



## **PARTAGE D'INFORMATION OPERATIONNELLE**

### **Expérimentation opérationnelle du système diphasique**



## **1. ELEMENTS DE CONTEXTE**

La brigade de sapeurs-pompiers de Paris conduit depuis plusieurs années un projet de développement d'un système de lutte contre l'incendie par écoulement diphasique de l'eau en collaboration avec :

- un industriel français : la société Zelup ;
- quatre services d'incendie et de secours : le service départemental-métropolitain d'incendie et de secours (SDMIS), les services départementaux d'incendie et de secours d'Ille-et-Vilaine et de Seine-et-Marne ainsi que le bataillon de marins-pompiers de Marseille ;
- différents laboratoires scientifiques dont le laboratoire central de la préfecture de police de Paris.

Ce dispositif, à très haut rendement, a pour objectif d'obtenir concomitamment le refroidissement des fumées, l'abattement des flux rayonnés, l'extinction du foyer ainsi que la capture des particules et aérosols en suspension avec une consommation d'eau de 4 à 6 fois moindre que les moyens actuels, tout en améliorant la sécurité du personnel lors des engagements.

**Ce partage d'information opérationnelle a vocation à informer les services d'incendie et de secours sur ce dispositif expérimental et à éclairer les COS sur les grands principes généraux d'emploi de cet outil.**

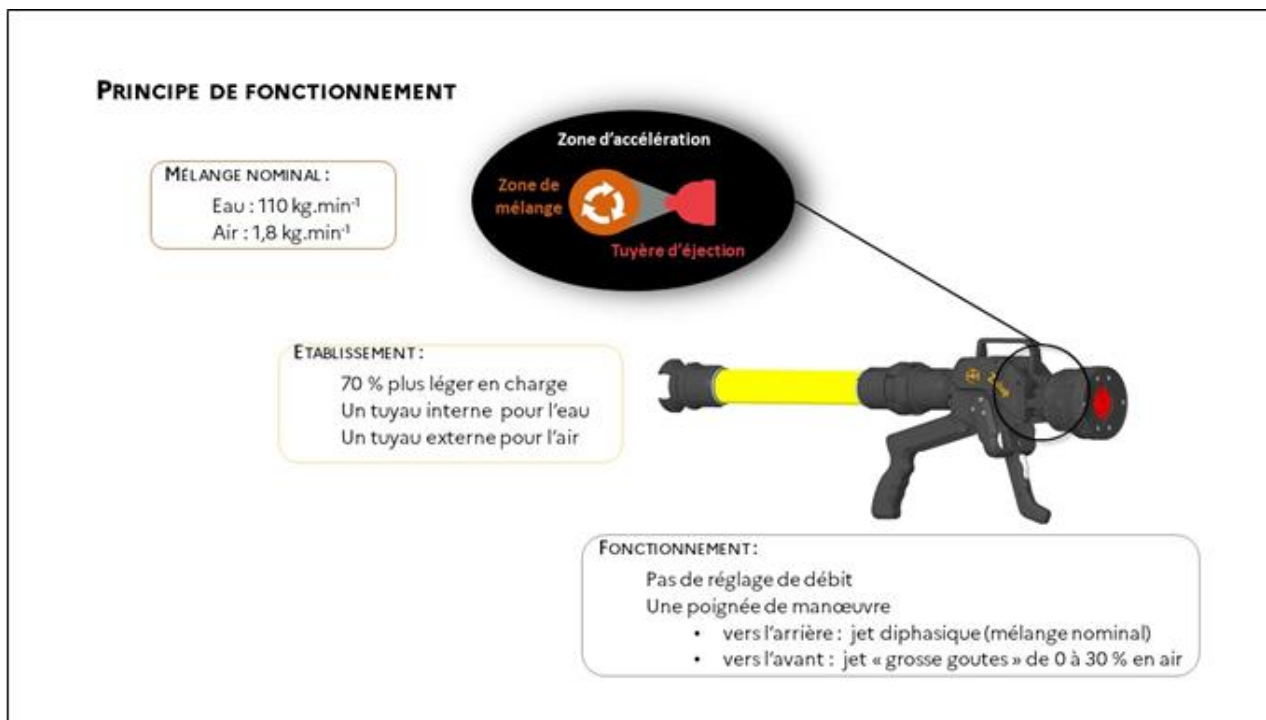
**Ce document vise également à encadrer l'expérimentation en opération uniquement par les services d'incendie et de secours d'Ille-et-Vilaine et de Seine-et-Marne, le SDMIS, ainsi que le bataillon de marins-pompiers de Marseille, selon les modalités fixées dans le présent document.**

## 2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le système repose sur un procédé de fragmentation hydropneumatique de l'eau à la lance qui génère un écoulement diphasique, en l'espèce un flux d'air à grande vitesse assurant le transport de très fines gouttelettes d'eau, dans les fumées comme vers le foyer.

Sa mise en œuvre nécessite l'ajout au sein des engins d'un système de compression d'air qui peut, dans la plupart des cas, être intégré sans prendre de place sur le volume d'aménagement existant de l'engin.

La mise en place de ce système n'empêche pas l'usage des moyens traditionnels, les deux pouvant être utilisés concomitamment. L'air et l'eau sont transportés jusqu'à la lance au sein d'un même tuyau exclusivement dédié à la lance diphasique.



L'installation du système diphasique doit être réversible. Dans le cadre de l'expérimentation, plusieurs refoulements peuvent être adaptés pour accueillir le système. Cependant, la pompe doit conserver ses performances nominales initiales conformément aux normes en vigueur.

Les différentes campagnes d'essais réalisées ont démontré la plus-value opérationnelle d'un tel système dans la lutte contre l'incendie en mettant en évidence les gains suivants :

- une réduction du besoin en eau d'un facteur 4 à 6, qui préserve les ressources (DECI, capacité hydraulique) et limite les impacts sur l'environnement (pollution) ;
- une amélioration de la mobilité et de la manoeuvrabilité grâce à :
  - un établissement en charge qui est 70 % plus léger ;
  - un outil simple d'emploi, grâce à l'absence de réglages.
- une performance moins dépendante du porte lance ;
- une meilleure sécurisation de l'engagement des binômes grâce à :
  - une atténuation des flux radiatifs accrue de 25% par rapport à nos moyens actuels avec un débit 4 fois moindre ;

- des actions de refroidissement étendues et persistantes sans phénomène de déstratification des fumées ;
- une amélioration de la capacité d'extinction ;
- une hydroventilation dont l'efficacité est sans commune mesure avec les lances actuelles ;
- une quasi absence d'eau d'extinction résiduelle ;
- une fixation et/ou suppression des particules en suspension.

Il faut noter que le système développé, est intégrable dans la plupart des engins d'incendie actuels et permet d'envisager de nombreux usages dont certains seront cependant conditionnés à des conséquentes évolutions normatives notamment dans le domaine respiratoire :

- fonction ventilation ;
- fonction pneumatique permettant la mise en œuvre d'outils (clés à chocs, moyens de désincarcération, etc.);
- fonction narguilé ;
- fonction de sauvegarde respiratoire.

Des travaux sont en cours pour :

- évaluer l'intérêt d'un brouillard additivé (décontamination, mouillant/moussant, émulseur...);
- garantir la qualité de l'air respiré ;
- développer des systèmes diphasiques adaptables sur différentes situations opérationnelles de grandes portée et puissance (type lance canon) ou d'autres moyens de secours mis à disposition des sapeurs-pompier (colonnes sèches...).

### 3. L'EXPERIMENTATION EN CONDITION OPERATIONNELLE

L'expérimentation en opération introduite par le présent document **permet aux seuls SIS impliqués dans le projet (BSPP, BMPM, SDMIS, 77, 35)**, de déroger à la doctrine opérationnelle, notamment fixée par le GDO « interventions sur les incendies de structures ». Elle permettra le cas échéant de faire évoluer la doctrine opérationnelle et les concepts d'engagement avec ce système. Cette expérimentation sera conduite sur une durée minimum d'un an dès lors que la formation du personnel et l'équipement des engins seront réalisés.



**Dans l'hypothèse où l'expérimentation ne serait pas satisfaisante, les SIS expérimentateurs ont la possibilité de l'abandonner sans délai en transmettant les raisons à la DGSCGC et aux autres SIS expérimentateurs.**

#### 3.2. LE PROCESS DE DEPLOIEMENT EXPERIMENTAL

Les conditions de l'expérimentation doivent faire l'objet au niveau local d'un protocole formalisé pouvant s'appuyer sur les éléments suivants :

- **étape préparatoire :**
  - évaluation des risques professionnels dans le cadre de l'expérimentation ;
  - liste des mesures pour répondre aux risques ;
  - conception et rédaction d'une doctrine départementale validée par le DDSIS, après avis du CHSCT<sup>1</sup>, puis inscription dans le document unique d'évaluation des risques professionnels ;
  - équipement des engins et tests techniques préalables afin de vérifier la fiabilité et le bon fonctionnement du démonstrateur opérationnel.
- **formation technique et tactique des personnels ;**
- **mise en œuvre opérationnelle ;**
- **retours d'expérience et capitalisation.**

<sup>1</sup> Ou instance équivalente pour les unités militaires.

## 3.2. LES CONDITIONS D'USAGE DU DISPOSITIF LORS DE LA PHASE D'EXPERIMENTATION

### 3.2.1. LORS DES FEUX A L'AIR LIBRE

L'établissement s'effectue du point d'eau au point d'attaque. Lors de la progression et à distance, le porteur s'emploie à rabattre les flammes avec des actions progressives et rapides sur les flammes et le foyer. Au contact du foyer, il réalise l'extinction finale.



Extinction par jet diphasique



Extinction par jet avec 5% d'air

### 3.2.2. LORS DES FEUX DE STRUCTURES



Exemple d'action de pré-engagement



Exemple d'action d'hydro-ventilation

L'emploi du dispositif d'extinction lors des feux de structures repose sur trois grandes phases d'actions<sup>2</sup> :

#### 1. Pré-engagement en limite de zone contrôlée et de zone d'exclusion :

- réalisation d'actions longues dans le volume enfumé ;
- engagement et progression en fonction des indicateurs observés et du ressenti du chef d'équipe.

#### 2. Pendant la progression, si besoin, en fonction des indicateurs et ressentis, procéder à des actions de lances.

#### 3. Une fois le foyer localisé, procéder à l'extinction :

- en réalisant une ou des actions en jet diphasique sur tout le volume, depuis l'entrée de celui-ci ;

<sup>2</sup> Mise en évidence lors des essais sur des feux instrumentés.

- en utilisant par intermittence :
  - le jet diphasique ;
  - le jet « grosses gouttes » sur le foyer et la phase solide du sinistre ;
- une fois le foyer principal maîtrisé, réaliser des actions d'hydro-ventilation si un sortant existe .

### 3.2.3. LORS DES FEUX D'ESPACES NATURELS

L'emploi du dispositif sur feux d'espaces naturels permet de réaliser toutes les actions inhérentes à ce type de feux :

- rabattre les flammes à l'aide du jet eau avec 30 % d'air qui permet une action mécanique (type jet bâton) ;
- traiter les lisières à l'aide de ce même jet ;
- réaliser des défenses de points sensibles en rabattant les flammes et/ou en se protégeant du rayonnement ;
- utiliser un dispositif de type canon pour les feux de forêt de grande ampleur.



Attaque du feu à l'aide du jet 30% d'air



Fonction de sauvegarde respiratoire sur feu de forêt<sup>2</sup>

### 3.2.1. LES LIMITES D'USAGE DU DISPOSITIF DIPHASIQUE

En l'absence de résultats d'essais, le dispositif d'extinction diphasique ne doit pas être utilisé sur des feux de liquides inflammables, sur des produits chimiques réagissant à l'eau ainsi que sur les feux d'origine électrique. Ces restrictions pourront évoluer au fur et à mesure des essais conduits par le groupe projet.

## 4. LES RETOURS D'EXPERIENCE

A l'issue de l'expérimentation opérationnelle, les SIS fourniront à la direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises – Bureau de la doctrine, de la formation et des équipements, un rapport portant sur :

- une présentation du dispositif ;
- les conditions de réalisation et les résultats des essais sur feux réels ;
- les conditions de réalisation et les résultats des essais en opération ;
- les impacts sur :
  - la doctrine de lutte contre les incendies ;
  - la formation des personnels ;
  - la conception des engins et les matériels.
- les éléments nécessaires à la conduite du changement.

<sup>2</sup> Sous réserve des évolutions normatives.

## 5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### **Tuyère diphasique à jet de brouillard. Mécanique [physics.med-ph].**

T. Bourrilhon

Université Joseph-Fourier – Grenoble I (2009, NP, France, Français)

### **Caractérisation de l'efficacité d'un moyen mobile d'extinction.**

M. Suzanne, F. Testa, Z. Acem, P. Boulet, B. Coudour.

Rapport d'étude (2018, NP, France, Français)

### **La brumisation diphasique, feu éteint au moyen du brouillard**

M. Grimaud

Allo dix-huit, n° 765 (2020, 2 pages, France, Français)

### **Twin-Fluid mobile firefighting system – Radiative protection.**

G. Erez, L. Hardy, M. Suzanne, A. Thiry-Muller, J. Piffard, et al..

13<sup>th</sup> International Symposium on Fire Safety Science. Waterloo, Canada, 2021

### **Défense extérieurs contre l'incendie : assurer la protection des personnes sans nuire aux territoires. Rapport d'information n° 760**

H. Maurey, F. Montaugé.

Sénat. (2021, 112 pages, France, Français) <https://www.senat.fr/rap/r20-760/r20-760.html>

### **Évaluation des bénéfices potentiels liés à l'utilisation d'un brouillard d'eau basse pression dans la lutte contre les incendies.**

J. Dirand, F. Rieunier, F. Testa, L. Temime.

Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement, <https://doi.org/10.1016/j.admp.2021.07.007>

### **Quantification of radiative attenuation provides by fire hose nozzles.**

A. Collin, M. Suzanne, F. Testa, P. Doelsch, Z. Acem, et al

Fire and Materials, Wiley-Blackwell, 2022, 10.1002/fam.3050 . hal-03522638

### **Extinction par écoulement diphasique.**

P-L. Angeli, G. Erez, L. Hardy, D. Poitel, M. Suzanne, F. Testa, A. Thiry-Muller.

2<sup>e</sup> colloque de sciences appliquées au sapeur-pompier, Paris, France 4 mai 2022

### **Contributeurs à la rédaction de ce partage d'information opérationnelle :**

Fabian TESTA (BSPP) – Sébastien PONTET et Damien POITEL (SDMIS) – Arnaud SOURDAINE (SDIS 35) – Pierre-Louis ANGELI (BMPP) – Fabrice PETIT (SDIS 77)

Pour le ministre et par délégation,  
la sous-directrice de la doctrine et des ressources humaines,



Isabelle MÉRIGNANT

