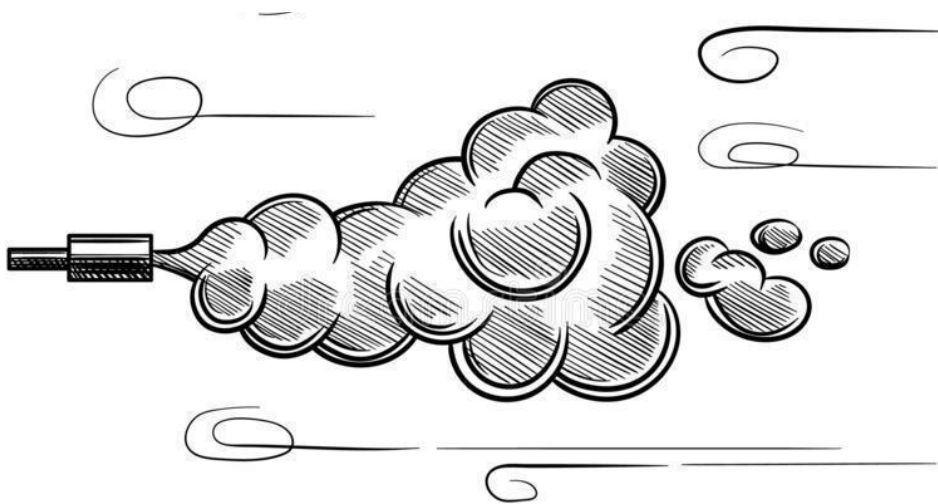


Travaux encadrés d'alternants réalisés
dans le cadre du module
« Facteurs de risque et prévention »

Master IS-PRNT – Année 2022/2023



**Travaux exposant à des gaz
d'échappement / combustion / thermique**

Composition du Groupe de travail :
Mattéo GARCIA - Elisa TIANO - Joanna KELDER – Elisa BAILLET

Travaux coordonnés par : Olivier BATAILLE
Date : 15/06/2023

Table des matières

Table des matières

1	<i>Introduction</i> :	4
1.1	Contexte	4
1.2	Secteurs d'activités concernés	6
2.	<i>Les gaz d'échappement</i> :.....	7
2.1.	Caractéristiques	7
2.2	Effets sur la santé	9
2.3	Réglementation et définitions	10
3	<i>Applications</i> :	17
3.1	Dispositifs émetteurs et leur exposition :	17
3.1.1	Les machines thermiques.....	17
3.1.2	Les véhicules thermiques	18
3.1.3	Les engins portatifs	19
3.2	Environnements particuliers :	20
3.2.1	Les chantiers	20
	Le monde des chantiers est un peu plus complexe, défini par une réglementation qui lui est propre, mais il est important de connaître les spécificités qu'il abrite. En effet sur un chantier toute entreprise y travaillant doit faire et fournir un PPS : un Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé . Dans la même lignée que le plan de prévention, celui-ci est propre aux chantiers qui sont sous le décret <i>n°94-1159 du 26/12/94</i> , c'est-à-dire tous chantiers clos et indépendant, alors que le Plan de prévention sera pour les 'chantiers' sous décret <i>n°92-158 du 20/02/92</i> , avec entreprise extérieure et entreprise utilisatrice. Un schéma simple pour mieux comprendre les enjeux :	20
3.2.3	Espaces confinés	22
3.3	Les Dangers et leurs conséquences :	24
3.3.2	Zoom sur les conséquences.....	25
4	<i>Les moyens de préventions</i>	26
4.1	En suivant les Principes Généraux de Prévention	26
4.2	Les contrôles réglementaires	28
5	<i>conclusion</i>	29
6	<i>Bibliographie</i>	30

Glossaire :

ACD : Agent Chimique Dangereux

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

BTP : Bâtiment Travaux Publics

CATEC: Certificat d'Aptitude de Travail en Espace Confiné

CIRC : Centre International de la Recherche contre le Cancer

CISSCT: Collège Interentreprise de Santé, de Sécurité et des Conditions de Travail

CMR : Cancérigène mutagène reprotoxique

DUERP : Document Unique d'Évaluation des Risques Professionnel

EPI : Équipement de Protection Individuel

EPC : Équipement de Protection Collectif

HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

LIE : Limite Inférieure d'Explosivité

LSE : Limite Supérieur d'Explosivité

MPD : Matière Particulaires Diesel

PGP : Principe Généraux de Prévention

UE : Union Européenne

VLEP : Valeur Limite d'Exposition Professionnelle

VGP : Vérification Générale Périodique

Molécules chimiques :

NO₂ : Dioxyde d'azote

H₂O : Eau

N₂ : Azote

CO₂ : Dioxyde de carbone

CO : Monoxyde de carbone

1 Introduction :

La protection des travailleurs prend de plus en plus de place dans notre société. Certains salariés se retrouvent exposés à des risques particuliers, sans avoir connaissance des effets néfastes sur leur santé.

Depuis l'industrialisation massive de notre société, nous avons davantage recours à l'utilisation de machines ou véhicules consommant des énergies fossiles. Cette utilisation entraîne alors une exposition à de nouveaux risques, tels que les fumées d'échappement, les gaz de combustion et une exposition répétée et prolongée aux molécules nocives qui les composent. On retrouve notamment le dioxyde de carbone (CO₂), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde d'azote (NO₂), ainsi que des particules fines composées de HAP (Hydrocarbure aromatique polycyclique). Ces dernières peuvent présenter, outre leurs toxicités sur le long terme, une toxicité aiguë pouvant entraîner le décès prématuré de la personne exposée.

Chaque année, environ 1 300 épisodes d'intoxications au monoxyde de carbone survenus par accident et impliquant près de 3 000 personnes sont déclarés aux autorités sanitaires, on recense ainsi une centaine de décès par an¹.

Ponctuellement, certaines personnes étant plus exposées à ces gaz lors d'une activité professionnelle, la réglementation a dû s'adapter et mettre en place des mesures de prévention visant à prévenir, réduire et limiter ces impacts sur la santé humaine.

1.1 Contexte

Les gaz d'échappement par définition sont des gaz provenant de la combustion d'un carburant, ces gaz étant nocifs pour l'Homme. La combustion est une transformation chimique libérant de l'énergie, au cours de laquelle un combustible et un comburant sont consommés et des produits sont formés. Ils peuvent prendre plusieurs formes avec différentes caractéristiques, propriétés et impacts sur l'Homme, leurs origines peuvent être diverses et sont, aujourd'hui, dans le quotidien de beaucoup de travailleurs.

Le besoin du métier de préventeur a fortement augmenté ces dernières années et de nouvelles questions se posent. Il est exprimé par les entreprises qui sont en demande de soutien dans leurs démarches de prévention pour protéger les salariés et l'environnement. Mais aussi imposé par la réglementation française qui stipule que "L'employeur doit veiller à la santé et à la sécurité de ses travailleurs en mettant en place des actions de prévention, d'information et de formation. Il doit également évaluer les risques professionnels sur chaque poste de travail. Ces risques sont consignés dans un document."

¹Chiffres donnés par le ministère de la Santé et de la prévention

Le nombre de préventeurs nécessaires pour une entreprise dépend de plusieurs facteurs, tels que la taille de l'entreprise, le secteur d'activité, les risques professionnels spécifiques et les effectifs.

Le Code du travail impose à chaque employeur d'assurer la sécurité et de protéger la santé de ses salariés. Dans le cadre de cette obligation, il peut être nécessaire de nommer des préventeurs, également appelés préventeurs de risques professionnels ou préventeurs sécurité, pour mettre en œuvre les actions de prévention au sein de l'entreprise.

Il est recommandé de se référer aux dispositions spécifiques de Code du travail, notamment aux articles L4121-1 à L4121-5, ainsi qu'aux recommandations et aux bonnes pratiques émises par les organismes compétents, tels que l'Inspection du travail ou la Caisse nationale de l'assurance maladie (CNAM), pour évaluer le nombre de préventeurs nécessaires dans une entreprise donnée.

Ce document a donc pour finalité de définir les généralités sur les gaz d'échappement, la problématique à laquelle l'Homme est confronté, ainsi que la réglementation associée. Nous évoquerons également la démarche afin de mettre en place une prévention adéquate.

Quelle est la démarche à suivre face aux dangers des gaz d'échappement ? Comment en définir les risques et la prévention associée ?

Comment prendre en compte les dangers des gaz d'échappement dans une démarche de prévention quotidienne ?

1.2 Secteurs d'activités concernés

Vous trouverez ci-dessous un tableau non exhaustif regroupant les secteurs d'activités touchés par les problématiques évoquées précédemment :

Secteurs d'activités	Activités concernées	Lieux	Risques/Dangers encourus
Le BTP	Utilisation d'engins thermique (grue mobile, générateur électrique, pelleuse ...)	Espace confiné/clos	Inhalation de gaz, Anoxie ²
		Plein air	
	Utilisation de machine thermique (scie à métaux, compacteur...)	Plein air	Inhalation, anoxie, hypoxie ³
		Intérieur, espace fermé, confiné pour les machines portatives.	
Atelier-Entrepôt	Utilisation de gerbeur (chariot automoteur diesel), groupes électrogènes.	Zone Confiné	Inhalation, anoxie
Espaces vert	Élagage, entretien des espaces verts, (débroussailleuse, Tondeuse, tronçonneuse ...)	Plein air mais souvent proche des sorties d'échappement	Inhalation courte mais plus important
Voirie	Agent de voirie (émanation des gaz d'échappement de voiture ...)	Plein air mais proximité et temps prolongé à proximité d'axe routier	Inhalation moins importante mais prolongée
Automobile	Contrôle technique, exposition aux échappements des voitures	Intérieur, locaux, garages	Inhalation ponctuelle, lors de déplacement ou test des voitures.
Surveillance	Parking souterrain, avec passage continu de voiture	Intérieur, clos	Inhalation moins importante mais pouvant être prolongée

Tableau 1 : Secteur d'activité et risques encourus en fonction des activités

² Anoxie : Diminution de la quantité d'oxygène que le sang distribue aux tissus.

³ Hypoxie : Diminution de l'apport ou de l'utilisation de l'oxygène au niveau des tissus

Il est important de souligner la nécessité de vous renseigner sur votre DUERP, le **D**ocument **U**nique d'Évaluation des **R**isques **P**rofessionnels. Ce document répertorie les risques auxquels les employés peuvent être exposés, classé par unité de travail ainsi que hiérarchisé en fonction de leur probabilité d'occurrence et de leur gravité.

Si vous êtes employeur vous avez l'obligation d'en avoir un à disposition des salariés et mis à jour à chaque année, à chaque incident/accident ou lors d'un changement majeur.

Si vous êtes salarié, le DUERP est présent et obligatoire dans chaque entreprise, vous êtes en droit de le consulter afin de connaître les risques auxquels vous pourriez être exposé. Il est important de savoir si les gaz d'échappement sont pris en compte dans le DUERP de votre entreprise comme base de travail.

2. Les gaz d'échappement :

2.1. Caractéristiques

Afin de comprendre les gaz d'échappement, il faut appréhender d'où ils proviennent, quelles sont leurs origines et donc leurs compositions chimiques. Il existe différents gaz d'échappement qui proviennent de la combustion de carburants : diesel, essence ou de GPL.

Un carburant est un combustible qui, mélangé à un comburant, permet de mettre en combustion rapide un mélange gazeux dans un moteur en transformant l'énergie chimique du carburant en énergie

Il existe diverses origines de combustible tels que le diesel, l'essence ou encore le GPL, nous allons développer ces 3 combustibles car ce sont les plus répandus aujourd'hui cependant on peut retrouver d'autre forme de combustible, moins utilisé.

	Diesel	Essence	GPL
Composition	75% Hydrocarbure saturé 25% Hydrocarbure aromatique	30-45% Hydrocarbure 30-45% Alcènes 20-30% Alcanes 5% Cyclo alcanes	80% Butane 20% Propane
Gaz émis	Carbone Monoxyde de carbone Dioxyde de carbone Vapeur d'eau Monoxyde d'azote Formaldéhyde HAP : hydrocarbure aromatique polycyclique MPD : Matière Particulaires Diesel	Monoxyde de carbone Dioxyde de carbone Vapeur d'eau	Monoxyde de carbone Dioxyde de carbone Vapeur d'eau

Tableau 2 : Composition et produit de combustion de différents comburants

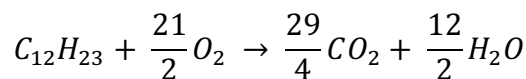
De ces combustibles, deux types de produits de combustion sont possibles : la combustion complète et la combustion incomplète.

La combustion complète qui ne produit que de l'eau et du dioxyde de carbone, se produit lorsque les conditions sont optimales. (conditions stœchiométriques)

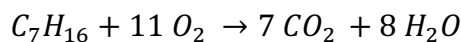
La combustion incomplète qui a lieu quand la quantité d'oxygène est insuffisante pour permettre la réaction complète du combustible. Cela génère des produits de combustion additionnels, tels du monoxyde de carbone, CO, des cendres et de la fumée. La combustion incomplète est celle qui présente des risques pour l'homme.

On retrouve les équations pour une **combustion complète** :

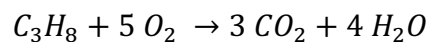
- Diesel :



- Essence :

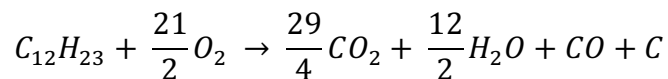


- GPL :

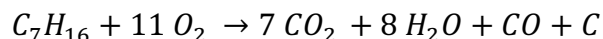


Et les équations pour une **combustion incomplète** :

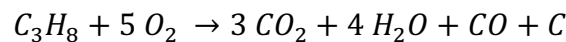
- Diesel :



- Essence :



- GPL :



Lors de la réaction de combustion les produits obtenus sont le CO₂, H₂O et N₂. C'est bien la réaction entre le carburant et le comburant qui produit cela. Lors de la combustion complète, les carburants (peu importe lesquels) produisent du dioxyde de carbone ainsi que de la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone étant inoffensif à petites doses mais peut être nocif à haute dose car il remplace l'oxygène dans le sang. Lors de la combustion incomplète, un des produits de combustion sera le monoxyde de carbone, cette réaction se produit lorsque l'air est appauvri en oxygène, la réaction ne peut pas se réaliser dans les bonnes proportions, cela crée donc du CO. Le CO est un gaz nocif. De plus, la grande majorité des moteurs sont alternatifs (qui utilise un ou plusieurs pistons afin de convertir la pression en mouvement rotatif), ils ont la

particularité que la combustion des hydrocarbures n'est jamais complète, ce qui explique une présence prononcée du monoxyde de carbone.

Cependant la combustion est influencée par des paramètres extérieurs tels que la nature mécanique ou encore la nature du combustible comme ceux cités ci-dessus.

En effet, la combustion ne vient pas seulement des moteurs avec la combustion de carburant mais aussi de la combustion de bois, de charbon ou de gaz naturels.

En effet, quand on parle de combustion on pense aux carburants utilisés dans les moteurs, mais elle peut aussi venir de carburants tels que le bois, le charbon ou les gaz naturels.

2.2 Effets sur la santé

Comme vu précédemment, le monoxyde de carbone (CO) qui est l'un des gaz produits le plus dangereux pour la santé. C'est un gaz inodore, incolore, toxique et mortel qui est d'origine généralement anthropique. En effet, le risque le plus dangereux, que peut provoquer le monoxyde de carbone, c'est l'asphyxie⁴, qui peut engendrer l'hypoxie⁵ et ensuite sur une exposition prolongée peut amener à l'anoxie⁶. Le monoxyde de carbone va se fixer sur l'hémoglobine du sang, due à une affinité supérieure à celle de l'oxygène. Cela va provoquer une diminution de l'oxygénation qui va affecter les organes tels que le cerveau et/ou le cœur.

D'après le ministère de la santé et de la prévention il y a environ 1300 épisodes d'intoxication au monoxyde de carbone par an dont une centaine de morts par an. Les symptômes permettant d'alerter d'une potentielle intoxication sont des maux de tête, des vertiges, une fatigue voire une perte de connaissance.

Le CIRC, Centre international de recherche sur le cancer, a classé les fumées d'échappements selon certaines catégories de risques. Notamment les fumées d'échappement diesel sont classées cancérigènes de catégorie 3 car on y retrouve :

- Une riche concentration de HAP (nanoparticules) qui favorise l'irritation des bronches et augmente donc le risque de cancer. D'après le CIRC, qui est le Centre International de Recherche sur le Cancer, ces fumées sont classées 2A.
- Du formaldéhyde qui est classé catégorie 1 d'après le CIRC
- Du benzène qui est un composant naturel du pétrole, il améliore la performance des moteurs car il contient de l'octane, une exposition chronique au benzène peut entraîner une leucémie et est classée cancérigène de catégorie 1 par l'UE et catégorie 1 par le CIRC.

⁴ Suspension de la respiration liée à une déficience en oxygène.

⁵ Diminution de l'apport ou de l'utilisation de l'oxygène au niveau des tissus

⁶ Différence défavorable entre les besoins en oxygène et les apports.

Pour information :

Catégorie	Définition
<i>Groupe 1</i>	La substance chimique est cancérogène pour l'homme
<i>Groupe 2A</i>	La substance chimique est probablement cancérogène pour l'homme
<i>Groupe 2B</i>	La substance chimique est peut-être cancérogène pour l'homme
<i>Groupe 3</i>	La substance chimique est inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme

Tableau 3 : Classification des substances chimiques présentant un risque de cancérogénicité pour l'humain par le CIRC

2.3 Réglementation et définitions

La qualité de l'air est une préoccupation majeure de notre société, et les émissions de gaz d'échappement provenant des véhicules à moteur jouent un rôle significatif dans la pollution atmosphérique. En France, des réglementations strictes sont en place pour contrôler et réduire les émissions des gaz d'échappement thermiques des véhicules, le but est de contribuer à la protection de l'Homme et de l'environnement.

La réglementation française relative aux gaz d'échappement thermiques découle principalement de la législation européenne. Cette partie répond aux questions suivantes :

- Qu'est-ce que la norme Euro ? donne une limite
- Quel rôle joue ADEME ? acteur des lois
- Qu'est-ce que le règlement CLP ?
- Qu'est-ce qu'un agent chimique dangereux ?
- Qu'est-ce qu'un CMR ?
- Qu'est-ce qu'une VLEP ? Comment les mesurer ?
- Qu'est-ce qu'un PdP ?

Qu'est-ce que la norme Euro ?

La norme Euro, mise en place par l'Union européenne, est un ensemble de normes européennes qui définit les limites maximales autorisées pour les émissions de polluants spécifiques provenant des véhicules à moteur, notamment des gaz d'échappement. Le but est de réduire la pollution atmosphérique et d'améliorer la qualité de l'air.

Initialement créée pour limiter les émissions de dioxyde de carbone puis s'est mise à jour au cours du temps pour inclure d'autres polluants.

Quel rôle joue ADEME ?

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie est un établissement public français. La réglementation sur les gaz d'échappement thermiques est assurée par différents acteurs. L'**ADEME** joue un rôle clé dans la réglementation et la promotion de solutions visant à réduire les émissions de gaz d'échappement en élaborant des mesures incitatives et en soutenant les initiatives visant à promouvoir les véhicules propres et à faibles émissions.

Qu'est-ce que le règlement CLP ?

Le règlement européen n° 1272/2008, dit CLP (en anglais **C**lassification, **L**abelling, **P**ackaging) pour classification, étiquetage et emballage des substances et des mélanges, est un règlement européen directement applicable dans l'ensemble des États membres de l'Union européenne, et donc en France.

Le règlement a pour objectif de communiquer sur les dangers de toutes les substances chimiques et de tous les mélanges dangereux, au niveau européen, via l'étiquetage harmonisé et les fiches de données de sécurité, pour informer les travailleurs et protéger la santé humaine et l'environnement.

Il convient de noter que le CLP s'applique à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances chimiques elles-mêmes, et non aux émissions de gaz d'échappement en tant que telles. Les normes et les réglementations spécifiques concernant les émissions de gaz d'échappement sont régies par d'autres législations, telles que les normes Euro.

Qu'est-ce qu'un Agent Chimique Dangereux (ACD) ?

D'après le ministère du travail, les ACD sont : certaines substances ou produits, en l'état ou au sein d'un mélange, qui, en raison de leurs effets observés sur la santé de l'homme ou de l'animal, sont qualifiés d'ACD à l'article R.4412-3 du code du travail.

Ceux-ci comprennent notamment les agents cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR) définis à l'article R.4412-60 du code du travail.

Les ACD peuvent être produits ou utilisés de façon volontaire. Ils peuvent aussi être émis au cours d'un procédé (poussières, fumées, vapeurs, etc.) ou être indissociables de l'activité de l'entreprise sans qu'ils soient générés par cette activité (agent de péage d'autoroute, fumées de diesel).

Les émissions des moteurs thermiques sont considérées comme des agents chimiques dangereux ils dépendent donc des articles R. 4412-1 à R. 4412-58.

Sont considérés comme ACD :

- Toutes les substances qui font l'objet d'une classification européenne harmonisée, en application du règlement CLP ;
- Les substances non classées au niveau européen, mais qui peuvent présenter un danger pour la santé et la sécurité des personnes ;
- Certains composés chimiques (fumées de soudage, poussières de bois...), qui, notamment en raison de leur forme, présentent un danger pour la santé des personnes.

Qu'est-ce qu'un CMR (Cancérogène Mutagène Reprotoxique) ?

- (C) Cancérogènes : substances et mélanges qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent provoquer un cancer ou en augmenter la fréquence
- (M) Mutagènes : substances et mélanges qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire des défauts génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence
- (R) Toxiques pour la reproduction : substances et mélanges qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire ou augmenter la fréquence d'effets nocifs non héréditaires dans la progéniture ou porter atteinte aux fonctions ou capacités reproductives.

Un CMR fait partie de la famille des agents chimiques dangereux.

D'un point de vue prévention, quand un agent CMR est repéré sur le lieu de travail, sa suppression ou sa substitution s'impose, chaque fois qu'elle est techniquement possible.

Les émissions liées aux moteurs diesel sont CMR, donc soumis aux articles R4412-59 à R4412-93.

Comment sont classés les CMR dans le règlement CLP ?

Type de CMR	Catégorie CLP
1A	La substance est un CMR avéré
1B	La substance est un CMR présumé
2	La substance est un CMR suspecté

Tableau 4 : Type de CMR et catégorie CLP associé

Qu'est-ce qu'une VLEP (Valeur Limite d'Exposition Professionnelle) ?

Il s'agit de la limite de la moyenne, pondérée en fonction du temps, de la concentration d'un agent chimique dangereux dans l'air de la zone de respiration d'un travailleur au cours d'une période de référence déterminée. Au niveau réglementaire, la période de référence est soit de 8 heures (VLEP 8 heures), soit de 15 minutes (VLEP court terme : VLCT).

Le Code du travail distingue les valeurs limites d'expositions professionnelles dont le respect est obligatoire (VLEP contraignantes) et des valeurs qui fixent des objectifs de prévention (VLEP indicatives).

Malgré la valeur non réglementaire des VLEP indicatives, les recommandations des organismes officiels (INRS, CARSAT etc...) sont à appliquer afin d'avoir une démarche de prévention efficace et irréprochable.

Comment est mesurée une VLEP ?

Le contrôle des VLEP se fait par des systèmes d'analyseurs d'air, là où il y a une présence de polluant dans les locaux de travail. Ces différents appareils vont analyser l'air et déterminer quelle est la quantité et les types de polluants présents.

Les résultats des contrôles atmosphériques sont ensuite enregistrés dans une base de données nationale, la base SCOLA, qui permettra aux pouvoirs publics d'exploiter ces statistiques. Les résultats des VLEP sont communiqués à la médecine du travail et au CSSCT⁷.

La mesure de l'exposition peut se faire par des mesures atmosphériques, qui ne prennent en compte que l'exposition par voie respiratoire, ou par des dosages biologiques qui prennent en compte toutes les voies d'exposition.

Pour les VLEP contraignantes, les contrôles doivent être effectués au moins une fois par an et lors de tout changement d'activité susceptible d'avoir des conséquences néfastes sur l'exposition des travailleurs.

Qui peut contrôler les VLEP ?

De manière générale, n'importe qui en possession d'un analyseur d'air peut contrôler les VLEP. Cependant, le contrôle n'aura aucune valeur. Il est primordial de faire intervenir des organismes agréés COFRAC⁸.

Gaz	Type de VLEP	VLEP	VLCT
Monoxyde de Carbone (CO)	Contraignante	VME (ppm) 20 VME mg/m ³ 23	100 ppm 117 mg/m ³
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Contraignante	0.5 ppm 0.96 mg/m ³	1 ppm 1.91 mg/m ³
Monoxyde D'azote (NO)	Contraignante	2 ppm 2,5 mg/m ³	-
Dioxyde de Carbone (CO ₂)	Indicative	5000 ppm 9000 mg/m ³	-

Tableau 5 : VLEP des différents gaz

⁷ Commission de santé sécurité et condition de travail. (Entité du CSE)

⁸ Le Comité français d'accréditation. (Unique organisme de référence en matière d'accréditation)

Une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) réglementaire sur 8 heures a été fixée au niveau européen pour les particules diesel à 0,05 mg/m³ en carbone élémentaire. Elle entrera en application le 21 février 2023 sauf pour l'extraction souterraine et le creusement de tunnels où elle entrera en application à partir du 21 février 2026.

Les gaz d'échappement Diesel :

La réglementation commence à encadrer de plus en plus les gaz d'échappement notamment avec l'arrêté du 26 Octobre 2020 du code du travail qui définit les émissions d'échappement des moteurs diesel comme cancérogènes.

La co-activité :

La co-activité est l'activité simultanée ou successive sur un même site, d'une entreprise utilisatrice avec une ou des sociétés extérieures.

Si, dans votre société, vous avez recours à une société extérieure, il se peut que vous soyez soumis au plan de prévention.

Réglementation des émissions des moteurs thermique:

Il existe différentes catégories de véhicules tels que les poids lourds, les véhicules légers et les véhicules non routiers, il est important de connaître la réglementation quant au nombre de particules émises. Certains types de moteur n'étant soumis qu'à des limitations peu sévères, ils peuvent entraîner des intoxications mortelles au CO.

On retrouve notamment:

	Moteur sans système de dépollution	Moteur équipé d'épurateur catalytique 2 ou 3 ^e voies
CO _{cor}	0,2% max	0,1 % max
CO ₂	10% mini	10% mini
HC	300 ppm max	100 ppm max
O ₂	2% max	2% max pour le catalyseur 2 voies

Qu'est-ce qu'un plan de prévention ?

D'après le code du travail,

Article R4512-7 :

Le plan de prévention est établi par écrit et arrêté avant le commencement des travaux dans les deux cas suivants :

1. Dès lors que l'opération à réaliser par les entreprises extérieures, y compris les entreprises sous-traitantes auxquelles elles peuvent faire appel, représente un nombre total d'heures de travail prévisible égal au moins à 400 heures sur une période inférieure ou égale à douze mois, que les travaux soient continus ou discontinus. Il en est de même dès lors qu'il apparaît, en cours d'exécution des travaux, que le nombre d'heures de travail doit atteindre 400 heures
2. Quelle que soit la durée prévisible de l'opération, lorsque les travaux à accomplir sont au nombre des travaux dangereux figurant sur une liste fixée, respectivement, par arrêté du ministre chargé du travail et par arrêté du ministre chargé de l'agriculture.

Article R4512-8 :

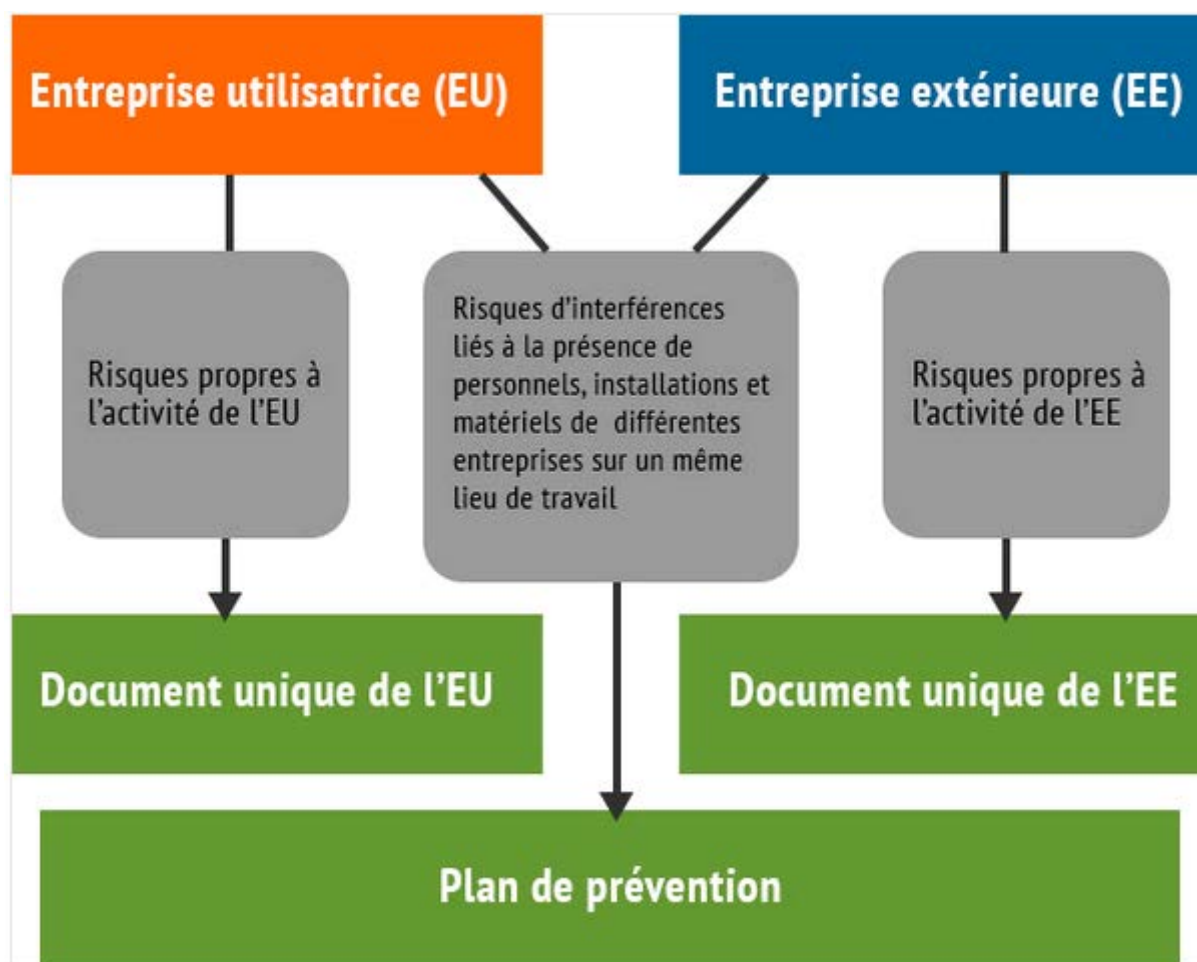
Les mesures prévues par le plan de prévention comportent au moins les dispositions suivantes :

1. La définition des phases d'activité dangereuses et des moyens de prévention spécifiques correspondants ;
2. L'adaptation des matériels, installations et dispositifs à la nature des opérations à réaliser ainsi que la définition de leurs conditions d'entretien ;
3. Les instructions à donner aux travailleurs ;
4. L'organisation mise en place pour assurer les premiers secours en cas d'urgence et la description du dispositif mis en place à cet effet par l'entreprise utilisatrice ;
5. Les conditions de la participation des travailleurs d'une entreprise aux travaux réalisés par une autre en vue d'assurer la coordination nécessaire au maintien de la sécurité et, notamment, de l'organisation du commandement.

Pour simplifier, le document unique va définir et analyser les risques auxquels nos salariés sont exposés, le plan de prévention va définir et analyser les risques auxquels les entreprises extérieures peuvent être confrontés au sein de notre entreprise. Il est obligatoire à partir de 400h de travail ou si les travaux effectués font partie de la liste des travaux dangereux (*Arrêté du 19 mars 1993 fixant, en application de l'article R. 4512-7 du code du travail, la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention.*)

Attention, si votre entreprise expose aux risques liés aux gaz d'échappement, et que vous avez recours à une entreprise extérieure, même un auto-entrepreneur, un plan de prévention va devoir être établi.

Comme vu plus tôt la plupart des gaz d'échappements sont CMR, et un des travaux dangereux figurant sur la liste est le suivant : "Travaux exposant à des substances et préparations explosives, comburantes, extrêmement inflammables, facilement inflammables, très toxiques, toxiques, nocives, cancérigènes, mutagènes, toxiques vis-à-vis de la reproduction, au sens des articles R. 4411-2 à R4411-6 du code du travail." : en résumé, si le gaz d'échappement émis est CMR, alors le plan de prévention est obligatoire dès la première heure de travail.



source INRS

Pour conclure, les gaz d'échappement représentent un enjeu majeur en matière de santé publique et de protection de l'environnement. Ensemble, ces normes, réglementations et initiatives de l'ADEME visent à protéger la santé humaine, à améliorer la qualité de l'air et à réduire les impacts négatifs des gaz d'échappement sur l'environnement.

3 Applications :

3.1 Dispositifs émetteurs et leur exposition :

On retrouve deux grands types de moteurs, d'un côté ceux que l'on appelle les moteurs à allumage commandé (moteur à essence) et ceux à allumage par compression (moteurs diesel). Dans le type "moteur à essence", un mélange d'air et de carburant est injecté dans la chambre de combustion du moteur. Ensuite, une bougie d'allumage génère une étincelle électrique pour enflammer le mélange air-carburant. Lorsque le carburant est enflammé, il se propage dans la chambre de combustion, créant une expansion des gaz brûlés. Cette expansion produit la force nécessaire pour déplacer les pistons du moteur, qui convertissent ensuite l'énergie thermique en énergie mécanique.

Dans le type "moteur diesel" seul de l'air est aspiré dans la chambre de combustion du moteur. L'air est ensuite fortement comprimé par le piston, ce qui élève considérablement sa température. Lorsque le carburant diesel est injecté dans la chambre de combustion à haute pression, il s'enflamme spontanément en raison de la chaleur élevée de l'air comprimé. Cette combustion spontanée crée une expansion de gaz brûlés, produisant la force nécessaire pour déplacer les pistons.

Les moteurs diesel ont un avantage en matière de sécurité lors de travaux en espace confiné, car le carburant diesel est moins inflammable que l'essence (point éclair supérieur), ce qui réduit les risques d'explosion en cas de fuite de carburant. Les gaz d'échappement des moteurs diesel contiennent également moins de gaz inflammables que les moteurs à essence, réduisant ainsi les risques d'incendie. En raison de leur construction robuste et de leur faible risque d'incendie qui leur confère une capacité à fonctionner dans des conditions difficiles et dans des environnements potentiellement dangereux (équipements de construction et d'exploitation minière) ils sont souvent considérés comme plus sûrs que les moteurs à essence dans ces contextes et c'est pourquoi on retrouve essentiellement des moteurs diesel dans les engins de chantiers ou dans beaucoup de véhicule thermique à destination des professionnels. Cependant, il est important de noter que ces derniers émettent des polluants atmosphériques, tels que les particules fines et les oxydes d'azote, qui peuvent avoir des effets négatifs sur la santé humaine et l'environnement.

3.1.1 Les machines thermiques

L'utilisation de petit moteur est extrêmement courante dans l'industrie et dans le BTP, on peut notamment citer les groupes électrogènes permettant d'avoir une source de production d'électricité dans un milieu qui en est dépourvu. Même si ce type d'engin est souvent retrouvé en extérieur, il n'est pas rare de voir ce genre d'engins dans des lieux clos ou insuffisamment aéré. L'exposition au gaz d'échappements résultant de la combustion devient alors une source de danger.



Générateur électrique diesel portable



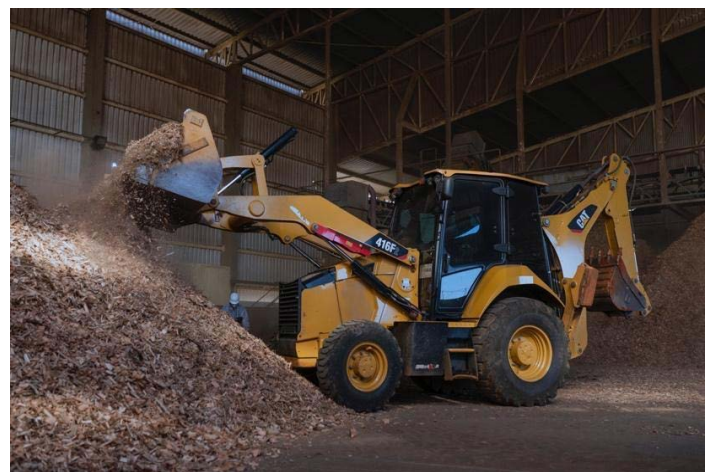
Chauffage diesel portable équipé d'une extraction pour les fumées d'échappement

3.1.2 Les véhicules thermiques

La réglementation différencie les machines thermiques des véhicules permettant le transport de personnes ou de marchandises. On en retrouve dans de nombreuses industries et entreprises, que ce soit pour le chargement de palettes avec les gerbeurs ou encore la manutention de matière brute avec des tractopelles dans des hangars. Dans tous les cas l'utilisations de ces engins est possible en intérieur et cela crée donc un risque pour la santé humaine avec l'exposition possible aux fumées d'échappements qui en découlent. Néanmoins, comme nous pourrons le voir après, pour ce type d'activité des solutions existent et peuvent être misent en place facilement pour diminuer ou supprimer l'exposition.



Gerbeur



Tractopelle

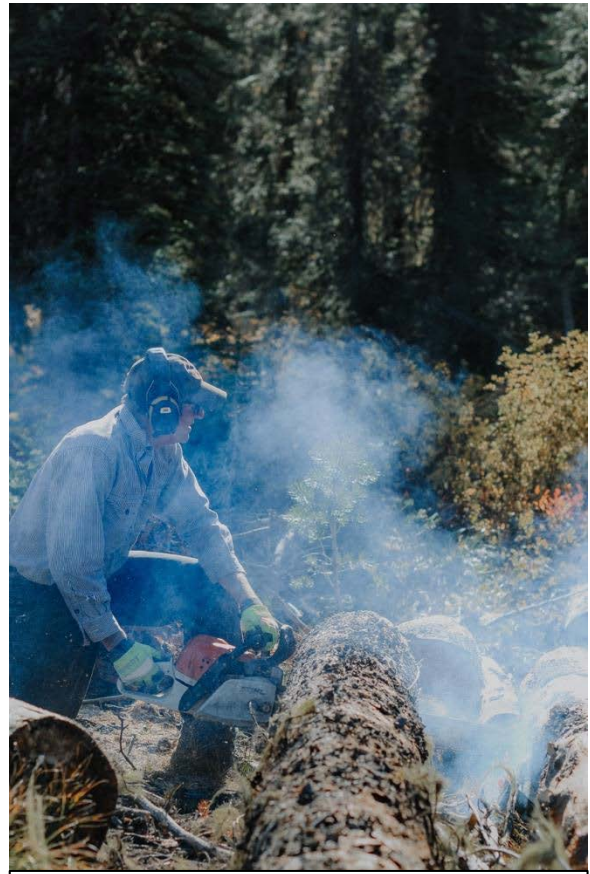
3.1.3 Les engins portatifs

Les engins portatifs émetteur de gaz d'échappement tels que les tronçonneuses, les débroussailleuses ou encore tes tondeuses présentent dans leur cas des petits moteurs à essence émettant des gaz d'échappement avec une teneur en monoxyde de carbone assez élevée. Ces engins étant de taille modeste l'installation de moteur diesel (souvent imposant) n'est pas possible, dans cette configuration, les gaz d'échappements des engins portatifs ne seront pas les mêmes que précédemment mais les risques restent inchangés.

Ces engins pouvant être tenu assez proche du visage de l'intervenant, lorsqu'ils sont utilisés dans des espaces confinés ou mal ventilés, cela peut causer des accidents graves, voire mortels, du fait de l'inhalation importante de monoxyde de carbone. Il est donc crucial de ne jamais utiliser ces équipements dans des locaux peu ventilés. De plus, il est important de noter que les masques à cartouche ou tout autre dispositif de protection respiratoire ne protègent pas contre le monoxyde de carbone dans de telles conditions.



Taille Haie



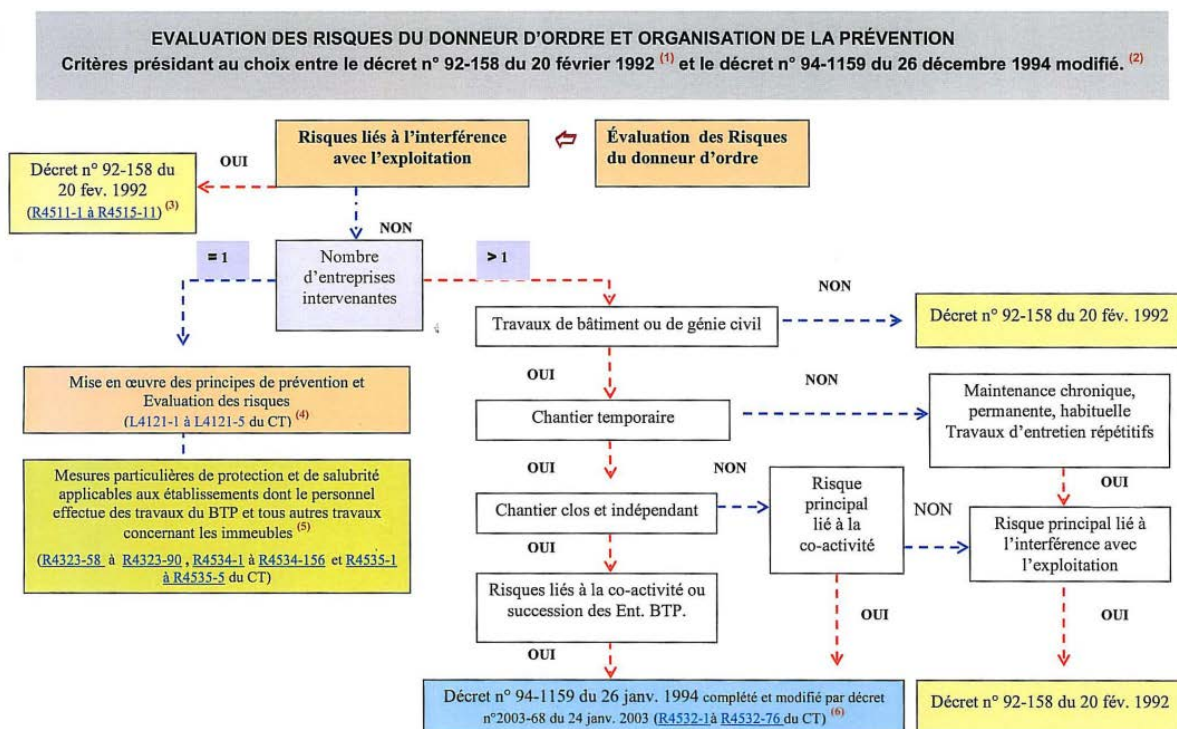
Tronçonneuse

3.2 Environnements particuliers :

Il n'est pas anodin d'être exposé à des gaz d'échappements impactant la santé du travailleur. Certaines personnes sont davantage exposées étant donné leur activité professionnelle mais aussi en fonction du lieu d'exposition. Un individu inhalant des gaz d'échappements dans un environnement clos ne sera pas impacté de la même manière qu'avec une exposition à l'air libre. Les environnements clos présentent un risque accru à cause de l'appauvrissement en oxygène et l'accumulation de particules nocives (tel que le CO) souvent à l'origine d'accidents graves voire mortels.

3.2.1 Les chantiers

Le monde des chantiers est un peu plus complexe, défini par une réglementation qui lui est propre, mais il est important de connaître les spécificités qu'il abrite. En effet sur un chantier toute entreprise y travaillant doit faire et fournir un PPSPS : un **Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé**. Dans la même lignée que le plan de prévention, celui-ci est propre aux chantiers qui sont sous le décret n°94-1159 du 26/12/94, c'est-à-dire tous chantiers clos et indépendant, alors que le Plan de prévention sera pour les 'chantiers' sous décret n°92-158 du 20/02/92, avec entreprise extérieure et entreprise utilisatrice. Un schéma simple pour mieux comprendre les enjeux :



(1) fixant les prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure

(2) relatif à la coordination lors des opérations de bâtiment et de génie civil, modifié et complété par le décret 2003-68 du 24 janvier 2003

(3) sans préjudice de l'application des articles R4211-3 à R4211-5 (dossier de maintenance) et R4532-57 du CT

(4) sans préjudice de l'application de l'article R4535-1 du CT

(5) ancien décret 65-48 du 8 janv. 1965 (abrogé) codifié par les décrets 2004-924 du 1^{er} sept. 2004 et 2008-244 du 7 mars 2008

(6) sans préjudice de l'application des articles L4532-1 à L4532-4, L4532-18 et R4533-1 du CT

Le PPSPS englobe toute l'analyse de risque de l'entreprise sur le chantier, ces risques propre⁹ et exportés¹⁰. Ceci comprend toutes les situations de travail auxquelles l'entreprise s'expose, le PPSPS comprend un plan d'action, de prévention associée à ces risques.

Celui-ci sera analysé et validé par le CSPS, le **Coordinateur Sécurité et de Protection de la Santé** présent sur chaque chantier dès la conception, si l'analyse de risque lui semble conforme et complète selon les situations de travail décrites. Le PPSPS, doit donc prendre en compte les risques avec les gaz d'échappement dans des lieux confinés, ainsi que la prévention associée, il faut qu'elle soit suffisante en fonction de l'activité, et avec une analyse dimensionnelle justifiant du plan d'action prévu. Ceci permet de prévenir des risques, malgré le fait qu'il faille rester vigilant.

Pour revenir au sujet, les gaz d'échappement sont omniprésents sur les chantiers que ce soit avec des groupes électrogènes, des moteurs, le danger est présent. Cependant les travailleurs peuvent être amenés avec ce genre d'outil dans des espaces clos, ou même confinés et c'est à ce moment-là que le danger s'aggrave et il est surtout plus probable qu'un accident se produise. C'est pour cela que l'analyse de risque en amont est importante afin d'éviter au maximum le danger et avoir des situations de travail sécuritaire.

Il est évident que les modes de préventions associés restent adaptés à la situation, notamment la ventilation à la source pour extraire les gaz d'échappement, ou encore un détecteur à oxygène qui permettra aux travailleurs d'être alertés en cas d'un taux d'oxygène devenu trop bas.

Le CISSCT (**Collège Interentreprise de Santé, de Sécurité et des Conditions de Travail**) est un moment d'échange important sur tout chantier qui se réalise tous les trois mois, il est important de faire part de vos inquiétudes, besoins, difficultés quant à vos conditions de travail. Ce moment peut permettre de débloquer des situations qui pourraient être complexes à gérer dans l'immédiat, de plus cela peut prendre en compte dans notre cas les gaz d'échappement auxquels vous pourrez être exposé.

⁹ Risque qui sont liés à l'activité de l'entreprise.

¹⁰ Risque de l'entreprise généré sur les collaborateurs des autres entreprises.

3.2.3 Espaces confinés

Les espaces confinés sont des environnements fermés ou partiellement fermés qui présentent des risques pour la santé et la sécurité des personnes qui y travaillent. Ces espaces peuvent inclure des sous-sols, des silos, des cuves, des fosses... Les espaces confinés favorisent l'accumulation possible de gaz toxiques, de la présence de vapeurs inflammables, de l'absence d'oxygène ou d'une combinaison de ces facteurs. Les risques pour la santé peuvent être mortels et les travailleurs peuvent être piégés ou étouffés si des précautions adéquates ne sont pas prises.

Le premier risque est dû à l'absence ou au faible taux de renouvellement de l'air provoquant un appauvrissement en oxygène. Rappelons que le taux d'oxygène dans une atmosphère respirable est de 21%, et le seuil minimal pour un travailleur (défini dans le code du travail) de 19%. En France, la réglementation relative aux espaces confinés est principalement définie par le Code du travail. Ce dernier impose des obligations aux employeurs pour prévenir les risques professionnels liés aux espaces confinés.

Voici quelques-unes des principales obligations imposées par la réglementation française concernant les espaces confinés :

- Évaluation des risques : L'employeur doit réaliser une évaluation des risques pour chaque espace confiné et établir un plan de prévention¹¹ pour réduire ces risques.
- Mesures de prévention : L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour éviter que des travailleurs soient exposés à des risques liés aux espaces confinés. Cela peut inclure la ventilation, la surveillance de l'atmosphère, la formation des travailleurs, l'utilisation d'équipements de protection individuelle et la mise en place d'un plan d'urgence.
- Formation des travailleurs : L'employeur doit assurer que les travailleurs concernés par les espaces confinés reçoivent une formation appropriée pour comprendre les risques et les mesures de prévention à mettre en place. Une formation est nécessaire pour toute personne voulant intervenir en espace confiné. Il existe notamment le CATEC (Certificat d'Aptitude de Travail en Espace Confiné) qui est obligatoire pour les interventions en espaces confinés dans les milieux de l'eau et de l'assainissement, Il existe également des recommandations supplémentaires pouvant servir d'additif à ce certificat: R447 ou la R472. On peut aussi citer la formation "Espace confiné intervenant + vigie" qui a été créée par le Mase Méditerranée GIPHISE et son Groupe de Travail GIES et qui est obligatoire pour travailler en espace confiné chez toutes les entreprises utilisatrices adhérentes au GIPHISE. .

¹¹ Démarche réglementaire d'évaluation des risques et de coordination des mesures de prévention lors de travaux ou d'interventions d'une entreprise extérieure au sein d'un établissement. **Voir page 13**

- Surveillance de l'atmosphère : L'employeur doit s'assurer que l'atmosphère des espaces confinés est régulièrement surveillée pour détecter les gaz toxiques, les vapeurs inflammables ou l'absence d'oxygène. Pour ce faire, il est possible d'utiliser un détecteur 4 gaz. Ce détecteur comprend 4 cellules, chacune pouvant détecter un gaz. Ce détecteur va comme sur la photo calculer la Limite Inférieure D'explosivité (LIE), la concentration en O₂, CO et H₂S.

Il faut savoir utiliser ce détecteur, une mauvaise utilisation ou préparation peut engendrer des conséquences graves :

- Avant chaque utilisation, il faut tarer (mise à zéro) l'appareil dans une atmosphère saine, hors du bureau ou d'un laboratoire.
- Il faut ensuite positionner le capteur en-dessous de la tête de préférence au niveau de la poitrine, pour que le détecteur détecte le gaz avant qu'il n'arrive à vous.



Il faut savoir que l'employeur est tenu de former ses salariés à l'utilisation des EPI, ainsi que tout équipement fourni. Il existe pour se faire des formations "risques gaz" ou "détecteur 4 gaz" afin d'apprendre à utiliser ce détecteur mais aussi pour comprendre les risques qui amènent à porter ce moyen de prévention.

- Plan d'urgence : L'employeur doit établir un plan d'urgence en cas d'accident ou d'incident dans un espace confiné. Ce plan doit être communiqué à tous les travailleurs concernés.

Il est important de noter que la réglementation relative aux espaces confinés est en constante évolution en France. Les employeurs doivent donc s'assurer de se conformer à la réglementation en vigueur et de rester informés des changements éventuels.

Dans les espaces confinés, le risque avec les gaz d'échappement est décuplé de par la taille de l'espace, la ventilation, les moyens de détection... c'est pour cela qu'il vous faut être d'autant plus vigilant lorsque vous faites face à ce genre de situation. Ci-dessous sera décrit les critères sur lesquels votre attention doit se porter pour éviter au maximum que l'événement redouté ne survienne. Comme vu précédemment, les gaz d'échappement sont une source courante de risques pour la santé et la sécurité des travailleurs qui interviennent dans des espaces confinés tels que les garages, les parkings souterrains et les tunnels.

D'après la réglementation vue précédemment, il est obligatoire de mettre en place des mesures spécifiques pour prévenir les risques liés aux gaz d'échappement dans les espaces confinés : Pour commencer les espaces confinés doivent être correctement ventilés pour évacuer les gaz d'échappement. Les systèmes de ventilation doivent être adaptés et dimensionnés aux caractéristiques des espaces confinés et leur bon fonctionnement doit être régulièrement vérifié.

Quelques points restent cependant primordiaux pour que cela fonctionne en suivant la réglementation applicable comme vu précédemment (page 18):

- Surveillance de l'atmosphère : Les niveaux de gaz d'échappement doivent être régulièrement surveillés à l'aide d'instruments de mesure appropriés. Les travailleurs qui interviennent dans les espaces confinés doivent être équipés de détecteurs de gaz pour être en mesure de détecter les niveaux élevés de gaz toxiques.
- Équipements de protection individuelle : Les travailleurs doivent être équipés de masques respiratoires, de lunettes de protection et de vêtements de protection pour éviter l'inhalation des gaz d'échappement.
- Formation des travailleurs : Les travailleurs doivent être formés sur les risques liés aux gaz d'échappement, les mesures de prévention à mettre en place et l'utilisation des équipements de protection individuelle.
- Mesures organisationnelles : Les employeurs doivent mettre en place des mesures organisationnelles pour réduire l'exposition aux gaz d'échappement. Cela peut inclure la limitation du nombre de travailleurs qui interviennent simultanément dans les espaces confinés et la planification des travaux en dehors des heures de pointe de circulation.

3.3 Les Dangers et leurs conséquences :

3.3.1 Classification par sources, dangers et conséquences

Le ministère du travail distingue deux types d'intoxications liées à l'exposition aux gaz d'échappement. Il y a l'intoxication aiguë, il s'agit de l'apparition d'effets néfastes sur l'Homme après l'inhalation de vapeurs à forte dose sur une courte exposition. Et l'intoxication chronique est l'apparition d'effets néfastes sur l'Homme après une exposition prolongée.

Sources	Danger potentiel	Conséquences
Diesel	Inhalation, intoxication chronique	Affection respiratoire, risque de cancer des poumons, de la vessie. Cancer de catégorie 1 par le CIRC.
Monoxyde de carbone	Inhalation, intoxication aiguë	Fatigue, nausée, maux de tête, perte de connaissance, comas parfois mortels.
Dioxyde de soufre	Inhalation, cutané	Corrosif, toxique, CMR de catégorie 3
Formaldéhyde	Inhalation	Cancérogène de catégorie 1 par le CIRC.
HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique	Sur une longue exposition (20 ans)	Augmente le risque de cancer des poumons, par irritation des bronches.
	Inhalation	Cancer de la vessie et classé cancérogène de catégorie 2A par le CIRC.
Benzène	Exposition chronique, inhalation	Cancérogène de catégorie 1 par le CIRC Leucémie par atteinte de la moelle osseuse.

Attention le benzène à une teneur dans les carburants fixés à 1%, depuis le 1er janvier 2000. Le benzène est un constituant naturel du pétrole qui est présent dans les carburants car il améliore les performances des moteurs.

3.3.2 Zoom sur les conséquences

Les maladies liées à l'exposition aux gaz d'échappement sont une préoccupation majeure pour la santé publique. Les gaz d'échappement émis par les moteurs thermiques contiennent un mélange complexe de substances chimiques dangereuses pour la santé humaine. L'exposition à ces gaz peut avoir de graves conséquences sur la santé, tant pour la population générale que pour les travailleurs. Les effets néfastes peuvent aller d'une simple gêne respiratoire au cancer. Il est donc essentiel de prendre des mesures pour réduire l'exposition aux gaz d'échappement, tant au niveau individuel que collectif.

Maladies associées

L'exposition prolongée aux gaz d'échappement peut causer plusieurs maladies professionnelles chez les travailleurs. Comme on a pu le voir recensé dans le tableau ci-dessus, les maladies les plus courantes liées à cette exposition sont les suivantes :

Les maladies respiratoires : Les gaz d'échappement contiennent des particules fines (PM) et des substances irritantes qui peuvent causer des maladies respiratoires, telles que l'asthme, la bronchite chronique, la pneumonie et la fibrose pulmonaire. Plus les particules sont fines et plus elles iront se loger profondément dans les alvéoles pulmonaires. Le premier danger avec les gaz d'échappement c'est l'inhalation, ce qui explique les 3 607 800 personnes prises en charge chaque année pour maladies respiratoires chroniques. (Source Ameli)

Les maladies cardiovasculaires : Les gaz d'échappement contiennent également des substances nocives pour le système cardiovasculaire, qui peuvent provoquer un infarctus, une insuffisance cardiaque et des accidents vasculaires cérébraux. C'est l'une des premières causes de décès en France avec 150 000 morts. (Source Ameli)

Les cancers : Les gaz d'échappement contiennent des substances cancérigènes, telles que le benzène et les hydrocarbures aromatiques polycycliques, qui peuvent causer différents types de cancers, notamment le cancer du poumon, le cancer de la vessie et le cancer du rein.

Les troubles neurologiques : Les travailleurs exposés aux gaz d'échappement peuvent également développer des troubles neurologiques, tels que des maux de tête, des troubles du sommeil, de la fatigue et des irritations des yeux et des voies respiratoires.

Effets sur la reproduction : Certaines substances présentes dans les gaz d'échappement peuvent avoir des effets néfastes sur la fertilité et la santé reproductive des travailleurs exposés, entraînant des problèmes tels que des troubles de la reproduction, des anomalies congénitales chez les enfants à naître et des complications pendant la grossesse.

4 Les moyens de préventions

4.1 En suivant les Principes Généraux de Prévention

N°	Principes Généraux de Prévention	Comment faire ?	Idée de réalisation
1	Éviter le risque : comment ?	Supprimer les expositions aux gaz d'échappements.	Remplacer les moteurs thermiques par des moteurs électriques.
2	Analyser les risques qui ne peuvent être évités	Développer ou mettre en place un outil d'analyse des risques, servira à déterminer les actions à mettre en place. Regarder l'impact des gaz d'échappement sur les travailleurs et décider si cela est acceptable ou non.	Outil OiRA ¹² (gratuit) développé par L'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail.
3	Combattre le risque à la source : les outils existants	Utilisation de moteurs moins polluants et/ou dégageant moins de particules nocives. Adaptation de filtres ou de tuyaux d'extraction des fumées vers l'extérieur du lieu de travail.	Mise en place de tuyau d'extraction des fumées d'échappement. Port de détecteur 4 gaz personnel.
4	Adapter le travail à l'homme : Comment procéder ?	Adapter les équipements en fonction de la tâche, nécessité d'utiliser un engins dégageant des fumées d'échappement ?	Utilisation d'engins d'élagage manuel (si utilisation succinctes), de transpalette manuel pour les petites charges etc...
5	Tenir compte de l'évolution de la technique : ou chercher ?	Utilisation d'engin récent respectant des normes environnementales plus strictes et émettant moins de particules nocives Utilisation de carburant moins polluant (adapter aux engins ?).	Choix de véhicules Crit'Air 1, 2.

¹² Online interactive Risk Assessment

6	Remplacer ce qui est dangereux par ce qui l'est moins	Remplacer les moteurs diesels par des moteurs essences. Remplacer les moteurs thermiques par des moteurs électriques.	Remplacer les moteurs par leur correspondant moins dangereux. Attention au lieu d'utilisation, privilégier les diesels dans les espaces confiné (risque d'explosion plus faible)
7	Planifier la prévention	Avoir un plan d'actions annuel à la suite de l'analyses de risque (DUERP) Mise en place de VGP (vérification générale périodique).	Établir un planning / plan de prévention et des actions correctives pérennes.
8	Prioriser les EPC aux EPI	Mettre en place des mesures de protection collectives (Aérations/sorties de gaz d'échappement) Port de capteur de gaz afin de prévenir les intoxications et les anoxies.	Tuyau d'extraction des fumées, ventilation forcée des lieux clos de travail, détecteur de CO ₂ / 4 gaz.
9	Formations et informations des salariés	Mise en place de formation et de sensibilisation sur les risques liés aux gaz d'échappements et à la manipulation des engins thermiques / utilisation d'un capteur 4 gaz / Port d'un ARI.	Mise en place de formation, même sous forme de e-learning ou Pré Job Briefing.

Attention, toute substitution ou remplacement d'un engin, d'un appareil ou d'une méthode par une autre, ne doit pas créer de nouveaux dangers/risques.

Exemple : Substituer un moteur thermique par un moteur électrique peut engendrer des risques d'électrisation/électrocution, la prise en compte de la gestion SSI¹³ est différentes etc...

¹³ Système de sécurité incendie

4.2 Les contrôles réglementaires

La maintenance régulière des engins pour maintenir des niveaux d'émission de polluants aussi faibles que possible est importante pour protéger l'environnement et la santé humaine. Les émissions de polluants atmosphériques, tels que les particules fines et les oxydes d'azote, peuvent avoir des effets négatifs sur la qualité de l'air et la santé des travailleurs exposés. Par conséquent, il est crucial de prendre des mesures préventives pour garantir que les engins fonctionnent de manière efficace et respectueuse de l'environnement.

En outre, la sensibilisation des conducteurs des engins au fonctionnement et à l'entretien du filtre à particules est également importante pour assurer l'utilisation correcte du système et éviter les dommages éventuels. Les conducteurs qui sont bien formés et informés sur l'utilisation et l'entretien des équipements de leur machine sont plus susceptibles de les utiliser correctement, de minimiser les émissions de polluants et de prolonger la durée de vie des équipements.

La réglementation du Code du travail exige que les engins mobiles tels que les machines d'extraction, de terrassement, d'excavation, de forage du sol à conducteur porté, les machines à battre les palplanches et les engins de levage, subissent des vérifications générales périodiques (VGP) régulières. Ces vérifications visent à détecter toute détérioration pouvant entraîner des dangers potentiels et doivent être effectuées dans les délais prescrits (article R. 4323-23).

Le système de régénération FAP doit être vérifié dans le cadre de ces contrôles pour s'assurer que le filtre est en bon état de fonctionnement et que les émissions sont maintenues dans les limites réglementaires. Il est donc essentiel de s'assurer que ces vérifications sont effectuées régulièrement et que les engins sont maintenus en bon état pour garantir la sécurité des travailleurs et pour respecter les réglementations environnementales.

En France, les véhicules doivent passer un contrôle technique régulier, qui comprend un contrôle des émissions spécifiques pour vérifier leur conformité aux normes en vigueur. Ces tests incluent des mesures de la teneur en CO₂, des tests d'opacité des fumées et des mesures des émissions de polluants.

Les autorités françaises, comme la Répression des fraudes (DGCCRF), effectuent des contrôles réguliers pour lutter contre la fraude aux dispositifs antipollution. Les constructeurs automobiles doivent se conformer aux réglementations et les véhicules ne doivent pas être équipés de logiciels frauduleux ou de dispositifs de contournement des tests d'émissions.

5 conclusion

En conclusion, les gaz d'échappement en France représentent un problème de santé publique et environnemental majeur qui nécessite une attention continue et des mesures d'atténuation efficaces. Les activités industrielles, les chantiers de construction, le transport de marchandises et d'autres secteurs génèrent des émissions significatives de gaz d'échappement qui ont des conséquences néfastes sur l'environnement et la santé des travailleurs.

La France a mis en place des réglementations et des normes strictes pour contrôler les émissions de gaz d'échappement dans le secteur professionnel. Des mesures de prévention et de protection sont mises en œuvre pour réduire l'exposition des travailleurs aux polluants atmosphériques, notamment par le biais de systèmes de ventilation adéquats, de l'utilisation d'équipements de protection individuelle et de bonnes pratiques en matière de gestion des émissions.

La réduction des gaz d'échappement dans le secteur professionnel nécessite une approche multidimensionnelle, impliquant la collaboration entre les entreprises, les travailleurs, les autorités réglementaires et les organisations environnementales. En améliorant les pratiques industrielles, en favorisant l'adoption de technologies propres et en renforçant la sensibilisation, nous pouvons réduire les émissions de gaz d'échappement, préserver la qualité de l'air et créer des environnements de travail plus sains pour tous.

6 Bibliographie

https://www.cchst.ca/oshanswers/chemicals/diesel_exhaust.html

http://www.adilca.com/COMBUSTION_DES_CARBURANTS.pdf

<https://www.airbreizh.asso.fr/monoxyde-de->

[carbone/#:~:text=Le%20monoxyde%20de%20carbone%20\(CO,un%20air%20appauvri%20en](https://www.airbreizh.asso.fr/monoxyde-de-carbone/#:~:text=Le%20monoxyde%20de%20carbone%20(CO,un%20air%20appauvri%20en)

[%20oxyg%C3%A8ne](https://www.airbreizh.asso.fr/monoxyde-de-carbone/#:~:text=Le%20monoxyde%20de%20carbone%20(CO,un%20air%20appauvri%20en%20oxyg%C3%A8ne)

<https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/batiments/article/intoxications-au->

[monoxyde-de-carbone](https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/batiments/article/intoxications-au-monoxyde-de-carbone)

<https://www.grand-est.ars.sante.fr/comment-eviter-les-intoxications-au-monoxyde-de->

[carbone-grand-public](https://www.grand-est.ars.sante.fr/comment-eviter-les-intoxications-au-monoxyde-de-carbone-grand-public)

<https://www.atousante.com/faq/risques-pour-la-sante-dune-exposition-aux-gaz->

[dechappement/](https://www.atousante.com/faq/risques-pour-la-sante-dune-exposition-aux-gaz-dechappement/)

<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206246>

<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206296>

<https://www.inrs.fr/risques/espaces-confines/formation-personnel.html>