



Institut National  
Universitaire  
**Champollion**



# **ANALYSE TOXICITÉ DE L'AIR**

**Rapport n°1**

Tuteurs :

Francis FAUX, Eric CARAYOL

Maître d'ouvrage :

SDIS 81

Maîtres d'oeuvre :

Julie HOARAU, Stéphane SUN, Mathieu VALETTE



# Table des Matières

<b>Introduction</b>	<b>5</b>
<b>Présentation du sujet</b>	<b>6</b>
1.1. Le Projet	6
1.1.1. Contexte	6
1.1.2. Législation	6
1.1.3. Objectifs	7
1.2. Les parties prenantes	7
1.2.2. Intermédiaires SDIS	8
1.2.3. Tuteurs	8
1.2.4. Maîtres d'oeuvre	8
1.3. Le Service Départemental d'Incendie et de Secours du Tarn (SDIS)	8
<b>Le projet</b>	<b>10</b>
2.1. Analyse des besoins	10
2.1.1. Compte rendu suite à la réunion du 09/12/2021 à l'État Major du SDIS 81 et au CSP d'Albi	10
Contexte	10
Structure de la caserne du CSP	10
Parcours des pompiers	11
Démarche générale	12
2.2.2. Les attentes du SDIS	12
2.2. Éléments existants	13
2.2.1. Gaz à mesurer	13
2.2.2. Pré-Analyse	13
2.2.3. Prévention	14
2.3. Livrables	15
2.3.1. Protocole sur les capteurs	15
2.3.2. Mise en évidence de toxicités	15
<b>Planification</b>	<b>16</b>
Tâches à réaliser	16
Planification des tâches	17
<b>Conclusion</b>	<b>18</b>
<b>Glossaire</b>	<b>19</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>20</b>
<b>Annexes</b>	<b>21</b>



# Introduction

La toxicité des fumées est une préoccupation majeure du SDIS du Tarn et son 3SM (Service de Santé et de Secours Médical) pour la santé des agents, leur exposition sur le terrain, pendant et après les interventions sur les feux urbains.

Malgré l'absence de législation concernant les pompiers, le SDIS 81 souhaite prendre des mesures afin de protéger ses effectifs contre tout risque.

Dans ce cadre, le projet est décomposé en 3 parties différentes :

- l'analyse de la qualité de l'air au sein des casernes
- l'analyse de la présence de toxicités sur les tenues des pompiers
- l'analyse sur la compatibilité entre la barbe et l'étanchéité des équipements respiratoires des pompier

Nous détaillerons dans ce rapport le projet concernant la qualité de l'air au sein des casernes.

# I. Présentation du sujet

## 1.1. Le Projet

### 1.1.1. Contexte

Le projet présenté étudie la qualité de l'air au sein des établissements du SDIS 81, et en particulier au sein des casernes. Les pompiers et leurs équipements étant exposés à divers produits chimiques à la suite d'interventions et en particulier à la suite d'incendies, le manque de législation explique le peu d'études et de protocoles qui sont mis en place afin de mettre en évidence les risques liés à l'exposition des pompiers aux fumées d'incendie et aux gaz au sein des casernes.

Les rares projets concernant la protection des pompiers à l'exposition de toxicités après des interventions et qui sont mis en place dans certains SDIS dans toute la France sont actuellement le résultat d'initiatives isolées et ne sont pas généralisées.

Ces initiatives reposent sur des guides de doctrines opérationnelles (GDO) et des guides de techniques opérationnelles (GTO) qui mettent en évidence des bonnes pratiques dans le milieu des sapeurs-pompiers.

### 1.1.2. Législation

La loi portant sur l'engagement national pour l'environnement a rendu obligatoire la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant un public sensible (articles L. 221-8 et R. 221-30 et suivants du code de l'environnement). Les établissements concernés sont notamment ceux accueillant des enfants :

- les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de 6 ans (crèches, haltes, garderies...)
- les centres de loisirs
- les établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du premier et du second degrés (écoles maternelles, élémentaires, collèges, lycées...)

Le dispositif réglementaire encadrant la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans ces établissements, comporte :

- une évaluation des moyens d'aération qui peut être effectuée par les services techniques de l'établissement ;
- la mise en œuvre, au choix :
  - d'une campagne de mesures de polluants (formaldéhyde, benzène, CO2 pour évaluer le confinement et éventuellement perchloréthylène pour les établissements contigus à un pressing) par un organisme

accrédité. En cas de dépassement des valeurs limites, il est demandé à l'établissement de réaliser des investigations afin de déterminer les causes de ces dépassements.

- D'une autoévaluation de la qualité de l'air au moyen du guide pratique, permettant d'établir un plan d'action pour l'établissement.

Ainsi, la surveillance de la qualité de l'air est obligatoire dans les établissements d'enseignement, mais pas dans les autres établissements publics. Le SDIS, en tant qu'établissement public administratif, n'a aucune obligation à réaliser des mesures sur la qualité de l'air.

### 1.1.3. Objectifs

Ce projet ayant un lien direct avec la santé des pompiers, l'objectif est de mettre en évidence une quelconque exposition post-intervention auprès des pompiers en casernement. Ces résultats permettront par la suite d'adapter la logistique ainsi que les structures impliquées, afin de réduire et limiter l'exposition des effectifs aux produits néfastes.

Il pourrait par la suite influencer des décisions concernant :

- des obligations individuelles en contraignant les pompiers à appliquer certains protocoles afin de limiter leur exposition
- la structure des futures casernes
- l'équipement utilisé par les pompiers

Ce projet et plus généralement les 3 projets en lien avec la toxicité des fumées pourraient avoir des impacts politiques, économiques et sociaux dans le futur.

## 1.2. Les parties prenantes

Entité	Fonction
SDIS 81	Maître d'ouvrage
Guillaume CAVAILLES-BILLOUARD	Coordinateur hygiène sécurité
Julien VERGNES	Représentant du personnel au CHSCT
Francis FAUX	Tuteur école
Eric CARAYOL	Tuteur école
Julie HOARAU	Maître d'oeuvre
Stéphane SUN	Maître d'oeuvre
Mathieu VALETTE	Maître d'oeuvre

### 1.2.2. Intermédiaires SDIS

M. Guillaume CAVAILLES-BILLOUARD travaillant en tant que pompier et étant coordinateur hygiène sécurité au SDIS 81.

M. Julien VERGNES travaillant en tant que pompier et représentant le personnel au comité d'hygiène de sécurité et des conditions de travail du SDIS 81.

### 1.2.3. Tuteurs

Ce projet est tutoré par M.Carayol, un pompier, et M.Faux.

### 1.2.4. Maîtres d'oeuvre

Trois étudiants d'ISIS Ingénieurs Castres travaillent sur ce projet. Il s'agit de Julie Hoarau, Stéphane Sun et Mathieu Valette, tous les trois en 4ème année.

## 1.3. Le Service Départemental d'Incendie et de Secours du Tarn (SDIS)

Le Service Départemental d'Incendie et de Secours du Tarn (SDIS 81) est un établissement public administratif gérant les sapeurs-pompiers un niveau du département du Tarn. Le SDIS 81 dispose de compétences de prévention, de protection et de lutte contre les incendies.

Dans le cadre de ses compétences, les missions du SDIS sont les suivantes :

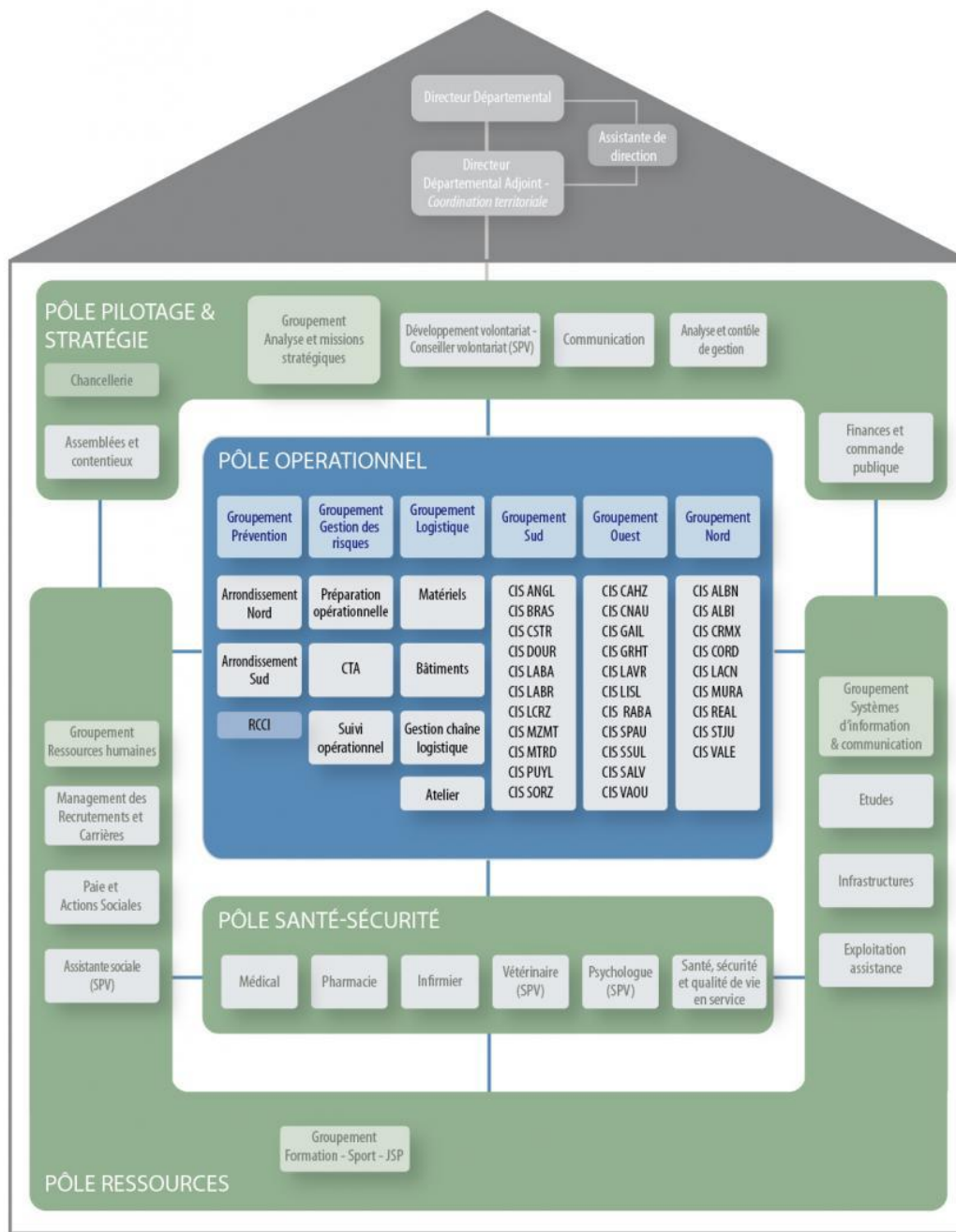
- la prévention et l'évaluation des risques de sécurité civile
- la préparation des mesures de sauvegarde et l'organisation des moyens de secours
- la protection des personnes, des biens et de l'environnement
- les secours d'urgence et évacuation des personnes victimes d'accidents, de sinistres ou de catastrophes

Le SDIS est organisé en trois structures:

- un état major, situé à Albi, qui assure la gestion administrative du service: la logistique, les formations, le médical, l'informatique, les finances, la gestion des risques ou encore les carrières. C'est ici que se situe le centre de traitement de l'alerte, qui reçoit les appels du 18 et 112 et qui coordonne les unités opérationnelles du département
- trois groupements territoriaux qui font l'intermédiaire entre l'état major et les centres de secours
- trente-et-un centre de secours répartis sur le territoire



## PRÉFET - PCASDIS



Date de mise à jour : 10 mars 2020

fig.1 : organigramme du SDIS 81

## II. Le projet

### 2.1. Analyse des besoins

#### 2.1.1. Compte rendu suite à la réunion du 09/12/2021 à l'État Major du SDIS 81 et au CSP d'Albi

Afin de comprendre au mieux les besoins du maître d'ouvrage, l'équipe projet, accompagnée des tuteurs école, ont visité le CTA (Centre de Traitement de l'Alerte) du Tarn qui gère les appels du 18 et 112 au sein du département, ainsi que le CSP (Centre de Secour Principal) d'Albi, étant la plus grande caserne sous la juridiction du SDIS81.

Cette réunion a donc été l'occasion de mettre en évidence des détails sur le parcours des pompiers au sein de leurs casernes, de la nécessité et de l'intérêt des pompiers à contrôler la qualité de l'air au sein de leurs locaux, des éléments qu'ils ont déjà mis en oeuvre vis à vis de la contamination liée aux interventions impliquant des feux, ainsi que de leurs attentes.

#### Contexte

Depuis quelques années, les pompiers ont un intérêt croissant concernant l'impact et la toxicité des fumées sur leur santé. Le manque de recherches scientifiques concernant l'exposition des pompiers aux produits rejetés par les feux ainsi que l'absence de législation ont donc poussé différents acteurs du SDIS 81 à chercher à comprendre quels impacts leur cadre de travail professionnel avait sur leur santé.

#### Structure de la caserne du CSP

Face à cette inquiétude croissante, quelques casernes du SDIS 81 dont le CSP d'Albi ont mis en place des zones "propres" et des zones "sales" qui permettent de séparer les zones où les pompiers circulent avec leurs tenues de feux avec lesquelles ils sont exposés à des rejets chimiques, aux parties de vie commune qui ne doivent pas être en contact avec le matériel exposé aux feux.

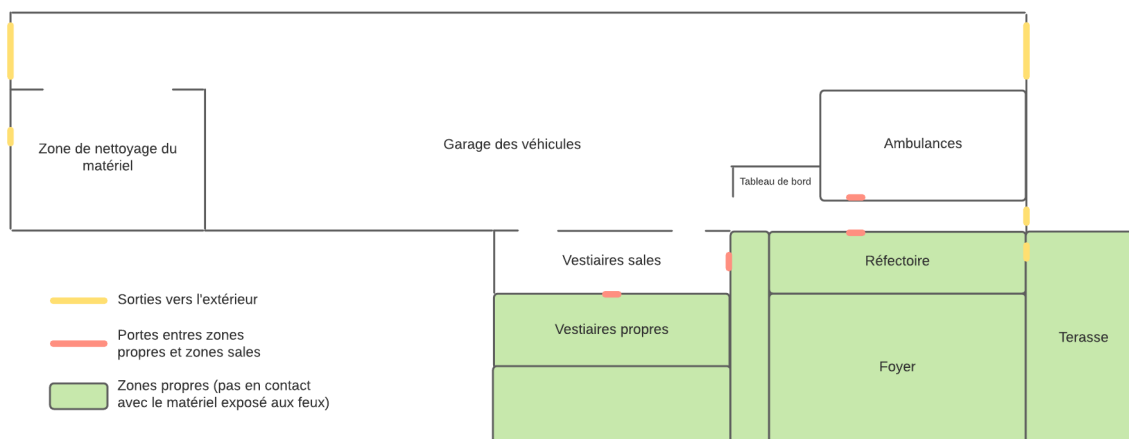


fig.2 : schéma sur la structure du CSP d'Albi

Les vestiaires propres et sales sont de plus dotés d'une ventilation aérienne forte et constante, mais pas le reste de la structure.

### Parcours des pompiers

Avant une opération, s'ils sont réquisitionnés, les pompiers se changent en trois minutes dans le vestiaire sale. Ils montent ensuite dans les véhicules adaptés à leur intervention. Le véhicule sort par l'avant de la caserne.

Après une opération de combat d'incendie, les véhicules entrent par l'arrière de la caserne. Les pompiers nettoient les tuyaux, les véhicules et tout leur matériel utilisé dans la zone de nettoyage. Ils vont ensuite garer le véhicule à sa place attitrée dans le garage des véhicules.

Ils enlèvent ensuite leur tenue de feu utilisée dans le vestiaire sale. Certains pompiers se douchent et se changent ensuite dans leurs vestiaires propres. Ils peuvent ensuite aller au réfectoire et au foyer. Il peut arriver qu'ils aillent directement du vestiaire sale au réfectoire ou à la zone de rassemblement.

Certains pompiers cependant, ne se douchent pas systématiquement après une opération impliquant un incendie. De plus, étant donné qu'aucune limite n'a été définie concernant la localisation et la séparation des tenues, certains mélangent encore la répartition des éléments de leurs tenues sales, tenues propres et tenues civiles.

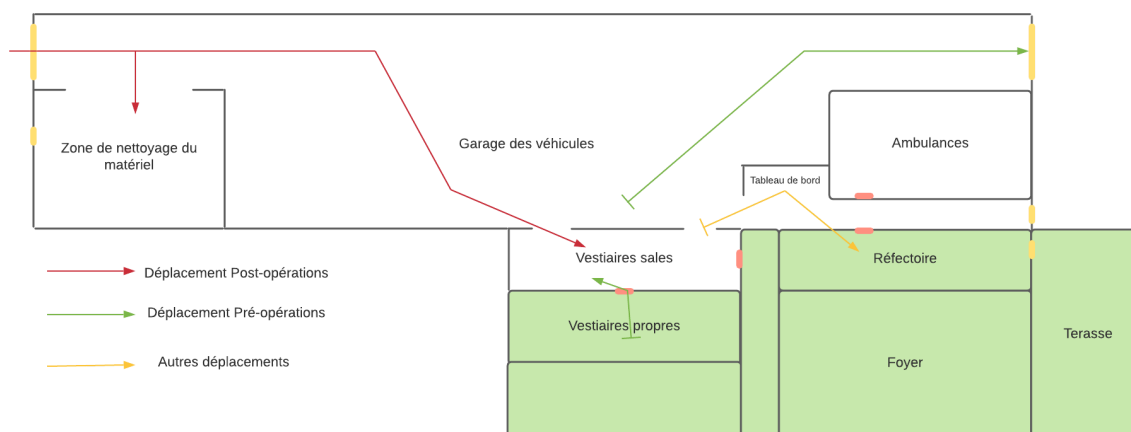


fig 3 : schéma sur le parcours des pompiers au sein du CSP d'Albi

### Démarche générale

La démarche des pompiers pour mesurer la qualité de l'air s'est faite en plusieurs étapes:

1. Au CSP d'Albi entre le lundi 24/02/2020 jusqu'au 19/05/2020:
  - a. Phase 1: Dispositif de mesure de la QAI dans le vestiaire de feu du 24/02/2020 au 12/03/2020
  - b. Phase 2: Dispositif de mesure de la QAI dans la remise véhicule (juste derrière les engins à 3 m) du 12/03/2020 au 13/05/2020
  - c. Phase 3: Dispositif de mesure de la QAI dans le foyer au niveau du bar du 13/05/2020 jusqu'au 19/05/2020
2. Au CIS de Gaillac:
  - a. : Dans le vestiaire de feu du 19/05/2020 au 16/06/2020
3. Au CIS de Puylaurens:
  - a. Phase 1: Dispositif de mesure de la QAI dans les vestiaires du 17/06/2020 au 16/07/2020
  - b. Phase 2: Dispositif de mesure de la QAI au niveau du standard du 17/07/2020 au 24/07/2020

Ces trois campagnes de mesures ont été faites avec un unique capteur. Nous aurons les spécificités de ce capteur au début du second semestre. À ce moment-là, nous serons en capacité d'évaluer le protocole de mesure. Nous contacterons les fabricants du capteur.

#### 2.2.2. Les attentes du SDIS

Le SDIS souhaite dans un premier temps un protocole de mesure de la toxicité de l'air. Nous devons déterminer si les mesures déjà réalisées ont été faites dans des conditions optimales. Le rendu final doit être un rapport d'analyse vulgarisé des données mesurées dans les casernes. Leur objectif est de savoir quelle est la

quantité de toxicité qui est transmise dans l'air par effet de désorption de leurs équipements après une intervention. Ce savoir leur permettra de déterminer si la configuration actuelle de leur caserne représente un risque pour leur santé. Il n'y a donc aucune attente logicielle de leur part.

Selon nous, il est probable que l'on doive refaire les mesures au second semestre car celles existantes nous paraissent peu rigoureuses.

## 2.2. Éléments existants

Le SDIS a mis des documents à notre disposition concernant les premières initiatives de leur part sur l'analyse de la qualité de l'air au sein de certaines de leurs casernes ainsi que des guides de bonne pratique sur lesquels leurs analyses se reposent :

### 2.2.1. Gaz à mesurer

Les fumées toxiques issues d'un incendie sont identifiées en trois catégories :

- Les **polluants asphyxiants** : ils représentent les gaz les plus dangereux et sont souvent les sources d'émissions toxiques responsables des décès constatés ; les plus importants sont : NO, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, HCN, CO.
- Les **polluants irritants** : il s'agit des suies (composés microparticulaires polycycliques azotés et carbonés), des acides minéraux et des produits organiques irritants. Les gaz acides inorganiques les plus fréquents dans les fumées d'incendie sont HCl, HBr, HF, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Les produits organiques irritants sont les composés carbonés (formaldéhyde, acroléine, butyraldéhyde...), des dérivés de l'azote (NO, NH<sub>3</sub>, isocyanate, amine).
- Les **composés à « toxicité spécifique »** : ces composés à effet cancérigène, mutagène, allergisant...sont généralement formés en quantité limitée dans le panache et ne conduisent généralement pas à des effets aigus mais peuvent présenter des effets toxiques à long terme (benzène, dioxine, dibenzofurane...).

### 2.2.2. Pré-Analyse

Une première analyse incomplète de la qualité de l'air dans le CSP d'Albi et les CIS de Puylaurens et Gaillac. Ce document nous a permis de comprendre le protocole mis en place pour effectuer les premières mesures. Il contient également quelques courbes représentant l'évolution de différents gaz au cours du temps.

Par exemple pour le CSP d'Albi :

## Phase 1 : Dispositif de mesure de la QAI dans le vestiaire de feu (24/02/2020 au 12/03/2020)

Aperçu des courbes sur la période :

Graphique n°1 : évolution journalière de la concentration des COVT

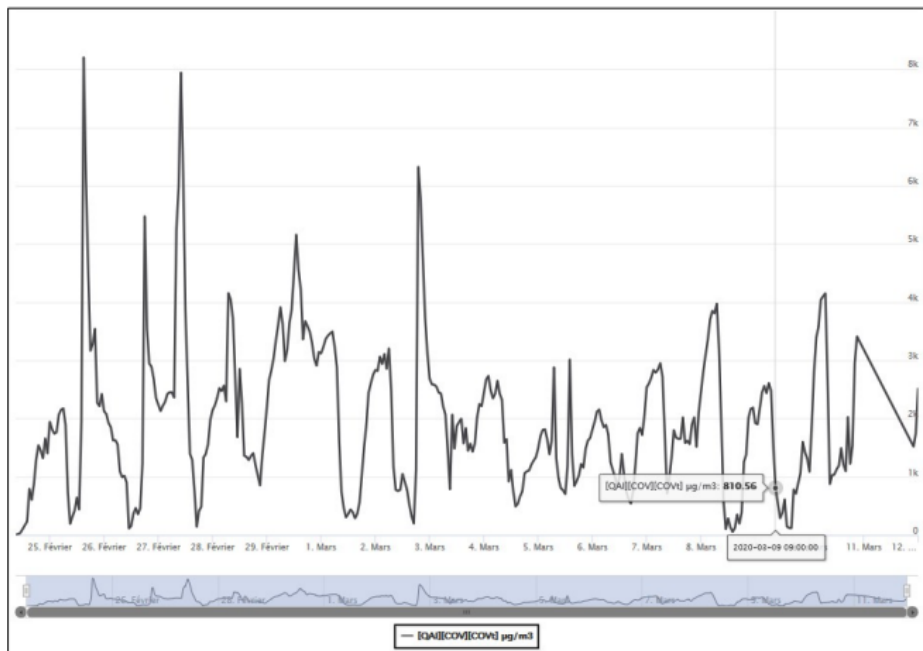


fig.4 : concentration des COVT au CSP d'Albi sur la période du 24/02/2020 au 13/03/2020

Nous ne disposons pour le moment pas des données nécessaires pour reproduire ces courbes. Nous espérons les recevoir au début du second semestre. Nous avons demandé les données opérationnelles de cette période pour pouvoir émettre de premières hypothèses de corrélations entre l'apparition de pic d'un certain gaz et un type d'intervention.

### 2.2.3. Prévention

Plusieurs éléments de prévention sont mis en place par les différents SDIS afin de sensibiliser leurs effectifs à l'exposition de divers rejets d'incendies.

- Un rappel que la suie n'est pas un indicateur de réussite même si c'est ancré dans l'imaginaire des pompiers :



- La mise en place d'une culture préventive dans les centres:
  - Création de vestiaires de feu
  - Mise en place de zone de désorption
  - Nettoyage des engins, des placards et manipulation des agrès avec des gants
  - Rasage de la barbe pour le port de l'ARI. Règle contestée, c'est le sujet d'un Projet Tutoré de cinquième année.

- La mise en place d'un circuit sale propre/sale comme expliqué dans la partie sur le parcours des pompiers.
- Des rappels sur les bonnes pratiques durant et après les interventions.

## 2.3. Livrables

### 2.3.1. Protocole sur les capteurs

Nous allons évaluer la pertinence du protocole réalisé pour récolter les données relatives à la qualité de l'air dans les centres de secours. Ce travail ne peut pas encore être commencé car il nous manque la référence du capteur utilisé. Si nous estimons que ce protocole n'était pas assez rigoureux pour réaliser une analyse correcte, nous écrirons un protocole afin de récolter d'autres données. Pour cela, nous nous reposerons sur les recommandations des fabricants de capteurs. Nous pensons qu'il faudrait prendre en compte certains rejets de gaz par les engins d'interventions. Ces gaz pourraient biaiser les données car ils n'ont pas de rapport avec la toxicité des fumées, mais sont quand même présents dans l'air de la caserne. Cette analyse de protocole sera réalisée au début du second semestre.

### 2.3.2. Mise en évidence de toxicités

A partir des données récoltées, nous livrerons un rapport sur la présence de toxicités dans les casernes participantes. Les relevés ayant été effectués dans des zones spécifiques, cela nous permettra de corrélérer certains événements avec les données relevées.

Ce rapport et la conclusion qui en découle nous permettront par la suite de mettre en évidence les sources de toxicité au sein du lieu de travail des pompiers.

### III. Planification

#### Tâches à réaliser

- A. Récupérer les données sous format exploitable (en cours)
- B. Récupération des informations au sujet des capteurs (en cours)
- C. Création du dataset regroupant les données de capteurs et les données opérationnelles
- D. Recherche de la bonne méthode d'analyse à appliquer en fonction du type de données (catégorielles, numériques).
- E. Recherche pose des capteurs (bonnes pratiques) / contacter le fabricant
- F. Déterminer si le protocole sur la pose des capteurs était rigoureux

#### Deux scénarii :

- Scénario 1 : si le protocole est rigoureux
  - G. Analyse des données avec une première méthodes d'analyse
  - H. Analyse des données avec une deuxième méthode d'analyse
  - I. Corrélations
  - J. Interprétation
  - K. Rapport
- Scénario n°2 : si le protocole n'est pas rigoureux
  - F'. Élaboration d'un nouveau protocole
  - F''. Reprogrammer une campagne de mesure avec si possible 3 capteurs sur au moins deux semaines.
  - G. Analyse des nouvelles mesures avec une première méthode
  - H. Analyse des nouvelles mesures avec une deuxième méthode
  - I. Corrélations
  - J. Interprétation
  - K. Rapport

Tâches	A	B	C	D	E	F	
Pré requis			A	C	B	E	
Tâches	F'	F''	G	H	I	J	K
Pré requis	D,F	F'	D,F ou F''	D,F ou F''	G,H	I	J



## Planification des tâches

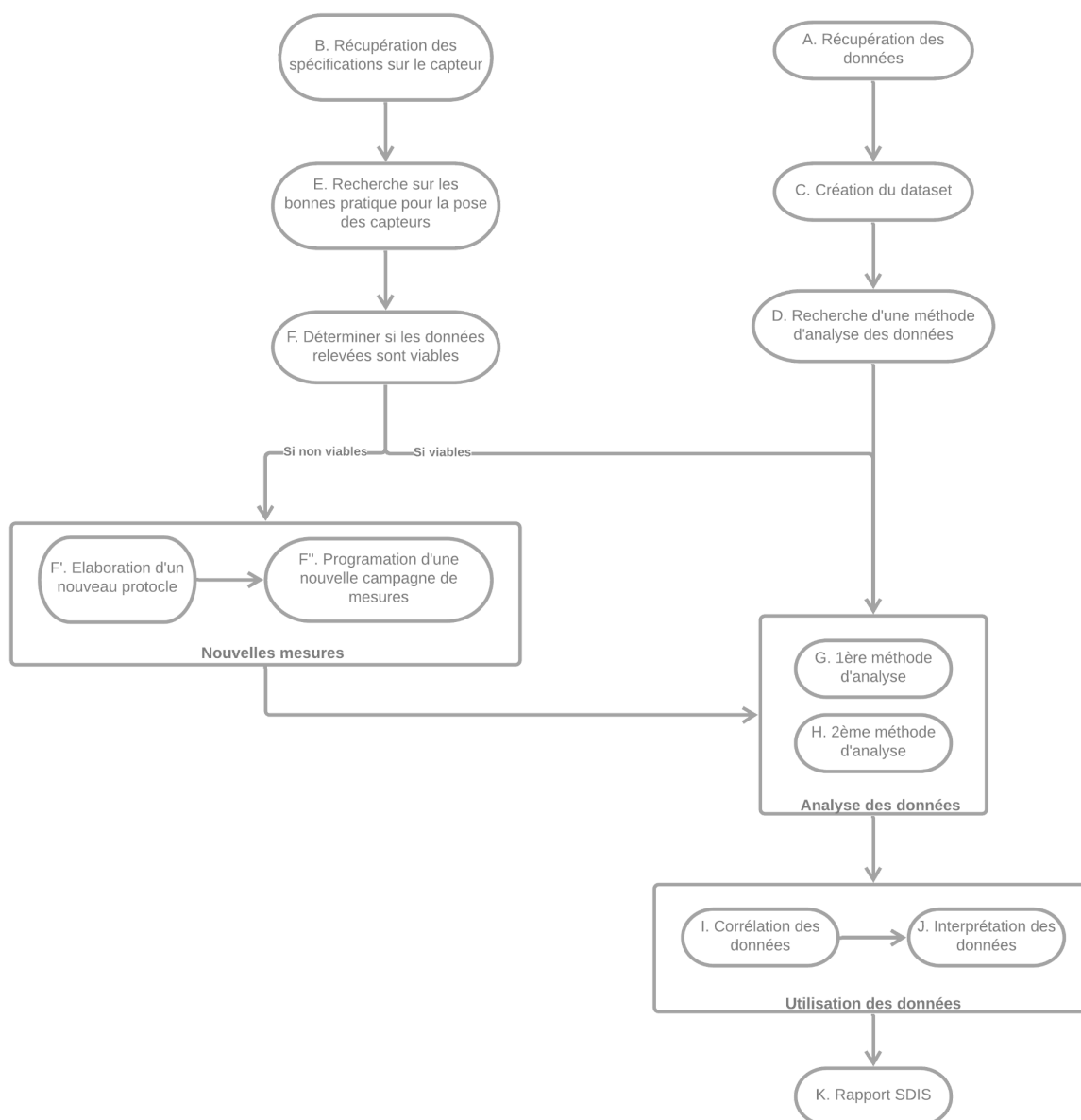


fig.5 : graphe sur l'enchaînement des tâches du projet à réaliser

## Conclusion

En conclusion, notre projet sur la qualité de l'air dans les centres de secours d'Albi, Puylaurens et Gaillac joue un rôle important dans le projet global d'ISIS à destination du SDIS 81. Nous allons devoir analyser des mesures d'agents toxiques dans l'air des casernes. Ensuite, nous pourrons déterminer s'il existe des corrélations entre certains types d'interventions et une présence accrue de ces agents toxiques. Le rendu final sera un rapport d'analyse. Selon nos prévisions, il y aura environ entre onze et treize tâches à réaliser. Une réunion au CIS de Puylaurens est prévu début janvier.

## Glossaire

**CIS** : Centre d'Incendie et de Secours

**COV** : Composé Organique Volatil, famille regroupant des molécules cancérogènes.

**CSP** : Centre de Secours Principal

**CTA** : Centre de traitement de l'alerte

**Danger** : Propriété intrinsèque d'un produit chimique susceptible d'avoir un effet nuisible (sur l'homme, l'environnement ou les installations)

**Désorption** : Émission de molécules de gaz ou de liquide préalablement adsorbées par la surface d'un solide (s'oppose à absorption et à adsorption)

**EPI** : Equipement de protection individuel

**GTO** : Guide des Techniques Opérationnelles, émis par le ministère de l'intérieur afin d'informer les pompiers des bonnes pratiques à appliquer suite à des retours d'expérience

**GDO** : Guide des Doctrines Opérationnelles, émis par le ministère de l'intérieur afin d'informer les pompiers des bonnes pratiques à appliquer suite à des retours d'expérience

**SSSM** : Service de Santé et de Secours Médical

**Toxicité** : Effets néfastes sur l'organisme consécutifs à une exposition, se manifestant dans des délais variables (certains pouvant se manifester très rapidement après l'exposition, d'autres très longtemps après l'exposition).

**VLEP** : La valeur limite d'exposition définit la valeur maximale de concentration dans l'air d'une substance chimique qu'une personne peut respirer sans risque sur sa santé. La VLEP est calculée pour une exposition de 8 heures (journée de travail) et est déclinée en VLEP CT, anciennement VLE (valeur limite d'exposition), pour les valeurs maximales d'exposition sur une courte durée (15 minutes).

## Bibliographie

1. DGS\_Anne.M, et DGS\_Anne.M. « Surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public ». Ministère des Solidarités et de la Santé, 16 décembre 2021.  
<https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/batiments/article/surveillance-de-la-qualite-de-l-air-interieur-dans-les-etablissements-recevant>.
2. « Article L221-8 - Code de l'environnement - Légifrance ». Consulté le 16 décembre 2021.  
[https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000022495537](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000022495537).
3. « Article R221-30 - Code de l'environnement - Légifrance ». Consulté le 16 décembre 2021.  
[https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000031099383/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000031099383/).
4. « Analyse de l'expérimentation sur la QAI ». Service Départemental d'Incendie et de Secours 81 - été 2020
5. « Module FMPA 2021 - FMA 2021 INC Prévention risque toxicité fumées ». Service Départemental d'Incendie et de Secours 81 - 26 janvier 2021.
6. « Guide de doctrine relatif à la prévention contre les risques de toxicité liés aux fumées d'incendie ». Ministère de l'Intérieur, Bureau de la Doctrine de la formation et des Équipements, 28 juin 2019.
7. Capture de produits toxiques dans les fumées : analyse et interprétation des résultats - rapport de projet tutoré de 5ème année
8. Docteur F. Lévy, ancien médecin-chef des sapeurs-pompiers du Haut-Rhin, "Pourquoi les fumées d'incendie tuent" consulté le 10/11/2021

## Annexes

Placement du capteur	22
Diagramme de Gantt	24
Tableaux des VLEP des principaux COV	25

## Placement du capteur

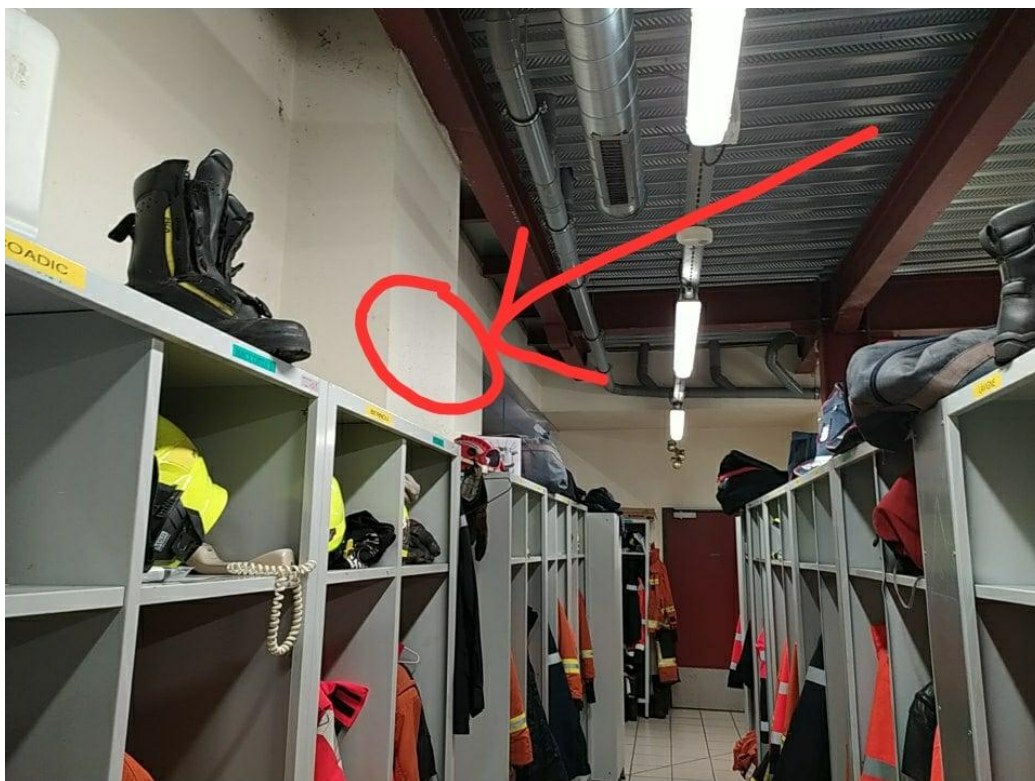


fig.6 : emplacement du capteur dans les vestiaires sales du CSP d'Albi

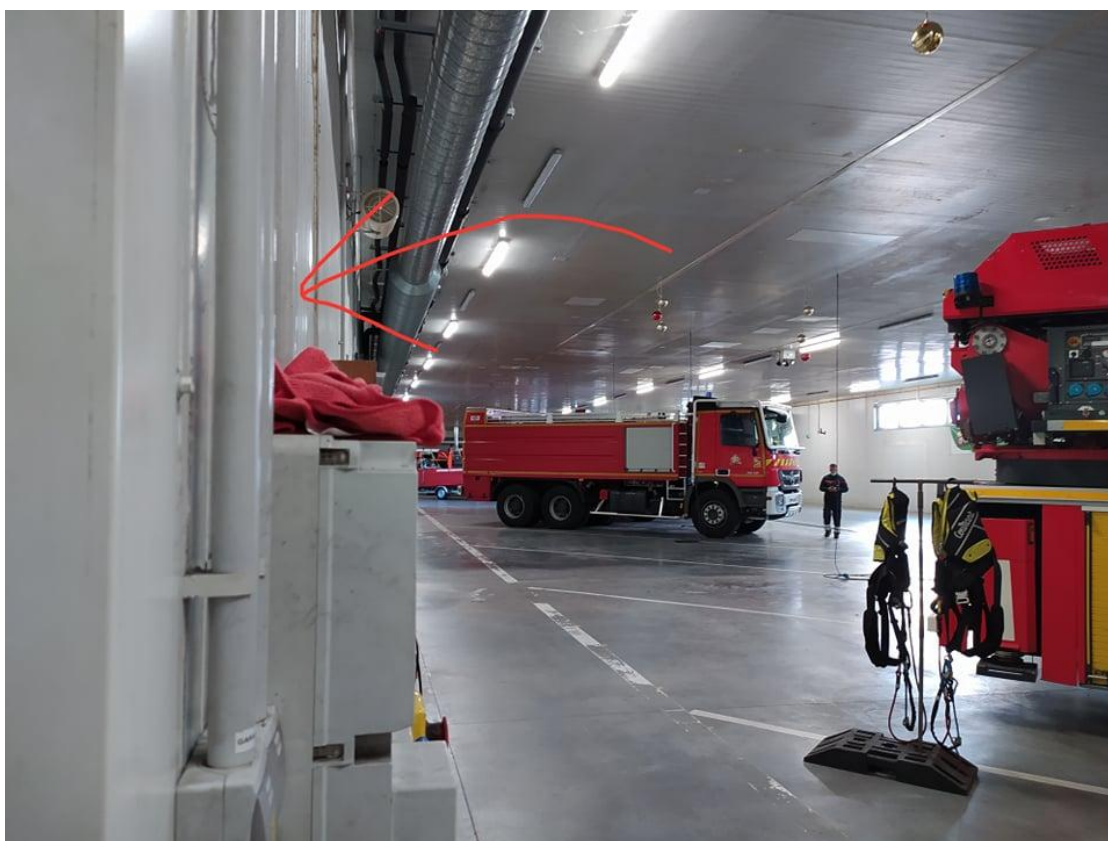
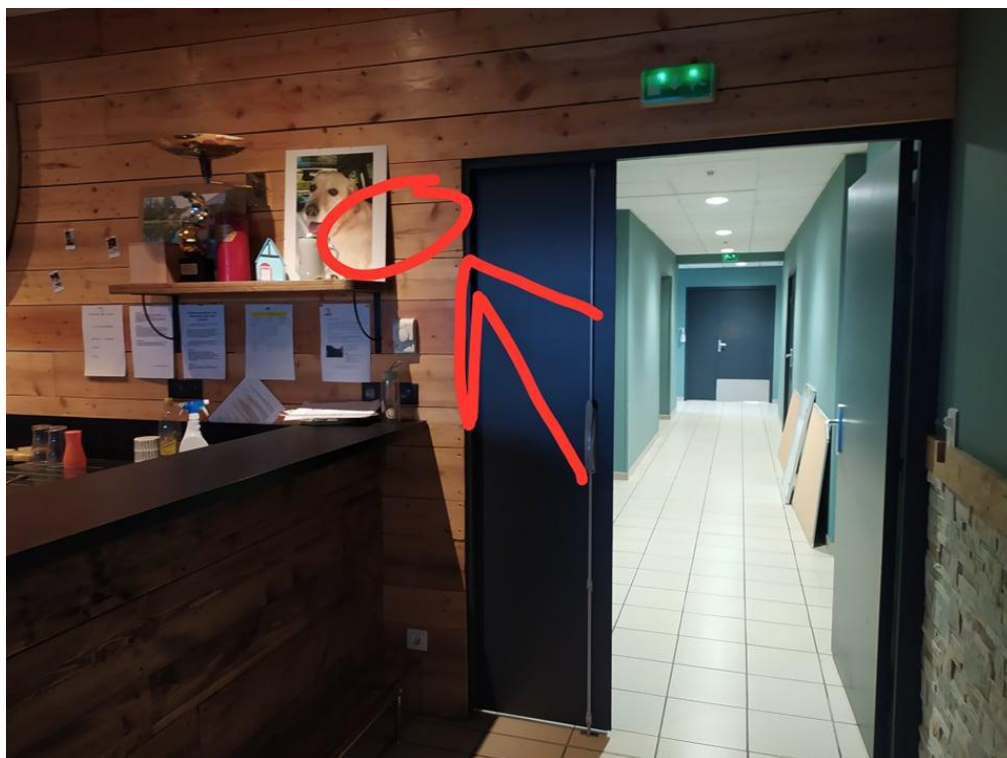


fig.7 : emplacement du capteur dans la remise du CSP d'Albi



*fig.8 : emplacement du capteur dans le foyer du CSP d'Albi*



## Diagramme de Gantt - durées arbitraires, c'est l'enchaînement des tâches qui nous intéresse ici

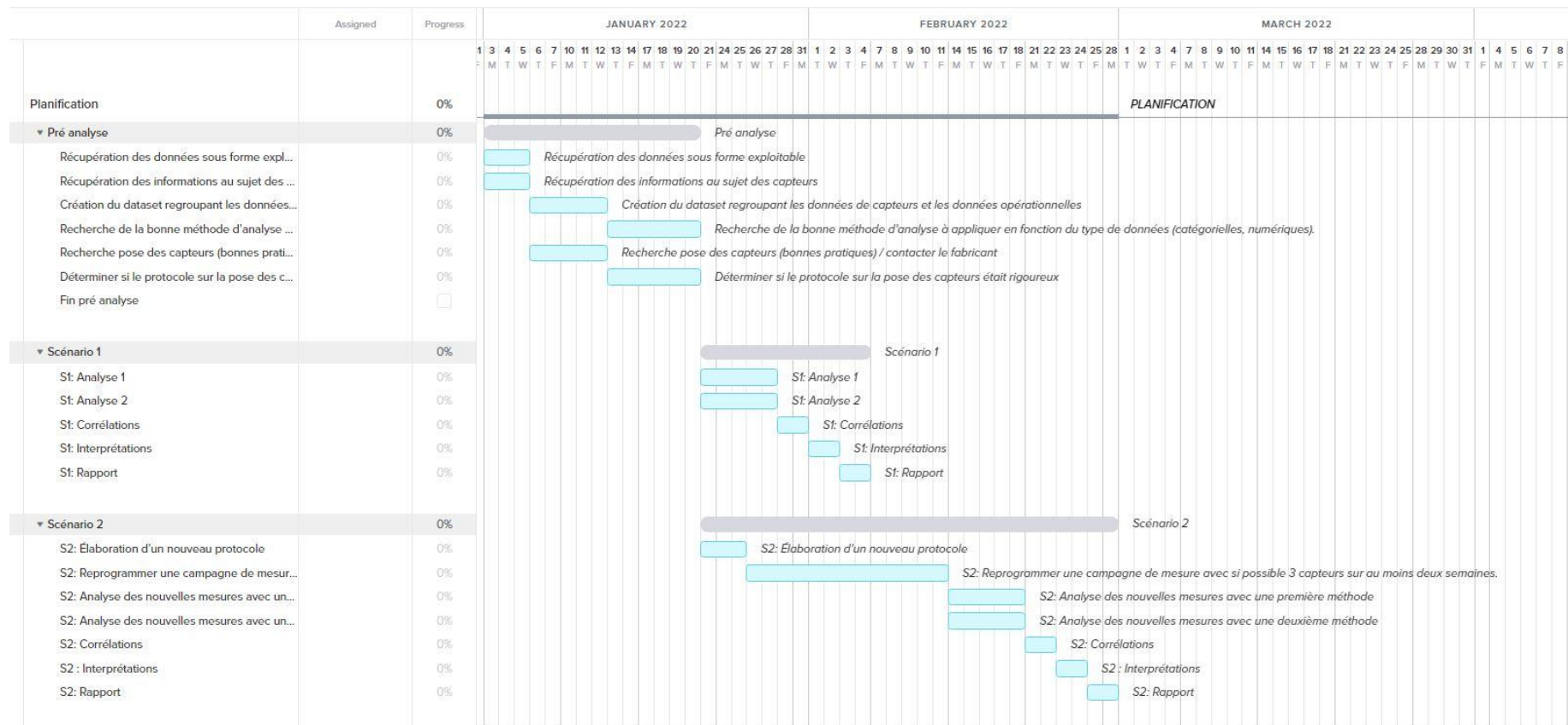

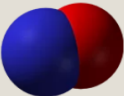


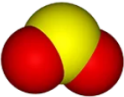


fig.9 : diagramme de gantt du projet



## Tableaux des VLEP des principaux COV et de leurs conséquences potentielles

	Gaz	CAS	VLEP 8h ppm	VLEP CT (VLE) ppm
	Acide cyanhydrique HCN	74-90-8	0.9	4.5
	Monoxyde d'azote NO	10102-43-9	2	–
	Dioxyde d'azote NO2	10102-44-0	0.5	1
	Monoxyde de carbone CO	630-08-0	20	100
	Dioxyde de soufre* SO2	7446-09-5	0.5	1

\*VLEP indicative non contraignante

fig.10 : tableau des VLEP des principaux COV

Agent	Type d'atteinte ou effet
<u>Monoxyde de carbone</u> : CO	Hypoxie générale du SNC (système nerveux central) et du cœur
<u>Dioxyde de carbone</u> : CO <sub>2</sub>	Narcose
<u>Acide Cyanhydrique</u> : HCN	Asphyxie
<u>Oxydes d'azote</u> :	
* Vapeurs nitreuses (NO+NO <sub>2</sub> )	Pulmonaire/ hémoglobine
* Isocyanates	Pulmonaire, Oculaire, Cutanée
* Ammoniac	Pulmonaire, Oculaire
<u>Toxiques halogénés</u> :	Irritation sur les muqueuses
* Acide chlorhydrique HCl	Pulmonaire
* Acide Fluorhydrique	Oculaire
* Phosgène COCl <sub>2</sub>	Irritation nasale, Pulmonaire, Oculaire
* Dioxines (PCDD et PCF)	Hépatique, Fœtotoxicité, Cancérogenèse
<u>Oxyde de soufre</u> : H <sub>2</sub> S	Pulmonaire/ hémoglobine
<u>Composés organiques volatils</u> :	Pulmonaire, Oculaire
* Carbonyles : acide formaldéhyde	
Acroléine	Pulmonaire
* Hydrocarbures : cyclohexane, cyclobutane	Narcose et asphyxie pulmonaire
Benzène	Cellules sanguines
Xylène	Narcose du SNC
Phénol	Narcose du SNC
Anhydride phtalique	Narcose et atteinte du SNC

*fig.11 : conséquences potentielles sur la santé de l'Homme des quelques substances toxiques  
(D'après Folin, 2000 et Mairesse, 1999)*