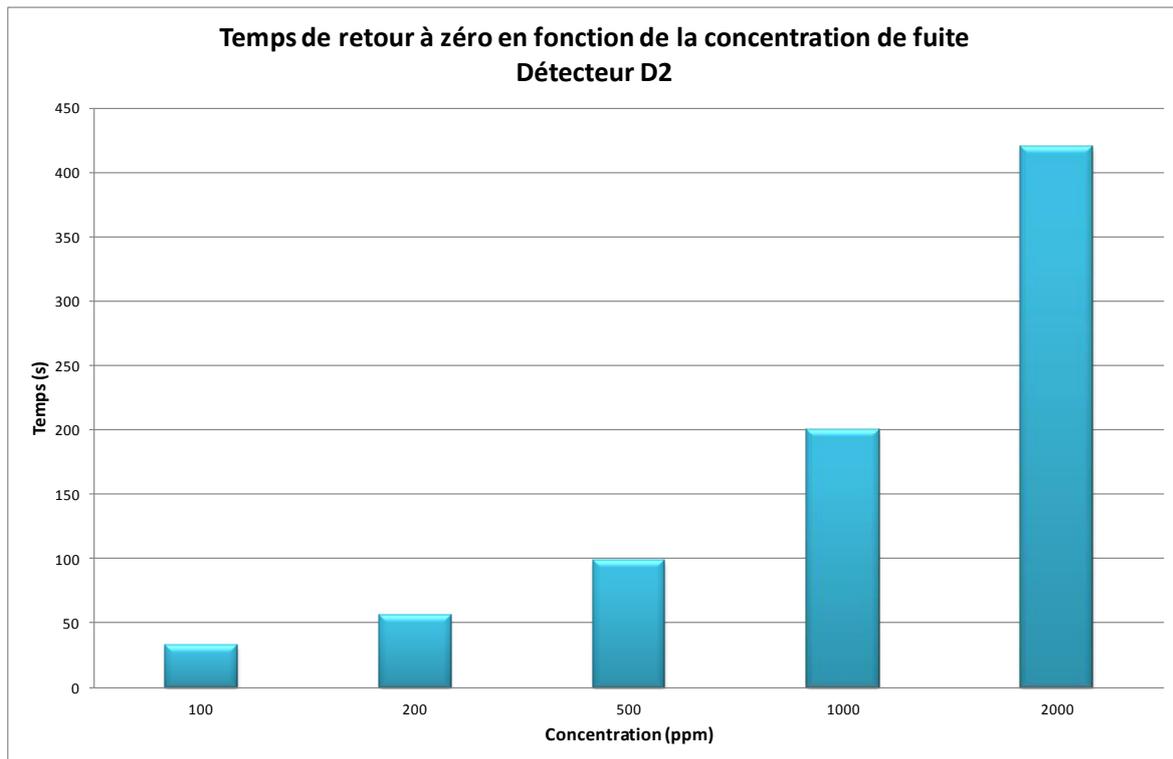
Tableau 28 : fuite verticale, résultats de l'appareil D1



Graphique 16 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D1

Appareil D2 / Gamme de mesure 100ppm							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
100	0					6	32
200	0	58				14	56
500	0	33	45	59		41	98
1000	0	16	24	29	72	80	200
2000	0	8	10	10	14	100 SUP	420

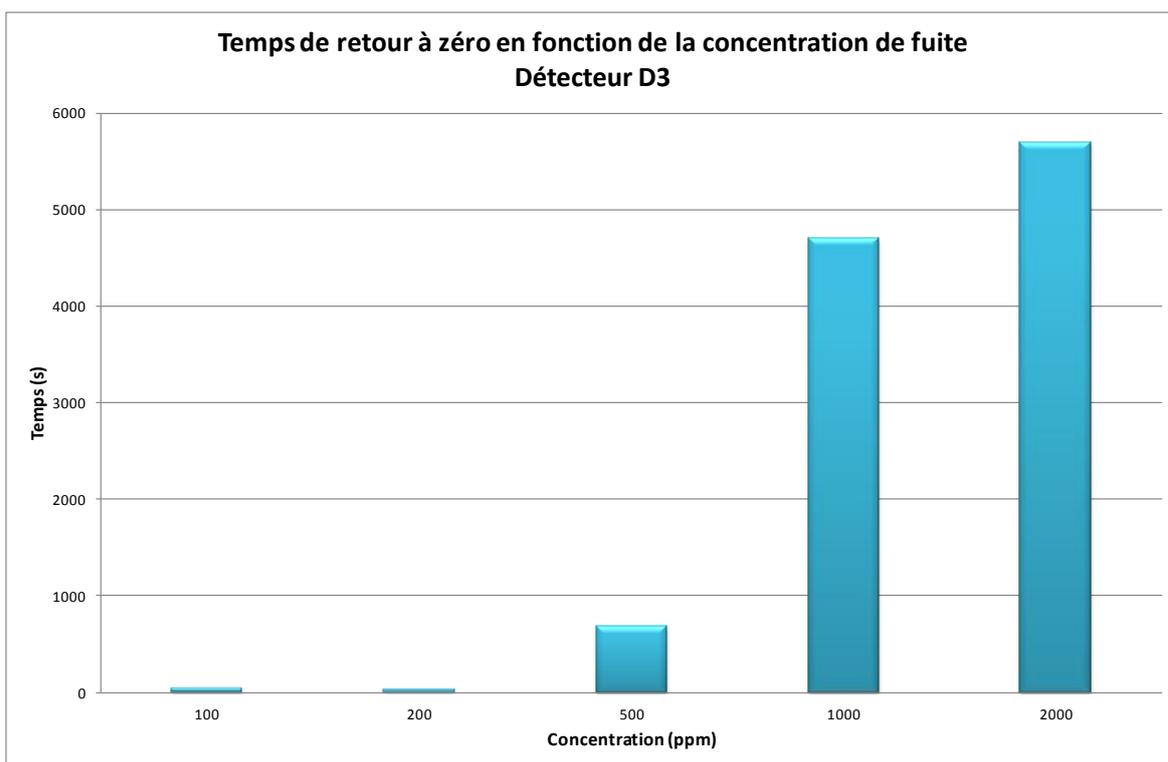
Tableau 29 : fuite verticale, résultats de l'appareil D2



Graphique 17 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D2

Appareil D3 / Gamme de mesure 100ppm							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
100	-2	127				11	40
200	-2,5	25	80	158		28	27
500	-3,5	28	32	35	91	53	680
1000	0	21	25	28	68	95	4700
2000	-1	10	11	11	13	210	5700

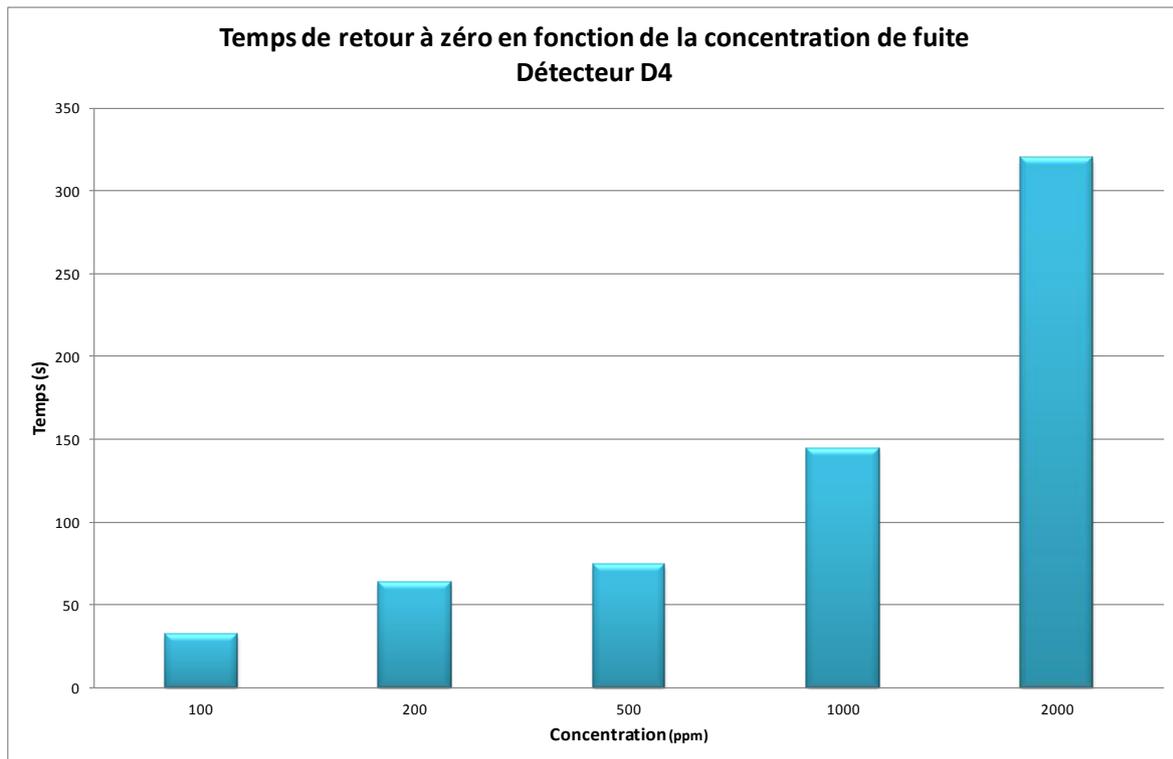
Tableau 30 : fuite verticale, résultats de l'appareil D3



Graphique 18 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D3

Appareil D4 / Gamme de mesure 100ppm							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
100	0					6	32
200	0	41				17	63
500	0	28	36	45	130	49	74
1000	0	14	16	18	32	95 / OVER	144
2000	0	8	10	10	13	OVER	320

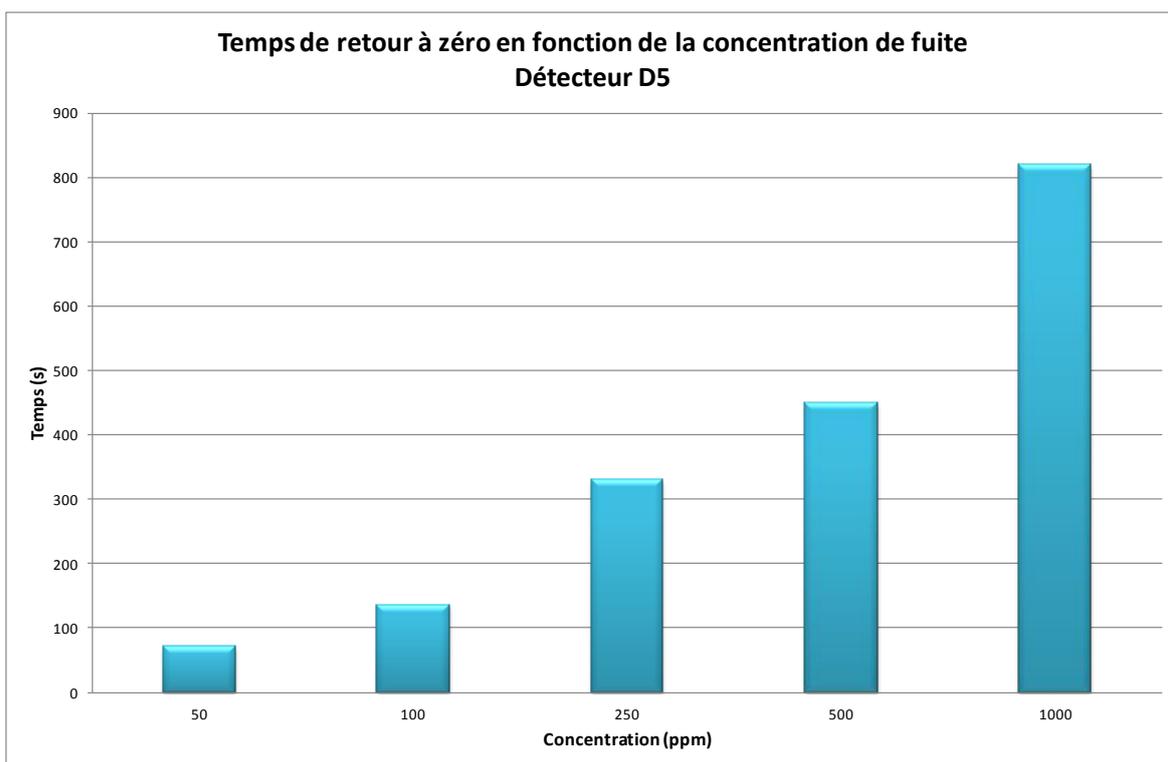
Tableau 31 : fuite verticale, résultats de l'appareil D4



Graphique 19 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D4

Appareil D5 / Gamme de mesure 50ppm							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 12,5 ppm	Seuil de 22,5 ppm		
50	0					4	70
100	0					9	136
250	0	16	54	23	71	28	330
500	0	18	41	22	48	50	450
1000	0	12	19	14	21	50	820

Tableau 32 : fuite verticale, résultats de l'appareil D5



Graphique 20 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D5

10.4 DERIVE A LONG TERME ET ENDORMISSEMENT

L'objectif de cet essai est d'évaluer la dérive des détecteurs sur le long terme, c'est-à-dire lorsqu'ils ne sont pas exposés au gaz d'essai sur une période de plusieurs mois.

Après un calibrage initial, l'appareil fonctionne en continu pendant 3 mois dans l'air ambiant.

A l'issue des 3 mois, l'appareil est exposé à un gaz d'essai dont la concentration correspond à 5 fois l'étendue de mesure (5x EM).

Le comportement du détecteur et les temps définis ci-après sont relevés lors de la mesure initiale et après 3 mois d'essai.

Les résultats sont reportés ci-après. Ils comprennent par appareil :

- Un tableau synthétisant :
 - Les valeurs relevées sur l'afficheur de l'appareil,
 - Les temps de déclenchement des seuils suivants :
 - Seuils d'alarme (A1 et A2),
 - Seuils correspondant aux T_{50} et T_{90} mesurés précédemment, soit 25 et 45 ppm pour un gaz de calibrage de 50 ppm, ou 12,5 et 22,5 ppm pour un gaz de calibrage de 25 ppm.
 - Les temps de retour à zéro

Appareil D1 / Gamme de mesure 100ppm / Gaz de référence 50ppm							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
1	0	5	7	8	18	52	62
2	0	3	5	5	10	51	75
3	0	4	5	6	10	50	70
Moyenne mesure initiale	0	4	6	6	13	51	69
Exposition à 500ppm après 3 mois	0	3	3	3	4	>>>>	330

Tableau 33 : essai long terme, résultats de l'appareil D1

Appareil D2 / Gamme de mesure 100ppm / Gaz de référence 50ppm							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
1	0	6	10	13	59	49	72
2	0	6	9	11	44	50	65
3	0	6	9	11	41	50	72
Moyenne mesure initiale	0	6	9	12	48	50	70
Exposition à 500ppm après 3 mois	0	2	2	2	3	100 SUP	250

Tableau 34 : long terme, résultats de l'appareil D2

Appareil D3 / Gamme de mesure 100ppm / Gaz de référence 50ppm							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
1	0	14	18	23	59	55	58
2	0	13	18	21	49	56	47
3	-1,5	14	18	22	51	56	42
Moyenne mesure initiale	-1	14	18	22	53	56	49
Exposition à 500ppm après 3 mois	-1,5	4	5	5	5	↑↑↑↑	600

Tableau 35 : long terme, résultats de l'appareil D3

Appareil D4 / Gamme de mesure 100ppm / Gaz de référence 50ppm							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
1	0	4	7	10	51	53	81
2	0	4	7	9	43	54	91
3	0	3	6	8	39	55	99
Moyenne mesure initiale	0	4	7	9	44	54	90
Exposition à 500ppm après 3 mois	0	2	3	3	5	OVER	230

Tableau 36 : long terme, résultats de l'appareil D4

Appareil D5 / Gamme de mesure 50ppm / Gaz de référence 25ppm							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 12,5 ppm	Seuil de 22,5 ppm		
1	0	14	44	18	66	25	192
2	0	15	45	20	65	25	185
3	0	14	43	19	61	25	198
Moyenne mesure initiale	0	14	44	19	64	25	192
Exposition à 250ppm après 3 mois	0	1	2	1	2	50	500

Tableau 37 : long terme, résultats de l'appareil D5

11. RESULTATS DES ESSAIS SUR LES DETECTEURS H₂S

11.1 MESURES SUR L'ETENDUE DE MESURE DE L'APPAREIL

L'objectif de cet essai est de caractériser les performances des détecteurs sur leur étendue de mesure. L'exposition au gaz d'essai est effectuée en mode d'exposition dynamique puis en statique.

La réponse des appareils est mesurée, ainsi que les temps de réponse (T_{50} et T_{90}), les temps de déclenchement des alarmes (A1 et A2) et le temps de retour à zéro.

11.1.1 ESSAI EN DYNAMIQUE

Le gaz d'essai de référence est un gaz à une concentration égale à la moitié de l'étendue de mesure du détecteur soit, dans le cas du H₂S, 15, 25 ou 50ppm.

Les temps de réponse (T_{50} et T_{90}) et les temps de déclenchement des alarmes (A1 et A2) sont déterminés de la manière suivante : l'appareil est exposé à l'air ambiant puis au gaz d'essai de référence à l'aide de sa coiffe de calibrage au débit préconisé par le constructeur jusqu'à stabilisation de la mesure (valeur finale). En cas de non stabilisation de la mesure, la valeur sera relevée après un temps maximum de 5 minutes.

Le temps de retour à zéro est également mesuré.

Chaque mesure est effectuée 3 fois. Les résultats (valeurs moyennes) sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Appareils Gamme de mesure Concentration du gaz de référence	Zéro	Valeur Finale (ppm)	Temps de réponse (s)		Temps de déclenchement des alarmes		Temps de retour à zéro (s)
			T ₅₀	T ₉₀	A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	
D1 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm H ₂ S	0	51	4	5	3	3	6
D2 Gamme 30 ppm gaz d'essai 15 ppm H ₂ S	0	14,7	11	29	8	16	65
D3 Gamme 50 ppm gaz d'essai 25 ppm H ₂ S	0	25	22	47	14	19	106
D4 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm H ₂ S	0	50	11	26	6	8	87
D5 Gamme 50 ppm gaz d'essai 25 ppm H ₂ S	0	25,3	17	51	9	14	387

Tableau 38 : Résultats des essais temps de réponse en dynamique

Les temps de réponse en dynamique dans la gamme de mesure des appareils sont conformes aux données constructeurs pour 3 appareils sur 5 (Cf Tableau 3).

11.1.2 ESSAI EN STATIQUE

Le gaz d'essai de référence est un gaz à une concentration égale à la moitié de l'étendue de mesure du détecteur soit, dans le cas du H₂S, 15, 25 ou 50ppm.

Les temps de réponse (T₅₀ et T₉₀), les temps de déclenchement des alarmes (A1 et A2) et le temps de retour à zéro sont déterminés selon la méthode suivante :

- l'appareil est placé dans sa position normale d'utilisation et est fixé sur un support permettant de passer du volume d'essai à l'air ambiant,
- l'appareil est placé dans le volume d'essai avec un cache étanche sur sa cellule,
- lorsque le mélange de gaz a atteint la concentration désirée dans le volume d'essai, le cache est retiré et l'appareil est exposé au gaz d'essai, en cas de non stabilisation de la mesure, la valeur sera relevée après un temps maximum de 5 minutes,
- après atteinte de la valeur finale l'appareil est sorti du volume et est exposé à l'air ambiant.

Chaque mesure est effectuée 3 fois. Les résultats (valeurs moyennes) sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Remarque : les temps de réponse T₅₀ et T₉₀ ne sont relevés que si l'appareil indique une réponse d'au moins 60% de la concentration du gaz d'essai, ces temps sont considérés comme non pertinent si la réponse de l'appareil est trop faible

Appareils Gamme de mesure Concentration du gaz de référence	Zéro	Valeur Finale (ppm)	Temps de réponse (s)		Temps de déclenchement des alarmes		Temps de retour à zéro (s)
			T ₅₀	T ₉₀	A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	
D1 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm H ₂ S	0	41	4	5	3	3	10
D2 Gamme 30 ppm gaz d'essai 15 ppm H ₂ S	0	12,4	10	26	8	19	58
D3 Gamme 50 ppm gaz d'essai 25 ppm H ₂ S	0	26,9	15	36	8	12	125
D4 Gamme 100 ppm gaz d'essai 50 ppm H ₂ S	0	46	13	34	8	8	83
D5 Gamme 50 ppm gaz d'essai 25 ppm H ₂ S	0	21,7	13	35	7	12	307

Tableau 39 : Résultats des essais temps de réponse en dynamique

La variation de la réponse finale en statique est de -18% au maximum. Les temps de réponse et de déclenchement des seuils d'alarmes en diffusion sont proches ou inférieur à ceux mesurés en dynamique. 4 appareils sur 5 ont des temps de réponse conforme aux données des constructeurs (Cf. Tableau 3).

11.2 EXPOSITION A DE FORTES CONCENTRATIONS EN STATIQUE

Les appareils sont exposés en statique aux concentrations suivantes :

- 100 % de l'étendue de mesure,
- 2 fois l'étendue de mesure,
- 5 fois l'étendue de mesure,
- 10 fois l'étendue de mesure,
- 20 fois l'étendue de mesure.

Le déroulement de l'essai est le suivant :

- l'appareil est vérifié en dynamique (avec sa coiffe) au gaz d'essai de référence, soit 15, 25 ou 50ppm selon les détecteurs,
- l'appareil est placé dans sa position normale d'utilisation et est fixé sur un support permettant de passer du volume d'essai à l'air ambiant,
- l'appareil est placé dans le volume d'essai avec un cache étanche sur sa cellule,
- lorsque le mélange de gaz a atteint la concentration désirée dans le volume d'essai, le cache est retiré et l'appareil est exposé au gaz d'essai, en cas de non stabilisation de la mesure, la valeur sera relevée après un temps maximum de 5 minutes,
- après atteinte de la valeur finale l'appareil est sorti du volume et est exposé à l'air ambiant.

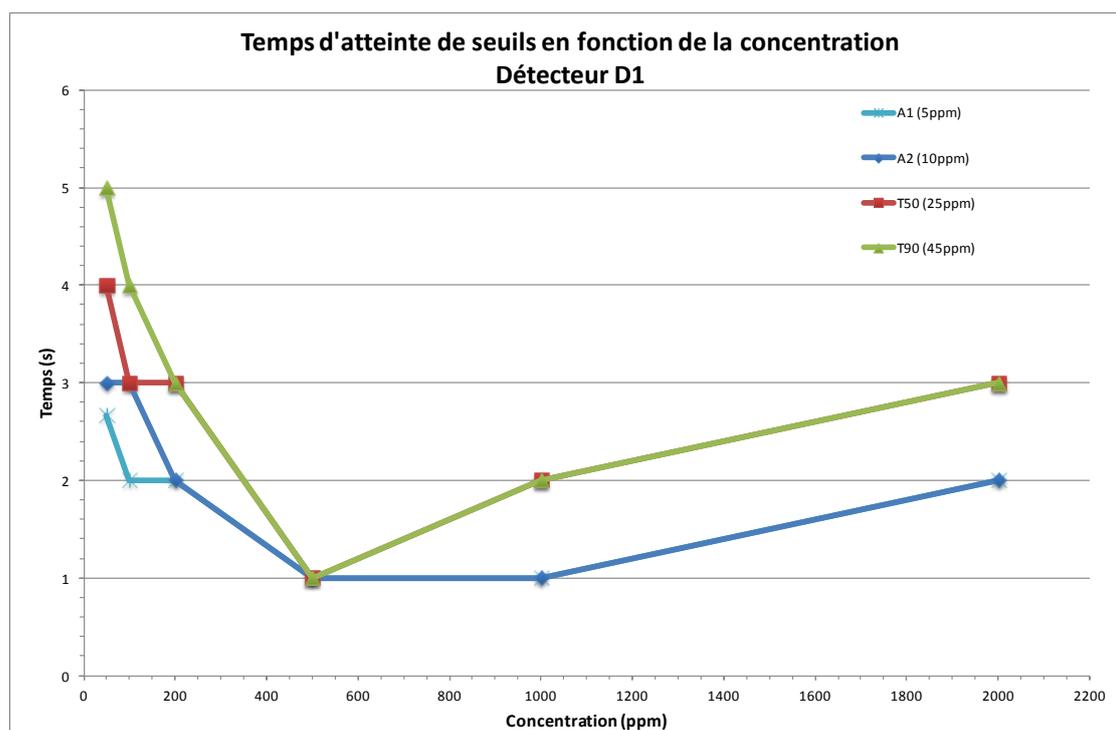
Les résultats sont reportés ci-après. Ils comprennent par appareil :

- Un tableau synthétisant :
 - Les valeurs relevées sur l'afficheur de l'appareil,
 - Les temps de déclenchement des seuils suivants :
 - Seuils d'alarme (A1 et A2),
 - Seuils correspondant aux T_{50} et T_{90} mesurés précédemment, soit 25 et 45 ppm pour un gaz de calibrage de 50 ppm, ou 12,5 et 22,5 ppm pour un gaz de calibrage de 25 ppm et 7,5 et 13,5 ppm pour un gaz de calibrage de 15ppm.
 - Les temps de retour à zéro
- Un graphe représentant les temps de déclenchement des seuils en fonction de la concentration de gaz injectée.
- Un graphe des temps de retour à zéro en fonction de la concentration injectée

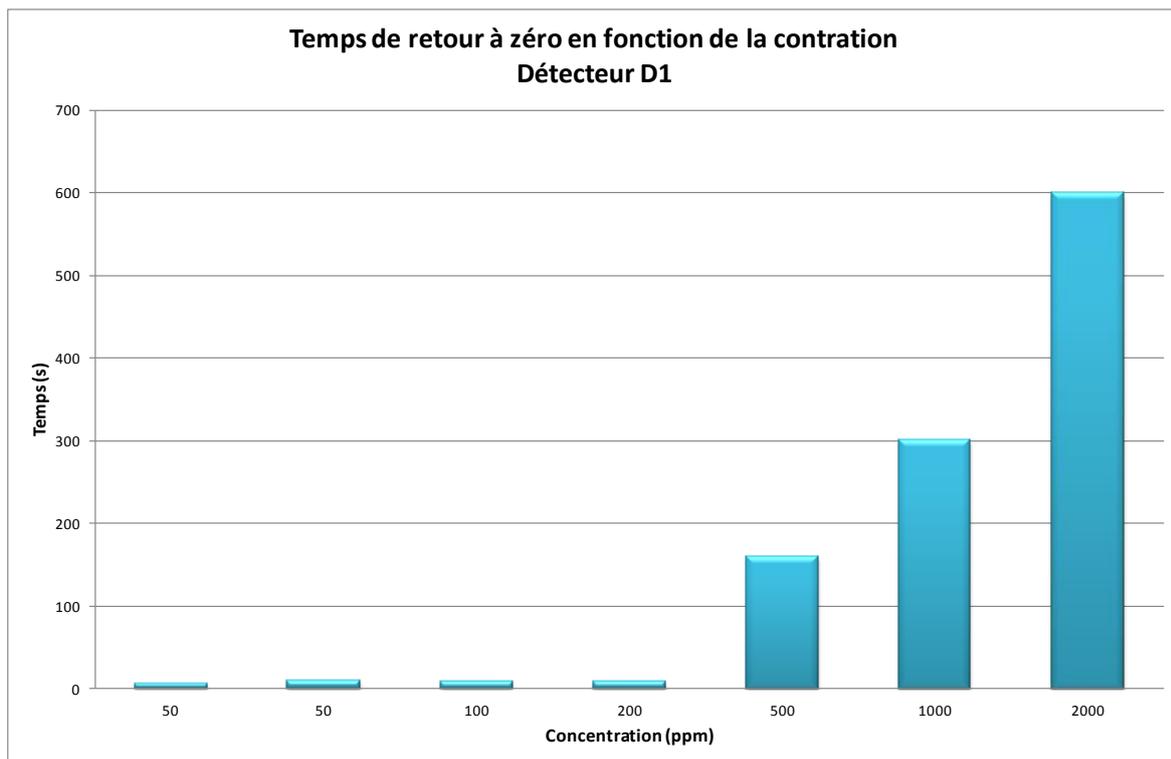
11.2.1 RESULTATS DE L'APPAREIL D1

Appareil D1 / Gamme de mesure 100ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
50	0	3	3	4	5	41	10
100	0	2	3	3	4	80	9
200	0	2	2	3	3	>>>>	9
500	0	1	1	1	1	>>>>	160
1000	1	1	1	2	2	>>>>	300
2000	0	2	2	3	3	>>>>	600

Tableau 40 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D1



Graphique 21 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D1

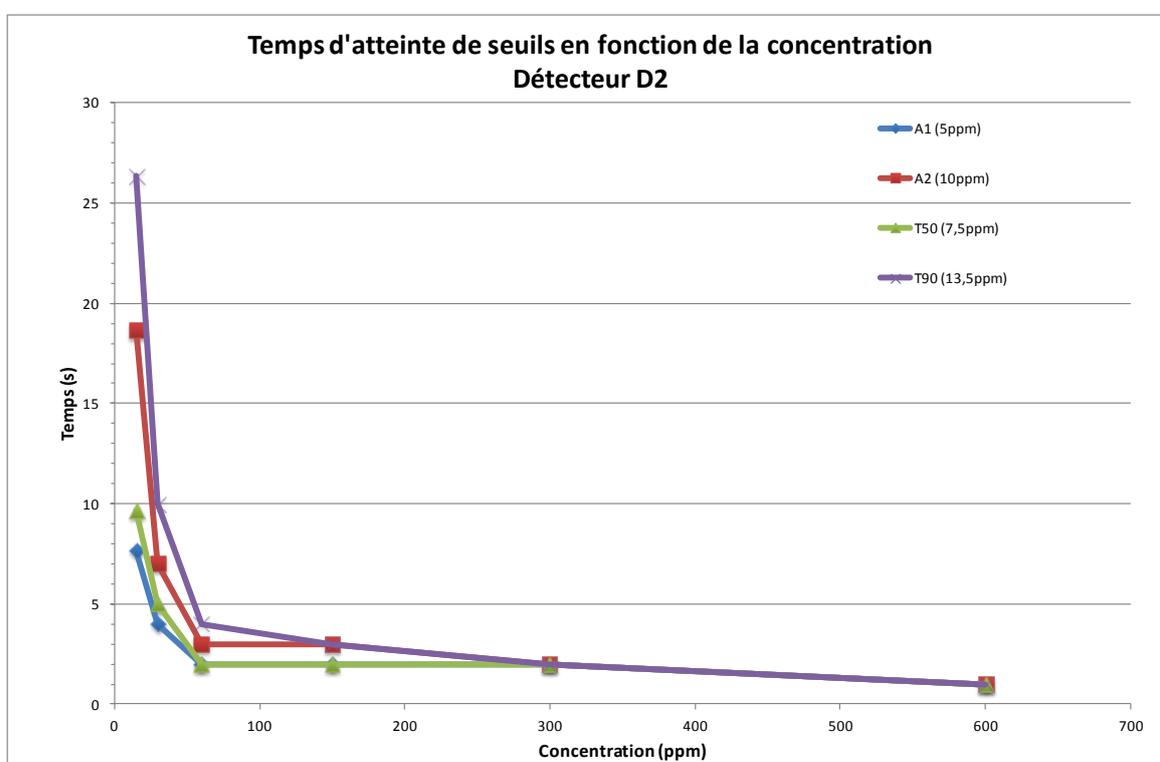


Graphique 22 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D1

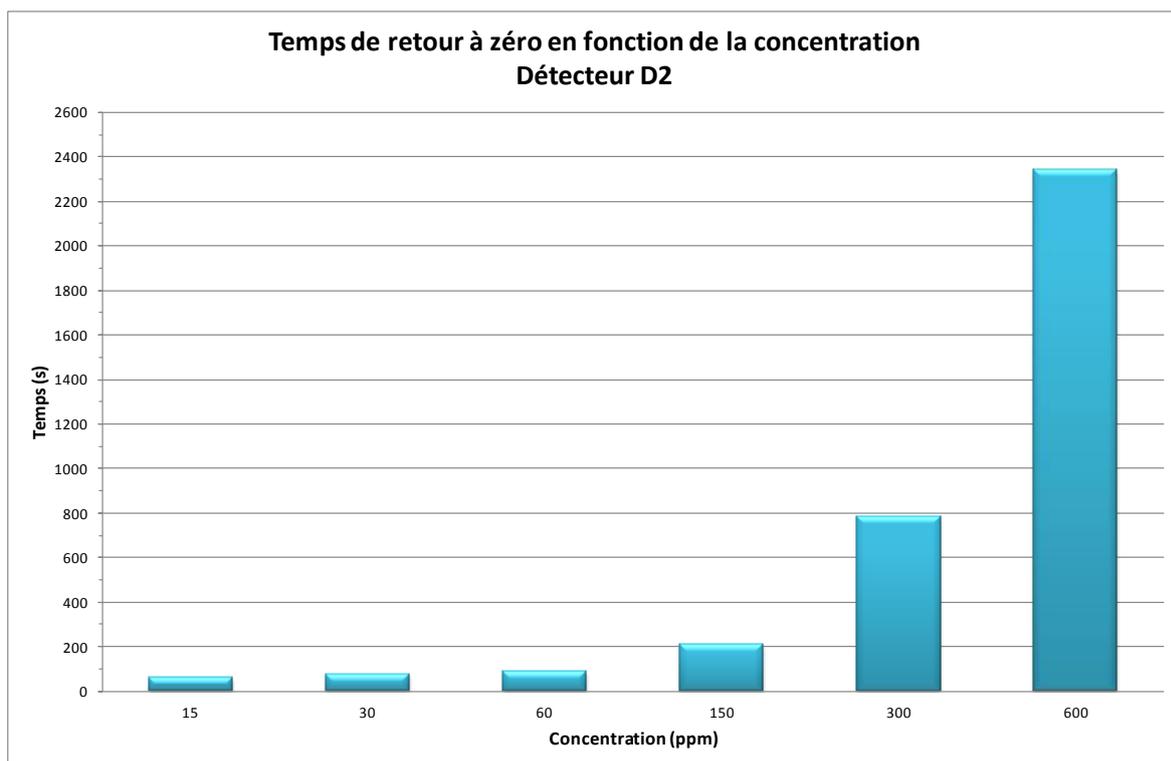
11.2.2 RESULTATS DE L'APPAREIL D2

Appareil D2 / Gamme de mesure 30ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 7,5 ppm	Seuil de 13,5 ppm		
15	0	8	19	10	26	12	58
30	0	4	7	5	10	23	75
60	0,2	2	3	2	4	30 sup	88
150	0	2	3	2	3	30 sup	207
300	2,1	2	2	2	2	30 sup	780
600	0	1	1	1	1	30 sup	2340

Tableau 41 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D2



Graphique 23 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D2

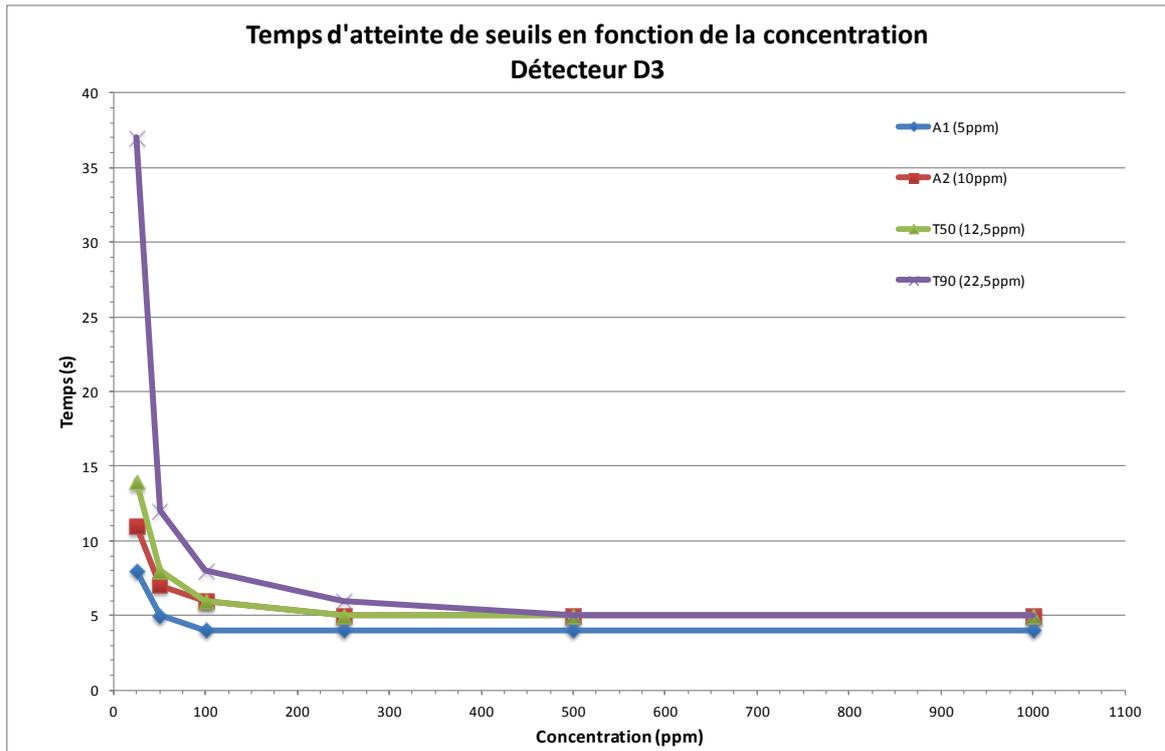


Graphique 24 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D2

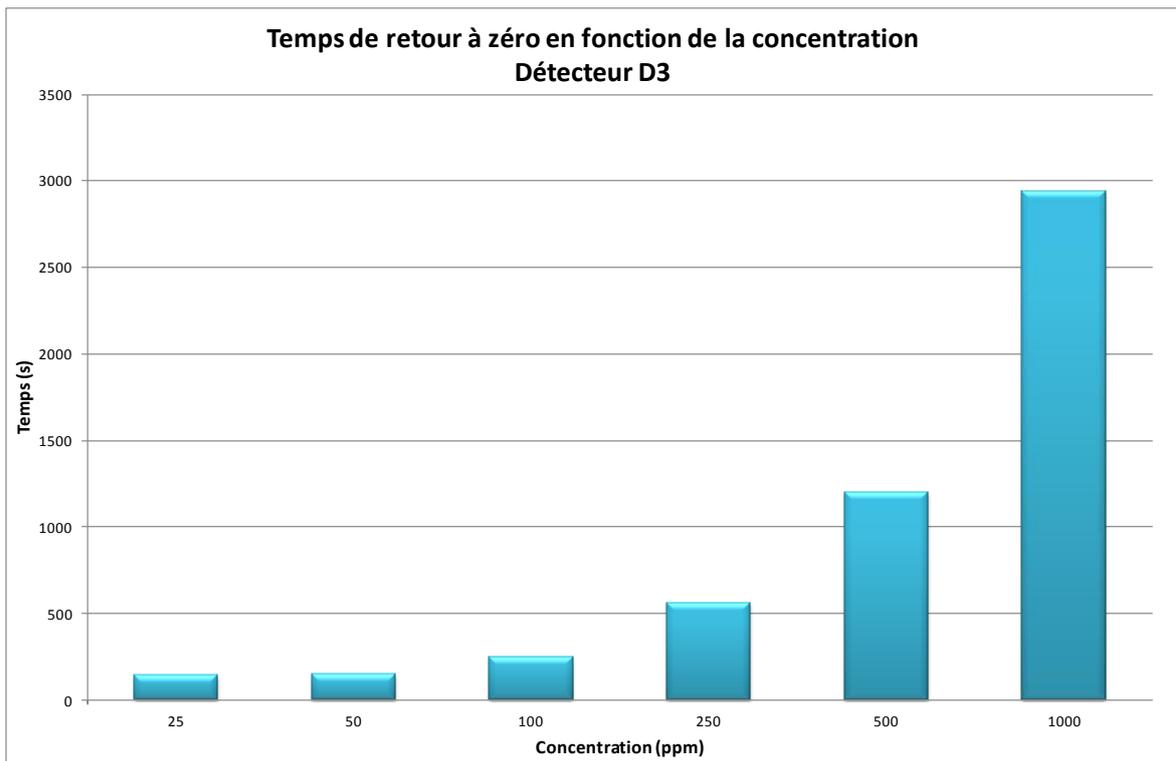
11.2.3 RESULTATS DE L'APPAREIL D3

Appareil D3 / Gamme de mesure 50ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 12,5 ppm	Seuil de 22,5 ppm		
25	0	8	11	14	37	27,3	139
50	0	5	7	8	12	52,3	144
100	0	4	6	6	8	↑↑↑↑	240
250	0	4	5	5	6	↑↑↑↑	560
500	0	4	5	5	5	↑↑↑↑	1200
1000	0,4	4	5	5	5	↑↑↑↑	2940

Tableau 42 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D3



Graphique 25 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D3

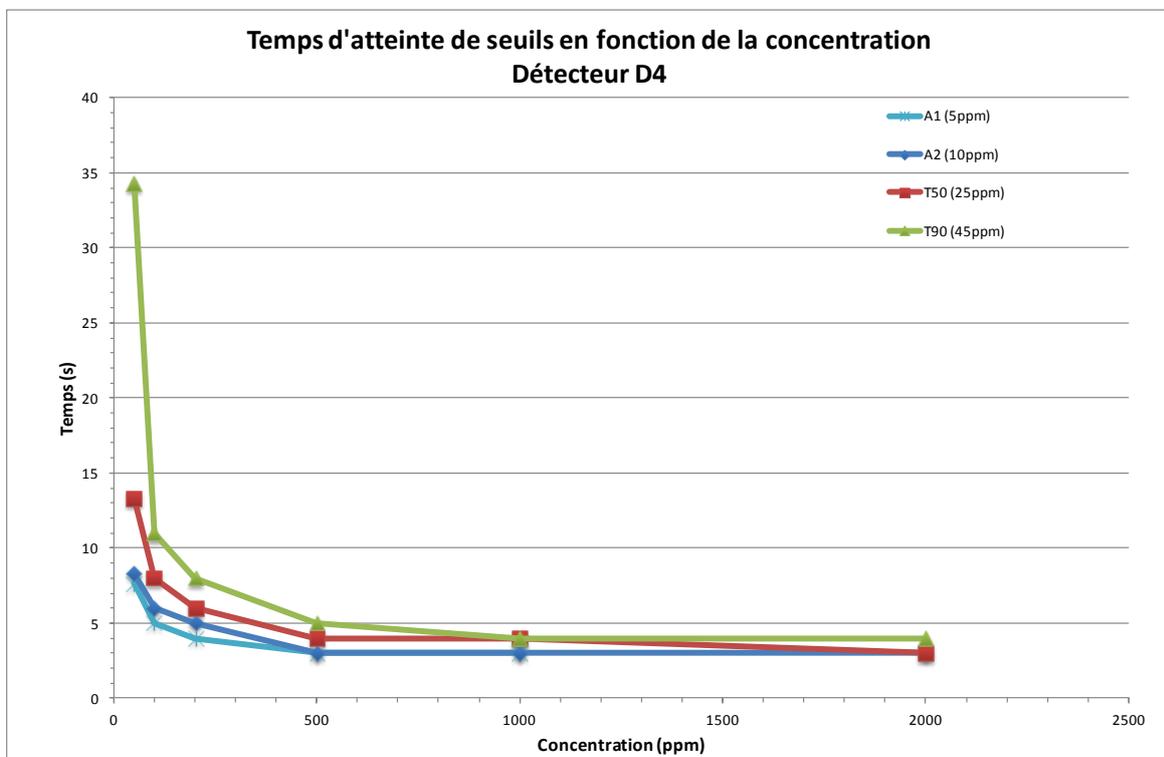


Graphique 26 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D3

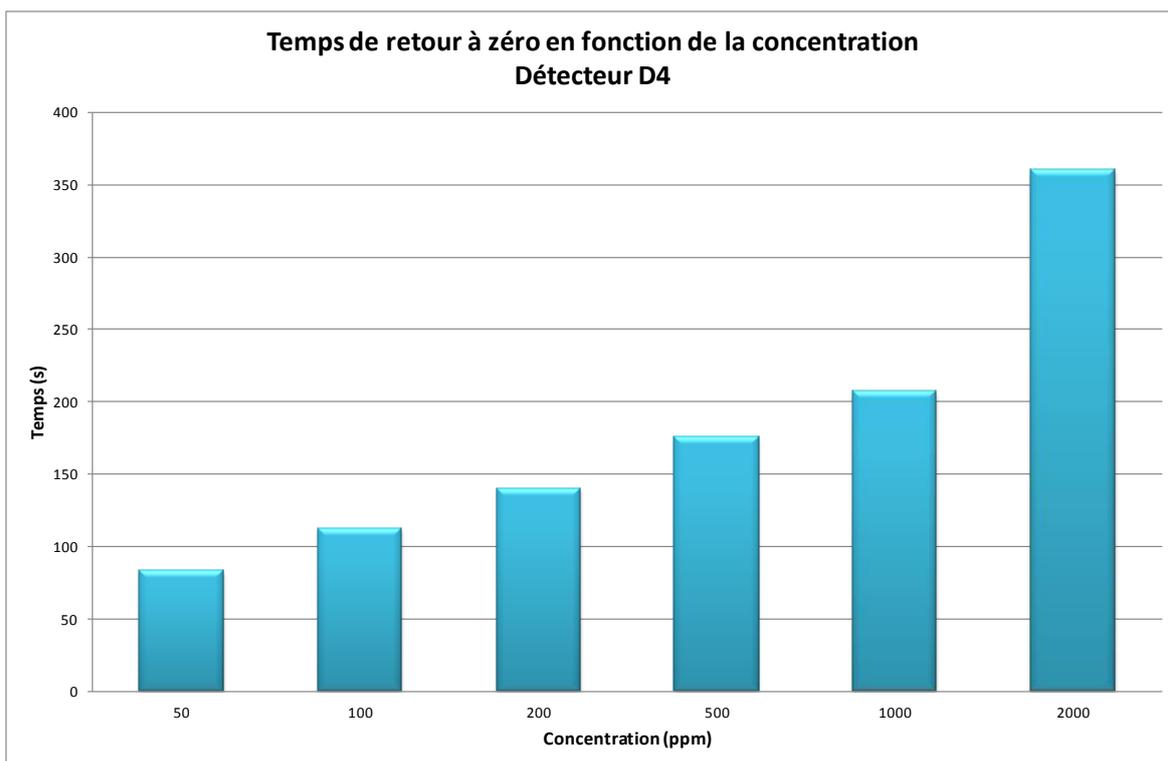
11.2.4 RESULTATS DE L'APPAREIL D4

Appareil D4 / Gamme de mesure 100ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
50	0	8	8	13	34	46	83
100	0	5	6	8	11	93	112
200	0	4	5	6	8	OVER	140
500	0	3	3	4	5	OVER	175
1000	0	3	3	4	4	OVER	207
2000	0	3	3	3	4	OVER	360

Tableau 43 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D4



Graphique 27 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D4

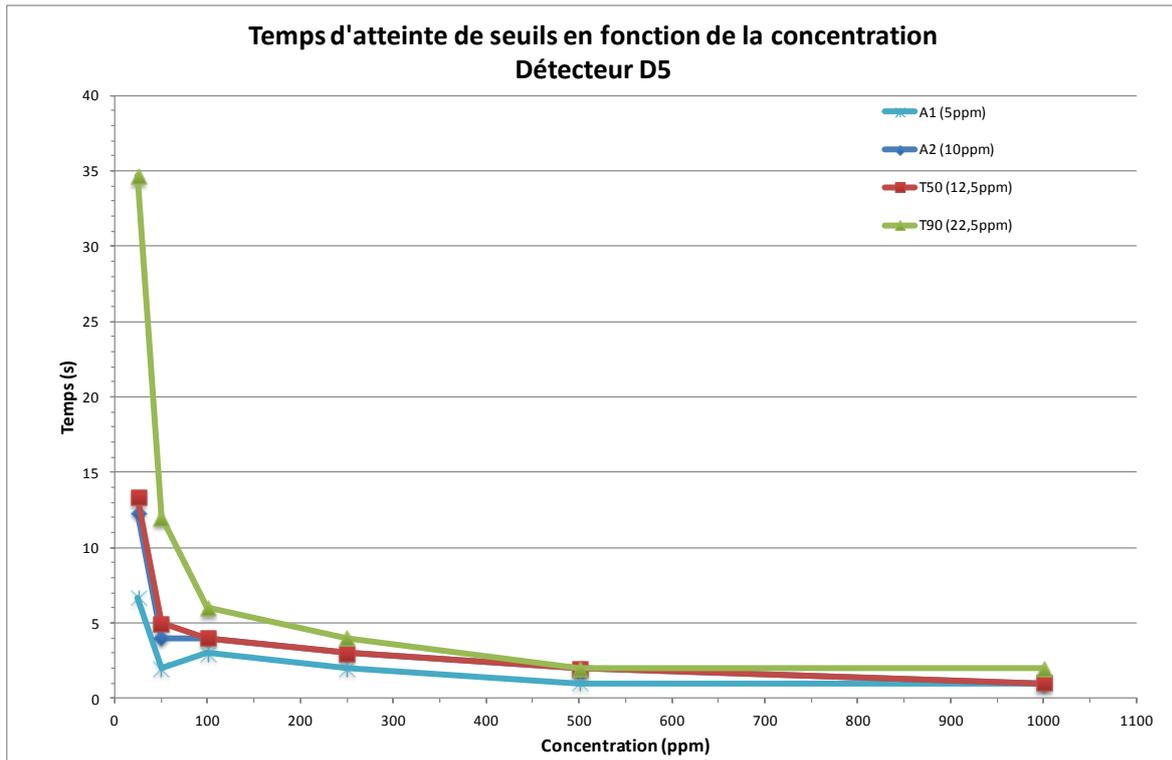


Graphique 28 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D4

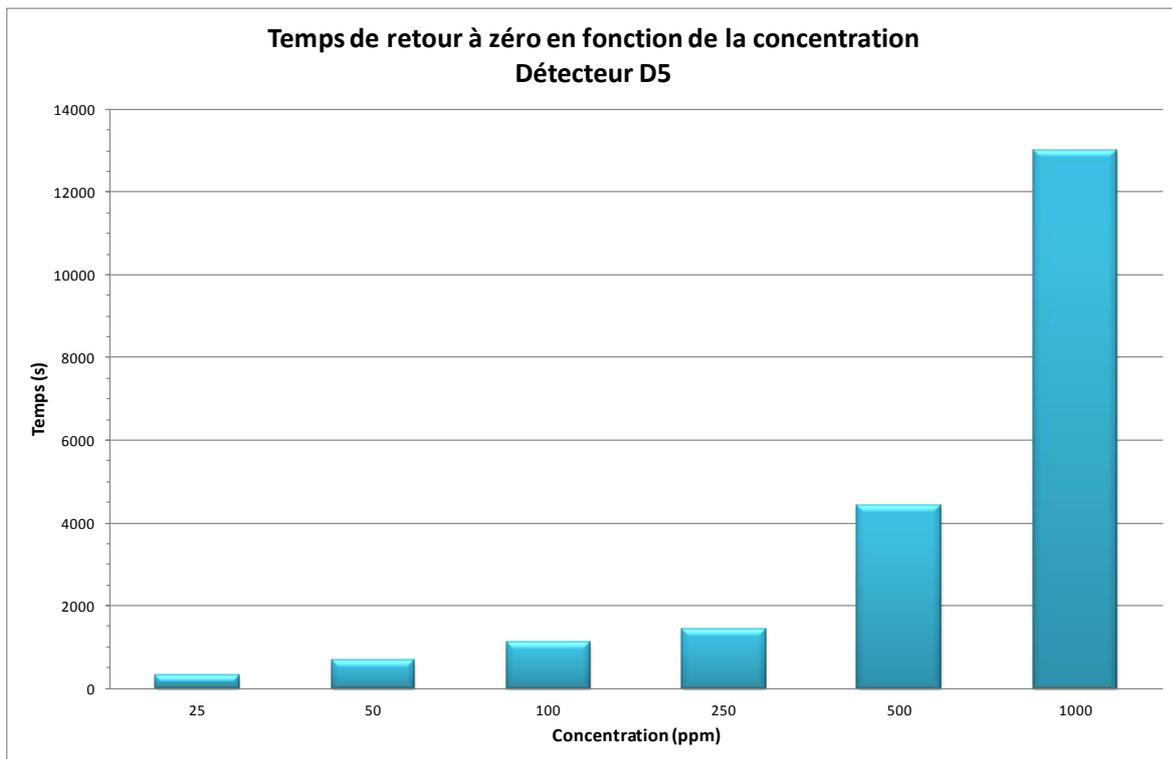
11.2.5 RESULTATS DE L'APPAREIL D5

Appareil D5 / Gamme de mesure 50ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 12,5 ppm	Seuil de 22,5 ppm		
25	0	7	12	13	35	22	307
50	0	2	4	5	12	42,9	670
100	0,2	3	4	4	6	50	1100
250	0,3	2	3	3	4	50	1400
500	0,4	1	2	2	2	50	4400
1000	2,2	1	1	1	2	50	13000

Tableau 44 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D5



Graphique 29 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D5



Graphique 30 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D5

11.3 FUITE A FORTE CONCENTRATION

Une fuite de 5 L/Min est réalisée dans le volume d'essai ouvert, afin de simuler une fuite de gaz. Le diamètre de fuite est de 4 mm.

Le détecteur, installé sur un support dans sa position normale d'utilisation, est placé à 28 cm de la fuite.

Deux orientations de fuite par rapport au détecteur sont réalisées :

- une fuite perpendiculaire à la face de la cellule (fuite horizontale),
- une fuite face à la cellule du détecteur (fuite verticale).

Les concentrations de fuites sont égales à :

- 100 % de l'étendue de mesure,
- 2 fois l'étendue de mesure,
- 5 fois l'étendue de mesure,
- 10 fois l'étendue de mesure,
- 20 fois l'étendue de mesure.

Le déroulement de l'essai est le suivant :

- l'appareil est vérifié en dynamique (avec sa coiffe) au gaz d'essai de référence, soit 15, 25 ou 50ppm selon les détecteurs,
- l'appareil est placé dans sa position normale d'utilisation et est fixé sur un support permettant de passer du volume d'essai à l'air ambiant,
- l'appareil est placé dans le volume d'essai à 28cm du point de fuite,
- le mélange de gaz est envoyé par un tube 1/4" à la concentration désirée dans le volume d'essai, en cas de non stabilisation de la mesure, la valeur sera relevée après un temps maximum de 5 minutes,
- après atteinte de la valeur finale l'appareil est sorti du volume et est exposé à l'air ambiant.

11.3.1 FUITE HORIZONTALE A FORTE CONCENTRATION

Le schéma de la configuration du banc pour l'essai de fuite horizontale est reporté sur la Figure 27 :

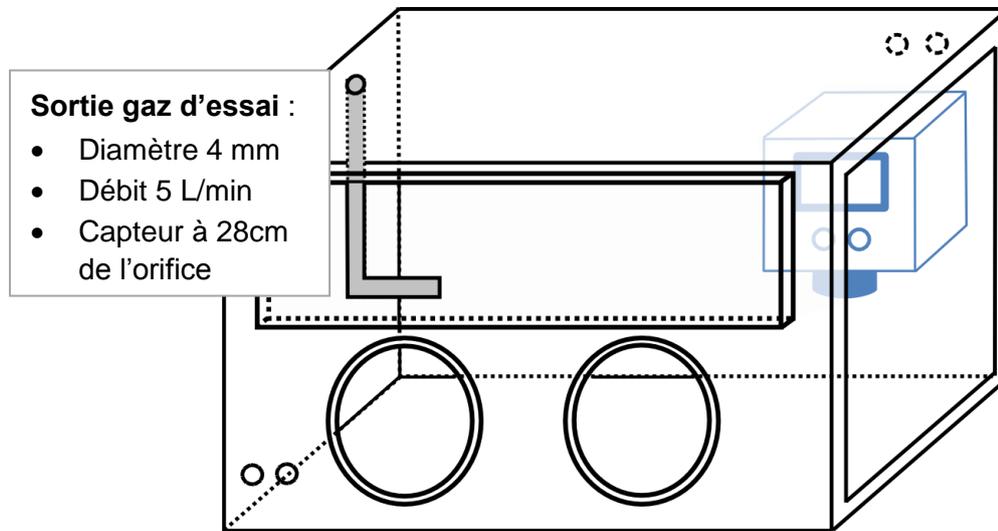


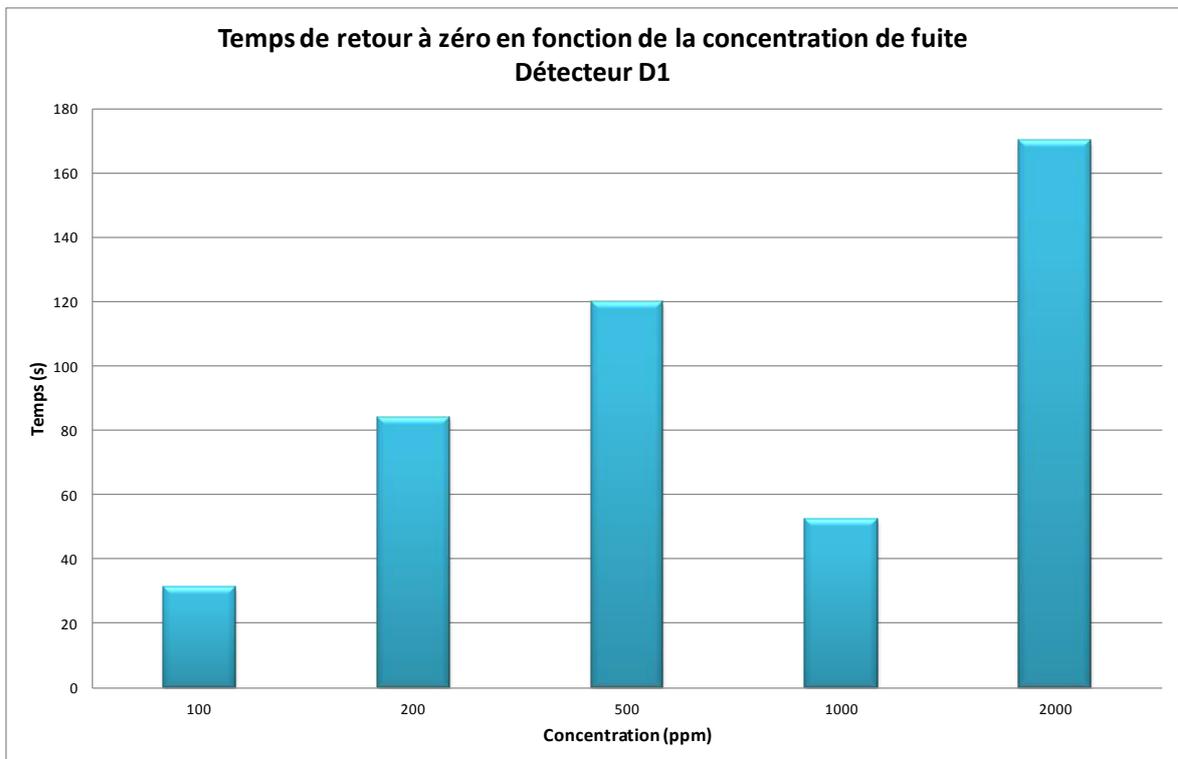
Figure 29 : volume d'essai en configuration "fuite horizontale"

Les résultats sont reportés ci-après. Ils comprennent par appareil :

- Un tableau synthétisant :
 - Les valeurs relevées sur l'afficheur de l'appareil,
 - Les temps de déclenchement des seuils suivants :
 - Seuils d'alarme (A1 et A2),
 - Seuils correspondant aux T_{50} et T_{90} mesurés précédemment, soit 25 et 45 ppm pour un gaz de calibrage de 50 ppm, ou 12,5 et 22,5 ppm pour un gaz de calibrage de 25 ppm et 7,5 et 13,5 ppm pour un gaz de calibrage de 15ppm.
 - Les temps de retour à zéro
- Un graphe des temps de retour à zéro en fonction de la concentration injectée

Appareil D1 / Gamme de mesure 100ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
100	0	19	/	/	/	7	31
200	0	3	3	/	/	13	84
500	0	3	3	4	/	35	120
1000	0	3	3	3	3	51	52
2000	0	3	3	3	3	>>>>	170

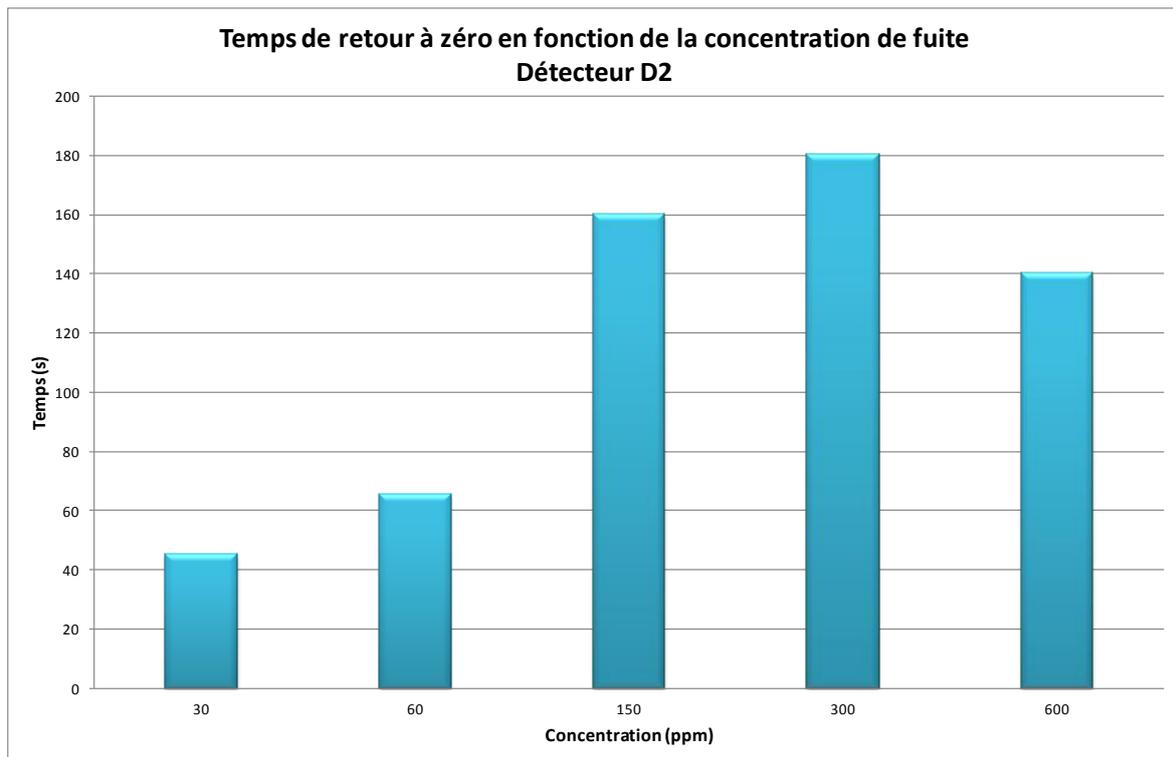
Tableau 45 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D1



Graphique 31 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D1

Appareil D2 / Gamme de mesure 30ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 7,5 ppm	Seuil de 13,5 ppm		
30	0	/	/	/	/	1	45
60	0	/	/	/	/	3,4	65
150	0	20	/	34	/	8,5	160
300	0	5	13	8	22	19,1	180
600	0	5	8	6	10	30 sup	140

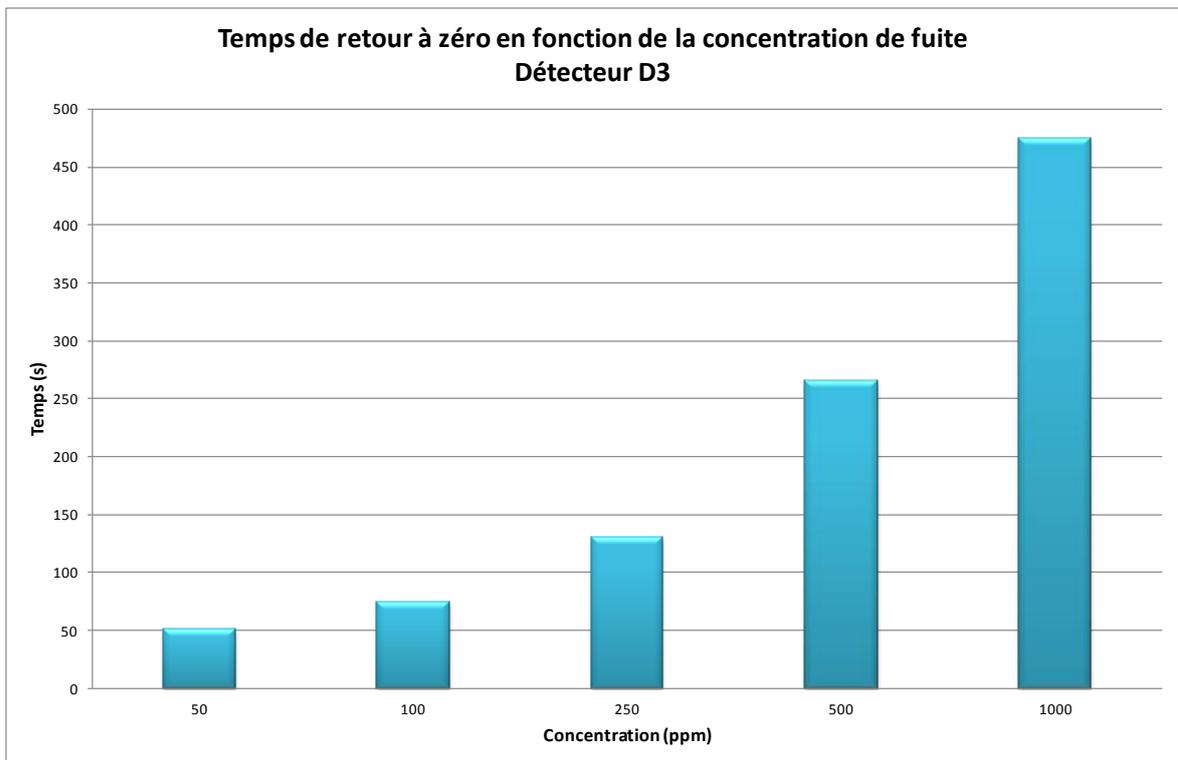
Tableau 46 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D2



Graphique 32 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D2

Appareil D3 / Gamme de mesure 50ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 12,5 ppm	Seuil de 22,5 ppm		
50	0	/	/	/	/	3,3	50
100	0	52	/	/	/	6,7	74
250	0	11	19	25	/	19	130
500	0	7	9	11	18	35	265
1000	0	6	8	9	12	70	475

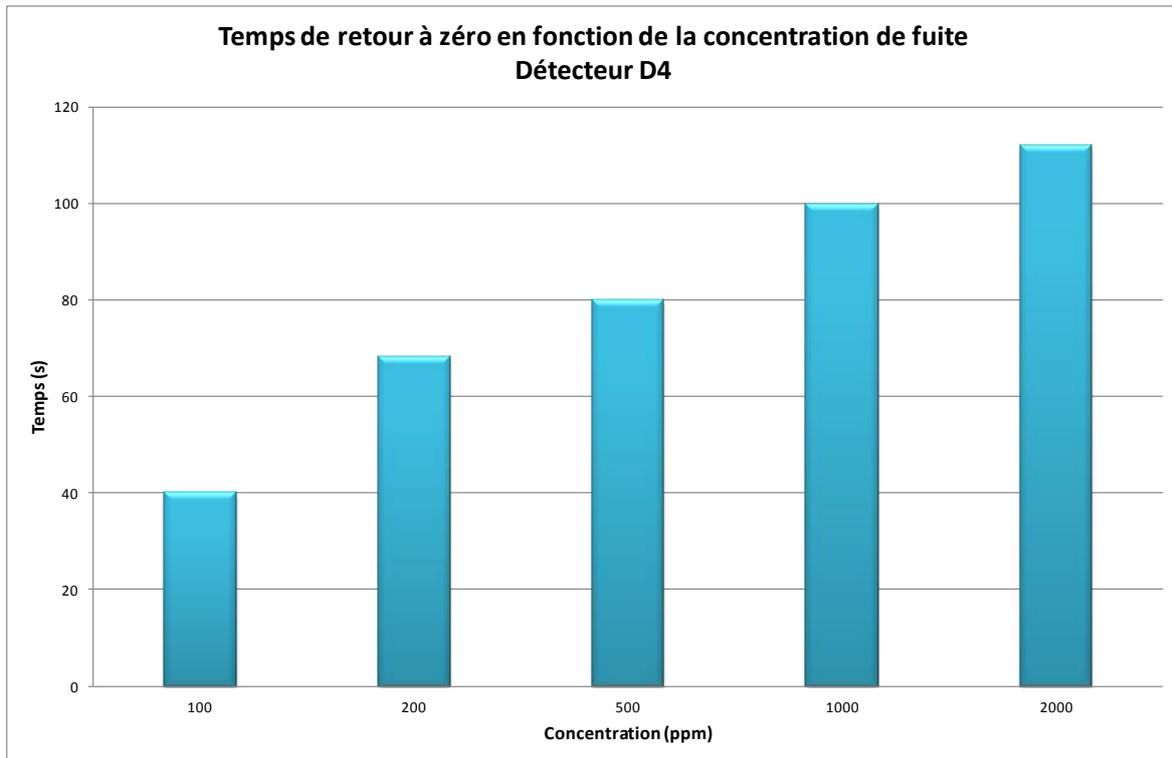
Tableau 47 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D3



Graphique 33 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D3

Appareil D4 / Gamme de mesure 100ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
100	0	32	/	/	/	5	40
200	0	24	72	/	/	10	68
500	0	9	12	77	/	26	80
1000	0	3	4	4	4	54	100
2000	0	3	4	5	6	100 / OVER	112

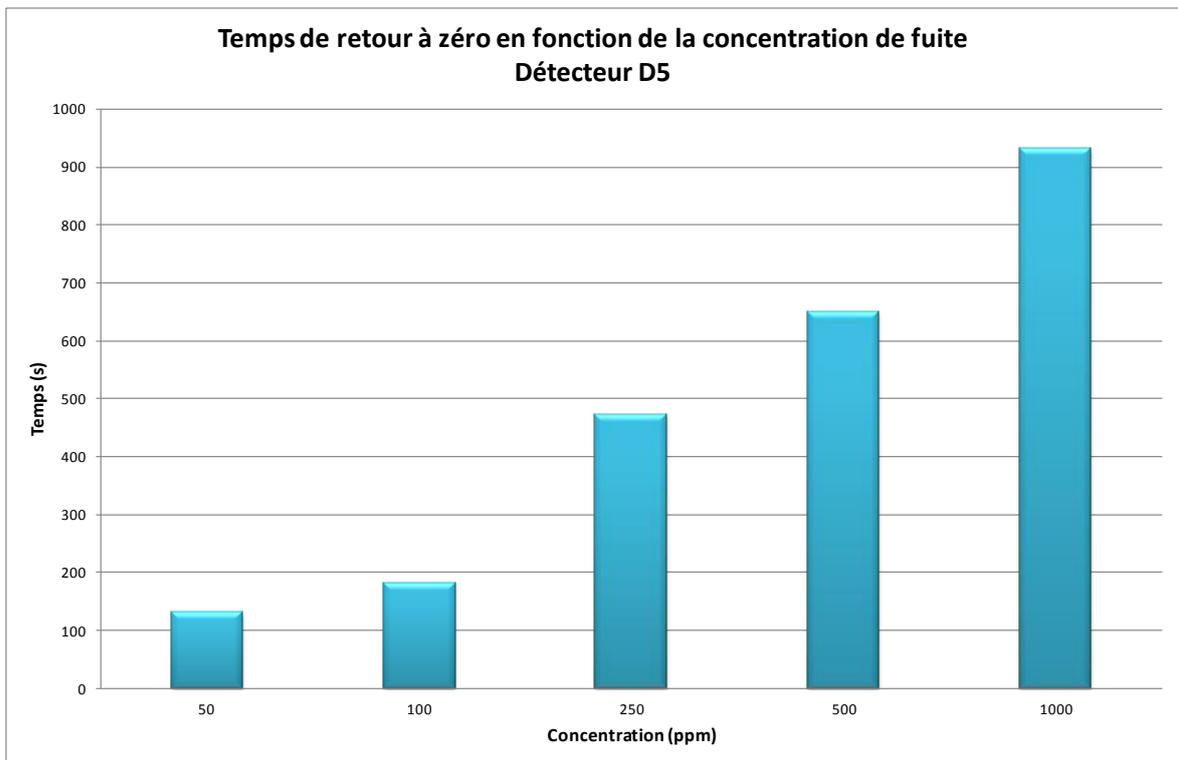
Tableau 48 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D4



Graphique 34 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D4

Appareil D5 / Gamme de mesure 50 ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 12,5 ppm	Seuil de 22,5 ppm		
50	0	/	/	/	/	3,9	130
100	0	29	/	/	/	7,1	180
250	0,1	5	20	32	/	16,3	470
500	0	6	13	16	36	32	650
1000	0	3	6	8	12	50	930

Tableau 49 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D5



Graphique 35 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D5

11.3.2 FUIE VERTICALE A FORTE CONCENTRATION

Le schéma de la configuration du banc pour l'essai de fuite verticale est représenté sur la Figure 28 :

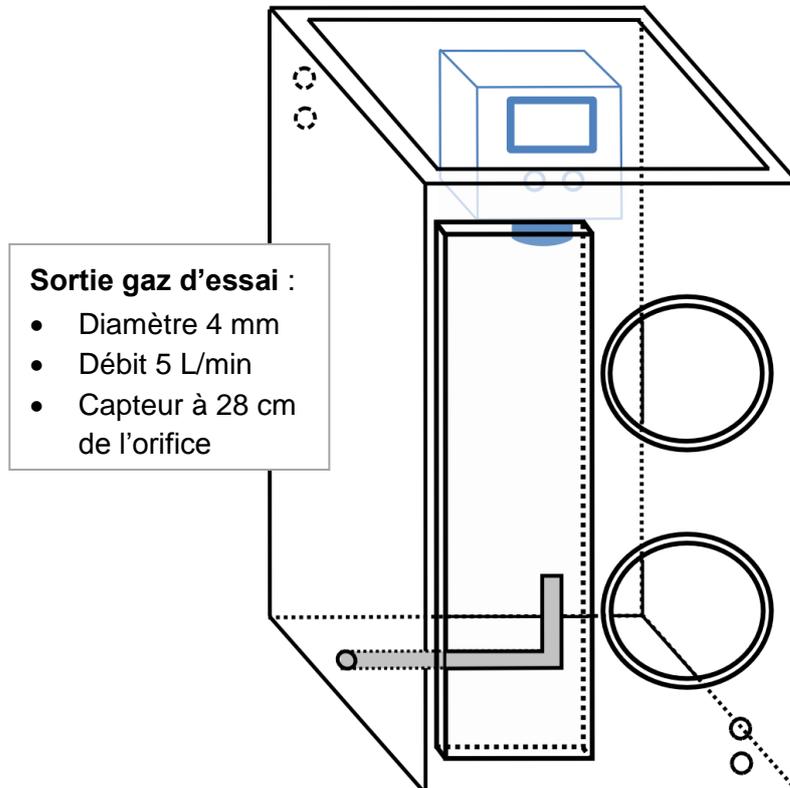


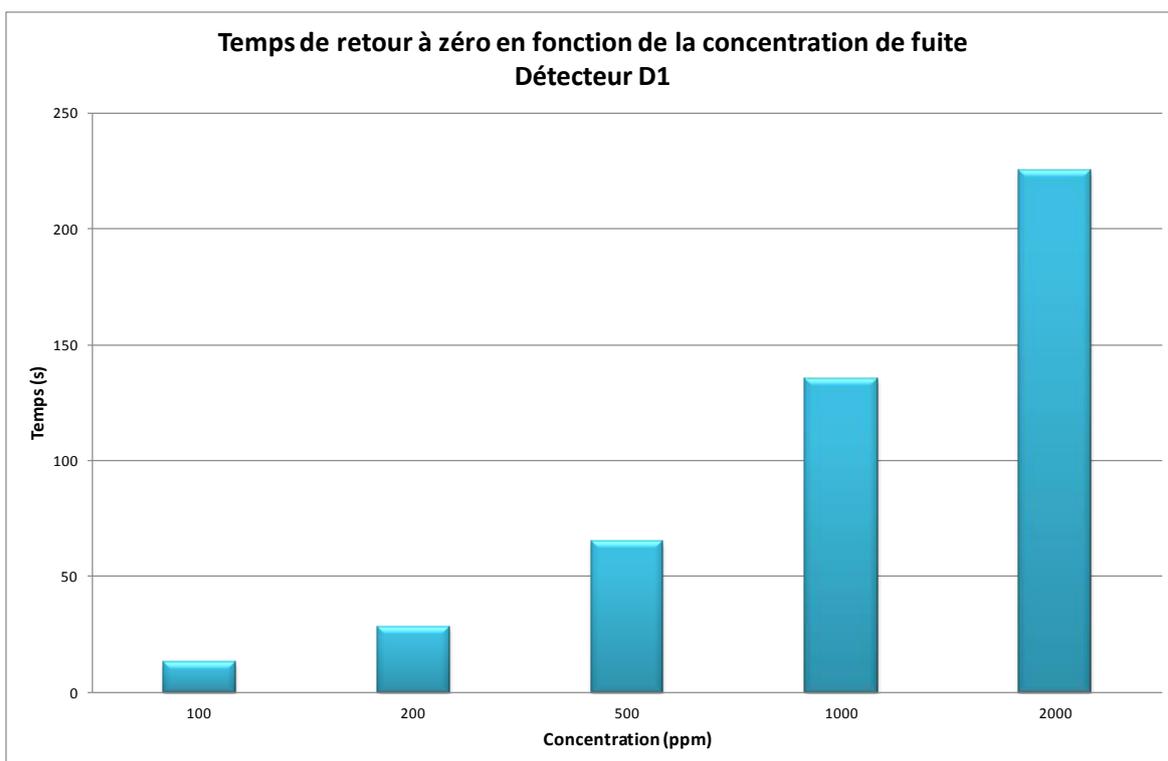
Figure 30 : volume d'essai en configuration "fuite verticale"

Les résultats sont reportés ci-après. Ils comprennent par appareil :

- Un tableau synthétisant :
 - Les valeurs relevées sur l'afficheur de l'appareil,
 - Les temps de déclenchement des seuils suivants :
 - Seuils d'alarme (A1 et A2),
 - Seuils correspondant aux T_{50} et T_{90} mesurés précédemment, soit 25 et 45 ppm pour un gaz de calibrage de 50 ppm, ou 12,5 et 22,5 ppm pour un gaz de calibrage de 25 ppm et 7,5 et 13,5 ppm pour un gaz de calibrage de 15ppm.
 - Les temps de retour à zéro
- Un graphe des temps de retour à zéro en fonction de la concentration injectée

Appareil D1 / Gamme de mesure 100ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
100	0	4	/	/	/	6	13
200	0	3	41	/	/	10	28
500	0	3	3	4	/	32	65
1000	0	3	3	3	4	62	135
2000	0	3	3	3	3	>>>>	225

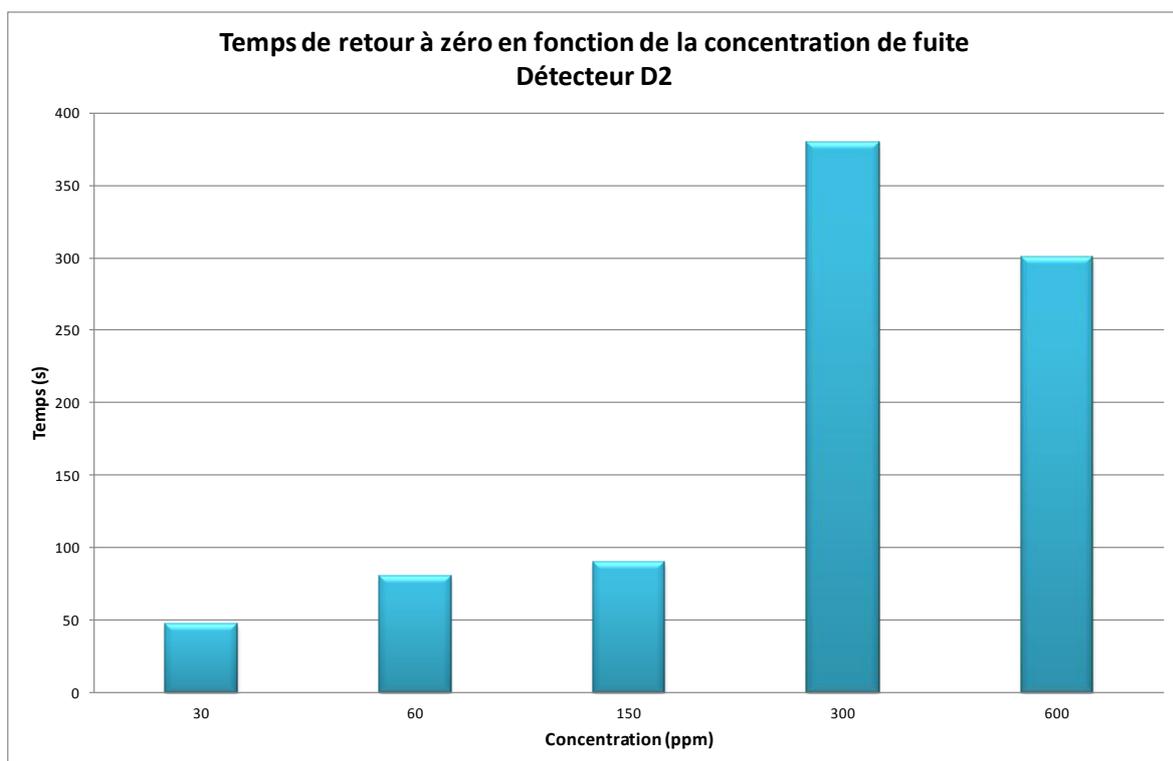
Tableau 50 : fuite verticale, résultats de l'appareil D1



Graphique 36 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D1

Appareil D2 / Gamme de mesure 30ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 7,5 ppm	Seuil de 13,5 ppm		
30	0	/	/	/	/	1,5	47
60	0	/	/	/	/	4	80
150	0	15	/	30	/	9,2	90
300	0	5	11	8	20	21	380
600	0	5	8	6	9	30 sup	300

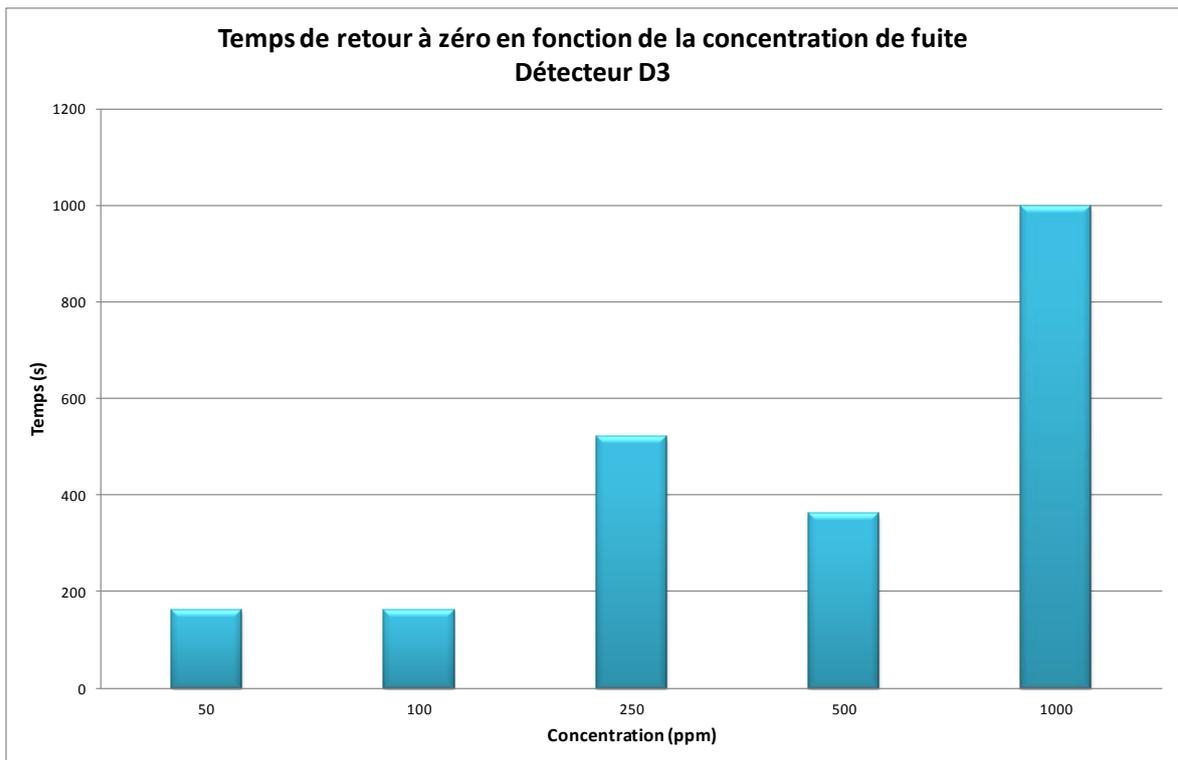
Tableau 51 : fuite verticale, résultats de l'appareil D2



Graphique 37 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D2

Appareil D3 / Gamme de mesure 50ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 12,5 ppm	Seuil de 22,5 ppm		
50	0	220	/	/	/	5	160
100	0	21	/	/	/	6,6	160
250	0	11	22	31	/	22	520
500	0	8	11	13	22	43	360
1000	0	5	6	6	7	↑↑↑↑	1000

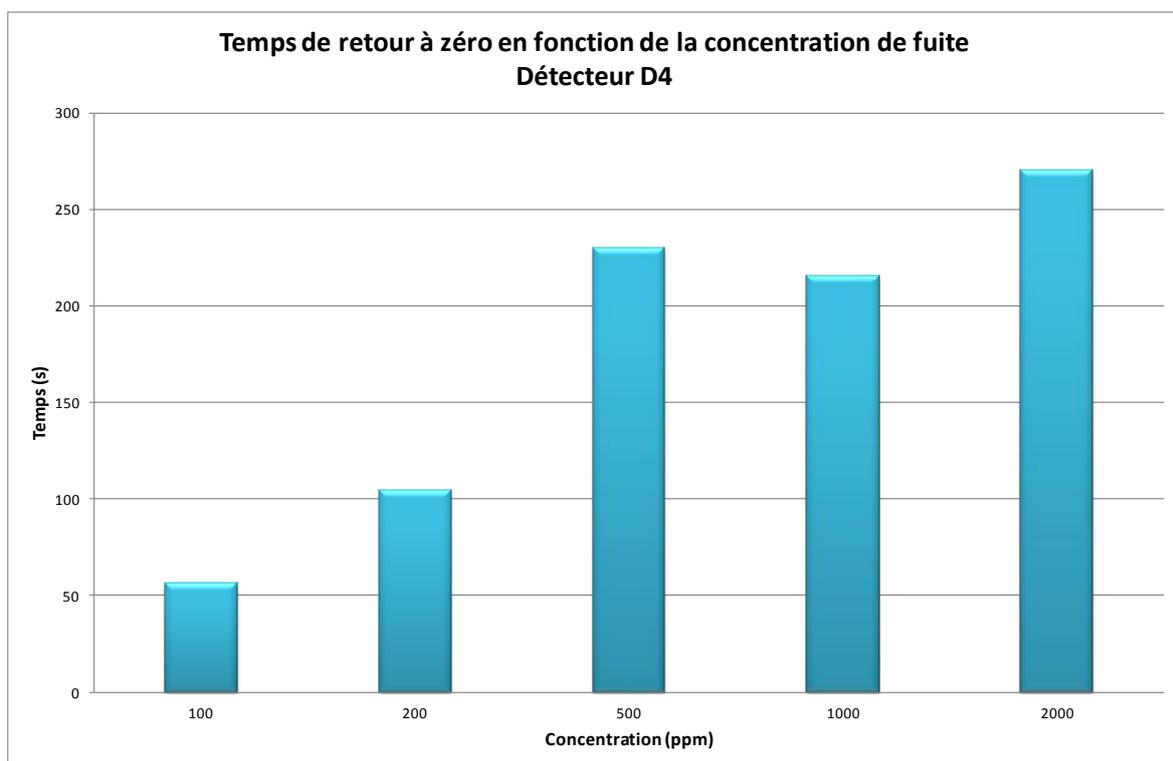
Tableau 52 : fuite verticale, résultats de l'appareil D3



Graphique 38 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D3

Appareil D4 / Gamme de mesure 100ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
100	0	15	/	/	/	7	56
200	0	10	23	/	/	15	104
500	0	7	8	20	/	40	230
1000	0	5	6	7	10	73	215
2000	0	4	4	5	6	OVER	270

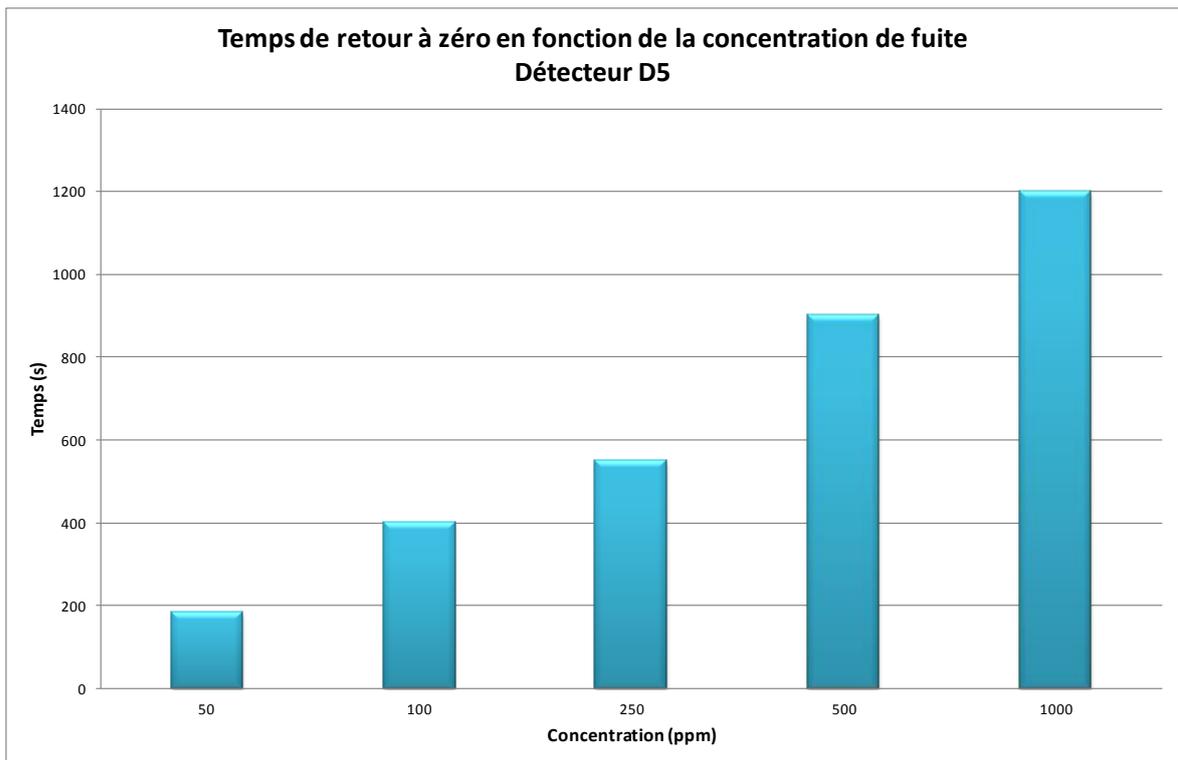
Tableau 53 : fuite verticale, résultats de l'appareil D4



Graphique 39 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D4

Appareil D5 / Gamme de mesure 50ppm H ₂ S							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 12,5 ppm	Seuil de 22,5 ppm		
50	0	54	/	/	/	5,9	180
100	0	7	129	/	/	10,9	400
250	0,1	12	22	28	68	36,5	550
500	0	3	6	8	17	50	900
1000	0	1	2	2	2	50	1200

Tableau 54 : fuite verticale, résultats de l'appareil D5



Graphique 40 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D5

11.4 DERIVE A LONG TERME ET ENDORMISSEMENT

L'objectif de cet essai est d'évaluer la dérive des détecteurs sur le long terme, c'est-à-dire lorsqu'ils ne sont pas exposés au gaz d'essai sur une période de plusieurs mois.

Après un calibrage initial, l'appareil fonctionne en continu pendant 3 mois dans l'air ambiant.

A l'issue des 3 mois, l'appareil est exposé à un gaz d'essai dont la concentration correspond à 5 fois l'étendue de mesure (5x EM).

Le comportement du détecteur et les temps définis ci-après sont relevés lors de la mesure initiale et après 3 mois d'essai.

Les résultats sont reportés ci-après. Ils comprennent par appareil :

- Un tableau synthétisant :
 - Les valeurs relevées sur l'afficheur de l'appareil,
 - Les temps de déclenchement des seuils suivants :
 - Seuils d'alarme (A1 et A2),
 - Seuils correspondant aux T_{50} et T_{90} mesurés précédemment, soit 25 et 45 ppm pour un gaz de calibrage de 50 ppm, ou 12,5 et 22,5 ppm pour un gaz de calibrage de 25 ppm et 7,5 et 13,5 ppm pour un gaz de calibrage de 15ppm.
 - Les temps de retour à zéro

Appareil D1 / Gamme de mesure 100ppm / Gaz de référence 50ppm H ₂ S							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
1	0	2	3	3	4	48	5
2	0	2	3	3	4	48	6
3	0	2	3	3	5	48	6
Moyenne mesure initiale	0	2	3	3	4	48	6
Exposition à 500ppm après 3 mois	0	2	2	2	2	>>>>	90

Tableau 55 : essai long terme, résultats de l'appareil D1

Appareil D2 / Gamme de mesure 30ppm / Gaz de référence 15ppm H ₂ S							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 7,5 ppm	Seuil de 13,5 ppm		
1	0	9	17	12	32	14,9	56
2	0	9	16	12	31	15,1	54
3	0	8	16	12	30	15	55
Moyenne mesure initiale	0	9	16	12	31	15,0	55
Exposition à 150ppm après 3 mois	0	2	3	3	4	30 SUP	93

Tableau 56 : long terme, résultats de l'appareil D2

Appareil D3 / Gamme de mesure 50ppm / Gaz de référence 25ppm H ₂ S							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 12,5 ppm	Seuil de 22,5 ppm		
1	0	12	17	19	39	25	100
2	0	12	17	19	39	25,1	107
3	0	12	16	19	38	25,1	111
Moyenne mesure initiale	0	12	17	19	39	25,1	106
Exposition à 250ppm après 3 mois	0	4	5	5	6	↑↑↑↑	360

Tableau 57 : long terme, résultats de l'appareil D3

Appareil D4 / Gamme de mesure 100ppm / Gaz de référence 50ppm H ₂ S							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (5ppm)	A2 (10ppm)	Seuil de 25 ppm	Seuil de 45 ppm		
1	0	7	8	12	28	48	81
2	0	8	9	13	34	48	81
3	0	6	8	11	23	47	78
Moyenne mesure initiale	0	7	8	12	28	48	80
Exposition à 500ppm après 3 mois	0	2	3	5	6	OVER	180

Tableau 58 : long terme, résultats de l'appareil D4

Appareil D5 / Gamme de mesure 50ppm / Gaz de référence 25ppm H ₂ S							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (10ppm)	A2 (20ppm)	Seuil de 12,5 ppm	Seuil de 22,5 ppm		
1	0	9	15	19	53	25,3	247
2	0	10	16	21	55	25,5	346
3	0	9	15	19	52	25,6	385
Moyenne mesure initiale	0	9	15	20	53	25,5	326
Exposition à 250ppm après 3 mois	0	1	2	3	3	50	780

Tableau 59 : long terme, résultats de l'appareil D5

12. RESULTATS DES ESSAIS SUR LES DETECTEURS CL₂

12.1 MESURES SUR L'ETENDUE DE MESURE DE L'APPAREIL

L'objectif de cet essai est de caractériser les performances des détecteurs sur leur étendue de mesure. L'exposition au gaz d'essai est effectuée en mode d'exposition dynamique puis en statique.

La réponse des appareils est mesurée, ainsi que les temps de réponse (T_{50} et T_{90}), les temps de déclenchement des alarmes (A1 et A2) et le temps de retour à zéro.

12.1.1 ESSAI EN DYNAMIQUE

Le gaz d'essai de référence est un gaz à une concentration égale à la moitié de l'étendue de mesure du détecteur soit, dans le cas du Cl₂, 5 ou 7,5ppm.

Les temps de réponse (T_{50} et T_{90}) et les temps de déclenchement des alarmes (A1 et A2) sont déterminés de la manière suivante : l'appareil est exposé à l'air ambiant puis au gaz d'essai de référence à l'aide de sa coiffe de calibrage au débit préconisé par le constructeur jusqu'à stabilisation de la mesure (valeur finale). En cas de non stabilisation de la mesure, la valeur sera relevée après un temps maximum de 5 minutes.

Le temps de retour à zéro est également mesuré.

Chaque mesure est effectuée 3 fois. Les résultats (valeurs moyennes) sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Appareils Gamme de mesure Concentration du gaz de référence	Zéro	Valeur Finale (ppm)	Temps de réponse (s)		Temps de déclenchement des alarmes		Temps de retour à zéro (s)
			T ₅₀	T ₉₀	A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	
D1 Gamme 15 ppm gaz d'essai 7,5 ppm Cl ₂	0	7,3	4	8	2	3	13
D2 Gamme 10 ppm gaz d'essai 5 ppm Cl ₂	0	5,3	3	8	2	2	9
D3 Gamme 10 ppm gaz d'essai 5 ppm Cl ₂	0	4,8	8	23	5	6	70
D4 Gamme 10 ppm gaz d'essai 5 ppm Cl ₂	0	5,1	5	16	2	2	18
D5 Gamme 10 ppm gaz d'essai 5 ppm Cl ₂	0	5,5	3	5	1	2	21

Tableau 60 : Résultats des essais temps de réponse en dynamique

La réponse des appareils est égale, à 10% près, à la concentration du gaz de référence.
Les temps de réponse sont conformes à ce qui est annoncé pour les constructeurs (Cf. Tableau 3)

12.1.2 ESSAI EN STATIQUE

Le gaz d'essai de référence est un gaz à une concentration égale à la moitié de l'étendue de mesure du détecteur soit, dans le cas du Cl₂, 5 ou 7,5ppm.

Les temps de réponse (T₅₀ et T₉₀), les temps de déclenchement des alarmes (A1 et A2) et le temps de retour à zéro sont déterminés selon la méthode suivante :

- l'appareil est placé dans sa position normale d'utilisation et est fixé sur un support permettant de passer du volume d'essai à l'air ambiant,
- l'appareil est placé dans le volume d'essai avec un cache étanche sur sa cellule,
- lorsque le mélange de gaz a atteint la concentration désirée dans le volume d'essai, le cache est retiré et l'appareil est exposé au gaz d'essai, en cas de non stabilisation de la mesure, la valeur sera relevée après un temps maximum de 5 minutes,
- après atteinte de la valeur finale l'appareil est sorti du volume et est exposé à l'air ambiant.

Chaque mesure est effectuée 3 fois. Les résultats (valeurs moyennes) sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Remarque : les temps de réponse T₅₀ et T₉₀ ne sont relevés que si l'appareil indique une réponse d'au moins 60% de la concentration du gaz d'essai, ces temps sont considérés comme non pertinent si la réponse de l'appareil est trop faible

Appareils Gamme de mesure Concentration du gaz de référence	Zéro	Valeur Finale (ppm)	Temps de réponse (s)		Temps de déclenchement des alarmes		Temps de retour à zéro (s)
			T ₅₀	T ₉₀	A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	
D1 Gamme 15 ppm gaz d'essai 7,5 ppm Cl ₂	0	4			3	4	19
D2 Gamme 10 ppm gaz d'essai 5 ppm Cl ₂	0	3			1	1	6
D3 Gamme 10 ppm gaz d'essai 5 ppm Cl ₂	0	5	4	5	3	4	103
D4 Gamme 10 ppm gaz d'essai 5 ppm Cl ₂	0	2			5	9	27
D5 Gamme 10 ppm gaz d'essai 5 ppm Cl ₂	0	3,4	2	2	1	1	11

Tableau 61 : Résultats des essais temps de réponse en statique

La réponse de l'appareil D3 est égale à la concentration du gaz de référence. Pour les 4 autres appareils la variation de réponse est de -32% à -60%.

En mode d'exposition statique, les temps de réponse pour 2 appareils sont conformes à ce qui est annoncé par les fabricants (Cf. Tableau 3).

12.2 EXPOSITION A DE FORTES CONCENTRATIONS EN STATIQUE

Les temps de réponse (T_{50} et T_{90}), les temps de déclenchement des alarmes (A1 et A2) et le temps de retour à zéro déterminés dans l'essai en 11.1 sont vérifiées lors d'une exposition à des fortes concentrations de gaz, dont les concentrations sont égales à :

- 100 % de l'étendue de mesure,
- 2 fois l'étendue de mesure,
- 5 fois l'étendue de mesure,
- 10 fois l'étendue de mesure,
- 20 fois l'étendue de mesure.

Le déroulement de l'essai est le suivant :

- l'appareil est vérifié en dynamique (avec sa coiffe) au gaz d'essai de référence, soit 5 ou 7,5ppm selon les détecteurs,
- l'appareil est placé dans sa position normale d'utilisation et est fixé sur un support permettant de passer du volume d'essai à l'air ambiant,
- l'appareil est placé dans le volume d'essai avec un cache étanche sur sa cellule,
- lorsque le mélange de gaz a atteint la concentration désirée dans le volume d'essai, le cache est retiré et l'appareil est exposé au gaz d'essai, en cas de non stabilisation de la mesure, la valeur sera relevée après un temps maximum de 5 minutes,
- après atteinte de la valeur finale l'appareil est sorti du volume et est exposé à l'air ambiant.

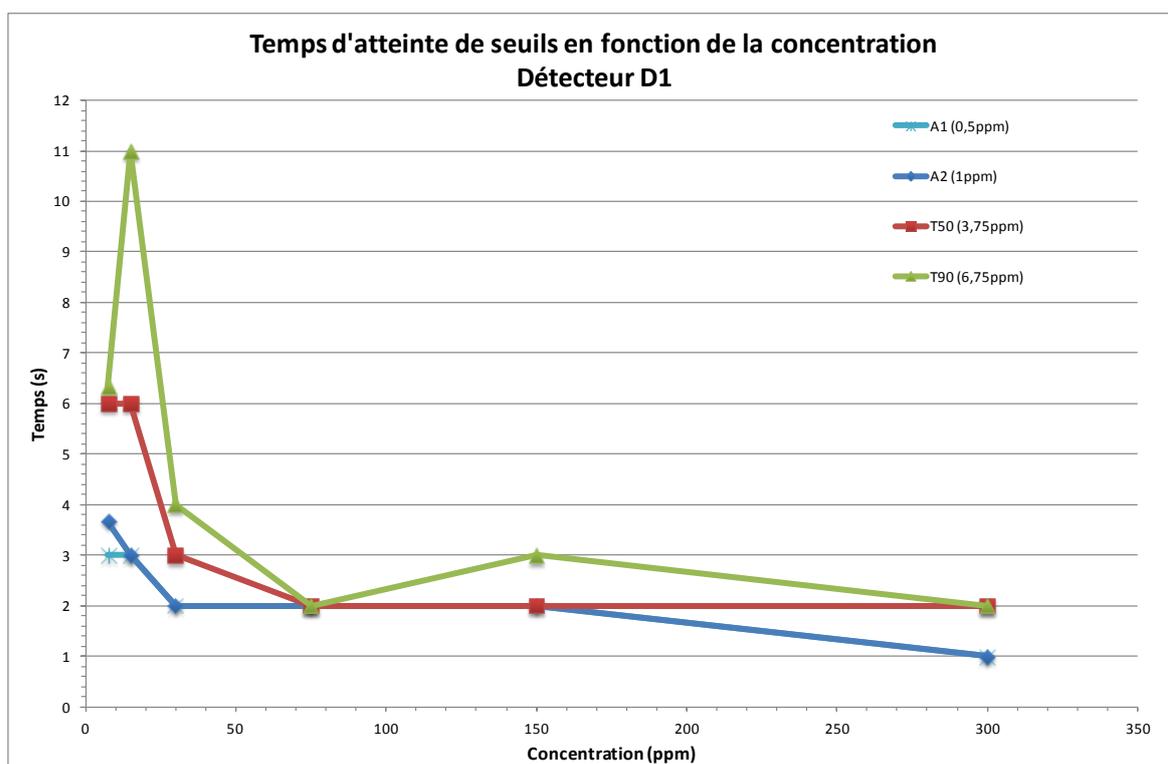
Les résultats sont reportés ci-après. Ils comprennent par appareil :

- Un tableau synthétisant :
 - Les valeurs relevées sur l'afficheur de l'appareil,
 - Les temps de déclenchement des seuils suivants :
 - Seuils d'alarme (A1 et A2),
 - Seuils correspondant aux T_{50} et T_{90} mesurés précédemment, soit 2,5 et 4,5 ppm pour un gaz de calibrage de 5 ppm, ou 3,75 et 6,75 ppm pour un gaz de calibrage de 7,5 ppm.
 - Les temps de retour à zéro
- Un graphe représentant les temps de déclenchement des seuils en fonction de la concentration de gaz injectée.
- Un graphe des temps de retour à zéro en fonction de la concentration injectée

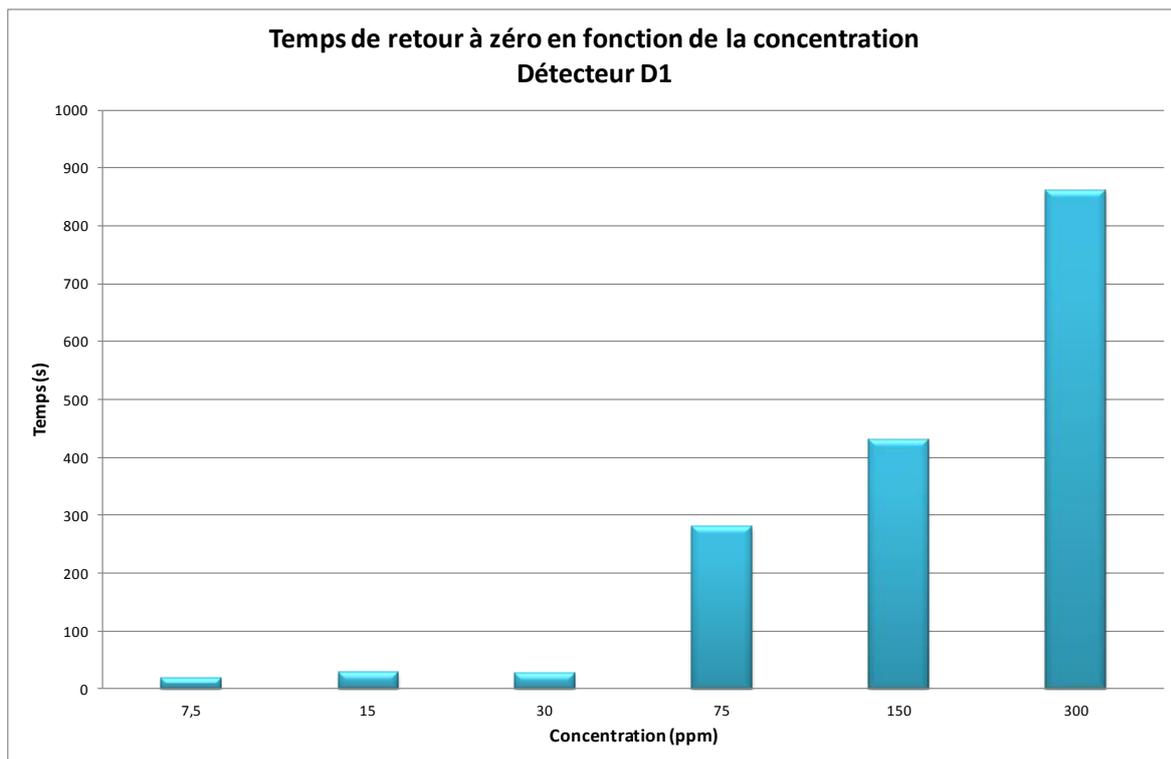
12.2.1 RESULTATS DE L'APPAREIL D1

Appareil D1 / Gamme de mesure 15ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 3,75 ppm	Seuil de 6,75 ppm		
7,5	0	3	4	6		4	19
15	0	3	3	6	11	8	28
30	0	2	2	3	4	>>>>	27
75	0	2	2	2	2	>>>>	280
150	0	2	2	2	3	>>>>	430
300	0	1	1	2	2	>>>>	860

Tableau 62 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D1



Graphique 41 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D1

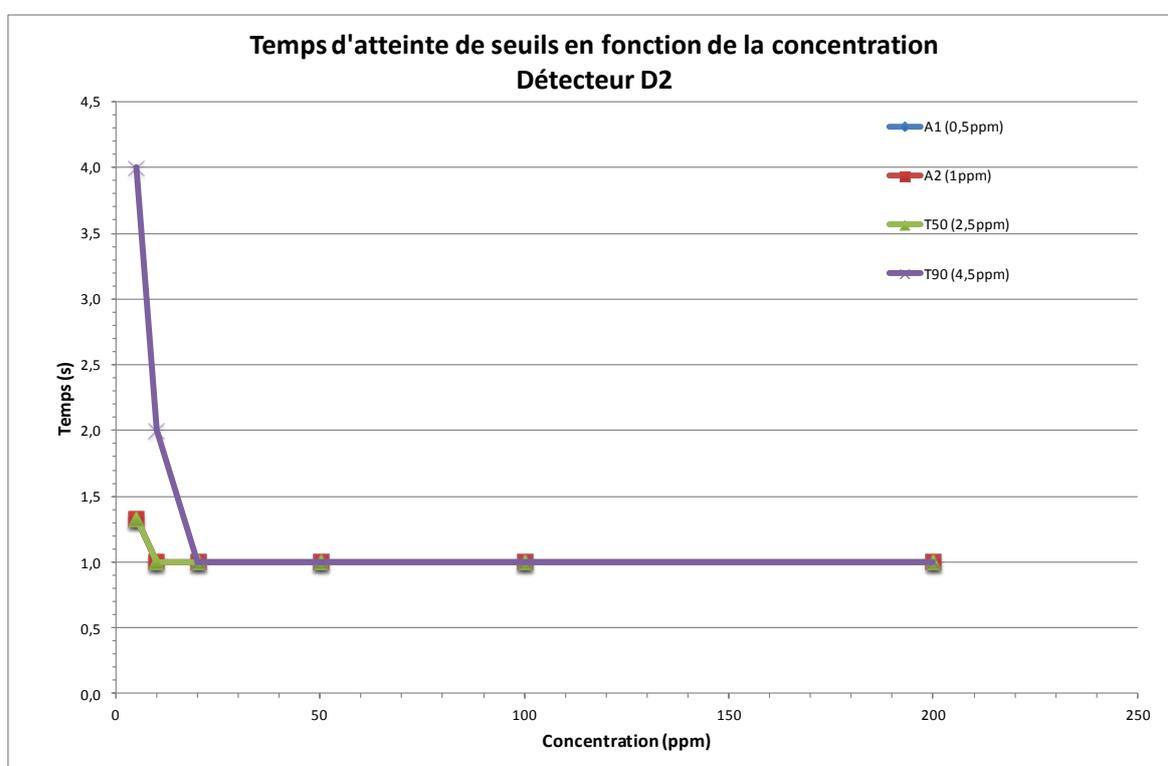


Graphique 42 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D1

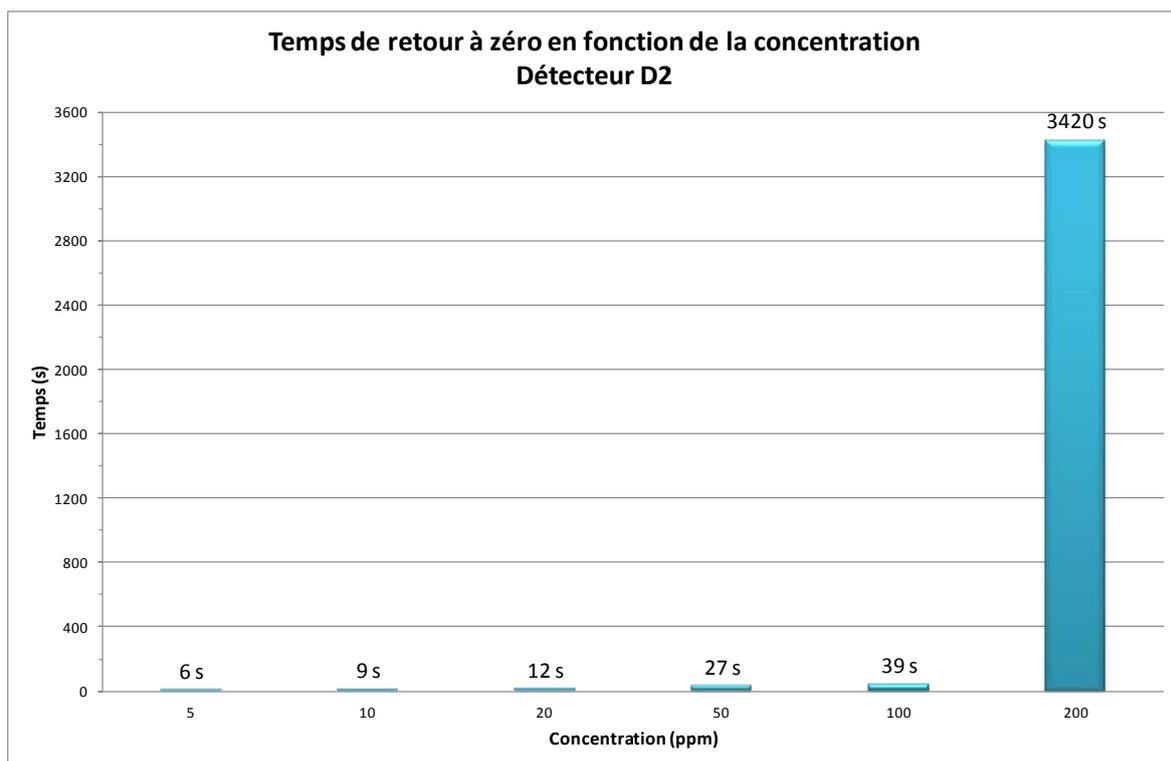
12.2.2 RESULTATS DE L'APPAREIL D2

Appareil D2 / Gamme de mesure 10ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
5	0	1	1	1	4	3,0	6
10	0	1	1	1	2	5,4	9
20	0	1	1	1	1	10	12
50	0	1	1	1	1	10	27
100	0	1	1	1	1	10	39
200	0	1	1	1	1	10	3420

Tableau 63 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D2



Graphique 43 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D2

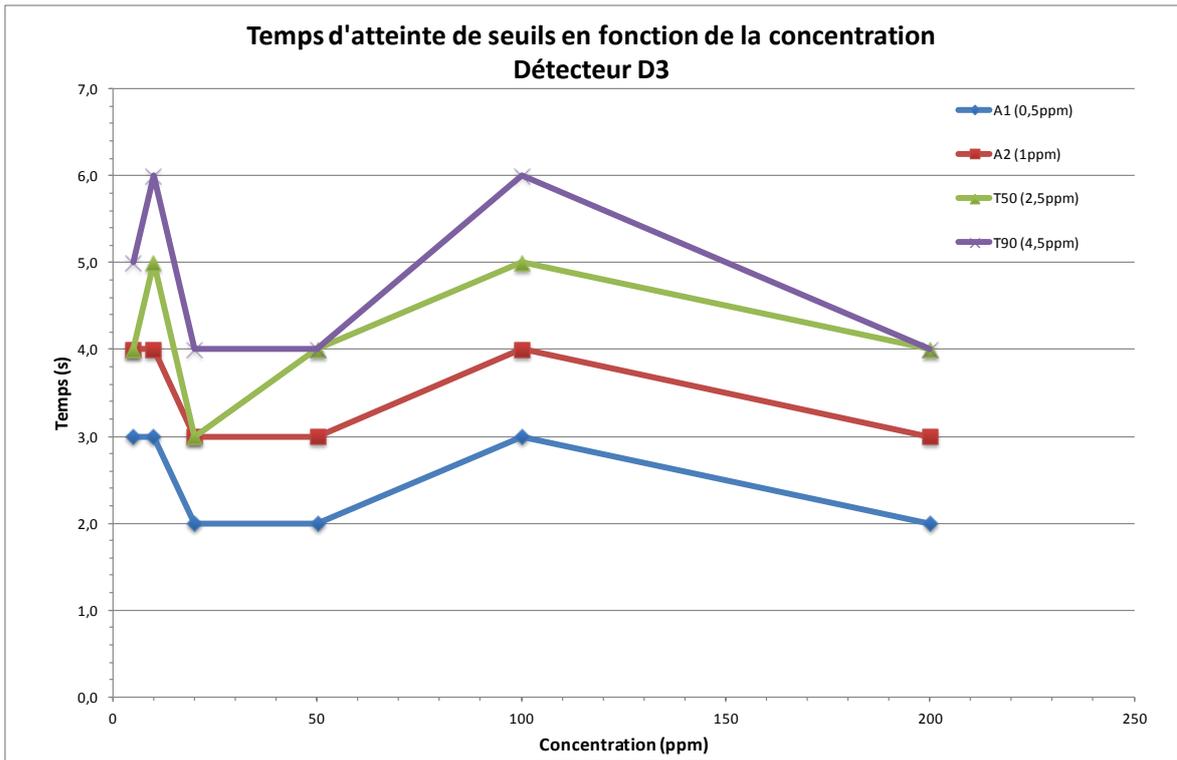


Graphique 44 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D2

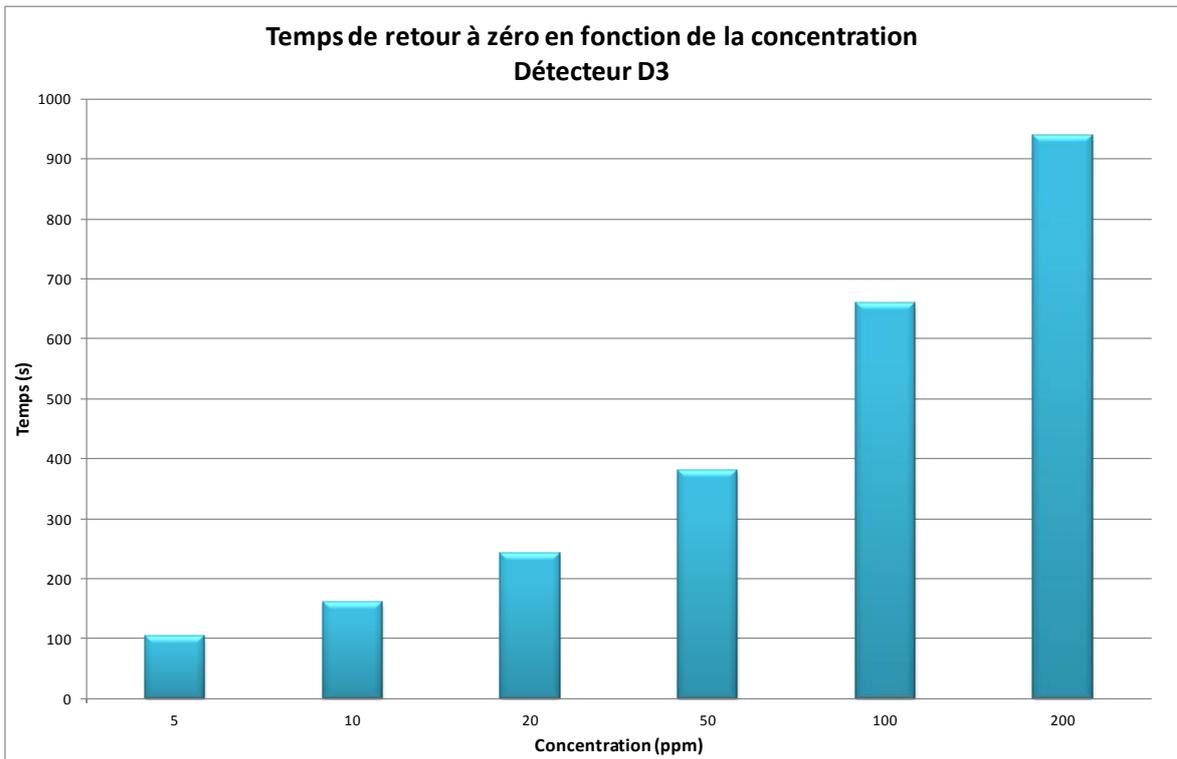
12.2.3 RESULTATS DE L'APPAREIL D3

Appareil D3 / Gamme de mesure 10ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
5	0	3	4	4	5	5,0	103
10	-0,05	3	4	5	6	11	160
20	-0,05	2	3	3	4	22,6	240
50	-0,05	2	3	4	4	↑↑↑↑	380
100	-0,05	3	4	5	6	↑↑↑↑	660
200	-0,04	2	3	4	4	↑↑↑↑	940

Tableau 64 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D3



Graphique 45 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D3

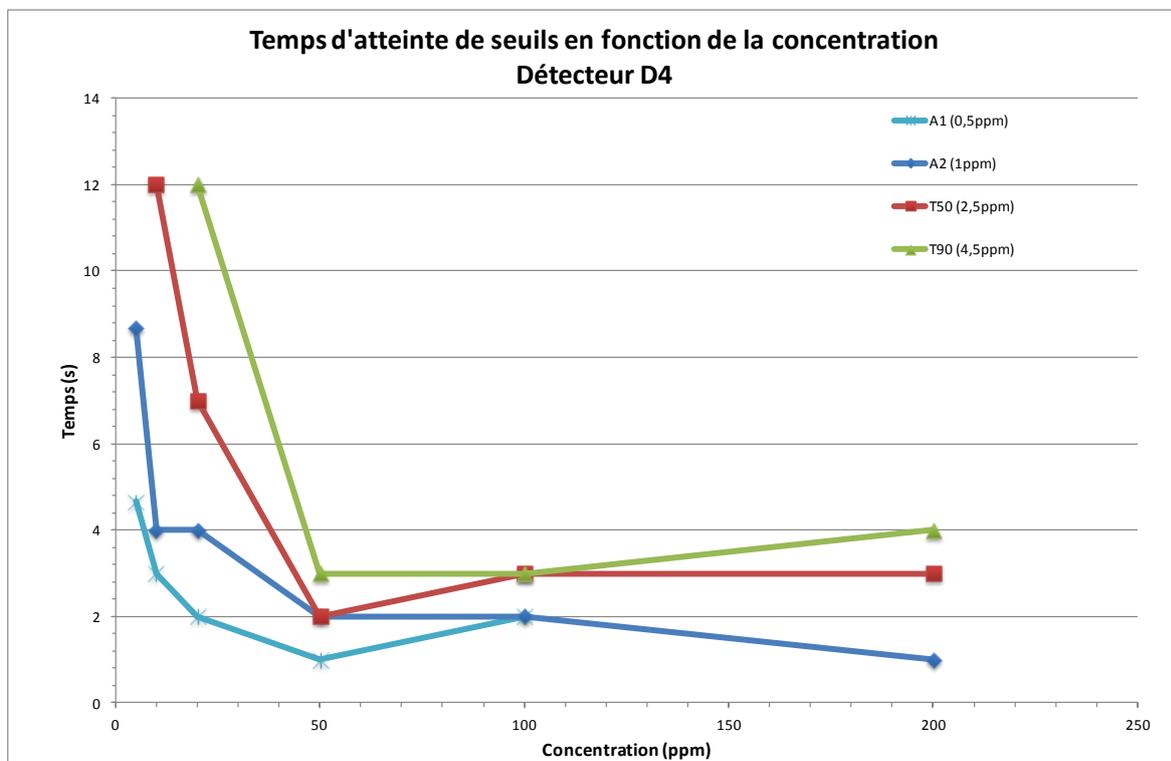


Graphique 46 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D3

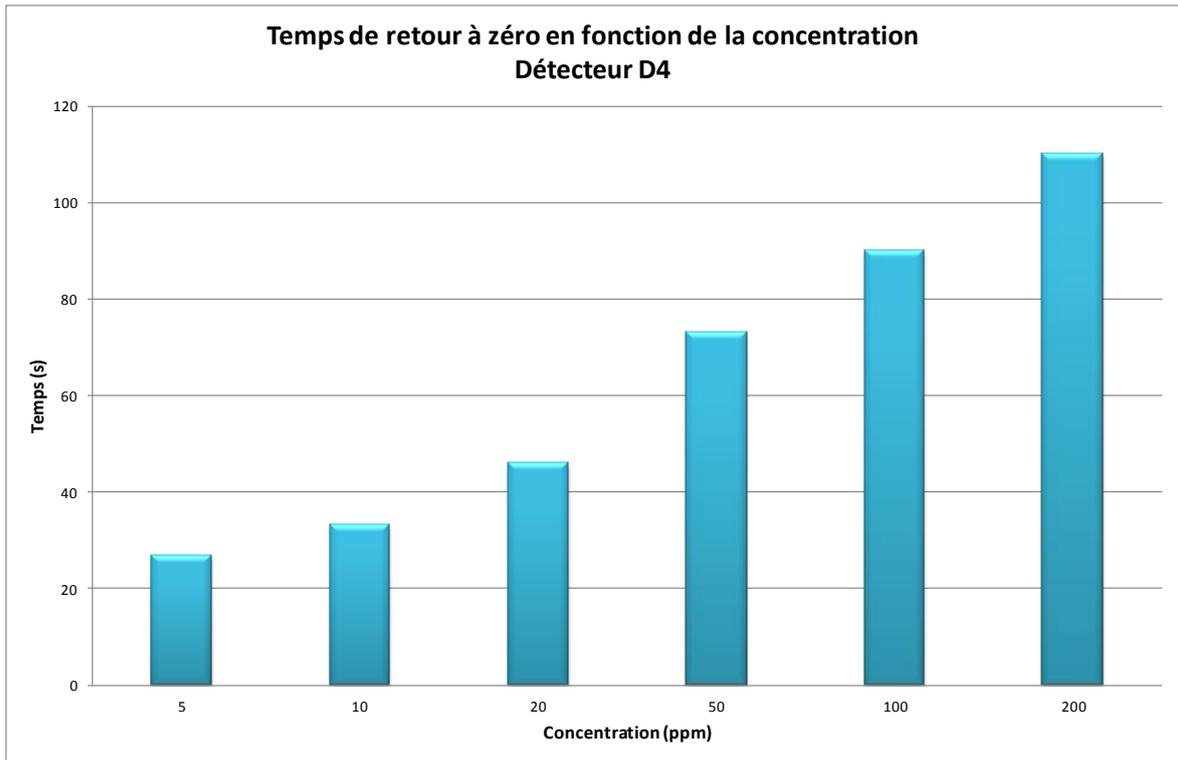
12.2.4 RESULTATS DE L'APPAREIL D4

Appareil D4 / Gamme de mesure 10ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
5	0	5	9			1,8	27
10	0	3	4	12		3,7	33
20	0	2	4	7	12	8,1	46
50	0	1	2	2	3	OVER	73
100	0	2	2	3	3	OVER	90
200	0	1	1	3	4	OVER	110

Tableau 65 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D4



Graphique 47 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D4

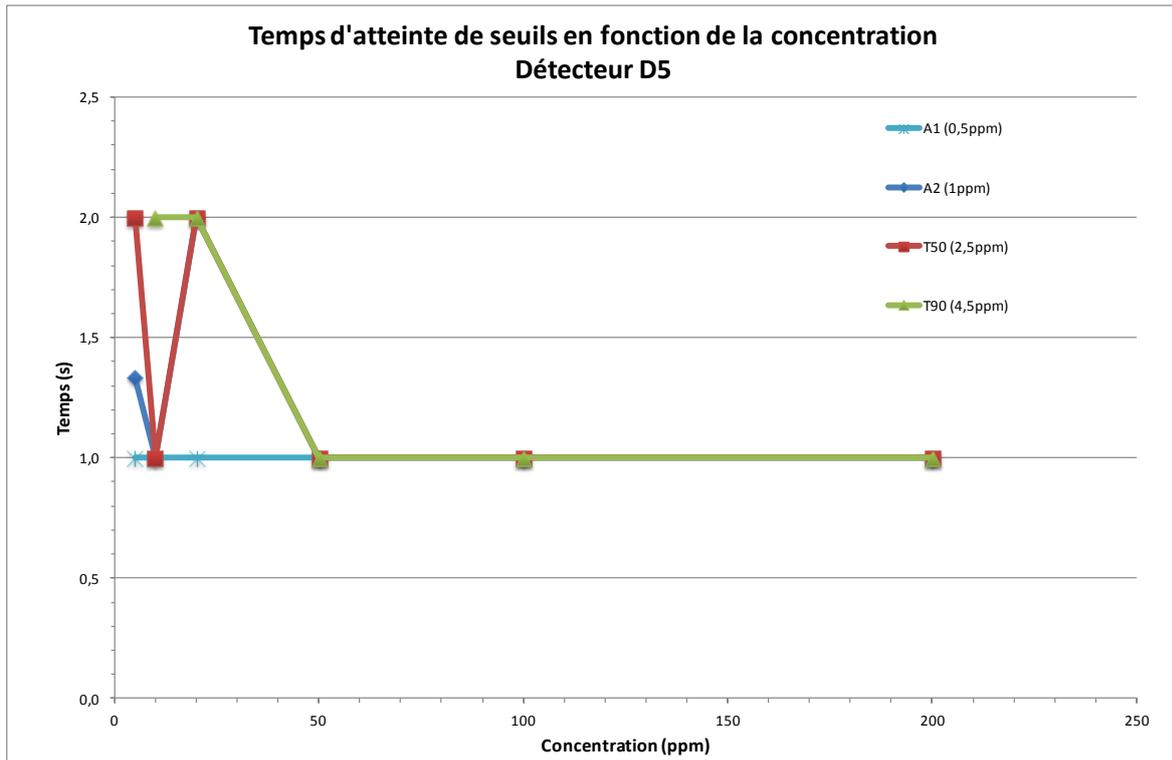


Graphique 48 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D4

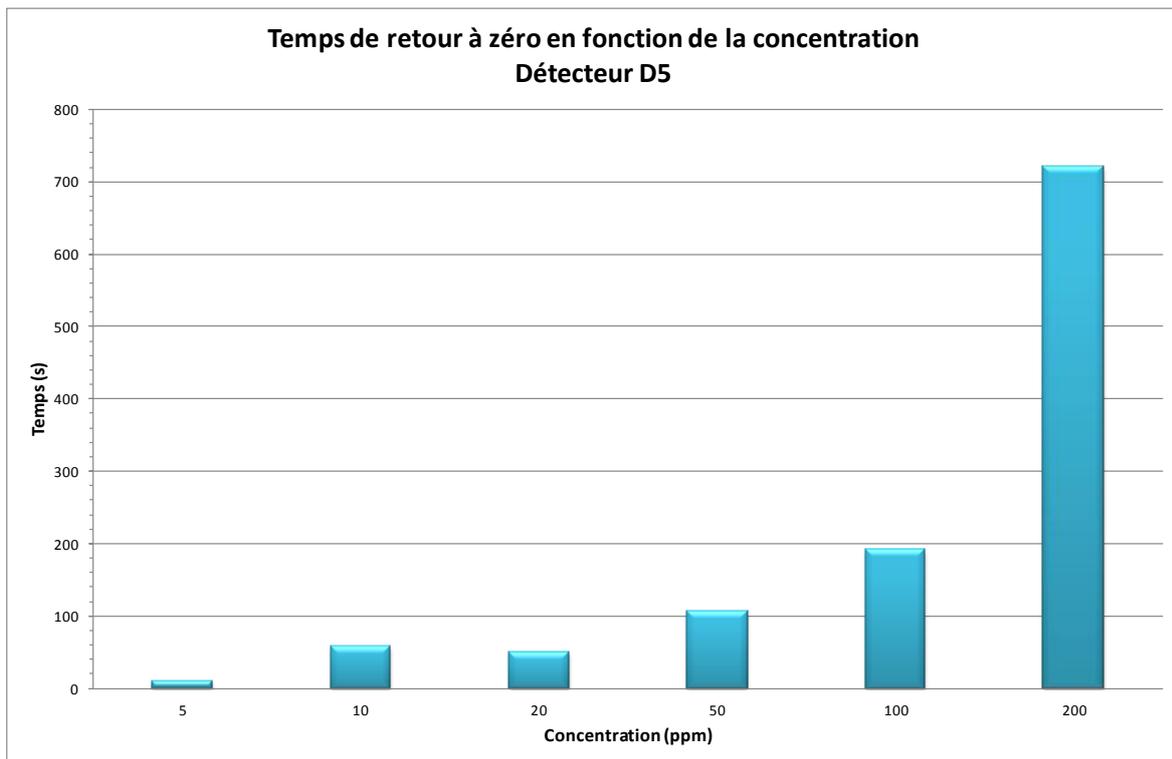
12.2.5 RESULTATS DE L'APPAREIL D5

Appareil D5 / Gamme de mesure 10ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
5	0	1	1	2		3,4	11
10	0	1	1	1	2	7,1	57
20	0	1	2	2	2	10	50
50	0	1	1	1	1	10	105
100	0	1	1	1	1	10	190
200	0	1	1	1	1	10	720

Tableau 66 : fortes teneurs en statique, résultats de l'appareil D5



Graphique 49 : courbes des temps d'atteinte de seuils de l'appareil D5



Graphique 50 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D5

12.3 FUITE A FORTE CONCENTRATION

Une fuite de 5 L/Min est réalisée dans le volume d'essai ouvert, afin de simuler une fuite de gaz. Le détecteur, installé sur un support dans sa position normale d'utilisation, est placé à 30 cm de la fuite.

Deux orientations de fuite par rapport au détecteur sont réalisées :

- une fuite perpendiculaire à la face de la cellule (fuite horizontale),
- une fuite face à la cellule du détecteur (fuite verticale).

les concentrations de fuites sont égales à :

- 100 % de l'étendue de mesure,
- 2 fois l'étendue de mesure,
- 5 fois l'étendue de mesure,
- 10 fois l'étendue de mesure,
- 20 fois l'étendue de mesure.

Le déroulement de l'essai est le suivant :

- l'appareil est vérifié en dynamique (avec sa coiffe) au gaz d'essai de référence, soit 5 ou 7,5ppm selon les détecteurs,
- l'appareil est placé dans sa position normale d'utilisation et est fixé sur un support permettant de passer du volume d'essai à l'air ambiant,
- l'appareil est placé dans le volume d'essai à 30cm du point de fuite,
- le mélange de gaz est envoyé par un tube 1/4" à la concentration désirée dans le volume d'essai, en cas de non stabilisation de la mesure, la valeur sera relevée après un temps maximum de 5 minutes,
- après atteinte de la valeur finale l'appareil est sorti du volume et est exposé à l'air ambiant.

12.3.1 FUITE HORIZONTALE A FORTE CONCENTRATION

Le schéma de la configuration du banc pour l'essai de fuite horizontale est reporté sur la Figure 27 :

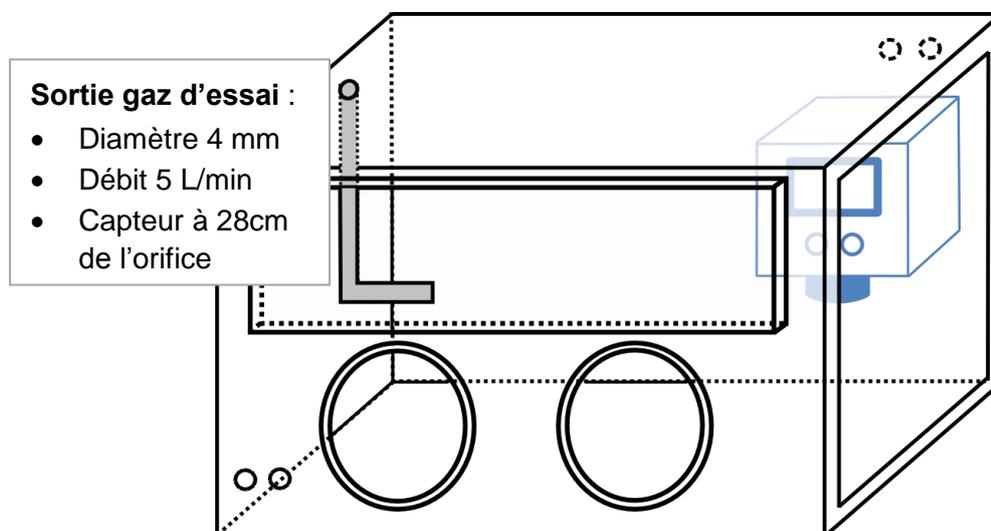


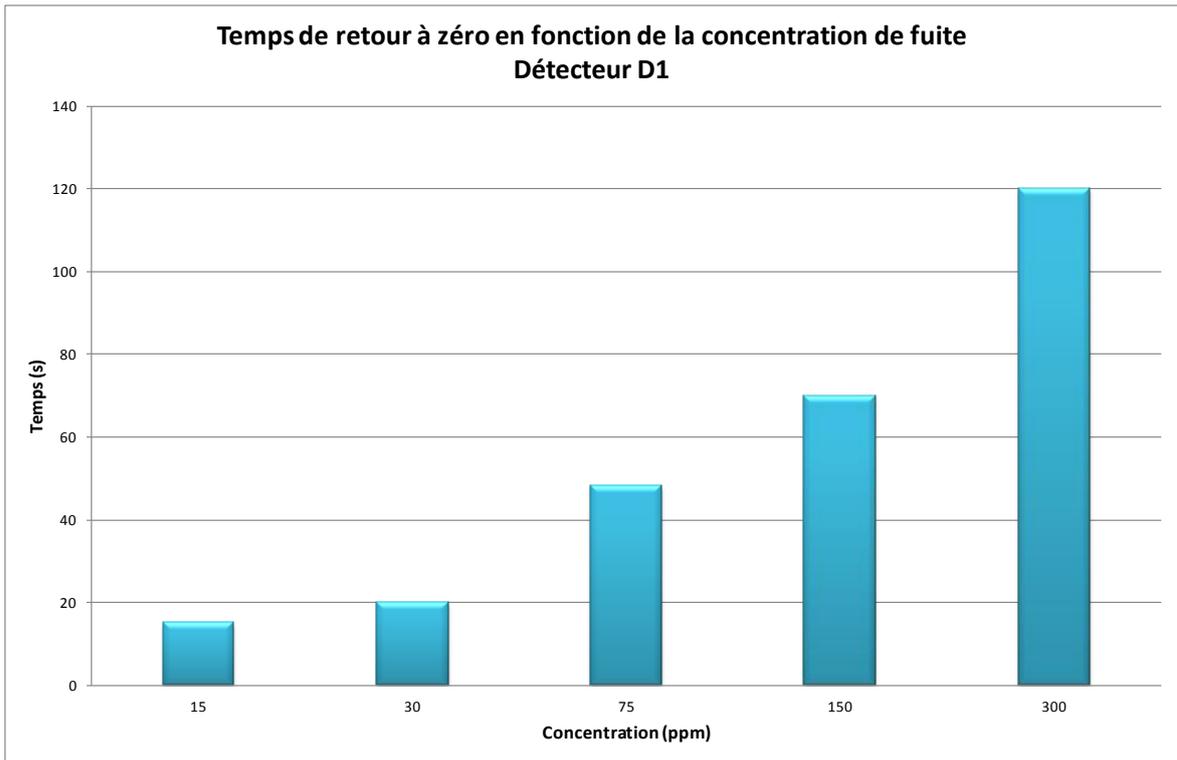
Figure 31 : volume d'essai en configuration "fuite horizontale"

Les résultats sont reportés ci-après. Ils comprennent par appareil :

- Un tableau synthétisant :
 - Les valeurs relevées sur l'afficheur de l'appareil,
 - Les temps de déclenchement des seuils suivants :
 - Seuils d'alarme (A1 et A2),
 - Seuils correspondant aux T_{50} et T_{90} mesurés précédemment, soit 2,5 et 4,5 ppm pour un gaz de calibration de 5 ppm, ou 3,75 et 6,75 ppm pour un gaz de calibration de 7,5 ppm.
 - Les temps de retour à zéro
- Un graphe des temps de retour à zéro en fonction de la concentration injectée

Appareil D1 / Gamme de mesure 15ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 3,75 ppm	Seuil de 6,75 ppm		
15	0	37	/	/	/	0,8	15
30	0	36	47	/	/	1,2	20
75	0	5	5	112	/	4,4	48
150	0	4	4	7	44	8,5	70
300	0	3	4	6	7	14,6	120

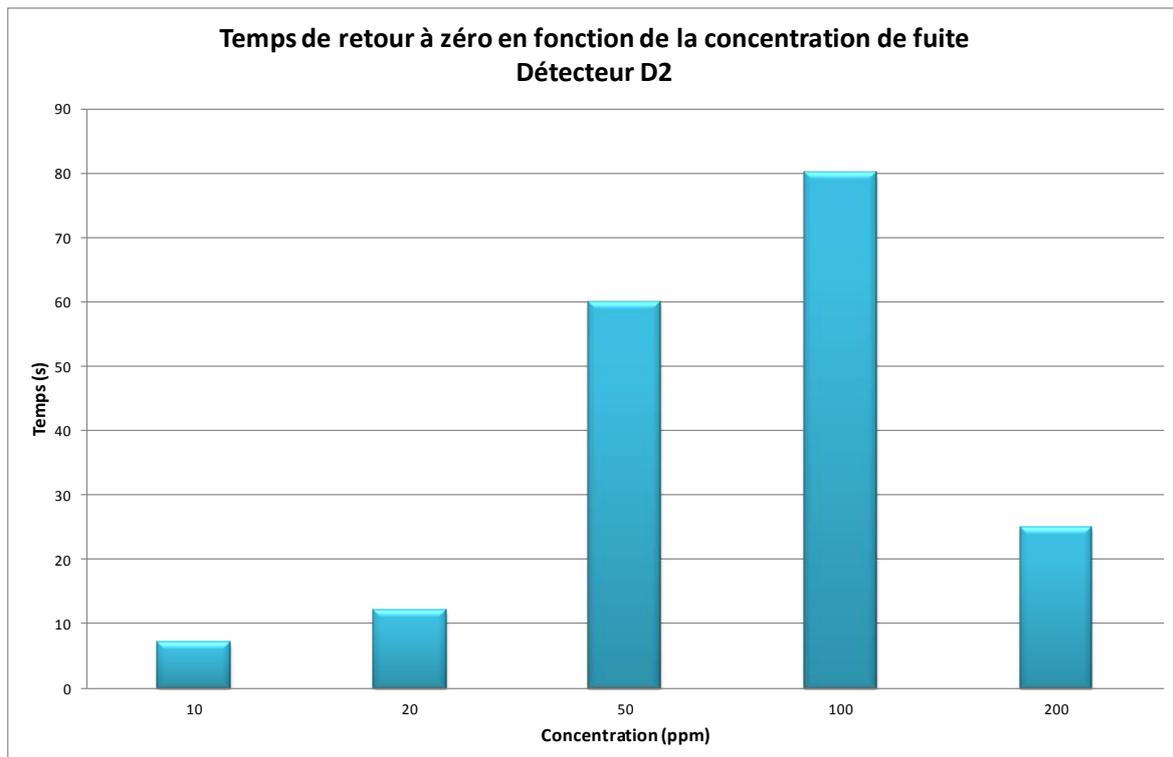
Tableau 67 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D1



Graphique 51 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D1

Appareil D2 / Gamme de mesure 10ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
10	0	19	/	/	/	0,8	7
20	0	3	12	/	/	1,5	12
50	0	2	2	29	/	4	60
100	0	2	2	4	27	8	80
200	0	2	2	3	3	10	25

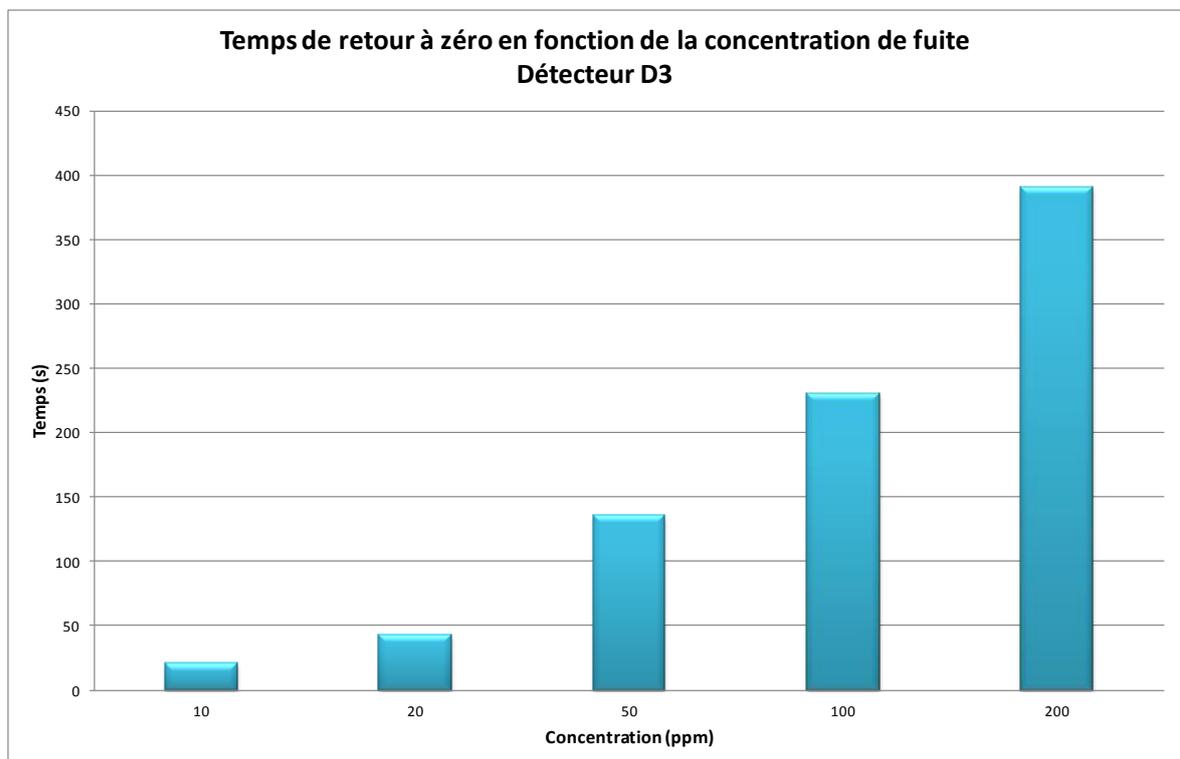
Tableau 68 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D2



Graphique 52 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D2

Appareil D3 / Gamme de mesure 10ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
10	-0,05	2	/	/	/	1	20
20	-0,04	3	5	/	/	2	43
50	0,0	3	4	5	21	6	135
100	0,0	3	4	5	5	11	230
200	0,0	3	4	5	5	21	390

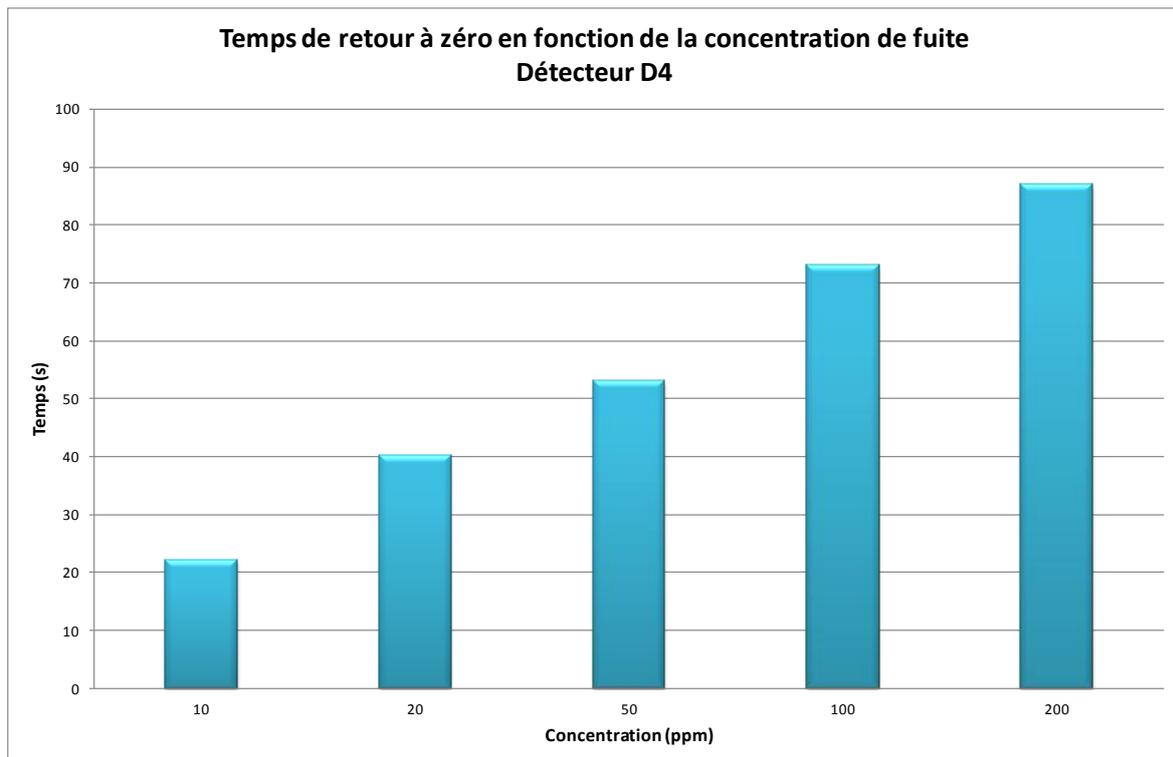
Tableau 69 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D3



Graphique 53 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D3

Appareil D4 / Gamme de mesure 10ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
10	0	63	/	/	/	0,5	22
20	0	16	97	/	/	1,1	40
50	0	5	7	34	/	3,3	53
100	0	2	3	3	19	7,5	73
200	0	2	3	3	4	OVER	87

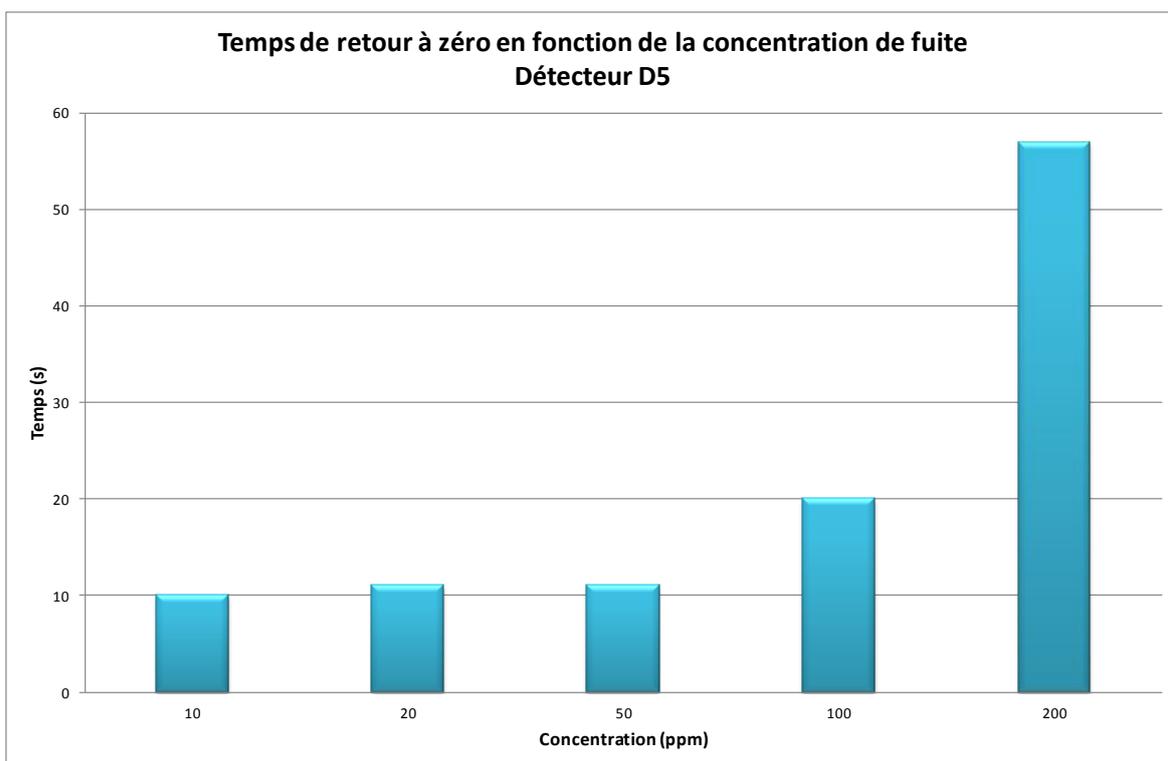
Tableau 70 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D4



Graphique 54 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D4

Appareil D5 / Gamme de mesure 10ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
10	0	45	/	/	/	0,6	10
20	0	2	60	/	/	1,2	11
50	0	2	2	27	/	3	11
100	0	1	1	2	2	6,5	20
200	0	1	1	1	1	10	57

Tableau 71 : fuite horizontale, résultats de l'appareil D5



Graphique 55 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D5

12.3.2 FUITE VERTICALE A FORTE CONCENTRATION

Le schéma de la configuration du banc pour l'essai de fuite verticale est représenté sur la Figure 28 :

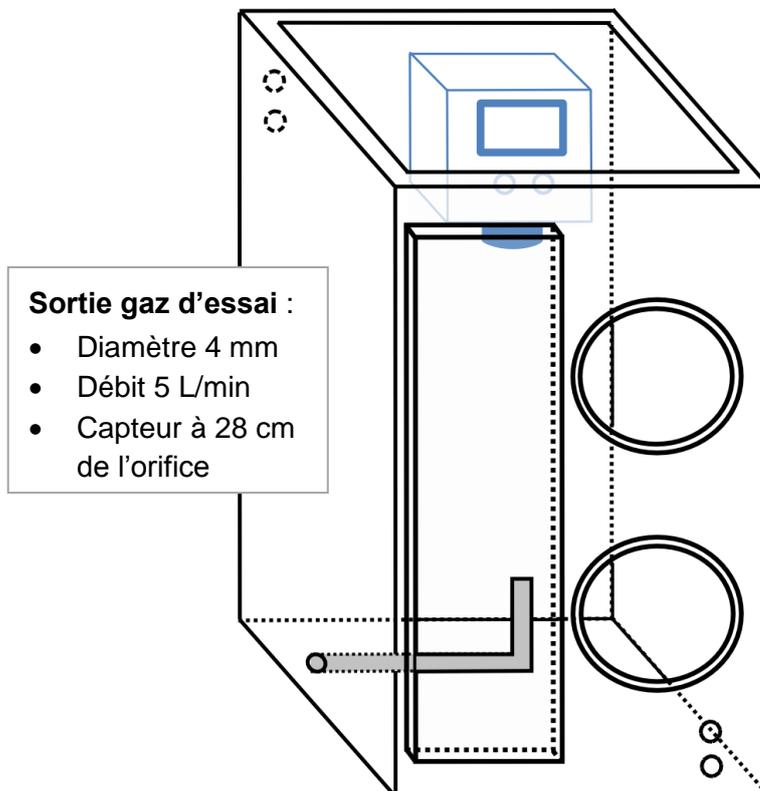


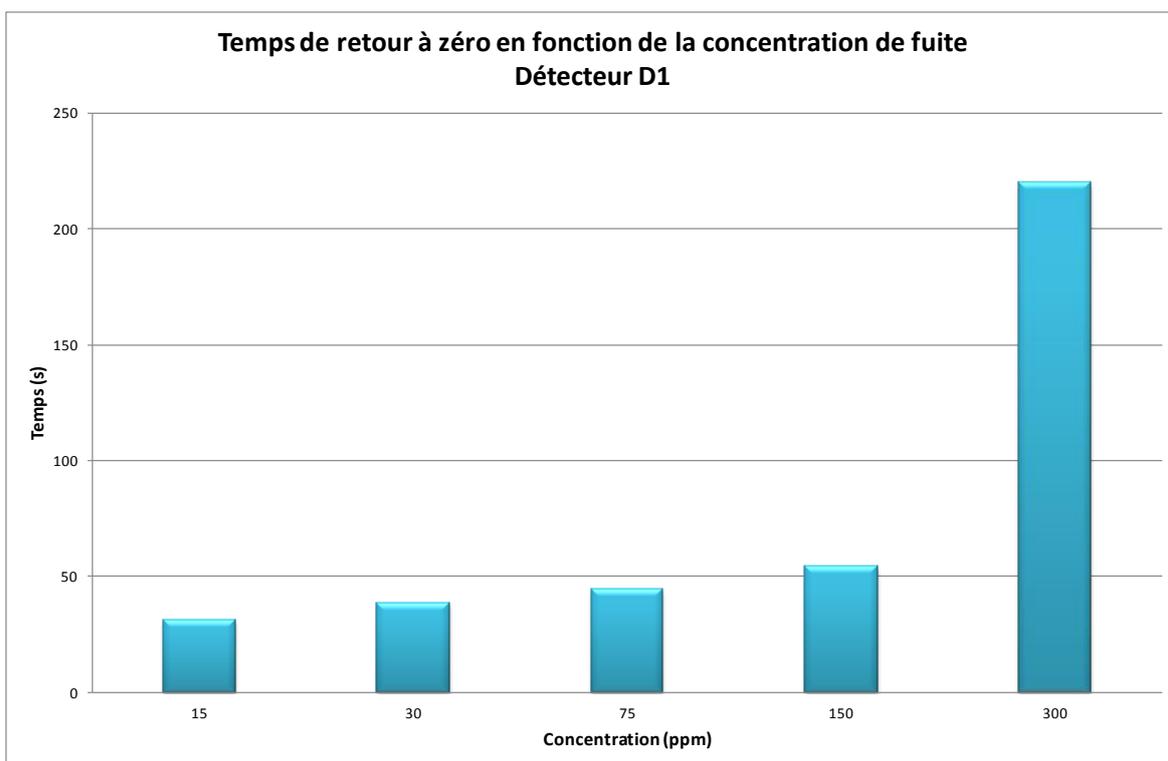
Figure 32 : volume d'essai en configuration "fuite verticale"

Les résultats sont reportés ci-après. Ils comprennent par appareil :

- Un tableau synthétisant :
 - Les valeurs relevées sur l'afficheur de l'appareil,
 - Les temps de déclenchement des seuils suivants :
 - Seuils d'alarme (A1 et A2),
 - Seuils correspondant aux T_{50} et T_{90} mesurés précédemment, soit 2,5 et 4,5 ppm pour un gaz de calibrage de 5 ppm, ou 3,75 et 6,75 ppm pour un gaz de calibrage de 7,5 ppm.
 - Les temps de retour à zéro
- Un graphe des temps de retour à zéro en fonction de la concentration injectée

Appareil D1 / Gamme de mesure 15ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 3,75 ppm	Seuil de 6,75 ppm		
15	0	5	6	/	/	1	31
30	0	16	24	/	/	2,2	38
75	0	4	4	5	/	4,8	44
150	0	4	4	7	17	10,8	54
300	0	3	4	6	7	14,6	220

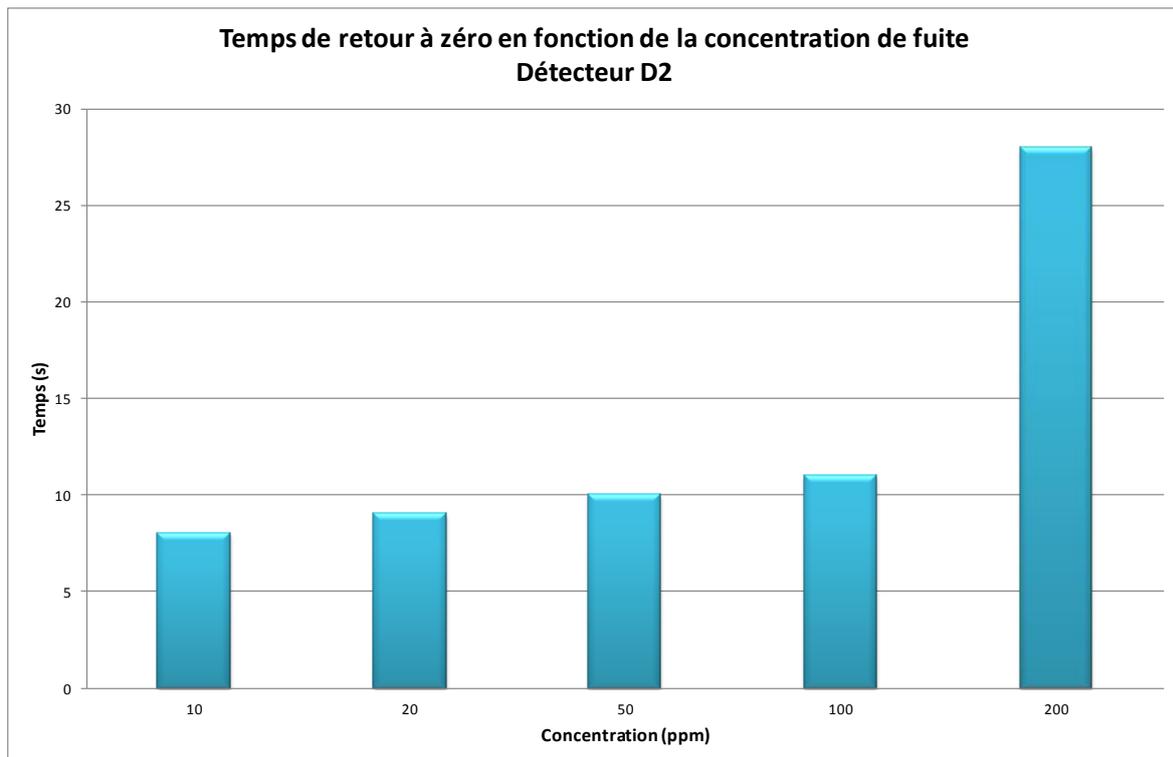
Tableau 72 : fuite verticale, résultats de l'appareil D1



Graphique 56 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D1

Appareil D2 / Gamme de mesure 10ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
10	0	5	/	/	/	1	8
20	0	3	14	/	/	2	9
50	0	2	2	10	/	4,5	10
100	0	2	2	2	2	9	11
200	0	1	1	1	2	10 SUP	28

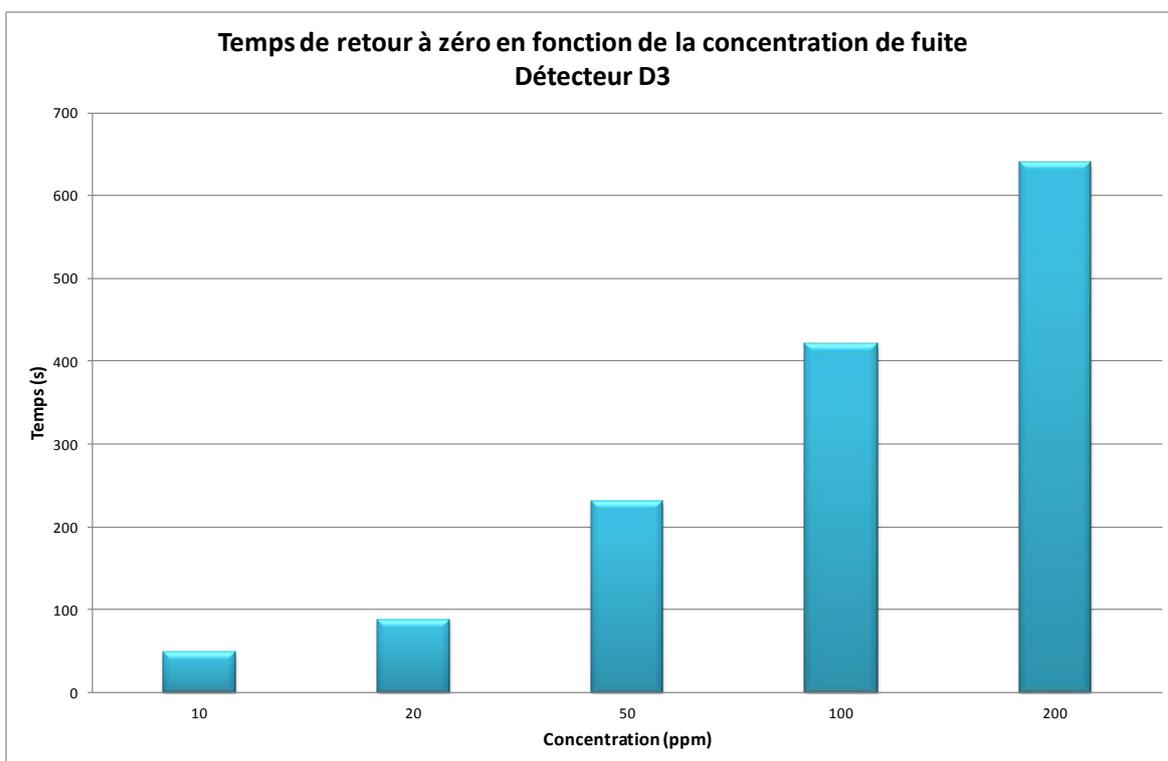
Tableau 73 : fuite verticale, résultats de l'appareil D2



Graphique 57 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D2

Appareil D3 / Gamme de mesure 10ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
10	-0,04	3	18	/	/	2,2	47
20	-0,04	4	6	17	/	4	86
50	0	4	8	15	21	12	230
100	0	4	4	5	6	20	420
200	0	3	4	5	6	45	640

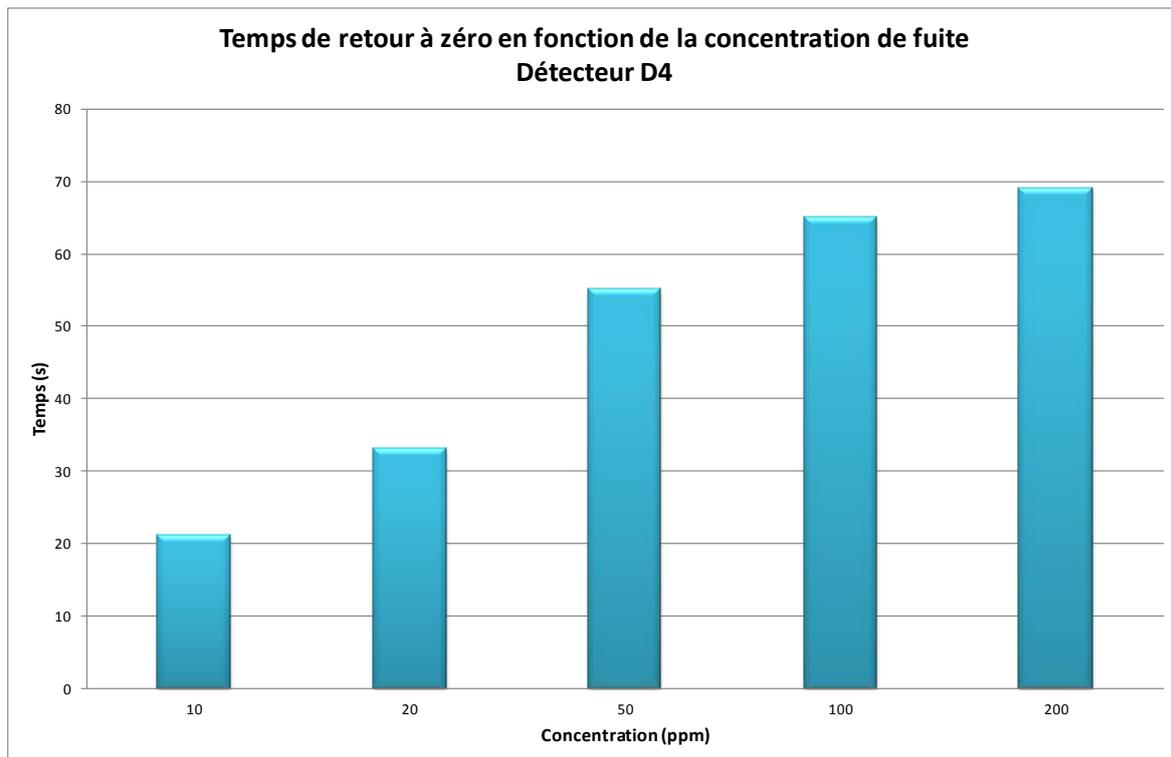
Tableau 74 : fuite verticale, résultats de l'appareil D3



Graphique 58 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D3

Appareil D4 / Gamme de mesure 10ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
10	0	2	/	/	/	0,7	21
20	0	8	39	/	/	1,5	33
50	0	4	6	45	/	3,3	55
100	0	3	3	41	53	7,8	65
200	0	3	3	4	5	OVER	69

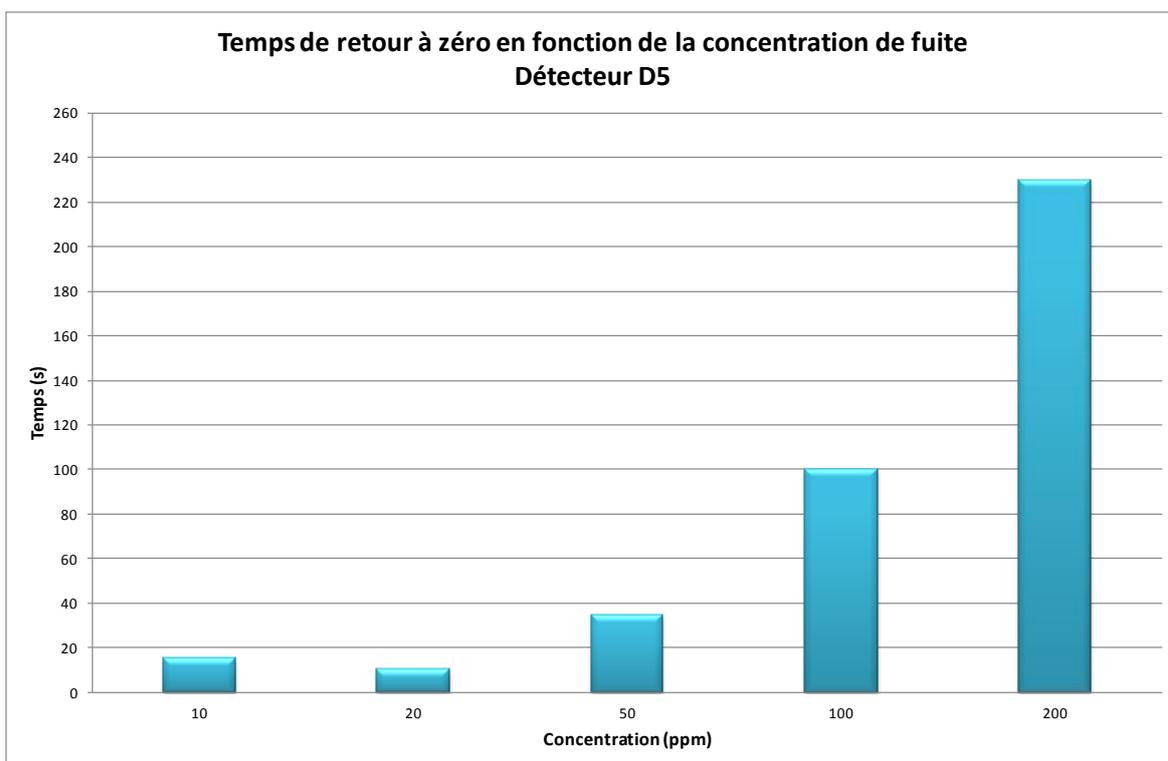
Tableau 75 : fuite verticale, résultats de l'appareil D4



Graphique 59 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D4

Appareil D5 / Gamme de mesure 10ppm Cl ₂							
Concentration (ppm)	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
10	0	22	110	/	/	1,3	15
20	0	2	3	/	/	2,5	10
50	0	1	2	3	25	8	34
100	0	1	1	2	2	10	100
200	0	1	1	1	1	10	230

Tableau 76 : fuite verticale, résultats de l'appareil D5



Graphique 60 : évolution du temps de retour à zéro de l'appareil D5

12.4 DERIVE A LONG TERME ET ENDORMISSEMENT

L'objectif de cet essai est d'évaluer la dérive des détecteurs sur le long terme, c'est-à-dire lorsqu'ils ne sont pas exposés au gaz d'essai sur une période de plusieurs mois.

Après un calibrage initial, l'appareil fonctionne en continu pendant 3 mois dans l'air ambiant.

A l'issue des 3 mois, l'appareil est exposé à un gaz d'essai dont la concentration correspond à 5 fois l'étendue de mesure (5x EM).

Le comportement du détecteur et les temps définis ci-après sont relevés lors de la mesure initiale et après 3 mois d'essai.

Les résultats sont reportés ci-après. Ils comprennent par appareil :

- Un tableau synthétisant :
 - Les valeurs relevées sur l'afficheur de l'appareil,
 - Les temps de déclenchement des seuils suivants :
 - Seuils d'alarme (A1 et A2),
 - Seuils correspondant aux T_{50} et T_{90} mesurés précédemment, soit 2,5 et 4,5 ppm pour un gaz de calibrage de 5 ppm, ou 3,75 et 6,75 ppm pour un gaz de calibrage de 7,5 ppm.
 - Les temps de retour à zéro

Appareil D1 / Gamme de mesure 15ppm / Gaz de référence 7,5ppm Cl ₂							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 3,75 ppm	Seuil de 6,75 ppm		
1	0	3	3	5	14	7,6	25
2	0	3	3	6	14	7,6	25
3	0	3	4	6	14	7,8	26
Moyenne mesure initiale	0	3	3	6	14	7,7	25
Exposition à 75ppm après 3 mois	0	3	3	4	5	>>>>	270

Tableau 77 : essai long terme, résultats de l'appareil D1

Appareil D2 / Gamme de mesure 10ppm / Gaz de référence 5ppm Cl ₂							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
1	0	2	2	4	16	5,1	7
2	0	2	2	4	8	5,2	6
3	0	2	2	3	8	5,4	7
Moyenne mesure initiale	0	2	2	4	11	5,2	7
Exposition à 50ppm après 3 mois	0	1	2	2	3	10 SUP	35

Tableau 78 : long terme, résultats de l'appareil D2

Appareil D3 / Gamme de mesure 10ppm / Gaz de référence 5ppm Cl ₂							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
1	-0,07	5	6	9	22	5,35	53
2	-0,05	5	6	9	23	5,4	65
3	-0,06	6	7	9	27	5,5	65
Moyenne mesure initiale	-0,06	5	6	9	24	5,4	61
Exposition à 50ppm après 3 mois	0	4	5	6	6	↑↑↑↑	360

Tableau 79 : long terme, résultats de l'appareil D3

Appareil D4 / Gamme de mesure 10ppm / Gaz de référence 5ppm Cl ₂							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
1	0	3	3	10	48	5,5	47
2	0	3	3	7	35	5,7	38
3	0	2	3	8	34	5,8	45
Moyenne mesure initiale	0	3	3	8	39	5,7	43
Exposition à 50ppm après 3 mois	0	1	2	2	2	OVER	108

Tableau 80 : long terme, résultats de l'appareil D4

Appareil D5 / Gamme de mesure 10ppm / Gaz de référence 5ppm Cl ₂							
Essai	Zéro	Temps de déclenchement des seuils (s)				Valeur Finale (ppm)	Retour à zéro (s)
		A1 (0,5ppm)	A2 (1ppm)	Seuil de 2,5 ppm	Seuil de 4,5 ppm		
1	0	3	3	6	30	5,2	10
2	0	3	3	5	17	5,4	13
3	0	2	3	5	22	5,6	15
Moyenne mesure initiale	0	3	3	5	23	5,4	13
Exposition à 50ppm après 3 mois	0	1	1	1	1	10,0	94

Tableau 81 : long terme, résultats de l'appareil D5

13. ANNEXES

Repère	Désignation	Nb pages
Annexe A	Protocole d'essai	6

ANNEXE A. PROTOCOLE D'ESSAI

- Protocole d'essai -
- Programme DRA 73 -
DéTECTEURS de gaz toxiques à poste fixe en
situation accidentelle

1- Rappel du contexte

L'INERIS a mené plusieurs campagnes d'essais comparatifs de détecteurs de gaz toxiques. Ces essais ont permis de comparer leurs performances métrologiques par rapport à leurs spécifications techniques. Cependant, les essais réalisés ne permettent pas d'analyser précisément le comportement de ces détecteurs en situation accidentelle (en cas d'exposition à une forte ou très forte concentration).

2- Objectifs des essais

L'objectif de cette campagne d'essais est de caractériser le comportement et d'évaluer les performances des détecteurs de gaz toxiques en situation accidentelle, lorsqu'ils sont exposés à de fortes ou de très fortes concentrations.

Les gaz d'intérêt retenus pour cette campagne d'essais sont l'ammoniac (NH_3), le chlore (Cl_2) et l'hydrogène sulfuré (H_2S).

3- Protocole d'essais

a. Conditions ambiantes du laboratoire lors de la réalisation des essais

Les valeurs et les stabilités de la température ambiante, de l'humidité relative et de la pression sont mesurées au cours des essais.

Pendant les essais et sauf spécifications contraires, les conditions suivantes sont respectées :

- température constante à ± 5 °C dans la plage de 15 à 35 °C,
- pression relative constante à ± 10 % dans la plage de 86 à 108 kPa,
- humidité relative constante à ± 10 % HR dans la plage de 30 à 70 % HR.

b. Gaz de référence

Les mélanges sont réalisés avec une incertitude maximale sur la concentration volumique de $\pm 10\%$ en volume.

c. Méthode de génération des gaz

Tous les mélanges de gaz sont réalisés à l'aide de débitmètres régulateurs massiques à partir de bouteilles de gaz étalons.

d. Déroulement des essais

Les appareils sont calibrés et les alarmes réglées aux seuils de :

- 5 et 10 ppm pour le sulfure d'hydrogène
- 10 et 20 ppm pour l'ammoniac
- 0,5 et 1 ppm pour le chlore

L'ensemble des essais est enregistré à partir des informations fournies par le signal de sortie analogique 4 à 20 mA et l'afficheur.

e. Evaluation du temps de réponse et de déclenchement des alarmes des détecteurs sur leur étendue de mesure

L'objectif de ces essais est de caractériser les performances des détecteurs sur leur étendue de mesure avant de réaliser des essais à de fortes concentrations de gaz.

Le temps de réponse et le temps de déclenchement des alarmes sont dans un premier temps déterminé en atmosphère dynamique. L'appareil est exposé de l'air ambiant au gaz d'essai de référence (qui correspondra à la moitié de sa gamme) à l'aide de sa coiffe de calibrage au débit préconisé par le constructeur (à défaut, le débit sera de 500 cm³/min), jusqu'à stabilisation de la mesure (avec un maximum de 5 minutes) 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}),
- le temps de déclenchement des différentes alarmes.

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

- le temps de retour à zéro.

Chaque mesure sera effectuée 3 fois.

L'essai est ensuite réalisé en statique (diffusion passive) afin d'évaluer l'influence des conditions d'expositions sur les temps de réponse et de déclenchement des alarmes.

L'appareil est placé dans sa position normale d'utilisation dans un volume d'essai. La cellule de détection est isolée au moyen d'un cache étanche (balayé avec de l'air). Le volume d'essai sera ensuite rempli avec le gaz d'essai de référence souhaité. Une fois le mélange stabilisé au sein du volume d'essai, le cache est retiré afin d'exposer la cellule de détection au gaz d'essai de référence.

Les temps de réponse suivants sont déterminés :

- le temps mis pour atteindre 50 % de la valeur finale (t_{50}),
- le temps mis pour atteindre 90 % de la valeur finale (t_{90}),
- le temps de déclenchement des différentes alarmes.

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

- le temps de retour à zéro.

Chaque mesure est effectuée 3 fois.

Pour le retour sous air, l'appareil est sorti du volume d'essai.

Le schéma du banc d'essai est présenté ci-après

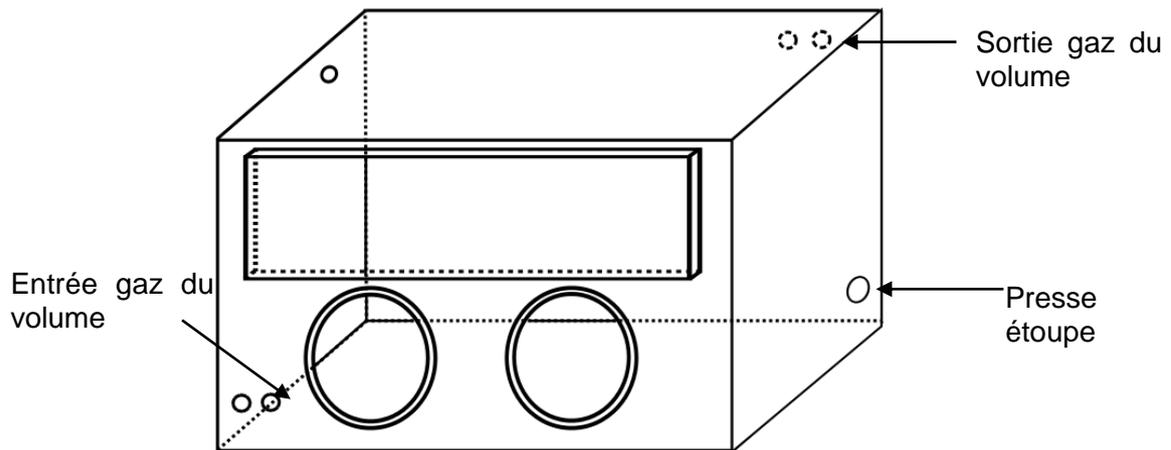


Figure 33 : volume d'essai

f. Evaluation du temps de réponse et de déclenchement des alarmes des détecteurs lors d'une exposition à forte concentration en statique

Les caractéristiques déterminées dans l'essai précédent (e) sont vérifiées lors d'une exposition à des concentrations de gaz élevées :

- 100 % de l'étendue de mesure (EM),
- 2fois l'EM si le détecteur est encore fonctionnel,
- 5 fois l'EM si le détecteur est encore fonctionnel,
- 10 fois l'EM si le détecteur est encore fonctionnel,
- 20 fois l'EM si le détecteur est encore fonctionnel.

NB : Les temps de réponse relevés correspondent aux temps mis pour atteindre les valeurs de concentrations déterminées par l'essai d (50 % et 90 % du gaz de référence).

g. Evaluation du temps de réponse et de déclenchement des alarmes des détecteurs lors d'une fuite à forte concentration

Les mêmes caractéristiques déterminées dans l'essai précédent (f) sont vérifiées lors d'une exposition à des concentrations de gaz élevées en exposant le détecteur à une fuite de gaz.

Deux orientations de fuite sont réalisées, à savoir une fuite face à la cellule du détecteur et une seconde orientée perpendiculairement à la face de la cellule. La distance entre la fuite et le détecteur est de 30 cm. Le débit de fuite est de 5 L/min.

Les concentrations au niveau de la fuite simulée seront les suivantes :

- 100 % de l'étendue de mesure (EM),
- 2fois l'EM si le détecteur est encore fonctionnel,
- 5 fois l'EM si le détecteur est encore fonctionnel,
- 10 fois l'EM si le détecteur est encore fonctionnel,
- 20 fois l'EM si le détecteur est encore fonctionnel.

NB : Les temps de réponse relevés correspondent aux temps mis pour atteindre les valeurs de concentrations déterminées par l'essai d (50% et 90% du gaz de référence).

Création de la fuite (schéma ci-dessous):

La partie droite du volume d'essai est ouverte et le gaz d'essai de référence est injecté via une canalisation en 1/4". L'appareil est testé dans sa position normale d'utilisation.

La partie grisée représente la canalisation qui est installée pour simuler la fuite.

La partie droite est laissée ouverte pour la circulation du gaz.

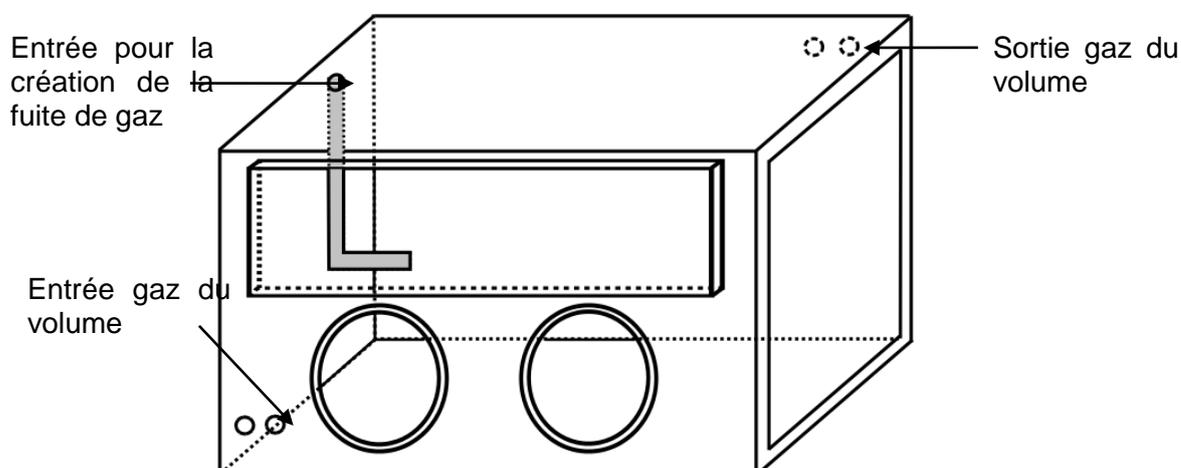


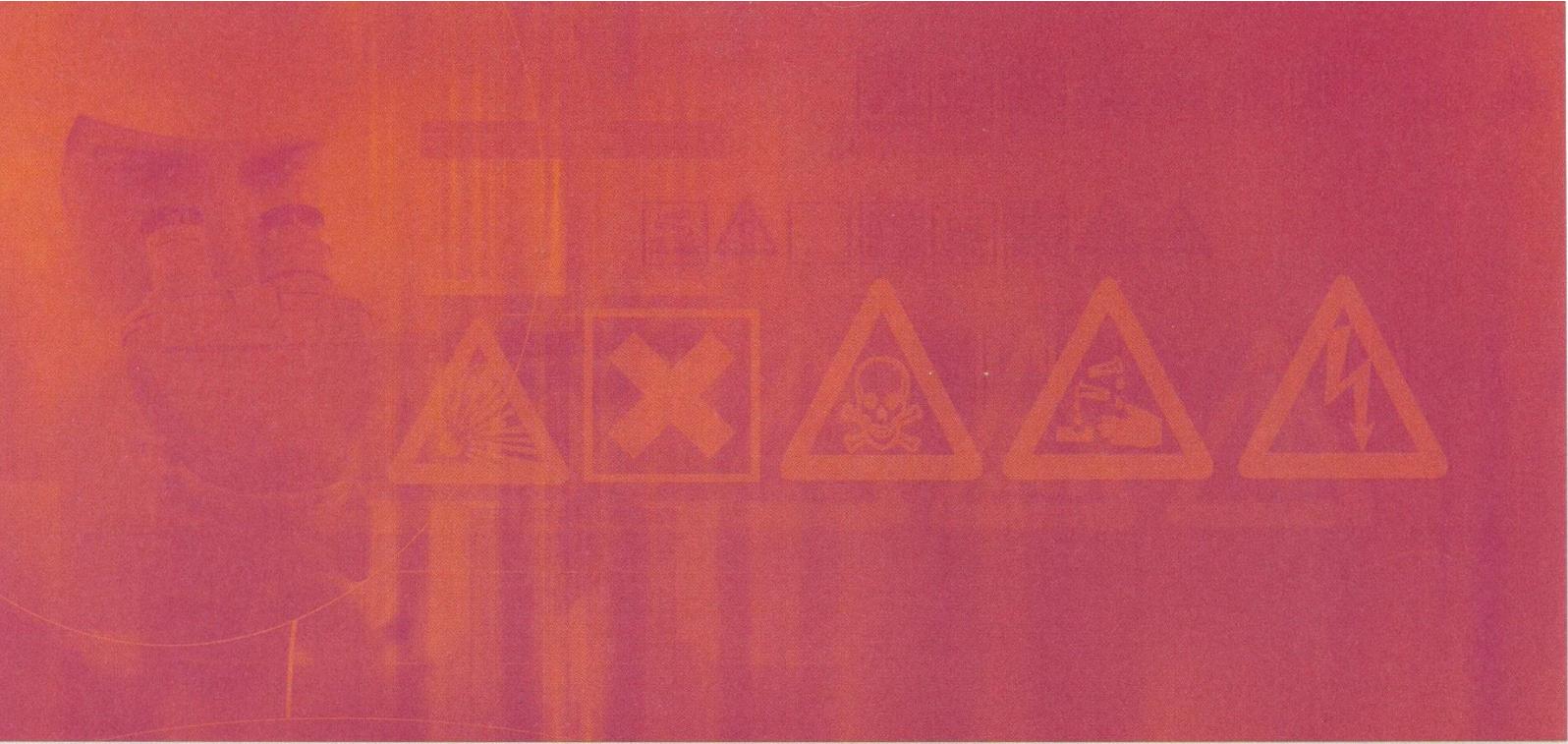
Figure 34 : volume d'essai en configuration "essai fuite"

Note : Dans cette configuration, la fuite est perpendiculaire à la cellule de détection de l'appareil. Pour réaliser une fuite face à la cellule de détection le volume est pivoté de 90° (ouverture vers le haut).

h. Evaluation de la dérive à long terme et de l'endormissement

L'objectif de ces essais est d'évaluer la dérive des détecteurs sur le long terme, c'est-à-dire lorsqu'ils ne sont pas exposés au gaz d'essai de référence sur une période de plusieurs mois.

L'appareil fonctionne en continu pendant 3 mois dans l'air ambiant. Il est exposé à un gaz d'essai à une concentration correspondant à 5 fois son étendue de mesure. Le temps de réponse (nécessaire pour atteindre les valeurs de concentration déterminées lors du premier essai : 50 % et 90 % du gaz de référence) ainsi que les temps de déclenchement des alarmes sont mesurés. Le temps de retour à zéro est également mesuré.



*maîtriser le risque
pour un développement durable*

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>