



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département sécurité industrielle et environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : hygiène et sécurité industriel

Spécialité : sécurité industrielle et environnement

Thème

Prévention des accidents domestique Cas de monoxyde de carbone en Algérie

Présenté et soutenu publiquement par :

DJABELARBI Abdelkrim et **HAMEL Mustapha**

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
TAHRAOUI Mohamed	MAA	IMSI	Président
BENATIA Noureddine	MAA	IMSI	Encadreur
NADJI Med Amine	MAA	IMSI	Examineur

Année : 2020-2021

Remerciements

Je remercie Allah, le tout puissant, le miséricordieux, de m'avoir appris ce que j'ignorais, de m'avoir donné la santé et tout dont je necessitais pour l'accomplissement de ce mémoire.

Le travail présenté dans ce mémoire a été effectué avec la collaboration de plusieurs personnes que je les remercie.

Nous remercions notre encadreur Docteur **NOUREDDINE BENATIA** pour son aide précieuse, ses remarques et ses conseils qui nous ont permis de terminer ce modeste travail.

Nous avons eu le grand plaisir de travailler sous votre direction, et avons trouvé auprès de vous le conseiller et le guide qui nous a reçus

Egalement, je remercie l'ensemble des professeurs et enseignants de l'institut de maintenance et de sécurité industriel qui ont participé à ma formation pendant tout ma formation universitaire. Et à tous ce qui ont enseigné moi au long de ma vie scolaire

Enfin, je ne peux oublier de remercier mes amies et mes collègues et à toutes les personnes qui auront contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Dédicaces

✚ Je dédie ce modeste mémoire de fin d'étude :

✚ A ma mère et mon père et mes grands-parents

✚ A mes frères et mes sœurs et à toute ma famille.

✚ A tous mes chers collègues de l'institut de maintenance et de sécurité industriel,

✚ spécialement YACINE ARKOUN, MOHAMED AZROUG ET TADJEDDINE

BELACEL

✚ Et à tous ce qui ont enseigné moi au long de ma vie scolaire

A tous mes amis.

Résumé :

L'intoxication au monoxyde de carbone demeure la première cause de morbidité et de mortalité d'origine toxique en Algérie. En effet, chaque année, des centaines de citoyens trouvent la mort par intoxication au monoxyde de carbone, ceci est surtout fréquent à l'approche de chaque saison hivernale.

Nous avons donc étudié tout ce qui correspond à ce "tueur silencieux", de Propriété physico-chimique de la molécule, les Processus de l'intoxication par le CO du corps humaine et donner quelques chiffres enregistrés des décès en Algérie durant les dernières années

Cette étude nous permet de d'identifier tous les actions et les moyens de prévention nécessaires de sensibilisation, l'utilisation des détecteurs des différents types et les systèmes modernes de détection des gaz toxiques pour lutter contre l'asphyxie.

Mots clés : Monoxyde de carbone, risque, prévention, intoxication gaz, asphyxie.

Abstract :

Carbon monoxide poisoning remains the leading cause of toxic morbidity and mortality in Algeria. In fact, every year, hundreds of citizens die from carbon monoxide poisoning, this is especially frequent as each winter season approaches.

We have therefore studied everything that corresponds to this "silent killer", the physicochemical property of the molecule, the processes of CO intoxication of the human body and give some recorded figures of deaths in Algeria during the last years.

This study allows us to identify all the actions and preventive means necessary to raise awareness, the use of detectors of different types and modern systems for the detection of toxic gases to fight against asphyxiation.

Keywords: Carbon monoxide, risk, prevention, gas poisoning, asphyxiation.

Keywords : carbon monoxide, risk, prevention, gas poisoning.

Liste des figures

Listes des figures :

Figure I.1 : Les accidents domestiques chez enfants en Algérie.

Figure II.1 : Les principaux émetteurs de polluants pour l'air ambiant.

Figure II.2 : les processus qui y concourent dans la pollution d'aire.

Figure II.3 : Pyramide des effets associés à la pollution atmosphérique.

Figure III.1 : Molécule de CO.

Figure III.2 : anatomie de l'intoxication de monoxyde de carbone.

Figure III.3 : Symptomatologie d'une intoxication de Co et taux d'HBCO.

Figure III.4 : Définitions des cas d'intoxications.

Figure III.5 : Production de monoxyde de carbone à partir de la dégradation de l'hème de l'hémoglobine.

Figure III.6 : Sources de Co au domicile.

Figure III.7 : Appareils impliqués dans les intoxications au Co en 2020.

Figure III.8 : Classification des intoxications au Co en fonction de la sévérité.

Figure IV.1 : détecteur de monoxyde carbone

Figure IV.2 : Les caractéristiques des différents détecteurs

Figure IV.3 : L'emplacement des détecteurs de fumées

Figure IV.4 : Structure générale

Figure IV.5 : Microcontrôleur Arduino

Figure IV.6 : Circuit typique d'un capteur de gaz

Figure IV.7 : Schéma électrique des capteurs MQx utilisés.

Figure IV.8 : Afficheur LCD 16*2 I2C.

Figure IV.9 : Les informations sur SIM900.

Liste des figures

Figure IV.10 : Buzzer.

Figure IV.11 : Diodes électroluminescentes (Rouge, Jaune, Vert).

Figure IV.12 : Relay.

Figure IV.13 : Ventilateur.

Figure IV.14 : Moteur pas à pas.

Figure IV.15 : Schéma synoptique du système.

Figure IV.14 : Structure de la fonction d'alarme.

Liste des tableaux :

Tableau II.01 : les principales sources et les effets des polluants sur la santé.

Tableau III.01 : propriétés physique de monoxyde carbone.

Tableau III.02 : l'effet de concentration du gaz CO.

Tableau III.03 : intoxication de monoxyde carbone au niveau d'Oran

Tableau.IV.01 : Les caractéristiques de l'Arduino Uno.

Tab IV.02 : Condition de travail standard de MQ2.

Tab IV.03 : Condition de travail standard de MQ5.

Tab IV.04 : Condition de travail standard de MQ7.

LISTE DES ABREVIATIONS :

As : l'arsenic.

ISO : International Standard Organisation.

CEI : La commission électrotechnique internationale.

Cd : le Cadmium.

Cr : Chrome

CO : Monoxyde de carbone.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

COV : Composés organiques volatils.

OVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques.

C (µg/m³) : Concentration des retombées de poussières.

GSM : Global System for Mobile Communications

HNO₃ : Acide nitrique.

HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Hb CO : la carboxyhémoglobine.

H₂S : sulfure d'hydrogène.

Hg : le mercure.

IR : Infrarouge.

I²C : Inter Integrated Circuit Bus

LCD : Liquid Crystal Display

NO_x : Oxyde d'azote.

NO : Monoxyde d'azote.

NO₂ : Dioxyde d'azote.

Ni : le Nickel.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

O₃ : L'ozone.

Ps : Particules en suspension.

Pb : le plomb.

Pd : palladium.

PM : Particulate matter.

Ppm : Partie Par Million

SO₂ : Dioxyde de soufre.

VLE : La valeur limite d'exposition.

Sommaire

sommaire:

Introduction générale	viii
-----------------------------	------

Chapitre I : Accidents domestiques

I.1. Introduction	1
I.2. Generalite sur les accidents domestiques.....	2
I.2.1. Notions d'accident domestique.....	2
I.2.1.1. Definition d'un accident	2
I.2.1.2. Definition des accidents domestiques	2
I.2.1.3. Accidents de la vie courante	3
I.2.1.4. Les differents types d'accidents domestiques.....	4
I.3. Facteurs et comportements a risque des accidents domestiques.....	6
I.3.1. Les facteurs humains dans la modelisation des accidents	7
I.3.2. Les facteurs materiels.....	8
I.3.3. Les comportements a risque des accidents domestiques.....	8
I.4. Retombees socioeconomiques dues aux accidents domestiques consequences.....	9
I.5. Prevention active des accidents domestiques	11
I.5.1. La motivation pour la prevention des accidents dans les entreprises.....	11
I.5.2. Le plan de l'oms sur la prevention des accidents domestiques	13
I.5.3. LA Prevention des accidents domestiques :	13
Conclusion.....	20

Chapitre 2 : La pollution atmosphérique

II.1. Introduction	21
II.2. Definitions.....	22
II.3. Niveaux de pollution.....	23
II.3.1. Niveau local.....	23
II.3.2. Niveau regional	23
II.3.3. Niveau planetaire.....	23
II.4. Sources de la pollution atmospherique	24
II.4.1. Les sources naturelles.....	24
II.4.1.1. Le volcanisme	25
II.4.1.2. La foudre	25
II.4.1.3. Autres sources naturelles de pollution	26
II.4.2. Les sources anthropiques.....	26

Sommaire

II.4.2.1.La production d'énergie thermique	27
II.4.2.2. L'industrie	27
II.4.2.3. Les transports et l'automobile.....	28
II.4.2.4. Les déchets	28
II.4.2.5. Les activités agricoles	29
II.5. Les polluants de l'air	29
II.5.1. Composition de l'atmosphère	29
II.5.2. Les polluants gazeux	31
II.5.3. Les polluants particulaires	33
II.6. Les effets de la pollution de l'air	35
II.6.1.Effets sur la santé.....	36
II.6.2.Effets sur l'environnement	40
Conclusion.....	43

Chapitre III : le monoxyde de carbone

III.1.Introduction.....	44
III.2.Propriétés physicochimiques	45
III.2.1.Propriétés physiques	45
III.2.2.Propriétés chimiques	46
III.3. Processus d'intoxication de monoxyde de carbone	46
III.4.Formation.....	48
III.4.1.Formation endogène.....	49
III.4.2.Formation exogène.....	49
III.5.Les sources de production et intoxication de monoxyde carbone.....	50
III.6.Symptômes	52
III.6.1.Intoxication aiguë.....	52
III.6.2.Intoxication chronique.....	55
III.7.Statistique de décès en cas d'intoxication de monoxyde carbone en Algérie	57
Conclusion	59

CHAPITRE IV : Mesures et actions de prévention

IV.1.Introduction	60
IV.2. Réglementation et sensibilisation.....	61
IV.3. Détecteurs.....	63
IV.3.1.Le détecteur de monoxyde de carbone	63

Sommaire

IV.3.2. Choix de detecteur de monoxyde carbone.....	63
IV.3.3.L'emplacement de detecteur de monoxyde de carbone	65
IV.4. Systeme de detection des gaz toxiques.....	66
IV.4.1. Principe du systeme	66
IV.4.2. Circuits de commande et de mesure du systeme.....	66
IV.4.2.1. Microcontrolleur arduino	66
IV.4.3.1.Les capteurs.....	69
IV.4.3.2.Principaux parametres d'un capteur de gaz	69
IV.4.3.3.Les differents types des capteurs MQx	71
IV.4.4.Afficheur lcd 16*2 i2c.....	73
IV.4.5. Module gsm	74
IV.4.6. Le buzzer	75
IV.4.7 Led	75
IV.4.8. Relais.....	76
IV.4.9.Ventilateur	76
IV.4.10. Moteurs pas a pas	77
Conclusion.....	80
Conclusion générale	81
Bibliographie.....	82
webographie.....	85

Introduction Générale :

L'homme est menacé par plusieurs risques direct (comme les accidents de travail ou les accidents domestiques) ou indirect (comme la pollution d'eau, la pollution du sol et surtout la pollution d'aire) qui endommagé leur santé et causé des maladies professionnels ou la mort comme l'apparition des maladies mortelles en l'occurrence les tumeurs, les maladies cardiovasculaires, le sida, la tuberculose, les maladies de l'appareil respiratoire, l'hypertension artérielle, le diabète, etc.

Les accidents domestiques désignent les accidents qui surviennent dans une habitation et dans ses abords à l'exemple des chutes, des brûleurs, de l'intoxication, des noyades, de l'incendie par gaz et/ou électricité, de l'étouffement, des blessures, etc. Ils se traduisent par un dommage physique et moral à des coûts directs, indirects et intangibles. Ces accidents concernent principalement les enfants et les personnes âgées.

Selon l'OMS, environ 1.2 millions de décès et 50 millions de blessés sont dus aux accidents domestiques. Chaque année, les accidents domestiques sont également des causes non négligeables de mortalité et de morbidité graves.

Le risque d'intoxication au monoxyde de carbone (gaz CO) est le risque majeur des accidents domestiques. Première cause de décès par intoxication aiguë en Algérie et dans le monde, Chaque année, dans notre pays, les intoxications au monoxyde de carbone sont responsables de plusieurs dizaines de décès et d'un millier d'hospitalisations. Elles sont plus fréquentes pendant la saison automne-hivernale. Près de la moitié des victimes sont âgées de moins de 30 ans. Tous les appareils à combustion peuvent causer une intoxication : chaudière à gaz ou au fioul, chauffe-eau à gaz, poêle à charbon ou à pellets, poêle à pétrole... Le monoxyde de carbone est émis dans les logements lors d'une mauvaise combustion (appareils défectueux, manque de ventilation...). Inodore et incolore, les premiers signes d'intoxication sont le seul moyen de détecter sa présence. Inhalé, le monoxyde de carbone vient se fixer sur l'hémoglobine du sang pour prendre la place de l'oxygène, causant ainsi l'asphyxie. Maux de tête, vertiges, nausées, vomissements... l'action du monoxyde de carbone peut être très rapide et sa victime peut perdre connaissance en quelques minutes.

Il est capital de respecter la réglementation et d'adopter les bons gestes pour éviter l'intoxication qui peut s'avérer fatale !

Introduction générale

- Faites ramoner mécaniquement tous les conduits de fumées par un professionnel qualifié,
- Faites vérifier vos installations de chauffage par un professionnel qualifié,
- Aérez régulièrement votre logement et ne bouchez jamais les grilles d'aération,

La prévention des accidents domestiques repose essentiellement sur l'anticipation, la

Notre objectif à travers cette étude est de tenter d'étudier la problématique des accidents domestiques particulièrement l'intoxication de monoxyde de carbone en Algérie et leur prévention, particulièrement l'intoxication de monoxyde de carbone.

Notre projet de fin d'études est basé sur quatre chapitres :

-Le premier chapitre s'intitule " les accidents domestiques : causes, conséquences et prévention". Ce chapitre porte sur quatre sections. Nous nous intéresserons premièrement aux accidents domestiques. Ensuite, nous présenterons les facteurs et comportements à risque des accidents domestiques. Puis, nous donnerons les retombées socioéconomiques dues aux accidents domestiques : coûts directs, indirects et intangibles. Enfin, nous clôturerons ce chapitre par les politiques de prévention des accidents domestiques.

-Le deuxième chapitre : on complète l'étude de la pollution de l'air à travers les définitions, et l'identification des différentes sources de cette pollution, leurs niveaux, aussi par la description des différents polluants et enfin par l'explication des différents effets sur la santé humaine et l'environnement engendrés par cette pollution.

- Le troisième chapitre, une description générale sur le monoxyde de carbone, , Propriété physico-chimique de la molécule, Processus de l'intoxication par le CO du corps de l'homme, Quelques chiffres enregistrés des décès en Algérie durant les dernières années.

-le quatrième chapitre : On explique les mesures et actions à entreprendre pour prévenir l'intoxication de gaz monoxyde de carbone, le rôle de la réglementation et la sensibilisation, les détecteurs et ses types et le système de détection des gaz toxiques

I.1. Introduction :

Un accident est un évènement subit et imprévu dû à une influence externe, qui cause des dommages aux personnes et résulte de l'interaction entre les personnes et des objets.

On associe souvent la notion d'accident sur le lieu de travail à celle de dommages corporels. Lorsqu'une machine subit des dégâts, on a tendance à parler de dommages matériels ou de perturbation mais pas d'accident les atteintes à l'environnement sont fréquemment qualifiées d'incidents. Les accidents, incidents et perturbation qui ne provoquent pas de dommages corporels ou matériels sont appelés « quasi-accidents » ainsi, bien que l'on puisse juger légitime de dommages matériels quand on a affaire à des objets et à l'environnement tous ces événements seront désignés ci-après comme étant des accidents. [I]

I.2. Généralités sur les accidents domestiques :

Les accidents domestiques se définissent comme des traumatismes non intentionnels de la vie courante, survenant dans la maison ou ses abords immédiats. Appelés par certains

« L'épidémie oubliée », plusieurs rapports et études tendent à démontrer le caractère sous-évalué de leurs impacts sur la morbidité et la mortalité de l'enfant. En effet, les accidents de la vie courante tuent plus que ceux de la route avec parfois des séquelles et des répercussions financières sur la société.

L'accident domestique traduit un défaut ou un relâchement de la vigilance de l'homme en face d'une agression soudaine d'une force extérieure et qui provoque un dommage (corporel et/ou mental).

I.2.1. Notions d'accident domestique :**I.2.1.1. Définition d'un accident :**

L'OMS définit l'accident comme un évènement indépendant de la volonté humaine, provoqué par une force extérieure agissant rapidement, et qui se manifeste par un dommage corporel ou mental.

I.2.1.2. Définition des accidents domestiques :

Les accidents domestiques sont les accidents de la vie courante sont des traumatismes non intentionnels qui se répartissent usuellement selon le lieu où l'activité représentent un problème de santé publique leur prévention est capitale. [II]

I.2.1.3. Accidents de la vie courante :

Les accidents de la vie courante se définissent comme les accidents survenant au domicile ou dans ses abords immédiats.

Les accidents de la vie courante sont répartis en :

- accidents domestiques : se produisant à la maison et ses abords immédiats (jardin, Cour, garage et autres dépendances),
- accidents survenant à l'extérieur (magasin, trottoir, à proximité du domicile, ...
- accidents scolaires.
- accidents de sports.
- accidents de vacances et de loisirs.

I.2.1.4. Les différents types d'accidents domestiques :

Les accidents domestiques constituent un problème majeur de santé publique dans tous les pays. Ils représentent une des plus importantes causes de décès.

Les brûlures :

Il entraîne un taux d'hospitalisation élevé. Des dommages plus ou moins graves produits sur une partie vivante par le feu, par un corps très chaud ou par une matière acide elles peuvent être provoquées par le liquide bouillant, la flamme, les solides chauds, l'électrocution. Nous distinguons différents.

Types de brûlures : brûlure thermique, brûlure électriques, brûlures solaire, etc. [II]

Les traumatismes :

Les traumatismes sont résumés dans l'ensemble des troubles provoqués par une blessure, un Choc, une émotion violente, une chute, les objets tranchants ou pointus, une arme à feu, etc. En effet, les traumatismes se répartissent en deux groupes.

- **Les traumatismes intentionnels :** qui regroupent : les violences et agressions ; les suicides et tentatives de suicide.
- **Les traumatismes non intentionnels,** qui constitue les accidents, usuellement répartissent accidents du travail, accidents de la route, et accidents de la vie courante.
- **Les traumatismes domestiques** appelés « accidents domestiques » qui reproduisent à la maison ou dans ses abords immédiats.
- **Les traumatismes survenant à l'extérieur** (magasins, transports,...).
- **Les traumatismes de sport**
- **Les traumatismes de loisir.** [III]

❖ Les intoxications :

Les intoxications sont des empoisonnements par une substance toxique. Elles peuvent être provoquées par l'inhalation (monoxyde de carbone, vapeur) et/ou par ingestion (produits ménagers, médicaments, produits agricoles).

❖ Les noyades :

Sont la première cause des décès par accidents de la vie courante les noyades peuvent être provoquées par la chute dans un puits, dans une piscine.

❖ **Les chutes :**

Les chutes sont considérées comme la cause la plus fréquente d'accidents domestiques. La tolérance des parties molles des individus et la plasticité de leur squelette ne font que la majorité de ces chutes sont sans grandes conséquences.

Les chutes touchent les enfants de tout âge. Les blessures qu'elles occasionnent ne sont généralement pas graves et ne demandent que peu de soins. Parfois, les lésions peuvent être plus graves (fractures, membres foulés,...) et nécessitent plus de soins, voire même une hospitalisation.

❖ **Étouffement :**

Bloquer les voies respiratoires et entraîner l'étouffement.

❖ **Blessures/coupures :** à cause d'un objet dangereux.**I.2.2. Les accidents domestiques en Algérie :**

En Algérie chaque année plus de 500.000 enfants sont victimes d'accidents domestiques. La tranche d'âge la plus touchée est celle de 0 à 5 ans. Les chiffres sont alarmants selon une enquête effectuée par les services de la protection civile en 2017. Les statistiques arrêtées par l'institution font état de 592.249 interventions, 580.125 blessés et **3996** est le nombre de décès.

Pour ce qui concerne l'année en cours 2018, 42 décès par intoxication au monoxyde de carbone, ont déjà été enregistré depuis le début de l'année. Près de 96 % des accidents surviennent suite à des brûlures thermiques, 60 cas (3%) des brûlures électriques et enfin 45 cas des accidents (1%) sont provoqués par des produits chimiques.

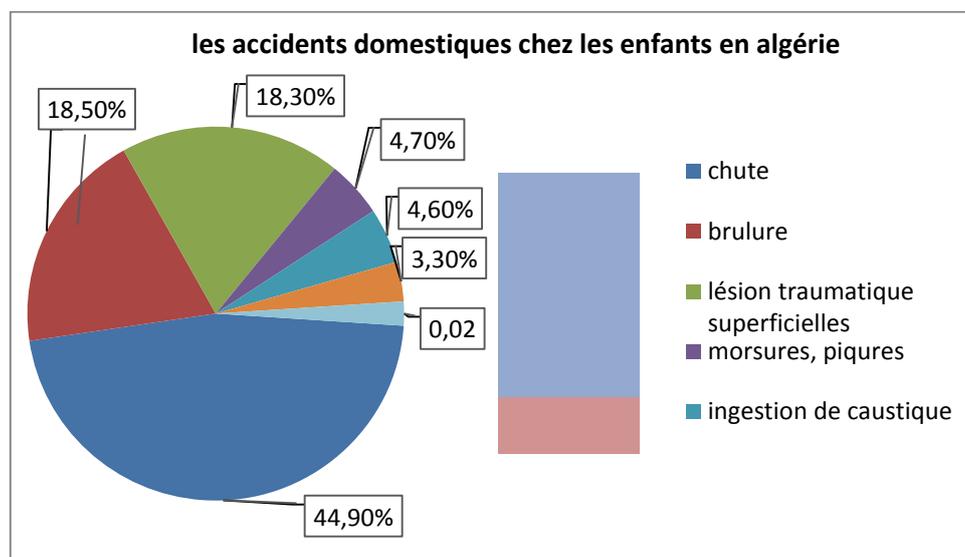


Figure I.1. Les accidents domestiques chez enfants en Algérie.

I.3. facteurs et comportements à risque des accidents domestiques :

Les risques des accidents domestiques sont souvent complexes. Ils mettent en jeu des facteurs Environnementaux, matériels et comportementaux

I.3.1. Définition d'un risque :

Le risque pourrait être défini comme une exposition à un danger, c'est-à-dire que l'action est un facteur pouvant mener à l'accident. En effectuant l'action, on transforme potentiellement une situation dangereuse en accident.

I.3.2. Les facteurs déterminant le risque :

- Les facteurs qui déterminent la présence ou l'absence (ou le potentiel) de risques quels qu'ils soient.
- Les facteurs qui augmentent ou diminuent la probabilité de voir ces risques aboutir à des accidents ou à des dommages corporels.
- Les facteurs qui influent sur la gravité des accidents associés à ces risques.

Pour connaître le premier type de facteur, il faut identifier les causes de l'accident à savoir les sources d'exposition et les autres facteurs nocifs ; les deux autres types de facteurs sont ceux qui influent sur la mesure du risque.

Dans le milieu de travail les principaux facteurs qui sont les causes d'un préjudice prenant la forme de maladies professionnelles ou d'accidents du travail sont les suivants :

- Les expositions chimiques (solvant, produit de nettoyage)
- Les expositions physiques (bruit, rayonnement, chaleur, froid, éclairage insuffisant, manque d'oxygène etc.)
- Les expositions physiologiques (lourdes charges, mauvaise postures, travail répétitif) ;
- Les expositions biologiques (virus, bactéries, farine, sang animal ou cuir, etc.) ;
- Les expositions psychologiques (travail isolé, menace de violence, irrégularité de l'horaire de travail, exigences professionnelles inhabituelles, etc.)

Les facteurs nocifs à cause desquels les victimes d'un accident peuvent subir des lésions sont souvent liés à différentes formes, source ou utilisations d'énergie par exemple :

- L'énergie nécessaire pour couper, diviser ou niveler habituellement liée à différents types d'objet coupants tels que couteaux, scies et outils tranchant.
- L'énergie nécessaire pour presser et comprimer habituellement liée à différents outils de façonnage tel que presses et outils de serrage.

- La conversion d'énergie cinétique en énergie potentielle par exemple, lorsqu'un objet heurte le travailleur ou tombe sur lui.
- La conversion de l'énergie potentielle d'une personne en énergie cinétique lorsqu'il y a chute d'un niveau à un autre.
- La chaleur et le froid, l'électricité, le bruit, les rayonnements et les vibrations ;
- les substances toxiques et corrosives.
- l'énergie exposant l'organisme à une contrainte excessive, par exemple lors du déplacement de charges lourdes ou de la torsion du corps.
- Le stress mental et le stress psychologique, résultant par exemple de la menace de violence.

Ces différents facteurs seront présentés dans ce qui suit. [II]

I.3.3. Les facteurs humains dans la modélisation des accidents :

Les facteurs humains sont une composante majeure des causes des accidents du travail. Les estimations de leur rôle réel sont très variables :

I.3.3.1. La nature de l'erreur :

Il est donc fondamental pour la prévention de comprendre la nature e l'erreur, le moment où elle intervient et ses causes.

I.3.3.2. Les modèle d'erreurs humaines : les fautes sont de trois types :

- Les erreurs dues au non-respect des règles, lorsque le comportement suppose l'application de certaines règles.
- Les erreurs par manque de connaissances, dans un contexte de résolution de problème, lorsque l'intéressé n'a ni compétence ni règle à appliquer.
- Les erreurs par manque de connaissances résultent d'un défaut de compétence, les erreurs dues au non-respect des règles d'une mauvaise application des compétences.

I.3.3.3. Le rôle des facteurs humains dans les accidents :

Premièrement, les facteurs causatif n'ont pas tous la même importance dans la causalité et dans le temps. De plus ces deux dimensions peuvent varier de façon indépendante ; certaines causes peuvent être importantes parce qu'elles sont très proche au moment de l'accident.

Deuxièmement, on admet généralement que les accidents ont des causes multiples. Il peut y avoir, entre les composantes humaines, techniques et environnementales du système de travail des interactions critiques.

Troisièmement, ces deux considérations la nature de l'événement et la nature de sa contribution influent l'une sur l'autre. S'il y a toujours des causes multiples, elles n'ont pas un rôle équivalent. Il est essentiel de bien connaître le rôle des différents facteurs pour comprendre pourquoi un accident s'est produit et éviter une récurrence.

Des facteurs de risque des accidents domestiques émanent de l'environnement :

C'est-à-dire des conditions de vie des individus, résumés dans ce qui suit) :

- Les facteurs matériels.
- Le facteur social et culturel. [IV]

I.3.4. Les facteurs matériels :

Les accidents domestiques font intervenir des éléments matériels : éléments structureaux du logement (escaliers, portes, fenêtres près du sol, vétusté de l'habitat, exigüité), le mobilier, De plus, à chaque environnement comporte ses propres risques, en ville, sont reconnues comme facteurs de risque d'un accident domestique, les constructions anciennes.

I.3.5. Les comportements à risque des accidents domestiques :

Les comportements à risque des accidents domestiques sont multiples et parfois complexes. Les principaux comportements ou produits à risque des accidents domestiques, à plusieurs Situations, ont été distingués :

- Le manque d'attention.
- La méconnaissance des risques.
- Les comportements liés à un élément naturel.
- Les comportements liés à un produit mal conçu.
- Les comportements liés à un outil indispensable à l'activité humaine.
- Les équipements vétustes, mal utilisés ou mal adaptés.

Ces différents comportements seront présentés dans ce qui suit.

I.3.5.1. Le manque d'attention : En effet de stress

I.3.5.2. La méconnaissance des risques :

Il est important de bien connaître les différents dangers pour pouvoir s'en protéger.

I.3.5.3. Les comportements liés à un élément naturel :

Élément comme l'air, le feu, le froid, à l'eau, etc.

I.3.5.4. Les comportements liés à un produit mal conçu :

L'utilisation d'un produit ne prend pas en compte le comportement raisonnablement prévisible de la part des individus.

I.3.5.5. Les comportements liés à un outil indispensable à l'activité humaine :

L'utilisation de l'électricité, d'équipements électroménagers, de matériel de bricolage, des produits chimiques (médicaments, produits ménagers, insecticides, etc...) sont indispensables à l'activité humaine mais qui peuvent occasionner des accidents domestiques.

I.3.5.6. Les équipements vétustes, mal utilisés ou mal adaptés :

L'utilisation quotidienne du matériel vétuste, mal utilisé ou mal adapté comme la chaudière à bois, au fioul ou au gaz mal entretenue peut provoquer une intoxication au monoxyde de carbone. Aussi les équipements électriques n'étant pas aux normes ou étant trop vétustes sont un risque important d'électrocution ou d'électrisation.

Au terme de cette section, nous concluons que la survenue des accidents domestiques et la gravité des traumatismes sont influencées par des facteurs humains (la victime et son entourage) et des facteurs environnementaux (physique et matériel). C'est l'interaction entre ces deux facteurs qui détermine la probabilité de la survenue de l'accident et la gravité de ses conséquences. La prévention doit se jouer alors en permanence sur ces deux facteurs. [1]

I.4. Retombées socioéconomiques dues aux accidents domestiques conséquences :

Les accidents domestiques ont à la fois un coût humain et économique. En effet, ils entraînent des conséquences pour les personnes accidentées qui gardent souvent des séquelles physiques, fonctionnelles ou affectives si par chance leur accident n'a pas été mortel, et pour la collectivité sur le plan économique et social.

Cependant, les chutes, les coups et collisions, les coupures et les brûlures sont les principaux accidents rencontrés. Ces événements parfois bénins, peuvent avoir des coûts et des conséquences dramatiques voire mortelles.

I.4.1. Les conséquences physiques, psychologiques et éventuelles :

Les conséquences ou les suites des accidents sont l'ensemble des problèmes qui peuvent survenir à la suite d'un accident sur les plans physiques et fonctionnels. Ces conséquences sont à envisager à trois périodes précises. Les conséquences immédiates, les conséquences en cours de consolidation et les conséquences éventuelles.

I.4.1.1. Les conséquences immédiates :

Lorsqu'un accident domestique arrive, plusieurs problèmes et conséquences immédiates vont survenir comme :

I.4.1.1.1. L'état de choc : est la conséquence éventuelle au moment même de l'accident domestique. Elle peut être due à la gravité du traumatisme à cause d'une chute, comme c'est le cas pour les brûlés et les fractures du crâne

I.4.1.1.2. Les problèmes musculaires : ces problèmes s'agissent des simples crampes, des contractures, des elongations musculaires, des claquages, de ruptures musculaires, etc.

I.4.1.1.3. Les fractures : il en existe un très grand nombre de fractures, chaque fracture étant un cas particulier nécessitant de nombreuses techniques opératoires et dont les conséquences peuvent être physiques (déformation d'un membre par exemple) ou fonctionnelles (mauvais fonctionnement d'une articulation), ou neurologiques (paralysie).

- **Les fractures du poignet :** étaient également responsables de douleurs post fracturaires et interféraient de manière souvent importante avec les activités visuelles, comme préparer la nourriture ou faire les courses.
- **Les fractures de hanche :**

Contribuent le plus à cet état de fait. L'atteinte de la marche est la plus préoccupante de leurs conséquences plusieurs patients avaient des difficultés avant même la fracture, la moitié de ceux qui marchaient seuls avant ne le pouvaient plus après.

- **Les fractures vertébrales :** avaient pour conséquences principales lombalgies. [II]

I.4.2. Les conséquences en cours de consolidation :

Les accidents domestiques généraux à distance de l'intervention. Embolie pulmonaire, escarre, infection urinaire. Les pseudarthroses sont du même ordre et correspondent à des fractures à cause des chutes et des brûlés et même des coupures qui ne parviennent pas à se ressouder.

I.4.2.1. Les séquelles :

I.4.2.1.1. Les séquelles physiques : les séquelles physiques liées à une amputation ou à la perte d'un organe en partie ou en totalité. La pose de prothèses ou la nécessité de greffes sont alors des moyens thérapeutiques, sachant que tout n'est pas forcément réalisable.

I.4.2.1.2. Les séquelles fonctionnelles : la diminution de la fonctionnalité d'un organe ou d'une fonction à cause d'accident domestique comme les chutes, les brûlures, limitation de mouvements, paralysies ou pertes de sensibilité de certaines zones.

I.4.3. Les coûts des accidents domestiques :

Nous distinguons trois types de coûts imputables aux accidents domestiques :

- les coûts directs.
- les coûts indirects.
- les coûts intangibles.

I.4.3.1. Les coûts directs :

Ce sont les coûts qui sont liés directement à l'accident domestique, englobant essentiellement les coûts d'hospitalisation (soit à court terme, soit à moyen et/ou à long terme) ainsi que les frais de transport.

I.4.3.2. Les coûts indirects :

C'est la perte et les dépenses imputables à l'accident domestique et qui sont pris en charge par la victime et ses proches.

I.4.3.3. Les coûts intangibles :

Les coûts intangibles représentent des coûts relatifs à la perte du bien-être et à la souffrance morale des douleurs causées par l'accident domestique, comme les brûlures, les chutes, les fractures, l'intoxication, etc. Tous ces accidents domestiques engendrent des perturbations psychologiques qui sont les peurs, les névroses ou les troubles du comportement qui peuvent faire suite à un traumatisme, surtout si celui-ci a été violent ou choquant. [2]

I.5. les politiques de prévention des accidents domestiques :

I.5.1. La motivation pour la prévention des accidents dans les entreprises :

- ✓ Réduire les avantages attendus du choix d'un comportement risqué.
- ✓ Augmenter les coûts attendus du choix d'un comportement risqué.
- ✓ Augmenter les avantages attendus du choix d'un comportement sécuritaire.

I.5.1.1. Les sanctions :

L'accent est mis davantage sur les moyens par exemple, respect de la vitesse limite que sur la fin c'est-à-dire la sécurité. Les moyens sont d'une conception et d'une application lourde et

difficile, et ils ne parviennent jamais à englober l'ensemble des comportements non souhaitables de tout à tout moment.

Les sanctions ont des effets secondaires négatifs. Elles créent dans l'organisation un climat de dysfonctionnement caractérisé par la rancœur, le manque de coopération, l'antagonisme, voir le sabotage. Le résultat est que l'on risque d'encourager le comportement même que l'on voulait éviter.

I.5.1.2. L'encouragement :

Contrairement aux sanctions, les mesures d'incitation permettent d'obtenir le résultat escompté, et elles ont pour effet secondaire positif de créer un climat social favorable.

I.5.1.3. L'adaptation des comportements :

Le taux d'accident par heure de travail et par personne ou le temps annuel d'accident par habitant ne dépendent pas en premier lieu d'une aptitude à la sécurité ni de la possibilité d'être en sécurité, mais de la volonté de l'être.

Selon les travaux de l'OMS, les moyens de prévention reconnus comme les plus efficaces sont les plans d'action recommandés dans les rapports mondiaux de l'OMS, impliquant des actions combinées en éducation sanitaire (afin de modifier les attitudes et la participation des individus concernés et en normes, législation et réglementation. [3]

I.5.2. Le plan de l'OMS sur la prévention des accidents domestiques :

I.5.2.1. Présentation du rapport mondial de l'OMS sur la prévention des accidents domestiques :

Le rapport mondial sur la prévention des accidents domestiques de l'OMS élaboré en 1967 est un rapport qui passe en revue de façon exhaustive les connaissances sur les divers types de facteurs de risques et de comportements à risque des accidents domestiques (lésions dues à des accidents domestiques, noyades, brûlures, chutes ou empoisonnements) et sur les moyens de les prévenir (les actions de prévention).[4]

I.5.2.2. Objectifs du rapport mondial de l'OMS sur la prévention des accidents domestiques :

Comme les accidents domestiques n'ont guère été étudiés jusqu'ici autant que problème de santé publique, leur ampleur et causes sont mal et/peu connus, mis à part les décès et les souffrances qu'ils occasionnent.

L'objectif de ce rapport est réaliser des notions pour les divers types de facteurs et comportements des risques de certains accidents domestiques pour avoir comment les prévenir.

I.5.3. La prévention des accidents domestiques : la lutte contre les accidents domestiques

I.5.3.1 Définition de la prévention :

La prévention est un ensemble de mesures à prendre afin d'éviter qu'un accident ou une maladie ne survienne. Elle consiste à limiter le risque, c'est la prévention proprement dite : mesures visant à prévenir un risque en supprimant ou en réduisant la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux, à prévoir des mesures pour combattre le sinistre si celui-ci survient. Nous parlons également de protection, c'est-à-dire de mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un phénomène dangereux, sans en modifier la possibilité d'occurrence. Plus concrètement, dans une politique de santé publique contre les facteurs de risque et des causes directes et/ou indirectes de morbidité et de décès, nous distinguons généralement trois catégories d'actions préventives. D'abord, il y a la prévention primaire qui consiste dans l'ensemble des actions qui réduisent l'occurrence ou l'incidence d'une maladie. Ensuite, il y a la prévention secondaire, qui consiste dans les actions qui visent à réduire la morbidité ou les conséquences d'une maladie une fois celle-ci apparue, permettant ainsi le dépistage et le traitement des facteurs de risques. Enfin, il y a la prévention tertiaire qui consiste dans les actions qui ont pour objectif de réduire l'invalidité associée à des maladies chroniques ou d'éviter les éventuelles complications d'une maladie.

I.5.3.2. Les stratégies de la prévention des accidents domestiques :

Il est important de définir les trois niveaux de prévention des accidents afin en mettre en évidence le niveau qui nous concerne dans ce travail en matière d'accident domestiques. Les mesures préventives efficaces comprennent un large éventail d'approche. Un modèle proposé par l'organisation mondiale de la santé comprend 3 stades successifs

✓ La prévention primaire :

Est l'ensemble des moyens mis en œuvre pour empêcher l'apparition d'un trouble. Elle consiste à lutter contre des risques avant l'apparition de tout problème (conduite individuelle à risque, environnement ou encore risque sociétal).

Une prévention efficace repose sur 3 axes interactifs : l'adaptation de l'environnement dite prévention passive, l'éducation sanitaire dite prévention active et une stratégie pluridisciplinaire dite de «safe community».

❖ La prévention « passive » des accidents domestiques :

Les stratégies de prévention passive des accidents domestiques passent par la normalisation des produits (ménagers, noyades, défenestrations, ébouillantage) et services visant ainsi, à rendre plus sûr l'environnement, en particulier celui de l'enfant. Ces mesures semblent être les plus efficaces, car elles touchent d'emblée un grand nombre d'individus et ne dépendent pas de paramètres individuels. Il s'agit, en fait, des aspects suivant :

- Mise en place d'une législation pour la sécurité générale des produits, exigeant qu'un produit ne présente pas de risque dans des conditions d'utilisation normales ou raisonnablement prévisibles.
- Mise en place d'une législation spécialement destinée à assurer la protection des enfants ; A l'exemple de la directive sur la sécurité des jouets, et l'interdiction de la fabrication et de la mise en vente des « imitations dangereuses » (produits, dont la forme, l'odeur ou la couleur facilitent la confusion avec des produits alimentaires ou médicamenteux.
- Mesures qui permettent, en cas de dommage, d'obtenir une indemnisation pour le préjudice subi.

a- La normalisation :

La normalisation est basée sur le concept de « norme ». La norme constitue une référence pratique de sécurité qui facilite la communication et les échanges. C'est un document technique approuvé par un organisme de normalisation officiel pour des usages répétitifs.

Il est établi par un groupe d'experts représentant les différents intérêts socio-économiques concernés.

A l'échelle internationale, l'International Standard Organisation (ISO) organisation non gouvernementale qui regroupe des organismes de tous les pays ayant recouvert leur souveraineté et la commission électrotechnique internationale (CEI) établissent des normes servant de références.

b- Législation et réglementation :

La législation se définit comme l'ensemble des règles de droit écrites devant guider le comportement des membres de la société. La législation concernant les accidents domestiques a pour but de fixer des normes à respecter visant à diminuer la survenue de ces derniers. Suivant les pays, la réglementation est différente.

Les appareils de production d'eau chaude doivent respecter les normes françaises et posséder des systèmes de sécurité de flamme et d'arrêt de l'appareil en cas d'émanation anormale de

CO. La loi relative à la sécurité des piscines du 3 janvier 2003 a rendu obligatoire l'installation d'un dispositif de sécurité normalisé pour les piscines privées, à partir du 1^{er} janvier 2004 pour les piscines nouvellement construites et à partir du 1^{er} janvier 2006 pour les piscines privées construites après 2004.

❖ **La prévention « active » des accidents domestiques :**

La prévention « active » des accidents domestiques vise à faire participer les gens à leur propre sécurité. Cette prévention repose principalement sur l'information, l'éducation au risque, la sécurité, et à la promotion de la santé et vise à modifier les comportements. Les campagnes d'information revêtent de multiples aspects selon le public visé, selon le moyen de communication utilisé affiches, moyens audiovisuels, dépliants, selon le thème choisi (ciblé ou portant sur tous les types d'accidents domestiques et selon la durée (courte ou permanente). Plusieurs études ont montré que l'efficacité des campagnes d'information pouvait être renforcée par une approche individuelle au domicile et, dans tous les cas cette mesure reste insuffisante à elle seule.

a- collective :

La prévention collective consiste en la mise en place de l'éducation pour la santé et l'éducation du risque, que ce soit dans le domaine professionnel, familial ou encore scolaire. En règle générale, l'action collective en matière de prévention des accidents domestique s'exerce dans les pays hautement développés selon cinq modalités principales :

- Les mesures législatives ont été et demeurent sans doutes le moyen d'action le plus efficace, qui permette d'assurer l'application de normes minimales de sécurité et d'évaluation comme les meubles d'habitation et de leur dépendance, les appareils fonctionnant au pétrole lampant, cheminées ouvertes, appareil de cuisson, machine à lave, etc.
- Certaines motivations de masse d'ordre social sont aussi créées par les moyens de communication de masse dont, néanmoins, il est difficile d'apprécier l'action de l'information et de persuasion. .
- Les associations pour la protection des consommateurs contribuent à éduquer le public en matière de sécurité et à imposer aux fabricants le respect des normes prescrites.

b- individuelle :

Sur le plan individuel, les parents et adultes ont aussi leur rôle à jouer vis à vis de l'enfant et de la sécurisation de l'habitat. Certaines recommandations et mesures préventives simples mais pourtant très efficaces doivent être adoptées par tous et mises en place à domicile.

Sur le plan local, elle est abordée la prévention des accidents domestiques en s'adressant à l'individu et à la famille et en agissant, soit sur l'agent directe (améliorer la sécurité des installations électriques dans les immeubles d'habitation) et sur la conception générale et architectural (éclairage, agencement des locaux). L'action individuelle ou familiale vise à modifier le comportement des personnes à l'égard des risques, et par là, à éviter les accidents domestiques. [5]

❖ **Le concept de Sécurité ou de «Safe Community» :**

Dans le cadre de la prévention, l'OMS mène de multiples actions à travers certains de ses programmes portant sur le concept de « safe community » et de promotion de la sécurité. Ces programmes s'appliquent aussi bien aux traumatismes intentionnels tels que le suicide qu'aux traumatismes accidentels. Le rapport étroit entre sécurité et santé est indéniable et constitue la pierre angulaire pour toute action de prévention comme l'illustre la définition proposée par l'OMS : « La sécurité est un état où les dangers et les conditions de vie pouvant provoquer des dommages d'ordre physique, psychologique ou matériel sont contrôlés de manière à préserver la santé et le bien-être des individus et de la communauté. C'est une des ressources indispensables à la vie quotidienne qui permet à l'individu et à la communauté de réaliser ses aspirations ».

Prévention des accidents domestiques de l'enfant : Enquête à Marrakech Selon l'OMS toujours, « l'atteinte d'un niveau de sécurité optimal nécessite que les individus, communautés, gouvernements et autres intervenants créent et maintiennent les conditions suivantes et ce quel que soit le milieu de vie considéré :

- Un climat de cohésion et de paix sociale ainsi que d'équité protégeant les droits et les libertés, tant au niveau familial, local, national qu'international.
- La prévention et le contrôle des blessures et autres conséquences ou dommages causés par des accidents.
- Le respect des valeurs et de l'intégrité physique, matérielle ou psychologique des personnes
- L'accès à des moyens efficaces de prévention, de contrôle et de réhabilitation pour assurer la présence des trois premières conditions. Ces conditions peuvent être garanties par des actions sur l'environnement (physique, social, technologique, politique, économique, organisationnel etc...) et les comportements »

✓ La prévention secondaire :

C'est agir en diminuant la prévalence des accidents donc en éliminant les risques et en éduquant les individus.

Voici une liste de conduites pratiques à suivre en cas d'accident :

A-En cas de chute avec traumatisme crânien :

- Toute perte de connaissance initiale doit faire l'objet d'une consultation médicale urgente.
- En absence de perte de connaissance, une surveillance à domicile pendant 24h peut suffire quand aucun signe de gravité n'est décelé ; dans le cas contraire une consultation en urgence est de mise.

B- En cas d'intoxication aigue accidentelle :

- Il existe 2 cas : l'intoxication accidentelle connue où le produit en cause est identifié, le centre antipoison peut alors fournir les modalités de prise en charge et l'intoxication de nature méconnue plus difficile à prendre en charge.
- Dans tous les cas, il ne faut rien administrer à l'enfant à domicile (ne pas le faire boire, ne pas le faire vomir) et le conduire d'emblée dans une structure de soins pour une prise en charge spécialisée.
- Après le traitement symptomatique, la prise en charge sera alors adaptée au cas par cas : traitement évacuateur, traitement épurateur ou encore administration d'antidotes, le tout basé sur le respect des indications et contre-indications de chaque méthode.

C-En cas de plaie :

- Il faut, en premier lieu, comprimer directement la plaie avec un linge propre pendant au moins 3 minutes pour arrêter le saignement. Si le saignement est important, on peut être amené à comprimer la plaie avec un pouce ou avec le poing.
- Il faut ensuite désinfecter la plaie avec un produit bien supporté par les jeunes enfants en tamponnant la plaie sans frotter.
- Après une bonne désinfection, un pansement compressif doit être placé en regard de la lésion avant de consulter s'il s'agit d'une plaie profonde, à bords déchiquetés avec des corps étrangers (verre, gravier). Dans ce cas, une exploration chirurgicale est nécessaire ainsi qu'un parage et quelques points de suture. [II]

D- En cas de noyade :

- Dès le repêchage, il faut évacuer le maximum d'eau de l'estomac pour éviter une intoxication secondaire par l'eau dont les conséquences cérébrales sont redoutables (œdème cérébral, état de mal convulsif, hypertension intracrânienne).

- Il faut coucher l'enfant sur le ventre, tête basse tournée sur le côté et appuyer dans le dos au niveau du rachis dorsolombaire pour comprimer l'estomac et éliminer passivement l'eau intra gastrique rejetée par la bouche.

- Selon l'état du noyé, la conduite diffère :

⇒ En absence d'anomalies cardio respiratoires : mettre l'enfant en position latérale de sécurité, le déshabiller, le sécher et le réchauffer à l'aide d'une couverture.

⇒ En cas de troubles respiratoires avec une activité cardiaque normale : commencer la bouche à bouche, relayé au masque avec un insufflateur manuel en oxygène pur et le transférer en milieu spécialisé.

⇒ En cas d'arrêt cardiorespiratoire le recours à une réanimation associant ventilation et massage cardiaque externe est indispensable ainsi que le relais par une équipe médicalisée (Intubation + ventilation mécanique assistée, le plus souvent en pression expiratoire positive).

E-En cas d'inhalation de corps étranger :

- Si l'enfant tousse, il ne faut surtout pas faire de geste maladroit ou dangereux qui bloquerait le corps étranger en sous-glotte avec arrêt respiratoire à la clé. Toute manœuvre de désobstruction est ici interdite (Heimlich ou Mofenson) et ne ferait que mobiliser le corps étranger et aggraver le pronostic. Il faut attendre que l'enfant ait repris spontanément sa respiration pour le mettre en position assise stricte et le conduire d'urgence vers un service ORL afin de procéder à l'extraction du corps étranger.

- Par contre si l'enfant ne tousse pas et présente une asphyxie il faut immédiatement procéder aux manœuvres de désobstruction :

▪ **Chez les moins de 5 ans** : manœuvre de MOFENSON : s'asseoir, cuisse fléchie avec un léger recul du pied ; placer l'enfant déjà en arrêt respiratoire en position ventrale à califourchon sur l'avant-bras du sauveteur placé sur sa cuisse fléchie, en maintenant sa tête avec la main. La tête de l'enfant doit être plus bas située que son corps. Puis donner des claques sur le dos, entre les omoplates avec le plat de la main ouverte. Le thorax ainsi comprimé entraîne l'expulsion du corps étranger.

▪ **A tout âge** : manœuvre de HEIMLICH : maintenir le jeune enfant debout, plaqué contre la poitrine du sauveteur ou assis sur ses cuisses. Ce dernier se place derrière la victime, la ceinturant de ses bras. Il faut placer la main droite paume au contact de l'abdomen en région sus-ombilicale (située entre l'ombilic et l'appendice xiphoïde) ; la main droite est appliquée sur la main gauche avec force en exerçant des mouvements dirigés vers le haut et en arrière. Pour les grands enfants comme chez les adultes, c'est le poing (droit) que l'on place en oblique, pouce au contact de la peau abdominale en sus-ombilical avec les mêmes mouvements de compression.

F- En cas de brûlure :

- Sur une région découverte, il faut aussitôt faire couler pendant 5 minutes de l'eau fraîche entre 15 à 20 °C, à 15 cm de la peau brûlée. Cette attitude permet d'éliminer la chaleur du produit en cause 20 fois plus vite que l'air. Si la surface est peu étendue, appliquer de la pommade en couche épaisse, le tout protégé par des compresses stériles.

- Si l'enfant a renversé un liquide bouillant sur son vêtement (en coton, laine ou lin), il faut d'abord le déshabiller puis faire couler l'eau. Par contre, s'il s'agit d'un vêtement synthétique, ne surtout pas retirer ce dernier car il adhère fortement à la peau brûlée, il faut d'emblée recourir au refroidissement.

- S'il s'agit de brûlure par flammes, il faut impérativement étouffer les flammes soit en recouvrant l'enfant par une couverture ou en le faisant rouler au sol (manœuvre du «Stopper-Tomber-Rouler»). Quel que soit la nature du vêtement au contact de sa peau, ne pas le retirer. On procède toujours à l'écoulement d'eau froide (15 °C) sur la région brûlée.

La prise en charge se fera ensuite dans un service spécialisée.

G-En cas d'électrisation :

- Il faut tout d'abord couper le courant électrique le plus rapidement possible. Si cela n'est pas possible, il faut bien s'isoler en utilisant un matériau non conducteur comme un morceau de bois avant d'écartier la victime de la source électrique.

- En attendant l'arrivée des secours, il faut mettre l'électrisé en position latérale de sécurité. Le recours à la bouche à bouche et au massage cardiaque externe se fera en fonction des cas.

✓ **La prévention tertiaire :**

C'est agir en diminuant la prévalence des conséquences des accidents c'est-à-dire ce qu'il va falloir faire après l'accident. Elle consiste donc en des gestes adaptés.

I.5.3.3. Les obstacles de la prévention des accidents domestiques :

Les obstacles à la prévention des accidents domestiques sont nombreux. Ils sont de nature variée, allant de la simple insuffisance en connaissances épidémiologiques sur les accidents domestiques, au manque de stratégies de prévention et d'outils de communication adaptés aux populations les plus vulnérables. Par ailleurs, l'insuffisance des ressources matérielles et financières, de temps, des moyens humains sont autant d'obstacles à la prévention des accidents domestiques. Les stratégies passives sont d'autant plus efficaces que les normes sont réglementaires, cependant ce n'est pas toujours le cas. Les accidents surviennent plus souvent dans les classes sociales les plus défavorisées, alors que la sécurité coûte chère. Ainsi, une bonne connaissance de la situation épidémiologique sur les accidents domestiques contribuera à identifier les secteurs prioritaires pour les actions de prévention et à élaborer des stratégies de prévention adaptées à la population.

Au terme de cette section, nous concluons que les accidents de la vie courante représentent une cause essentielle de morbidité et de mortalité chez l'enfant. Leur identification (la collecte de données sur la prévalence et l'incidence des accidents domestiques) et une meilleure connaissance des facteurs de risque permettent de renforcer l'efficacité des stratégies de prévention. [5]

I.5.3.4. Le rapport mondial sur la prévention des traumatismes chez les enfants :

Dans ce point nous avons pour objectif de présenter le rapport mondial de l'OMS sur la prévention des traumatismes chez les enfants

I.5.3.4.1. Objectifs du rapport mondial sur la prévention des traumatismes chez les enfants :

Les principaux objectifs du rapport mondial sur la prévention des traumatismes chez les enfants sont les suivants :

- Faire mieux prendre conscience de l'ampleur, des facteurs de risque et des répercussions des traumatismes chez l'enfant dans le monde ;
- Appeler l'attention sur le caractère évitable des traumatismes chez l'enfant et indiquer ce que l'on sait actuellement de l'efficacité des stratégies d'intervention ;
- Faire des recommandations qui puissent être appliquées par tous les pays en vue de réduire efficacement la survenue de traumatismes chez l'enfant.

I.6. Conclusion :

Il faut souligner que le recueil de données épidémiologiques et la connaissance des facteurs de risques constituent la pierre angulaire de l'élaboration d'un futur programme national de prévention.

Depuis plusieurs années, le nombre d'accidents domestiques a diminué en raison de la normalisation des produits, des réglementations françaises et/ou européennes, et des campagnes de prévention. Mais beaucoup de risques peuvent encore être évités. C'est en combinant les actions et les différents acteurs que l'amélioration pourra se poursuivre.

Il reste essentiel pour chaque acteur d'améliorer la culture de la prévention. Les risques évoluent, d'autres apparaissent et il faudra savoir faire face. Il faut simplement avoir un comportement adéquat, dicté par le bon sens.

II.1. Introduction :

La pollution de l'air est devenue l'un des sujets les plus traités dans ces dernières décennies. L'augmentation rapide du développement industriel et le changement dans le mode de vie de l'être humain entraînent une consommation énergétique de plus en plus importante. Ce qui engendre une augmentation croissante des rejets de polluants gazeux dans l'atmosphère.

La pollution de l'air désigne l'ensemble des phénomènes qui perturbent la composition naturelle de l'air. Il y a pollution lorsque le milieu contient des substances qui comportent un risque notable pour la santé et le bien-être de l'homme, ou qui peuvent atteindre indirectement celui-ci par leurs répercussions sur son patrimoine naturel, culturel ou économique.

Dans ce chapitre on va citer les différents niveaux de pollution, classifications des sources de pollutions ainsi que les principaux polluants gazeux et particules qui sont traités par décharge électriques tels que les oxyde d'azote, les oxydes de soufre et de carbone, les composés organiques volatils et les particules en suspension sans omettre de mentionner leurs effets sur la santé et l'environnement. [6]

II.2. Définitions

L'air : Selon le dictionnaire encyclopédique des pollutions : « l'air est un mélange gazeux constituant l'atmosphère terrestre ». [7]

L'air ambiant : « un terme désignant l'état physicochimique de l'air se trouvant au niveau du sol dans une zone donnée ou encore celui qui est propre à des locaux d'habitations ou professionnels ».

L'atmosphère :

L'atmosphère est composée de six couches distinctes qui diffèrent par leur composition et leur température. Elles sont classées par ordre croissant de leur altitude comme suit : Troposphère, Stratosphère, Mésosphère, Thermosphère, Ionosphère et Exosphère. C'est dans les couches les plus basses (Troposphère et Stratosphère) que l'on observe les phénomènes météorologiques, les activités aéronautiques ainsi que la concentration maximale de polluants atmosphériques. C'est pour cette raison que nous nous intéressons uniquement à ces deux couches dans la suite de ce document. [7]

La pollution :

La définition la plus générale du terme de pollution a été donnée par le premier rapport du conseil sur la qualité de l'environnement de la maison blanche (1965) « la pollution » dit ce rapport « est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers des effets directes ou indirects altérant les critères de répartition des flux de l'énergie des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources agricoles, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités récréatives du milieu »

Par conséquent, une définition plus restrictive de ce terme a été donnée : « constitue une pollution toute modification du flux de l'énergie, de l'intensité des rayonnements, de la concentration des constituants chimiques naturels ou encore l'introduction dans la biosphère de substances chimiques artificielles produites par l'homme ». [7]

La pollution atmosphérique :

La pollution atmosphérique est clairement définie par la loi (article 2 de la loi N° 96-1236 du 30 décembre 1996) : «Constitue une pollution atmosphérique l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives ». Bien que cette définition fasse référence aux polluants introduits par l'être humain, il faut considérer que certains polluants atmosphériques peuvent provenir de sources naturelles comme par exemple le radon, gaz radioactif émis notamment par les roches granitiques [8]

II.3. Niveaux de pollution :

On distingue trois niveaux de pollutions : local, régional et planétaire. La pollution locale est principalement incriminée car elle a un impact sur l'homme et sur sa santé à plus ou moins long terme, en raison notamment de sa propension à favoriser de nombreuses maladies.

II.3.1. Niveau local :

La pollution urbaine agit sur quelques kilomètres. Son impact sur la santé dépend de la durée d'exposition, de l'état général et de l'âge des personnes concernées. La pollution atmosphérique urbaine est généralement caractérisée par des niveaux d'exposition à la fois relativement faibles, permanents, diffus et relevant de polluants très divers. L'étude de l'impact sanitaire de cette pollution est ainsi confrontée à l'évaluation de risques individuels faibles mais portant sur de larges populations. Un risque faible peut dans ces conditions avoir d'importantes conséquences en termes de santé publique.

II.3.2. Niveau régional :

L'échelle régionale dite « méso échelle » pour la connaissance de la pollution sur une zone de 100 à 1000 km et pour décrire la pollution transfrontière. [8]

La pollution photochimique avec la formation d'ozone à partir de polluants primaires, sous l'effet du rayonnement solaire et la pollution acide (liée au dioxyde de soufre, et aux oxydes d'azote...) est à l'origine des pluies acides qui entraînent le dépérissement des forêts et la dégradation des sols. La pollution régionale peut être constatée jusqu'à plus de mille kilomètres autour de sa source.

II.3.3. Niveau planétaire :

La dégradation de la couche d'ozone à très haute altitude (stratosphère), observée depuis quelques années, diminue la protection contre les rayons solaires nocifs et augmente la fréquence d'apparition des mélanomes et autres cancers de la peau. Par ailleurs, l'accroissement de l'effet de serre, dû à l'accumulation de certains gaz (dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote...), est responsable du réchauffement climatique.

II.4. Les sources de la pollution atmosphérique :

L'origine de la pollution atmosphérique est multiple puisqu'elle fait intervenir aussi bien des sources biogéniques ou origine naturelles (éruptions volcaniques, poussières, émissions de composés organiques volatils provenant des plantes) que des sources anthropiques liées à l'activité humaine (transport, industrie, agriculture, ménages ...). Cette dernière s'étant considérablement développée depuis la première révolution industrielle.

Pour mieux connaître et maîtriser la pollution de l'air, il est nécessaire de savoir quelles sont les sources de pollution, de les identifier et les quantifier. Cette connaissance permet ensuite de prendre des mesures de réduction des émissions à la source. Les inventaires d'émissions sont également une donnée de base nécessaire pour réaliser des évaluations de qualité de l'air et estimer les impacts de cette pollution sur la santé, les écosystèmes, etc. [9]

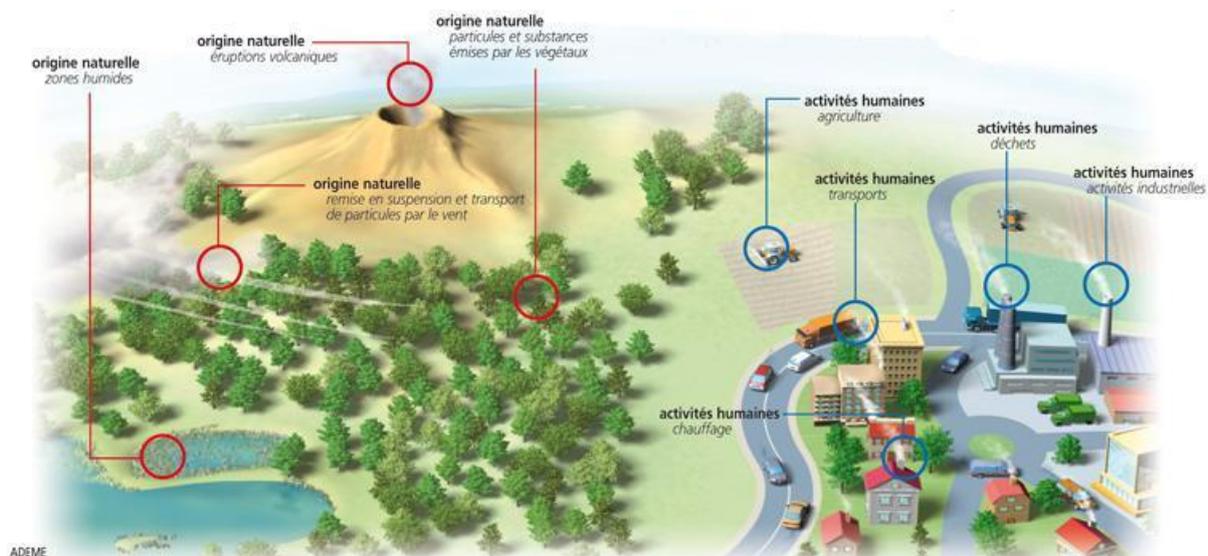


Figure II.1. Les principaux émetteurs de polluants pour l'air ambiant [10].

II.4.1. Les sources naturelles :

Ces sources naturelles de pollution sont responsables, selon les estimations du “United Nations Environment Programme” de 1983 de l’émission de 80 à 288 millions de tonnes d’oxyde de soufre par an (contre 79 millions pour les sources anthropiques) et de 20 à 90 millions de tonnes d’oxydes d’azote par an (contre 22 millions pour les sources anthropiques)[19]

De plus, 10 à 15% de l’ozone que l’on retrouve au niveau du sol est d’origine stratosphérique où il est formé par réaction photochimique de l’oxygène avec le rayonnement ultraviolet émis par le soleil. Chaque année, environ 400 milliards de tonnes de CO₂ sont dégagées par la respiration, la fermentation ou le volcanisme.

II.4.1.1. Le volcanisme :

L’activité volcanique est responsable du rejet dans l’atmosphère de quantités importantes de cendres, d’oxydes de carbone (CO, CO₂) ou de soufre (H₂S, SO₂). Ainsi, chaque année, 30 millions de tonnes de poussières et d’aérosols sont émises dans l’atmosphère par les volcans. Ces aérosols, dont les gouttelettes mesurent typiquement entre 0,3 et 0,5 µm, se forment généralement par réaction du SO₂ avec l’eau contenue dans l’atmosphère. Ils peuvent alors catalyser des réactions hétérogènes qui affectent la couche d’ozone stratosphérique (conversion de réserves stables de chlore comme HCl, en espèces chlorées photochimiquement actives comme Cl₂). La formation dans la stratosphère d’aérosols sulfatés peut aussi avoir une influence sur le bilan radiatif de la planète, les températures atmosphériques (éruption du Pinatubo : -0,5°C en 1992, éruption d’El Chichón au Mexique en 1982 : -0,3°C) et de surface, la météo régionale, les changements climatiques et la chimie atmosphérique. Lors de l’éruption du Pinatubo (du 12 au 16 juin 1991), les mesures d’émissions d’aérosols et de poussières (entre 8,4 et 10,4 km³ d’éjectas projetés dans l’atmosphère [11]).Et leurs effets sur le système climatique de la terre ont permis la validation d’une nouvelle génération de modèles de circulation globale et une meilleure compréhension de la dispersion et de la décomposition de ces aérosols.

II.4.1.2. La foudre :

La foudre est la principale source d’émission d’oxydes d’azote dans la partie supérieure de la troposphère. Elle est responsable de plus d’un quart de la production mondiale de NO_x [12] La foudre peut apparaître à l’intérieur même d’un nuage ou bien entre un nuage et le sol. En

général, un coup de foudre complet dure de 0,01 à 2 secondes. Le coup de foudre commence par le développement d'un système de précurseurs (pré décharges faiblement lumineuses se déplaçant à plus de 200 km.s⁻¹). Lorsque le contact est établi une puissante décharge (arc en retour) remonte alors vers le nuage à plus de 40.000 km.s⁻¹. Cet arc est caractérisé par un intense courant impulsionnel de 25.000 ampères en moyenne (valeur crête comprise entre 3.000 et 200.000 ampères) et donne naissance à des phénomènes de couplage électrodynamique. La phase de courant persistant (quelques centaines d'ampères) qui fait suite au premier arc en retour, provoque des effets thermiques importants : dans le canal ionisé, la température atteint 20.000 à 30.000 °K et une violente lumière est émise (plasma thermique). L'élévation de pression explosive due à l'échauffement du canal produit alors une onde de choc acoustique : le tonnerre. La puissance instantanée des décharges électriques nuage-sol est généralement voisine de 20.000 mégawatts.

Les hautes pressions et les hautes températures qui règnent le long du canal provoquent la dissociation des molécules d'azote et d'oxygène dont les fragments se recombinent pour former des oxydes d'azote. Généralement, plus la décharge est violente, plus la production de NO_x est importante. Comme l'apparition de la foudre est souvent associée à la pluie, le NO₂ produit peut réagir avec l'eau pour former de l'acide nitrique (HNO₃). Chaque décharge nuage-sol produit en moyenne 7.1026 molécules de NO (soit environ 30 kg) [13]

Si l'on considère que dans le monde, la foudre frappe le sol entre 50 et 100 fois par seconde, la production de NO_x qui en résulte représente chaque année plus de 100 millions de tonnes.

II.4.1.3. Autres sources naturelles de pollution :

Chaque année, 400 millions de tonnes de poussières et d'aérosols sont émis dans l'atmosphère suite à l'érosion éolienne. A cela s'ajoutent environ un milliard de tonnes de particules minérales transportées dans l'atmosphère à partir des zones arides et semi-arides du Globe, principalement du nord de l'Afrique [14]

Les embruns marins soulevés par le vent (1,2 milliards de tonnes de poussières et d'aérosols dont 40 millions de tonnes de soufre), les incendies naturels (souvent dus à la foudre), la décomposition bactérienne de matières organiques (émission de SO₂ ou de NO) ou les poussières extraterrestres (50.000 à 350.000 tonnes de poussières contenant des métaux lourds) contribuent aussi à la pollution atmosphérique naturelle.

II.4.2. Les sources anthropiques :

On peut dire que la quasi-totalité des activités humaines est une source de pollution de l'air, les principales sources sont les installations de combustion et les procédés industriels tels que extractions de minéraux, cimenterie, aciérie, fonderie, verrerie, plâtrière, chimie fine, etc. Les émissions de poussière ont très fortement diminué depuis 20 ans. Les particules solides servent de vecteurs à différentes substances toxiques voire cancérigènes ou mutagènes (métaux lourds, HAP,...) et restent de ce fait un sujet important de préoccupation.

Ce phénomène de pollution atmosphérique reste donc complexe et cette figure II.2 résume l'ensemble des paramètres et processus qui y concourent

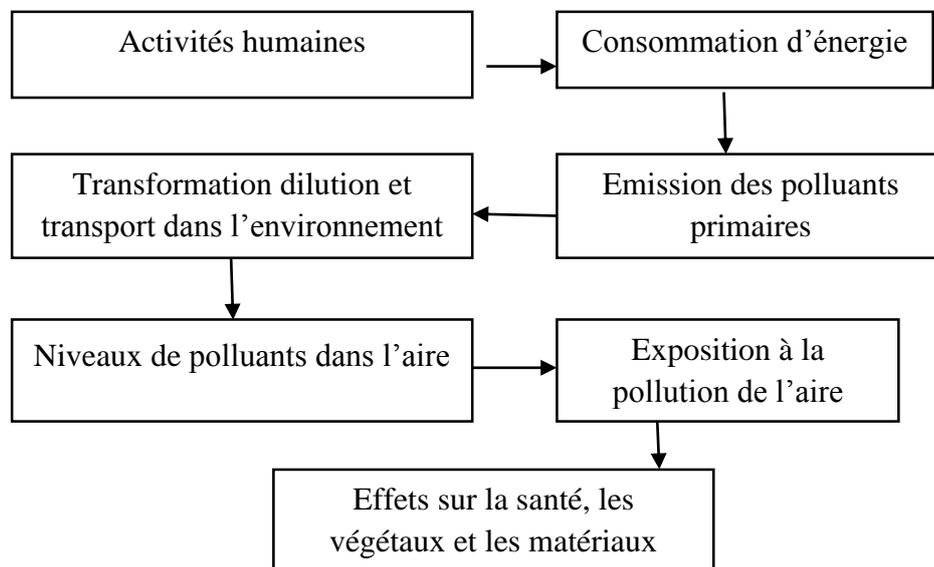


Figure II.2 : les processus qui y concourent dans la pollution d'air. [15]

Les activités humaines les plus significatives, dans la contribution à la pollution de l'air, sont les suivantes :

II.4.2.1. La production d'énergie thermique :

Au niveau individuel ou tertiaire (chauffage des logements et des bureaux) comme au niveau industriel (production de vapeur ou d'électricité), la combustion de combustibles fossiles (Charbon, fioul lourd, etc.) Produit d'importantes émissions polluantes. Le dioxyde de carbone (CO₂), produit inévitable de la combustion des matières organiques dont la concentration croissante dans l'atmosphère contribue à l'effet de serre, le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x), les poussières, les métaux lourds, etc. sont concernés.

II.4.2.2. L'industrie :

L'industrie est à l'origine des émissions spécifiques dues aux processus de traitement ou de fabrication employés. En quantités variables, selon les secteurs industriels, elle est émettrice de monoxyde et de dioxyde de carbone, de dioxyde de soufre, d'oxyde d'azote, de poussière, de composés organiques volatils (COV), de métaux lourds, etc. La fabrication de la plupart des articles domestiques dans le monde entraîne la libération de substances chimiques toxiques, dans l'atmosphère. C'est le cas, notamment pour la fabrication des ciments. Selon les cas et les pays, les entreprises sont contrôlées et/ou doivent produire des autocontrôles ou évaluation de leurs émissions polluantes. En Europe, certaines données sont obligatoirement publiques et transmises à un registre européen des rejets et des transferts de polluants, traduit en France par l'Arrêté du 31 janvier 2008 et un registre national ; le sol, l'eau et l'air doivent être pris en compte, pour les entreprises produisant des produits dangereux produits à plus 2 t/an, et de déchets non dangereux à plus de 2 000 t/an. Le 13 mars 2008, une circulaire a ajouté 22 polluants de l'air et 22 de l'eau à l'ancienne liste des substances.

L'expansion extraordinaire qu'a connue l'industrie au cours des dernières décennies se traduit par la mise en circulation dans la biosphère d'innombrables composés minéraux ou organiques de toxicité souvent élevée. La métallurgie et l'électronique recourent de plus en plus à des métaux et métalloïdes exotiques qui ne se rencontrent qu'à l'état de traces ou ne figurent pas dans les constituants normaux de la matière vivante : Mercure, Cadmium, Niobium, Arsenic, Antimoine, Vanadium, Sélénium, Europium, etc., sont aujourd'hui employés couramment dans diverses branches industrielles.

En France, l'industrie produit chaque année 30 millions de tonnes de déchets divers. Aux États-Unis, où les problèmes de pollution atteignent aujourd'hui des dimensions catastrophiques, inégalées partout ailleurs sauf peut-être en Europe dite de l'Est, il se rejette chaque année 140 millions de tonnes d'ordures ménagères lesquelles renferment divers métaux lourds et autres résidus toxiques. [16]

II.4.2.3. Les transports et l'automobile :

La pollution due aux transports a longtemps été considérée comme un problème de proximité, essentiellement perçue dans les villes en raison de la densité du trafic. Aujourd'hui, on sait que les transports, essentiellement routiers et en particulier l'automobile, sont une source de pollution importante. Les moteurs à explosion sont ainsi de très loin la première cause d'émissions d'oxydes d'azote et de divers hydrocarbures. Les moteurs diesels, moins

polluants pour ce qui concerne ce dernier type d'émissions, sont en revanche à l'origine de particules et de dioxyde de soufre. La contribution des transports à la pollution ne cesse de s'accroître du fait de l'augmentation du trafic directement liée à l'évolution économique, en dépit des nombreux progrès technologiques réalisés au cours des dernières années.

Le poids de l'opinion publique peut certes jouer avec autant de force sur les grands choix de Sociétés relatifs aux transports (modification des habitudes de déplacement, développement des transports collectifs ...etc.) mais rien n'est moins sûr car les rapports entre citoyens et thèmes environnementaux sont ambigus, tant qu'il s'agit de développer des idées nobles et généreuses à l'échelle de la planète le consensus environnemental est fort, par contre des que les propositions écologistes touchent aux intérêts financiers et aux modes de vie auxquels sont attaches les citoyens le soutiens disparaît .[17]

II.4.2.4. Les déchets :

Les déchets sont considérés comme l'une des plus grandes sources de pollution. Qu'ils soient abandonnés dans une décharge ou incinérés, par leur décomposition ils sont producteurs de plusieurs polluants, tels que le méthane, l'acide chlorhydrique, les métaux lourds, les dioxines et les furanes.

II.4.2.5. Les activités agricoles :

L'agriculture contribue également à la pollution atmosphérique. Ses émissions (essentiellement l'ammoniac, le méthane, le protoxyde d'azote, le monoxyde de carbone et les produits phytosanitaires) sont liées à la décomposition des matières organiques et à l'utilisation d'engrais et de produits phytosanitaires.

Les sources domestiques de pollution atmosphérique sont également nombreuses et impliquent une responsabilité de la société vis-à-vis de la salubrité des locaux.

II.5. Les polluants de l'air :

Les polluants d'aire comprennent toutes les substances naturelles ou artificielles susceptibles d'être aéroportées : il s'agira de gaz (oxydes d'azote (NOx) et de soufre (SOx), l'ozone (O3), sulfure d'hydrogène (H2S) ...) et de particules (les métaux lourds, les composés organiques volatils (COV), Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les particules en suspension...) ou de différents mélanges de ces formes, qui produire un effet mesurable sur l'homme et l'environnement en concentration suffisante.

II.5.1. Composition de l'atmosphère :

L'atmosphère actuelle est composée essentiellement d'azote (78,01% en volume) et d'oxygène (20,95%) elle renferme en outre un nombre élevé de gaz traces dont les plus importants sont l'argon (0,93%) et le CO₂ (360 ppm) (voir tableau I.1). L'eau atmosphérique se présente à la fois à l'état de vapeur et d'aérosol ; fines gouttelettes de diamètre inférieur ou égale à 20 unités constituant les brouillards et les nuages. [7]

II.5.2. Les polluants gazeux :

Quatre gaz sont les principaux responsables de la pollution :

❖ L'ozone (O₃) :

Le bon et le mauvais. La couche d'ozone, située à haute altitude dans la stratosphère à 30 km au-dessus du sol, est vitale car elle filtre les rayons ultraviolets. C'est le bon ozone. Le mauvais ozone se trouve dans la basse atmosphère : la troposphère située entre le sol et 15 km d'altitude. C'est alors un polluant issu de transformations chimiques dans l'air entre les oxydes d'azote et les composés organiques volatils (solvants...). Ces réactions sont fortement stimulées par le rayonnement solaire. L'ozone a des effets sur la santé, les végétaux, les matériaux et le climat (c'est un gaz à effet de serre).

❖ Le dioxyde d'azote (NO₂) :

Oxyde d'azote : Famille des oxydes d'azote couramment regroupé sous la formule NO_x et comprenant les composés suivants : le monoxyde d'azote (NO), le dioxyde d'azote (NO₂), le protoxyde d'azote (N₂O), le tétra oxyde d'azote (N₂O₄), le trioxyde d'azote (N₂O₃). Oxydes d'azote (NO_x) est un terme générique pour monoxyde d'azote (NO) et dioxyde d'azote (NO₂). Les NO_x sont formés avant tout lors des processus de combustion à haute température (véhicules, installations industrielles, chauffages). Ils sont émis en grande partie sous forme de NO, qui sera oxydé en NO₂. Le NO₂ est alors transformé en acide nitrique et en nitrate. Ces composés se déposeront alors sous forme de pluies acides ou de dépôts secs.

A la lumière solaire, le NO₂ peut également se scinder en NO et en oxygène atomique (O), qui réagira alors avec l'oxygène de l'air (O₂) pour donner de l'ozone (O₃). Comme l'ozone Ré oxyde le NO, il s'ensuit un équilibre entre les diverses réactions.

❖ Le dioxyde d'azote :

Est un composé chimique de formule NO_2 . Il s'agit d'un gaz brun-rouge toxique suffocant à l'odeur âcre et piquante caractéristique. C'est un précurseur de la production industrielle de l'acide nitrique HNO_3 et un polluant majeur de l'atmosphère terrestre produit par les moteurs à combustion interne et les centrales thermiques ; il est responsable à ce titre de la présence d'acide nitrique dans les pluies acides, où ce dernier se forme par hydratation du NO_2 .

❖ Le dioxyde de soufre (SO_2) :

Composé d'un atome de soufre et de deux atomes d'oxygène, le SO_2 est un gaz incolore, d'odeur piquante très irritante, plus lourd que l'air. Il est hydrosoluble et donne par réaction avec la vapeur d'eau l'acide sulfurique. Le dioxyde de soufre ou anhydride sulfureux est le plus abondant des composés soufrés. Il provient de la combustion des combustibles fossiles (charbons, fiouls) au cours de laquelle les impuretés soufrées sont oxydées par l'oxygène de l'air en SO_2 . Ce polluant est émis par des sources mobiles et des procédés industriels (fabrication de l'acide sulfurique et des plastiques, raffinage du pétrole, grillage et frittage de minerais sulfureux tels que blende, galène, pyrites, etc.). Globalement, on peut considérer que la production thermique est le principal responsable des émissions de dioxyde de soufre dans l'atmosphère. Ainsi, la combustion d'une tonne de fuel lourd de qualité moyenne est à l'origine d'une émission d'environ 50 kg de dioxyde de soufre.

❖ Les oxydes de carbone Cox :

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore et inodore, ce qui le rend difficilement détectable et contribue grandement à sa dangerosité aux fortes concentrations. Il est responsable de nombreux décès en cas de dysfonctionnement d'appareils de chauffage domestique ou de dispositifs d'aération en milieu clos. Le monoxyde de carbone est issu de la combustion incomplète des produits carbonés.

Le dioxyde de carbone (CO_2) est un gaz incolore et inodore, est quant à lui, le produit final de la combustion des combustibles fossiles, lorsqu'une quantité d'air suffisante est apportée au foyer. La concentration moyenne en (CO_2) dans l'environnement, loin de toute agglomération ou de toute source locale de pollution, est de 300 ppm. Dans les villes, où sont concentrées des sources fixes et mobiles, la teneur en CO_2 peut dépasser 600 ppm. Les premières manifestations sur l'homme apparaissent lors de l'inhalation d'une atmosphère contenant 2 % de CO_2 (augmentation de l'amplitude respiratoire) et s'aggravent pour des concentrations

plus importantes. Toutefois, la principale préoccupation liée au CO₂ en matière de pollution est l'effet de serre qu'il engendre. On considère que le CO₂ est responsable de la moitié de l'effet de serre, les autres gaz mis en cause étant le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O), les chlorofluorocarbones (CFC) et l'ozone troposphérique (O₃). L'augmentation de l'effet de serre par émission massive de CO₂ notamment, un réchauffement du climat à l'échelle planétaire, ce qui peut avoir de graves conséquences humaines, socio-économiques et écologiques [18]

II.5.3. Les polluants particulaires :

Ce sont des polluants chimiques comme les métaux lourds et les composés organiques volatils (COV) qui comprennent des produits nocifs tels le benzène et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Le terme "particules" est une expression générique qui désigne des polluants dont les propriétés physico-chimiques sont différentes. Ce terme se rapporte, en quelque sorte, à la "taille" des polluants plus qu'à leur nature. Sauf les particules fibreuses (exemple : l'amiante), le diamètre attribué aux particules est le diamètre qu'aurait une sphère de comportement aérodynamique équivalent. Les poussières sont des particules solides inférieures à 75 µm (microns) ce sont essentiellement des cendres, des stériles et des imbrûlés.

❖ Les métaux lourds toxiques :

On regroupe sous cette appellation l'ensemble des métaux présentant un caractère toxique pour la santé et l'environnement. La réglementation et la surveillance concernent principalement le plomb (Pb), le mercure (Hg), l'arsenic (As), le Cadmium (Cd) et le Nickel (Ni). Les métaux toxiques proviennent de la combustion des charbons et pétroles, de l'incinération des ordures ménagères et de certains procédés industriels spécifiques, notamment métallurgiques. Ils sont généralement agrégés sur les particules, à l'exception du mercure, principalement gazeux. [19], Les métaux lourds peuvent être absorbés directement par le biais de la chaîne alimentaire entraînant alors des effets chroniques ou aigus :

- * Ils remplacent ou substituent les minéraux essentiels.
- * Ils changent notre code génétique.
- * Ils produisent des radicaux libres.
- * Ils neutralisent les acides aminés utilisés pour la détoxification.
- * Ils causent des allergies.

❖ Les composés organiques volatils (COV) :

Les COV sont des gaz composés d'au moins un atome de carbone, combiné à un ou plusieurs des éléments suivant : hydrogène, halogènes, oxygène, soufre, phosphore, silicium ou azote. On distingue souvent le méthane (CH₄) qui est le COV le plus présent dans l'atmosphère mais qui n'est pas directement nuisible pour la santé ou l'environnement tout en étant, en revanche, un gaz à effet de serre. Le reste des COV, est communément nommé COVNM (Composés Organiques Volatils Non Méthaniques). Les COV sont des précurseurs de l'ozone et de fine particules (les aérosols organiques secondaires).

Les COVNM anthropiques sont émis lors de phénomènes de combustion mais aussi par l'évaporation de solvants (contenus dans les peintures par exemple), de carburants, etc. Il existe un très grand nombre de COV qui peuvent être soit directement émis, soit produit dans l'atmosphère. Les principaux secteurs émetteurs de COV sont le secteur résidentiel (38% des émissions en 2011) du fait de l'utilisation de solvants à usage domestique ou dans le bâtiment, l'industrie manufacturière (peintures), puis le transport, la transformation de l'énergie puis l'agriculture/sylviculture. Une partie des COV présents dans l'atmosphère est également d'origine naturelle et provient de l'émission par les feuilles des arbres sous l'effet du rayonnement solaire. L'isoprène et la famille des terpènes, en particulier, sont des composés émis par le couvert végétal. [20]

❖ Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) :

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) forment une famille de composés chimiques constitués d'atomes de carbone et d'hydrogène dont la structure des molécules comprend au moins deux cycles aromatiques accolés.

Les HAP se trouvent dans l'environnement sous forme de mélanges complexes de plus d'une centaine de composés différents. Les HAP se forment essentiellement lors de la combustion, en particulier celle de la biomasse lors de l'utilisation du chauffage au bois dans le secteur résidentiel.

❖ Les particules en suspension :

Ces particules (notées « PM » en anglais pour « *Particulate Matter* ») sont d'une manière générale les fines particules solides ou liquides en suspension dans l'air. Ces particules sont définies dans la directive 1999/30/CE comme « les particules passant dans un orifice d'entrée calibré avec un rendement de séparation de 50% pour un diamètre aérodynamique de 10 µm (cas des PM₁₀) ou de 2,5 µm (cas des PM_{2,5}) ». Ces particules proviennent de sources naturelles comme les éruptions volcaniques, la végétation (pollens...), les incendies de

forêts... ou de sources anthropiques comme les émissions industrielles, la combustion des fossiles combustibles... On distingue 4 types de particules.

Particules en suspension (TSP) : masse totale de particules.

- **PM10** : masse des particules dont le diamètre aérodynamique moyen est inférieur à $10 \mu\text{m}$.
- **PM2.5** : masse des particules dont le diamètre aérodynamique moyen est inférieur à $2.5 \mu\text{m}$.
- **PM1.0** : masse des particules dont le diamètre aérodynamique moyen est inférieur à $1 \mu\text{m}$.
- Ultrafines : particules dont le diamètre aérodynamique moyen est inférieur à $0.1 \mu\text{m}$.
- Nanoparticules : particules de diamètre aérodynamique moyen inférieur à 0.05 ou $0.03 \mu\text{m}$.

Toutes ces particules sont dangereuses tant pour la santé des êtres humains, que pour la végétation. Par contre, seules les particules PM10 et PM2.5 sont réglementées et ciblées par les Directives Européennes. L'augmentation des concentrations en particules dans l'air est corrélée avec l'augmentation des maladies cardiovasculaires, des allergies, des cancers du poumon, ce qui conduit à une diminution de l'espérance de vie.

La composition chimique des particules est également un paramètre très important pour les études de pollutions atmosphériques. [21]

II.6. Les effets de la pollution de l'air :

L'air est indispensable à la vie, mais il peut avoir des effets nocifs si sa qualité est mauvaise. Sa pollution constitue un danger immédiat pour la santé, mais a également un effet qui s'amplifie au fil des années. Les personnes les plus sensibles, comme les enfants, les personnes âgées, les grands fumeurs, les malades du cœur ou des poumons, sont les plus concernées par la pollution atmosphérique. Pour celles-ci, la pollution peut favoriser des maladies, en aggraver certaines, et parfois même précipiter les décès.

Les effets de la pollution de l'air sur la santé augmentent en fonction des concentrations des substances polluantes dans l'air et de la durée d'exposition.

La réglementation définit, pour certains indicateurs de la pollution, des concentrations de références pour guider l'action des pouvoirs publics. Il s'agit des valeurs limites et des seuils d'alerte, La plupart des études épidémiologiques portant sur les effets de l'exposition

Aux contaminants de l'air peuvent être catégorisées selon deux grands types de design de recherche :

- 1) les études de séries temporelles fournissent des renseignements sur les effets aigus (effets à court terme).
- 2) les études de cohortes donnent des renseignements relatifs aux effets chroniques (effets à long terme).

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'estimation des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique devrait inclure les effets aigus et les effets chroniques (Organisation mondiale de la santé, 2000). Les études épidémiologiques montrant une association entre les concentrations ambiantes de contaminants et une augmentation de la mortalité, n'ont pas déterminé de seuil, c'est-à-dire une concentration minimale en deçà de laquelle il n'y aurait pas d'effet significatif. Il apparaît que la relation entre les concentrations de contaminants et les effets sur la santé est linéaire. [22]

II.6. Effets sur la santé :

Même à des niveaux faibles, la pollution a des effets néfastes sur notre santé. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, "trois millions de personnes meurent chaque année sous l'effet de la pollution atmosphérique, soit 5% des 55 millions de décès annuels dans le monde.

❖ L'intensité des effets :

Les polluants peuvent être de différentes natures. Il peut s'agir de gaz ou de particules ayant des propriétés irritantes pour l'appareil respiratoire. Les fréquences des conséquences et leurs délais d'apparition varient en fonction de la durée d'exposition, du type de polluant, de la sensibilité du sujet et de nombreux autres facteurs.

Les conséquences vont d'une baisse de la capacité respiratoire à une incidence sur la mortalité à plus ou moins long terme (figure II-3).



Figure II-3 : Pyramide des effets associés à la pollution atmosphérique [23]

II.6.1. Différents effets sur la santé :

Les effets néfastes de la pollution atmosphérique urbaine ont été mis en évidence par des études épidémiologiques. Ils sont cohérents avec les travaux toxicologiques, même si l'ensemble des phénomènes physiopathologiques n'est pas encore expliqué.

Les effets sont classés en deux groupes :

❖ Les effets à court terme :

Qui sont les manifestations cliniques, fonctionnelles ou biologiques survenant dans des délais brefs (quelques jours ou semaines) suite aux variations journalières des niveaux ambiants de pollution atmosphérique.

❖ Les effets à long terme :

Qui peuvent survenir après une exposition chronique (plusieurs mois ou années) à la pollution atmosphérique et qui peuvent induire une surmortalité et une réduction de l'espérance de vie. Les effets à long terme restent mal connus car difficiles à évaluer. Cependant, certaines études américaines comparant les indices de mortalité des villes ayant la meilleure qualité d'air avec les plus polluées semblent confirmer l'action néfaste de la pollution

❖ Effets d'ozone :

L'ozone est un gaz soluble dans l'eau et dans les sécrétions bronchiques, capable de pénétrer profondément dans les voies respiratoires : 40% au niveau nasopharyngé et 60% au niveau des voies aériennes distales. C'est un gaz oxydant qui, au niveau cellulaire et biochimique, entraîne une réaction inflammatoire avec libération de divers médiateurs pro-inflammatoires tels que les radicaux libres qui peuvent engendrer des effets délétères dans les tissus pulmonaires. La toxicité de l'ozone se traduit, aux seuils d'information et d'alerte à la population, par l'apparition, principalement à l'effort, d'altération significative de la mécanique de ventilation, d'inconfort thoracique, d'essoufflement ou encore de douleur à l'inspiration profonde. Peuvent apparaître également comme symptômes, une irritation nasale et de la gorge, de la toux ou une irritation de l'œil [7]

Ses conséquences sur la santé sont d'autant plus graves chez les asthmatiques, les enfants et les personnes âgées, notamment durant les jours de forte chaleur et en l'absence de vent [20].

Une concentration standard d'ozone recommandée dans l'air doit être inférieure à 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durant 8 heures et une autre de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une heure d'exposition.

❖ Effets du monoxyde d'azote (NO) :

Le NO est en lui-même peu toxique, les effets soupçonnés concernent sa fixation sur l'hémoglobine (la liaison est 1000 fois plus forte que dans le cas de CO). L'effet essentiel du NO tient à son rôle de précurseur du NO₂. Ce dernier est un gaz irritant pouvant pénétrer profondément dans les poumons, l'inhalation de fortes concentrations de NO₂ provoque surtout des lésions des bronchioles terminales et des alvéoles (pouvant amener de l'Emphysème). Il altère l'activité respiratoire et augmente les crises chez les asthmatiques. Chez les plus jeunes, il favorise des infections microbiennes des bronches [24]

L'OMS fixe les valeurs limites de 40 µg/m³ pour une durée d'exposition de 8 heures et 200 µg/m³ pour une durée d'exposition d'un an. .

❖ Effets d'anhydride sulfureux (SO₂) :

L'anhydride sulfureux (SO₂) est un gaz irritant. Le mélange acide-particulaire peut, selon les concentrations des différents polluants, déclencher des effets bronchospamiques chez l'asthmatique, augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire, excès de toux ou de crise d'asthme). Ce paramètre ne peut être dissocié de la pollution acide-particulaire qui est un mélange complexe ; la limite en atmosphère de travail est fixée à 2 ppm [40]. Une augmentation de 50 µg/m³ de SO₂ ou de particules en hiver provoque une augmentation de 30% de crises d'asthme.

Les valeurs limites indiquées par l'OMS pour le SO₂ sont : 25 µg/m³ pour une durée d'une année d'exposition, 50 µg/m³ pour 24 heures d'exposition, 350 µg/m³ pour une heure d'exposition et 500 µg/m³ pour 10 minutes.

❖ Effets du monoxyde de carbone (CO) :

Les effets du monoxyde de carbone sur l'organisme humain dépendent de sa durée d'action et de sa concentration. Sa toxicité tient essentiellement à sa très grande affinité pour l'hémoglobine du sang avec laquelle il forme un composé relativement stable : la carboxyhémoglobine (Hb CO) suivant la réaction (1).



Le monoxyde de carbone est même capable de déplacer l'oxygène de sa combinaison avec l'hémoglobine (l'oxyhémoglobine (Hb O₂)) d'après la réaction (2).



La symptomatologie de l'intoxication oxycarbonée se traduit principalement par des céphalées, des vertiges et des troubles digestifs (nausées, vomissements). L'OMS a fixé les valeurs guides, ci- après, établies sur des critères strictement sanitaires :

- 100 mg/m³ pour une exposition de 15 minutes ;
- 60 mg/m³ pour une exposition de 30 minutes ;
- 30 mg/m³ pour une exposition de 1 heure ;
- 10 mg/m³ pour une exposition de 8 heures [25].

❖ **Effets des COV :**

La pollution due aux émissions de COV peut être approchée de manière globale suivant ses effets directs ou indirects (photo oxydation) sur l'homme et sur le milieu environnant récepteur.

Les effets sont très divers selon les polluants. Ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation (aldéhydes), à une diminution de la capacité respiratoire jusqu'à des risques d'effets mutagènes et cancérigènes (benzène). C'est une contamination majeure de l'habitat. Des études de toxicologie ont montré le rôle que pourraient jouer dans les processus de cancérogenèse différents HAP [26].

Le benzène est un toxique qui peut avoir des effets sur le système nerveux, les globules et les plaquettes sanguins pouvant provoquer une perte de connaissance.

C'est également un agent cancérigène, capable d'induire une leucémie.

Les effets directs peuvent être :

- des irritations cutanées.
- des irritations des yeux et des organes de respiration.
- des troubles cardiaques, digestifs, rénaux et hépatiques.
- des maux de tête ; des troubles du système nerveux, des actions cancérigènes et mutagènes.

Les COV ont des effets indirects du fait qu'ils participent à des réactions chimiques complexes se déroulant dans l'atmosphère telle celle qui favorise l'augmentation de l'ozone troposphérique.

La valeur moyenne d'exposition (VME) est la teneur pondérée pour 8h/j d'exposition recommandée par L'INRS, en France, pour les COV. La valeur limite d'exposition (VLE) est la teneur maximale ne pouvant être dépassée pendant plus de 15 minutes [20].

❖ **Effets des particules :**

Sur le plan sanitaire, elles représentent un indicateur majeur de la qualité de l'air [27]

Les particules fines peuvent pénétrer profondément dans les alvéoles pulmonaires et avoir des conséquences graves sur la santé humaine [24]

Les particules diesel agissent sur le système immunitaire de l'asthmatique en induisant Une activation Th1 et Th2 des lymphocytes T spécifiques de l'allergène [28] [29].

D'autres études ont montré que les particules diesel entraînent une modification du stress oxydant et de la balance protéases/antiprotéases des cellules épithéliales alvéolaires et des macrophages alvéolaires, de même qu'une altération de la réponse proliférative des cellules musculaires lisses bronchiques.

Les valeurs limites recommandées par l'OMS sont :

Particules PM_{2.5} : 10 µg/m³ moyennes annuelles et 25 µg/m³ moyenne sur 24 heures.

Particules PM₁₀ : 20 µg/m³ moyennes annuelles et 50 µg/m³ moyenne sur 24 heures

Tableau II.1 : les principales sources et les effets des polluants sur la santé.

Nom	Source principale	Effet
CO (Oxyde de carbone)	Echappements de voitures peut être mortel	Provoque des allergies et des troubles de la santé.
NO ₂ , NO (Oxydes d'azote)	Secteur des transports est le principal émetteur (69%). Les autres proviennent de l'industrie (verreries, cimenteries...) et des installations de combustion. 85 % des émissions de NO _x sont liées à la combustion et l'incinération.	Provoque une Irritation et une hyperactivité bronchique chez les asthmatiques.
SO ₂ (Dioxyde de soufre)	Fumées d'usine Chauffage. 60 % des émissions industrielles de SO ₂ sont liées à la production d'énergie	Irritations, maladies respiratoires chroniques

Plomb	Echappements de voitures	Saturnisme Se fixe sur les os, toxique pour le sang
COV	-vapeurs d'hydrocarbures émises lors de la transformation, du stockage et de la distribution des matières pétrolières. -imbrûlés des installations d'incinération et de combustion -solvants organiques présents dans les peintures, vernis et colles.	Gènes olfactifs, effets cancérogènes possibles.
HCl	-l'incinération des ordures ménagères contenant certaines matières plastiques riches en chlore -la combustion du charbon	Irritations et Corrosions
Poussières	Cimenteries et fabrication d'engrais Véhicules (en particulier Diesel) Mines à ciels ouverts	Attaque des voies respiratoires
Ozone		Irritations oculaires et pulmonaires, toux, migraine

II.6.2.Effets sur l'environnement :

Les polluants atmosphériques ont un impact négatif et destructeur aussi bien sur l'environnement.

❖ Effets de l'ozone O₃ :

Il peut perturber l'activité photosynthétique des végétaux, altérer leur résistance, diminuer la productivité des cultures et provoquer des lésions caractéristiques. La sensibilité varie selon les espèces : mélèzes, tabac (espèces sensibles), pin sylvestre, pin (espèces moyennement sensibles), épicéa commun, chêne pédonculé (espèces peu sensibles). Les effets chroniques se traduisent par l'apparition de petites taches nécrotiques réparties sur la surface des feuilles.

- L'ozone contribue aussi avec les dépôts acides et d'autres facteurs défavorables (sécheresses, pauvreté des sols...) aux troubles forestiers et accentue le pouvoir acidifiant des NO_x et des SO₂ en accélérant leur oxydation en sulfates et nitrates.
- Ce polluant photochimique accélère la dégradation des matériaux tels que le caoutchouc (craquelures).
- L'ozone contribue à l'effet de serre.

❖ Effets des oxydes d'azote NO_x :

Les NO_x interviennent dans le processus de formation de l'ozone dans la basse atmosphère. Ils contribuent également au phénomène des pluies acides.

- Les dépôts azotés issus des émissions d'oxydes d'azote peuvent aggraver les problèmes nutritionnels des peuplements de végétaux sensibles.
- Les NO_x, en présence de divers autres constituants et de rayonnement solaire énergétique ultraviolet, constituent, en tant que précurseurs, une source importante de pollution photochimique et, notamment, d'ozone troposphérique. [30]

❖ Effets des oxydes de soufre :

- En présence d'humidité, il forme de l'acide sulfurique qui contribue au phénomène des pluies acides et à la dégradation de la pierre et des matériaux de certaines constructions.
- La formation des dépôts acides (pluies acides) peut avoir des effets néfastes sur la végétation et changer les caractéristiques des sols. Lorsque ces sols sont déjà très pauvres, ils entraînent des pertes importantes de cations aggravant ainsi les difficultés d'alimentation en magnésium et en calcium des végétaux.
- Des particules charbonneuses ou alumino-silicatées ayant absorbé du SO₂ peuvent se déposer sur les pierres. L'acide sulfurique formé en présence d'eau réagit avec le calcium contenu dans les particules et donne naissance à des cristaux de gypse qui par leur action mécanique et chimique participent à la dégradation des monuments.

❖ Effets du monoxyde de carbone CO :

Le CO, au même titre que les NO_x et COV, intervient en tant que précurseur dans le processus de formation de la pollution photochimique, notamment de l'ozone troposphérique.

❖ Effets des composés organiques volatils COV :

- Les COV au même titre que les NO_x et CO interviennent en tant que précurseurs dans le processus de formation de la pollution photochimique, notamment de l'ozone troposphérique [31].

❖ Effets des particules en suspensions (PM) :

- Les particules en suspension sont à l'origine de salissure sur les bâtiments.
- D'autre part, elles ont une influence sur la formation des nuages, des brouillards et des précipitations.
- Elles tendent à réduire la visibilité.
- Chez les végétaux, elles peuvent provoquer une réduction de la croissance et des nécroses.

Conclusion

L'air est un élément vital, si on ne prend pas garde de sa qualité en continuant de le polluer il deviendra un souci majeur pour notre santé ainsi que pour l'environnement.

Ainsi, l'étude de cette pollution a permis, d'une part, d'identifier les principales sources de polluants (naturelles et anthropiques) et d'autre part, d'investiguer les impacts sanitaires et environnementale engendrée par celle-ci.

Par conséquent, il est nécessaire de réduire les émissions de polluants atmosphériques nocifs afin d'instaurer une qualité de vie sans nuisance. Ainsi permet de minimiser les effets nocifs sur la santé humaine en accordant une attention particulière aux populations sensibles et à l'environnement dans son ensemble, d'améliorer la surveillance et l'évaluation de la qualité de l'air.

III.1.Introduction :

Le monoxyde de carbone (CO) est le gaz toxique le plus fréquemment rencontré lors d'empoisonnements par les gaz. La formule chimique s'écrit CO. Ce corps composé est à l'état gazeux dans les conditions normales de pression et de température. Il a comme caractéristique particulièrement sournoise de n'être pas décelable par nos sens. Il est incolore, inodore et très toxique pour les mammifères. C'est un poison invisible ! Le CO est issu de toutes les combustions et notamment des installations de chauffage non électrique et des moteurs à combustion. C'est pour cela qu'il est la cause de centaines d'accidents chaque année et plus particulièrement pendant l'hiver. Le CO est aussi la cause majeure de la toxicité des fumées d'incendies. Les activités professionnelles (gaz industriel) peuvent mettre en présence des personnes avec le CO, c'est pour cela que des normes concernant le monoxyde de carbone et les activités professionnelles ont été établies.

III.2. Propriétés physicochimiques :

Dans les conditions ordinaires de pression et de température le CO est un gaz inodore, incolore et sans saveur, donc il est impossible de détecter le monoxyde de carbone (CO) par nos sens : c'est un fantôme qui tue !

III.2.1. Propriétés physiques :

- Un peu plus léger que l'air Avec sa densité de 0,968 (diffusion rapide dans l'atmosphère)
- Non irritant des voies respiratoires.
- Difficilement liquéfiable, le monoxyde de carbone à l'état liquide, est un liquide cryogénique à $-191,5^{\circ}\text{C}$, il faut donc tenir compte de tous les aspects que comporte l'exposition à un liquide à très basse température.
- Il est peu soluble dans l'eau (2.3 ml dans 100 ml d' H_2O à 20°C)
-lipophile donc très absorbé par voie pulmonaire, assez soluble dans certains solvants organiques tels que l'acétate d'éthyle, éthanol, l'acide acétique.
- Non adsorbé par le charbon actif, donc les masques de charbon actif sont inefficaces. Absorbe dans l'IR d'où intérêt dans la détection et le dosage.

Tableau III.01.propriétés physique de monoxyde carbone.

Nom Substance	Détails
Monoxyde de carbone	N° CAS 630-08-0
	Etat Physique Gaz
	Masse molaire 28,01
	Point de fusion -205°C à 101 kPa
	Point d'ébullition -191°C à 101 kPa
	Densité 0,814
	Densité gaz / vapeur 0,97
	Pression de vapeur 34 kPa à -200°C

Point critique	-140 °C à 3498 kPa
Température d'auto inflammation	605 °C
Limites d'explosivité	limite inférieure : 10,9 %
Ou d'inflammabilité	limite supérieure : 76 %
(En volume % dans l'air)	
Coefficient de partage n-octanol	1,78
/ Eau (log Pow)	

* A 25°C et 101KPa : 1 ppm = 1.14mg/m³ [V].

III.2.2 Propriétés chimiques :

- Il se dissocie en C et CO₂ entre 400-700°C. A partir de 800°C l'équilibre :
 $2\text{CO} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{C}$

Va dans la formation de CO. Si la T° < 400°C et dans la T0 ordinaire cette décomposition a lieu en présence de certains catalyseurs : Cr, Pd.

- Le CO brûle dans l'air ou l'oxygène avec flamme bleue pour donner le CO₂ avec dégagement de la chaleur.
- En raison de ses propriétés fortement réductrices, il peut agir avec les agents oxydants en formant des composés très explosifs.
- Il n'attaque pas les métaux à pression < 3500KPa, à plus haute pression il agit avec le nickel, cobalt, chrome en donnant des carbonyles très instables et toxiques
- En présence de nickel réduit et à 250 °C, le monoxyde de carbone peut être transformé en méthane : $\text{CO}(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{CH}_4(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$ [V].

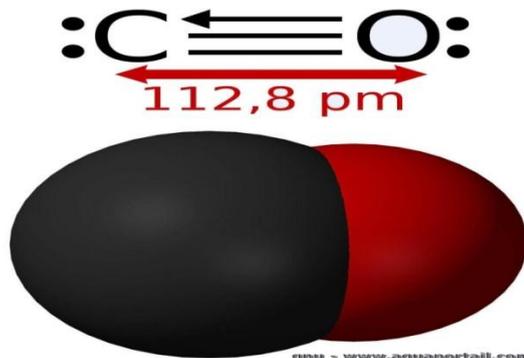


Figure III.1.molécule de CO.

III.3. Processus d'intoxication de monoxyde de carbone :**Physiopathologie :**

Le CO bloque le transport de l'O₂ vers les tissus. Sa toxicité tient à sa fixation sur les protéines comme la myoglobine mais surtout héminiques avec une affinité du CO pour l'hémoglobine (Hb) supérieure à celle de l'O₂. Par ailleurs, les chaînes respiratoires mitochondriales sont aussi inhibées et responsables d'un stress oxydatif. Le CO provoque ainsi une hypoxie anémique doublée d'une hypoxie cellulaire. Les organes cibles cliniquement parlant s'avèrent être essentiellement le cerveau et les muscles (dont le myocarde). Chez la femme enceinte, le CO passant la barrière placentaire et ayant une affinité pour l'Hb fœtale encore plus accrue que pour les Hb de l'adulte, l'hypoxie fœtale peut être sévère, responsable de malformations, de retard de croissance voire de décès in utero.

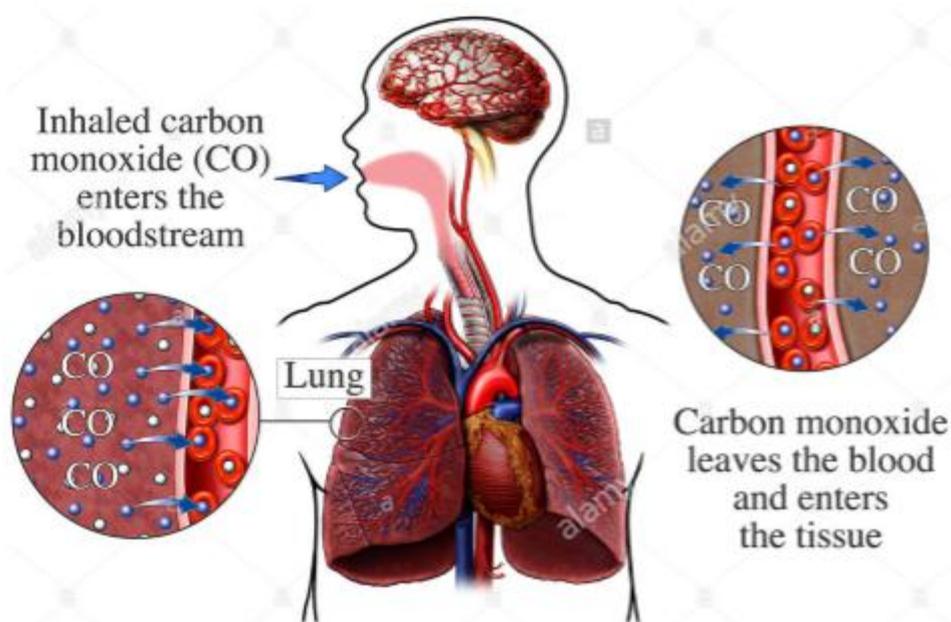


Figure III.2.anatomie de l'intoxication de monoxyde de carbone.

Les situations à risque :

Il s'agit de toutes les situations où une personne :

- Se trouve déjà exposée à une source de CO, mais sans manifestation clinique ou avec des manifestations cliniques à bas bruit, du fait d'une installation non conforme.
- N'est pas encore exposée au CO mais est en contact d'une installation potentiellement dangereuse.

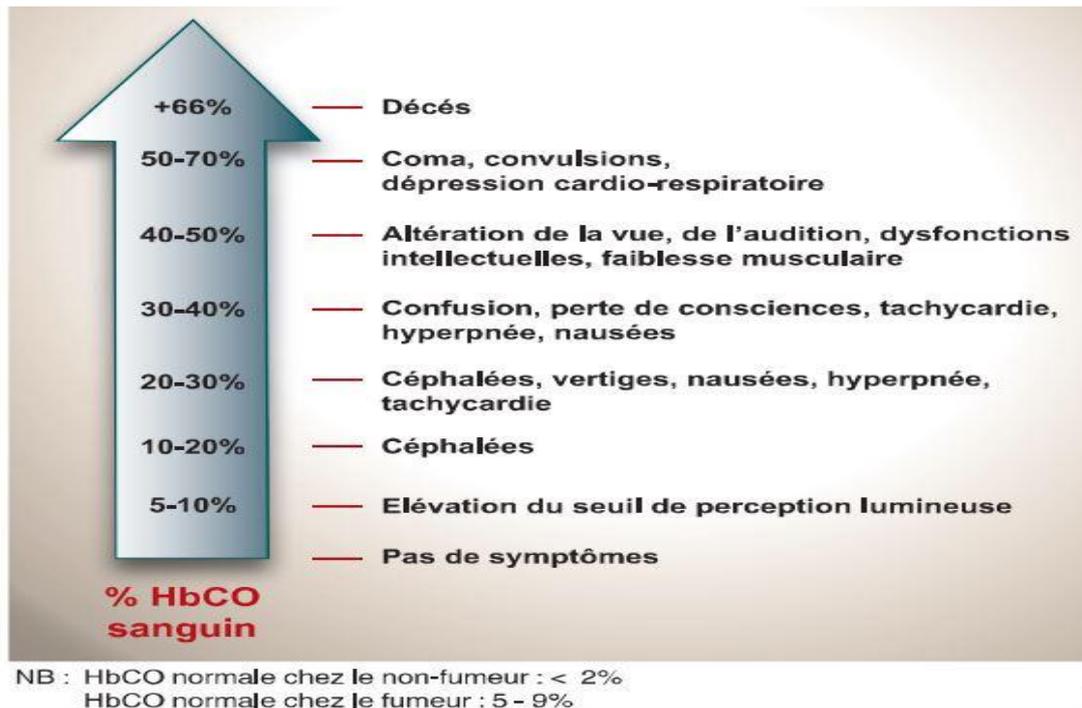


Figure III.3. Symptomatologie d'une intoxication de Co et taux d'HBCO [34].

L'effet de concentration du gaz CO sur la personne :

Le taux habituel de CO dans l'air ambiant est d'environ 0,2 ppm (particule par million).

L'Organisation mondiale de la Santé a défini, pour l'ensemble de la population, y compris les Femmes enceintes et les personnes âgées atteintes d'affections cardiaques ou respiratoires (Connues ou non), des valeurs de référence considérées comme inoffensives en fonction de la durée de l'exposition :

- 10 mg/m³ (10 ppm) pendant 8 heures.
- 30 mg/m³ (25ppm) pendant 1 heure.
- 60 mg/m³ (50ppm) pendant 30 min.
- 100 mg/m³ (90ppm) pendant 15 min.

La gravité d'une intoxication est fonction de la concentration de CO dans l'air et de la durée de l'exposition :

Tableau III.02 :l'effet de concentration du gaz CO.

CO (ppm)	% CO dans l'air	Symptômes
100	0.01	
200	0.02	Maux de tête, vertiges, nausées, fatigue.
400	0.04	Maux de tête intenses, danger de mort après 3 heures.
800	0.08	Maux de tête, vertiges, nausées. Perte de connaissance en 45 min, décès après 2-3 heures.
1600	0.16	Symptômes sévères après 20 min, décès endéans l'heure.
3200	0.32	Maux de tête, vertiges, nausées après 5 min, perte de connaissance après 30 min.
6400	0.64	Céphalées et vertiges après 1 à 2 min, perte de connaissance après 10-15 min.
12800	1.28	Perte de connaissance immédiate, décès en 1 à 3 minutes.

III.4.Formation :

Le monoxyde de carbone est produit par l'organisme à l'état physiologique et à partir de la combustion incomplète de combustible organique (hydrocarbonés). [VI]

III.4.1.Formation endogène :

Le CO est produite par l'organisme à l'état physiologique à raison de 10 ml/j. Cette production est le résultat du catabolisme de l'hème dans le cadre du métabolisme des hémoprotéines. On estime que 79 % du CO produit provient du catabolisme de l'hème de l'hémoglobine, le reste provenant des autres hémoprotéines (myoglobine, cytochromes, catalases, peroxydases). Enfin, une faible quantité de CO provient des processus de peroxydation lipidique

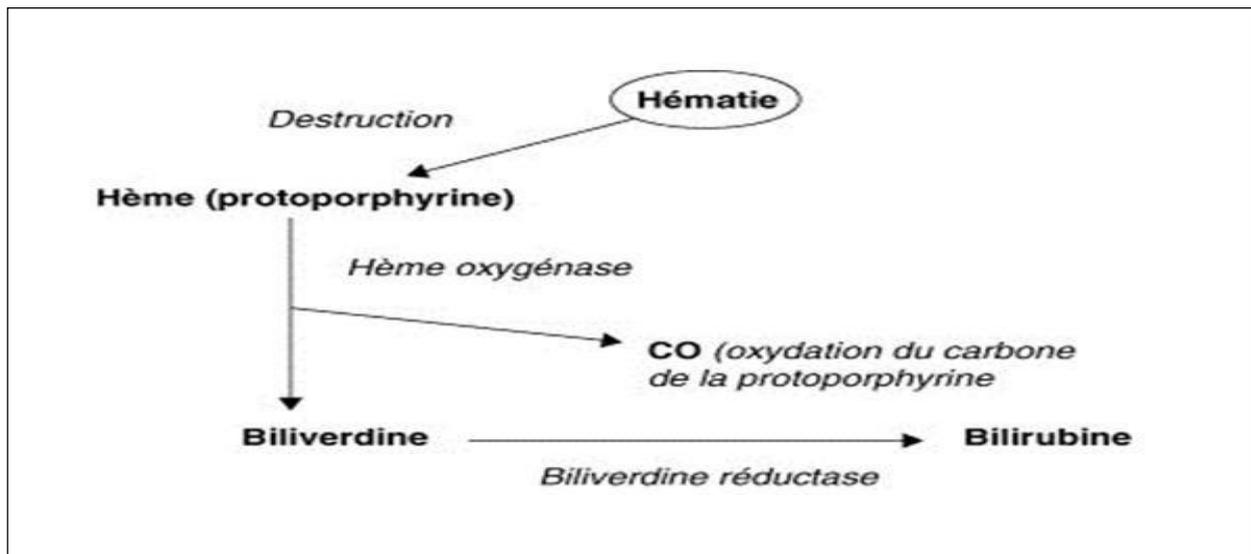


Figure III.4. Production de monoxyde de carbone à partir de la dégradation de l'hème de l'hémoglobine.

III.4.2. Formation exogène :

Le monoxyde de carbone résulte d'une combustion incomplète quel que soit le combustible utilisé : bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel, pétrole, propane. [VI]

Il faut différencier les sources de production et les sources d'intoxication. La production de monoxyde de carbone trouve différentes sources. [36]

III.5. Les sources de production et intoxication de monoxyde carbone :

1) Naturelles :

Le CO est un constituant naturel de l'atmosphère, produit soit par dissociation du dioxyde de carbone (CO₂) dans la stratosphère, soit par divers organismes vivants marins (algues, méduses...). Une des principales sources naturelles de CO est liée aux feux de forêt. Les volcans émettent du CO, parmi d'autres gaz plus ou moins toxiques et souvent responsables des premiers décès avant l'éruption.

Sa concentration dans l'atmosphère est en moyenne inférieure à 10 parties par million (ppm).

2) Résidentielles et tertiaires :

A l'intérieur des habitations, les principales sources de monoxyde de carbone sont les foyers utilisant un combustible carboné (bois, charbon, huile, gaz, pétrole...) comme des appareils de chauffages, des chauffe- eau, un four ou une cuisinière. La quantité de monoxyde de carbone produite est influencée en cas de mauvais fonctionnement d'un appareil, d'une ventilation insuffisante ou d'un mauvais entretien [37].

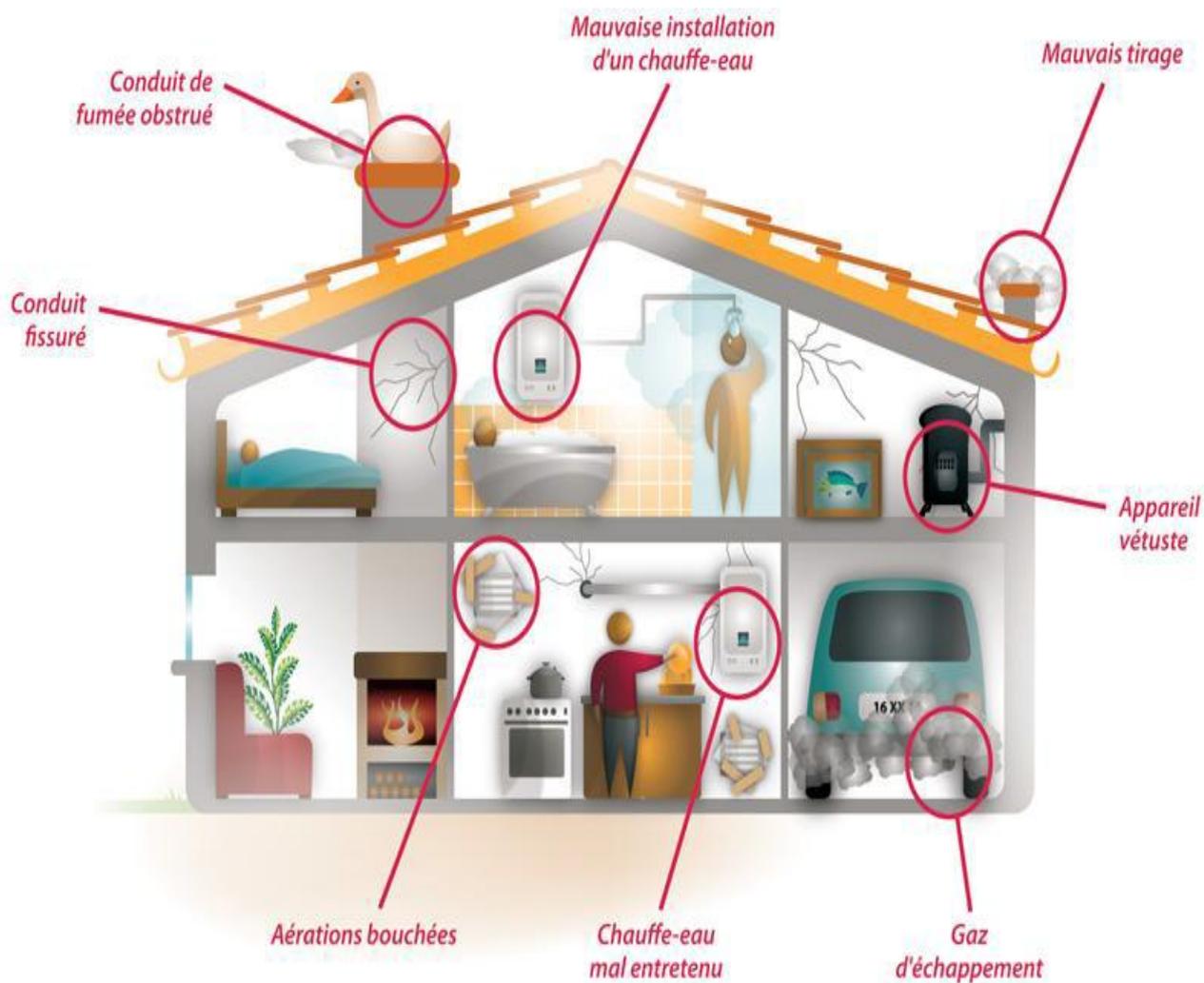


Figure III.5 : Sources de Co au domicile. [38]

3) Liées au trafic :

Les principales sources sont les véhicules à moteur (les gaz d'échappement des voitures et des camions) mais aussi les locomotives, les bateaux et les avions. Des taux importants de monoxyde de carbone peuvent être retrouvés quand un moteur de voiture tourne dans un endroit clos, dans des embouteillages ou dans des espaces couverts (tunnel, parking).

4) Industrielles :

La métallurgie du fer et des autres métaux, les raffineries de pétrole, les fabriques de pâte à papier et de noir de carbone, les industries qui fabriquent différents composés chimiques sont également de grands producteurs de monoxyde de carbone, sans compter les incinérateurs, ou les industries qui produisent du gaz de chauffage. [39]

Les sources de Co sont ubiquitaires dans l'air extérieur mais l'intoxication d'un être humain nécessite l'adjonction de deux principaux facteurs : une source de combustion (défectueuse ou non) et un endroit clos ou mal aéré. Les appareils en cause sont divers.

L'époque du gaz d'éclairage à teneur en Co voisine de 20%, grand pourvoyeur d'intoxication en son temps, n'est plus d'actualité. Ce gaz industriel a été remplacé par des hydrocarbures comme le méthane ou ses homologues supérieurs : propane et butane. [37]

Ainsi, les causes d'intoxication au Co se sont modifiées au cours des époques de par les progrès techniques et technologiques.

Comparaison des sources d'intoxication entre 2015 et 2018

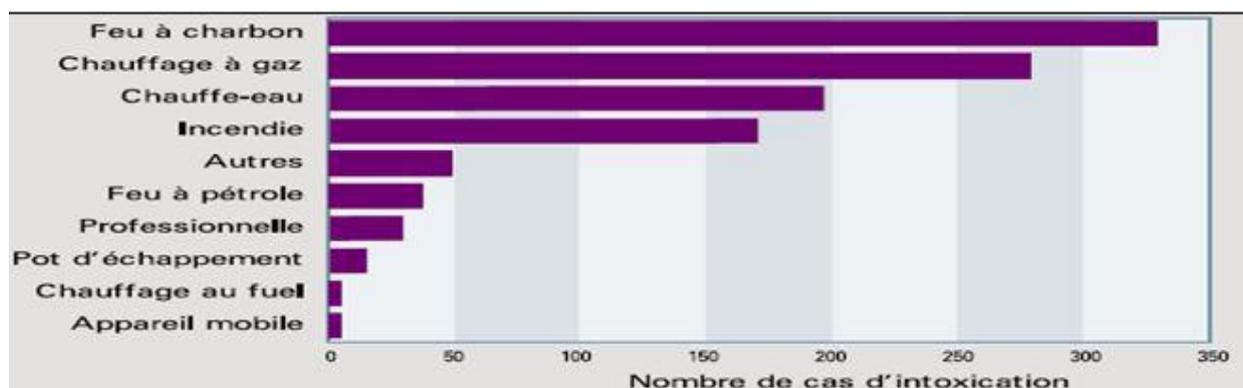


Figure III.6. Appareils impliqués dans les intoxications au Co en 2015.

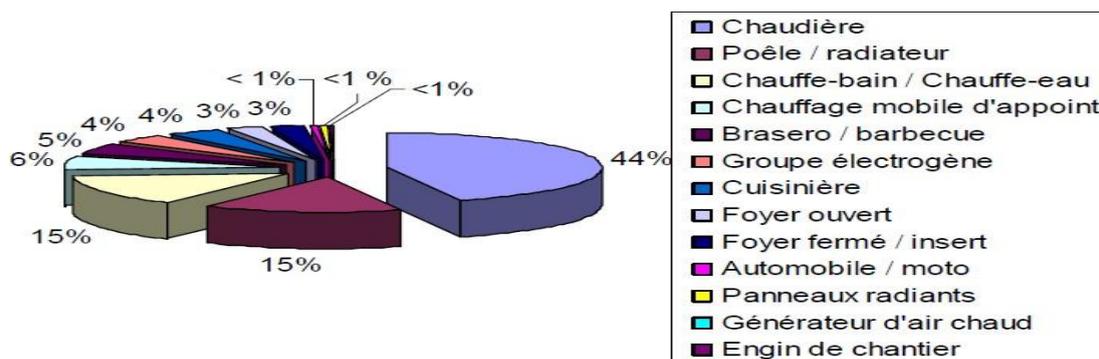


Figure III.7 : Appareils impliqués dans les intoxications au Co en 2018.

III.6.Symptômes :

Bien qu'il faille différencier les intoxications aiguës et chroniques, les manifestations cliniques sont souvent similaires mais à des degrés d'atteintes différents. [41] [42]

III.6.1.Intoxication Aigue :

Une intoxication aiguë au monoxyde de carbone peut prendre différentes formes cliniques : psychiatrique, neurologique, cardiaque etc... La soudaineté et la grande variabilité dans le temps des signes cliniques sont des éléments évocateurs du diagnostic.

Les organes les plus sensibles au manque d'oxygène sont le cerveau et le cœur ce qui explique en grande partie les différents signes cliniques. Mais les signes neurologiques sont souvent au premier plan.

Les signes dépendent de la durée d'exposition et de la concentration atmosphérique en monoxyde de carbone. [VI]

➤ Signes neurologiques :

Ces manifestations sont diverses

- Coma d'emblée
- Céphalée
- Perte de connaissance
- Vertiges
- Troubles visuels
- Faiblesses musculaires
- Syndrome pyramidal
- Crises comitiales
- Syndrome confusionnel

➤ **Signes cardiovasculaires et pulmonaires :**

Une tachycardie sinusale est quasi constante et un collapsus est possible. Des douleurs coronariennes au syndrome coronarien aigu, voire à un véritable infarctus du myocarde sont possibles chez les sujets prédisposés. Un œdème pulmonaire est possible résultant soit d'une insuffisance ventriculaire gauche par sidération myocardique (œdème cardiogénique), soit d'une atteinte pulmonaire par toxicité directe (œdème lésionnel).

Une inhalation dont le risque est corrélé à la profondeur du coma peut se compliquer d'une atteinte lésionnelle pulmonaire et/ou d'une pneumopathie infectieuse.

- L'arrêt cardiaque asystolique ou par fibrillation ventriculaire est la complication ultime de l'intoxication.

➤ **Signes cutanéomuqueux :**

Des signes non spécifiques peuvent être retrouvés.

En effet la classique teinte cochenille de la peau est en fait rare (ne pas la confondre avec la coloration rosée que prennent les téguments lors de l'utilisation d'hydroxy cobalamine, antidote des intoxications au cyanures, retrouvé dans les fumées d'incendie) et disparaît rapidement après la soustraction à l'environnement toxique, tout comme la coloration rouge cerise des lèvres est classique mais rare.

Cette coloration est due à la couleur rouge foncé de l'HbCo et à la vasodilatation cutanée.

Des phlyctènes aux points de ponction des sujets comateux au sol.

➤ **Autres signes :**

Les nausées, les vomissements sont très fréquents souvent au premier plan avec les signes neurologiques.

Une rhabdomyolyse, liée au syndrome postural et aux effets directs du Co sur les muscles peut, de façon non spécifique, se compliquer localement d'un syndrome des loges et sur le plan systémique d'une oligurie.

Les autres signes sont contextuels, notamment en cas d'incendie : brûlures, suie sont fréquemment associées.

➤ **Particularités pédiatriques :**

Chez les enfants de moins de 2 ans, les signes et les symptômes les plus fréquemment observés sont des niveaux de conscience altérés (difficulté à réveiller l'enfant, léthargie), de l'irritabilité, des vomissements et une diminution de l'appétit.

L'intoxication au monoxyde de carbone peut être confondue avec un état grippal [43]

Une étude réalisée en 1989 et publiée dans le Lancet « Trial of normo bic and hyper bic oxygène for acute carbone monoxyde

Intoxication » a étudié 629 patients atteints d'intoxication au monoxyde de carbone et a montré que les principaux symptômes étaient [44].

- Céphalées 83% ;
- Vertiges 75% ;
- Faiblesse musculaire 75% ;
- Troubles digestifs 51% ;
- Perte de connaissance 33,5% ;

L'intoxication au monoxyde de carbone, vu la variabilité des manifestations cliniques, est parfois de diagnostic difficile. Une classification en 5 stades, en fonction des symptômes, a été réalisée [VII] :

<p>Classes de sévérité des cas d'intoxication au CO :</p> <ul style="list-style-type: none">- 0 : pas de symptôme- 1 : inconfort, fatigue, céphalées.- 2 : signes généraux aigus (nausées, vomissements, vertige, malaise, asthénie intense) à <p>L'exclusion de signes neurologiques et cardiologiques.</p> -3 : Perte de conscience transitoire spontanément réversible ou signes neurologiques ou cardiologiques légers (à l'exclusion de ceux mentionnés au stade suivant). -4 : Signes neurologiques (convulsions ou coma) ou cardiovasculaires (arythmie ventriculaire, œdème pulmonaire, infarctus du myocarde ou angor, choc, acidose sévère) grave.
--

Figure III.8 : Classification des intoxications au Co en fonction de la sévérité. [32]

III.6.2.Intoxication chronique :

A long terme, l'exposition répétée constitue un risque élevé pour les personnes porteuses d'une cardiopathie coronarienne et les femmes enceintes [39].

L'exposition chronique peut augmenter la fréquence des symptômes cardio-vasculaire chez certains travailleurs, tel que les contrôleurs techniques des véhicules à moteur, les pompiers et les soudeurs.

Les patients se plaignent souvent de maux de tête, d'étourdissement, dépression, confusion et/ou nausées.

Lors de la cessation d'exposition, les symptômes disparaissent habituellement d'eux-mêmes.

Cette forme d'intoxication chronique est également retrouvée chez les personnes fumeuses, puisque la fumée de cigarette est riche en monoxyde de carbone.

a) Complications :

Parmi les principales complications des intoxications au monoxyde de carbone, il faut noter les manifestations neurologiques graves qui peuvent se produire des jours, voire des semaines après une intoxication aigue.

Les problèmes rencontrés sont des troubles des fonctions supérieures, intellectuelles et de la mémoire à court terme.

- Démence. - Désorientation.
- Irritabilité. - Convulsions
- Troubles de la marche. - Hémiplégie.
- Troubles de la parole. - Troubles de l'audition.
- Syndrome parkinsonien. - Neuropathie périphérique.
- Cécité corticale. .
- Dépression (possible sur les intoxications chroniques).

Ces séquelles d'apparition retardée peuvent survenir chez environ 15% des patients gravement intoxiqués après un intervalle de 2 à 28 jours. Il est impossible de prédire quel patient développera de telles complications. Mais l'âge, la perte de connaissance initiale, l'existence d'anomalies neurologiques initiales et un taux d'HbCo supérieur à 25%, peuvent être des indices prédictifs d'un plus grand risque de survenue de symptômes retardé.

L'évolution de tels symptômes est variable.

- **Syndrome post intervallaire** : c'est l'apparition après une intoxication, dans un délai de 7 à 27 jours, de symptômes sus décrit, la récupération est satisfaisante dans 50 à 75% des cas, en moins de 1 an.
- **Syndrome séculaire** : ce risque se traduit par la persistance des troubles cliniques initiaux.

En pédiatrie les intoxications sont actuellement suspectées de perturber le développement cérébral des enfants et notamment leurs fonctions intellectuelles.

L'apparition de telles complications est, comme décrit dans le paragraphe physiopathologie, liée à l'hypoxie initiale, aux lésions d'ischémie ré-perfusion, à l'effet du Co sur l'endothélium et à la peroxydation des lipides cérébraux par les radicaux libres. [VII]

III.7.Statistiques des décès en cas d'intoxication de monoxyde carbone en Algerie :

Chiffres à l'appui, il indiquera que ces décès sont passés de 100 en 2018 à 145 en 2019. Mais il est tout autant question de personnes qui ont échappé à la mort par intoxication au CO parce que secourues à temps. Il est ainsi question de 1 849 personnes secourues en 2018 contre 2 324 en 2019 et 336 depuis le début de la nouvelle année à ce jour. Pour expliquer ce phénomène, et notamment sa tendance haussière, le responsable a fait état du « non-respect des mesures de sécurité obligatoires », insistant notamment sur le « manque de ventilation du domicile, la non-conformité à la réglementation en matière de fabrication des appareils de chauffage ainsi que l'utilisation d'autres non conçus pour cet usage ». De même qu'il est question « au non-recours à des spécialistes en installation d'appareils en question et le non-respect de l'obligation de leur entretien régulier, également par un personnel qualifié ». Aux yeux du responsable « ces fréquents accidents sont évitables et surviennent de manière disparate à travers le territoire national ». [VIII]

Tableau III.03. intoxication de monoxyde carbone au niveau d'Oran

Les années	Nombre total d'interventions			Asphyxie au gaz naturel et le gaz butane			Asphyxie au carbone		
	NI	NS	ND	NI	NS	ND	NI	NS	ND
2016	78	75	3	11	11	/	65	62	3
2017	64	58	05	04	04	//	32	26	05
2018	48	37	09	01	//	01	33	23	08
2019	61	59	02	//	//	//	34	32	02
2020	35	32	3	7	4	3	22	19	3

NI : Nombre d'interventions NS : nombre de cas de premiers secours ND : nombre d morts.

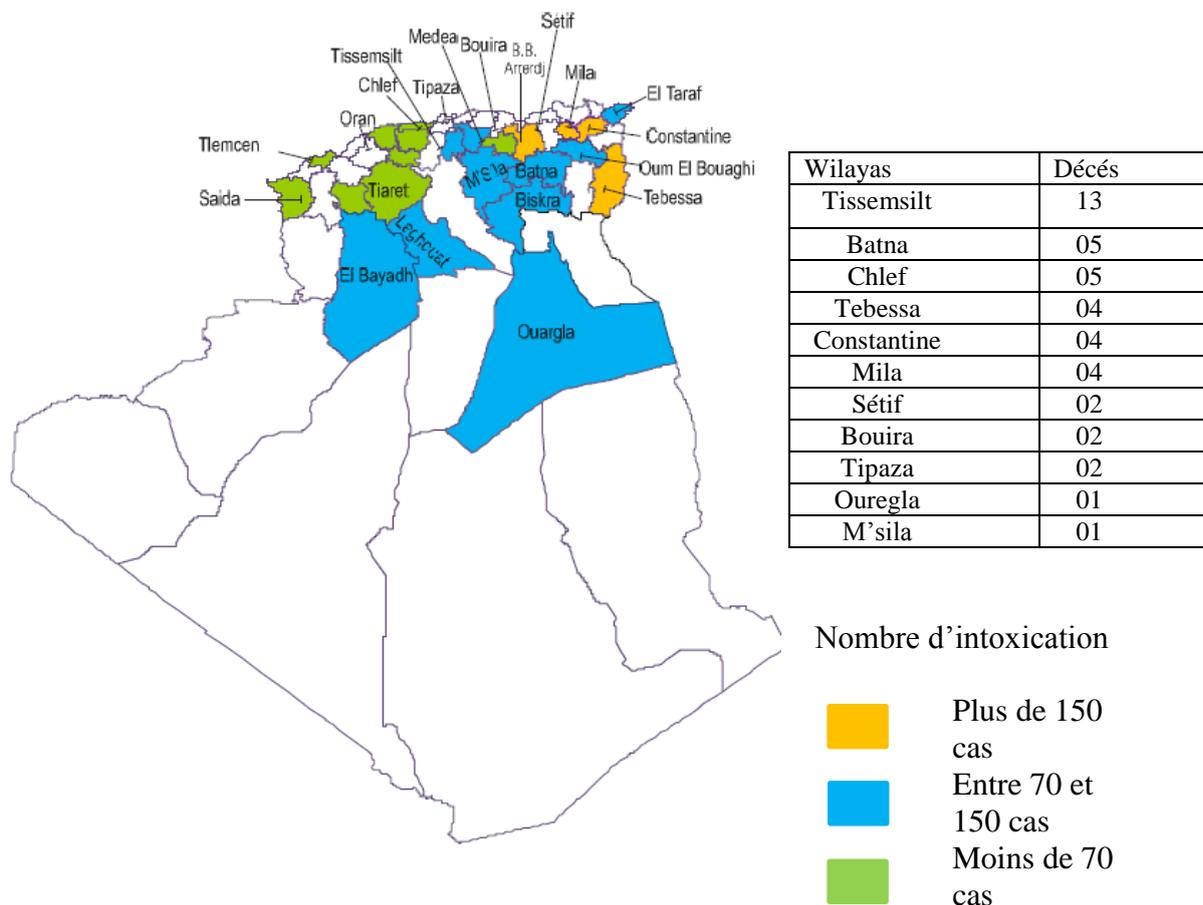


Figure III.9 .répartition des cas d'intoxication et des décès en Algérie durant 2018-2019

Conclusion :

L'intoxication au monoxyde de carbone est grevée d'un taux de mortalité/morbidité important et reste actuellement la principale cause de décès par intoxication dans les pays occidentaux. Elle peut se manifester par des symptômes peu spécifiques, il est donc aisé de passer à côté du diagnostic s'il n'est pas évoqué de façon systématique. A côté du risque vital immédiat, les victimes peuvent garder des séquelles invalidantes à long terme. Le traitement initial de l'intoxication au CO repose sur l'évacuation du patient hors de la zone polluée et l'administration d'oxygène. L'indication à une oxygénothérapie hyperbare devrait systématiquement être envisagée chez les patients présentant une intoxication sévère, notamment en cas de perte de connaissance, d'atteinte neurologique, d'atteinte cardiaque et chez la femme enceinte. Il y a actuellement de fortes évidences pour affirmer que l'oxygénothérapie hyperbare permet de minimiser les séquelles à long terme de l'intoxication au CO.

IV.1.Introduction :

L'utilisation du gaz dans la vie quotidienne est primordiale. Néanmoins, il présente un risque dangereux sur la vie de l'être humain en cas de fuite, en particulier le monoxyde de carbone reste la première cause d'intoxication domestique mortelle dans le monde.

En Algérie des centaines de citoyens trouvent la mort par intoxication au monoxyde de carbone (CO), ceci surtout à l'approche de chaque saison hivernale. Plusieurs raisons sont à l'origine de cette catastrophe, dont on peut citer : la mauvaise aération, la contrefaçon, les mauvaises installations et le non-respect des normes d'entretien.

Devant une telle situation, plusieurs campagnes de sensibilisation à travers les différentes wilayas ont été lancées. L'objectif est de donner les conseils de prévention aux citoyens qui lui permettront de mieux se protéger des risques d'intoxication au CO qu'ils encourent, si ces derniers ne font pas preuve de prudence et ne respectent pas les consignes de sécurité.

D'autre part, le développement de la micro-informatique dans les circuits modernes sera exploité pour concevoir des systèmes modernes et intelligents pour la mesure, la prévention et l'alerte en cas de fuite ou de présence d'un de ces gaz toxiques, tel que : le monoxyde de carbone CO et le méthane CH₄, en minimisant les sources du problème et en alertant l'utilisateur d'une façon anticipée pour que la réaction soit à temps et avant que les dégâts se produisent. [VIII] [IX]

IV.2. Réglementation et sensibilisation :**❖ Réglementation relative aux appareils et installations :**

Articles L. 129-1 à L. 129-7 : du code de la construction et de l'habitation

Articles L. 134-6, et L. 271-4 à L. 271-6 : du code de la construction et de l'habitation

Décret du 9 juin 2009 (JO du 11 juin 2009) : relatif à l'entretien annuel des chaudières dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 400 kilowatts

Décret du 9 juin 2009 (JO du 11 juin 2009) : relatif au contrôle des chaudières dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 400 kilowatts

Décret n° 2006-1147 du 14 septembre 2006 : relatif au diagnostic de performance énergétique et à l'état de l'installation intérieure de gaz dans certains bâtiments

Décret n° 2004-945 du 1er septembre 2004 : modifiant le décret n° 92-1280 du 10 décembre 1992 édictant les prescriptions de sécurité relatives aux appareils mobiles de chauffage à combustible liquide et à leurs pièces de rechange

Arrêté du 22 décembre 2015 : modifiant l'arrêté du 4 mars 1996 portant codification des règles de conformité des matériels à gaz aux normes les concernant lorsqu'ils sont situés à l'intérieur des bâtiments d'habitation et de leurs dépendances ainsi que dans les caravanes, autocaravanes et fourgons aménagés

Arrêté du 2 octobre 2009 : relatif au contrôle des chaudières dont la puissance nominale est supérieure à 400 kilowatts et inférieure à 20 mégawatts

Arrêté du 15 septembre 2009 (JO du 31 octobre 2009) : relatif à l'entretien annuel des chaudières dont la puissance nominale est supérieure à 400 kilowatts et inférieure à 20 mégawatts

Arrêté du 6 avril 2007 : modifié définissant les critères de certification des compétences des personnes physiques réalisant l'état de l'installation intérieure de gaz et les critères d'accréditation des organismes de certification (modifié par arrêtés)

Arrêté du 6 avril 2007 : définissant le modèle et la méthode de réalisation de l'état de l'installation intérieure de gaz (modifié par arrêtés)

Arrêté interministériel du 4 mars 1996 : portant codification des règles de conformité des matériels à gaz aux normes les concernant lorsqu'ils sont situés à l'intérieur des bâtiments d'habitation et de leurs dépendances ainsi que dans les caravanes, autocaravanes et fourgons aménagés (modifié par arrêtés).

Arrêté du 22 avril 1992 (JO du 23 mai 1992) : portant agrément d'organismes pour la vérification des dispositifs de sécurité collective des installations de VMC gaz

Arrêté du 30 mai 1989 (JO du 9 juin 1989) : relatif à la sécurité collective des installations nouvelles de ventilation mécanique contrôlée auxquelles sont raccordés des appareils utilisant le gaz combustible ou les hydrocarbures liquéfiés.

Arrêté du 25 avril 1985 (JO du 26 mai 1985) : relatif aux chauffe-eau instantanés à gaz ou à hydrocarbures liquéfiés. Modifié par l'arrêté du 12 août 1993

Arrêté du 25 avril 1985 (JO du 26 mai 1985) : modifié par l'arrêté du 30 mai 1989 (JO du 9 juin 1989) relatif à la vérification et à l'entretien des installations collectives de ventilation mécanique-gaz.

Arrêté du 23 juin 1978 (JO du 21 juillet 1978) : relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureaux ou recevant du public.

Arrêté du 2 août 1977 modifié (JO du 24 août 1977) : relatif aux règles techniques et de sécurité applicables aux installations de gaz combustible et d'hydrocarbures liquéfiés situés à l'intérieur des bâtiments d'habitation ou de leurs dépendances. (Modifié par arrêtés).

❖ **Réglementation relative aux locaux dans lesquels des appareils à combustion sont installés :**

Décret du 27 novembre 2008 (JO du 29 novembre 2008) : relatif à la prévention des intoxications par le monoxyde de carbone

Arrêté du 23 février 2009 (JO du 27 février 2009) : relatif à la prévention des intoxications par le monoxyde de carbone dans les locaux à usage d'habitation

Arrêté du 24 mars 1982 modifié (JO du 27 mars 1982) : relatif à l'aération des logements

Arrêté du 22 octobre 1969 (JO du 30 octobre 1969) : relatif aux conduits de fumée desservant les logements

❖ **Réglementation relative à l'organisation du système de surveillance :**

Article L. 1341-2 : du code de la santé publique

Décret du 14 février 2014 (JO du 16 février 2014) : relatif à la toxico-vigilance

Arrêté du 3 mai 1978 (JO du 28 mai 1978) : relatif aux dispositifs de sécurité des chauffe-eau instantanés à gaz d'une puissance inférieure ou égale à 8,72 kW et non-raccordés à un conduit d'évacuation des produits de combustion. Modifié par l'arrêté du 30 octobre 1993.

❖ La sensibilisation :

La sensibilisation fait par l'apport des mass-médias tels journaux, radio, télévision, meetings etc...) et par les campagnes de protection civil à travers les différentes wilayas dans les établissements d'éducation, les universités, l'organisation des journées ouverte, meeting avec les medias...etc. L'objectif de donner les conseils et la sensibilisation c'est :

-Pris en conscience du besoin de la vérification périodique des installations surtout les chauffages.

-Informers les citoyens sur le danger des gaz toxiques (monoxyde de carbone et de méthane) sur la santé humaine et les complications résultants de l'inhalation de ses gaz.

-Connaitre la catégorie plus affecté sur le danger d'asphyxie de monoxyde de carbone (les enfants et les femmes enceintes).

-L'importance de la bonne aération dans les maisons et les locaux.

-Diffuser une culture le bon choix des appareils tels que les détecteurs doit respecter les normes.

-Sachez quoi faire au cas d'étouffement par le gaz toxique (les premier secours, assurer la ventilation ...).

-L'interdiction d'allumer des ampoules ou le téléphone si on sent qu'il y a une fuite de gaz

-Respect tous les consignes de sécurité et éviter la tolérance devant ce tueur silencieux(CO).

-L'alerte immédiatement des secours en cas d'asphyxie (les pompiers, SAMU...).

IV.3. Détecteurs :

La présence d'un détecteur de monoxyde de carbone dans la maison est une solution efficace pour prévenir une intoxication au CO causée par un appareil de chauffage défectueux. Nos conseils pour l'installer au bon endroit.

IV.3.1.Le détecteur de monoxyde de carbone : est un petit boitier qui se fixe dans le logement pour analyser l'air ambiant. Dès qu'il détecte une trop forte concentration de monoxyde de carbone dans l'air de la maison, il émet aussitôt une sonnerie afin d'alerter les occupants.

Cette sonnerie est généralement différente de celle d'un détecteur de fumée afin de bien les différencier.

Le boîtier du détecteur possède habituellement un écran, un ou plusieurs voyants lumineux et un bouton de test pour vérifier régulièrement son bon état de fonctionnement.



Figure IV.1 détecteur de monoxyde carbone

IV.3.2. Choix de détecteur de monoxyde carbone :

Il existe de nombreux détecteurs de monoxyde de carbone sur le marché, à choisir en fonction des besoins et du budget. Voici les critères qui vous permettront de faire votre choix :

- **La norme ou label** : privilégiez les détecteurs de monoxyde de carbone certifiés d'un label de qualité (NF ou CE).
- **La garantie de l'appareil** : elle varie généralement de 5 à 10 ans.
- **La durée de vie des piles** : plus elle est importante et moins vous aurez à vous soucier de son entretien.
- **Les fonctionnalités annexes du détecteur** : vous pouvez choisir de nombreuses options comme par exemple l'interconnexion qui permet de relier tous vos détecteurs et de les faire sonner à l'unisson lorsqu'un des détecteurs repère du monoxyde dans une pièce.

				
Détecteur - Siemens	Détecteur - Smartwares	Détecteur - Nest	Détecteur - X-Sense	Détecteur - Nemaxx
Avec 2 vis de fixation	L'alarme de 85 dB	Couverture jusqu'à 60 m	Avec indicateur LED	Avec écran LCD
Large bouton centrale	Avec capteur figaro	Fréquence radio de 2,4 GHz	Avec écran numérique	Alarme acoustique de 85 dB
Garantie de 10 ans	Garantie de 3 ans	Détecteur de fumée et monoxyde de carbone	Disponible en différentes versions	Haute résistance et stabilité

Figure IV.2. Les caractéristiques des différents détecteurs

IV.3.3.1' emplacement de détecteur de monoxyde de carbone :

On place les détecteurs dans les pièces susceptibles d'abriter des appareils qui produisent du monoxyde de carbone. Les pièces de vies sont également à privilégier car le détecteur doit alerter les occupants. L'idéal étant d'avoir plusieurs détecteurs pour couvrir la plus grande surface possible de l'habitation. On privilégie donc la pose d'un détecteur dans :

- **Les pièces << sensibles >>** : cuisine, chambre à coucher, chaufferie, buanderie, salon.
- **Les pièces qui hébergent des appareils de combustion** : à une distance d'environ 1 à 3 mètres des appareils pouvant produire du monoxyde de carbone.
- **Fixé au mur** : de préférence à hauteur des yeux afin de bien voir les signaux lumineux. Il se pose simplement avec un adhésif double-face ou des vis.



Figure IV.3. L'emplacement des détecteurs de fumées

IV.4. Système de détection des gaz toxiques :

Le système de détection a pour l'objectif de protéger les habitants. C'est pour cela il est important d'installer un tel système dans nos maisons, Il est constitué de plusieurs composants et qui a pour rôle de collecter les informations et de les traiter dans un milieu dynamique. Ensuite, effectué des actions préventives et opératives si nécessaire.

IV.4.1. principe du système :

Le but de système est de répondre à un ensemble de besoins qui spécifient précisément les services demandés et attendus par l'utilisateur ; ces services concernent principalement la surveillance (surveillance contre l'intoxication) et la sécurité (commande à distance et appareil domestique).

La réalisation de ce système se fait par une carte électronique de commande connectée via un port série avec un module GSM(SIM900) permettant la surveillance et la commande à distance.

L'utilisation de cette carte est facile dont l'utilisateur pourra, à l'aide de téléphone, savoir les états et les mesure ou surveiller l'intoxication de gaz par l'envoi d'un simple SMS code qui contient une information ou un ordre, ou bien la réception d'un message de compte rendu qui informe sur l'état du système.

La figure 1 présente la structure générale de système à réaliser :



Figure IV.4. Structure générale

IV.4.2. Circuits de commande et de mesure du système :

Le système est construit par une carte mère qui interface avec un téléphone. Cette carte mère est basée sur un microcontrôleur de type ARDUINO, module GSM, capteurs de gaz CO, afficheur LCD et autres composants électroniques pour indication et alarme et une application portable créée à partir d'Androïde studio.

IV.4.2.1. Microcontrôleur Arduino

Arduino est un ensemble d'outils matériel et logiciel pour le prototypage électronique et l'apprentissage de la programmation des microcontrôleurs. C'est une plate-forme de prototypage d'objets interactifs à usage créatif constituée d'une carte électronique et d'un environnement de programmation. C'est un pont tendu entre le monde réel et le monde numérique, Le système Arduino permet de :

- contrôler les appareils domestiques
- fabriquer votre propre robot
- faire un jeu de lumières
- communiquer avec l'ordinateur
- télécommander un appareil mobile (modélisme)
- etc... [X]

Elle est dotée :

- de 14 entrées/sorties (dont 6 fournissent la sortie PWM).
- 6 entrées analogiques
- un cristal à 16 MHz
- une connexion USB
- une prise jack d'alimentation
- un en-tête ICSP
- une fonction reset.

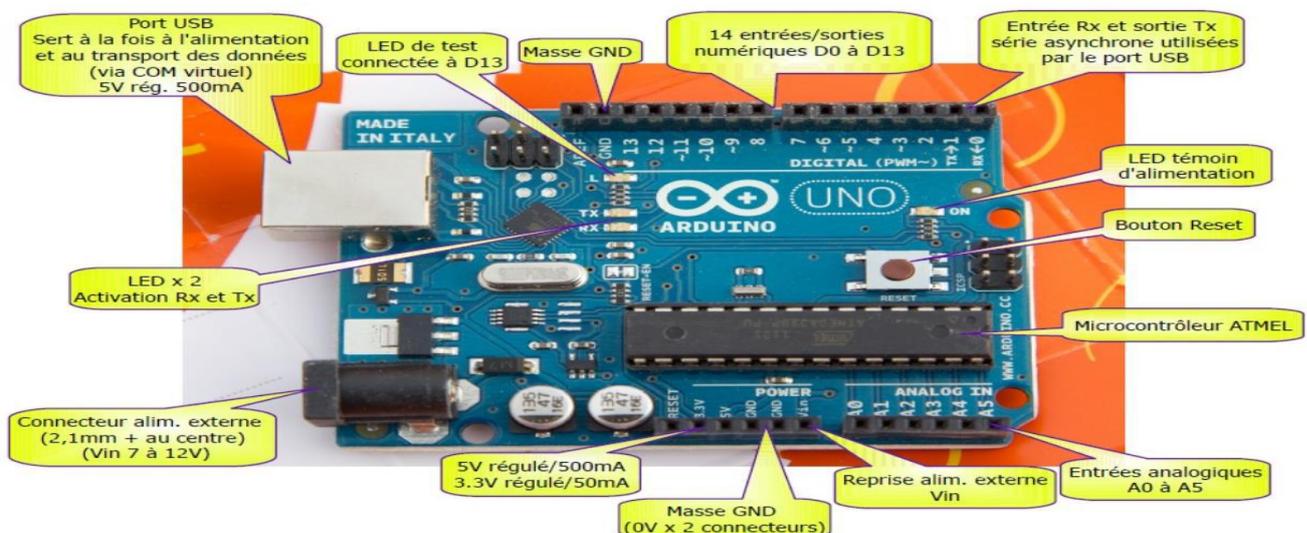


Figure IV.5. Microcontrôleur Arduino

➤ **Les caractéristiques techniques :**

Tableau.IV.01 : Les caractéristiques de l'Arduino Uno. [XI]

Microcontrôleur	ATmega328
Tension de fonctionnement	5v
Tension d'Input (recommandée)	7-12v
Tension d'Input (limites)	6-20v
Pins I/O digitales	14 (dont 6 fournissent une sortie PWM)
Pinces d'E / S numériques PWM	6
Pins Input Analogiques	6
Courant DC par pin I/O	20 mA
Courant DC pour la broche 3.3V	50 mA
Mémoire flash	32 Ko (ATmega328P) Dont 0,5 Ko utilisé par boot loader
SRAM	2KB(ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Vitesse de l'horloge	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Longueur	68.6 mm
Largeur	53.4 mm

➤ **Mémoire**

L'ATmega328 a 32 Ko (avec 0,5 KB occupées par le boot loader**). Il a également 2 Ko de SRAM et 1 Ko de mémoire EEPROM*** (qui peut être lu et écrit avec la bibliothèque de l'EEPROM).

➤ **Entrées et sorties**

Chacune des 14 broches numériques sur la carte Uno peut être utilisée comme une entrée ou une sortie, en utilisant les fonctions `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, et `digitalRead ()`. Ils fonctionnent à 5 volts. Chaque broche peut fournir ou recevoir 20 mA en état de fonctionnement recommandée et a une résistance de pull-up interne (déconnecté par défaut)

de 20-50k ohm. Un maximum de 40mA est la valeur qui ne doit pas être dépassée sur toutes les broches d'Entrée/Sorties pour éviter des dommages permanents au microcontrôleur.

Certaines broches ont des fonctions spécialisées :

- Série : 0 (RX) et 1 (TX). Permet de recevoir (RX) et transmettre (TX) TTL données série. Ces pins sont connectés aux pins correspondants de l'USB-TTL puce Serial ATmega8U2.
- LED : 13. Il est équipé d'un conduit par la broche numérique 13. LED Lorsque la broche est à la valeur HIGH, la LED est allumée, lorsque la broche est faible, il est hors tension.

L'Uno dispose de 6 entrées analogiques, A0 à A5, dont chacune fournit 10 bits de résolution (ou 1024 valeurs différentes). Par défaut, la tension est de 5 volts. Il est cependant possible de changer la limite supérieure de la gamme en utilisant la broche AREF et la fonction `analogReference()`. Autres broches de la carte :

- AREF. Tension de référence pour les entrées analogiques. Pin utilisé avec `analogReference()`.
- Réinitialiser.

➤ **Communication**

Arduino a un certain nombre de moyens pour communiquer avec un ordinateur, une autre carte Arduino, ou autres microcontrôleurs. L'ATmega328 fournit UART TTL (5V) en communication série, disponible sur les broches numériques 0 (RX) et 1 (TX).

IV.4.3.1. Les capteurs :

Un capteur est un dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable, exemple : une tension électrique, une hauteur de mercure, une intensité, la déviation d'une aiguille ... Pour cela, le capteur comporte au moins un transducteur permettant de convertir une grandeur physique en une autre. A partir de là, différents principes physiques peuvent être à la base du fonctionnement du capteur. Avant d'aborder les capteurs à ondes élastiques qui nous intéressent plus particulièrement, nous allons présenter brièvement les capteurs de gaz les plus couramment utilisés.

IV.4.3.2.Principaux paramètres d'un capteur de gaz

Parmi les grandeurs caractéristiques qui décrivent les performances d'un capteur, la sensibilité, la sélectivité et le temps de réponse sont des paramètres essentiels.

- **Sensibilité :**

On peut définir la sensibilité comme l'aptitude d'un composant à changer ses propriétés physiques ou chimiques sous exposition gazeuse. C'est un paramètre qui permet d'exprimer la variation du signal de sortie en fonction du signal d'entrée. Il est défini à partir du changement de la résistance R. Plusieurs façons sont adoptées pour calculer cette valeur en fonction de la nature des gaz :

$$S = \frac{R_{air}}{R_{gaz}} \quad \text{Pour les gaz réducteurs,} \quad (01)$$

$$S = \frac{R_{gaz}}{R_{air}} \quad \text{Pour les gaz oxydants,} \quad (02)$$

Avec R la résistance.

Généralement, plus cette valeur n'est grande, mieux le capteur réagit au gaz. Notons que la sensibilité dépend aussi de la température de fonctionnement et de la structure de la couche sensible.

- **Sélectivité :**

La sélectivité représente la capacité d'un capteur à détecter un gaz dans une atmosphère contenant plusieurs gaz interférents. Ce paramètre est essentiel et constitue une lacune importante pour les capteurs de gaz à base d'oxyde métallique. De nombreuses approches sont développées pour résoudre ce problème.

- **Stabilité :**

Cette propriété prend en compte l'utilisation d'un capteur à long terme. Elle est liée à la réversibilité, c'est-à-dire à sa capacité à revenir dans son état initial en absence de gaz. Lorsque cela n'est plus le cas, le capteur est considéré comme empoisonné. On parle de vieillissement du capteur.

- **Temps de réponse :**

C'est le temps nécessaire pour qu'un capteur atteigne 90% de son amplitude maximale sous l'effet d'un gaz. Le temps de réponse dépend de la température de fonctionnement du capteur. Il est relativement court pour les capteurs à base d'oxyde métallique.

Outre les caractéristiques citées ci-dessus, la puissance électrique consommée, l'encombrement et le coût du capteur présentent aussi des critères importants.

- **Temps de recouvrement**

En pratique ces temps caractéristiques sont pondérés d'un facteur 0,9 puisque au-delà de 90%, le temps de réaction n'évolue plus linéairement, ceci est valable aussi bien pour la mise en présence que pour le retrait du gaz. [XII]

IV.4.3.3. Les différents types des capteurs MQ

1. capteur MQ2 :

Capteur de gaz MQ2 est un utile pour la détection des fuites de gaz (dans la maison et l'industrie). Il peut détecter le H₂, le GPL, le CH₄, le CO, l'alcool, la fumée, le propane. Basé sur son temps de réponse rapide.

Les mesures peuvent être prises dès que possible. De plus, la sensibilité peut être réglée par le potentiomètre. [XIII]

Conditions de travail standard MQ2 :

Tab IV.02 : Condition de travail standard de MQ2. [XIII]

Symbole	Nom du paramètre	Condition technique	Remarques
VC	Tension de circuit	5V±0.1	AC OU DC
VH	Tension de chauffage	5V±0.1	AC OU DC
RL	Résistance de charge	Peut ajuster	
RH	Résistance de chauffage	33Ω±5%	Température ambiante
PH	Consommation de chauffage	Moins de 800mW	

2. Capteur MQ5 :

Le capteur de gaz MQ-5 a une grande sensibilité au méthane, au propane et au butane, et pourrait être utilisé pour détecter le méthane et le propane. Le capteur pourrait être utilisé pour détecter différents gaz combustibles, en particulier le méthane, il est à faible coût et convient à différentes applications.

Conditions de travail standard MQ5 :

Tab IV.03 : Condition de travail standard de MQ5. [XIII]

Numéro de modèle		MQ-5	
Type de capteur		Semi-conducteur	
Encapsulation standard		Bakélite (Bakélite noire)	
Détection de gaz		LPG, méthane, gaz de houille	
Concentration		300-10000 ppm (méthane, propane, butane, H ₂)	
Circuit	Tension de boucle	VC	≤24V DC
	Tension de chauffage	VH	5.0V±0.2V AC ou DC
	Résistance de charge	RL	Ajustable
Caractère	Résistance de chauffage	RH	31Ω±3Ω (Room Tem.)
	Consommation de chauffage	PH	≤ 900Mw
	Résistance à la détection	RS	2KΩ-20KΩ (en 2000 ppm C ₃ H ₈)
	Sensibilité	S	R _s (dans l'air) / R _s (1000 ppm C ₃ H ₈) ≥5
	Pente	A	≤ 0,6 (R1000ppm / R500ppm H ₂)
Condition	Tem. Humidité	20C°±2C° : 65%±5%RH	
	Circuit de test standard	VC : 5.0V±0.1V- VH : 5.0V±0.1V	
	Temps de préchauffage	Plus de 48 heures	

3. Capteur de gaz MQ7 :

Le capteur de gaz monoxyde de carbone MQ-7 est un capteur de gaz semi-conducteur qui détecte la présence de gaz monoxyde de carbone à des concentrations de 10 ppm à 10 000 ppm. L'interface de tension analogique simple du capteur nécessite une seule broche d'entrée analogique à partir de votre microcontrôleur.

Le capteur de gaz monoxyde de carbone MQ-7 détecte la concentration de gaz monoxyde de carbone dans l'air et évite sa lecture en tant que tension analogique. Le capteur peut fonctionner à des températures comprises entre -10 et 50 ° C et consomme moins de 150 mA à 5 V. [XIV]

Conditions de travail standard MQ7 :

Tab IV.04 : Condition de travail standard de MQ7. [XV]

Symbole	Nom du paramètre	Condition technique	Remarque
VC	Tension de circuit	5V±0.1	AC ou DC
VH (H)	Tension de chauffage (élevée)	5V±0.1	AC ou DC
VH (L)	Tension de chauffage (basse)	1.4V±0.1	AC ou DC
RL	Résistance de charge	Peut ajuster	
RH	Résistance au chauffage	33Ω±5%	Température ambiante
TH (H)	Temps de chauffage (élevé)	60 ± 1 secondes	
TH (L)	Temps de chauffage (basse)	90 ± 1 secondes	
PH	Consommation de chauffage	Environ 350mW	

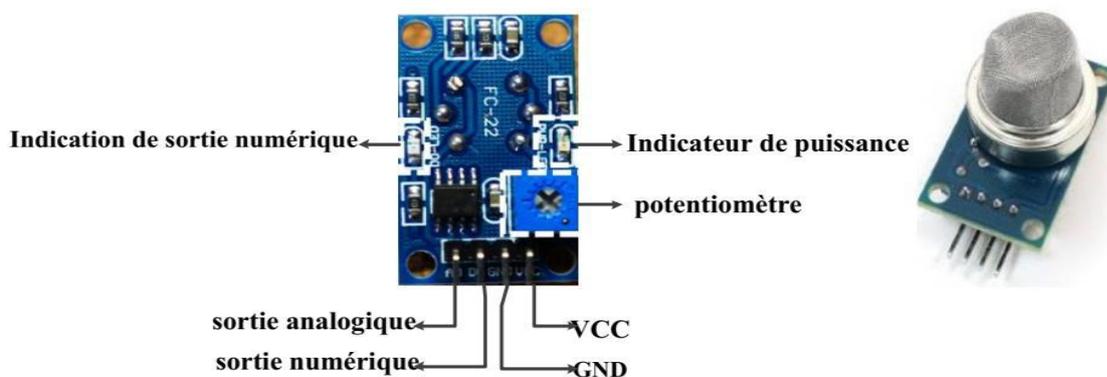


Figure IV.6. Circuit typique d'un capteur de gaz

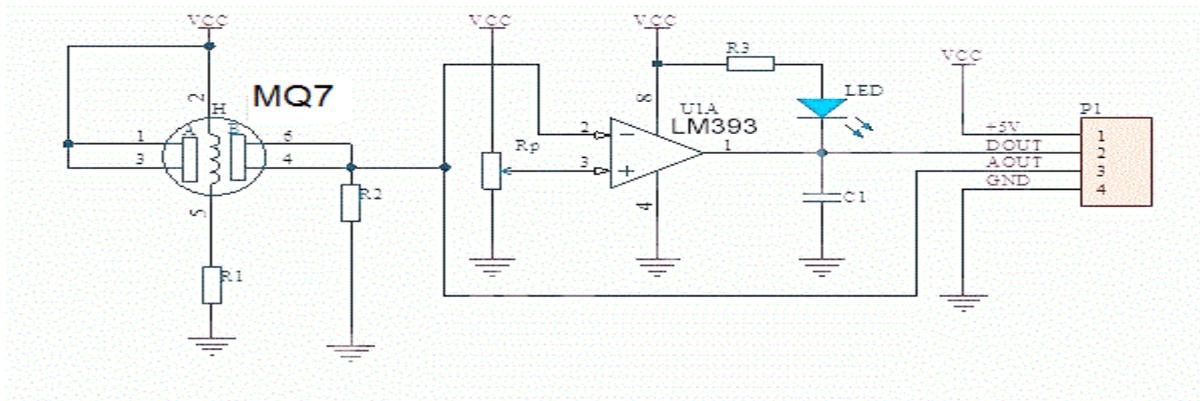


Figure IV.7 Schéma électrique des capteurs MQx utilisés.

IV.4.4. Afficheur LCD 16*2 I2C

L'afficheur a été utilisé pour affichage de la concentration du gaz, cette information est surtout nécessaire pour une personne qualifiée, qui peut vérifier les mesures issues des différents capteurs sans avoir besoin de brancher un PC à la carte Arduino et utiliser un logiciel spécialisé.

Les écrans LCD ou écrans à cristaux liquides sont de plus en plus courants dans notre environnement, que ce soit pour afficher des informations utiles ou pour servir de sélecteur de commande. Il existe des écrans de tout type allant du simple afficheur de caractères aux écrans géants couleur.

Les écrans les plus couramment utilisés dans des applications Arduino sont les écrans à caractères alphanumérique. [XVI]

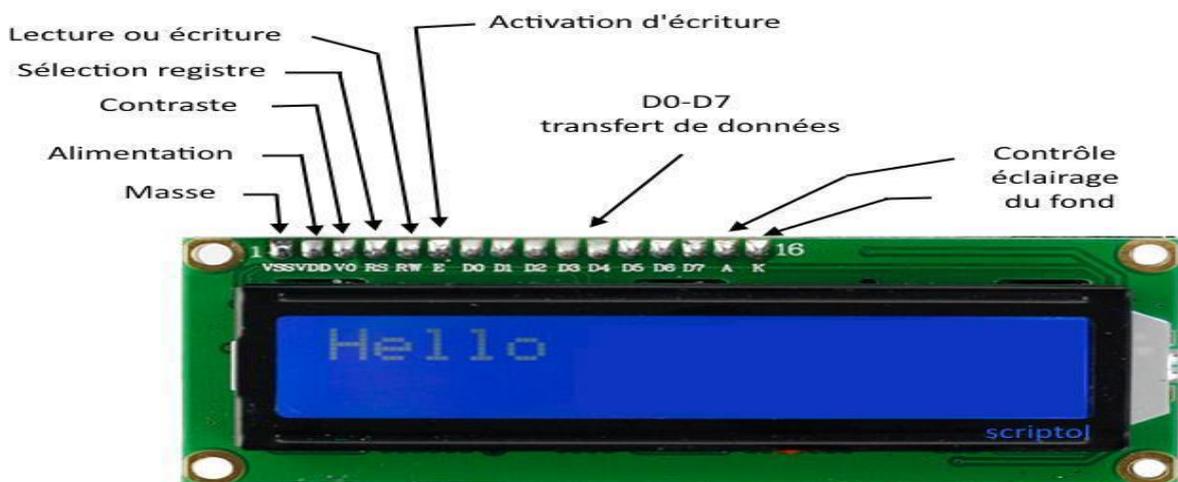


Figure IV.8. Afficheur LCD 16*2 I2C.

IV.4.5. Module GSM :

On trouve désormais sur le marché des téléphones GSM intégrés débarrassées de leurs interfaces homme-machine, ne subsiste que la partie interface machine-machine (M2M), qui correspond physiquement à un connecteur multibroche quelconque ou encore à un connecteur DB9 facilitant la connexion à un PC. Ces modules sont universels puisqu'ils supportent les normes GSM07.07 et GSM07.05 permettent de ce fait l'échange de données, de SMS, d'emails et même de télécopies (fax) via le réseau de téléphonie mobile. Leur simplicité de mise en œuvre ouvre des perspectives très intéressantes concernant la réalisation de montages électroniques sans fil. Il est spécialement conçu pour la réalisation d'applications de contrôle de commande à distance.

En Algérie, les module GSM son des équipements sensibles et l'exploitation des équipements sensibles sont soumis à un agrément délivré par le Ministre de l'Intérieur et des Collectivités Locales ; la plupart des gens rend difficile de trouver ce type de module GSM dans le marché algérien pour résoudre ce problème ils commandent une à l'étranger. [XVII]

➤ Le SIM 900 de SIMCOM

Le SIM900 fournit la représentation de GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz. Il est capable de fonctionner dans les modes voix, données, fax et surtout, le plus intéressant pour nous, dans le mode SMS.

Conçu avec un processeur d'un seul morceau très puissant intégrant le noyau d'AMR926EJS, il nous permet de tirer bénéfice de petites dimensions et de solutions rentables. Le module dispose d'un support destiné à recevoir l'indispensable carte SIM et un connecteur MMCX permettant de relier une petite antenne RF également fournie par SIMCOM.

La figure suivante montre les informations du module SIM900 :



Figure IV.9. Les informations sur SIM900.

➤ **Le module GSM Sim900A Shields Arduino**

Le module GSM/GPRS est une carte d'interface compatible Arduino. Elle permet d'envoyer et recevoir des SMS, des données ou des communications vocales depuis le réseau mobile. Le module est basé sur le circuit SIM900 de la société SIMCOM. Il est contrôlé via les commandes AT depuis une carte Arduino. Un connecteur au dos de la platine est prévu pour recevoir une carte SIM ainsi qu'une pile Lithium CR1220 pour l'horloge temps réel. La communication entre le module et une carte Arduino est réalisée par la liaison série asynchrone UART ou une liaison série logicielle. [XVII]

IV.4.6. Le buzzer :

Ici pour simuler l'effet d'une sirène, un buzzer est utilisé à sa place pour générer une alarme sonore.

Un buzzer ou un bipper est un dispositif de signalisation audio, qui peut être mécanique, électromécanique ou piézoélectrique. Les utilisations typiques des buzzers et des bippers comprennent les dispositifs d'alarme, les horloges et la confirmation de l'entrée de l'utilisateur, comme un clic de souris ou une frappe de touche. [XVIII]



Figure IV.10. Buzzer.

IV.4.7 LED :

Les LED ont été utilisées dans le seul but d'une alerte visuelle.

Une LED verte s'allume lorsque les gaz dangereux ne sont pas détectés dans l'environnement. Dans le cas où ces gaz sont détectés, la LED verte s'éteint et une LED rouge s'allume pour signaler la situation dangereuse. [XIX]



Figure IV.11. Diodes électroluminescentes (Rouge, Jaune, Vert) [XIX].

IV.4.8. Relais :

Un relais est un commutateur électrique qui peut être activé ou désactivé, laissant le courant passer ou non, et pouvant être contrôlé avec des tensions faibles, comme le 5V fourni par les broches Arduino. [XX]



Figure IV.12. Relay.

IV.4.9. Ventilateur

Pour diminuer l'effet de la concentration d'un gaz dangereux suite à une fuite ; un ventilateur de type DC est utilisé pour aérer la zone contaminée en évacuant le gaz à l'extérieur. [45]



Figure IV.13. Ventilateur

IV.4.10. Moteurs pas à pas :

Dans le but de réduire la fuite du gaz dangereux et de prévenir l'augmentation de sa concentration ; que ce soit issue d'une conduite d'une installation domestique de méthane ou d'un gaz brûlé générant le CO ; un moteur pas à pas représentant une électrovanne proportionnelle principale d'alimentation du gaz est utilisé.

Les moteurs pas à pas sont un type de moteur assez particulier. Comme leur nom l'indique, ils ne peuvent tourner qu'en effectuant un petit pas autour de leur axe de rotation. C'est pourquoi ils portent ce nom de moteur pas à pas. [45]

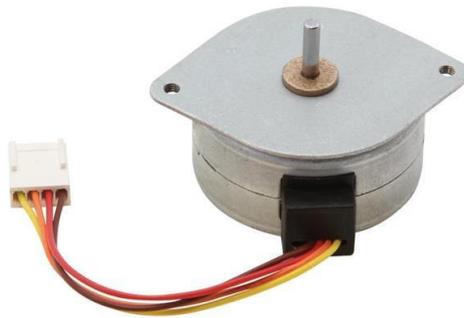


Figure IV.14. Moteur pas à pas.

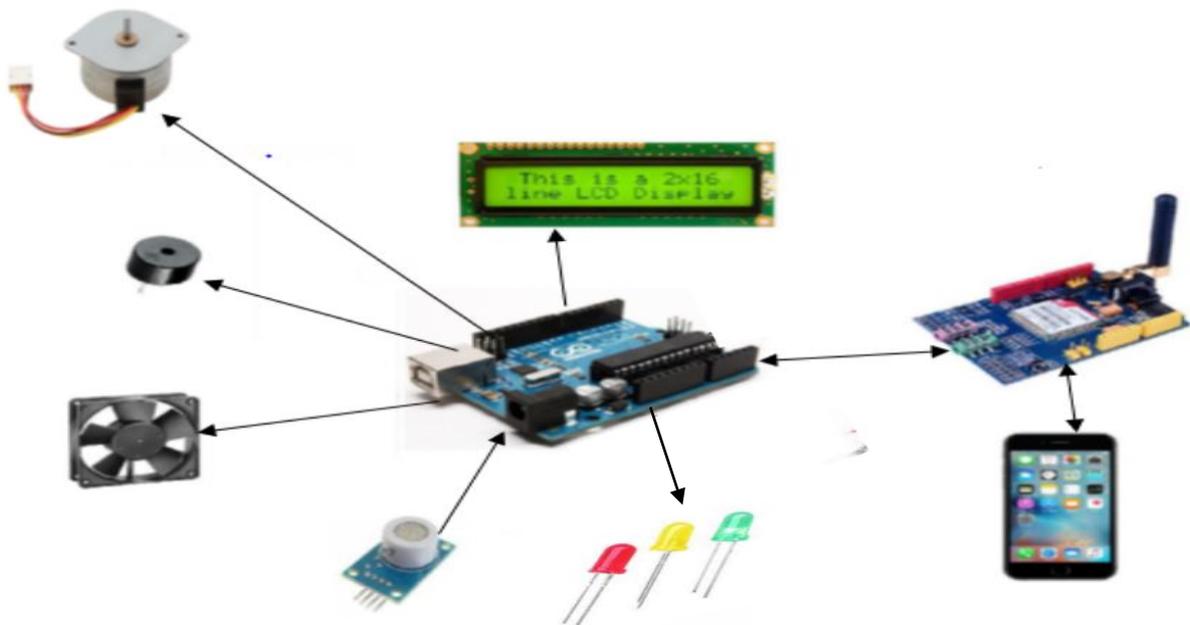


Figure IV.15. Schéma synoptique du système

-Les grandes lignes sur le système :

- ✓ Le système doit être connecté au réseau GSM.
- ✓ Le système sera conçu sous forme une carte électronique.
- ✓ Le système peut être aussi utilisé facilement avec l'utilisateur.
- ✓ Le système doit informer les assistants d'utilisateur automatiquement.
- ✓ Le système doit interfacer avec une application androïde pour faciliter les taches.
- ✓ Le système doit activer automatiquement les actions nécessaires en cas d'urgence.

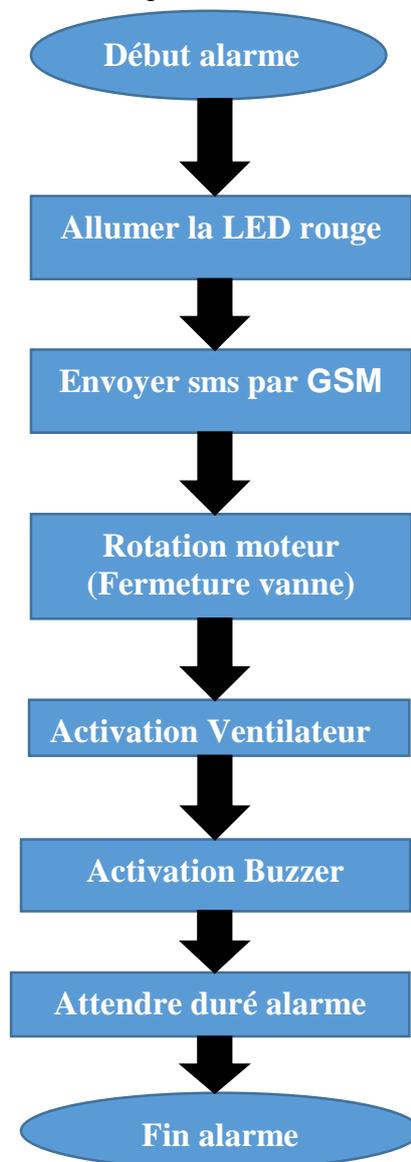


Figure IV.14. Structure de la fonction d'alarme.

Conclusion :

La technologie de détection de gaz est devenue très importante dans les locaux à usage domestique et industriel grâce à la bonne performance des détecteurs les fuites de gaz et ses caractéristiques (la sensibilité, la sélectivité....) et aussi les systèmes embarqués de détection basé sur les carte Arduino qui nous permis d'informer sur les fuites (par l'envoi d'un message SMS)et de contrôler automatiquement les installations (fermer l'électrovanne de gaz et démarrer le ventilateur ou ouvrir la fenêtre) .

Néanmoins, le respect des consignes de sécurité reste une obligation comme l'aération, la vérification périodique des installations, les conduites à tenir en cas d'intoxication de monoxyde de carbone ect.

Conclusion générale :

Actuellement l'intoxication au monoxyde de carbone est considérée comme un problème de santé publique, puisqu'elle représente la première cause de mortalité par intoxication. . L'identification de cette molécule (propriétés physico-chimique et les processus de l'intoxication par le CO du corps humaine) et une meilleure connaissance dès leurs sources permettent de renforcer l'efficacité des différentes stratégies de prévention.

L'intoxication au CO peut être provoquée par : un problème de ventilation (apport insuffisant d'air frais) une mauvaise installation, un mauvais fonctionnement ou un manque d'entretien des appareils de chauffage les appareils de chauffage mobiles qui ne sont pas raccordés à une cheminée.

La démarche de prévention des risques d'intoxication dépendant deux facteurs essentiels :

-La surveillance et les compagnies de sensibilisation par les pouvoirs publiques (protection civil, medias.....). Et dans ce contexte en cite des gestes essentiels pour prévenir les risques liés au monoxyde de carbone :

Avant chaque hiver, faire systématiquement vérifier et entretenir les installations de chauffage et de production d'eau chaude.

Au quotidien, aérer son logement au moins 10 minutes et ne jamais obstruer les entrées et sorties d'air.

Dans le cadre de l'achat d'un appareil de chauffage ou d'un appareil au gaz, s'assurer de sa bonne installation et de son bon fonctionnement avant la mise en service et exiger un certificat de conformité auprès de l'installateur.

Enfin, respecter systématiquement les consignes d'utilisation des appareils à combustion indiquées par le fabricant. Ne jamais faire fonctionner les chauffages mobiles d'appoint en continu et ne jamais utiliser pour se chauffer des appareils non destinés à cet usage (cuisinière, barbecue, etc.).

-les systèmes de détection des gaz toxiques (détecteurs, les systèmes modernes...).

On conclue que la plupart des intoxications pourraient être évitées, car liées à des modes de chauffage alternatifs dangereux.

D'autre part, la technologie des capteurs ne cesse de croître et de nouvelles appareilles sont identifiées quotidiennement. Ceci nous permet de contrôler de manière efficace notre environnement et sauver notre vie.

Webographie

- [I] : http://www.who.int/violence_injury_prevention/child/injury/world_report/
- [II]: <http://www.keneya.net/fmpos/theses/2010/med/pdf/10M512.pdf> .
- [III] : <http://www.educasante.com>
- [IV] : [http://umvf.univ-nantes.fr/maïeutique/UE puériculture/accidents domestiques/site/html/cour.PDF](http://umvf.univ-nantes.fr/maïeutique/UE_puériculture/accidents_domestiques/site/html/cour.PDF) .
- [V] : <https://www.airliquide.com/fr/fiches-securite> .
- [VI]:<http://developpement-durable.gov.fr>
- [VII]:<https://www.reporters.dz/les-chiffres-alarmants-de-la-protection-civile-177-deces-par-monoxys-de-carbone-depuis-2019/>
- [VIII]: [www.cna.dz/1/RP Spéciale Accidents Domestiques 2015.pdf](http://www.cna.dz/1/RP_Spéciale_Accidents_Domestiques_2015.pdf).
- [IX] : [https://www.presse-dz.com/revue-de-presse/monoxys-de-carbone-300- algériens-sont morts-en-une-année](https://www.presse-dz.com/revue-de-presse/monoxys-de-carbone-300-algériens-sont-morts-en-une-année).
- [X] : <http://www.louisreynier.com/> « c'est quoi Arduino »
- [XI] : <https://www.arduino.com/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [XII]: https://tel.archivesouvertes.fr/tel00975072/file/TH2013PEST1173_complete.pdf.
- [XIII]: [http://www.hdevbot.com/datasheet/datasheet M](http://www.hdevbot.com/datasheet/datasheet_M).
- [XIV]: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>.
- [XV]: <http://www.aurel32.net/elec/lcd.php>.
- [XVI]: https://www.sensoreembedded.com/product_extra_files/GSM%20SIM800.pdf
- [XVII]: <http://www.ShieldList.org/>
- [XVIII]: <https://www.astuces-pratiques.fr/electronique/led-et-calcul-de-la-resistance-serie>.
- [XIX]: <http://www.zpag.net/Electroniques/relais.htm>.
- [XX]: <https://www.comunitic.fr/maison/principe-de-fonctionnement-dun-ventilateur>

Bibliographie

Bibliographie :

[1] : REBOLI Eric, LES ACCIDENTS DOMESTIQUES DE L'ENFANT, Étude descriptive à partir du recueil des 10 177 données Epac 2004 du service des urgences pédiatriques du havre et projets de prévention pour l'agglomération HAVRAIS.

[2] : MARIE Christine, VAN BASTELAER, Les Accidents Domestiques Chez Les Personnes Âgées, Educa-Santé 07-03-2006.

[3] : E.MOURICE Bakette, les accidents domestiques, Rapport mondial de l'OMS, professeur de la médecine sociale et chef du département de santé publique et de médecine sociale, université d'Aberdeen, Ecosse. 1967.

[4] : la santé USA, OMS, Unicef, Rapport mondial sur la prévention des traumatismes chez l'enfant, 2008.

[5] : OLIVIER Paut, ISABELLE Soprano, EMMANUELLE de Franceschi. Les accidents domestiques de l'enfant, Département d'anesthésie réanimation pédiatrique, CHU Timon enfants et Faculté de Médecine, Université de la Méditerranée, Bd Jean Moulin, 13385 Marseille cedex.

[6]: O. Eichwald, M. Yousfi, A. Hennad, M. D. Benabdessadok, "Coupling of chemical kinetics, gas dynamics and charged particle kinetics models for the analysis of NO reduction from flue gases", J. Appl. Phys., vol 82 (10), pp 4781- 4794, 1997.

[7] : Ramade F, (2000), «les polluants de l'environnement et de l'homme» dictionnaire Encyclopédique des pollutions, Ediscience international, Paris, pages (13, 33,424). 34- Stenger R, (1998), « Partie I : Polluants contenus dans les fumées » Colorado springs, USA., 2000, p. 13, p 33, p428)

[8] : (Masclat, 2005). (Masclat, 2005) : P. Masclat, Pollution atmosphérique causes conséquences solutions et perspectives, Ellipses Edition, 2005

[9] : (Lacour, 2001, Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique CERECA « court de pollution atmosphérique inventaire d'émissions » (<http://cerea.enpc.fr/fr/>), p. 11)

[10]: B. Eliasson and U. Kogelschatz, IEEE Trans. Plasma Sci., 19, 1063 (1991)

[11]: Fire and Mud: eruption and lahars of Mt. Pinatubo - Philippines, C.G. Newhall, R.S. Punongbayan (eds.), 1997))

[12]: Internationella Miljöinstitutet (Sweden), <http://www1 ldc.lu.se/iiiee/home.html> .

[13]: NO_x production by lightning over continental United States, Journal of geophysical Research, 2001, Vol. 106, D21, pp.27701-27710).

Bibliographie

[14] : Pour la science, N° 247 mai 1998 <http://www.pourlascience.com/numeros/pls-247/art-5.htm> .

[15] : (Source : Thibaut, 1998, p.17)

[16] : Ait-Ali L & Labii A, (2010), « Simulation de l'évaluation et du captage du CO₂ émis par une cimenterie d'Alger » Mémoire d'ingénieur, Université de d'Alger.

[17] : (Subra, 2002, p.159)

[18] : TOUHAMI Aicha, „“ Dépollution de l'air des particules polluantes par décharge électrique, „“ thèse de Magister, université USTO Oran (2007).).

[19] : (Parmentier et Garrec, 1994).

[20] : Les composés organiques volatils (COV) dans l'environnement ; P. Le Cloirec, ed).

[21] : (Mazoue et Setra, 1994).

[22]: (Heath Effects Institute, 2000, p.52).

[23]: ELICHEGARAY Ch. (2008), "La pollution de l'air, Sources, effets, prévention", Edition Dunod, Paris.

[24] : DEGOBERT P. (1995), "Automobiles and pollution". Editions TECHNIP, pp 22-102.

[25] : PUDDU M & AL (2003), "L'Asthme et la Pollution de l'air Etat des connaissances et données disponibles pour le développement d'une politique de santé en Belgique", IPH/EPI Reports Nr. 2003 – 012, pp 53- 113

[26] : GERONIMI J-L (2000), "Le monoxyde de carbone (formation, mesure, toxicité, pollution urbaine, principales causes d'intoxication oxycarbonée)", Editions Tec et Doc. p 6-7.

[27] : VILLENAVE E. (2004) "Détermination des mécanismes d'oxydation des hydrocarbures aromatiques polycycliques adsorbés sur des aérosols de nature atmosphérique", PROGRAMME DE RECHERCHE INTERORGANISME POUR UNE MEILLEURE QUALITE DE L'AIR A L'ECHELLE LOCALE (PRIMEQUAL 2), Séminaire de programme, Juin 2004, p 38.

[28] : KERBACHI R & AL (2009), "Pollution par les particules fines dans l'agglomération d'Alger", Colloque international sur l'environnement et transport dans des contextes différents, ETGHAR'09, Ghardaïa, Février 2009, pp 48-60.

[29] : MARANO F (2004), "Rôle des particules atmosphériques fines dans l'induction des pathologies cardiorespiratoires d'origine inflammatoire. Etude in vitro des interactions entre la muqueuse respiratoire et les cellules de l'endothélium pulmonaire".

[30] : PRIMEQUAL 2, Séminaire de programme, Juin 2004, p 31

Bibliographie

[31] : MOUACI Karim.2002 étude de quelques sources de polluants atmosphériques : polluants atmosphériques. Ing : écologie et environnement : pathologie des écosystèmes : Bejaia

[32] : Dr Salines G. « Surveiller les intoxications dues au monoxyde de carbone ». Institut de veille sanitaire. Rapport2002

[33] : INPES, Assurance maladie, Ministère de l'intérieur et de l'aménagement du territoire. « Intoxication au monoxyde de carbone et incendies domestiques à la maison, un réflexe en plus, c'est un risque en moins ». Dossier de presse. Octobre2006.

[34] : Institut de veille sanitaire. « Surveillance des intoxications au monoxyde de carbone (CO) ». Rapport annuel2002.

[35] : Donati Y, Gainnier M, Chibane-Donati O. « Intoxication au monoxyde de carbone ». 2000.

[36] : INPES et Ministère de la santé et des sports. « Les intoxications au monoxyde de carbone concernent tout le monde. Les bons gestes de prévention aussi ». Dossier de presse. Septembre2009.

[37] : El Yama ni M. Pathologies. « Intoxication au monoxyde de carbone ». Afsset.2006.

[38] : « Intoxications au monoxyde de carbone ». Disponible surwww.wikipedia.fr.

[39] : INPES, Assurance maladie, Ministère de l'intérieur et de l'aménagement du territoire. « Intoxication au monoxyde de carbone et incendies domestiques à la maison, un réflexe en plus, c'est un risque en moins ». Dossier de presse. Octobre2007.

[40] : INPES, Assurance maladie, Ministère de l'intérieur et de l'aménagement du territoire. « Monoxyde de carbone un gaz invisible, inodore mais mortel ». Dossier de presse. Novembre 2005.

[41] : Ministère de la santé, de la jeunesse, des sports et de la vie associative. « Intoxications oxycarbonées subaiguës ou chroniques ».

[42]: James P.B. « Hyperbaric and norm baric oxygène in acute Carbone monoxide poisoning ». The Lancet. 1989. Septembre .799-800.

[43] : Muecke C, Brisson S, Beausoleil M. « Mise en contexte».2002.

[44]: Watanabe S et al. « Transient degradation of myelin basic protein in the rat hippocampes following acute Carbone monoxyde poisoning ». Neuroscience Research, 2010, 68,232-240.

[45] : Technologie Electrovannes Et Vannes. S.L. Asco, 2016.