

**ÉTABLISSEMENT DE COMMUNICATION ET DE PRODUCTION AUDIOVISUELLE  
DE LA DEFENSE**

**Marché de travaux de désenfumage de la casemate 15**

**Cahier des charges**



## 1. Objet du marché

Le présent cahier des charges a pour objet de définir les **conditions techniques d'exécution des prestations de travaux de désenfumage** de la **casemate 15**, dans le cadre de la sécurité incendie du site de l'ECPAD, situé au Fort d'Ivry, 2 à 8 route du Fort, 94200 Ivry-sur-Seine.

Les prestations du marché visent à **exécuter des prestations de travaux pour la mise en place d'un dispositif de désenfumage**, afin d'assurer la **sécurité des personnes et des biens**, ainsi que la **conformité aux exigences réglementaires applicables en matière de désenfumage et de sécurité incendie**.

Cette problématique s'inscrit dans le contexte spécifique de l'activité de l'ECPAD, qui assure la conservation et la restauration de bobines de films nitrate, à titre d'archives. Ces bobines sont stockées dans des caissons étanches sous atmosphère d'air contrôlée, eux-mêmes implantés au sein de casemates. À ce titre, l'ECPAD a pour mission la sauvegarde du patrimoine audiovisuel et photographique du ministère des Armées. L'établissement conserve ainsi des archives sur différents supports, notamment en nitrate de cellulose, acétate de cellulose ou polyester. Le nitrate de cellulose présente une dangerosité élevée, en raison de son fort risque d'inflammabilité.

Compte tenu de la fragilité des collections des archives et de leur importance patrimoniale, les mesures adoptées par le prestataire devront être décrites précisément dans le mémoire technique.

Par ailleurs, l'ECPAD dispose d'un atelier technique de restauration des bobines de nitrate de cellulose et d'acétate de cellulose. Les bobines à traiter sont placées dans des caissons, chaque bobine est contenue dans un boîtier et les bobines sont ouvertes successivement. Lors de leur sortie des caissons de stockage, les bobines sont transférées dans des conteneurs isothermes, résistants au feu et hermétiques.

L'atelier est équipé de tables d'inspection et de visionnage. Le processus de restauration nécessite l'utilisation de solvants inflammables en faibles quantités, justifiant la présence de hottes d'aspiration destinées à l'extraction des vapeurs et gaz en suspension dans l'air.

Le nitrate de cellulose figure parmi les premiers matériaux utilisés pour les supports photographiques et cinématographiques. Il se dégrade sous l'effet de l'humidité et de la chaleur, en émettant des gaz nitreux et nitriques, accompagnés d'un dégagement de chaleur. Le conditionnement individuel des bobines dans des boîtiers permet de limiter les phénomènes de décomposition autocatalytique, notamment l'altération des bobines voisines. À un stade avancé de dégradation, ces supports peuvent s'auto-enflammer dès 30 °C (contre 120 à 130 °C pour des supports non dégradés). Leur combustion est rapide et intense, avec émission de gaz toxiques.

Environ 24 tonnes de bobines en nitrate de cellulose sont stockées sur le site de l'ECPAD. Le stockage de cette substance présente des risques importants, notamment en matière d'atmosphères explosibles (ATEX). L'ECPAD distingue à cet égard deux catégories de bobines en nitrate de cellulose :

- les **bobines non dégradées**, n'émettant peu ou pas de gaz dangereux lors du stockage ;

- les **bobines dégradées**, susceptibles d'émettre des gaz dangereux, stockées séparément afin d'éviter toute contamination ou propagation de moisissures.

Ces bobines sont stockées dans le **bâtiment 10, au sein de la casemate 15**. Le stockage des bobines de films dégradés présente un **risque accru de génération d'atmosphères explosibles (ATEX)**, justifiant des exigences renforcées en matière de désenfumage.

## 2. Contexte et objectifs

L'ECPAD occupe la **totalité du Fort d'Ivry-sur-Seine**, site classé en **zone protégée à accès réglementé**.

La présente prestation concerne les **bâtiments n° 15 et n° 16**, constitués de **structures défensives de type casemate**.

Le bâti est réalisé en **Pierre de taille**. Les murs périphériques présentent une **épaisseur d'environ 1,30 m**, et sont **recouverts par une butte de terre d'environ 6 m**. Le mur de façade est en **parpaings**, avec un **degré de résistance au feu REI 120**, et est équipé d'une **porte coupe-feu d'une durée de résistance d'une heure (CF 1 h)**. Les bâtiments abritent des **caissons climatisés**, constitués de **cloisons isolantes en panneaux de type « sandwich » avec mousse de polyuréthane expansée**.

La **casemate 15** est dédiée au stockage de **15 900 bobines de films sur support en nitrate de cellulose**, représentant un **poids total d'environ 23,3 tonnes**.

La zone est classée **installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE)** au titre de la **rubrique 1450**. Le **volume intérieur des caissons** est considéré comme une **zone ATEX**. À ce titre, l'installation relève du régime des **ICPE soumises à autorisation**.

Une **atmosphère explosive (ATEX)** est définie comme une atmosphère dans laquelle une explosion de gaz, de vapeurs inflammables ou de poussières combustibles peut se produire. Une telle explosion résulte de la réunion simultanée de **cinq conditions** :

- la présence d'un **combustible** ;
- la présence d'un **comburant** ;
- un **mélange préalable** combustible/comburant ;
- une **concentration comprise dans le domaine d'inflammabilité**, constituant une atmosphère explosive ;
- la présence d'une **source d'inflammation**.

Le **confinement** constitue un facteur aggravant, dans la mesure où il peut entraîner des **surpressions importantes**, susceptibles de provoquer des **dommages aux structures**.

Le projet porte sur le **désenfumage de la voûte** ainsi que du **volume intérieur des caissons**. Les prestations devront être **strictement conformes à la réglementation applicable aux ICPE**, ainsi qu'aux **dispositions de l'instruction technique IT 246**.

## 3. Règlements applicables

Les prestations objet du présent marché sont soumises aux dispositions législatives, réglementaires et normatives suivantes.

### 3.1. Code du travail – conception des locaux et désenfumage

- Articles **R. 4216-13 à R. 4216-16** relatifs aux locaux concernés ;
- Articles **R. 4216-26 à R. 4216-29** relatifs à la distribution intérieure et aux aménagements intérieurs ;
- Article **R. 4216-13** : Les locaux de plus de 300 m<sup>2</sup> situés en rez-de-chaussée ou en étage, les locaux aveugles de plus de 100 m<sup>2</sup> ainsi que les locaux en sous-sol doivent être équipés d'un dispositif de désenfumage naturel ou mécanique. Cette obligation s'applique également aux escaliers ;
- Article **R. 4216-27** : Le désenfumage des compartiments peut être assuré exclusivement par des ouvrants en façade lorsque :
  - les circulations ne sont pas encloisonnées ;
  - les circulations disposent d'ouvrants sur deux façades ;
  - le cloisonnement ne fait pas obstacle au désenfumage et les ouvrants sont disposés sur deux façades opposées.

Référence complémentaire : **circulaire DRT n° 95-07 du 14 avril 1995** relative aux lieux de travail.

### 3.2. Prévention du risque d'explosion – réglementation ATEX

- Articles **R. 4227-42 à R. 4227-54** du Code du travail relatifs à la prévention des risques d'explosion ;
- Article **R. 4227-46** : obligation pour l'employeur d'évaluer les risques liés aux atmosphères explosives, notamment au regard :
  - de la probabilité de formation et de persistance d'une atmosphère explosive ;
  - de la présence de sources d'inflammation, y compris électrostatiques ;
  - des installations, substances, procédés et de leurs interactions ;
  - de l'étendue des conséquences prévisibles d'une explosion ;
- Article **R. 4227-50** : obligation de classement en zones des emplacements où des atmosphères explosives peuvent se former et mise en œuvre des prescriptions minimales de protection ;
- **Décret n° 2008-244 du 7 mars 2008**, codifié notamment aux articles R. 4216-31 et R. 4227-42 à R. 4227-54, transposant la **directive 1999/92/CE du 16 décembre 1999**.

Ce cadre impose notamment :

- l'évaluation du risque ATEX et le classement des zones ;
- l'élaboration et la mise à jour d'un document relatif à la protection contre les explosions (DRPCE) ;
- l'utilisation d'équipements et de systèmes de protection adaptés aux zones définies.

### 3.3. Classement des zones ATEX

Le classement est fondé sur la fréquence et la durée de présence d'une atmosphère explosive.

#### a) Gaz et vapeurs de liquides inflammables

- **Zone 0** : présence permanente, fréquente ou prolongée ;
- **Zone 1** : présence occasionnelle en fonctionnement normal ;
- **Zone 2** : présence improbable ou de courte durée.

*b) Poussières combustibles*

- **Zone 20** : présence permanente, fréquente ou prolongée ;
- **Zone 21** : présence occasionnelle en fonctionnement normal ;
- **Zone 22** : présence improbable ou de courte durée.

Référence normative : **NF EN 60079-10** (classement des emplacements dangereux).

3.4. Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

- **Code de l'environnement**, notamment les dispositions relatives aux installations classées et les prescriptions issues du dernier rapport d'inspection ;
- **Arrêté ministériel du 2 août 2020** autorisant l'exploitation des ICPE de l'ECPAD ;
- **Circulaire DPPR/SEI du 26 juillet 1996** – classement du soufre ;
- **Circulaire DPPR/SEI du 10 janvier 1996** – rubrique 1450 : noir de carbone et noir d'acétylène.

3.5. Référentiels techniques complémentaires

- **Règle APSAD D17** relative au désenfumage naturel.

4. Nature de travaux

Le système de désenfumage à privilégier est :

- **mécanique** pour le **volume de la casemate**, tant en **extraction** qu'en **amenée d'air** ;
- **naturel** pour l'**intérieur des caissons**, par **soufflage naturel** et **extraction naturelle**.

4.1 – Désenfumage de la casemate n° 15

*Extraction des fumées*

- Pose d'un **moteur de désenfumage** en **partie haute**, sur le **mur de façade extérieure** en parpaings **coupe-feu 2 heures (CF 2 h)**.

*Amenée d'air (soufflage)*

- Pose d'un **moteur de désenfumage** en **partie haute**, sur la **façade extérieure** en parpaings **coupe-feu 2 heures (CF 2 h)**.

*Réseaux et terminaux*

- Pose de **gainés de désenfumage** permettant l'installation de **bouches d'extraction** et de **bouches d'amenée d'air**, raccordées aux moteurs correspondants.

*Évacuation extérieure des fumées*

- Mise en place d'une **cheminée extérieure**, fixée à la façade, destinée à l'évacuation des fumées en partie haute, comprenant :
  - un **déport au-dessus du mur d'enceinte**, d'une hauteur de **8 mètres** ;
  - un **coude à 90°** orientant les fumées vers l'intérieur du fort.

- Une **grille anti-oiseaux** devra être installée en tête de conduit.

#### Commande et sécurité

- L'ensemble du dispositif de désenfumage devra être **raccordé au système de sécurité incendie (SSI) de type A du bâtiment 10.**

#### 4.2 – Note de calcul – Rappels réglementaires (IT 246)

##### Extraction mécanique de la casemate 15

- **Débit d'extraction :**
  - égal à **12 fois le volume du local par heure ;**
  - **maximum : 3 m<sup>3</sup>/s pour 100 m<sup>2</sup> ;**
  - **minimum : 1,5 m<sup>3</sup>/s par local.**
- **Motorisation :**
  - moteur **400 °C pendant 1 heure** ou **F400/90.**

##### Amenée d'air mécanique

- **Débit d'amenée d'air :**
  - égal à **0,6 x le débit extrait.**

#### 4.3 – Extraction mécanique

CALCUL D'EXTRACTION			
Calcul du volume	m <sup>2</sup>	Hauteur	m <sup>3</sup>
V	320	4	1 280
Calcul du débit d'extraction	Volume / Heure	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /h
Q	12	1 280	15 360
DEBIT D'EXTRACTION RETENU (Q + 20%)			m <sup>3</sup> /h
			18 432

	m <sup>2</sup>	3 m <sup>3</sup> /100m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h
Calcul des limites Q(Max)	320	4,0	12,0	43 200
Calcul des limites Q(Mini)			1,5	5 400



#### 4.4 – Aménée d'air mécanique

- Amenée d'air mécanique d'un local :
  - Débit = 0,6 x débit extrait

CALCUL D'AMENEE D'AIR			
	Réf.	Débit d'extraction	Débit Amenée d'air
Q(AA)	0,6	15 360	9 216
DEBIT D'AMENEE D'AIR RETENU			m <sup>3</sup> /h
			9 216

#### 4.5 – Désenfumage des caissons

##### Principe général

Le désenfumage des caissons est assuré :

- par **extraction naturelle**,
- et par **amenée d'air mécanique**.

##### Extraction des fumées (désenfumage naturel)

- Mise en œuvre de **volets de désenfumage à lames mobiles et étanches**, installés sur les **cloisons en panneaux sandwich** des caissons ;
- À défaut, mise en œuvre d'une **solution de désenfumage naturel à efficacité équivalente**, telle qu'un **ouvrant ou une baie**, sous réserve de validation technique.

##### Amenée d'air (soufflage mécanique)

- Mise en œuvre d'un **moteur de désenfumage** implanté en **partie haute**, sur la **façade extérieure en parpaings coupe-feu 2 heures (CF 2 h)** ;
- Pose de **gainés de désenfumage** permettant l'installation :
  - de **bouches d'amenée d'air en partie basse** dans les caissons ;
  - d'une **amenée d'air par local**, chacune étant **raccordée au moteur approprié**.

##### Évacuation extérieure des fumées

- Raccordement des dispositifs d'extraction à une **cheminée extérieure commune**, fixée à la façade de la casemate, permettant l'évacuation des fumées en partie haute, comprenant :
  - un **déport au-dessus du mur d'enceinte**, d'une hauteur de **10 mètres** ;
  - un **coude à 90°** orientant les fumées vers l'intérieur du fort.
- Une **grille anti-oiseaux** devra être installée en tête de conduit.

- L'ensemble des **équipements de désenfumage des caissons** devra être **raccordé au système de sécurité incendie (SSI) de type A du bâtiment 10** ;
- Le **désenfumage des caissons** devra pouvoir être **déclenché automatiquement par le SSI**, ainsi que par les dispositifs de commande associés.

*Données surfaciques et volumétriques des caissons*

Les caissons occupent une **surface totale de 148,7 m<sup>2</sup>** et un **volume total de 329,09 m<sup>3</sup>**, répartis comme suit :

Locaux	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
Vestiaire	7,1	15,34
Circulation	19,0	40,04
Caissons 1	11,3	24,41
Caissons 2	1,6	3,46
Caissons 3	1,6	3,46
Caissons 4	1,6	3,46
Caissons 5	49,5	106,92
Caissons 6	57,0	132,00
<b>Total</b>	<b>148,7</b>	<b>329,09</b>

4.6 – Extraction mécanique



### CALCUL D'EXTRACTION

Calcul du volume d'extraction	m <sup>2</sup>	Hauteur	m <sup>3</sup>
V	187,5	2,8	525

Calcul du débit d'extraction	Volume / Heure	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /h
Q	12	525	6 300

### DEBIT D'EXTRACTION RETENU (Q + 20%)

m<sup>3</sup>/h  
**7 560**

	m <sup>2</sup>	3 m <sup>3</sup> /100m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h
Calcul des limites Q(Max)	187,5	1,875	5,6	<b>20 250</b>
Calcul des limites Q(Mini)			1,5	<b>5 400</b>

#### 4.7 – Aménée d'air mécanique

### CALCUL D'AMENEE D'AIR

	Réf.	Débit d'extraction	Débit Aménée d'air
Q(AA)	0,6	9 000	5 400

### DEBIT D'AMENEE D'AIR RETENU

m<sup>3</sup>/h  
**5 400**

#### 4.8 – Descriptif des conduits réseau

##### 4.8.1 – Caractéristiques générales des conduits

Les conduits d'évacuation et d'amenée d'air doivent répondre aux prescriptions suivantes :

- la section des conduits doit être au moins égale à la surface libre totale des bouches qu'ils desservent par volume ;
- le rapport entre la plus grande et la plus petite dimension de la section des conduits doit être inférieur ou égal à 2 ;
- les conduits doivent être réalisés en matériaux incombustibles et présenter un degré de résistance au feu CF 1/2 h ;
- lorsqu'ils traversent d'autres locaux, ils doivent assurer un coupe-feu de traversée équivalent au degré coupe-feu des parois traversées.

Ces exigences peuvent être satisfaites par la gaine de protection, sous réserve que :

16/02/2026		Marché de travaux de désenfumage Cahier des charges	9/12
------------	--	--	------

- les conduits soient les seuls éléments présents dans la gaine ;
- la gaine présente une résistance au feu équivalente à celle exigée pour les conduits.

Les conduits d'extraction et les conduits d'air mécanique doivent en outre présenter une étanchéité à l'air satisfaisante. À ce titre, le débit de fuite total doit être inférieur à la moitié du débit exigé au niveau le plus défavorisé.

#### 4.8.2 – Débouchés, prises d'air et bouches

- le débouché des exutoires et des conduits d'évacuation doit être situé à l'extérieur des zones enfumées ;
- ces débouchés doivent être implantés à une distance minimale de 3 mètres au-dessus du niveau haut ;
- les prises d'air neuf ne doivent pas être situées dans une zone susceptible d'être enfumée ;
- les bouches d'amenée d'air et d'évacuation doivent être en position d'attente, obturées :
  - par des volets pare-flammes pour les amenées d'air ;
  - par des volets coupe-feu pour les évacuations ;
- ces dispositifs doivent être réalisés en matériaux incombustibles et présenter un degré de résistance au feu identique à celui des conduits ;
- dans le cas de conduits collecteurs, les volets d'évacuation doivent être coupe-feu de degré 1/2 h ;
- le rapport entre la plus grande et la plus petite dimension d'une bouche doit être inférieur ou égal à 2.

#### 4.8.3 – Amenées d'air

Les **amenées d'air** sont réalisées par des **moteurs implantés en façade**, raccordés à des conduits.

Les conduits d'amenée d'air doivent répondre aux caractéristiques suivantes :

- section au moins égale à la surface libre des bouches desservies ;
- rapport maximal des dimensions  $\leq 2$  ;
- matériaux incombustibles ;
- degré coupe-feu CF 1/2 h ;
- continuité du coupe-feu assurée en cas de traversée de locaux tiers.

Les bouches d'amenée d'air mécanique doivent :

- présenter une vitesse de soufflage inférieure à 5 m/s ;
- assurer un débit correspondant à **environ 0,6 fois le débit extrait**.

#### 4.8.4 – Implantation des conduits

- l'implantation des conduits est réalisée conformément aux paragraphes 3.5.1 et 3.5.3 de l'IT 246, applicables au désenfumage par tirage naturel ;
- les amenées d'air mécanique et les extractions sont disposées de manière à assurer un balayage efficace du volume à désenfumer ;
- ce balayage peut être complété, le cas échéant, par une mise en surpression relative des espaces à maintenir hors fumées.

#### 4.8.5 – Dispositifs de déclenchement

Le déclenchement du désenfumage est assuré par :

- une ou plusieurs commandes automatiques ;
- obligatoirement doublées par une commande manuelle.

Les dispositifs de commande doivent être conformes aux prescriptions de l'instruction technique relative aux mécanismes de déclenchement des dispositifs de fermeture résistant au feu et de désenfumage.

Le bâtiment étant équipé d'une installation fixe d'extinction automatique à eau, le système doit permettre le déclenchement du désenfumage avant la mise en œuvre de l'extinction automatique.

Le dispositif de déclenchement doit assurer :

- l'ouverture des bouches dans le volume concerné (circulation, local, casemate) ;
- l'arrêt des ventilations mécaniques.

La commande manuelle :

- peut être mécanique ou électrique ;
- doit agir sur le niveau ou le volume sinistré ;
- doit être implantée à proximité de l'accès principal du local concerné, à l'extérieur, afin d'être accessible aux services de secours.

La commande automatique est déclenchée par :

- des détecteurs de fumées ou de gaz de combustion ;
- ainsi que par les détecteurs de gaz du local ou du compartiment sinistré.

Le déclenchement d'un volume n'interdit pas la commande automatique du désenfumage des autres volumes desservis par le même réseau. L'ensemble des volumes des caissons doit pouvoir être désenfumé simultanément.

La commande manuelle doit rester possible depuis l'extérieur des caissons et de la casemate.

En exploitation normale, la refermeture des ouvrants, volets ou exutoires doit être possible automatiquement, après réarmement du SSI, depuis le sol du niveau concerné.

#### 4.8.6 – Ventilateurs d'extraction

- Les ventilateurs d'extraction doivent être capables d'assurer leur fonction pendant 1 heure avec des fumées à 400 °C ;
- Cette performance doit être justifiée par un procès-verbal d'essai délivré par un laboratoire agréé ;
- La liaison entre le ventilateur et le conduit doit être réalisée en matériaux incombustibles ;
- L'état ouvert ou fermé des sectionneurs des moteurs de désenfumage doit être reporté au poste de sécurité et sur le SSI de type A du bâtiment 10.

## 5. Suivi, traçabilité et qualité de service

### 5.1 – Modalités de contrôle

L'ECPAD se réserve le droit de contrôler à tout moment la bonne exécution des prestations confiées au titulaire.

À ce titre, les modalités de contrôle suivantes sont mises en œuvre :

- la réalisation de visites inopinées sur site par les représentants de l'ECPAD ;
- l'organisation de réunions de suivi de la prestation, planifiées au minimum une fois par mois, ou plus fréquemment si nécessaire.

Le titulaire s'engage à faciliter l'accès au site, à mettre à disposition toute information utile et à participer activement aux actions de suivi.

### 5.2 – Indicateurs de qualité

Le titulaire s'engage à fournir des prestations conformes aux exigences du marché, aux dispositions réglementaires applicables et aux normes techniques mentionnées au présent cahier des charges, notamment celles visées à l'article 3.

## 6. Annexes techniques

Les documents techniques suivants sont **mis à disposition sur le site** de l'ECPAD lors de la visite :

- les **plans du bâtiment** ;
- le **dossier SSI de la casemate** ;
- l'**étude technique de faisabilité du désenfumage**.