



Guide d'aide à l'achat relatif aux détecteurs de gaz

Direction de la sécurité civile / Section des matériels et équipements de sécurité civile



Remerciements :

- 🚒 Commandant Jérémie PIERLOT ;
- 🚒 Commandant Sylvain Degraeve ;
- 🚒 Sergent Alban THILLET ;
- 🚒 M. Pierre MICHELI ;
- 🚒 M. Daniel VILLERS ;

Pour leur participation à la réalisation de ce document.

AVANT-PROPOS :

L'objet de ce guide est d'aider l'acheteur public à élaborer un cahier des clauses techniques particulières (CCTP) adapté à ses besoins en matière de détecteur de gaz.

Cet appareil qui permet de mesurer la concentration d'un gaz dans l'air et qui informe le sapeur-pompier sur la toxicité ou l'explosibilité de l'atmosphère ambiante a été utilisé près de 90 000 fois en 2008.

Acquérir un détecteur de gaz peut rapidement devenir complexe tant l'offre actuelle est diversifiée et hétérogène. Cette complexité est également la conséquence d'une technologie toujours plus performante, et de la difficulté à définir un besoin cohérent avec la mission du sapeur-pompier en intervention.

Par ailleurs, la réalité du terrain est souvent multiforme, puisque l'atmosphère réelle est composée de plusieurs gaz. Cette composition ne facilite pas l'exactitude de la mesure, notamment lorsque l'utilisateur n'est pas familier avec les principes de fonctionnement d'un explosimètre.

Table des matières

REMERCIEMENTS :	2
AVANT-PROPOS :	3
TABLE DES MATIERES	4
TABLE DES ILLUSTRATIONS	6
I. ANALYSE DU BESOIN	7
A. PRESENTATION	7
B. DEFINITION DU BESOIN LIE A LA REGLEMENTATION ET A LA SECURITE	7
C. DEFINITION DU BESOIN LIE A L'UTILISATION	8
D. DEFINITION DU BESOIN LIE A L'ERGONOMIE ET A L'EMPLOI	9
E. DEFINITION DU BESOIN LIE A LA GESTION DES DONNEES	9
F. DEFINITION DU BESOIN LIE AUX ACCESSOIRES	9
G. DEFINITION DU BESOIN LIE A L'ENTRETIEN ET A LA MAINTENANCE	9
H. DEFINITION DU BESOIN LIE A L'ASPECT DOCUMENTAIRE	10
I. DEFINITION DU BESOIN LIE A LA FORMATION	10
J. DEFINITION DU BESOIN LIE AUX COUTS	10
II. RECOMMANDATIONS	11
III. ANNEXES DOCUMENTAIRES ET INFORMATIVES	12
A. REGLEMENTATION ET SECURITE	12
1. <i>Quel est le niveau de protection "ATEX" exigé (zone 0, 1 ou 2) ?</i>	13
2. <i>Une protection "ATEX" contre les risques d'explosion de poussière est-elle demandée ?</i>	13
3. <i>Quel niveau de protection IP est exigé (poussière et liquide) / quel niveau de résistance mécanique est exigé ?</i>	13
4. <i>A quelle(s) norme(s) l'appareil doit-il satisfaire ?</i>	13
B. UTILISATION	14
1. <i>Quelle est la destination d'emploi de l'appareil ?</i>	14
2. <i>Quelle est le type de mission qui concerne l'appareil ?</i>	14
3. <i>Quel est le parc actuel de machine au sein du SDIS ?</i>	14
4. <i>Combien de gaz doivent pouvoir être détectés ?</i>	14
5. <i>Lesquels obligatoirement ?</i>	14
6. <i>L'appareil doit-il faire office de détecteur de CO ?</i>	14
7. <i>L'appareil doit-il faire office de détecteur d'H2S ?</i>	14
8. <i>L'appareil doit-il faire office d'oxymètre ?</i>	15
9. <i>Quelles sont les technologies de détection que doit embarquer l'appareil ?</i>	15
a) Rappel de quelques notions fondamentales	15
b) Méthode de détection	17
c) Caractéristiques liées aux technologies	22
10. <i>Combien de technologies doivent être associées à l'appareil ?</i>	24
11. <i>Quelles sont l'efficacité et la sensibilité attendues sur des toxiques civils ?</i>	24
12. <i>Quelles sont l'efficacité et la sensibilité attendues sur des toxiques de guerre ?</i>	25
13. <i>Quelles sont l'efficacité et la sensibilité attendues en cas de risque d'explosion ?</i>	25
14. <i>Si la fonction explosimétrie est exigée, quel doit être le gaz étalon ?</i>	25
15. <i>Si la fonction explosimétrie est exigée, quel doit être le gaz de référence ?</i>	25
16. <i>Quelle est la précision de mesure attendue ?</i>	25
17. <i>Produit par produit, quelle doit être la plage de détection / la gamme de mesure (joindre un tableau) ?</i>	26
18. <i>Quelle est la complémentarité et la redondance entre les différents types d'appareils prévus à ce marché ?</i>	26
19. <i>Quelles types d'interactions entre les produits à détecter est admissible ?</i>	26
20. <i>L'appareil permet-il la détection des toxiques en phase liquide (surface contaminée) ?</i>	26
21. <i>L'appareil permet-il la détection des toxiques en phase solide (notamment poudre) ?</i>	26
22. <i>Quelle est l'inertie et la dé-saturation attendues pour les prises de mesures des appareils ?</i>	26
23. <i>Quelle est la pertinence des alarmes (sons, vibrations...) attendue (niveau sonore, risque de confusion) ?</i>	27
C. DEFINITION DU BESOIN LIE A L'ERGONOMIE ET A L'EMPLOI	27
1. <i>Quelle est l'autonomie demandée à l'appareil ? Le temps de charge acceptable ?</i>	27
2. <i>Quel type de batterie est préférable ?</i>	27
3. <i>Existe-t-il un encombrement (L*H) maximal pour l'appareil et ses accessoires (batterie, chargeur) ?</i>	27
4. <i>Quelle doit être la tension du chargeur (12 V, 24 V ou 230 V) ?</i>	27
5. <i>Quelle est la masse maximale de l'appareil ?</i>	28
6. <i>L'appareil doit-il permettre d'opérer des mesures déportées ?</i>	28
7. <i>Quelle facilité de lecture est attendue (taille des caractères, taille de la diagonale de l'écran, type d'écran) ?</i>	28
8. <i>Quelles peuvent être les restrictions d'emploi ?</i>	28
9. <i>Quelle facilité d'emploi est exigée (taille et forme des boutons, nombre de boutons, ergonomie des écrans, etc.) ?</i>	28
D. DEFINITION DU BESOIN LIE A LA GESTION DES DONNEES	28
1. <i>Le transfert de données vers un PC doit-il être prévu ?</i>	28
2. <i>Si oui, que doit-on exiger (logiciel, câble, formation) ?</i>	29
3. <i>L'appareil doit-il pouvoir s'intégrer dans un réseau de données ?</i>	29
4. <i>Si oui, quelle doit être la technologie de communication au sein du réseau (Wifi, Bluetooth, filaire) ?</i>	29
5. <i>L'appareil doit-il offrir une fonction "boîte noire" (données et paramètres enregistrés) ?</i>	29

6.	<i>Quelle doit être l'évolutivité de l'appareil (mise à jour du logiciel interne, ajout de fonctions et/ou d'accessoires) ?</i>	29
E.	DEFINITION DU BESOIN LIE AUX ACCESSOIRES	29
1.	<i>Quels accessoires sont nécessaires (prise de mesure déportée, batterie supplémentaire, chargeur véhicule, sangle, housse) ?</i> 29	
2.	<i>Quelle qualité de la sacoche est exigée ?</i>	29
F.	DEFINITION DU BESOIN LIE A L'ENTRETIEN ET A LA MAINTENANCE	30
1.	<i>La modification des valeurs seuils doit-elle être autorisée pour l'utilisateur ? Pour les services de maintenance ?</i>	30
2.	<i>Quelle est la périodicité de calibrage maximale recommandée ?</i>	30
3.	<i>La possibilité de calibrage en interne doit-elle être offerte ?</i>	30
4.	<i>En quoi l'utilisateur peut-il avoir accès au logiciel de gestion de l'appareil ?</i>	30
5.	<i>En quoi un agent de maintenance peut-il avoir accès au logiciel de gestion de l'appareil ?</i>	30
6.	<i>Le prêt d'appareil en cas de panne ou de maintenance préventive est-il exigé ?</i>	30
7.	<i>Quel est le coût prévisible de remplacement d'une batterie ?</i>	31
8.	<i>Quel est le coût prévisible d'un consommable de détection ?</i>	31
9.	<i>Quel est le coût prévisible d'étalonnage et de calibrage ?</i>	31
10.	<i>Quel est le coût prévisible d'acquisition d'un banc de contrôle ?</i>	31
11.	<i>Quel est le coût prévisible de renouvellement d'une bouteille de gaz pour banc de contrôle ?</i>	31
12.	<i>Quelle durée moyenne de réparation (en comptant le trajet aller-retour) est exigée ?</i>	31
13.	<i>Quelle durée moyenne d'étalonnage et de calibration (en comptant le trajet aller- retour) est exigée ?</i>	31
14.	<i>Quel est le niveau de qualification exigé pour autoriser l'étalonnage et la calibration en interne (au sein du SDIS) ?</i>	31
G.	DEFINITION DU BESOIN LIE A L'ASPECT DOCUMENTAIRE	32
1.	<i>Quelle est la qualité de la notice attendue (dresser la liste des chapitres) ?</i>	32
2.	<i>Quels types de documents sont exigés ?</i>	32
H.	DEFINITION DU BESOIN LIE A LA FORMATION	32
1.	<i>Quel type de formation est exigé ?</i>	32
I.	DEFINITION DU BESOIN LIE AUX COÛTS	32
1.	<i>Quelle est la durée d'amortissement, prescrite ou conseillée ?</i>	32
2.	<i>Quel est le coût d'acquisition d'un appareil ?</i>	32
3.	<i>Quel est le coût d'usage annuel prévisible ?</i>	32
4.	<i>Quel est le coût d'usage prévisible sur 10 ans ?</i>	33
5.	<i>Quel doit être le délai de fourniture maximal ?</i>	33
6.	<i>Quelle est la politique de l'entreprise quant à la gestion des appareils en fin de vie ?</i>	33
J.	EXEMPLE D'ANALYSE DU BESOIN	34
1.	<i>Le contexte</i>	34
a)	<i>Intérêt de l'utilisation</i>	34
b)	<i>Matériels actuels</i>	35
c)	<i>Problématique</i>	36
2.	<i>Les attributs du besoin</i>	36
a)	<i>Pourquoi le besoin existe-t-il ?</i>	36
b)	<i>Quels facteurs peuvent faire évoluer le besoin ?</i>	36
c)	<i>Quels facteurs peuvent faire disparaître le besoin ?</i>	37
d)	<i>Résumé du besoin</i>	37
3.	<i>Diagramme Pieuvre</i>	38
4.	<i>Fonctions de définitions du besoin</i>	39
K.	TABLEAU DE RESUME DES SPECIFICATIONS TECHNIQUES.....	40

Table des illustrations

FIGURE 1 : DIAGRAMME "BETE A CORNE"	7
FIGURE 2 : ZONE D'EXPLOSIVITE.....	15
FIGURE 3 : EXPLOSIMETRE PAR OXYDATION CATALYTIQUE	17
FIGURE 4 : CATHAROMETRE.....	18
FIGURE 5 : DETECTEUR DE GAZ A CELLULE ELECTROCHIMIQUE	19
FIGURE 6 : PRINCIPE DE LA DETECTION INFRAROUGE	20
FIGURE 7 : TUBES DE DETECTION.....	21
FIGURE 8 : CAPTEUR A OXYDE SEMI CONDUCTEUR	21
FIGURE 9 : DIAGRAMME PIEUVRE.....	38

I. Analyse du besoin

A. Présentation

La première partie de ce document a pour vocation d'aider l'acheteur public à formaliser son besoin. En effet, l'expression précise et réfléchie du besoin permettra d'établir dans un second temps un cahier des clauses techniques particulières (CCTP).

Ce guide ne traite pas le besoin particulier des cellules mobiles d'interventions chimiques (CMIC). Néanmoins, la méthode mise en œuvre reste utilisable.

La figure suivante permet de formaliser le besoin fondamental. Ce type de diagramme, appelé « bête à corne », est le point de départ de l'étude.

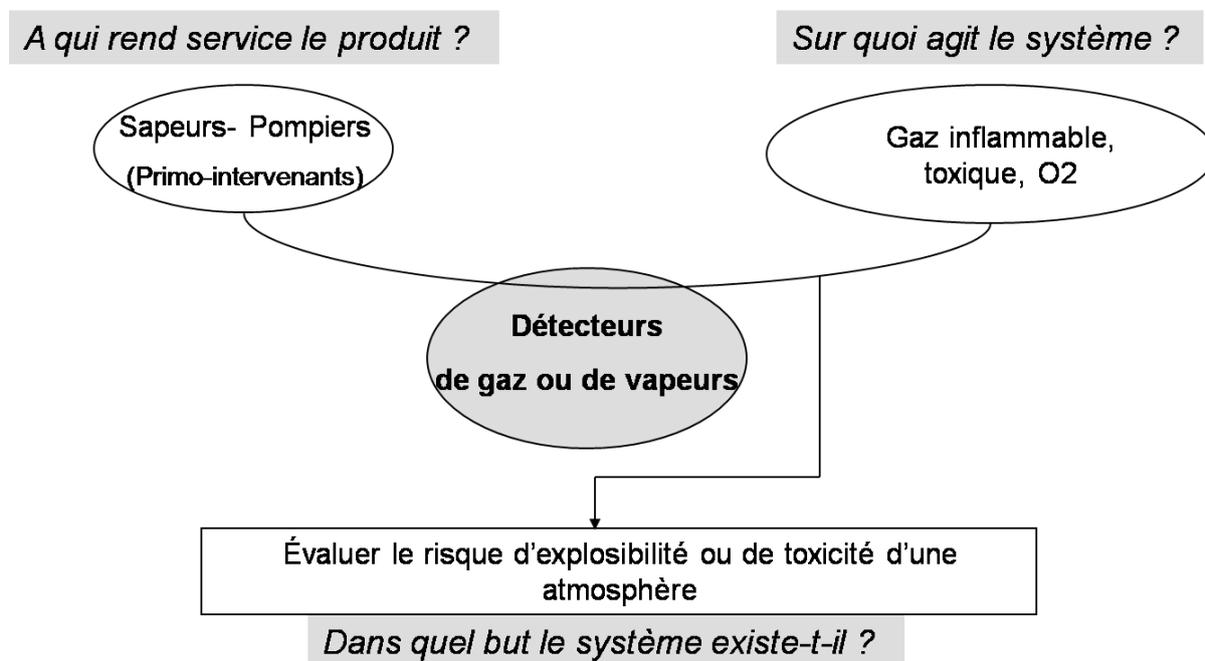


Figure 1 : Diagramme "bête à corne"

La suite du document est construite sous forme de « questions-réponses ». Les questions permettent de définir les besoins. Les réponses ainsi que des conseils seront formulés en annexe du présent document.

B. Définition du besoin lié à la réglementation et à la sécurité

- 🔵 Quel est le niveau de protection "ATEX" exigé (zone 0, 1 ou 2 pour les gaz et 20, 21 et 22 pour les vapeurs) ?
- 🔵 Une protection ATEX contre les risques d'explosion de poussière est-elle demandée ?
- 🔵 Quel niveau de protection IP est exigé (poussière et liquide) ?

- ▲ A quelle(s) norme(s) l'appareil doit-il satisfaire ?
- ▲ Quelles sont les exigences en matière de résistance mécanique ?

C. Définition du besoin lié à l'utilisation

- ▲ Quelle est la destination d'emploi de l'appareil ?
- ▲ Par quel type de missions l'appareil est-il concerné ?
- ▲ Quel est le parc actuel de machine au sein du SDIS ?
- ▲ Combien de gaz doivent pouvoir être détectés ?
- ▲ Lesquels obligatoirement ?
- ▲ L'appareil doit-il faire office de détecteur de CO ?
- ▲ L'appareil doit-il faire office de détecteur d'H₂S ?
- ▲ L'appareil doit-il faire office d'oxymètre ?
- ▲ Quelles sont les technologies de détection que doit embarquer l'appareil ?
- ▲ Combien de technologies doivent être associées à l'appareil ?
- ▲ Quelles sont l'efficacité et la sensibilité attendues sur des toxiques civils ?
- ▲ Quelles sont l'efficacité et la sensibilité attendues sur des toxiques de guerre ?
- ▲ Quelles sont l'efficacité et la sensibilité attendues en cas de risque d'explosion ?
- ▲ Si la fonction explosimétrie est exigée, quel doit être le gaz étalon ?
- ▲ Si la fonction explosimétrie est exigée, quel doit être le gaz de référence ?
- ▲ Quelle est la précision de la mesure attendue ?
- ▲ Produit par produit, quelle doit être la plage de détection / la gamme de mesure (joindre un tableau) ?
- ▲ Quelle est la complémentarité et la redondance entre les différents types d'appareils prévus à ce marché ?
- ▲ Quels types d'interactions entre les produits à détecter est admissible ?
- ▲ L'appareil permet-il la détection des toxiques en phase liquide (surface contaminée) ?
- ▲ L'appareil permet-il la détection des toxiques en phase solide (notamment poudre) ?
- ▲ Quelle est l'inertie et la dé-saturation attendues pour les prises de mesures des appareils ?
- ▲ Quelle est la pertinence des alarmes (sons, vibrations, ...) attendue (niveau sonore, risque de confusion avec d'autres alarmes, type de sonnerie) ?

D. Définition du besoin lié à l'ergonomie et à l'emploi

- ▲ Quelle est l'autonomie demandée à l'appareil ? Le temps de charge acceptable ?
- ▲ Quel type de batterie (Ni-Mh, ...) est-il préférable ?
- ▲ Existe-t-il un encombrement (L*I*h) minimal pour l'appareil et ses accessoires (batterie, chargeur, ...) ?
- ▲ Quelle doit être la tension du chargeur (12 V, 24 V ou 220 V) ?
- ▲ Quelle est la masse maximale de l'appareil ?
- ▲ L'appareil doit-il permettre d'opérer des mesures déportées ?
- ▲ Quelle facilité de lecture (ergonomie) est attendue (taille des caractères, taille de la diagonale de l'écran, type d'écran, écran couleurs ou non, ...) ?
- ▲ Quelles peuvent être les restrictions d'emploi (température, humidité, ...) ?
- ▲ Quelle facilité d'emploi (ergonomie) est exigée (taille et forme des boutons, nombre de boutons, ergonomie des écrans, etc.) ?

E. Définition du besoin lié à la gestion des données

- ▲ Le transfert de données vers un PC doit-il être prévu ?
- ▲ Si oui, que doit-on exiger (logiciel, câble, formation, etc.) ?
- ▲ L'appareil doit-il pouvoir s'intégrer dans un réseau de données ?
- ▲ Si oui, quelle doit être la technologie de communication au sein du réseau (Wifi, Bluetooth, filaire) ?
- ▲ Quelle est la périodicité d'étalonnage maximale recommandée ?
- ▲ L'appareil doit-il offrir une fonction "boîte noire" (données et paramètres enregistrés) ?
- ▲ La possibilité d'étalonnage en interne doit-elle être offerte ?
- ▲ Quelle doit être l'évolutivité de l'appareil (mise à jour du logiciel interne, ajout de fonctions et/ou d'accessoires) ?

F. Définition du besoin lié aux accessoires

Quels accessoires sont nécessaires (prise de mesure déportée, batterie supplémentaire, chargeur véhicule, sangle, housse) ?
Quelle qualité du sanglage et de la sacoche est exigée ?

G. Définition du besoin lié à l'entretien et à la maintenance

- ▲ La modification des valeurs-seuils doit-elle être autorisée pour l'utilisateur ? Pour les services de maintenance ?

- ▲ L'utilisateur peut-il avoir accès au logiciel de gestion de l'appareil ? Sur quel périmètre de fonctions ?
- ▲ Un agent de maintenance peut-il avoir accès au logiciel de gestion de l'appareil ? Sur quel périmètre de fonctions ?
- ▲ Le prêt d'appareil en cas de panne ou de maintenance préventive est-il exigé ?
- ▲ Quel est le coût prévisible de remplacement d'une batterie ?
- ▲ Quel est le coût prévisible d'un consommable de détection (cellule, etc.) ?
- ▲ Quel est le coût prévisible d'étalonnage et de calibrage ?
- ▲ Quel est le coût prévisible d'acquisition d'un banc de contrôle ?
- ▲ Quel est le coût prévisible de renouvellement d'une bouteille de gaz pour banc de contrôle ?
- ▲ Quelle durée moyenne de réparation (en comptant le trajet aller-retour) est exigée ?
- ▲ Quelle durée moyenne d'étalonnage et de calibration (en comptant le trajet aller-retour) est exigée ?
- ▲ Quel est le niveau de qualification exigé pour autoriser l'étalonnage et la calibration en interne (au sein du SDIS) ?

H. Définition du besoin lié à l'aspect documentaire

- ▲ Quelle est la qualité de la notice attendue (dresser la liste des chapitres) ?
- ▲ Quels types de documents (en plus de la notice) sont exigés (certificat CE de type...)?

I. Définition du besoin lié à la formation

- ▲ Quel type de formation (durée, nombre de séances, public, programme) est exigé ?

J. Définition du besoin lié aux coûts

- ▲ Quelle est la durée d'amortissement, prescrite ou conseillée (cf. notice) ?
- ▲ Quel est le coût d'acquisition d'un appareil ?
- ▲ Quel est le coût d'usage annuel prévisible ?
- ▲ Quel est le coût d'usage prévisible sur 10 ans ?
- ▲ Quel doit être le délai de fourniture maximal ?
- ▲ Quelle est la politique de l'entreprise quant à la gestion des appareils en fin de vie ?

II. Recommandations

Ce guide n'a évidemment pas pour but de servir de référence. Il a pour objectif de proposer une méthode rigoureuse d'analyse du besoin et d'analyse fonctionnelle traitée par l'exemple, dans le but de rédiger convenablement un CCTP pour les détecteurs de gaz.

Il semble judicieux d'assurer une veille technologique concernant la détection de gaz, aujourd'hui peu de gens sont au fait des récentes évolutions des détecteurs.

L'étude du besoin permettant la rédaction du CCTP est primordiale. Plus l'étude du besoin sera rigoureuse plus la rédaction du CCTP sera aisée.

Les détecteurs de gaz restent un sujet relativement simple à traiter. Néanmoins il est judicieux de réaliser l'étude du besoin et l'analyse fonctionnelle en équipe pluridisciplinaire (techniciens, opérationnels...), afin de maximiser les chances d'être le plus exhaustif et le plus rigoureux possible.

III. Annexes documentaires et informatives

L'objet de cette partie est de proposer des exemples de réponse aux questions formulées lors de l'analyse du besoin. Ces exemples sont évidemment à adapter en fonction du besoin réel du service. Ils sont à interpréter comme des conseils techniques issus d'une réflexion menée par des industriels, des sapeurs-pompiers, et la Direction de la sécurité civile à un instant donné. Il faut par conséquent être particulièrement vigilant sur la possibilité que les références réglementaires, normatives ou encore technologiques ne soient plus valables. C'est la raison fondamentale pour laquelle ce qui suit est et doit rester, un exemple d'application de la méthodologie présentée en partie I.

A. Réglementation et sécurité

SCHÉMA EUROPÉEN DE CERTIFICATION (94/9/CE)

Cat 1 ou M1	Attestation d'examen CE de type (A.III) Assurance de qualité production (A.IV ou A.V)	Mécanique/pneumatique/hydraulique	Attestation d'examen CE de type (A.III) Assurance qualité production (A.IV ou A.V)
Cat 2 ou M2	Attestation d'examen CE de type (A.III) Assurance qualité produit (A.VII ou A.VI)		Contrôle interne (A.VIII) Dépôt de dossier auprès d'un organisme notifié
Cat 3	Contrôle interne de fabrication (A.VIII)		Contrôle interne de fabrication (A.VIII)
Ou bien			
Cat 1 ou 2 ou 3	Vérification à l'unité (A.IX)		

Pour les systèmes de protection : idem Cat 1 ou M1

SCHÉMA INTERNATIONAL DE CERTIFICATION IECEx

Normes de certification identiques pour les matériels électriques.

Pour un matériel IECEx et ATEX, possibilité de délivrer les certificats sur la base des mêmes référentiels.

Audit du système qualité pour IECEx et ATEX basé sur des exigences communes.

Examen du matériel
Ex Testing Laboratory
Rapport ExTR

Assurance Qualité Production
Ex Certification Body
Rapport QAR

Certificat IECEx
Ex Certification Body

Mise en ligne sur www.iecex.com

ZONES/CATÉGORIES DES MATÉRIELS (définies en application de la Directive 1999/92/CE)

Zones	Matériel de catégorie
Gaz	
0 : présence permanente	1G
1 : présence occasionnelle	2G ou 1G
2 : présence rare	3G, 2G ou 1G
Poussières	
Z0 : présence permanente	1D
Z1 : présence occasionnelle	2D ou 1D
Z2 : présence rare	3D, 2D ou 1D

GROUPES DE GAZ

Groupe	Gaz de référence	IEMS (mm)	EMI (mj)
I	Méthane	1,14	0,28
IIA	Propane	0,92	0,25
IIB	Éthylène	0,65	0,07
IIC	Hydrogène/acétylène	0,37	0,011/0,017

IEMS : Interstice Expérimental Maximal de Sécurité
EMI : Énergie Minimale d'Inflammation
Pour les arrête-flammes, subdivisions supplémentaires IIB1, IIB2 et IIB3
IIB1 : IEMS > 0,85 - IIB2 : IEMS > 0,75 et IIB3 : IEMS > 0,65

CLASSES DE TEMPÉRATURES GAZ

Température (°C)	Gaz
T1 450°	Hydrogène 560° (T1)
T2 300°	Méthane 537° (T1)
T3 200°	Éthylène 425° (T2)
T4 135°	Acétylène 305° (T2)
T5 100°	Kérozène 210° (T3)
T6 85°	Éther éthylique 160° (T4)
	Disulfure de carbone 95° (T6)

MARQUAGE

Nom, adresse du fabricant

Type du matériel

Marquage gaz

Marquage poussières

N° de série/année de fabrication

Marquage ATEX

N° certificat IECEx

Paramètres électriques

Organisme notifié ATEX

N° certificat ATEX

TEMPÉRATURE INFLAMMATION POUSSIÈRES

Matière (granulométrie)	T° inflammation nuage (°C)	T° couche de 5 mm (°C)
Fibre de papier (16 µm)	570	335
Aluminium (< 10 µm)	560	430
Mals (1450 µm)	530	460
Blé (37 µm)	510	300
Bois (60 µm)	500	310
Sucre (30 µm)	490	480
Polyéthylène (72 µm)	440	Aucune (fusion)

Température maximale de surface du matériel < T° inflammation couche -75°C
Température maximale de surface du matériel < 2/3 x T° inflammation nuage

MODES DE PROTECTION DES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES

Norme IEC/EN	Code	Principe	Zones	
Gaz	Poussières		Gaz	Poussières
60079-0	61241-0	-	-	-
60079-1	61241-1	d	1/2	21/22
60079-2	61241-2	px/py/pz	1/2	21/22
60079-5		q	1/2	-
60079-6		o	1/2	-
60079-7		e	1/2	-
60079-11	61241-11	ia/ib/ic	0/1/2	20/21/22
60079-15		nA	2	-
		nL	2	-
		nR	2	-
		nC	2	-
60079-18	61241-18	ma/mb	0/1/2	20/21/22

MODES DE PROTECTION DES MATÉRIELS NON ÉLECTRIQUES

Norme	Code	Principe	Zones	
Gaz/poussières	Gaz/poussières		Gaz	Poussières
EN13463-1		Règles générales	-	-
EN13463-2	fr	Enveloppe à circulation limitée	2	22
EN13463-3	d	Enveloppe antidéflagrante	1/2	21/22
EN13463-5	c	Sécurité de construction	1/2	21/22
EN13463-6	b	Contrôle de la source d'inflammation	1/2	21/22
EN13463-7	p	Suppression interne	1/2	21/22
EN13463-8	k	Immersion dans un liquide	1/2	21/22

CONTACT :
Tél : +33 (0)3 44 55 66 69
Fax : +33 (0)3 44 55 67 04
Courriel : contact.atex@ineris.fr



INERIS - BP n°2 - 60550 Verneuil-en-Halatte
France - Tél : +33 (0)3 44 55 66 77
Fax : +33 (0)3 44 55 66 99 - www.ineris.fr



1. Quel est le niveau de protection "ATEX" exigé (zone 0, 1 ou 2) ?

L'hétérogénéité des interventions pour les sapeurs-pompiers favorise l'idée d'acquérir du matériel permettant de réaliser la détection du gaz dans une zone où la présence est permanente (zone 0). Cependant il est à noter qu'un appareil assurant la détection en zone 1 est suffisant pour les interventions menées par les sapeurs-pompiers.

2. Une protection "ATEX" contre les risques d'explosion de poussière est-elle demandée ?

Les appareils ayant une protection ATEX contre les explosions de poussière coûtent plus cher que les appareils ayant une protection contre les explosions de gaz. Néanmoins, c'est la nature des interventions qui doit orienter l'achat. Si de nombreuses interventions sont menées dans des zones ATEX 20, 21 ou 22, il semble judicieux de se protéger contre les explosions de poussière.

3. Quel niveau de protection IP est exigé (poussière et liquide) / quel niveau de résistance mécanique est exigé ?

Le tableau ci-dessous permet de répondre à cette question :

Indices de protection IP / IK

IP 1er chiffre		IP 2ème chiffre		IK	
0	Pas de protection	0	Pas de protection	0	Pas de protection 
1	Protégé contre les corps solides de diamètre supérieur à 52,5 mm	1	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau	1	Energie de choc : 0,15 Joule : 150 grammes chutant de 10 cm
2	Protégé contre les corps solides de diamètre supérieur à 12,5 mm	2	Protégé contre les chutes d'eau jusqu'à 15° de la verticale	2	Energie de choc : 0,20 Joule : 200 grammes chutant de 10 cm
3	Protégé contre les corps solides de diamètre supérieur à 2,5 mm	3	Protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale	3	Energie de choc : 0,35 Joule : 250 grammes chutant de 15 cm
4	Protégé contre les corps solides de diamètre supérieur à 1 mm	4	Protégé contre les projections d'eau	4	Energie de choc : 0,50 Joule : 250 grammes chutant de 20 cm
5	Protégé contre les poussières	5	Protégé contre les jets d'eau	5	Energie de choc : 0,70 Joule : 350 grammes chutant de 20 cm
6	Étanche à la poussière	6	Protégé contre les paquets de mer	6	Energie de choc : 1 Joule : 250 grammes chutant de 40 cm
		7	Protégé contre les effets de l'immersion temporaire à faible profondeur	7	Energie de choc : 2 Joules : 500 grammes chutant de 40 cm
		8	Matériel submersible	8	Energie de choc : 5 Joules : 1,25 Kilogrammes chutant de 40 cm
				9	Energie de choc : 10 Joules : 2,5 Kilogrammes chutant de 40 cm
				10	Energie de choc : 20 Joules : 5 Kilogrammes chutant de 40 cm

4. A quelle(s) norme(s) l'appareil doit-il satisfaire ?

Numéro de norme	Titre de la norme
NF EN 50014	Matériels électriques pour atmosphères explosibles
NF EN 50020	Matériel électrique pour atmosphères explosibles, sécurité intrinsèque « i »
NF EN 50270	Compatibilité électromagnétique – Appareils de détection et de mesure de gaz combustible, de gaz toxique ou d'oxygène
NF EN 60079-29-2	Détecteurs de gaz – Sélection, installation, utilisation et maintenance des détecteurs de gaz inflammables et d'oxygène

B. Utilisation

1. Quelle est la destination d'emploi de l'appareil ?

L'appareil va-t-il servir à l'équipage d'un Fourgon Pompe Tonne (FPT), à celui d'un Véhicule de Secours et d'Assistance aux Victimes (VSAV), ou bien dans le cadre d'opérations diverses ?

2. Quelle est le type de mission qui concerne l'appareil ?

Les missions pour lesquels un détecteur de gaz peut servir sont les suivantes :

- ▲ Détection de gaz (ex : détecteur de CO pour le secours à personne)
- ▲ Mesure de gaz (ex : recherche d'une fuite)
- ▲ Identification (ex : détermination du gaz lors d'une alerte pour odeur suspecte)
- ▲ Discrimination (ex : déterminer quel type de gaz s'échappe d'une cuve)

3. Quel est le parc actuel de machine au sein du SDIS ?

L'analyse du parc existant permet d'assurer une continuité entre les machines présentes dans le SDIS et les acquisitions, le but étant d'assurer une compatibilité opérationnelle.

4. Combien de gaz doivent pouvoir être détectés ?

En fonction de la mission dévolue à l'appareil, et du niveau des intervenants (primo-intervenants, secours à personne...), le nombre de gaz à détecter sera différent. On recense à l'heure actuelle sur le marché deux grands types d'appareils, les détecteurs mono-gaz, et les détecteurs multi-gaz qui sont généralement prévus pour la détection simultanée de 3 ou 4 gaz.

5. Lesquels obligatoirement ?

Les besoins opérationnels actuels des sapeurs-pompiers (hors CMIC) sont essentiellement liés à la détection de CO, de H₂S, d'O₂ et des gaz explosibles.

6. L'appareil doit-il faire office de détecteur de CO ?

Quelle est la finalité de l'achat de l'appareil ?

A noter que la plupart des détecteurs multi-gaz sur le marché permettent la détection de CO.

7. L'appareil doit-il faire office de détecteur d'H₂S ?

Quelle est la finalité de l'achat de l'appareil ?

Le H₂S est un gaz extrêmement toxique à des doses très faibles. On le retrouve notamment dans les égouts.

8. L'appareil doit-il faire office d'oxymètre ?

Cette fonction comporte de nombreux intérêts. Au-delà de connaître la proportion en oxygène de l'atmosphère ambiante, la connaissance de la quantité d'O₂ corrélée aux données de l'explosimètre peut s'avérer essentielle dans l'interprétation de ces données. (Voir l'annexe sur les technologies de détection)

9. Quelles sont les technologies de détection que doit embarquer l'appareil ?

a) Rappel de quelques notions fondamentales

(1) Les explosimètres

- La **LIE** est la concentration au-dessous de laquelle il n'y a pas assez de gaz combustible pour assurer la combustion dans l'atmosphère.
- La **LSE** est la concentration au-dessus de laquelle il n'y a pas assez de comburant pour permettre la combustion dans l'atmosphère.
- Une combustion est une réaction d'oxydoréduction rapide, elle met en œuvre un oxydant ou comburant (bien souvent l'oxygène de l'air), et un réducteur ou combustible.
- Une atmosphère sera dite explosive lorsque le mélange gazeux contient des proportions de substances inflammables telles qu'une énergie d'activation produise une inflammation. Lorsque l'atmosphère est explosive, le danger est réel.
- Une atmosphère sera explosible lorsqu'elle est susceptible de devenir explosive par augmentation de la concentration d'un gaz ou du comburant dans l'atmosphère.
- Un gaz est donc explosif dans une certaine plage de concentration dite plage d'explosivité et bornée par deux limites : la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE), et la Limite Supérieure d'Explosivité (LSE).

LIE et LSE sont des valeurs expérimentales, et ne font pas l'objet d'un consensus sur le plan international. Cependant les normes européennes sur les détecteurs de gaz ont établi une liste de référence en attendant l'aboutissement de travaux internationaux sur le sujet. A titre d'exemple, la LIE du méthane était à 5% il y a quelques années en Europe, elle est aujourd'hui à 4.4%.

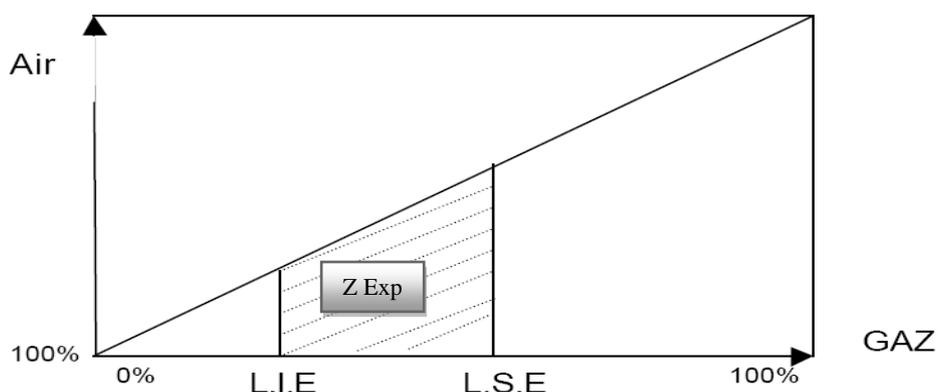


Figure 2 : Zone d'explosivité

(2) Les toximètres

- Un toximètre mesure la concentration d'un gaz dans une atmosphère en particules par millions (ppm).
- La Valeur Limite d'Exposition (VLE) est la valeur maximale respirable pendant 15 minutes par un individu, supportable sans provoquer de troubles intolérables, sans changement chronique ou irréversible des tissus, sans **narcose**, augmentation du danger d'accident, ni réduction des capacités de travail...
- La Valeur Moyenne d'Exposition (VME) est la valeur limite admise pour la moyenne dans le temps (8h/jour, 40h/semaine) des concentrations auxquelles le travailleur peut être effectivement exposé sans avoir de trouble, passager ou non.
- VLE et VME sont des valeurs indicatives, souvent réglementaires (code du travail). Elles sont donc différentes d'un pays à l'autre, mais ont tendance de manière générale à être de plus en plus basses.

(3) Remarque

- Pour les gaz les quatre limites définies précédemment sont données dans les **conditions normales de températures et de pression**.
- De manière générale, un gaz est toxique à faible teneur et explosible à plus forte concentration. Les seuils de détection étant très différents, il convient de bien choisir le type de détecteur de gaz en fonction du danger et non en fonction du gaz.

Narcose : état pathologique de somnolence et d'engourdissement.

Conditions normales de température et de pression : $T = 20^{\circ}\text{C}$, $P = 1013 \text{ hPa} = 1 \text{ atm}$,
 $\% \text{O}_2 = 20,95 \% \text{v/v}$

b) Méthode de détection

Les premiers explosimètres sont apparus autour de 1950. Depuis les technologies ont considérablement évolué, rendant la détection plus rapide, plus pratique et plus fiable. Cependant les principes mis en place dans les détecteurs d'aujourd'hui existent depuis une trentaine d'année. Un rapide aperçu des méthodes de détection utilisées fréquemment aujourd'hui est présenté ci-après.

(1) L'oxydation catalytique

LIMITES DE LA MESURE

La mesure est non sélective, tous les gaz inflammables donnent une réponse.

La poussière à haute dose inhibe le capteur.

Les vapeurs siliconées, le plomb, les composés sulfurés, halogénés, et organo-soufrés provoquent l'inhibition ou l'empoisonnement du capteur.

Ce type de mesure n'est pas recommandé au dessus de la LIE car une mesure fiable nécessite au minimum 10% d'O₂ dans l'atmosphère de travail (source EN 50073).

Lorsqu'un gaz brûle, il émet de l'énergie sous forme de lumière et de chaleur.

Le principe de la combustion catalytique consiste à chauffer un filament réalisé dans un matériau catalyseur de combustion (fréquemment le platine).

On fait donc passer un courant électrique dans ce filament qui s'échauffe jusqu'à une température T qui dépend de la puissance électrique appliquée aux bornes du filament (effet Joule).

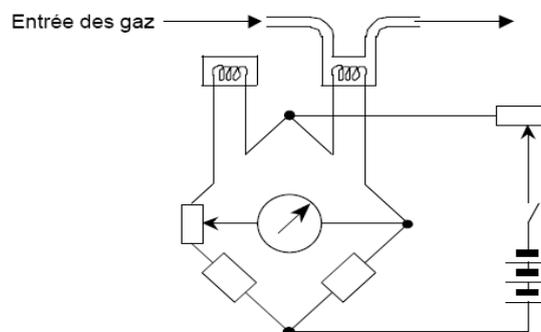


Figure 3 : Explosimètre par oxydation catalytique

Lorsqu'un gaz rentre en contact avec le filament, il se met à brûler et augmente la température du filament, dont la résistance est modifiée.

En se basant sur ce principe, il suffit de mesurer la variation de résistance du filament pour en déduire la concentration du gaz en présence. (La mesure est faite au moyen d'un montage électrique particulier appelé **Pont de Wheatstone**)

La mesure fournie par le capteur est donc spécifique au gaz de calibrage de l'appareil, il existe cependant des courbes permettant de passer d'un gaz à un autre pour un capteur donné.

Il existe de nombreux poisons à la réaction d'oxydation catalytique, qui en se plaçant sur le catalyseur empêche la réaction et donc la détection. On peut notamment citer les produits soufrés et les produits siliconés.

La plage de mesure s'étend de 0% LIE à 100% LIE

(2) La catharométrie

LIMITES DE LA MESURE

La détection est sensible à la température, à l'humidité, à la poussière, à la vitesse de l'air.

Cette technique est mieux adaptée aux gaz et aux vapeurs dont les propriétés diffèrent de celles de l'air.

Elle se limite aux mélanges gazeux binaires, la réponse nette à plusieurs gaz ou vapeurs étant indéterminée. Un tel mélange pourrait dans le cas le plus défavorable, ne pas provoquer de réponse du capteur

La catharométrie est basée sur un principe ressemblant à l'oxydation catalytique.

Ici, on chauffe une atmosphère avec une puissance électrique donnée. Sans modification de ces conditions, la température de l'atmosphère se stabilise.

La variation de la composition de l'atmosphère entraîne une variation de température que l'on mesure grâce à un capteur.

La différence fondamentale avec l'oxydation catalytique réside dans la température de chauffage, qui est beaucoup plus faible avec la catharométrie. En outre l'oxydation catalytique mesure la variation de résistance de l'élément chauffant, alors que la catharométrie mesure la variation de température de l'atmosphère sans faire brûler le gaz.

La mesure n'est donc pas la même qu'avec l'oxydation catalytique. En effet, on mesure ici la concentration absolue du gaz en % v/v. (Pourcentage du gaz dans le volume)

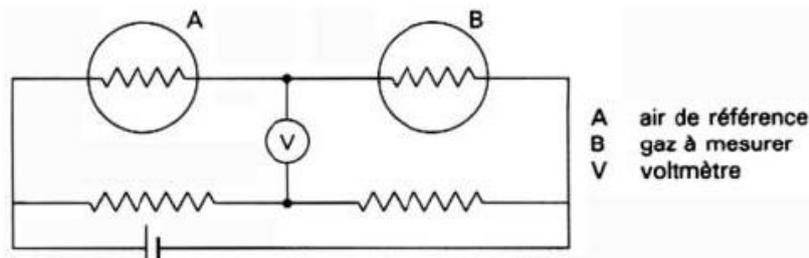


Figure 4 : Catharomètre

(3) Les cellules électrochimiques**LIMITES DE LA MESURE**

La réponse n'est pas complètement sélective.

Les autres gaz oxydants peuvent causer des interférences. A titre d'exemple un capteur de CO peut réagir négativement si du NO₂ est présent dans l'air ambiant, car la réaction prédominante au niveau de l'électrode est celle avec NO₂.

Certains capteurs sont sensibles à la pression, la température, la poussière.

Si la concentration de gaz est élevée, le capteur peut être progressivement consommé.

L'orifice d'arrivée des gaz peut être progressivement bouché par des produits de réaction, et empêcher une détection correcte.

La détection électrochimique utilise le principe de la pile électrochimique.

Lors d'une réaction d'oxydoréduction, on assiste à un transfert d'électron(s) du réducteur vers l'oxydant, qui crée un courant électrique.

En reliant deux électrodes, l'une de référence dont le potentiel est invariant, et une seconde réagissant avec le gaz que l'on souhaite détecter, on obtient une pile. Il suffit de mesurer la tension aux bornes pour connaître la quantité d'électrons en mouvement et par conséquent la concentration de gaz dans l'air.

Les cellules électrochimiques sont essentiellement utilisées en toxicométrie.

Une cellule permet la mesure d'un seul gaz.

Il existe pour les cellules électrochimiques un risque d'interférence entre deux gaz.

Le résultat est généralement donné en ppm (partie par million) qui est l'unité classique de mesure de la toxicité.

Pour le CO la VME française est à 50 ppm.

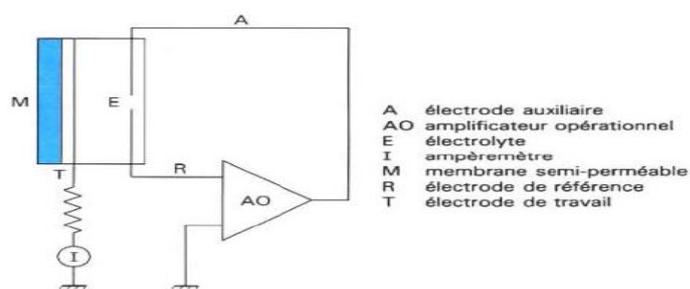


Figure 5 : Détecteur de gaz à cellule électrochimique

(4) L'infrarouge

Toute molécule peut être excitée par une onde électromagnétique d'une longueur d'onde donnée. La molécule si elle est soumise à un rayonnement ayant une longueur d'onde adaptée va absorber de l'énergie.

LIMITES DE LA MESURE

La détection est affectée par la pression, la poussière, les vibrations, l'humidité.
 La sélectivité dépend du gaz et de la longueur d'onde de la source lumineuse.
 Le détecteur ne peut détecter les molécules monoatomiques ni les molécules diatomiques telles que Hg, Cl₂, H₂, et autres halogènes.
 La mesure est donnée en % v/v, ou en % de la LIE.
 Le capteur infrarouge consomme beaucoup d'énergie.

C'est en mesurant la variation d'absorbance entre un rayon de référence (qui n'a traversé que de l'air) et un rayon qui a traversé une cuve contenant un mélange air-gaz, que l'on va déduire la concentration du gaz mesuré.

Il s'avère qu'une grosse majorité des gaz est excitable dans l'infrarouge.

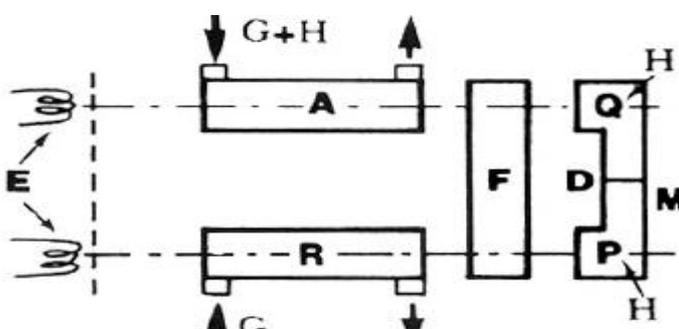


Figure 6 : Principe de la détection infrarouge

Avec E, source lumineuse, A cuve de détection, R cuve de référence, F lentille, et enfin la zone de mesure représentée par M, Q, D, P. G correspond à de l'air de référence, H à l'atmosphère dans laquelle on réalise la détection.

(5) La photo ionisation

LIMITES DE LA MESURE

La cellule de détection est sensible à la poussière.
 La sélectivité de cette méthode est liée aux potentiels d'ionisation des molécules et aux potentiels des lampes utilisées.
Exemple : on considère les potentiels d'ionisation suivants : hexane = 10.18 eV, propane = 11.7 eV, oxyde d'éthylène = 10.6 eV, benzène = 9.2 eV. Une lampe de 11.7 eV permet de détecter ces quatre produits, une lampe de 10.6 eV permet la détection du benzène, de l'éthylène et de l'hexane.

L'ionisation d'un atome consiste à lui arracher un électron pour le transformer en ion.

Dans la photo-ionisation, on utilise une lampe UV. Le flux d'électron « arraché » va donner naissance à un courant électrique mesurable qui en fonction de son intensité nous donnera la valeur de la concentration du gaz à mesurer.

Cette technologie est particulièrement efficace pour la détection des composés organiques volatils (COV), présent en faibles concentrations.

Le résultat est donné en ppm et les valeurs sont très précises (de l'ordre du ppm voire du ppb)

(6) Autres méthodes

On peut dénombrer de nombreuses autres méthodes de mesure de gaz.

On retrouve parmi les plus connues :

- Les tubes réactifs associés à une pompe : on place un réactif spécifique à un gaz ou à une famille de gaz sur un support, le tout est placé dans un tube fermé. L'ouverture du tube permet la réaction entre l'atmosphère gazeuse et le réactif contenu dans le tube, ce qui a pour effet de colorer le réactif et ainsi d'évaluer la concentration du gaz en présence. Un tube est évidemment limité à un usage unique, et est généralement utilisé pour de l'identification.

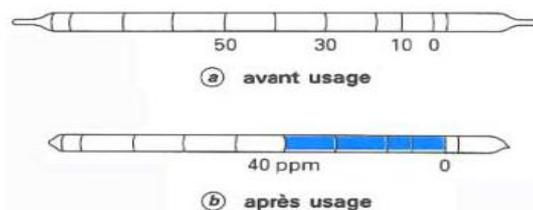


Figure 7 : Tubes de détection

- On retrouve également les capteurs à oxyde semi-conducteur. Le principe est identique aux cellules électrochimiques, le support de la réaction n'est plus un métal, mais un oxyde métallique semi-conducteur)

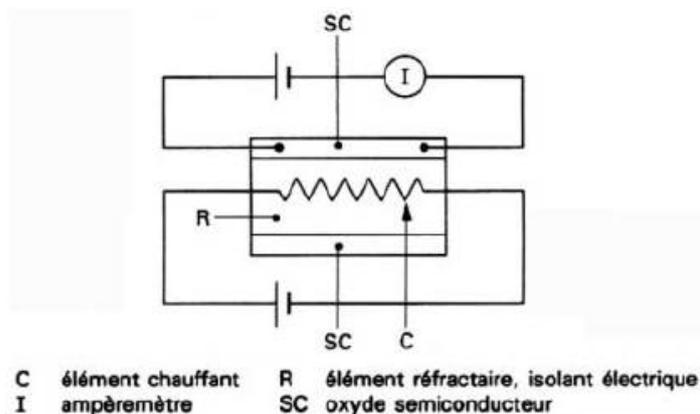


Figure 8 : Capteur à oxyde semi conducteur

- Enfin les études actuelles portent sur le développement de capteur utilisant le traitement du signal, le dépôt sur couche mince...

c) Caractéristiques liées aux technologies

Les éléments indiqués ci-après sont extraits de « Recommandations pour la détection d'une atmosphère explosive gazeuse en milieu industriel – D.JAMOIS »

Les différentes caractéristiques des capteurs vont se révéler déterminantes dans le choix de telle ou telle technologie de mesure lors de l'achat. La partie qui suit a pour but d'établir les différents critères liés dans un premier temps aux caractéristiques métrologiques, puis dans un second temps aux caractéristiques environnementales.

(1) Critères liés aux caractéristiques métrologiques

(a) Temps de réponse

La réactivité du détecteur de gaz est essentiellement liée au temps de réponse du capteur qui dépend de l'élément sensible et de la vitesse avec laquelle la concentration en gaz s'établit par diffusion autour de la surface de cet élément. Le tableau suivant donne un classement relatif des différentes techniques.

Techniques de détection	Réactivité de l'élément sensible	Délai d'établissement de la concentration à la surface de l'élément sensible	Classement relatif
Catalytique	Quasi immédiate	Court	2
Catharométrique	Immédiate	Court	1
Infrarouge	Immédiate	Assez long (sans pompe)	3
Electrochimique	Quelques secondes	Long	4

(b) Gamme de mesure

Tous les détecteurs de gaz ne mesurent pas la même chose. Il est plus ou moins possible de passer d'une échelle de mesure à une autre. Néanmoins c'est dans sa gamme de mesure qu'un appareil possède la plus grande précision. A titre de comparaison un compteur automobile est beaucoup plus précis entre 0 et 90 km/h qu'entre 90 et 130 km/h.

Le tableau suivant donne les gammes de mesures des différentes technologies de détection, ainsi que les incertitudes sur ces mesures.

Techniques de détection	Gamme de mesure	Incertitude de mesure % de la gamme de mesure
Catalytique	0-100 %LIE	1 à 2 %
Catharométrique	0-100 % v/v	1 à 5 %
Infrarouge	0-100 %LIE ou 0-100 % v/v suivant chemin optique	2 à 3 %
Electrochimique	0-1000 à 0-10000 ppm suivant le type de cellule	1 à 2 %

(c) Dérive

Comme tout appareil, un détecteur gaz subit une usure au cours du temps. En fonction de la technologie, la dérive du signal liée à cette usure n'est pas la même.

Le tableau suivant donne les indications quant à l'importance de la dérive des différents capteurs au cours du temps pour une utilisation normale.

Techniques de détection	Dérive de la sensibilité	Classement relatif
Catalytique	Faible à moyenne – perte de sensibilité	4
Catharométrique	Faible	2
Infrarouge	Faible – perte de sensibilité	1
Electrochimique	Faible à moyenne – perte de sensibilité	3

(d) Spécificité

La spécificité d'un capteur représente sa capacité à ne détecter que le gaz pour lequel il a été choisi. La spécificité dépend du capteur choisi et de certains paramètres de réglages. (Le potentiel de la lampe UV dans un capteur à photo-ionisation va permettre de restreindre le type de COV détecté)

Le tableau ci-dessous donne les spécificités des différentes technologies de capteur.

Techniques de détection	Spécificité des techniques de détection utilisée
Catalytique	Non spécifique : tous gaz combustibles. La sensibilité varie en fonction du gaz.
Catharométrique	Peu spécifique : la sensibilité aux gaz dépend des différences entre les propriétés du gaz et celles de l'air.
Infrarouge	Peu spécifique : le choix de la longueur d'onde permet d'obtenir une relative spécificité par famille chimique de gaz.
Electrochimique	Assez spécifique : la sensibilité aux gaz à détecter, pour lesquels l'appareil est conçu, est souvent beaucoup plus grande que pour les autres gaz combustibles présents dans l'atmosphère.

(2) Critères liés aux caractéristiques environnementales**(a) Nature du gaz à détecter**

En fonction de la technologie du capteur, certains gaz ne seront pas détectés, voire pourront inhiber la cellule de détection, la rendant inefficace. (Le CO est invisible, l'œil ne le voit pas)

Le tableau ci-dessous donne la liste des cas particuliers et des gaz couramment détectés pour chaque technique de détection.

Techniques de détection	Gaz ou vapeurs combustibles indétectables	Gaz ou vapeurs combustibles couramment détectés
Catalytique	Composés organochlorés Attention : phénomène d'inhibition probable	Hydrocarbures, alcools, cétones, éthers, esters, ammoniac, amines

Catharométrique	Butane, propane, acétylène, éthylène	Hydrogène, méthane, organochlorés
Infrarouge	Hydrogène	Hydrocarbures, alcools, cétones, éthers, esters, ammoniac, amines
Electrochimique	Alcanes légers	Hydrogène, éthylène

(b) Présence d'autres substances

Certaines substances présentes dans l'atmosphère de détection même en très faibles quantités peuvent modifier les caractéristiques des capteurs. Le tableau ci-après établit la liste des composés perturbateurs et leurs effets sur la détection.

Techniques de détection	Produits, composés volatils « perturbateurs »	Effets produits
Catalytique	Composés siliconés volatils, composés organiques du plomb et du phosphore (quelques ppm)	Perte de sensibilité irréversible et parfois complète suivant l'exposition
	Composés organosoufrés et organochlorés (quelques centaines de ppm)	Perte de sensibilité plus ou moins réversible suivant les constructeurs
Catharométrique	Aucun	---
Infrarouge	Poussière, aérosols (eau, huiles)	Perte partielle de sensibilité, réversible après nettoyage
Electrochimique	Gaz d'échappement moteur	Fausse alarmes

(c) Influences atmosphériques

La zone de détection peut être située en extérieur et soumise aux phénomènes naturels tels que le vent ou la pluie. Certains capteurs de part leur technologie peuvent être plus ou moins affectés. Le tableau ci-après liste les principales influences connues dont il faut tenir compte lors du choix d'un matériel.

Techniques de détection	Principales influences extérieures
Catalytique	Très peu d'influence des conditions ambiantes
Catharométrique	La vitesse de l'air et les variations d'humidité peuvent influencer sur le signal
Infrarouge	Forte sensibilité aux projections d'eau. L'utilisation de coiffe anti-intempéries peut augmenter de façon importante le temps de réponse
Electrochimique	Un air ambiant très sec peut entraîner un vieillissement prématuré des cellules, les variations de température peuvent induire des variations de sensibilité

10. Combien de technologies doivent être associées à l'appareil ?

La multiplication des technologies entraîne la multiplication des causes de défaillance de l'appareil, cependant, cela peut aussi permettre de compenser les défauts d'un principe de détection par les qualités d'un autre principe.

11. Quelles sont l'efficacité et la sensibilité attendues sur des toxiques civils ?

La sensibilité d'un détecteur de gaz sera la variation minimum de la quantité de gaz en dessous de laquelle la variation ne sera pas visible pour l'appareil, ce seuil est capital en matière de toxique, car certaines émanations toxiques sont mortelles à des doses très faibles. Il dépend du toxique à détecter.

12. Quelles sont l'efficacité et la sensibilité attendues sur des toxiques de guerre ?

Voir question 11.

En outre il est à noter que les toxiques de guerre ont des seuils de létalité inférieurs à ceux des toxiques civils. Etant donnée leur nature, il faut privilégier des moyens types AP2C ou équivalent.

13. Quelles sont l'efficacité et la sensibilité attendues en cas de risque d'explosion ?

Pour certains gaz, une faible variation de la quantité du gaz dans l'atmosphère peut entraîner un changement important sur le caractère explosible de l'atmosphère. La sensibilité de détection trouve donc tout son sens.

14. Si la fonction explosimétrie est exigée, quel doit être le gaz étalon ?

Le gaz étalon est le gaz avec lequel l'appareil est étalonné. C'est-à-dire qu'on observe la réponse du capteur pour différentes concentrations connues de ce gaz, et on en déduit la réponse du capteur sur toute l'échelle de mesure du détecteur de gaz.

De manière générale il est souhaitable de laisser le choix du gaz étalon à l'industriel fabricant.

15. Si la fonction explosimétrie est exigée, quel doit être le gaz de référence ?

Le gaz de référence est le gaz à partir duquel on va réaliser l'affichage des valeurs sur l'écran de l'appareil. Si le gaz de référence est différent du gaz étalon, on retrouvera un coefficient de correction entre l'étalonnage et l'affichage.

A l'heure actuelle, 90% des interventions pour fuites de gaz ou odeurs suspectes concernent le méthane (CH₄), il est donc souhaitable d'avoir le méthane pour gaz de référence sur l'appareil.

16. Quelle est la précision de mesure attendue ?

La précision de mesure, c'est la capacité de l'appareil à délivrer une « information vraie ». La précision correspond donc à l'écart entre la valeur lue à l'écran et la valeur réelle de la concentration en gaz de l'atmosphère. Cet écart est généralement donné en pourcentage de la valeur réelle. Pour les détecteurs de gaz, un écart de précision compris entre 5% et 10 % de la valeur finale semble suffisant en termes de couverture du risque.

17. Produit par produit, quelle doit être la plage de détection / la gamme de mesure (joindre un tableau) ?

Un capteur donné est limité en sur son étendue de mesure. (L'œil humain perçoit des ondes de longueurs d'onde comprises entre 400 nm et 800 nm)

Plus la gamme de mesure est grande et plus l'erreur est grande en bas de la gamme de mesure. Il est donc important de spécifier l'étendue de mesure souhaitée pour un capteur donné. (Exemple : une cellule permettant de détecter l'oxygène peut avoir une plage de détection comprise entre 18%_{v/v} et 23%_{v/v})

18. Quelle est la complémentarité et la redondance entre les différents types d'appareils prévus à ce marché ?

Il peut être utile d'associer deux appareils dont les spécificités sont différentes pour élargir le spectre des actions que l'on peut mener sur un même terrain opérationnel.

19. Quelles types d'interactions entre les produits à détecter est admissible ?

La réponse dépend du besoin et va orienter le choix des technologies de détection.

20. L'appareil permet-il la détection des toxiques en phase liquide (surface contaminée) ?

Dépend du besoin.

21. L'appareil permet-il la détection des toxiques en phase solide (notamment poudre) ?

Dépend du besoin.

22. Quelle est l'inertie et la dé-saturation attendues pour les prises de mesures des appareils ?

Les technologies actuelles ne permettent pas de réaliser des mesures en temps réel, il existe une inertie propre à l'appareil et à la méthode de détection. En outre un appareil ne peut pas réaliser deux mesures consécutivement, car il le capteur a besoin de se « dé-saturer », c'est-à-dire d'éliminer le gaz encore présent au niveau de l'élément sensible.

Ces considérations technologiques permettent de définir le temps minimum entre deux mesures, et le temps de réponse du capteur.

Il est à noter que les cellules électrochimiques ont besoin d'un temps d'ionisation avant de pouvoir fournir des données cohérentes (équivalent à un temps de chauffe).

23. Quelle est la pertinence des alarmes (sons, vibrations...) attendue (niveau sonore, risque de confusion) ?

L'appareil doit disposer d'alarmes qui soient suffisamment efficaces pour alerter le porteur quelque-soient les conditions de travail.

Il semble cohérent d'avoir trois types d'alarmes : visuelle, sonore et vibrante, avec un niveau sonore de l'ordre de 85 dB à 1 mètre.

C. Définition du besoin lié à l'ergonomie et à l'emploi

1. Quelle est l'autonomie demandée à l'appareil ? Le temps de charge acceptable ?

L'autonomie d'un détecteur de gaz, c'est le temps pendant lequel l'appareil va pouvoir rester en fonctionnement. Pour un détecteur de gaz, l'autonomie en tant que telle n'a pas d'intérêt. En revanche l'autonomie sous alarme est essentielle. De la même manière l'autonomie intéressante d'un téléphone portable est son autonomie en communication. Par conséquent, il est conseillé de préciser une autonomie sous alarme proche de la durée maximale d'une intervention pour les détecteurs multi-gaz. Les détecteurs mono-gaz, de par leur caractère « jetable » doivent avoir une autonomie au moins égale à leur durée de vie. Le temps de charge correspond à une durée d'immobilisation de l'appareil, il doit donc répondre aux contraintes opérationnelles rencontrées.

2. Quel type de batterie est préférable ?

Si l'appareil est choisi rechargeable, il faudra préciser un type de batterie. Il semble à l'heure actuelle intéressant d'utiliser des batteries ayant une base lithium (Li), dont l'effet mémoire est relativement faible.

3. Existe-t-il un encombrement (L*I*h) maximal pour l'appareil et ses accessoires (batterie, chargeur) ?

Il est préférable que les dimensions de l'appareil permettent de le tenir à la main, et que l'ensemble {appareil+accessoires} puisse loger dans un rangement facilement intégrable à un FPT.

4. Quelle doit être la tension du chargeur (12 V, 24 V ou 230 V) ?

Le choix à faire ici est celui de la source de chargement. En partant dans l'hypothèse d'une autonomie au moins égale à celle de la durée d'une intervention pour les détecteurs multi-gaz, il semble judicieux de prévoir un rechargement sur le secteur (230 Volts).

5. Quelle est la masse maximale de l'appareil ?

L'appareil est de type portable, il semble donc cohérent de voir sa masse « hors accessoires » se situer autour de 300 grammes, et sa masse « avec accessoires » être proche de 500 grammes. Toutefois cette donnée est purement indicative, dans la mesure où c'est le niveau d'équipements de l'appareil qui déterminera sa masse.

6. L'appareil doit-il permettre d'opérer des mesures déportées ?

La densité des gaz est telle que l'on retrouvera certains gaz en partie haute des volumes, et d'autres en partie basse. Il semble donc intéressant de disposer d'un dispositif permettant de réaliser des mesures déportées, par exemple une canne de prélèvement.

7. Quelle facilité de lecture est attendue (taille des caractères, taille de la diagonale de l'écran, type d'écran) ?

Il est important que le vecteur principal de l'information soit lisible de manière simple. Il est donc souhaitable de disposer d'un écran rétro-éclairé, sur lequel figure simultanément toutes les mesures faites par l'appareil, et qui indique la présence d'alarmes.

8. Quelles peuvent être les restrictions d'emploi ?

Certaines interventions se déroulent dans des conditions environnementales particulières (humidité, température). Il faudra par conséquent spécifier des plages d'utilisation. Il est à noter que toutes les technologies ne sont pas sensibles aux mêmes facteurs (voir : Annexe, B, 9, conditions atmosphériques)

9. Quelle facilité d'emploi est exigée (taille et forme des boutons, nombre de boutons, ergonomie des écrans, etc.) ?

Les détecteurs de gaz ont un intérêt s'ils peuvent être utilisés par les sapeurs-pompiers en intervention. Les boutons doivent par conséquent être compatibles avec la tenue d'intervention, et plus particulièrement avec les gants.

L'ergonomie globale de l'appareil reste au jugement de l'utilisateur lors de phase de test en amont de l'achat.

D. Définition du besoin lié à la gestion des données

1. Le transfert de données vers un PC doit-il être prévu ?

Cette fonction présente un intérêt, notamment en matière de suivi des données de l'intervention, et également pour suivre la dérive de l'appareil. En outre cette fonction

ne semble pas intéressante sur un détecteur mono-gaz type détecteur de CO. En effet ce dernier est généralement utilisé en détecteur et pas en appareil de mesure.

2. Si oui, que doit-on exiger (logiciel, câble, formation) ?

En tout état de cause, il faudra prévoir un câble ou une carte mémoire, un logiciel, et une notice d'utilisation.

3. L'appareil doit-il pouvoir s'intégrer dans un réseau de données ?

4. Si oui, quelle doit être la technologie de communication au sein du réseau (Wifi, Bluetooth, filaire) ?

Ce choix doit se faire en fonction des portées de communication, des contraintes engendrées sur l'appareil...

5. L'appareil doit-il offrir une fonction "boîte noire" (données et paramètres enregistrés) ?

La réponse à cette question dépend de l'utilisation voulue pour l'appareil. Cependant, si le transfert de données vers un PC est prévu, il semble judicieux de prévoir cette fonction de stockage des données, parce qu'elle est alors facile à réaliser pour surcoût modique.

6. Quelle doit être l'évolutivité de l'appareil (mise à jour du logiciel interne, ajout de fonctions et/ou d'accessoires) ?

Etant donnée la durée de vie des appareils, la mise à jour du logiciel interne doit être possible.

E. Définition du besoin lié aux accessoires

1. Quels accessoires sont nécessaires (prise de mesure déportée, batterie supplémentaire, chargeur véhicule, sangle, housse) ?

A titre d'exemple :

-  Canne pour les mesures déportées
-  Agrafe type crocodile
-  Valise de transport résistante, assurant le maintien en conditions du matériel

2. Quelle qualité de la sacoche est exigée ?

Pour le transport d'un tel type de matériel, il est recommandé de disposer d'une valise avec des empreintes en mousse permettant de repérer le rangement du matériel et de ses accessoires.

F. Définition du besoin lié à l'entretien et à la maintenance

1. La modification des valeurs seuils doit-elle être autorisée pour l'utilisateur ? Pour les services de maintenance ?

L'utilisateur en tant que primo-intervenants ne doit pas pouvoir modifier les valeurs seuils de l'appareil. En contrepartie, il est intéressant pour les services de maintenance de pouvoir changer ces valeurs, pour tenir compte par exemple de changement des protocoles opérationnels.

2. Quelle est la périodicité de calibrage maximale recommandée ?

Cette valeur dépend des données du constructeur, mais elle est essentielle dans le calcul du coût de l'appareil pour le service. En effet, chaque calibrage a un coût, et engendre une immobilisation du matériel.

3. La possibilité de calibrage en interne doit-elle être offerte ?

Dépend de la politique du SDIS pour la gestion de son parc machine. Il semble intéressant de raisonner économiquement et de mesurer le surcoût (s'il existe) lié à l'externalisation pour le calibrage.

4. En quoi l'utilisateur peut-il avoir accès au logiciel de gestion de l'appareil ?

L'utilisateur ne doit pas, à priori, en raison de ses compétences avoir accès au logiciel interne de l'appareil.

5. En quoi un agent de maintenance peut-il avoir accès au logiciel de gestion de l'appareil ?

L'agent de maintenance peut effectuer la remise à jour du logiciel, renseigner les opérations de maintenance effectuées, réaliser l'étalonnage ou l'entretien du matériel, ou encore modifier le logiciel interne pour pallier à certains changements.

6. Le prêt d'appareil en cas de panne ou de maintenance préventive est-il exigé ?

Cette question est purement économique, et doit faire l'objet d'une étude. Vaut-il mieux acheter plus d'appareils que le besoin réel, ou payer plus un appareil et disposer du prêt d'un appareil en cas de panne ?

7. Quel est le coût prévisible de remplacement d'une batterie ?

Dépend du coût d'une batterie, et donc de la technologie choisie, de l'autonomie souhaitée, et de la puissance nécessaire.

8. Quel est le coût prévisible d'un consommable de détection ?

Voir données du constructeur. A noter que les technologies optiques créent aujourd'hui (en 2009) un surcoût à l'achat et donc à la maintenance.

9. Quel est le coût prévisible d'étalonnage et de calibrage ?

Voir données du constructeur.

10. Quel est le coût prévisible d'acquisition d'un banc de contrôle ?

Voir données du constructeur.

11. Quel est le coût prévisible de renouvellement d'une bouteille de gaz pour banc de contrôle ?

Voir données du constructeur.

12. Quelle durée moyenne de réparation (en comptant le trajet aller-retour) est exigée ?

Il faut prendre en considération la distance au centre de réparation, le temps de réparation d'un appareil et l'impact sur le service.

13. Quelle durée moyenne d'étalonnage et de calibration (en comptant le trajet aller- retour) est exigée ?

Voir question 12

14. Quel est le niveau de qualification exigé pour autoriser l'étalonnage et la calibration en interne (au sein du SDIS) ?

Dépend de l'appareil et des préconisations constructeurs.

G. Définition du besoin lié à l'aspect documentaire

1. Quelle est la qualité de la notice attendue (dresser la liste des chapitres) ?

Il est recommandé de voir avec le constructeur quelle est la structure de la notice fournie avec son appareil, et si nécessaire de faire préciser certaines données.

2. Quels types de documents sont exigés ?

L'appareil sera fourni au minimum avec son certificat ATEX et son attestation CE.

H. Définition du besoin lié à la formation

1. Quel type de formation est exigé ?

La formation liée au détecteur de gaz concerne deux types de personnel, les utilisateurs et les personnels de maintenance. On aura donc deux types de formations différents. Il est souhaitable que la formation adaptée aux personnels chargés de la maintenance permette la délivrance d'une attestation de suivi (sans date de péremption).

I. Définition du besoin lié aux coûts

1. Quelle est la durée d'amortissement, prescrite ou conseillée ?

Cette information est à déterminer avec le constructeur de l'appareil, elle dépend de l'appareil choisi, mais aussi du niveau de service annexe.

2. Quel est le coût d'acquisition d'un appareil ?

On peut voir le coût d'acquisition de deux manières :

- Le coût à l'achat du détecteur et de ses accessoires
- Le coût de l'appareil pour l'acheteur sur toute sa durée de vie

3. Quel est le coût d'usage annuel prévisible ?

Coût annuel = Coût global de l'appareil sur sa durée de vie / Durée d'amortissement (en année)

4. Quel est le coût d'usage prévisible sur 10 ans ?

Le coût sur 10 ans doit reprendre le coût de possession annuel, en intégrant les évolutions de l'amortissement sur chaque année.

5. Quel doit être le délai de fourniture maximal ?

Voir avec les capacités du constructeur, et les besoins du service.

6. Quelle est la politique de l'entreprise quant à la gestion des appareils en fin de vie ?

Il est recommandé de demander au constructeur de l'appareil de reprendre l'appareil en fin de vie, et que les composants de ce dernier soient valorisés.

J. Exemple d'analyse du besoin

Fait suite et complète le IV.

1. Le contexte

Les interventions que mènent les sapeurs pompiers couvrent de nombreux domaines. Les détecteurs de gaz sont utilisés dans de nombreux cas, dont en particulier :

- Le secours à personne (détection de CO)
- Les phases de noyage et de déblais (détection de CO)
- Les interventions pour fuites de gaz ou odeurs suspectes (détection et mesure)
- Les opérations diverses (majoritairement de la détection de CO)

Les statistiques nationales tendent à montrer que 85 % des utilisations de détecteur de gaz concernent les secours à personne, les fuites de gaz, et les phases d'extinction des incendies, alors que 15 % concernent les risques technologiques.

a) Intérêt de l'utilisation

Tout d'abord, lors des phases de noyage et de déblais d'un incendie, les combustions bien que limitées dégagent une forte quantité de CO en raison de leur caractère incomplet. Certaines combustions, comme les feux de joints de dilatation produisent un fort dégagement de CO. Dans le but de justifier de l'intérêt du port l'ARI, on retrouve fréquemment un détecteur de CO sur les phases de noyage et de déblais d'un incendie et sur les opérations diverses. (L'utilisation sur les opérations diverses a été justifiée lors d'une étude menée par la Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris.)

Ensuite, le secours à personne comprend un risque similaire, l'arrivée de l'hiver, le redémarrage des chauffages, l'aération moindre des locaux engendrent un risque fort d'intoxication au CO (plus de 40 000 en 2008), c'est pourquoi les sapeurs pompiers partent avec leur détecteur de CO sur le sac d'intervention, cela leur

permet d'éviter tous risques d'intoxication pour eux, mais aussi de traduire les symptômes d'une victime.

Par ailleurs, les interventions pour fuite de gaz ou pour odeur suspecte requièrent logiquement un explosimètre, dans un premier temps pour évaluer si la fuite est réelle, et évaluer le danger pour les personnes à proximité, et dans un second temps pour aider à la localisation de la fuite et toujours assurer une évaluation optimale du risque. A noter que ces interventions concernent des gaz « classiques » (CH_4 , C_3H_8 , C_4H_{10}) et les vapeurs d'essences.

Type d'intervention menée	Gaz rencontrés
Fuites de gaz ou odeurs suspectes	90% des interventions concernant méthane, butane, propane et vapeur d'essence, GPL
Phase d'extinction d'incendie	Essentiellement du CO
Secours à personne	Essentiellement du CO
Opérations diverses	Essentiellement du CO

b) Matériels actuels

Nous nous intéresserons ici seulement aux détecteurs de gaz utilisés par les sapeurs pompiers dans le cadre des interventions hors Cellule Mobile d'Intervention Chimique.

On retrouve essentiellement deux types de matériels :

- ▲ Les mono-détecteurs permettant la détection et la mesure de CO et de H_2S , pour lequel le principe de détection est généralement électrochimique (la présence du gaz à détecter agit sur le potentiel d'une électrode, ce qui génère un courant dans un circuit électrique, l'intensité variant avec la concentration). Les appareillages sont très simples, disposent généralement de seuil d'alarmes réglables et sont dédiés uniquement à la mesure ou à la détection d'un gaz.
- ▲ Les multi-détecteurs permettent de détecter un plus grand nombre de gaz. Les modèles actuels renseignent sur les concentrations dans l'air d' O_2 , H_2S , CO, et possèdent une cellule explosimétrique. De manière générale, on retrouve deux technologies dans ce type d'appareil, les cellules

électrochimiques pour la détection de CO, H₂S et O₂, et l'oxydation catalytique pour la détection des GNV (Le gaz présent s'oxyde au contact d'un filament chaud, l'oxydation n'étant rien d'autre qu'une combustion lente dégage une forte quantité de chaleur qui modifie sensiblement la résistance du filament, variation mesurable dans la mesure où le filament est intégré dans un pont de Wheatstone...). Il est à noter que les multi-détecteurs peuvent détecter ou mesurer quasiment n'importe quel gaz, dans la mesure où la cellule de détection appropriée est mise en place sur l'appareil.

c) Problématique

Ce sont les « multi-détecteurs » qui posent actuellement problème. En effet en dehors du calibrage de l'appareil, tous les réglages et notamment le choix du gaz de référence est fait par l'utilisateur, donc par les différents SDIS. De ce fait même si les procédures sont similaires, on n'évaluera pas de manière identique le même risque avec deux appareils réglés différemment. Le danger est pourtant objectivement le même.

2. Les attributs du besoin

Cette section permet de définir le besoin en quelques mots, par la recherche de ce qui le caractérise.

a) Pourquoi le besoin existe-t-il ?

- Renseigner sur l'explosibilité / la toxicité d'une atmosphère
- Protéger les personnes, les biens, l'environnement
- Prendre des décisions à partir d'une mesure fiable et robuste.

b) Quels facteurs peuvent faire évoluer le besoin ?

- Apparition de nouveaux gaz de villes.

- ▲ Mise en place d'appareil de détection individuelle dans les habitations
- ▲ Changement des réglementations concernant le transport et l'utilisation des gaz naturels
- ▲ Evolution des technologies de détection
- ▲ Evolutions normatives

c) Quels facteurs peuvent faire disparaître le besoin ?

- ▲ Intervention sur fuite de gaz laissée aux distributeurs
- ▲ Les gaz de ville sont modifiés pour ne pas exploser
- ▲ Plus d'utilisation du gaz chez les particuliers.

d) Résumé du besoin

Le questionnement du besoin met en lumière trois dominantes.

Un besoin de **sécurité** pour les interventions dans des atmosphères explosibles ou toxiques, un besoin d'**informations** pour que les sapeurs-pompiers engagés sur l'intervention puissent prendre les bonnes décisions, sans mettre leur vie en danger, enfin un besoin latent de **standardisation** des interventions.

Par l'intermédiaire de l'explosimètre, nous traduisons donc un **besoin de sécurisation**, dans le sens où l'information donnée va avoir des conséquences directes sur la sécurité et la démarche de l'ensemble des personnes présentes sur le lieu de l'intervention.

3. Diagramme Pieuvre

Lors de chaque utilisation le détecteur de gaz est en contact avec un certains nombre d'éléments de son environnement qui constituent son milieu extérieur. Le détecteur de gaz étudié est placé au centre d'un schéma (le diagramme pieuvre) entouré des éléments du milieu extérieur. Il faut ensuite décrire les relations créées par l'objet avec ou entre ses éléments du milieu extérieur. Une flèche reliant deux éléments du milieu extérieur par l'intermédiaire du détecteur de gaz définit une fonction principale qui représente un but à atteindre pour l'objet. Une flèche reliant le détecteur de gaz au milieu extérieur représente une fonction contrainte qui est une exigence de conception.

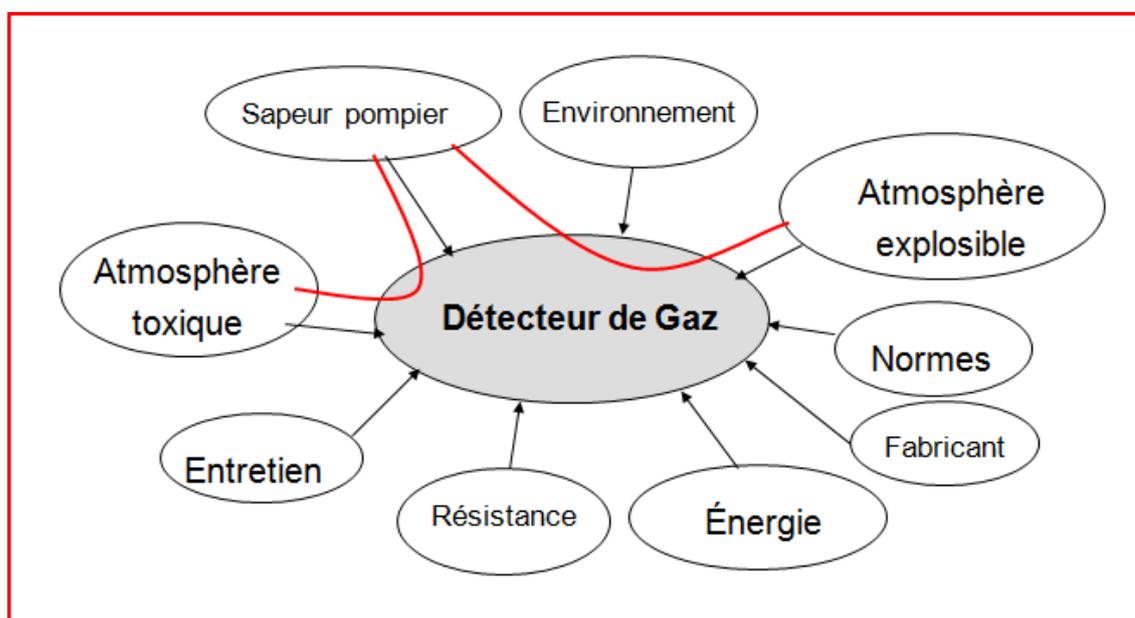


Figure 9 : Diagramme pieuvre

4. Fonctions de définitions du besoin

Le tableau des fonctions de définition permet de caractériser les différentes fonctions mises en évidence par le diagramme pieuvre. Cela permet de traduire, par des exigences de conception, le besoin réel en matière de détecteur de gaz.

Entités concernées	Identification	Dénomination de la fonction+FP connexe	Critère de la fonction
Sapeur pompier-détecteur de gaz-atmosphère explosible	FP1	Informé le SP sur l'explosibilité de l'atmosphère	
Sapeur pompier-détecteur de gaz-atmosphère toxique	FP2	Informé le SP sur la toxicité de l'atmosphère	
atmosphère explosible-détecteur de gaz	FC1	Ne pas faire exploser l'atmosphère lors du fonctionnement	respect des normes ATEX
atmosphère explosible-détecteur de gaz	FC2	Permettre la mesure des GNV	Précision de la mesure de la concentration en % LIE du gaz
atmosphère explosible-détecteur de gaz	FC3	Permettre la mesure de [O2]	Précision de la mesure de [O2]
sapeur pompier-détecteur de gaz	FC4	Assurer la remontée d'information au SP	Assurer une remontée rapide des mesures
sapeur pompier-détecteur de gaz	FC5	Permettre différents réglages d'alarmes	Avoir des seuils d'alarme différents en fonction du gaz à détecter
sapeur pompier-détecteur de gaz	FC6	Avertir en cas de danger	Avoir 3 alarmes différentes (visuelle tactile auditive) à partir du seuil de danger
fabricant-détecteur de gaz	FC7	Assurer une formation à l'utilisation	Le fournisseur assure une formation complète
fabricant-détecteur de gaz	FC8	Assurer une formation à l'entretien et à la maintenance	Le fournisseur assure une formation complète
sapeur pompier-détecteur de gaz	FC9	Assurer une bonne ergonomie	Poids-Dimension-Portage-Transport
atmosphère toxique-détecteur de gaz	FC10	Permettre la mesure de CO / H2S	Précision de la mesure de [CO] / [H2S]
entretien-détecteur de gaz	FC11	Assurer un entretien minimum et simple	durée d'entretien / matériel d'entretien
entretien-détecteur de gaz	FC12	Assurer une maintenance minimale	fréquence des calibrations

Entités concernées	Identification	Dénomination de la fonction+FP connexe	Critère de la fonction
entretien-détecteur de gaz	FC13	Permettre la maintenance	Spécifications du banc de contrôle
résistance-détecteur de gaz	FC14	Résister à l'eau	normes IP
résistance-détecteur de gaz	FC15	Résister aux environnements d'utilisation	normes IP
résistance-détecteur de gaz	FC16	Résister aux chocs mécaniques	normes IK
énergie-détecteur de gaz	FC17	Assurer une consommation compatible avec la durée d'une intervention	Autonomie
normes-détecteur de gaz	FC18	Respecter les normes en vigueur	normes (ATEX, appareil de détection, IP, IK....)
environnement-détecteur de gaz	FC19	Respecter l'environnement	Le fabricant respecte les normes en vigueur dans sa politique d'entreprise
environnement-détecteur de gaz	FC20	Respect de l'environnement en fin de vie	Le fabricant assure une politique de reprise de l'appareil en fin de vie
résistance-détecteur de gaz	FC21	Avoir une durée de vie compatible avec l'utilisation	Durée de vie / garantie

K. Tableau de résumé des spécifications techniques

Le tableau ci-dessous reprend les spécifications issues d'un CCTP pour les détecteurs mono-gaz et les détecteurs multi-gaz.

Rappel : il figure dans cette annexe à titre informatif.

Exigences réglementaires et de sécurité

Fonctions à respecter	Spécifications toxicomètre	Spécifications explosimètres	Commentaires
Respecter les normes en vigueur (FC18)	NF EN 50014 (y compris A1 et A2) de novembre 2004 : Matériel électrique pour atmosphères explosibles – règles générales –	NF EN 50014 (y compris A1 et A2) de novembre 2004 : Matériel électrique pour atmosphères explosibles – règles générales –	
Respecter les normes en vigueur (FC18)	NF EN 50020 d'avril 2004 : Matériel électrique pour atmosphère explosibles, sécurité intrinsèque « i »	NF EN 50020 d'avril 2004 : Matériel électrique pour atmosphère explosibles, sécurité intrinsèque « i »	
Respecter les normes en vigueur (FC18)	NF EN 50270 de décembre 2000 : Compatibilité électromagnétique (CEM) – Appareils de détection et de mesure de gaz combustible, de gaz toxique ou d'oxygène.	NF EN 50270 de décembre 2000 : Compatibilité électromagnétique (CEM) – Appareils de détection et de mesure de gaz combustible, de gaz toxique ou d'oxygène.	
Respecter les normes en vigueur (FC18)	L'appareil est marqué CE et possède une attestation CE de type.	L'appareil est marqué CE et possède une attestation CE de type.	
Ne pas faire exploser l'atmosphère lors du fonctionnement (FC1)	Certificat de conformité	Certificat de conformité	
Ne pas faire exploser l'atmosphère lors du fonctionnement (FC1)	Classe de fonctionnement	Classe de fonctionnement	
Résister à l'environnement d'utilisation (FC15)	IP 65 à minima	IP 65 à minima	
Résister à l'eau (FC14)	IP 65 à minima	IP 65 à minima	
Résister au choc (FC16)	IK 06 à minima	IK 06 à minima	

Spécifications techniques liées aux accessoires

Fonctions à respecter	Spécifications toxicomètre	Spécifications explosimètres	Commentaires
Entretien (FC11)	Un banc de contrôle avec logiciel est fourni, s'il est nécessaire à l'entretien	Un banc de contrôle permettant l'étalonnage, la calibration et le test des appareils sera fourni.	Certaines cellules du multi-détecteur sont plus sensibles à la dérive que la cellule CO du toxicomètre.
Mesure		L'appareil est proposé avec un système de prélèvement manuel rigide de longueur minimum 2 mètres.	Les gaz explosifs n'ont pas tous la même densité que l'air
Ergonomie(FC9)		Le détecteur et ses accessoires doivent être conditionnés dans une valise métallique rigide permettant de préserver l'intégrité du matériel lors de son stockage et de son transport. Les dimensions seront de X*Y*Z (mm)	Le détecteur multi gaz est plus encombrant, et moins utilisé que le détecteur CO, en outre il est plus fragile et plus coûteux
Mesure (FC11/FC12/FC13)		Un logiciel informatique ainsi que les accessoires de connexion des détecteurs ou du banc de contrôle seront également fournis. Ce logiciel devra permettre de tracer les événements relevés par un détecteur et sera en langue française	Un tel logiciel permet de suivre l'évolution d'une intervention... Il est inutile sur de la simple détection réalisée avec un toxicomètre.

Spécifications techniques liées au banc de contrôle

Fonctions à respecter	Spécifications toxicomètre	Spécifications explosimètres	Commentaires
Maintenance (FC13)		Le passage au banc doit permettre l'édition d'une fiche de suivi, de réparation et/ou de calibrage dans le but d'établir une traçabilité des contrôles	
Maintenance (FC13)		L'étalonnage sera réalisé au moyen d'une bouteille étalon comprenant le méthane et le CO	
Maintenance (FC13)		Un détendeur type automatique sera fourni pour utilisation avec la bouteille étalon	
Maintenance (FC13)		Suite au contrôle annuel du banc de contrôle, le prestataire remettra un certificat de vérification	Le toxicomètre ne nécessite pas de passage au banc pour la calibration ou l'étalonnage.

Spécifications documentaires

Fonctions à respecter	Spécifications toxicomètre	Spécifications explosimètres	Commentaires
Ergonomie (FC9)	Toute documentation sera rédigée en langue française	Toute documentation sera rédigée en langue française	
Entretien (FC11)	L'appareil sera fourni avec une documentation technique pour l'utilisation et l'entretien du détecteur	L'appareil sera fourni avec une documentation technique pour l'utilisation et l'entretien du détecteur	
Maintenance (FC12)		L'appareil sera fourni avec une documentation technique pour l'utilisation et l'entretien du banc de contrôle	
Maintenance (FC12)		L'appareil sera fourni avec un manuel de maintenance préventive et corrective à l'usage des personnels formés. Cette documentation devra comporter l'ensemble des opérations de contrôle et de réparations que peuvent effectuer les personnels formés	
Mesurer (FC2)		Chaque détecteur sera fourni avec des abaques plastifiés comportant les correspondances de % LIE d'une liste de gaz donnés. En cas de modifications des appareils, ces documents seront remis à jour	

Spécifications liées à la formation

Fonctions à respecter	Spécifications toxicomètre	Spécifications explosimètres	Commentaires
Entretien / Maintenance (FC7 / FC8)		Le fabricant doit pouvoir assurer une formation de maintenance et d'entretien des détecteurs multi-gaz à X personnels. La formation porte sur l'ensemble des opérations de maintenance qui peuvent être réalisées sans l'intervention du fabricant. Une attestation d'aptitude sera fournie aux participants en fin de formation	

Spécifications techniques liées à la maintenance

Fonctions à respecter	Spécifications toxicomètre	Spécifications explosimètres	Commentaires
Maintenance (FC8)		La fabricant fournira la liste des opérations pouvant être réalisées par les personnels formés	
Respect de l'environnement (FC19 / FC20)	Le fabricant reprend le matériel en fin de vie	Le fabricant reprend le matériel en fin de vie	
Durée de vie (FC21)	La garantie du produit est égale à sa durée de vie	Le produit est garanti contre tout défaut X années	Le toxicomètre entre dans la gamme des produits jetables, à l'inverse de l'explosimètre

Spécifications techniques liées à l'utilisation

Fonctions à respecter	Spécifications toxicomètre	Spécifications explosimètres	Commentaires
Informier (FP1 / FP2)	L'affichage se fait par écran à cristaux liquides, rétro-éclairé sur demande ou sur alarme, la mesure peut être lue en permanence	L'affichage se fait par écran à cristaux liquides, rétro-éclairé sur demande ou sur alarme, les trois mesures peuvent être lues en permanence et simultanément	
Mesurer (FC2 / FC3 / FC4 / FC10)	L'appareil mesure la quantité de CO dans l'atmosphère avec une précision de +/- 5%, et un temps de mesure de 20 secondes à maxima	L'appareil mesure la quantité de CO, d'O ₂ et l'explosibilité de l'atmosphère avec une précision de +/- 5%, et un temps de mesure de 20 secondes à maxima. En outre, l'appareil pourra évoluer en ajoutant une quatrième fonction (détecteur H2S) par ajout d'une quatrième cellule ou cellule mixte de type (CO / H2S)	
Avertir (FC6)	Les alarmes sont de trois natures différentes : visuelle, vibrante et sonore (85 dB à 1 mètre à minima). Les trois alarmes ont un déclenchement simultané	Les alarmes sont de trois natures différentes : visuelle, vibrante et sonore (85 dB à 1 mètre à minima). Les trois alarmes ont un déclenchement simultané	
Avertir (FC5)	L'appareil dispose de deux seuils d'alarmes, le premier à 50 ppm pouvant être neutralisé par l'utilisateur, le second à 100 ppm ne peut pas être désarmé par l'utilisateur	Seuil bas neutralisable par l'utilisateur : CO = 50 ppm, O ₂ = 19 %, Explo = 10 % Seuil haut non neutralisable par l'utilisateur : CO = 100 ppm, O ₂ = 23 %, Explo = 60 %	
Avertir (FC5)	Les seuils d'alarmes sont réglables et protégés par mot de passe	Les seuils d'alarmes sont réglables et protégés par mot de passe	
Ergonomie (FC9)	Taille inférieure à 80*80*30 mm	Taille inférieure à 140*80*50 mm	Les capacités de l'explosimètre impliquent des dimensions supérieures
Ergonomie (FC9)	Poids inférieur à 300 grammes	Poids inférieur à 350 grammes et 550 grammes avec pompe manuelle	
Ergonomie (FC9)	Pince crocodile ou agrafe à demeure	Pince crocodile ou agrafe à demeure	
Autonomie (FC17)	Alimentation continue avec durée de vie au moins égale à celle de l'appareil (3ans)	Autonomie supérieure à 8 heures et 4 heures sous alarmes	Le toxicomètre a une durée de vie inférieure à l'explosimètre (on le place dans la gamme des détecteurs "jetables")