



MINISTÈRE
DE L'INTÉRIEUR
ET DES OUTRE-MER

*Liberté
Égalité
Fraternité*

GUIDE DE TECHNIQUES OPÉRATIONNELLES



Engagement en milieu vicié

Février 2024
2^e édition



DIRECTION GÉNÉRALE
DE LA SÉCURITÉ CIVILE
ET DE LA GESTION DES CRISES



**MINISTÈRE
DE L'INTÉRIEUR
ET DES OUTRE-MER**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction générale
de la sécurité civile
et de la gestion des crises**

GUIDE DE TECHNIQUES OPÉRATIONNELLES

Engagement en milieu vicié

DSP/SDDRH/BDFE/ FÉVRIER 2024

2^{ème} édition

Ce guide de doctrine opérationnelle a été réalisé en 2019 sous la direction de Nicolas COMES du bureau en charge de la doctrine, de la formation et des équipements, avec l'aide des personnels du groupe de travail national suivant :

Benjamin BELLEUVRE (SDIS 17), Alexandre BERTHEZ (SDIS 77), Pascal BOIVIN (SDIS 44), Mickaël DUBREUIL (SDIS 78), Vincent DUCAILAR (BMPM), Patrick DUCHAMP (SDIS 69), Christophe EDOUARD (BMPM), Djamel FERRAND (DGSCGC), Jérôme GUILLAUD (SDIS73), Jean-Philippe KERN (SDIS 55), Pascal LALLEMAND (SDIS 52), Francis MAGNOLINI (DGSCGC), Ewa MESSAOUDI (AFNOR), Patrick PARAYRE (BSPP), Sylvère PERROT (SDIS 76), François RETHORET (SDIS 19), Romain SANCHEZ (SDIS 34), Nicolas SEFFRAY (DGSCGC)

Actualisé en septembre 2023 sous la direction de Djamel FERRAND avec le concours de :

Alexandre BERTHEZ (SDIS 77), Lionel DARLOT (SDIS 89), Jérémy LAVERGNE (SDIS 23), David MANGIN (SDIS 83), Emilie VANAGHT (SDIS 77).

Comité de validation : Frédéric PAPET (DSP), Isabelle MERIGNANT (SDDRH), Emmanuel JUGGERY (adjoint SDDRH), Rémi CAPART (chef du BDFE).

Reproduction des textes autorisée pour les services d'incendie et de secours dans le cadre de la mise en œuvre de la doctrine et la formation des sapeurs-pompiers.

L'utilisation des illustrations est soumise à une autorisation de l'auteur.

© DGSCGC – 2^{ème} édition – ISBN : 978-2-11-162882-3 - Dépôt légal : Février 2024



**MINISTÈRE
DE L'INTÉRIEUR
ET DES OUTRE-MER**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises

DIRECTION DES SAPEURS-POMPIERS
Sous-direction de la doctrine et des ressources humaines
Bureau de la doctrine, de la formation et des équipements

Préface

Lors de leurs interventions, les sapeurs-pompiers sont amenés à s'engager dans des atmosphères viciées, c'est à dire présentant un risque d'altération de leur santé.

Ces milieux, qui présentent une réduction de la concentration en oxygène et/ou qui contiennent des aérosols, des gaz, ou des vapeurs toxiques, nécessitent un engagement sous protection respiratoire adaptée. C'est un enjeu majeur auquel la direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises est très attentive.

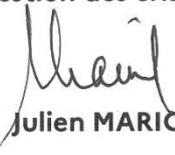
Ce guide présente les règles d'engagement, les techniques d'engagement ainsi que les conditions de sécurité à respecter pour effectuer des opérations de secours en milieu vicié. Il tient compte des retours d'expérience qui nous ont été transmis par les services d'incendie et de secours.

Il constitue une référence adaptable aux situations rencontrées en opération et aux matériels disponibles au sein des services d'incendie et de secours.

Il a vocation à être porté à la connaissance de l'ensemble de vos personnels impliqués dans la gestion des interventions.

Je vous invite également à contribuer à la rédaction de partage d'expérience pour favoriser l'amélioration des documents de doctrine.

**Le directeur général de la sécurité civile
et de la gestion des crises**



Julien MARION

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Préface | 5 |
| Table des matières | 7 |
| Comment utiliser un guide de techniques opérationnelles ?..... | 9 |
| CHAPITRE 1 – Connaissances générales..... | 11 |
| 1. Les matériels..... | 12 |
| 1.1. Les appareils respiratoires isolants autonomes | 12 |
| 1.1.1. <i>L'appareil respiratoire isolant à circuit ouvert</i> | 12 |
| 1.1.2. <i>L'appareil respiratoire isolant à circuit fermé</i> | 14 |
| 1.1.3. <i>Les matériels d'assistance respiratoire</i> | 15 |
| 1.1.4. <i>Les autres types de matériel existants</i> | 16 |
| 1.2. Les appareils de protection respiratoire filtrants..... | 16 |
| 1.2.1. <i>La filtration anti-aérosols</i> | 16 |
| 1.2.2. <i>La filtration anti-gaz</i> | 17 |
| 1.3. La ligne de vie..... | 19 |
| 1.3.1. <i>La ligne guide</i> | 19 |
| 1.3.2. <i>La liaison personnelle</i> | 20 |
| 1.3.3. <i>Les dispositifs de dérivation</i> | 20 |
| 1.3.4. <i>Les dispositifs facilitant la progression</i> | 21 |
| 1.4. Les autres accessoires utilisés avec les appareils respiratoires..... | 21 |
| 1.4.1. <i>La balise de sécurité et de détresse</i> | 21 |
| 1.4.2. <i>Les moyens de communication</i> | 22 |
| 1.4.3. <i>Le tableau de gestion des personnels</i> | 22 |
| 2. Les rôles et missions des intervenants..... | 23 |
| 2.1. Le binôme d'exploration..... | 23 |
| 2.2. Le contrôleur..... | 24 |
| 2.3. Le binôme de sécurité..... | 25 |
| 2.3.1. <i>Les missions en phase « ATTENTE » du binôme de sécurité</i> | 25 |
| 2.3.2. <i>Les missions en phase « ACTION » du binôme de sécurité</i> | 26 |
| 3. Les engagements de longue durée | 26 |
| 4. Le retour d'opération..... | 27 |
| 4.1.1. <i>La remise en condition du personnel</i> | 27 |
| 4.1.2. <i>Le reconditionnement du matériel</i> | 28 |
| CHAPITRE 2 – Les techniques d'engagement..... | 31 |
| 1. Les phases d'équipement et de contrôle..... | 32 |
| 1.1. L'équipement..... | 32 |
| 1.2. Le contrôle croisé | 33 |
| 2. L'engagement..... | 34 |
| 2.1. Les conditions minimales d'engagement | 34 |
| 2.1.1. <i>L'enregistrement</i> | 34 |
| 2.1.2. <i>L'autonomie du binôme</i> | 35 |
| 3. Les différentes techniques d'engagement..... | 35 |
| 3.1. Les engagements à vue | 35 |
| 3.1.1. <i>L'air est respirable</i> | 36 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1.2. <i>L'air n'est pas respirable, ou l'atmosphère se dégrade</i> | 36 |
| 3.2. Les engagements au moyen d'une ligne de vie | 37 |
| 3.3. Les engagements sur ligne de vie « méthode latérale » | 39 |
| 3.4. Les engagements sur ligne de vie « méthode circulaire » | 40 |
| 3.5. La méthode AIDES..... | 42 |
| 4. Le retour d'engagement | 43 |
| 4.1. La récupération physique des personnels..... | 43 |
| 4.2. La remise à niveau du matériel lors des phases d'engagement | 44 |
| 5. Le réengagement | 44 |
| 6. La mise en œuvre de groupes d'exploration de longue durée | 44 |
| | |
| CHAPITRE 3 - Les techniques de recherche | 47 |
| 1. Les temps de recherche | 47 |
| 2. La conduite des recherches | 49 |
| 2.1. Les déplacements | 50 |
| 2.2. La progression..... | 50 |
| 2.3. Le marquage..... | 51 |
| 3. La découverte de victime | 51 |
| | |
| ANNEXE A – Abréviations utilisées dans ce guide | 53 |
| | |
| ANNEXE B – Les contraintes liées à l'utilisation d'un appareil respiratoire isolant 55 | |
| 1. Les contraintes relatives au porteur | 55 |
| 1.1. Les facteurs physiques..... | 55 |
| 1.2. Les facteurs physiologiques..... | 56 |
| 1.2.1. <i>Une augmentation de « l'espace mort »</i> | 56 |
| 1.2.2. <i>Une augmentation des résistances respiratoires et du débit de consommation</i> | 56 |
| 1.2.3. <i>Une augmentation de la fréquence cardiaque</i> | 57 |
| 1.3. Les facteurs psychologiques..... | 57 |
| 2. Les contraintes attribuables à l'équipement | 57 |
| 3. Les contraintes liées à la réserve d'air | 58 |
| | |
| ANNEXE C – Calcul théorique de l'autonomie | 61 |
| | |
| ANNEXE D – Parcours d'accoutumance et d'entraînement | 63 |
| | |
| ANNEXE E – Références bibliographiques | 65 |

Comment utiliser un guide de techniques opérationnelles ?

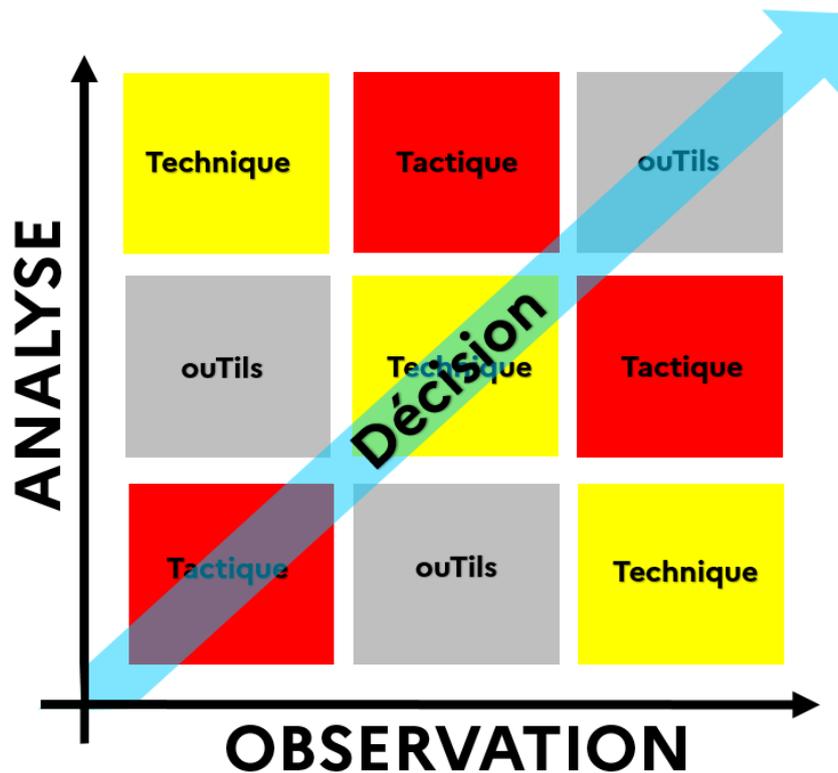
Les guides de techniques opérationnelles (GTO) ont pour objectif de mettre à disposition des services d'incendie et de secours un ensemble de méthodes et de techniques opérationnelles utiles à l'atteinte des objectifs du commandant des opérations de secours (COS) en fonction des différents environnements rencontrés en opération.

Ces documents n'ont pas vocation :

- à proposer un dispositif opérationnel type pour la gestion des interventions ;
- à détailler des situations opérationnelles et leur stratégie de lutte ;
- à détailler des techniques opérationnelles ;
- à servir de document pédagogique ;
- à servir les particularités de tel ou tel service d'incendie et de secours (SIS), mais bien d'être exploitables par tous.

Le choix des techniques à utiliser repose sur l'idée de manœuvre que le commandant des opérations de secours souhaite mettre en œuvre selon le principe connu sous l'acronyme anglo-saxon 3T. Ce concept repose sur la combinaison :

- d'une tactique ;
- d'une technique ;
- d'un outil (*Tool* en anglais).



Les techniques opérationnelles présentées dans ce guide ne sont pas propres à un environnement ou à un risque unique.

Le COS garde toute latitude pour adapter ces techniques à la réalité du terrain, la prudence et le bon sens devant guider son action.

Le recollement de ces techniques est un état de l'art et des bonnes pratiques mises en œuvre dans les SIS à un instant donné. En ce sens, ils ne peuvent être applicables en l'état par le SIS.

Aussi, le SIS doit nécessairement décliner dans un document qui lui est propre, les techniques opérationnelles choisies au regard :

- des particularités de son territoire ;
- de ses équipements disponibles et de ceux qu'il a décidé d'acquérir¹;
- de ses ressources humaines et financières ;
- de ses dispositifs d'acquisition et de développement de compétences.



Les photographies et les schémas utilisés dans les documents de doctrine n'ont pas vocation à imposer ou recommander aux services d'incendie de secours, les matériels et équipements qui peuvent y être représentés.

Pour en savoir plus, se référer au vadémécum « Doctrine à l'usage des services d'incendie et de secours ».



¹ Par exemple, un service d'incendie et de secours qui aura fait le choix de ne pas acquérir d'échelles à coulisse 3 plans, n'aura pas à intégrer dans ses documents ce matériel, ni enseigner sa mise en œuvre.

CHAPITRE 1 – Connaissances générales



© Julien Rousset – SDIS 21

La santé et la sécurité des intervenants doivent faire l'objet d'une attention permanente. En amont de l'engagement opérationnel, le sapeur-pompier se doit donc de connaître les équipements de protection individuelle et les matériels mis à sa disposition.

Les équipements de protection individuelle destinés à la protection des voies respiratoires permettent d'alimenter l'utilisateur en air respirable lorsque ce dernier est exposé à une atmosphère dangereuse soit parce que la concentration en oxygène est insuffisante, soit parce que l'environnement contient des aérosols, des gaz ou des vapeurs toxiques.

Pour se faire, l'air respirable lui est fourni selon l'un des deux principes suivants :

- soit par l'apport d'air provenant d'une source non polluée (cas des appareils indépendants de l'air ambiant);
- soit après la filtration de l'air pollué à travers le dispositif filtrant de l'air pollué.

Les équipements de protection individuelle comportent un marquage d'identification du fabricant.

On y trouve également l'indication des caractéristiques propres à l'équipement, permettant à tout utilisateur entraîné et qualifié d'en faire un usage approprié.

1. Les matériels

Les appareils de protection respiratoire sont des équipements de protection individuelle de catégorie III², qui permettent d'assurer la protection du porteur contre les risques pouvant entraîner des lésions irréversibles ou mortelles.

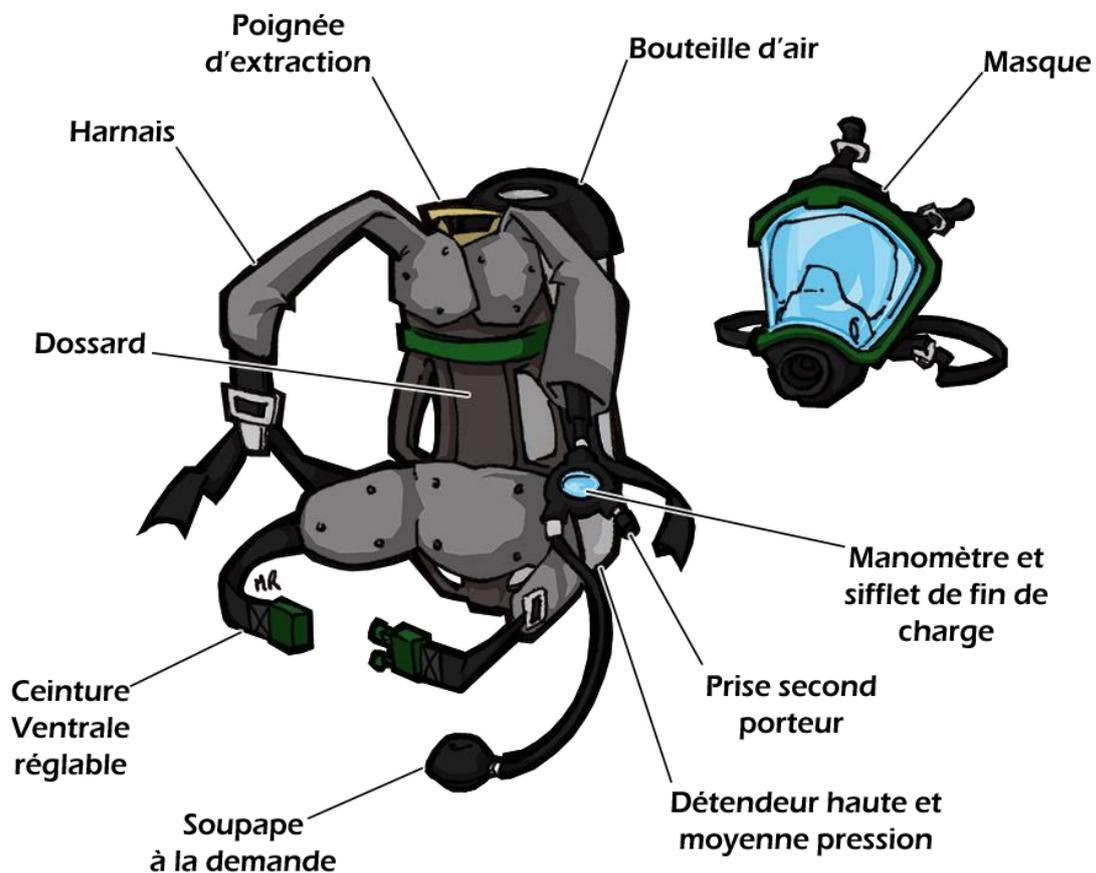
Ils doivent être utilisés conformément aux notices d'emploi des fabricants.

1.1. Les appareils respiratoires isolants autonomes

1.1.1. L'appareil respiratoire isolant à circuit ouvert

Un appareil respiratoire isolant (ARI) autonome à circuit ouvert fonctionne avec une réserve d'air comprimé sous haute pression. Il permet à l'utilisateur d'être alimenté à la demande en air respirable provenant de la (ou des) bouteille(s) portée(s) sur le dos de l'utilisateur.

L'air expiré est rejeté à l'extérieur par l'intermédiaire de la soupape d'expiration du masque.



*Schéma de principe d'un appareil respiratoire isolant à circuit ouvert
© Matthieu Robert*

Un appareil respiratoire isolant à circuit ouvert (ARICO) est obligatoirement constitué de :

- **une réserve d'air** : une ou plusieurs bouteille(s) d'air comprimé, avec ou sans housse de protection, équipée(s) de leur robinet ;

² Règlement 2016/425 ; arrêté du 19 mars 1993 : la catégorie III comprend exclusivement les risques qui peuvent avoir des conséquences très graves comme la mort ou des dommages irréversibles pour la santé.

- **un dossard et un harnais ;**
- **un détendeur HP/MP ;** haute pression (HP: 200 ou 300 bar selon les bouteilles), moyenne pression (MP: 6 ou 8 bar), équipé d'un dispositif d'échappement de l'air s'ouvrant automatiquement lorsque la moyenne pression dépasse le seuil autorisé dans le cas d'une anomalie de fonctionnement ;
- **une soupape à la demande (SAD) ;** détendeur MP/BP ; moyenne pression (MP: 6 ou 8 bar), basse pression (BP: légèrement supérieure à la pression atmosphérique, pour maintenir une surpression dans la pièce faciale) ;
- **un flexible moyenne pression** reliant le détendeur HP/MP à la SAD ;
- **un manomètre** d'air comprimé pneumatique ou électronique ;
- **un flexible haute pression** reliant le détendeur HP/MP avec le manomètre ;
- **un sifflet de fin de charge ;**
- **un détecteur d'immobilité³ ;**
- **une pièce faciale** (masque complet).



Masque à brides



Masque à griffes



Masque à filet

© Matthieu Robert

L'ARI à circuit ouvert peut être équipé de dispositifs optionnels, tels que :

- **un indicateur de température ;**
- **un système d'enregistrement** de données ;
- **un boîtier d'instrument de contrôle et de sécurité (ICS)** avec manomètre et afficheur d'autonomie, qui peut regrouper les dispositifs précédents ;
- **un deuxième raccordement moyenne pression d'entrée** utilisé pour l'alimentation en air du porteur de l'appareil à partir d'une autre source d'air moyenne pression extérieure ;
- **un deuxième raccordement moyenne pression de sortie** utilisée pour l'alimentation en air d'une cagoule ou d'un masque à des fins de sauvetage ;
- **un deuxième raccordement moyenne pression combiné** (entrée et sortie) utilisé pour l'alimentation en air du porteur de l'ARICO à partir d'une autre source d'air moyenne pression extérieure et d'une cagoule ou d'un masque à des fins de sauvetage ;
- **un dispositif by-pass** (permettant une arrivée d'air supplémentaire en cas de besoin)...

L'air comprimé à haute pression (200 ou 300 bar) de la (ou des) bouteille(s) est ramené dans un premier temps à pression moyenne (6 ou 8 bar) par le détendeur HP/MP, puis passé en basse pression (légèrement supérieur à la pression atmosphérique) au moyen de la soupape à la demande.

Le masque complet qui permet la connexion de la soupape à la demande et l'échappement de l'air expiré, couvre la totalité du visage (bouche, nez et yeux). La soupape à la demande est équipée du dispositif by-pass permettant de fournir, lors de l'utilisation, une arrivée d'air supplémentaire dans le masque. Il sert aussi à purger le circuit de l'appareil après son utilisation.

³ Cf. 1.4.1

Les bouteilles employées avec les appareils respiratoires peuvent être métalliques ou composites :

| TYPE DE BOUTEILLE UTILISEE | COMPOSITION |
|----------------------------|---|
| Type I | Bouteilles métalliques |
| Type II | Bouteilles métalliques renforcées |
| Type III | Bouteilles composites avec liner métallique |
| Type IV | Bouteilles composites avec liner plastique |

L'autonomie d'un appareil respiratoire isolant à circuit ouvert dépend de la quantité d'air disponible ainsi que de la consommation du porteur, qui varie en fonction de l'individu et du travail effectué.⁴



Il convient, pour simplifier, de considérer que la consommation « haute » d'un porteur d'ARICO lors d'un incendie est d'environ 100 l/min (effort intense).

1.1.2. L'appareil respiratoire isolant à circuit fermé

Un appareil respiratoire isolant à circuit fermé permet de régénérer l'air expiré vicié pour le rendre à nouveau respirable. Ce type d'appareil est principalement utilisé dans les interventions nécessitant des autonomies importantes (explorations de longue durée, feux de navires, etc.).

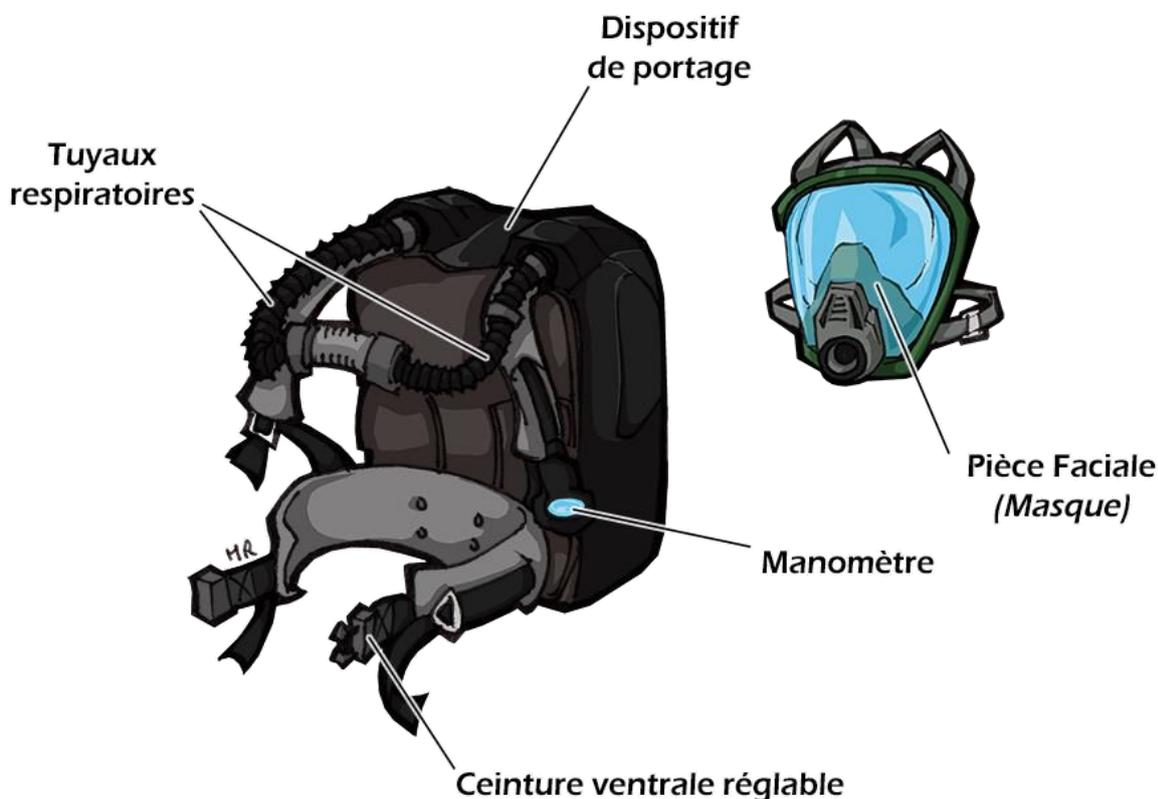


Schéma de principe d'un appareil respiratoire isolant à circuit fermé
© Matthieu Robert

⁴ Un tableau des consommations en air par activité est présenté en annexe A.

Parmi les différents types d'appareils à circuit fermé, les modèles les plus utilisés par les services d'incendie et de secours sont :

- l'appareil à circuit fermé fonctionnant avec une réserve d'oxygène comprimé sous haute pression (principalement 200 bar) et une cartouche de chaux sodée de régénération (absorbeur de dioxyde de carbone);
- l'appareil à circuit fermé fonctionnant sans réserve d'oxygène comprimé, avec une cartouche de régénération de dioxyde de potassium (absorbeur du dioxyde de carbone, d'humidité et générateur de l'oxygène);
- l'appareil à circuit fermé fonctionnant avec une réserve d'air comprimé sous haute pression (principalement 300 bar) et une cartouche de régénération de dioxyde de potassium (absorbeur du dioxyde de carbone et d'humidité).

De manière générale, un appareil respiratoire isolant fonctionnant à circuit fermé est constitué par :

- **le carter de protection** et de portage avec un harnais ;
- le sac respiratoire ;
- **les tuyaux respiratoires** (inspiration et expiration) ;
- **la (ou les) cartouche(s) régénératrice(s)** (chaux sodée ou dioxyde de potassium) ;
- **la pièce faciale** ;
- **la réserve de gaz comprimé**, qui peut être une bouteille d'air ou d'oxygène comprimé, équipée du robinet (ou un pack de bouteilles) ;
- **le détendeur haute/moyenne pression (HP/MP)** équipé d'un dispositif d'échappement de l'air s'ouvrant automatiquement lorsque la moyenne pression dépasse le seuil autorisé dans le cas d'une anomalie de fonctionnement ;
- **les soupapes** (inspiratoire et expiratoire) ;
- **le manomètre** de gaz comprimé pneumatique ou électronique ;
- **le flexible haute pression** reliant le détendeur haute/moyenne pression avec le manomètre ;
- **le gaz réfrigérant**, destiné à réduire la température de l'air inspiré et diminuer ainsi la contrainte physique de l'utilisateur.
- **un détecteur d'immobilité.**

1.1.3. Les matériels d'assistance respiratoire



© Matthieu Robert

L'assistance respiratoire à une victime au moyen de la cagoule d'évacuation peut être assurée de trois façons par la mise en œuvre :

- d'une cagoule d'évacuation sur la 2^{ème} sortie moyenne pression de l'ARI d'un membre du binôme ;
- d'une cagoule d'évacuation ou d'un masque d'un lot d'assistance en air respirable ;

- d'une cagoule autonome avec une cartouche filtrante.

1.1.4. Les autres types de matériel existants



Appareil respiratoire isolant CO bi-bouteilles

Chariot d'air multi-bouteilles

© Matthieu Robert

1.2. Les appareils de protection respiratoire filtrants



L'utilisation des masques complets avec filtres anti-aérosols (solides ou liquides), filtres anti-gaz et filtres combinés répond à des règles strictes d'utilisation (en particulier une connaissance appropriée du milieu).

1.2.1. La filtration anti-aérosols

Ces filtres sont classés en fonction de leur efficacité :

- les filtres de classe P1 : arrêtent 80% des aérosols ;
- les filtres de classe P2 : arrêtent 94% des aérosols ;
- les filtres de classe P3 : arrêtent 99.95% des aérosols.

Un marquage supplémentaire indique la réutilisation possible à la suite d'une seule utilisation en ambiance de travail sur une période de 8 heures :

- réutilisable (R) ;
- non réutilisable (NR).

Il est important de garder à l'esprit que ces filtres se colmatent au fur et à mesure de leur utilisation, en particulier dans le cas de travaux en ambiance empoussiérée.



Si l'intervenant ressent une augmentation de la résistance au passage de l'air inspiré, détecte la présence d'un contaminant, ou détermine de toute autre manière que l'équipement n'assure plus la protection, il doit quitter la zone dangereuse immédiatement.

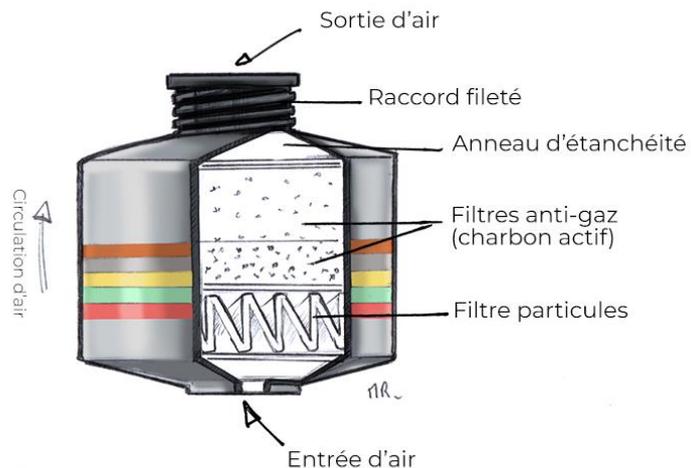
1.2.2. La filtration anti-gaz

Dans certaines conditions, cette technologie de protection respiratoire peut être utile pour se protéger contre des gaz ou des vapeurs.

Généralement, ces filtres sont constitués de charbon actif.

L'épuration de l'air inspiré repose sur le phénomène d'adsorption⁵.

Pour certains gaz ou vapeurs, ce charbon actif est dopé par l'ajout de réactifs chimiques.



CARTOUCHE FILTRANTE

© Matthieu Robert

Ces filtres sont désignés par un marquage comportant une lettre et un chiffre, ainsi qu'une bande de couleur spécifique à un gaz ou bien une famille de gaz ou vapeurs.

| TYPE | COULEUR | DOMAINE |
|------|----------------|---|
| A | Marron | Gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C |
| B | Gris | Gaz et vapeurs inorganiques |
| E | Jaune | Dioxyde de soufre et autres gaz et vapeurs acides |
| K | Vert | Ammoniac et dérivés organiques aminés |
| HgP3 | Rouge et blanc | Vapeurs de mercure |
| NOP3 | Bleu et blanc | Oxyde et dioxyde d'azote |
| AX | Marron | Gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est inférieur à 65°C |
| SX | Violet | Composés spécifiques désignés par le fabricant |

Le phénomène d'adsorption est limité dans le temps.

Le temps réel de protection dépend d'un paramètre déterminant: le temps de saturation⁶, mesuré dans des conditions expérimentales précises, **qu'il ne convient pas de comparer avec les conditions opérationnelles.**

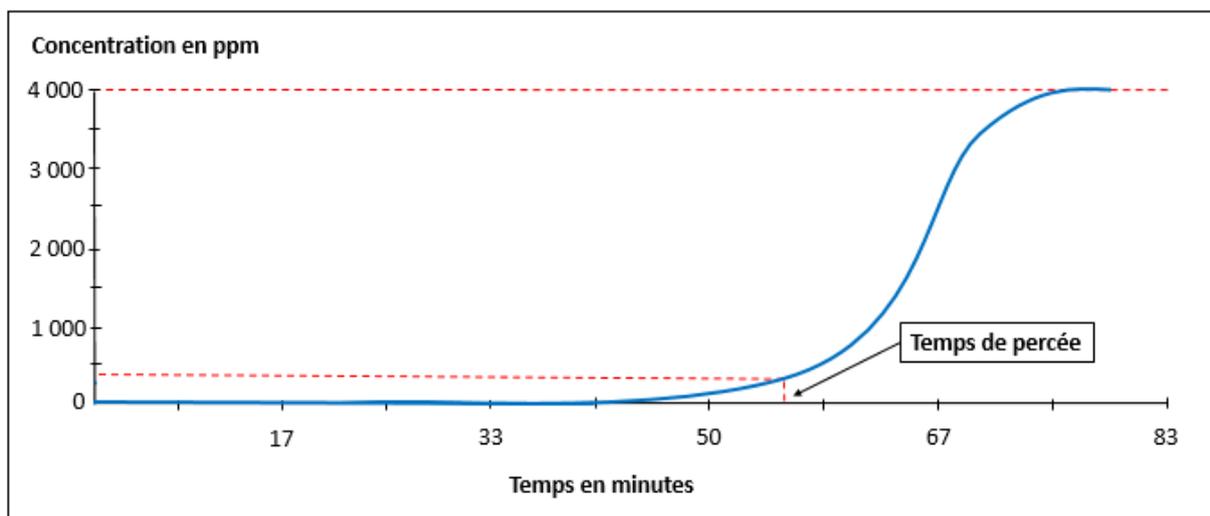
Les tests sont en effet réalisés à une température de 20°C, une humidité relative à 70%, un débit de ventilation à 30 L/min et une concentration connue du gaz d'essai.

Le temps de claquage⁷ est défini comme le temps au terme duquel la concentration de polluant dans l'air filtré dépasse une certaine concentration critique.

⁵ L'adsorption est un phénomène de surface, réalisée ici grâce à la structure microporeuse du charbon actif. C'est la rétention à la surface d'un solide des molécules d'un gaz ou d'une substance en solution ou en suspension. Cf. également le GDO « Prévention des risques liés à la toxicité des fumées ».

⁶ Ou temps de claquage ou temps de percée.

⁷ Les temps minimums de claquage sont définis par la norme NF EN 14387 + A1.



Exemple de courbe de claquage (ou de percée)

| TYPE ET CLASSE DE FILTRE | GAZ D'ESSAI | CONCENTRATION DU GAZ D'ESSAI (PPM) | TEMPS MINIMAL DE CLAQUAGE (MIN) |
|--------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| A2 | Cyclohexane | 5000 | 35 |
| B2 | Chlore ⁸ | 5000 | 20 |
| | Sulfure d'hydrogène | 5000 | 40 |
| | Cyanure d'hydrogène | 5000 | 25 |
| E2 | Dioxyde de soufre | 5000 | 20 |
| K2 | Ammoniac | 5000 | 40 |

Exemple pour une cartouche « à spectre large » : (20°C, 70% humidité, ventilation 30l/min) :

Pour travailler en sécurité avec ce type de protection, l'INRS limite leur emploi dans les situations de travail, à une concentration connue inférieure ou égale à 60 fois la valeur limite à court terme (VLCT) propre à chaque toxique.

Le temps de claquage ou de saturation dépend et varie selon les conditions opérationnelles réelles :

- ce temps diminue si la concentration de produit, la température et le débit de ventilation augmentent ;
- le débit ventilatoire utilisé dans la norme (30 l/min) est bien inférieur à la moyenne constatée pour une activité de sapeur-pompier ;
- l'humidité relative du milieu (pluie, brouillard, vapeur), doit aussi être prise en compte. Les molécules d'eau auront tendance à occuper les sites d'absorption du matériau filtrant et donc à diminuer le temps de claquage.

En l'état des connaissances actuelles, il n'est pas possible de définir précisément la durée de vie d'une cartouche en utilisation réelle.



L'usage de ce type de protection doit rester réfléchi, nécessitant la connaissance exacte du polluant, sa toxicité, sa concentration la plus élevée prévisible, etc.

⁸ Exemple : VLCT du Chlore : 0.5 ppm, soit 30 ppm max pour utiliser un filtre à cartouche.

1.3. La ligne de vie

La ligne de vie permet au binôme d'avoir un lien physique et continu avec le point de pénétration. Il est à noter que l'établissement peut être considéré comme la ligne guide dans certaines conditions d'engagement.



Ligne de vie = ligne guide + liaison personnelle.



LIGNE DE VIE PAR ÉTABLISSEMENT



LIGNE DE VIE PAR LIGNE GUIDE

Exemple de ligne de vie avec des lignes guides différentes
© Matthieu Robert

1.3.1. La ligne guide

La ligne guide est une ligne enroulée sur un tambour ou lovée dans un sac, d'une longueur de 50 à 60 mètres et d'un diamètre de 6 à 8 millimètres.

Cette ligne doit comporter des repères de progression qui facilitent le travail du binôme.



© Matthieu Robert

Ces repères signifient :

- 1 olive isolée en 2^{ème} = en direction de la sortie (1 olive, 1 syllabe : « vie ») ;
- 3 olives successives en 2^{ème} = en direction du sinistre (3 olives, 3 syllabes : « in-cen-die »).



Lors du conditionnement de la ligne guide dans un sac, il est important de s'assurer du bon sens celle-ci

La ligne guide peut-être aussi réalisée au moyen d'une lance d'incendie alimentée.

1.3.2. La liaison personnelle

La liaison personnelle permet le déplacement le long de la ligne guide tout en assurant un lien constant entre les intervenants.

D'une longueur totale de 6 mètres et d'un diamètre de 4 millimètres, elle peut être utilisée en version courte (1,25 mètres) ou en version longue (4,75 mètres).



Exemples de liaisons personnelles
© Mathieu Robert

1.3.3. Les dispositifs de dérivation

Des dispositifs de dérivation permettent des ramifications le long de la ligne guide principale.



© Mathieu Robert

Les dérivations sont principalement utilisées lors de reconnaissance de grands volumes. Il est à noter que jusqu'à 3 dérivations peuvent être effectuées sur la ligne guide.

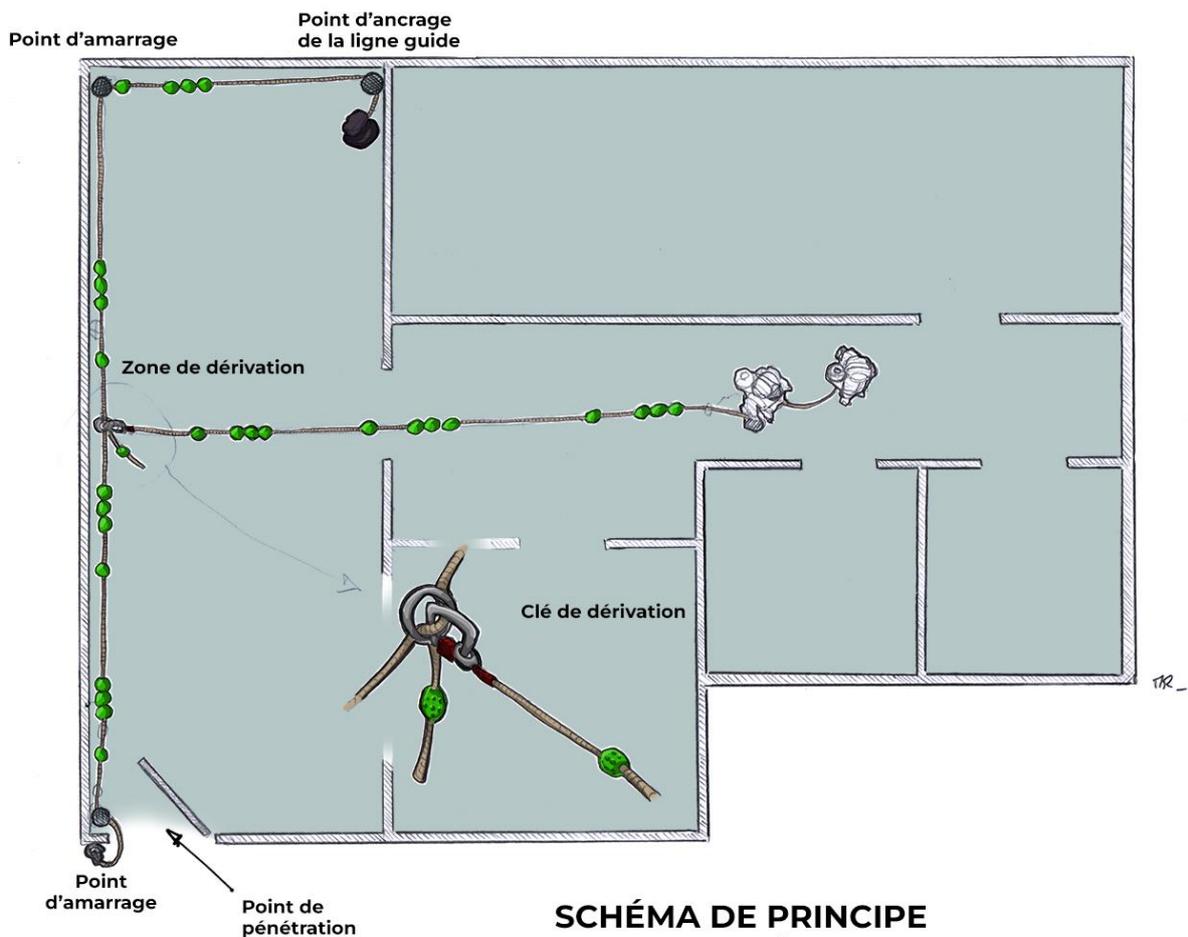


SCHÉMA DE PRINCIPE

Exemple de dérivation
© Mathieu Robert

1.3.4. Les dispositifs facilitant la progression

L'amarrage de la liaison personnelle au tuyau ne doit pas être un frein à la progression des intervenants.

Il existe des dispositifs qui facilitent la progression sur le tuyau.

L'utilisation des tuyaux en « O » ne doit pas entraver l'amarrage. Il est déconseillé de pénétrer dans les volumes avec des réserves qui peuvent compliquer les cheminements et le coulissement des colliers d'amarrage.



Exemple de dispositif © Mathieu Robert

1.4. Les autres accessoires utilisés avec les appareils respiratoires

1.4.1. La balise de sécurité et de détresse

La balise de sécurité et de détresse permet d'assurer une veille pendant l'utilisation de l'appareil de protection respiratoire. Elle est à la fois :

- **un détecteur d'immobilité**, dispositif de sécurité permettant d'alerter de l'immobilité ou de la détresse du porteur si le manque de mouvement dépasse une période donnée

2. Les rôles et missions des intervenants



*Le contact permanent doit rester entre les deux membres du binôme.
© Julien Rousset*

2.1. Le binôme d'exploration

Les personnels engagés doivent travailler en binôme indissociable. Ce binôme est composé d'un chef et d'un équipier.

Le travail en binôme est réalisé avec un contact permanent (physique, visuel ou verbal) entre les deux intervenants.



Un sapeur-pompier ne doit jamais s'engager seul. Le binôme constitue la seule et unique unité de travail valide.

Avant leur engagement, le binôme :

- vérifie l'état du matériel (ARI, éclairage, etc.);
- procède aux vérifications individuelles grâce au contrôle croisé ;
- se fait enregistrer auprès du contrôleur et donne les clés des balises de sécurité ;
- établit avec le contrôleur un code de communication en adéquation avec les moyens de communication employés (radios, sonore, filaire) et prend connaissance des itinéraires de secours mis en place.

Après ouverture de leurs bouteilles, le binôme d'exploration doit capeler à l'air frais, et contrôler la pression au manomètre. Une fois capelés, les membres du binôme portent une attention particulière à leur consommation d'air.

Pendant leur progression, les porteurs d'ARI surveillent régulièrement leur autonomie qui doit permettre :

- la réalisation des trajets aller et retour ;
- l'exécution de la mission du binôme.

Si pour une raison indéterminée, un des sapeurs-pompiers n'est plus en mesure d'accomplir la mission, le binôme entier doit impérativement se replier.

En cas d'évolution défavorable de la situation, le repli de tous les binômes est ordonné par la transmission du code général d'évacuation préétabli¹⁰.



À ce signal, l'ensemble du personnel se désengage et se rassemble au point de regroupement prédéfini.

2.2. Le contrôleur

Désigné si possible dès lors qu'il y a engagement d'un binôme, ce rôle peut être tenu par un chef d'agrès ou toute autre sapeur-pompier désigné par le COS, dans l'attente de la montée en puissance du dispositif.

Le contrôleur assure l'enregistrement des binômes. Il régule un point de pénétration (frontière entre la zone d'exclusion et la zone contrôlée) et y assure la sécurité des équipes engagées.

Il doit :

- s'assurer du port correct des EPI et matériels d'exploration et de sécurité ;
- établir / vérifier le code de communication avec les binômes (donne un indicatif radio à chaque binôme) ;
- connaître la zone d'engagement des binômes (niveau, main droite/main gauche) ;
- rappeler le code général d'évacuation ;
- effectuer les enregistrements et regrouper les plaques de contrôle ;
- gérer / superviser au maximum l'engagement de 10 porteurs, soit 4 binômes et le binôme de sécurité ;
- assurer la gestion des ressources et des reconnaissances (missions, heure d'entrée, heure de sortie prévisible) au point de pénétration ;
- garder toujours à proximité immédiate un binôme de sécurité (équipé) ;
- rester à l'écoute permanente des binômes engagés ;
- rester constamment en relation avec le COS et le tenir informé du déroulement de l'opération ;
- prendre les mesures d'urgence en cas de besoin (signal par corne de brume, sifflet..) et rendre compte à son supérieur hiérarchique.



Le contrôleur est chargé d'un seul point de pénétration.

¹⁰ Voir également le GTO « Sauvegarde opérationnelle »

2.3. Le binôme de sécurité

Un binôme de sécurité est mis en place par le COS dès que possible lors d'un engagement d'une équipe en zone d'exclusion. Il est placé, sous la **seule autorité du contrôleur** au niveau du point de pénétration en zone contrôlée.

Un sauvetage peut justifier l'envoi immédiat d'un binôme sans mise en œuvre d'un contrôleur ARI ou d'un binôme de sécurité.



Toutefois, l'information au chef d'agrès et l'enregistrement sont primordiaux.
Une remontée d'information doit être faite immédiatement au CODIS afin d'anticiper la venue de moyens en renfort.

Son rôle principal est d'assister et de porter secours au(x) binôme(s) engagé(s).

Le binôme de sécurité peut être amené à rencontrer des situations particulières (sauvetages, extractions, secours, etc.).

De fait, le COS doit choisir les personnels qui le constituent et leur rappeler le rôle prépondérant de cette fonction.

2.3.1. Les missions en phase « ATTENTE » du binôme de sécurité

Durant cette phase, les deux personnels du binôme de sécurité doivent :

- se tenir au niveau du point de pénétration à la disposition du contrôleur ou du chef d'agrès ;
- contrôler l'ouvrant d'engagement ;
- assurer un contact avec les binômes engagés (visuel, veille radio...) ;
- assurer la pérennité de l'itinéraire de repli des binômes engagés ;
- veiller les alarmes sonores dans la zone d'exclusion ;
- faire remonter les informations au contrôleur.

Pour anticiper une éventuelle assistance au binôme engagé, le binôme de sécurité peut constituer un parc matériel en fonction des outils disponibles :

- assistance respiratoire : sac d'assistance en air respirable, ARI ;
- caméra thermique ;
- outils de forçage ;
- moyen d'évacuation (sangle, barquette ou portoir souple)...



Le Matériel Incendie

Disqueuse thermique - Tronçonneuse - Halligan Tool - Echelle télescopique
Tuyaux et lance incendie - Ligne Guide - Caméra thermique

© Matthieu Robert

2.3.2. Les missions en phase « ACTION » du binôme de sécurité

Le binôme de sécurité est engagé sur ordre du chef d'agrès ou du contrôleur, dès que des difficultés sont rencontrées par l'un des binômes engagés (compte-rendu radio, signal sonore de difficulté, déclenchement du signal sonore de la balise de détresse...).

Les missions du binôme sécurité doivent être limitées à des missions de sécurité et de sauvetage.

La mission « d'aide à l'établissement des tuyaux et de contrôle de l'ouvrant » doit être attribuée à un autre binôme afin de préserver la capacité opérationnelle totale du binôme de sécurité.

Par ailleurs, les binômes de sécurité doivent assister à tous les briefings du chef d'agrès afin de disposer du même niveau d'information sur les risques et sur le déroulement de l'intervention, ainsi que sur la localisation des binômes engagés.



L'engagement d'un binôme de sécurité implique la désignation d'un nouveau binôme de sécurité en remplacement, au plus tôt.

3. Les engagements de longue durée



© SIS 67

Certains cas de figures (cheminements complexes, configurations architecturales particulières, distances élevées...) peuvent amener le commandant des opérations de secours à recourir aux dispositifs d'exploration de longue durée (ELD).

Le COS répond ainsi à plusieurs objectifs, tels que :

- l'augmentation du niveau de sécurité pour les intervenants déjà engagés ;
- le renforcement de recherches sur longue distance grâce à un temps d'exploration supérieur.

Au regard de la dangerosité de la mission et des contraintes physiologiques qu'elle impose, l'exploration de longue durée est conduite principalement par des personnels formés et entraînés. Les équipes de binômes constituées peuvent prendre diverses appellations ; dans ce guide, elles sont nommées « groupe d'exploration de longue durée » (GELD)¹¹.

Pour assurer ses missions, le GELD devra être composé **au minimum** d'un chef et de deux binômes.

Grâce aux équipements et aux compétences adaptées, ce groupe d'exploration de longue durée est en mesure :

- de participer aux opérations de lutte contre les effets du sinistre :
 - la recherche et la localisation de foyer(s) ;
 - la recherche, la localisation et l'extraction de victime(s)/sapeur(s)-pompiers(s) ;
 - l'extinction.
- d'appuyer les opérations de lutte contre les effets du sinistre :
 - en facilitant l'engagement des binômes sous ARI : mise en place de lignes guides, de matériels d'éclairage, balisage des obstacles, itinéraire de repli et de secours, ventilation... ;
 - en sécurisant l'engagement des binômes sous ARI : mise en place de binômes de sécurité ELD .
- d'exécuter des missions particulières.

4. Le retour d'opération

Une attention particulière est portée aux opérations à réaliser au retour d'intervention ; l'une concerne la remise en condition du personnel, l'autre le reconditionnement du matériel. Ces étapes permettent aussi rapidement que possible de rendre disponibles les secours.

4.1.1. La remise en condition du personnel

Les consignes énumérées ici relèvent du bon sens, mais, comme après tout effort d'intensité élevé, il pourra être opportun de les rappeler aux intervenants.

- **hydratation** : elle permet non seulement de compenser les pertes en eau et minéraux, mais favorise également la récupération et limite les blessures (penser à boire avant et après l'effort) ;
- **hygiène** : elle est primordiale non seulement pour le sapeur-pompier lui-même, mais également pour son entourage (hygiène corporelle, nettoyage ou échange des vêtements) ;
- **repos** : une phase de repos physiologique est à envisager en fonction de l'intensité et de la durée du travail sous ARI.

¹¹ L'exploration de longue durée ne relève pas des formations de spécialité au sens de l'article 3 de l'arrêté du 22/08/2019, relatif aux formations des sapeurs-pompiers professionnels et volontaires.

La journée de travail au retour en centre de secours, peut être adaptée dès lors que l'opération a nécessité un engagement physique important et/ou des relèves.

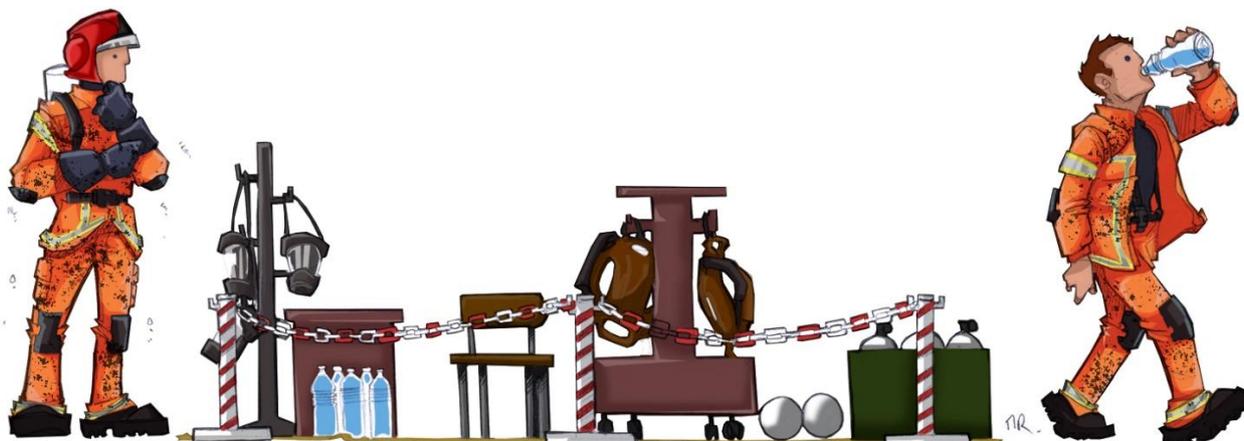


© Julien Rousset

4.1.2. Le reconditionnement du matériel

Il est important de matérialiser la zone de remise en condition des personnels et de reconditionnement des matériels. **Sur place**, et en fonction du degré de salissure, le COS pourra préconiser :

- un brossage à sec¹² ;
- un rinçage léger + eau savonneuse ;
- un emballage avant transport dans les engins.



© Matthieu Robert

¹² Cf. GDO relatif à la prévention contre les risques de toxicité liés aux fumées.

De retour au centre de secours, et sous protection adaptée, il est nécessaire de¹³ :

- nettoyer les ARI et les matériels complémentaires (tableau, etc.) ;
- vérifier la pression d'air des bouteilles d'ARI ;
- nettoyer et contrôler visuellement les masques ;
- vérifier l'état et l'intégrité des matériels accessoires utilisés ;
- retirer tout matériel ayant subi une agression chimique ou thermique / déformé (le remplacement des éléments défectueux, les petites réparations et les différents réglages nécessaires seront effectués par une personne compétente selon les instructions du fabricant) ;
- rendre compte de tout mouvement de matériel et/ou de toute indisponibilité ;
- remplir les bouteilles en air¹⁴. L'opération doit être réalisée par du personnel formé, selon les instructions du fabricant du compresseur haute-pression ;
- ranger le matériel dans les emplacements d'origine (masques dans leurs housses, etc.), et replacer les protections éventuelles sur les bouteilles opérationnelles.

Il est important de s'attacher à la qualité de l'air comprimé dans les bouteilles. Le gonflage de ces dernières doit être effectué dans un espace exempt le plus possible d'humidité, de polluants divers et de particules. Pour la sécurité des intervenants, une analyse de l'air pendant le gonflage est préconisée. Un dispositif de surveillance couplé au compresseur interdisant la distribution de l'air est souvent installé.

Le programme d'entretien du constructeur des appareils respiratoires prévoit une phase de nettoyage et une phase de désinfection. Il fixe également les conditions de stockage, le contrôle du bon fonctionnement aux intervalles selon une fréquence qui lui est propre, et les vérifications et remplacements de pièces aux intervalles prescrits.

Chaque ARI doit donc faire l'objet d'une fiche de suivi (utilisation, entretien, stockage), que ce soit pour la bouteille d'air comprimé, le masque ou le dossard.



En intervention comme au CIS, la manipulation des bouteilles d'air comprimé doit faire l'objet de la plus grande vigilance, la robinetterie étant particulièrement sensible aux chocs.

¹³ Le reconditionnement des ARICF doit respecter les préconisations du fabricant, notamment en ce qui concerne les consommables.

¹⁴ Lors des interventions, la zone de remplissage des bouteilles d'air doit être idéalement située à proximité de la zone de soutien opérationnel.

CHAPITRE 2 – Les techniques d’engagement



© Djamel Ferrand – DGSCGC

Le port d’un appareil respiratoire isolant est obligatoire dans les cas suivants :

- en présence de produits toxiques, etc. ;
- si la qualité de l’air ambiant est inconnue ;
- si la concentration en oxygène est inférieure à 17 %;
- en présence de produits de combustion tel que le monoxyde de carbone ;
- dans un milieu susceptible d’évoluer (embrasement, explosion, etc.)

Au cours de l’intervention et en fonction du milieu d’évolution des intervenants, la protection respiratoire des sapeurs-pompiers peut être adaptée.



Par principe, les appareils respiratoires isolants autonomes doivent être utilisés en priorité, dans tous les milieux où l’air est vicié (ou susceptible de l’être).

L’utilisation d’appareils filtrants par les sapeurs-pompiers peut éventuellement être adaptée, dans certaines situations (exemple : reconditionnement du matériel à l’issue d’une opération d’extinction).

Si leur utilisation présente, au premier abord l'avantage de réduire largement les contraintes physiologiques par rapport à celles engendrées par le port d'un ARI, en revanche elle ne peut être envisagée par le commandant des opérations de secours **que si les conditions suivantes sont réunies**¹⁵ :

- la concentration de l'oxygène dans l'air est supérieure à 17 % (intervention à l'air libre ou dans un local largement ventilé) ;
- le polluant présent dans l'atmosphère viciée est identifié et la mesure de la concentration du polluant est réalisée ;
- la concentration la plus élevée prévisible du polluant est connue ;
- le choix du dispositif filtrant est adapté au polluant identifié ainsi qu'à sa concentration ;
- le risque de l'instabilité de l'atmosphère est évalué.

Plus l'air est humide, plus le travail musculaire de la fonction respiratoire est important avec ce genre d'appareil.



Si une des conditions citées ci-dessus n'est pas respectée, le port d'un appareil respiratoire isolant est indispensable.

1. Les phases d'équipement et de contrôle

1.1. L'équipement

Chaque membre du binôme a préalablement revêtu sa tenue de protection (cagoule, veste et pantalon de protection, gants et chaussants... ou tout autre EPI adapté à la situation).

L'ajustement du harnais de l'appareil de protection respiratoire se fait hors de l'engin.¹⁶

S'agissant de la protection de la face et des voies respiratoires, il est important de respecter le positionnement successif des trois protections de la tête :

1. le masque (nez, bouche, yeux) ;
2. la cagoule ;
3. le casque.

Pendant la phase d'attente, les porteurs adoptent une position qui préserve leur potentiel physique tout en restant en alerte. Ils veillent à :

- ouvrir (ou faire ouvrir) la bouteille lentement et complètement ;
- vérifier l'armement du sifflet de fin de charge (sifflement à la mise en pression) ;
- vérifier la pression au manomètre.

¹⁵ Pour en savoir plus : « Les appareils de protection respiratoire, choix et utilisation », INRS, 2011.

¹⁶ **La mise en place de l'ARI par le porteur dans l'engin ne peut se faire que si le véhicule est équipé de sièges le permettant. Elle ne dédouane pas le porteur du port de la ceinture de sécurité.**

2. L'engagement

L'engagement est le passage de la zone contrôlée à la zone d'exclusion. Il satisfait aux conditions minimales de sécurité, d'autonomie, d'enregistrement et de réengagement.

Il s'agit du début de la mission du binôme (sauvetage, recherche, **attaque du/de(s) foyer(s)**, etc.).

Durant la phase d'engagement, la sécurité des intervenants dépend du respect des mesures préalables fixées par le commandant des opérations de secours.

Ce dernier, après une analyse de la situation opérationnelle :

- prend sa décision d'engagement de moyens humains en fonction des enjeux et des moyens à disposition ;
- fixe le niveau de protection adapté au risque.

2.1. Les conditions minimales d'engagement

Pour permettre au binôme de s'engager en sécurité maximale, les conditions suivantes doivent être remplies :

- la pression avant engagement ne doit pas être inférieure à la pression nominale de la bouteille moins 10% (exemple : pour une bouteille 300 bar, pression minimale de 270 bar) ;
- le contrôle croisé est réalisé et satisfaisant ;
- l'enregistrement a été réalisé ;
- l'itinéraire de repli est facilement identifiable par le binôme ;
- le binôme est en possession d'un moyen de communication¹⁸ .



Tout engagement en dessous de la pression minimale est restreint à des missions limitées. Il est validé par le responsable du point de pénétration.

2.1.1. L'enregistrement

Il s'agit de la dernière étape de contrôle pour s'assurer d'un engagement sécurisé. Avant chaque engagement ou réengagement, le binôme doit s'enregistrer.

L'enregistrement se fait en zone contrôlée, auprès du chef d'agrès ou du contrôleur.

L'utilisation d'un tableau de gestion des personnels est préconisée. Toutefois, tout autre support peut être utilisé (porte, mur...).

L'enregistrement comprend :

- l'identification des porteurs (noms) et la pression d'engagement ;
- l'inscription de l'heure d'entrée (autant que possible) ;
- la remise des « clés » des balises de détresse avec les plaquettes d'enregistrement au chef d'agrès, au contrôleur ou laissées au point d'enregistrement.

¹⁸ Corne d'appel, radio, ligne guide, etc.

2.1.2. L'autonomie du binôme

Tout au long de la phase d'engagement, le porteur contrôle l'autonomie d'air respirable dont il dispose. Un engagement sous ARI comprend trois temps :

- temps « aller » ;
- temps « mission » ;
- temps « retour ».

Le binôme doit garder à l'esprit de conserver suffisamment d'autonomie en air pour revenir en sécurité au point de pénétration. La phase de retour peut donc être enclenché avant la mise en œuvre du sifflet de fin de charge.



Lorsque la pression dans la bouteille d'ARI descend en dessous de 55 bars environ, un sifflet de fin de charge se déclenche, impliquant un retour systématique et immédiat du binôme au point de pénétration

3. Les différentes techniques d'engagement

Selon la configuration des lieux, les risques présents, les conditions de visibilité, le nombre de binômes disponibles, les intervenants peuvent employer différentes techniques d'engagement. Le chef d'agrès ou le COS organise leurs mises en œuvre.

Le binôme adapte sa technique à la situation rencontrée¹⁹ tout au long de son engagement, et notamment en cas de sauvetage qui pourrait survenir au cours de l'une des techniques développées ci-après.

Les techniques d'engagement sont les suivantes :

- l'engagement à vue ;
- l'engagement sur ligne de vie (progression) ;
- l'engagement sur ligne de vie « méthode latérale » ;
- l'engagement sur ligne de vie « méthode circulaire ».

Ces techniques sont mises en œuvre indépendamment ou combinées entre elles selon la situation ou l'environnement opérationnel.

3.1. Les engagements à vue

L'engagement à vue est employé pour des missions éloignées du feu ou post-incendie (désenfumage de cage d'escalier ou de locaux mitoyens), en zone contrôlée ou d'exclusion.

Les conditions de mise en œuvre sont :

- une visibilité bonne et suffisante pour distinguer l'environnement ;
- un déplacement sûr et sans encombre au sein des espaces ;
- une capacité de résistance et d'endurance physique du binôme qui n'est pas altérée.

Selon les caractéristiques de l'environnement, du matériel spécifique pourra être emmené (détecteur multi-gaz...).

¹⁹ Le choix d'engager un binôme en reconnaissance avec moyen en eau ou sans doit reposer sur une analyse du feu couplé à une analyse bâtiminaire permettant de prendre en compte les risques de phénomènes thermiques.

Deux configurations sont envisageables, à savoir :

- l'air est respirable ;
- l'air n'est pas respirable ou l'atmosphère se dégrade.

3.1.1. L'air est respirable

Le binôme réalise l'engagement à vue muni du masque ARI en attente, la bouteille ouverte.

Le chef et l'équipier ne sont pas amarrés entre eux.

- le temps d'engagement n'est pas limité ;
- les équipes sont enregistrées ;
- les locaux visités sont signalés.



© Matthieu Robert



Le binôme ne se sépare pas et les balises de détresse sont armées. Même en extérieur, l'armement de la balise est obligatoire. Son déclenchement peut, dès lors que le porteur est immobile, faciliter sa recherche, notamment en cas d'explosion.

3.1.2. L'air n'est pas respirable, ou l'atmosphère se dégrade

Si l'air n'est pas respirable, ou en cas de changement de situation au cours de l'engagement (fumées, odeur particulière, etc.), le binôme coiffe son masque.

Il en rend compte au COS ou au contrôleur.

Il continue ou abandonne la reconnaissance en fonction de la décision du contrôleur / COS.

- l'engagement est géré par un contrôleur ;
- une équipe de sécurité est mise en place ;
- les locaux visités sont signalés.



© Matthieu Robert



Même lors d'un engagement à vue, l'enregistrement est systématique.

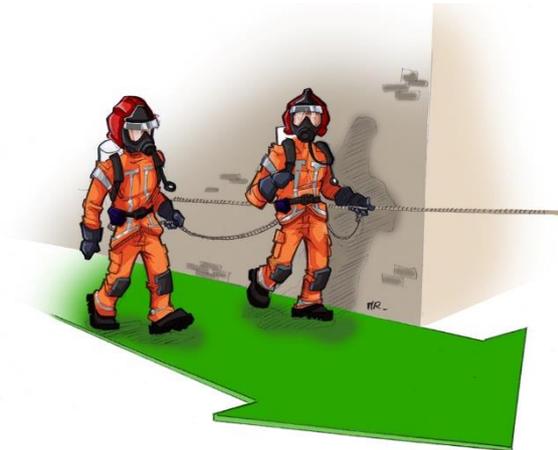
3.2. Les engagements au moyen d'une ligne de vie

L'engagement au moyen d'une ligne de vie est employé pour disposer d'un lien physique et continu avec l'extérieur de la zone d'exclusion vers la zone contrôlée. Les conditions de mise en œuvre sont :

- la visibilité est réduite ou nulle ;
- le cheminement est complexe (élévation, dénivellation, virages, cave, entrepôt, sous-terrain...) ;
- des difficultés de cheminement existent (obstacles...) ;
- dès que la capacité de résistance et d'endurance physique du binôme est susceptible d'être altérée.

L'engagement au moyen d'une ligne de vie se fait selon deux configurations :

- au moyen d'une ligne guide principale, de dérivation ou d'un prolongement de ligne guide ;
- au moyen d'un tuyau lorsque la progression est réalisée avec un moyen hydraulique (recherche de foyer ou de victimes).



© Matthieu Robert



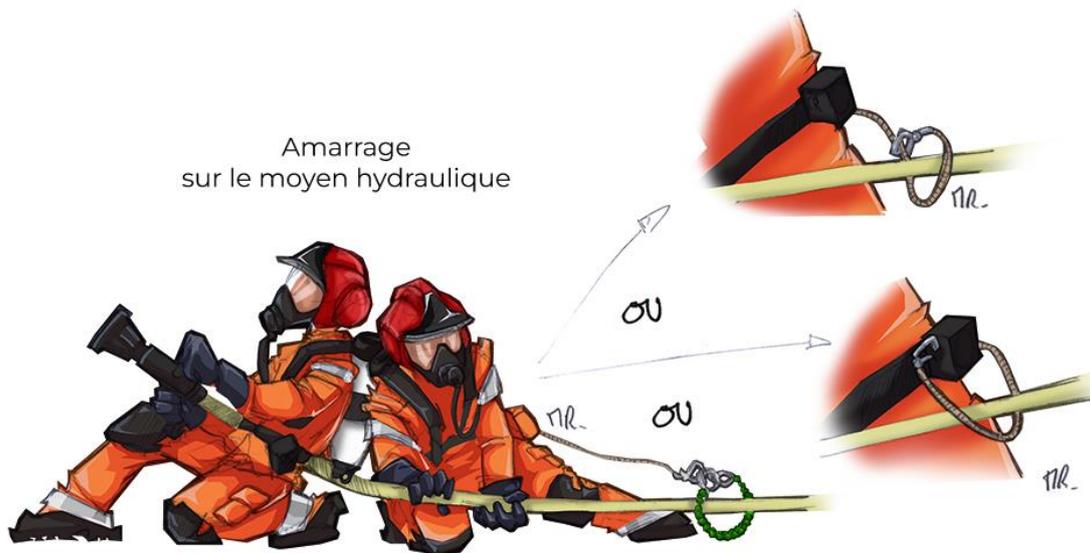
© Matthieu Robert

Pour la progression avec un moyen hydraulique :

- le chef d'équipe et l'équipier se lient entre eux avant la pénétration dans le local à risque ou en cas de perte de visibilité. Le binôme reste en contact permanent avec le tuyau ;
- l'un des porteurs doit s'amarrer en plus au tuyau lors de la progression ;
- la position de progression (debout, accroupi, à genoux ou à quatre pattes) est adaptée à l'environnement (risque thermique et/ou visibilité réduite).



Lorsque le porteur d'ARI s'attache au tuyau avec sa liaison personnelle, il s'assure que cette dernière reste libre et glisse le long du tuyau.

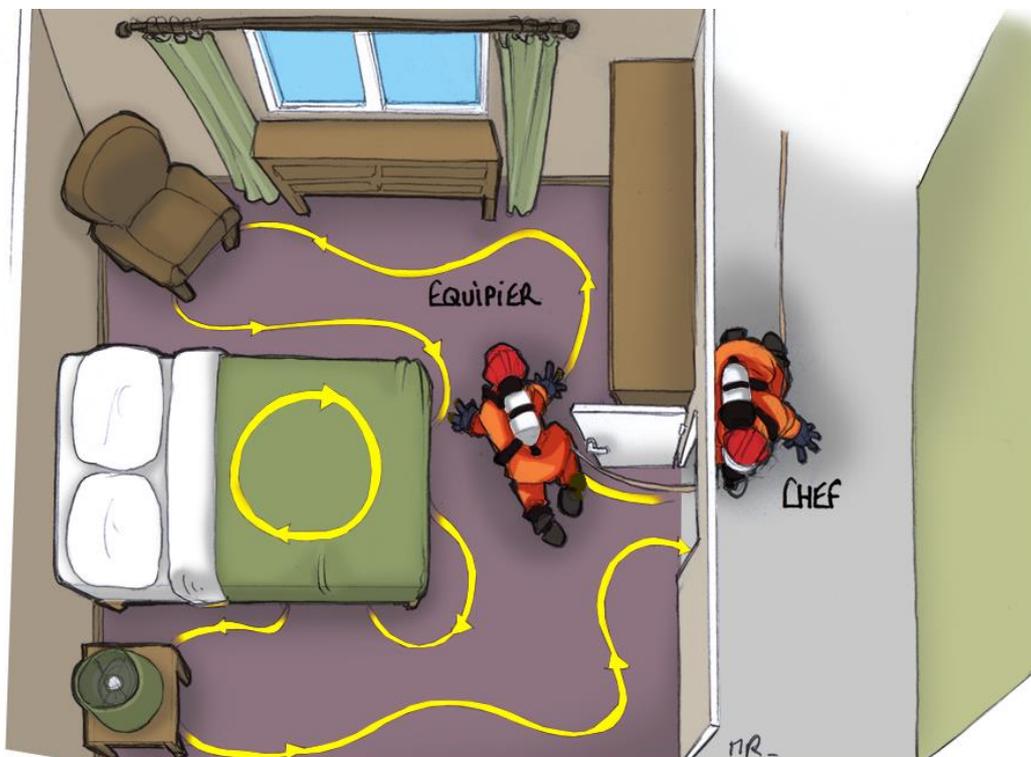


© Matthieu Robert

Pour une plus grande liberté de mouvement lors de l'attaque de foyer, les membres du binôme peuvent s'amarrer individuellement sur le moyen hydraulique, tout en restant obligatoirement à vue l'un de l'autre.

Dans le cas d'une reconnaissance d'un petit espace, la mission est réalisée par un membre du binôme, l'autre reste à l'entrée. Il maintient la communication verbale tout au long de cette phase de séparation physique, en informant sur le déroulement des recherches.

Ils sont reliés entre eux par la liaison personnelle.



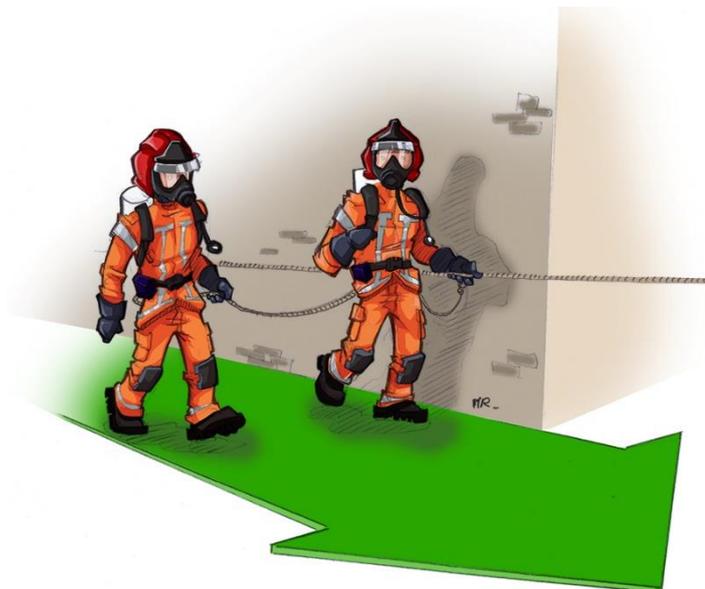
Reconnaissance d'une pièce © Matthieu Robert

Lors des reconnaissances avec un moyen hydraulique, le chef d'équipe conserve le contrôle de sa lance. Elle est placée entre le foyer et la pièce à reconnaître. Dans cette configuration, l'équipier réalise la reconnaissance du local à la place du chef. **Ils sont reliés entre eux par la liaison personnelle.**

3.3. Les engagements sur ligne de vie « méthode latérale »

Cette technique consiste à explorer une zone située en parallèle de la ligne guide.

Son amplitude maximale est la longueur cumulée d'une liaison personnelle entièrement déployée et celle d'une liaison courte.



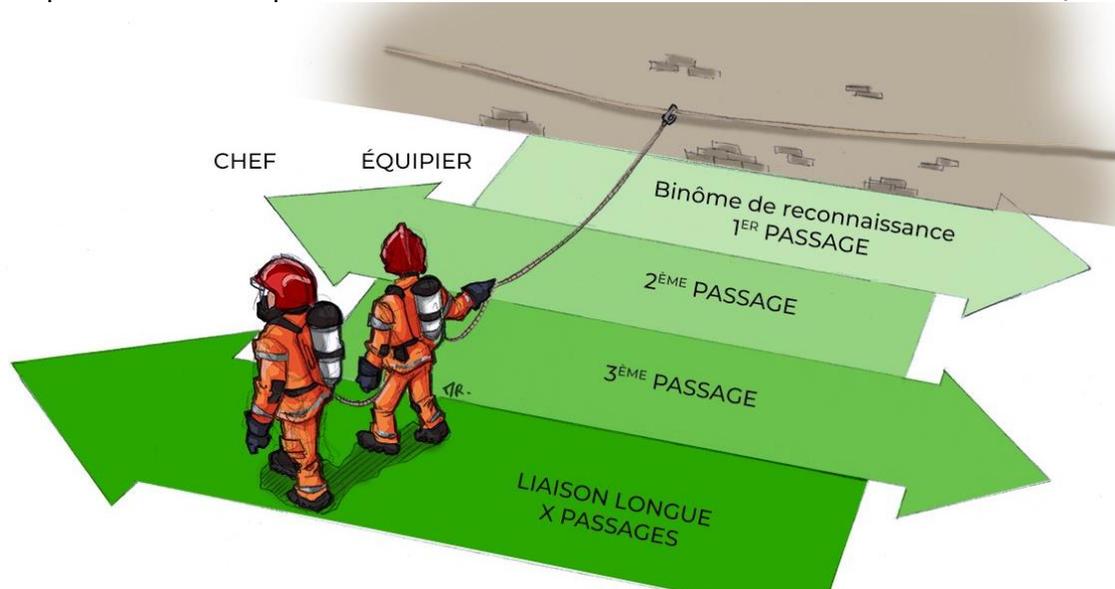
© Matthieu Robert

Les conditions de mise en œuvre sont :

- une visibilité réduite ou nulle ;
- un cheminement difficile.

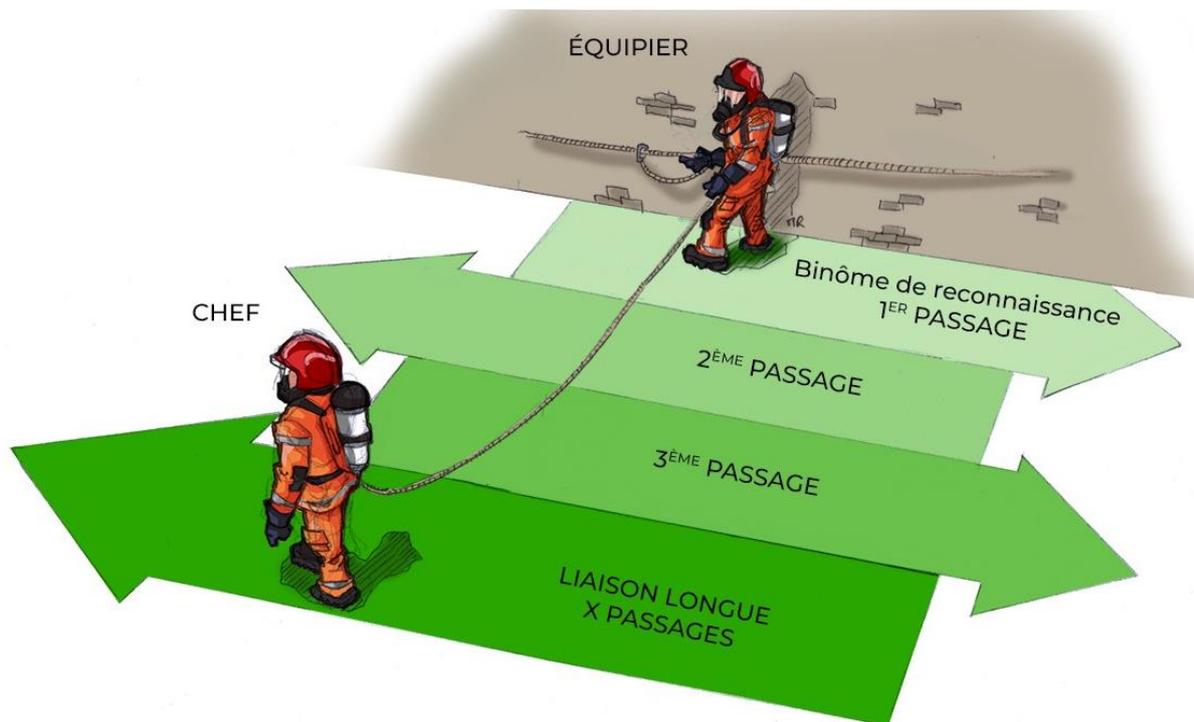
L'engagement sur ligne de vie « méthode latérale » est mise en œuvre :

- **« en mode associé »**, les deux porteurs d'ARI sont reliés via la liaison personnelle courte du chef. Celle de l'équipier est liée à la ligne guide et déployée jusqu'à atteindre les 6 mètres. Cette méthode contraint le binôme à s'éloigner de la ligne guide. Toutefois, elle permet aux deux porteurs d'ARI de rester en contact durant la reconnaissance ;



© Matthieu Robert

- « en mode dissocié », l'équipier est relié par sa liaison courte à la ligne guide. La liaison du chef est reliée à l'équipier et atteint jusqu'à 6 mètres.



© Matthieu Robert

La méthode « en mode dissocié » permet à l'équipier d'être en contact immédiat avec la ligne guide. Le chef dispose par ailleurs d'une amplitude importante mais il est physiquement éloigné de l'équipier.

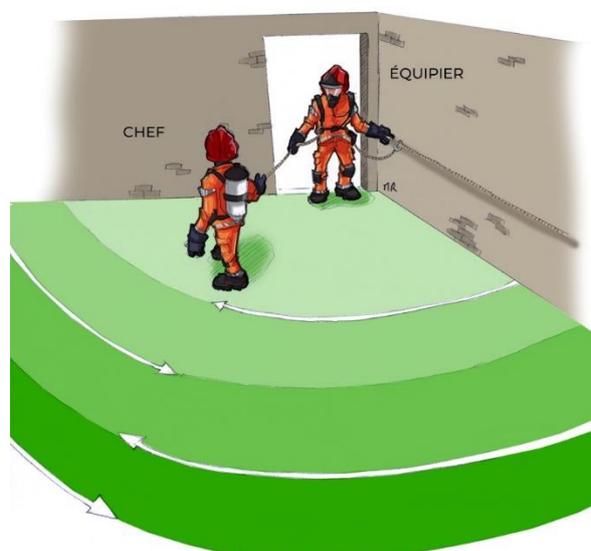


Pour cette technique, quel qu'en soit le mode, les deux liaisons personnelles ne sont pas déployées en version longue en même temps.

3.4. Les engagements sur ligne de vie « méthode circulaire »

Cette technique permet de reconnaître des espaces plus restreints, sous forme de petites pièces (chambre...).

Elle consiste à explorer une zone de façon circulaire, jusqu'à une profondeur correspondant à la longueur cumulée d'une liaison personnelle entièrement déployée et celle d'une liaison courte.

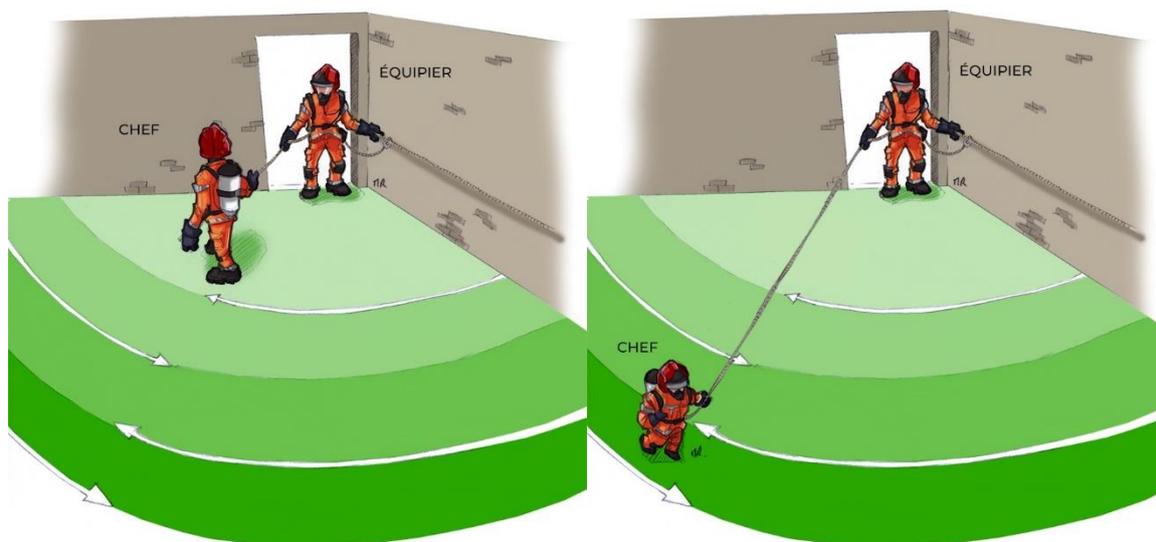


© Matthieu Robert

L'engagement sur ligne de vie « méthode circulaire » peut être utilisé dès lors que le binôme est confronté à :

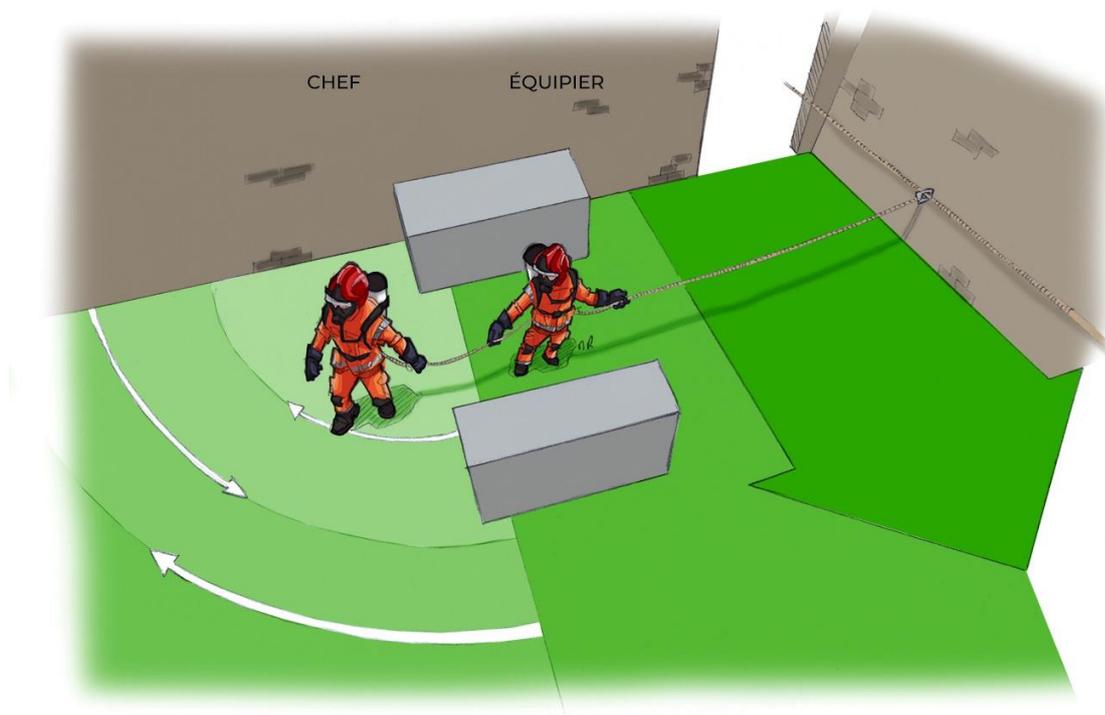
- une visibilité réduite ou nulle ;
- un espace de petites dimensions.

Le chef attaché à l'équipier réalise des déplacements en « va-et-vient » par la répétition des allers et retours à partir de la position de l'équipier. Il s'éloigne au fur et à mesure pour couvrir l'intégralité de l'espace d'une pièce bien délimitée.



© Matthieu Robert

Dans un espace comportant des obstacles (espace difficilement accessible tel qu'un angle mort dans un entrepôt, un parking souterrain...), la méthode circulaire est complétée par la méthode latérale en mode associé.



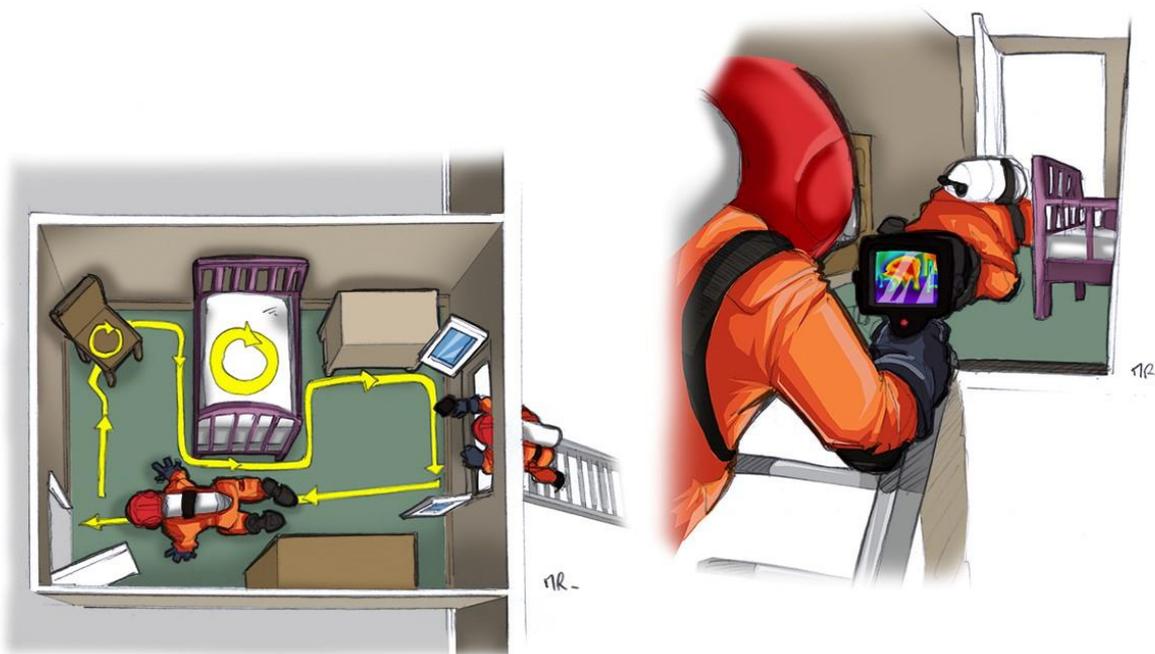
© Matthieu Robert

En cas de présence avérée d'une victime dans une pièce, Les deux liaisons personnelles peuvent être déployées exceptionnellement dans leur intégralité. Cette situation génère une augmentation du risque de zones non explorées (zones d'ombres).

3.5. La méthode AIDES

L'acronyme AIDES signifie « Accéder, Isoler, Désenfumer, Explorer, Sauver (ou Sortir) » :

- **accéder** : au moyen d'une échelle à mains, d'un MEA, d'une échelle télescopique ou de plain-pied. Sonder le sol au moyen d'un outil avant de pénétrer ;
- **isoler** : avant de fermer la porte donnant sur les communications du volume à reconnaître, explorer immédiatement derrière celle-ci puis la fermer. S'isoler est garant de la protection du personnel engagé ;
- **désenfumer** : laisser l'ouvrant ouvert afin de faciliter l'évacuation des fumées ;
- **explorer** : procéder à la reconnaissance du volume en partant du point d'accès (celui par lequel le sapeur-pompier est entré). Elle se termine lorsque l'on revient au point d'accès initial de reconnaissance ;
- **sauver (ou sortir)** : procéder à la sortie de la victime avec la technique opérationnelle adaptée puis sortir du volume.



© Matthieu Robert

Cette technique de reconnaissance consiste en l'exploration pièce par pièce en accédant depuis l'extérieur sans moyen hydraulique dans le volume concerné :

- le sapeur-pompier chargé de l'exploration ressort du bâtiment entre chaque exploration ;
- l'autre sapeur-pompier reste à l'extérieur dans l'encadrement de l'ouvrant pour guider son équipier au moyen de la caméra thermique.

Cette technique expose le sauveteur à un risque raisonnable qui peut devenir majeur si l'isolement du feu par fermeture de la porte du volume donnant sur la circulation intérieure n'est pas réalisé rapidement après pénétration dans le volume.

Elle est réservée à l'exploration de pièces de surfaces modérées comme des chambres à coucher par exemple ne comportant normalement qu'une porte intérieure.



Cette technique est conditionnée par une lecture du feu depuis l'extérieur, au moment où l'ouvrant est ouvert puis tout au long de l'exploration. Le foyer ne doit pas se trouver dans le local concerné.

4. Le retour d'engagement

À l'issue des engagements (reconnaitances – recherches), un compte rendu verbal ou graphique est établi au contrôleur en précisant les points suivants :

- les accès actuels et possibles ;
- le parcours (longueur, obstacles, particularités) ;
- les niveaux concernés ainsi que les pièces impactées ;
- les actions réalisées ;
- les propositions d'actions à mettre en œuvre ;
- l'évolution du sinistre et les conséquences.

Associé à un schéma, ce compte-rendu peut se résumer à :

- « J'ai vu » (a-b-c) ;
- « J'ai fait » (d) ;
- « Je propose » (e) ;
- « Je redoute » (f).

4.1. La récupération physique des personnels

Selon l'état physique des binômes, apprécié par le chef d'agrès ou le contrôleur, la récupération des personnels peut inclure une phase de repos physique préalable à un éventuel réengagement.

La récupération consiste à :

- poser l'ARI ;
- retirer le casque et le masque, et ouvrir la veste textile (retrait de la veste et cagoule si possible²⁰) ;
- s'hydrater et/ou s'alimenter ;
- avoir une faible sollicitation physique (assis ou à genoux).

Après un passage en zone de récupération, le binôme peut être réengagé sur appréciation du chef d'agrès.

© Djamel FERRAND – DGSCGC



La durée de récupération est définie par le chef d'agrès en fonction de la sollicitation des binômes.

²⁰ Cf. GDO relatif à la prévention contre les risques de toxicité liés aux fumées d'incendie.

La phase de récupération doit tenir compte d'éventuelles conditions climatiques difficiles, chaudes ou froides.

4.2. La remise à niveau du matériel²¹ lors des phases d'engagement

Elle consiste à vérifier le bon état de fonctionnement des équipements et comprend :

- le changement des bouteilles ARI ;
- le contrôle visuel et la remise en état des dossards et des masques.

La remise à niveau du matériel est une phase préalable à un éventuel réengagement. Une attention particulière doit être apportée sur le choix et l'organisation du point de reconditionnement (zone propre, abritée si possible²²).

5. Le réengagement

On parle de réengagement dès lors que l'on effectue une nouvelle mission après une phase de récupération. Il est alors conditionné par :

- une autonomie suffisante pour effectuer la mission donnée (aller / travail / retour) ;
- un état physique du binôme satisfaisant qui est validé par le chef d'agrès.

En cas de réengagement, le binôme doit se faire réenregistrer et faire un point de la situation. Il est à noter :

- que la sortie de la zone d'exclusion (zone rouge) n'entraîne pas nécessairement un désengagement (exemple : prise en compte de matériel en zone contrôlée) ;
- qu'il est judicieux de prévoir des relèves afin de limiter les réengagements de binômes.

6. La mise en œuvre de groupes d'exploration de longue durée

L'emploi des groupes d'exploration de longue durée s'inscrit souvent dans le cadre d'une opération particulière qui nécessite une structure de commandement hiérarchisée. Il sera nécessaire de demander les canaux dédiés à l'intervention du GELD.

La création d'une zone de regroupement permet d'installer le matériel nécessaire à la conduite des équipes et de recenser les personnels en cas d'évacuation du site.

La zone de regroupement est à l'abri des fumées et proche du point de pénétration.

Arrivés sur place et une fois la zone de regroupement mise en place, les membres de l'équipe doivent se préparer le plus rapidement possible et s'équiper de leurs matériels de base. Cette étape minutieuse doit permettre de vérifier :

- les équipements de protection individuelle (EPI) complets ;
- les ARI (circuit ouvert CO - circuit fermé CF) ;
- le bon fonctionnement des matériels d'éclairage, de communication et de la caméra thermique ;
- l'empport du matériel de base.

Durant cette phase, le type d'appareil de protection respiratoire isolant à utiliser et les ajustements nécessaires au matériel de base seront précisés par le chef du GELD en fonction des divers éléments recueillis.

²¹ A ne pas confondre avec la remise en état de fin d'opération.

²² Cf. GDO relatif à la prévention contre les risques de toxicité liés aux fumées d'incendie.

Après une bonne compréhension de la mission, les binômes sont engagés en respectant les règles suivantes :

- le contrôle croisé ;
- la ligne de vie (amarrage de la ligne guide et des liaisons personnelles) ;
- la relève des plaques de contrôle et des pressions des porteurs par le contrôleur.

Dès que le premier binôme s'engage, le point de pénétration est surveillé par le contrôleur qui assure :

- la gestion du tableau de gestion des personnels (TGP) ;
- l'écoute des binômes engagés ;
- la prise en compte des victimes et/ou sauvetage ;
- la remontée des informations ;
- la sécurité des binômes et l'engagement si besoin du ou des binômes de sécurité ;
- la rotation des binômes ;
- le soutien logistique.

CHAPITRE 3 - Les techniques de recherche



© Julien Rousset

Au cours de leurs missions, les intervenants peuvent être amenés à réaliser des opérations de recherche de victime(s) ou de localisation d'une source de danger (foyer ou fuite...).

Ces conditions d'intervention imposent aux intervenants de progresser en respectant les méthodes de reconnaissance.

1. Les temps de recherche

On distingue deux temps de recherche :

- **la recherche primaire** s'effectue au plus tôt au cours de l'intervention. Elle vise, dans un premier temps, à rechercher les victimes dans les endroits les plus probables (en fonction de la prise de renseignements ou des éléments issus de la lecture du feu). Dans un second temps, la recherche s'étend au reste du bâtiment ;
- **la recherche secondaire** est effectuée après la maîtrise du sinistre et la suppression des dangers. Il s'agit d'une recherche approfondie pour s'assurer que toutes les victimes ont été retrouvées. Elle se fait, si possible, par des binômes différents de ceux ayant réalisé la recherche primaire.

Lors de missions de recherche de victimes menées simultanément aux missions d'extinction, la recherche de victimes commence à proximité immédiate du foyer pour s'en écarter et atteindre la sortie du bâtiment.

Cette méthode permet la recherche de victimes compte-tenu du niveau de menace du foyer d'incendie et de sa propagation.



La recherche se fait pièce par pièce de façon rigoureuse et systématique.



Les espaces d'attente sécurisés (EAS) sont susceptibles d'être présents dans des établissements recevant du public (ERP). Un EAS constitue une zone à l'abri des fumées, des flammes et du rayonnement thermique.

Toute personne, quel que soit son handicap, doit pouvoir s'y rendre et y attendre son évacuation différée grâce à une aide extérieure.

Les espaces d'attente sécurisés peuvent être aménagés dans tous les espaces accessibles au public ou au personnel, à l'exception des locaux à risques particuliers. Ils peuvent ne pas être exclusivement destinés à cette fonction.

Un EAS est identifié et facilement repérable du public et de l'extérieur par les services de secours au moyen de ce balisage spécifique.



L'évacuation des victimes présentes dans les EAS est mise en œuvre selon les règles suivantes :

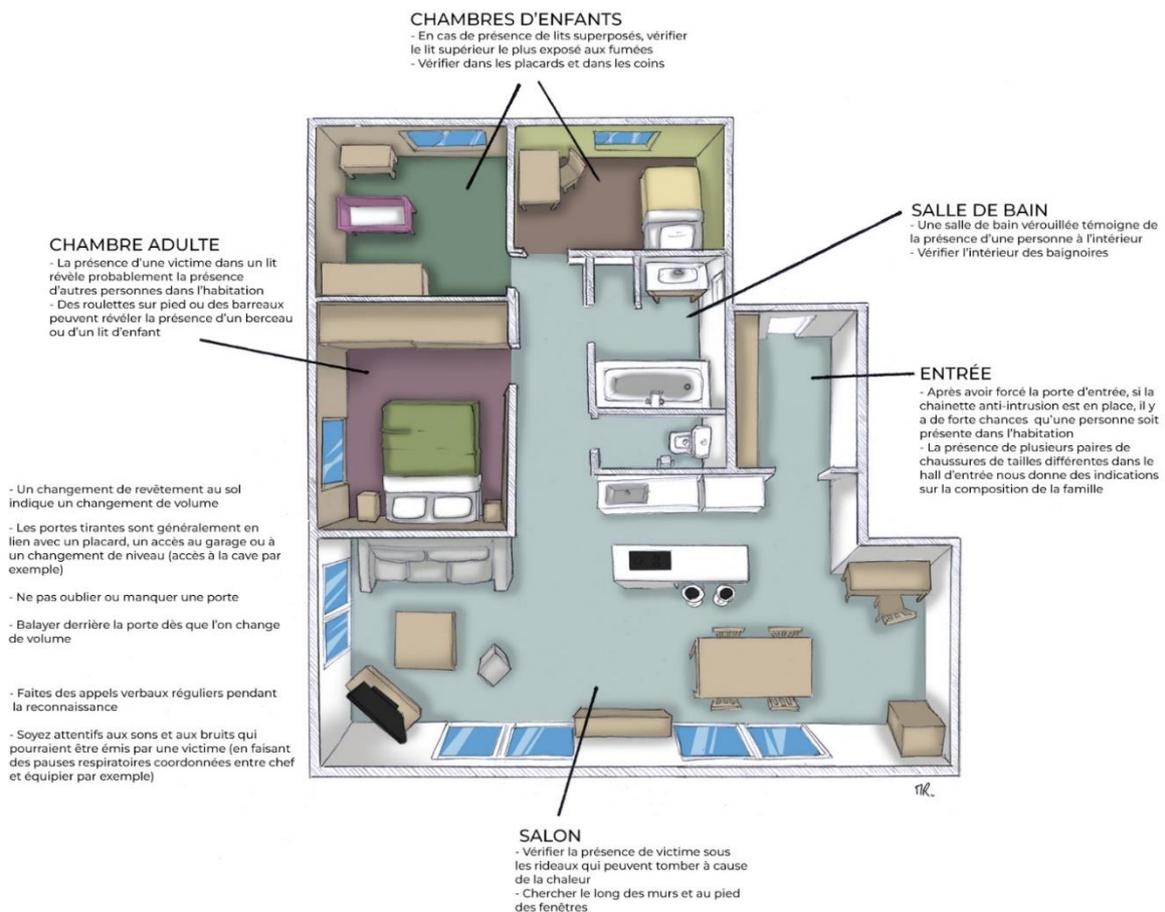
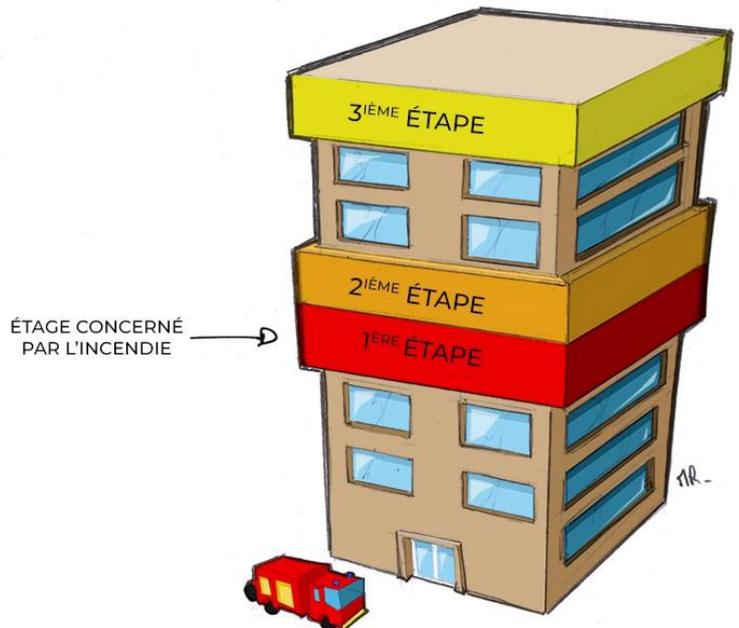
- se renseigner auprès du chef d'établissement de la présence d'EAS ;
- prendre connaissance du positionnement des EAS sur les plans d'établissement ;
- entrer en contact avec les personnes confinées s'il y a présence d'un bouton d'appel ou par les façades ;
- effectuer les reconnaissances des EAS ;
- déterminer l'idée de manœuvre :
 - confinement ;
 - évacuation ;

2. La conduite des recherches

Lors d'opérations en bâtiment avec étages, les recherches s'effectuent généralement dans l'ordre suivant :

- dans un premier temps à l'étage du foyer ;
- dans un deuxième temps l'étage directement au-dessus est reconnu, suivi ensuite du dernier étage du bâtiment. Ces niveaux présentent un danger croissant conditionné par le développement de l'incendie ;
- les étages intermédiaires et inférieurs sont reconnus par la suite.

© Matthieu Robert



© Matthieu Robert d'après Thierry Guilbert

Lors de la progression, en cas de recherche de victimes, le binôme doit :

- écouter s'il y a des appels à l'aide ou d'autres signes de présence de victimes ;

- chercher dans les salles de bain (baignoires, douches), les gardes robes, sous les lits, les meubles, au sous-sol, ainsi qu'à tous les endroits où pourraient se cacher des personnes atteintes d'incapacité ou désorientées ou des enfants.

2.1. Les déplacements

Selon les conditions à l'intérieur du bâtiment (et/ou le niveau de fumée), l'exploration s'effectue debout, accroupi ou à quatre pattes.

Le déplacement à quatre pattes réduit le risque de chute de plain-pied. Cette position doit être privilégiée dès lors que les pièces sont envahies de fumées.

La descente d'un escalier se fait en marche arrière pour limiter les risques de chute.



© Matthieu Robert

Lors de la reconnaissance d'une pièce pour une recherche de victimes, les deux intervenants se déplacent le long des murs en réalisant un parcours circulaire pour revenir au point de départ.



Afin d'assurer une recherche complète, il convient de quitter la pièce par la porte utilisée pour entrer.

2.2. La progression

Les binômes utilisent des matériels facilitant leurs recherches (caméra thermique, outils de forçage...).

Les membres du binôme sont reliés entre eux à l'aide de leurs liaisons personnelles afin de rester indissociables en cas de perte de visibilité.

Les recherches se font systématiquement pièce par pièce en veillant aux signes de présence de victimes (appels à l'aide, bruits...).

Afin de réduire la désorientation et le stress associé, il est essentiel que les binômes gardent un repère dans l'espace reconnu tout au long de leurs recherches.

Ainsi, avant tout engagement, « le sens » de reconnaissance doit être défini au sein du binôme : « main gauche » ou « main droite »²³. Les binômes longent le mur du côté choisi.

²³ Le chef d'agrès est informé, ce qui permettra de localiser le binôme en cas de problème.

2.3. Le marquage

Au cours de l'exploration, les pièces reconnues sont marquées afin de préciser l'avancée des reconnaissances et d'éviter une perte de temps par répétition.

Lors de la réalisation, les portes (d'entrée et d'intérieur) sont fermées après reconnaissance pour que les pièces ne soient pas envahies par les fumées ou impactées par la propagation de l'incendie.

Les règles de marquage doivent être définies et connues de tous. Elles doivent être simples et aisément compréhensibles de toutes les équipes.

On peut retenir à titre d'exemple, celles présentées ci-dessous :

- faire un trait au moment de l'entrée dans le volume (reconnaisances en cours) ;
- puis compléter par un deuxième trait au moment de la sortie pour former une croix (reconnaisances effectuées) ;
- un cercle autour de cette croix peut compléter ce code, signifiant qu'une seconde reconnaissance a été effectuée dans ce local.



© Matthieu Robert

D'autres symboles peuvent être envisagés (porte fermée, etc.), qu'il convient d'uniformiser au sein du service d'incendie et de secours.



Il est à noter que ce marquage est à privilégier en partie basse de la zone d'écriture, de façon à rester visible en cas d'envahissement éventuel des circulations par les fumées.

3. La découverte de victime

En cas de découverte d'une victime, son sauvetage ou sa mise en sécurité doit être réalisés au moyen de la cagoule d'évacuation ou d'un système équivalent dans la mesure du possible.

Dans tous les cas, il convient d'affecter cette mission au sauveteur disposant de la plus grande autonomie, et de :

- prendre contact avec la victime ;
- expliquer à la victime la procédure ;
- équiper la victime de la cagoule ;
- évacuer la victime vers un lieu protégé des effets du sinistre.

ANNEXE A – Abréviations utilisées dans ce guide

AIDES : accéder, isoler, désenfumer, explorer, sauver (ou sortir)
ARI : appareil respiratoire isolant
ARICF : appareil respiratoire isolant à circuit fermé
ARICO : appareil respiratoire isolant à circuit ouvert
BP : basse pression
COS : commandant des opérations de secours
CIS : centre d'incendie et de secours
EAS : espaces d'attente sécurisés
ELD : exploration de longue durée
EPI : équipement de protection individuelle
ERP : établissement recevant du public
FI : formation d'intégration
FMPPA : formation de maintien et de perfectionnement des acquis
GDO : guide de doctrine opérationnelle
GELD : groupe d'exploration de longue durée
GTO : guide de techniques opérationnelles
HP : haute-pression
ICS : instrument de contrôle et de sécurité
INRS : institut national de recherche et de sécurité (pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles)
MEA : moyen élévateur aérien
MP : moyenne pression
NR : non réutilisable
P : pression
R : réutilisable
SAD : soupape à la demande
SDIS : service départemental d'incendie et de secours
SIS : service d'incendie et de secours
TGP : tableau de gestion des personnels
V : volume
VLCT : valeur limite à court terme
VLEP : valeurs limites d'exposition professionnelle sur 8 heures
Z : facteur de compressibilité de l'air à 15 °C

ANNEXE B – Les contraintes liées à l'utilisation d'un appareil respiratoire isolant

Les facteurs environnementaux ont une influence majeure sur les capacités de travail des intervenants. Le travail dans des environnements hostiles (fumées, chaleur, suies, visibilité réduite ou nulle, difficultés de pénétration et de progression) exige une certaine adaptation des intervenants.

Pour intervenir efficacement, il est important que les sapeurs-pompiers soient conscients et préparés régulièrement aux contraintes relatives au port des appareils de protection respiratoire isolants²⁴.

1. Les contraintes relatives au porteur

Dans le cadre de l'activité sous protection respiratoire, plusieurs facteurs limitent la capacité du sapeur-pompier.

1.1. Les facteurs physiques

Le port des appareils de protection respiratoire :

- modifie le centre de gravité des porteurs ;
- augmente le travail musculaire de l'utilisateur et sa dépense énergétique ;
- participe à la baisse des performances de son utilisateur ;
- limite les capacités de déplacement dans des passages étroits verticaux, horizontaux et lors des franchissements d'obstacles (échelle à crinoline, milieu effondré, etc.).

La condition physique du sapeur-pompier est donc primordiale, influençant directement son autonomie en air, et son ressenti des diverses contraintes liées au port d'un ARI.

Il est important de veiller à ne pas trop serrer les ceintures et le harnais du dossard pour éviter une gêne et/ou un frein aux mouvements de progression et aux positions de travail.

L'ARI doit reposer essentiellement sur la ceinture ventrale afin de préserver la couche d'air de la tenue de protection du porteur.

La norme NF EN 137 relative aux appareils de protection respiratoire isolants autonomes à circuit ouvert précise que la masse de l'appareil prêt à l'emploi ne doit pas excéder 18 kg indépendamment de la configuration multi ou mono bouteille.

La norme NF EN 145 fixe la limite de la masse des appareils respiratoires isolants à circuit fermé à 16 kg.

Cette différence de masse prend en compte l'autonomie plus longue de ces matériels et donc la nécessité de soulager la contrainte physique du porteur.

© Benjamin Bellevre – SDIS 17



²⁴ Cf. exemple de parcours d'accoutumance et d'entraînement en annexe D.

La masse de l'ARI est un élément à prendre en compte dans l'altération des capacités physiques du porteur.

1.2. Les facteurs physiologiques

1.2.1. Une augmentation de « l'espace mort »

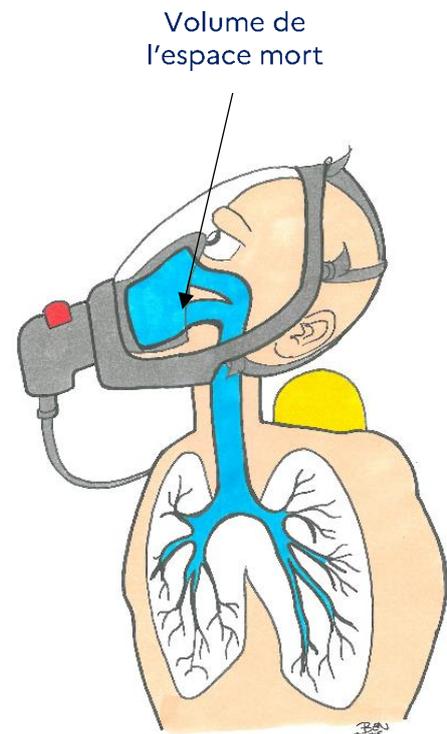
L'espace mort est le volume d'air contenu dans les voies respiratoires entre les cavités nasales et la jonction entre bronchioles et alvéoles. Il est d'environ 150 ml chez l'adulte.

L'air contenu dans l'espace mort ne participe pas aux échanges alvéolo-capillaires.

Lors du port d'un appareil de protection respiratoire, l'espace mort est artificiellement augmenté du volume mort imputable au masque, la totalité du masque n'étant pas reventilée à chaque cycle respiratoire.

Plus l'espace mort d'un masque est important, plus la concentration en dioxyde de carbone de l'air inspiré est élevée.

On parle alors du phénomène de « ré inspiration » : une partie du CO₂ expirée du masque est à nouveau inhalée lors de l'inspiration suivante. Afin de réduire cet effet, la pièce faciale est équipée d'un ½ masque.



© Benjamin Bellevre – SDIS 17

L'augmentation du CO₂ dans le sang induit un réflexe d'hyperventilation pouvant entraîner une surconsommation, et donc limiter la tâche des porteurs d'ARI.

1.2.2. Une augmentation des résistances respiratoires et du débit de consommation

Le port d'un appareil de protection respiratoire entraîne une augmentation de la résistance de l'écoulement des flux inspiratoire et expiratoire.

Ainsi, le maintien d'une ventilation constante est obtenu par une augmentation du travail respiratoire.

Le port de l'appareil respiratoire facilite légèrement le travail inspiratoire par l'arrivée d'air sous pression **mais rend plus difficile le travail expiratoire**, ce qui peut engendrer une contre-indication dans le cas de certaines pathologies pulmonaires.

Les débits de consommation du porteur ont été identifiés pour les différentes activités²⁵. Ils varient entre 10 l/min au repos à 135 l/min pour un travail très intense.



La surpression dans le masque n'est pas garantie pour des débits de pointe¹ supérieurs à 314 l/min. Elle ne peut donc pas être considérée comme un argument de sécurité pour le porteur dans toutes les configurations.

²⁵ Cf. Tables des exemples d'activité.

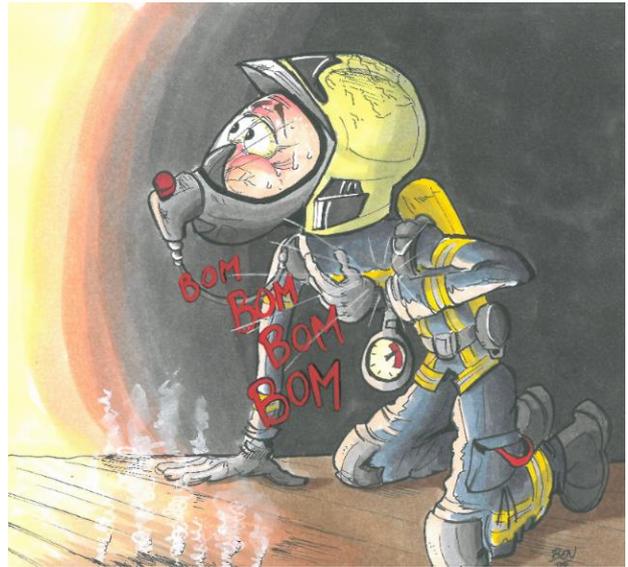
1.2.3. Une augmentation de la fréquence cardiaque

Le travail respiratoire sous ARI est responsable d'un accroissement de la fréquence cardiaque.

La fréquence cardiaque étant également augmentée par :

- le travail musculaire ;
- la chaleur de l'environnement ;
- le stress.

Les conséquences, outre un épuisement plus rapide, sont la déshydratation, et l'hypoglycémie.



© Benjamin Bellevre – SDIS 17

1.3. Les facteurs psychologiques

Le port d'un appareil entraîne une sensation d'inconfort, liée en partie à l'effort expiratoire nécessaire pour vaincre la résistance respiratoire. Cette sensation d'inconfort est cependant variable selon les intervenants.

L'acceptabilité d'un masque de protection dépend à la fois du degré de confort offert par l'appareil, du psychisme du porteur et de la mission à réaliser.

La stabilité émotionnelle de l'utilisateur fait varier la consommation d'air : un sapeur-pompier qui perd son calme accélère son rythme respiratoire et épuise donc rapidement sa réserve d'air. Par ces divers aspects, le port de l'ARI va entraîner une **diminution de l'autonomie du porteur**, et ce, d'autant plus que les conditions extérieures seront exigeantes.

Les conséquences peuvent également se ressentir par des **difficultés de concentration**.

2. Les contraintes attribuables à l'équipement

Le port d'un appareil de protection respiratoire modifie, perturbe et diminue profondément les capacités de perception de l'espace environnant ainsi que les capacités relationnelles.

Le porteur perçoit moins bien l'espace environnant (**champ de vision réduit**) et sa capacité de communiquer avec l'entourage est limitée même si son équipement peut comporter des solutions techniques pour limiter cette contrainte (systèmes de transmission et/ou d'amplification de la voix).



© Benjamin Bellevre – SDIS 17

L'**acuité auditive** du porteur d'un appareil de protection respiratoire est toujours **perturbée et réduite** par la transmission des bruits respiratoires, des bruits de l'environnement, le port du casque et de la cagoule.

3. Les contraintes liées à la réserve d'air



© Djamel FERRAND – DGSCGC

Le temps d'intervention des sapeurs-pompiers est limité par la quantité d'air disponible. Ces limites sont liées à deux critères :

- la consommation du porteur pendant l'activité opérationnelle ;
- la capacité de stockage et la pression de service de la bouteille, mettant à disposition un volume d'air différent selon les modèles.



L'accoutumance, voire l'aisance en ambiance « opérationnelle », et l'entraînement physique régulier sont des critères primordiaux qui permettent de retarder les effets de l'effort sous appareil de protection respiratoire.

| CONSOMMATION DU PORTEUR | EXEMPLES DE TRAVAIL ET D'ACTIVITES |
|-------------------------|--|
| 10 l/min | Repos. |
| 20 l/min | Moyenne pour des postes de travail complets, y compris les pauses. Position assise confortable : travail manuel léger (écriture ; frappe à la machine ; dessin ; couture ; comptabilité) ; travail des mains et des bras (petits outils d'établi ; inspection, assemblage ou triage de matériaux légers) ; travail des bras et des jambes (conduite de véhicule dans des conditions normales ; manœuvre d'un interrupteur à pied ou à pédale) ; perçage debout (petites pièces) ; fraisage (petites pièces) ; bobinage ; enroulement de petites armatures ; usinage avec outils de faible puissance ; marche occasionnelle (vitesse jusqu'à 2,5 km/h). |
| 35 l/min | Moyenne pour des postes de travail complets, y compris les pauses. Travail soutenu des mains et des bras (cloutage ; limage) ; travail des bras et des jambes (manœuvre sur chantiers de camions, tracteurs ou engins) ; travail des bras et du tronc (travail au marteau pneumatique ; accouplement de véhicules ; plâtrage ; manipulation intermittente de matériaux modérément lourds ; sarclage ; binage ; cueillette de fruits ou de légumes ; poussée ou traction de charrettes légères ou de brouettes ; marche à une vitesse de 2,5 km/h à 5,5 km/h ; forgeage). |
| 50 l/min | Moyenne pour des postes de travail complets, y compris les pauses. Travail intense des bras et du tronc (transport de matériaux lourds ; pelletage ; travail au marteau ; sciage ; planage ou ciselage de bois dur ; fauchage et excavation manuels ; marche à une vitesse de 5,5 km/h à 7 km/h ; poussée ou traction de charrettes à bras ou de brouettes lourdement chargées ; enlèvement de copeaux de pièces moulées ; pose de blocs de béton). |
| 65 l/min | Moyenne pour des postes de travail complets, y compris les pauses. Activité très intense à allure rapide (travail à la hache ; pelletage ou excavation à un rythme intensif ; action de monter des escaliers, une rampe ou une échelle ; marche rapide à petits pas ; course ; marche à une vitesse supérieure à 7 km/h). |
| 85 l/min | Travail continu pendant une durée de 2 h au maximum, sans pause. Activités de sécurité et de sauvetage avec un équipement lourd et/ou un équipement de protection individuelle ; fuite dans une mine ou un tunnel ; individus en bonne condition physique réglant eux-mêmes leur allure à 50 % à 60 % de leur capacité aérobie maximale ; marche rapide ou course avec un équipement de protection et/ou des outils et marchandises ; marche à 5 km/h dans une pente à 10 %. |
| 105 l/min | Travail continu pendant une durée de 15 min au maximum, sans pause. Activités de sauvetage et de lutte contre l'incendie d'intensité élevée ; individus en bonne condition physique et bien entraînés réglant eux-mêmes leur allure à 70 % à 80 % de leur capacité aérobie maximale ; recherche dans des espaces contaminés ; action de ramper sous et escalader des obstacles ; enlèvement de débris ; port d'une lance ; marche à 5 km/h dans une pente à 15 %. |
| 135 l/min | Travail continu pendant une durée de moins de 5 min, sans pause. Activités de sauvetage et de lutte contre l'incendie d'intensité maximale ; individus en bonne condition physique et bien entraînés réglant eux-mêmes leur allure à 80 % à 90 % de leur capacité maximale de travail physique ; action de monter des escaliers et des échelles à une vitesse élevée ; enlèvement et transport de victimes ; marche à 5 km/h dans une pente à 20 %. |

ANNEXE C– Calcul théorique de l'autonomie ²⁶

1. Déterminer le volume d'air disponible :

Le volume d'air disponible se calcule généralement selon la formule ci-dessous en fonction de la capacité et de la pression des bouteilles.

$$\text{Capacité (l)} = \frac{P \times V}{Z \times P_{\text{atm}}}$$

P : pression de remplissage de la bouteille à 300 bar et à 15°C ;

V : volume en eau de la bouteille ;

Z : facteur de compressibilité de l'air à 15° C (exemple pour 300 bar Z= 1,1) ;

P_{atm} : pression atmosphérique de 1 bar.

Exemple de calcul pour une bouteille de 7 litres à 300 bar :

$$\text{Capacité 7 l à 300 bar} = (300 * 7) / (1.1 * 1) = 1909 \text{ l}$$

2. Calculer l'autonomie en fonction de la consommation du porteur :

Pour une activité de sauvetage et de lutte contre l'incendie, et en considérant une consommation moyenne de 100 l/mn, l'autonomie du porteur de l'ARI équipé de la bouteille 7l à 300 bar sera d'environ :

$$\frac{\text{Capacité (l)}}{\text{Consommation (l/mn)}} = 1909 / 100$$

Soit environ : 19 minutes.²⁷

²⁶ Pour un appareil respiratoire à circuit ouvert

²⁷ Il est cependant intéressant que chaque porteur connaisse sa consommation personnelle. (l / minute).

ANNEXE D – Parcours d'accoutumance et d'entraînement

Les formations initiale et d'intégration, et les formations de maintien et de perfectionnement des acquis (FMPA) constituent l'une des conditions majeures du bon déroulement des interventions.

Les parcours d'accoutumance favorisent l'entraînement au port de l'ARI avec effort physique. Il ne nécessite pas d'infrastructure particulière, et utilise les agrès de l'engin-pompe du centre de secours ou équivalent.

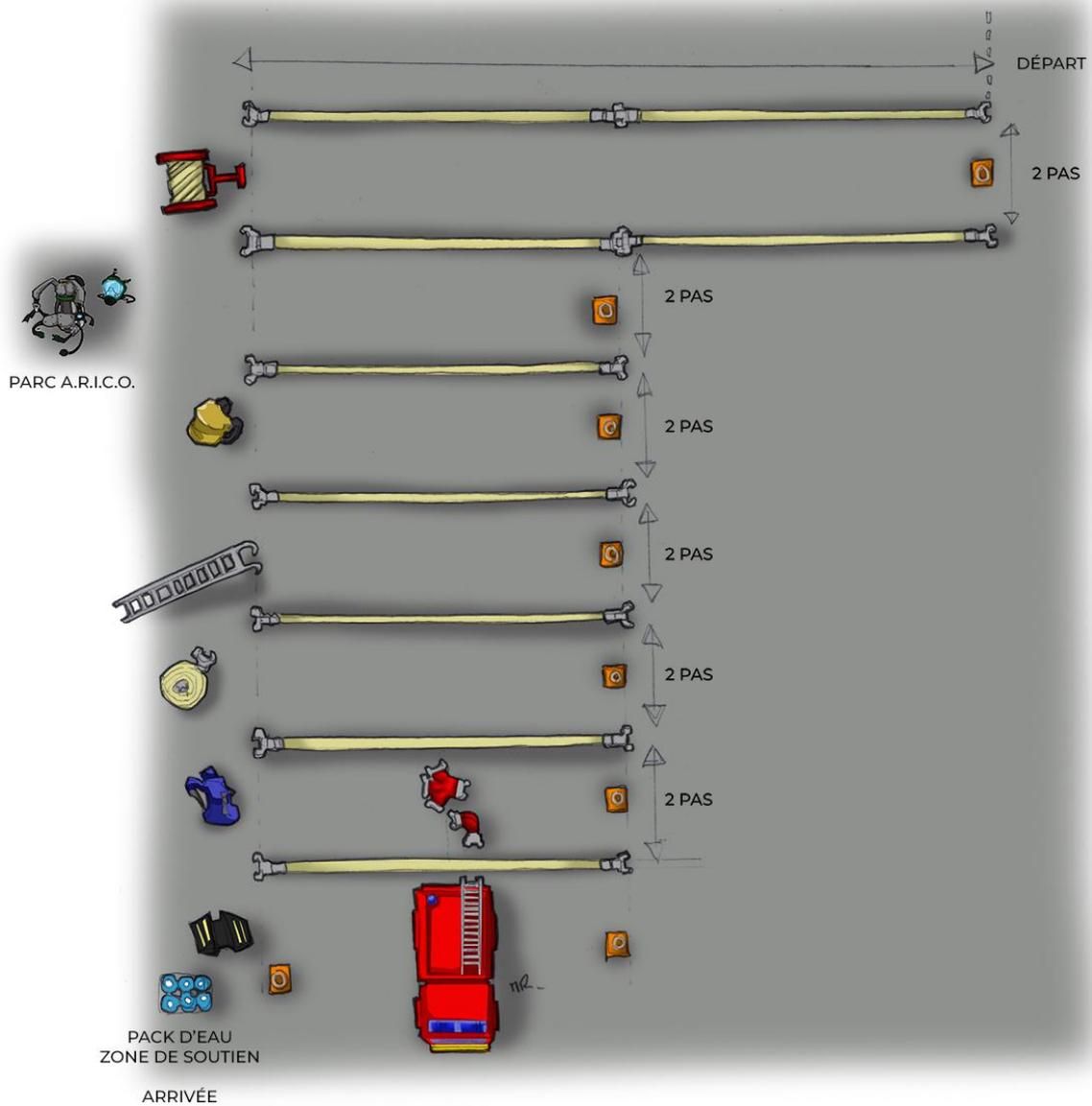
Ces préparations individuelles et collectives doivent être régulières, en tenant compte des contraintes liées à l'exercice. Une attention particulière doit y être apportée ; elle concerne notamment :

- la préparation physique :
 - un entraînement régulier, incluant des mises en situation pratique en ambiance dégradée ;
 - des exercices cardio-respiratoires ;
 - un renforcement musculaire ;
 - une bonne nuit de sommeil avant de prendre la garde (ou durant une période d'astreinte).
- la préparation physiologique :
 - l'alimentation (petit déjeuner, alimentation équilibrée aux différents repas...) ;
 - l'hydratation (hydratation régulière au cours de la journée, hydratation avant de partir au feu...) ;
 - la préservation du potentiel physique, notamment lors des séances d'activité physique ;
 - les exercices d'aisance réguliers au port de l'ARI.



© Djamel FERRAND – DGSCGC

- la préparation psychologique :
 - l'anticipation à se retrouver en situation stressante ou dégradée ;
 - un entraînement pour conserver ses capacités en situation de stress.



© Matthieu Robert



© Laurent Teppe – SDIS 89

D'autres types de parcours peuvent le compléter afin de travailler l'accoutumance aux contraintes liées à la chaleur et/ou le travail avec une vision réduite.

ANNEXE E – Références bibliographiques²⁸

Les appareils de protection respiratoire-Eléments médicaux de détermination d'aptitude à leur utilisation - Dossier medicotechnique

Collectif d'auteurs

INRS (1993, 11 pages, France, français)

Appareils respiratoires isolants

Direction de la défense et de la sécurité civile

Guide national de référence (1999, 51 pages, France, français)

Méthodologie expérimentale pour la détermination des limites d'emploi des équipements de protection individuelle des sapeurs-pompiers – Application à la lutte contre le feu par des essais sur l'Homme en conditions opérationnelles

Francis Jacques

Thèse de doctorat – Ecole nationale supérieure des Mines de Saint-Etienne (2008, 259 pages, France, français)

Les appareils de protection respiratoire – ED 98

Michèle Guimon

INRS (2008, 4 pages France, français)

Les appareils de protection respiratoire. Choix et utilisation - ED6106

Michèle Guimon

INRS (2011, 68 pages France, français)

Travailler en sécurité sous ARI

Thierry Guilbert

Éditions Carlo Zaglia (2018, 104 pages, France, français)

Méthodes d'engagement sur incendie

Collectif d'auteurs

SDIS 77 (2018, 46 pages, France, français)

²⁸ Titre. Auteur(s). Editeur (Année de parution, nombre de pages, pays, langue)

Engagement en milieu vicié

Ces guides ne sont pas diffusés sous forme papier.
Les documents réactualisés sont consultables sur le site du ministère.

Les documents classifiés ne peuvent être téléchargés que sur des réseaux protégés.

La version électronique des documents est en ligne à l'adresse :

<https://www.interieur.gouv.fr/Le-ministere/Securite-civile/Documentation-technique/Les-sapeurs-pompiers/Doctrines-et-techniques-professionnelles>

Ce document est un produit réalisé
par le bureau en charge de la doctrine
de la formation et des équipements avec
le concours d'un groupe de travail national.

Ministère de l'Intérieur et des Outre-mer



DIRECTION GÉNÉRALE DE LA SÉCURITÉ CIVILE
ET DE LA GESTION DES CRISES

Direction des sapeurs-pompiers
Sous-direction de la doctrine
et des ressources humaines
Bureau de la doctrine, de la formation
et des équipements

Place Beauvau 75008 PARIS Cedex 08



dgscgc-bdfe
@interieur.gouv.fr