

Module : Pollution atmosphérique



I. Informations sur le cours

Intitulé de la filière : Inspecteurs

En faveur des étudiants de : 2ème année (semestre 3)

Intitulé du cours : Pollution atmosphérique

Horaire : Jeudi à 08h30

Amphi: AG

Enseignant : Dr. Benabdelkader

Contact par mail : amine.benabdelkader@univ-sba.dz

III. Modalités d'évaluation des apprentissages

L'évaluation se déroule de la manière suivante :

- Contrôle continu
- Examen

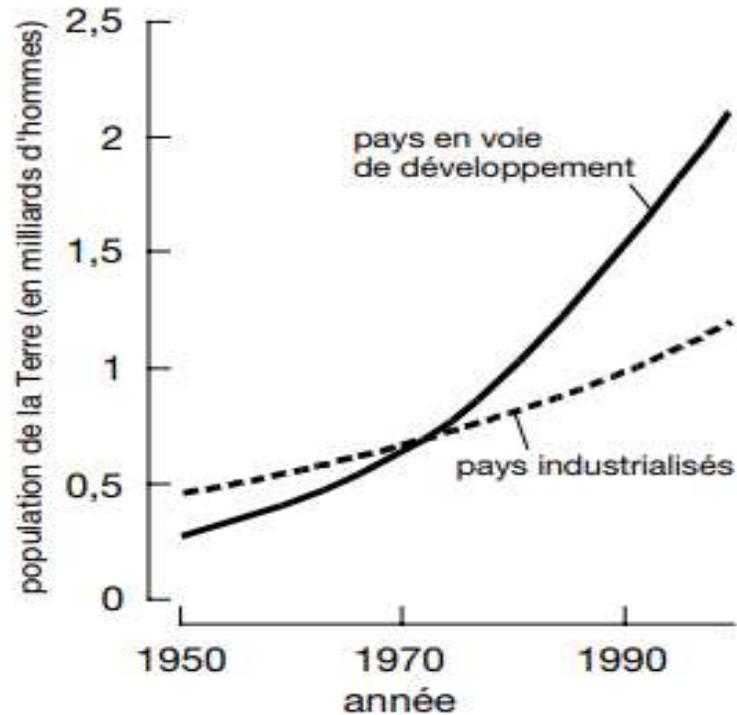


• Plan du module

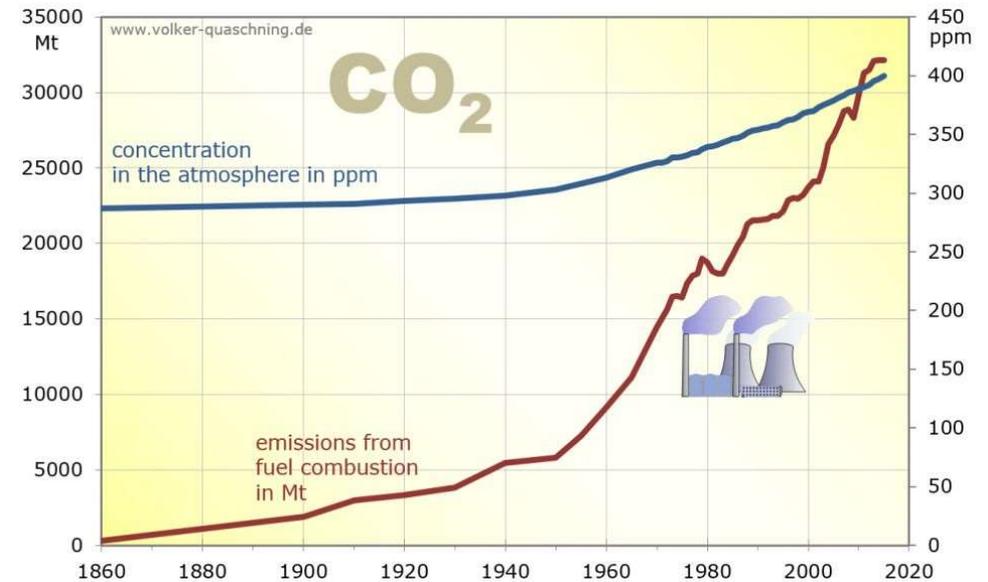


- Rappels sur la pollution atmosphérique
- Méthodes de quantification des émissions atmosphérique (TD)
- Introduction aux traitement de l'air
- Absorption en traitement de l'air
- Adsorption en traitement de l'air
- Bioprocédés en traitement de l'air
- Bioprocédés en traitement de l'air – modélisation des bioréacteurs

● Introduction



Exemple du taux de CO₂

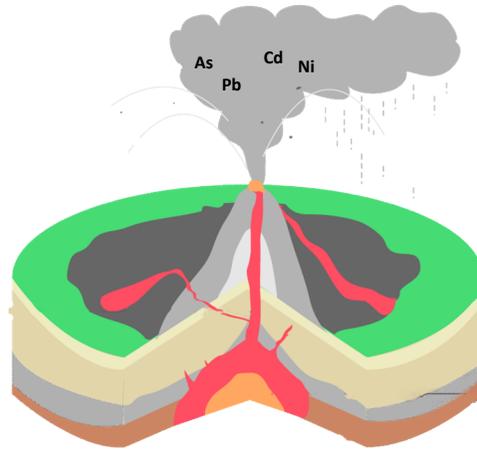


Croissance de la population
+
Développement économique
↓
Pression sur les ressources naturelles

Quelles sont les sources de la pollution atmosphérique??

la pollution atmosphérique

Eruption volcanique



Naturelles

Brume de sable



Embruns marins



Biogénique



pollen



Anthropiques

Sources de la pollution atmosphérique

Chauffage individuel et collectif



Rejets domestique et Industrielles



Rejets de transport



Feux de forets



Agriculture



Incineration d'ordure



Exemple de la contribution de l'agriculture sur la pollution atmosphérique

Les émissions mondiales liées à l'élevage se décomposent comme suit :

- **50 % de méthane**, issu de la fermentation entérique des ruminants, du lisier/fumier.
- **25 % de CO₂** lié aux changements d'affectation des terres (principalement la déforestation pour le soja et l'extension des pâtures) et à l'utilisation d'énergies fossiles (notamment pour les tracteurs).
- **25 % de protoxyde d'azote (N₂O)** lié aux engrais utilisés sur les cultures destinées à l'alimentation animale et lié au lisier/fumier.

L'élevage est donc un contributeur important à travers deux gaz à effet de serre moins connus que le dioxyde de carbone (CO₂) mais tout aussi néfastes, si ce n'est davantage : le protoxyde d'azote et le méthane. Ce dernier a un pouvoir de réchauffement 28 fois plus élevé que celui du CO₂ et serait responsable d'environ 20 % de l'accroissement de la température (+ 1 °C) observé au cours du siècle...

L'industrie est un secteur à l'origine d'une grande partie des émissions atmosphériques.

Exemples de : dioxyde de soufre (SO_2), le monoxyde de carbone, les éléments traces métalliques, composés organiques volatils (COV), les particules fines, les oxydes d'azote, CFC (chlorofluocarbures), les hydrofluorocarbures (HFC)....



Que ce soit le moyen de transport soit automobile, aérien ou maritime, il participe aux émissions de polluants atmosphériques. Exemples de polluants émis par ce secteur : oxydes d'azote (NOx), particules dans les gaz d'échappement, monoxyde de carbone (CO)...



Incinérations d'ordures ménagères
Toute combustion génère des émissions, le brûlage des déchets que ce soit par un particulier ou dans une installation dédiée est à l'origine de pollutions. Exemples de polluants émis : ETM, acide chlorhydrique (HCl), dioxines...



Les chauffages individuels : les émissions concernées sont généralement le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote ou encore les particules fines.



Les Activités domestiques

En utilisant des produits phytosanitaires, des peintures, des produits ménagers, en cuisinant... nous émettons tous des polluants atmosphériques. Exemples de polluants émis : composés organiques volatils.

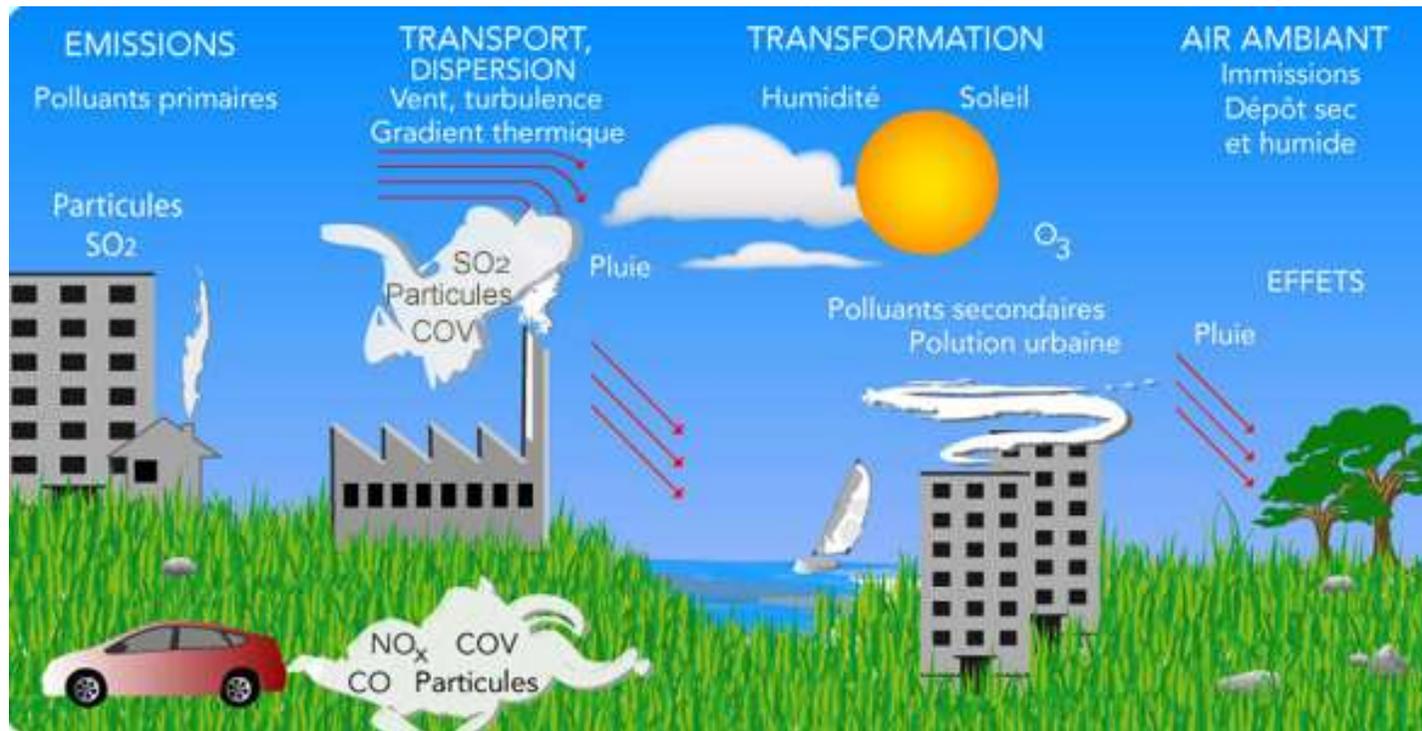
La pollution atmosphérique urbaine

Véritable enjeu de santé publique, la pollution de l'air pèse en termes de décès et de recours aux soins, et constitue, bien entendu, une atteinte au bien-être et à la qualité de vie.

- **Des effets à court terme** : elle peut mener à une hospitalisation surtout lorsque il s'agit des pics de pollution.
- **Des effets à plus long terme** : a survenue de pathologies cardiovasculaires et respiratoires et constitue aussi un facteur de risque de cancer du poumon.

Par exemple : Il a été estimé que la pollution par les particules fines dans 25 villes européennes – qui représentent 39 millions d'habitants – était responsable, chaque année, de 19000 décès prématurés.

Cycle de la pollution atmosphérique



Transport et dispersion des polluants atmosphérique

Facteurs météorologiques

Vent

Direction du vent : résultante de plusieurs forces :

- **La force de pression** : La zone à haute pression vers la zone à basse pression.
- **La force de Coriolis** : Engendré par la rotation de la terre

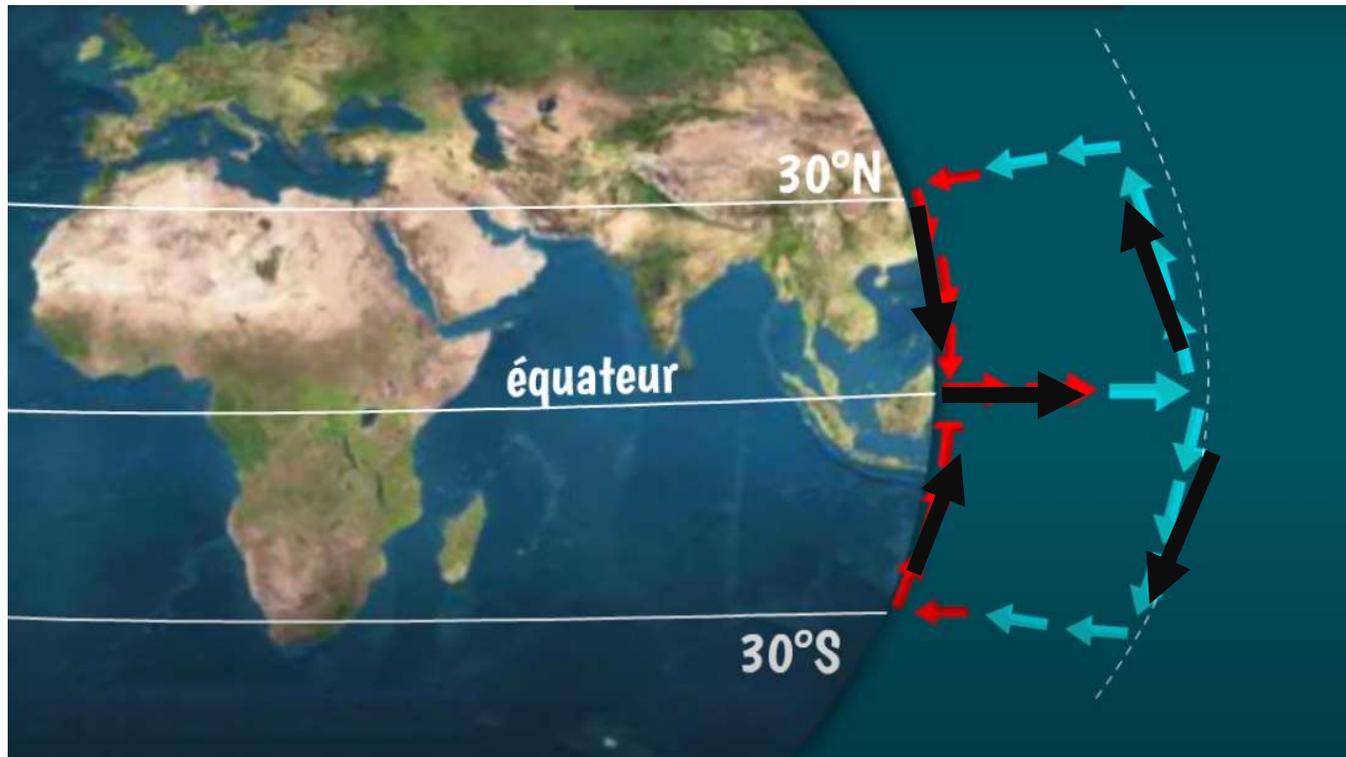
Vitesse du vent

- **Au niveau du sol** : Vitesse ralentie par les obstacles
 - Vent faible (vitesse $< 2\text{m/s}$)
 - Concentrations élevées de polluant
- **En altitude** : Vitesse plus élevée
 - Vents forts
 - Dispersion rapide des polluants

Transport et dispersion des polluants atmosphérique

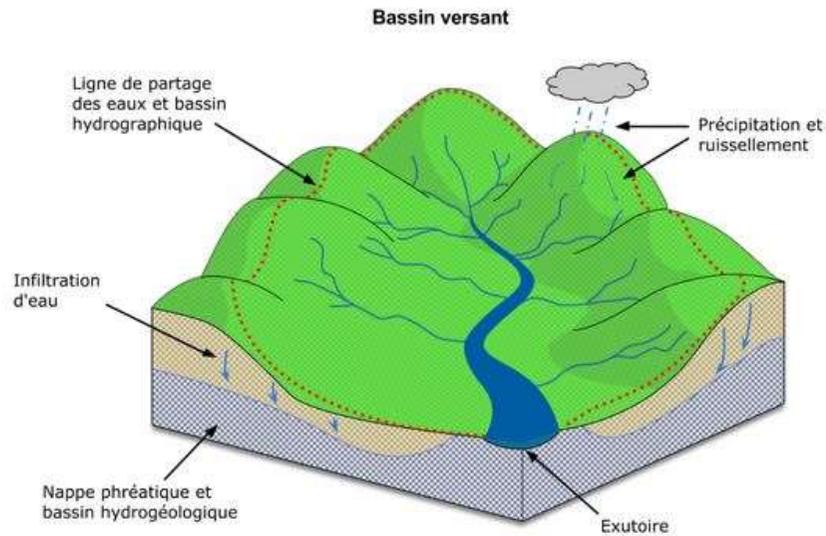
Facteurs météorologiques

Température

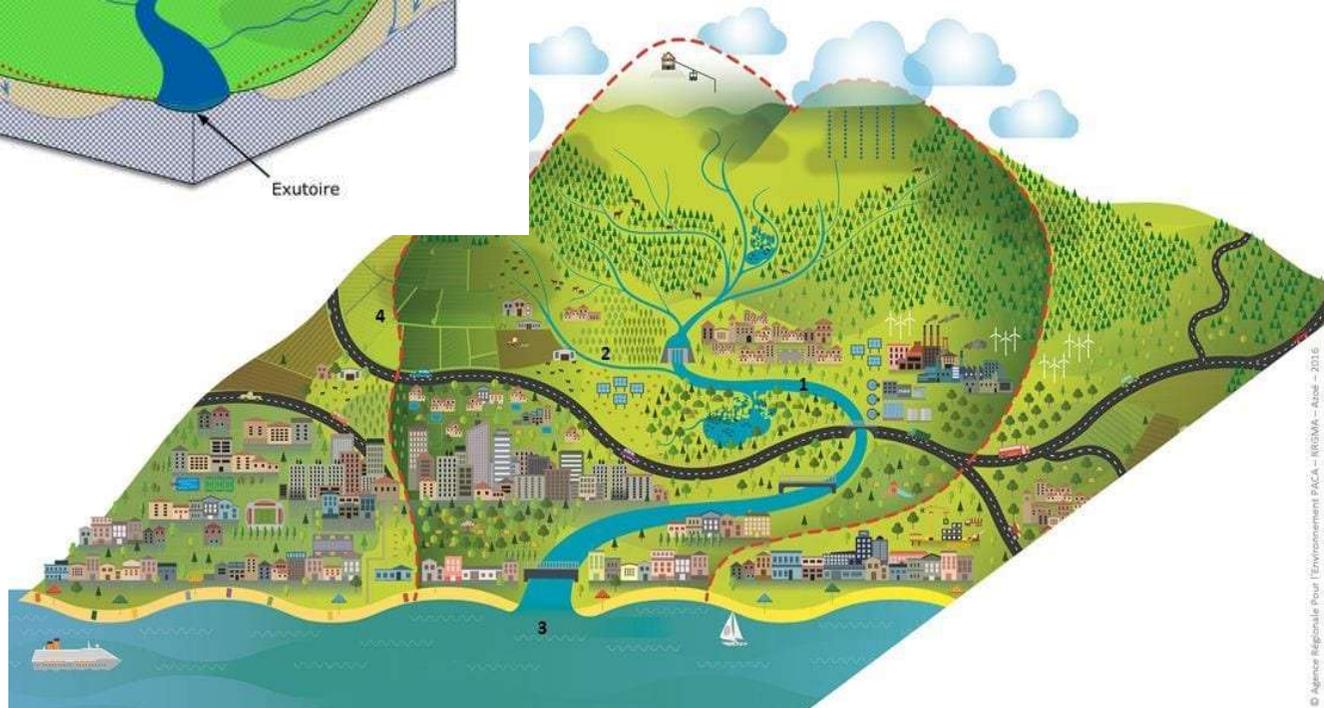


Topographie et retombés atmosphérique

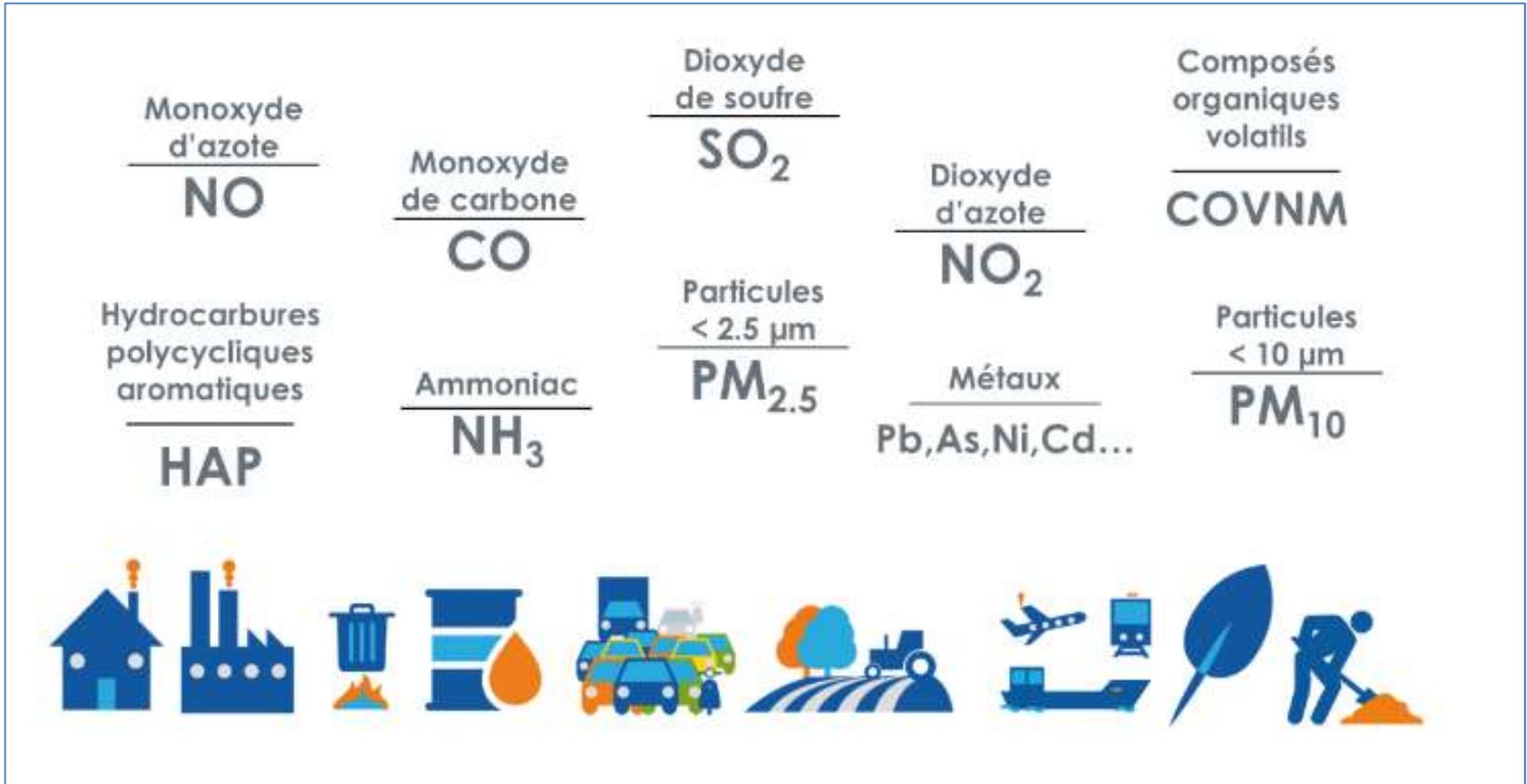
Qu'est ce qu'un bassin versant ?



Pluies acides



Quelles sont les différents types de polluants??



1/ Les éléments traces métalliques (les métaux lourds, les métalloïdes...)

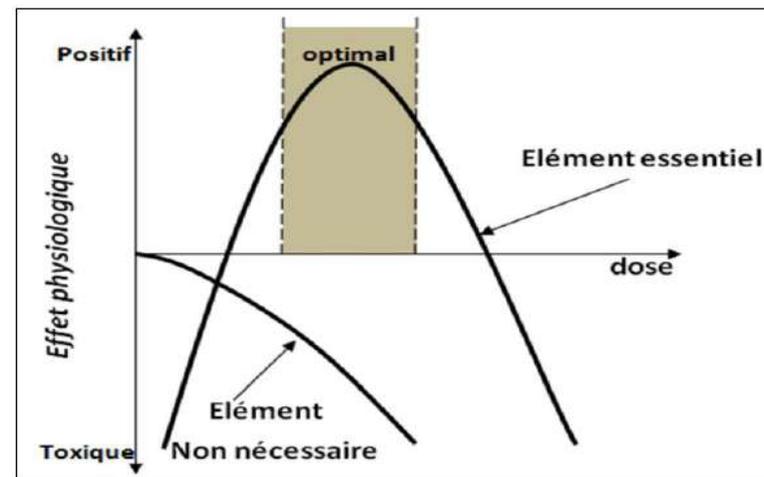
Ce sont des éléments caractérisés par une masse volumique élevée, supérieure à 5 grammes par cm^3 .

Leurs sources peuvent être naturelles ou anthropiques.

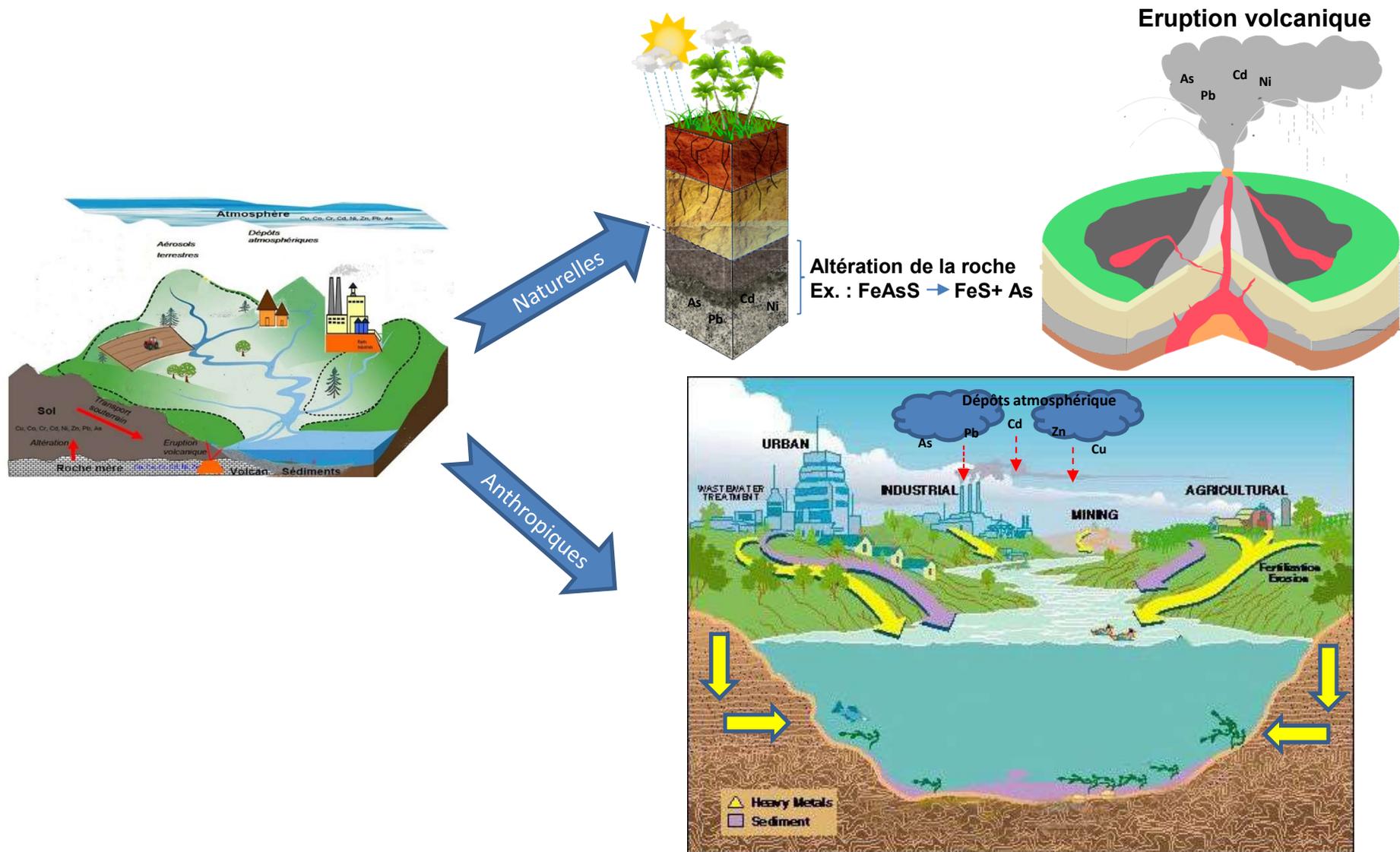
Parmi les éléments toxiques qu'on peut trouver dans l'eau (Pb, Cd, Hg, Ni, Cr...)

Effet physiologiques des ET

- Eléments essentiels ex. Mn, Zn, Co, et le Cu
- Eléments non essentiels ex. Cd, Pb, Hg, REE



Sources des éléments traces (ET) dans un bassin versant



e^- n^0 Sym Nom Masse atomique		Solide Liquide Gazeux Inconnu	<input type="checkbox"/> Métaux alcalins <input type="checkbox"/> Métaux alcalino-terreux <input type="checkbox"/> Métaux de transition <input type="checkbox"/> Métaux pauvres <input type="checkbox"/> Lanthanides <input type="checkbox"/> Actinides	<input type="checkbox"/> Métalloïdes <input type="checkbox"/> Non-métaux <input type="checkbox"/> Halogènes <input type="checkbox"/> Gaz rares																												
1 H Hydrogène 1,01				2 He Hélium 4,00																												
3 Li Lithium 6,94	4 Be Béryllium 9,01																															
11 Na Sodium 22,99	12 Mg Magnésium 24,31																															
19 K Potassium 39,10	20 Ca Calcium 40,08	21 Sc Scandium 44,96	22 Ti Titane 47,87	23 V Vanadium 50,94	24 Cr Chrome 52,00	25 Mn Manganèse 54,94	26 Fe Fer 55,85	27 Co Cobalt 58,93	28 Ni Nickel 58,69	29 Cu Cuivre 63,55	30 Zn Zinc 65,41	31 Ga Gallium 69,72	32 Ge Germanium 72,64	33 As Arsenic 74,92	34 Se Sélénium 78,96	35 Br Brome 79,90	36 Kr Krypton 83,79															
37 Rb Rubidium 85,47	38 Sr Strontium 87,62	39 Y Yttrium 88,91	40 Zr Zirconium 91,22	41 Nb Niobium 92,91	42 Mo Molybdène 95,94	43 Tc Technétium (98)	44 Ru Ruthénium 101,07	45 Rh Rhodium 102,91	46 Pd Palladium 106,42	47 Ag Argent 107,87	48 Cd Cadmium 112,41	49 In Indium 114,82	50 Sn Étain 118,71	51 Sb Antimoine 121,76	52 Te Tellure 127,60	53 I Iode 126,90	54 Xe Xénon 131,29															
55 Cs Césium 132,90	56 Ba Baryum 137,34	57-71	72 Hf Hafnium 178,49	73 Ta Tantale 180,95	74 W Tungstène 180,95	75 Re Rhenium 186,21	76 Os Osmium 190,23	77 Ir Iridium 192,22	78 Pt Platine 195,09	79 Au Or 196,97	80 Hg Mercure 200,59	81 Tl Thallium 204,38	82 Pb Plomb 207,19	83 Bi Bismuth 208,98	84 Po Polonium (209)	85 At Astate (210)	86 Rn Radon (222)															
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89-103	104 Rf Rutherfordium (261)	105 Db Dubnium (266)	106 Sg Seaborgium (271)	107 Bh Bohrium (272)	108 Hs Hassium (270)	109 Mt Meitnerium (276)	110 Ds Darmstadtium (281)	111 Rg Roentgenium (280)	112 Cn Copernicium (285)	113 Uut Ununtrium (284)	114 Fl Flerovium (289)	115 Uup Ununpentium (288)	116 Lv Livermorium (293)	117 Uus Ununseptium (294)	118 Uuo Ununoctium (294)															
																		57 La Lanthane 138,91	58 Ce Cérium 140,12	59 Pr Praseodyme 140,91	60 Nd Néodyme 144,24	61 Pm Prométhéum (145)	62 Sm Samarium 150,36	63 Eu Europium 151,96	64 Gd Gadolinium 157,25	65 Tb Terbium 158,92	66 Dy Dysprosium 162,50	67 Ho Holmium 164,93	68 Er Erbium 167,26	69 Tm Thulium 168,93	70 Yb Ytterbium 173,04	71 Lu Lutécium 174,97
																		89 Ac Actinium (227)	90 Th Thorium 232,04	91 Pa Protactinium 231,04	92 U Uranium 238,03	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium 244,06	95 Am Américium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkélium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendélium (258)	102 No Nobelium (259)	103 Lr Lawrencium (262)

2/ Les oxydes d'azote (NO_x)

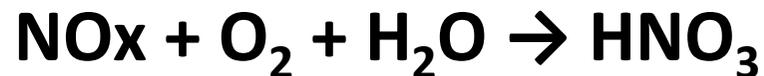
On peut trouver le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂).

Application agricole par des engrais azotés entraîne des rejets de NO_x.

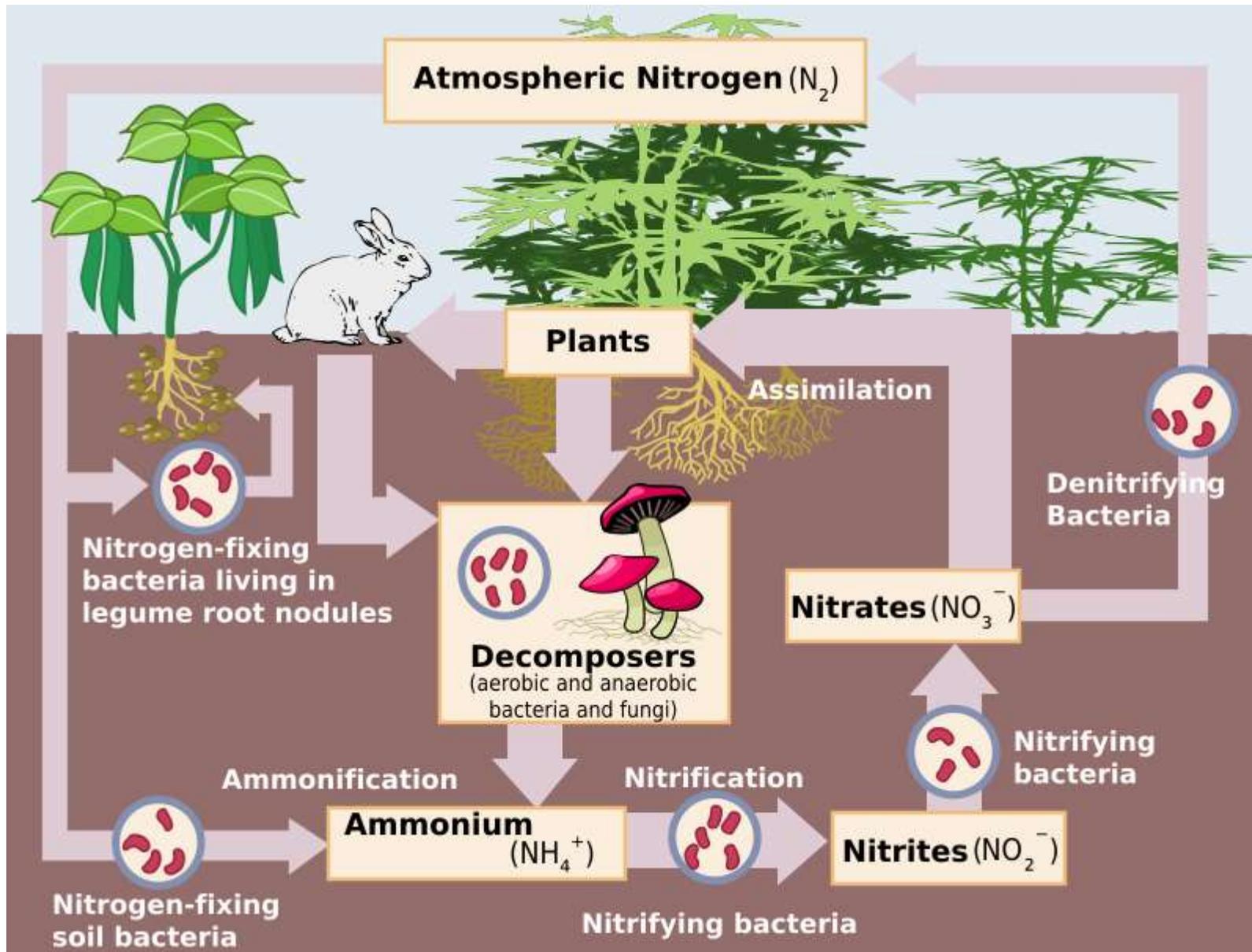
l'industrie par exemple : combustion d'énergies fossiles, fabrication de verre, métaux, ciment ;

le transport routier à cause des gaz d'échappement et le transport maritime.

Transformation naturelle de l'azote du sol



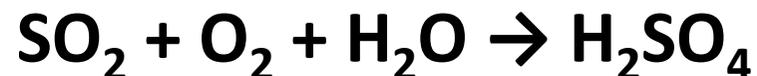
Les NOx ont un effet sur la santé, entre dans les voies pulmonaires, ce gaz irritant peut provoquer des problèmes respiratoires chez les personnes sensibles, comme les enfants, les personnes âgées ou atteintes de pathologies (asthme...).



3/ Le dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre est un polluant qui provoque une irritation des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires (toux, gêne respiratoire, troubles asthmatiques). Il favorise également les pluies acides et dégrade la pierre.

SO_x est produit à partir de la combustion d'énergies fossiles (fioul, charbon, gazole, etc.), des engrais. Quelques procédés industriels émettent également des oxydes de soufre, comme la production de pâte à papier, le raffinage du pétrole, la production d'acide sulfurique etc.



4/ L'ammoniac (NH₃)

L'ammoniac est lié essentiellement **aux activités agricoles** (par la décomposition des engrais azotés organiques et minéraux, tels que les engrais à base d'urée et d'ammoniac anhydre, ainsi que par les déjections animales, notamment les déjections de bétail.).

Déchets : Les décharges, les installations de compostage et les stations d'épuration des eaux usées peuvent également émettre de l'ammoniac dans l'air en raison de la décomposition des matières organiques.

Industrie : Certaines industries, telles que l'industrie chimique, la production d'engrais, les usines de traitement des déchets, les raffineries, etc., peuvent émettre de l'ammoniac dans l'air en raison de leurs processus de production et de traitement.

C'est un gaz irritant qui possède une odeur piquante, il brûle les yeux et les poumons. Il s'avère toxique quand il est inhalé à des niveaux importants, voire mortel à très haute dose.

5/ Les hydrocarbures :

Ils sont divisés en deux groupes de substances, **Les composés organiques volatils (COV)** et **les hydrocarbures aromatiques polycyclique (HAP)**

Les composés organiques volatils sont représentés surtout par les alcanes, les alcènes, le benzène et le toluène.

Ils peuvent être déversé accidentellement dans le milieu naturel par les fissures des réservoirs de stockages...).

les hydrocarbures aromatiques polycyclique (HAP) sont émis par les voitures.

6/ Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Se sont des composés complexes résultant de la fusion de plusieurs cycles benzéniques. Ils sont généralement liés aux particules.

Ils proviennent de la combustion incomplète du charbon et des fuels. (Moteur diesel) aussi de l'utilisation de solvants, de dégraissants, et de produits de remplissage des réservoirs d'automobiles, de citernes, etc.

Ils provoquent des irritations, une diminution de la capacité respiratoire et des nuisances olfactives. Certains sont considérés comme cancérogènes (benzène, benzo-(a)pyrène).

8/composé organique volatil non méthanique (COVNM)

Est un composé principalement **constitué d'atome de carbone et d'hydrogène**. Il peut aussi contenir des atomes d'oxygène, d'azote, de soufre ou de métal.

Ces composés, d'après leurs propriétés physico-chimiques, se trouvent à l'état de vapeur dans notre atmosphère.

Ils sont présents dans les carburants, les peintures, les encres, les colles, les détachants, les cosmétiques et les solvants. Ils sont émis par l'industrie, la combustion (chaudière, transport...), l'usage domestique de solvant.

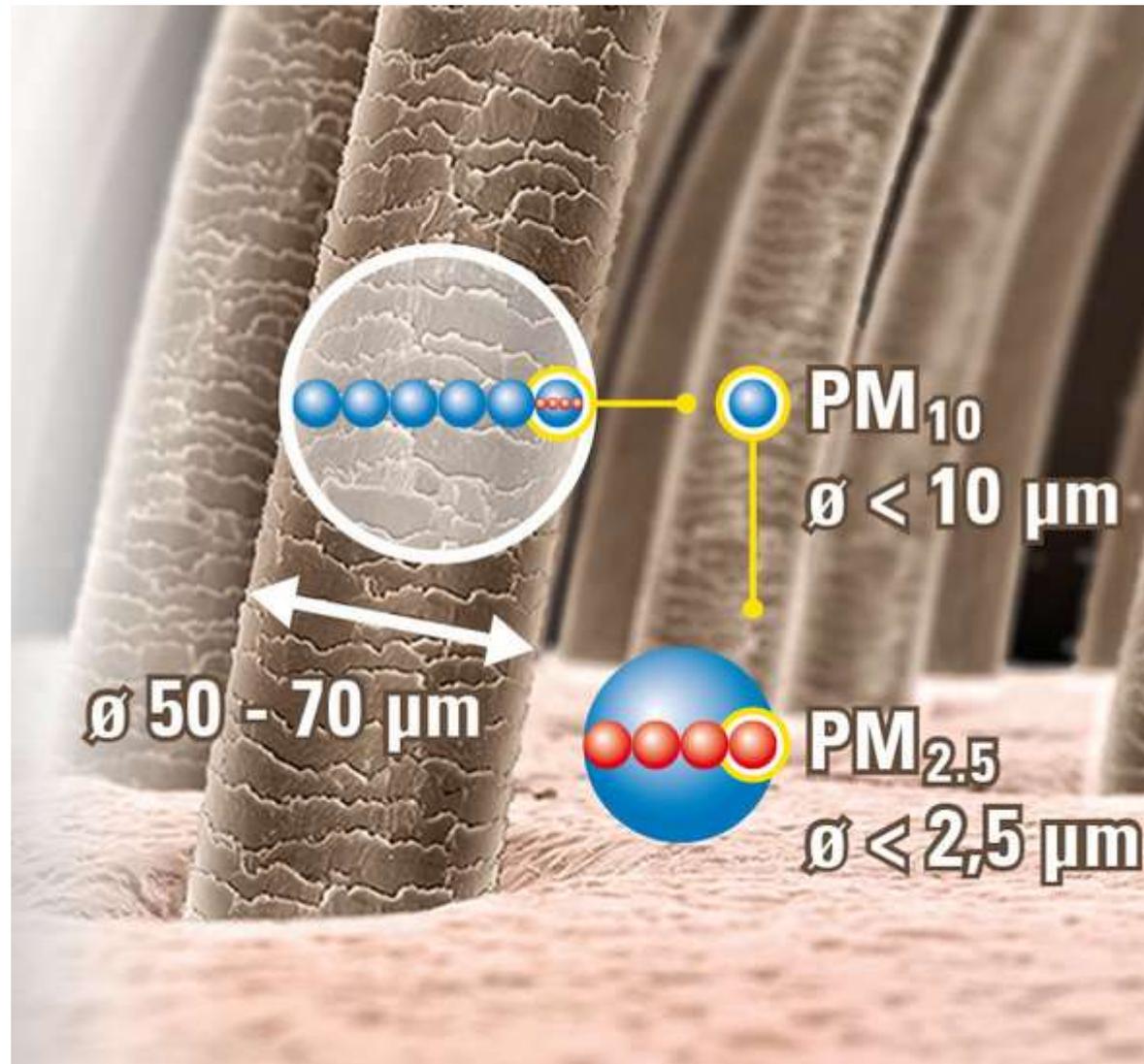
Parmi cette famille de composés, **seul le Benzène (C₆H₆)** est souvent concerné par la réglementation en air extérieur. Il est émis majoritairement par le secteur résidentiel (chauffage au bois) et les transports.

7/les particules fines (PM, pour la terminologie anglaise particulate matter)

Les particules sont classées en fonction de leur taille :

PM₁₀ : particules de diamètre inférieur à 10 micromètres.
Elles sont retenues au niveau du nez et des voies aériennes supérieures ;

PM_{2.5} : particules de diamètre inférieur à 2,5 micromètres.
Elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire jusqu'aux alvéoles pulmonaires.



En extérieur : les particules fines proviennent principalement des gaz d'échappement des véhicules, des usines de cimenterie mais également d'autres opérations qui impliquent la combustion de combustibles tels que le bois, le mazout ou le charbon, l'agriculture et des sources naturelles telles que les feux de forêt, de l'érosion de sol...etc.

En intérieur : les particules fines sont produites par des activités intérieures courantes telles que la fumée de tabac, la cuisson, la combustion de bougies ou de lampes à huile, ainsi que le fonctionnement des foyers et des appareils de chauffage à combustible.

9/Le monoxyde de carbone

Peut provenir de diverses sources, principalement liées à la combustion incomplète de carburants fossiles et de matières organiques. Voici les principales sources de monoxyde de carbone dans l'air :

Véhicules à moteur : en particulier les carburants à base de pétrole comme l'essence et le diesel.

Appareils de chauffage et de cuisson : Les appareils de chauffage au gaz, les poêles à bois, les cheminées, les chauffe-eau, les cuisinières à gaz et les barbecues produisent du monoxyde de carbone lors de la combustion du gaz naturel, du propane, du charbon ou du bois.

Industrie : Les installations industrielles telles que les raffineries de pétrole, les usines chimiques, les aciéries et les centrales électriques

Incendies : Les incendies dans les bâtiments, les forêts ou les décharges produisent également du monoxyde de carbone en brûlant des matériaux organiques.

Comment contrôler les émissions atmosphérique??

Station fixe du contrôle de la pollution de l'air



Autosurveillance

L'autosurveillance désigne les mesures réalisées par l'exploitant (ou sous sa responsabilité)

La pratique de l'autosurveillance gérée par les exploitants eux-mêmes sous le contrôle de l'administration nécessite un climat de dialogue entre l'industriel et l'inspecteur. Dans le cadre de l'autosurveillance, l'exploitant réalise lui-même les mesures de ses rejets atmosphérique

Objectifs

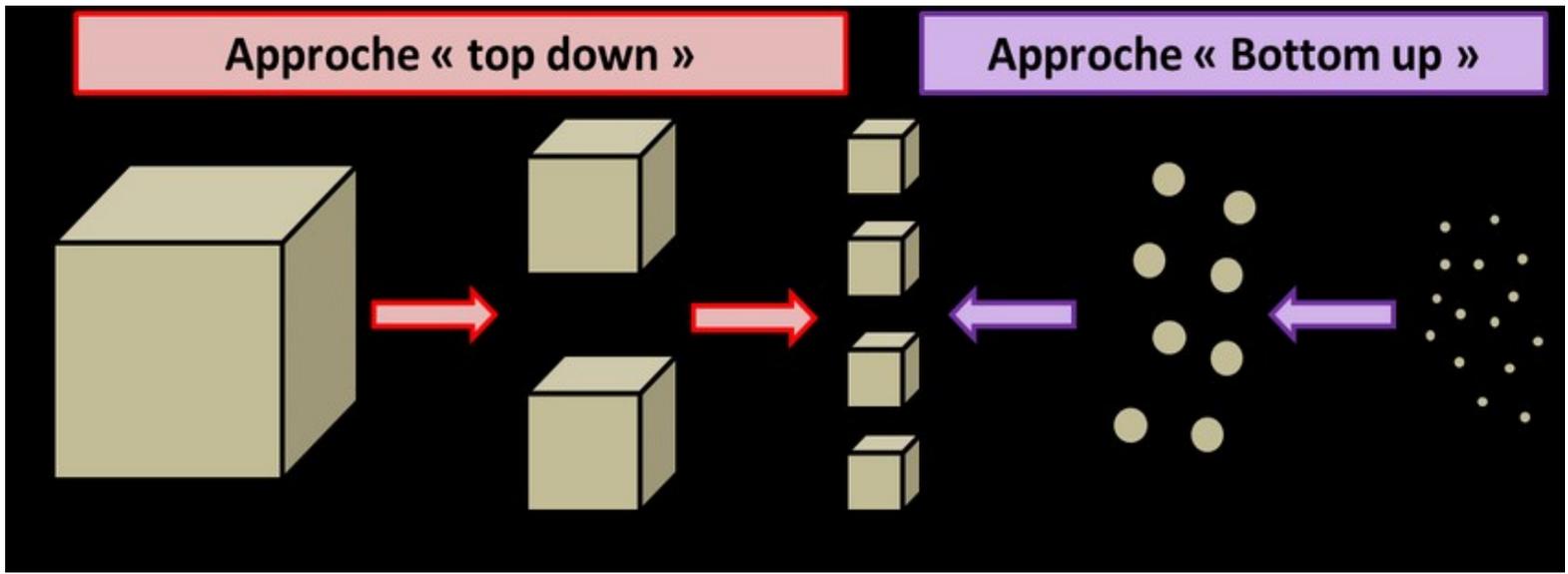
- Responsabiliser l'exploitant vis-à-vis de ses rejets polluants.
- Lui permettre de mieux maîtriser ses rejets.

L'expérience a prouvé l'efficacité de cette pratique qui conduit à une amélioration de la prévention des pollutions et qui

aboutit à :

- un meilleur suivi du système de traitement des effluents
- une prévention accrue des pollutions accidentelles dans le cas d'une mesure permanente;
- une amélioration de la conduite du procédé industriel dans certains cas.

C'est quoi le principe de bottom-up et top-down?



Le facteur d'émission

Le facteur d'émission est une mesure utilisée pour estimer la quantité de polluants émis par une source spécifique d'émission sur une unité d'activité ou de production. Il est généralement exprimé en termes de masse de polluants émis par unité de temps, de volume produit, de distance parcourue, ou d'une autre mesure pertinente.

Il existe différents types de facteurs d'émission, notamment :

Facteurs d'émission par secteur : Ils sont calculés en moyenne pour un secteur entier de l'économie, comme les transports, l'industrie, l'agriculture, etc.

Facteurs d'émission par unité d'activité : Ils sont basés sur des mesures standardisées de l'activité, telles que la production d'électricité par mégawattheure (MWh) ou le nombre de kilomètres parcourus par véhicule

Les facteurs d'émission sont des outils importants pour évaluer les impacts environnementaux des activités humaines, élaborer des politiques de réduction des émissions et évaluer la conformité réglementaire.

Ils sont souvent utilisés dans les inventaires d'émissions atmosphériques et d'autres analyses environnementales.

Comment traiter l'air ?

Tableau 1 – Liste des principaux contacteurs gaz-liquide

Dispersion sous forme de bulles	Dispersion sous forme de gouttes et de film
Colonne à dispersion de bulles	Colonne à garnissage
Gazosiphon ou <i>Airlift</i>	Colonne à plateaux perforés
Réacteur agité mécaniquement	Colonne à pulvérisation
Lit fixe triphasique	Éjecteur et venturi
Mélangeur statique	Colonne à film tombant
Hydroéjecteur	Aérateur mécanique de surface

1/Absorption du gaz

l'absorption est l'opération unitaire dont le principe est basé sur le passage d'un ou de plusieurs constituants d'une phase gazeuse dans une phase liquide. Il s'opère des échanges (ou transferts) de matière entre une phase gazeuse et une phase liquide dont les compositions chimiques sont différentes.

Ce transfert de matière mis en jeu s'effectue au sein de contacteurs (ou réacteurs) gaz-liquide dans lesquels les deux phases sont mises en contact pour favoriser les échanges de matière.

A/Colonne de garnissage

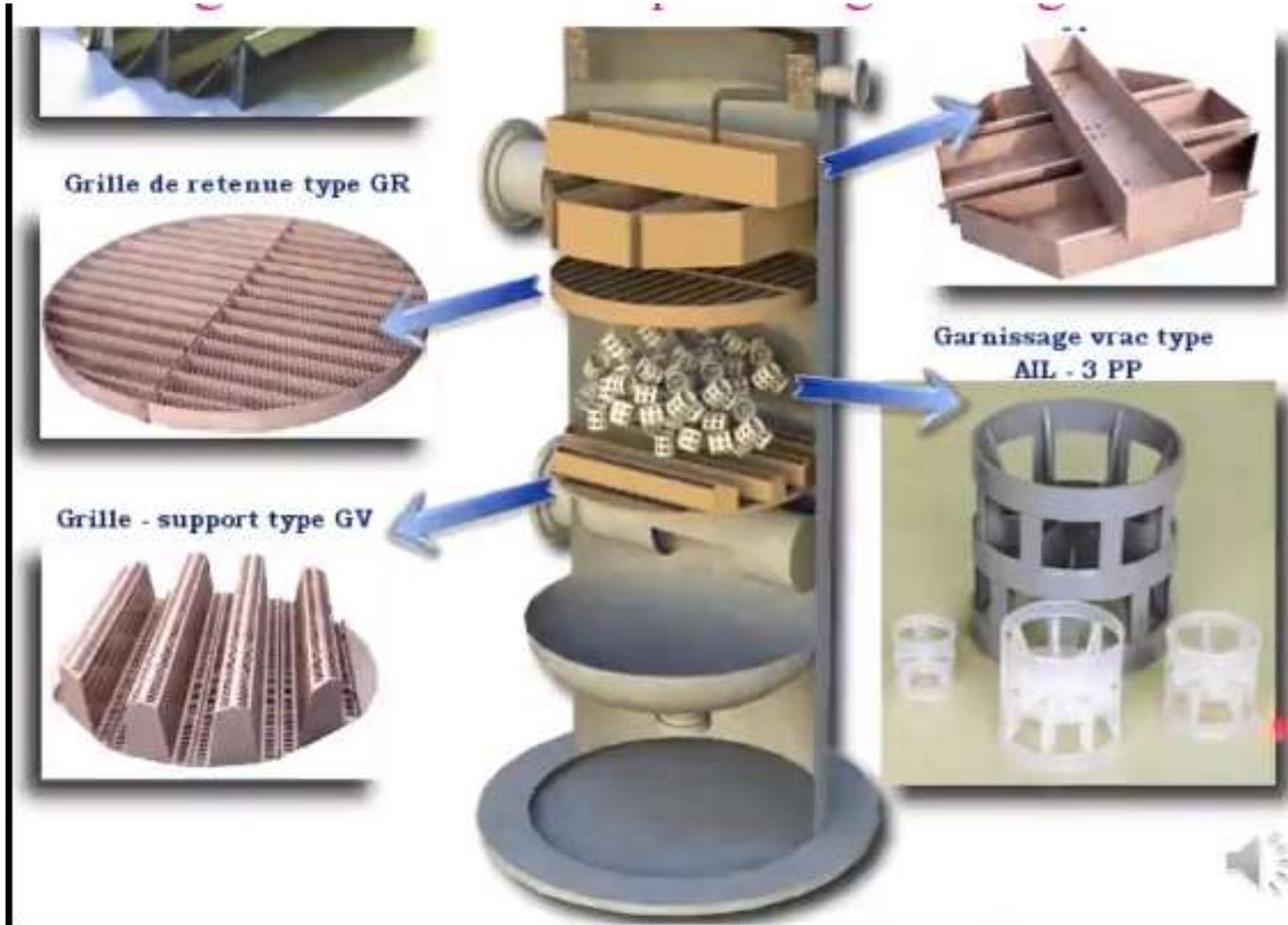
Dans le processus d'absorption, une colonne à garnissage est utilisée pour absorber un gaz dans un liquide. Le gaz est introduit dans la colonne par le bas, tandis que le liquide absorbant est introduit par le haut.

Le matériau de garnissage fournit une grande surface de contact entre le gaz et le liquide, favorisant ainsi le transfert de masse du gaz vers le liquide.

Une colonne à garnissage est une colonne qui est remplie d'éléments permettant d'augmenter la surface de contact entre la phase gazeuse et la phase liquide.

Le gaz et le liquide circulent en général à contre-courant.

Le liquide s'écoule par gravité sur un garnissage en formant un film de grande surface.



Grille de retenue type GR



Grille - support type GV



**Garnissage vrac type
AIL - 3 PP**





Tissus métalliques
gaufrés enroulés



Association en parallèle de feuillets
métalliques ondulés - Mellapak

Diamètre de la colonne

Le diamètre de la colonne dépend des débits des deux phases en présence et se calcule à partir des considérations hydrodynamiques liées à la perte de charge et aux conditions d'engorgement.

La vitesse d'écoulement de la phase gazeuse est en général comprise entre 0,7 et 2 m · s⁻¹.

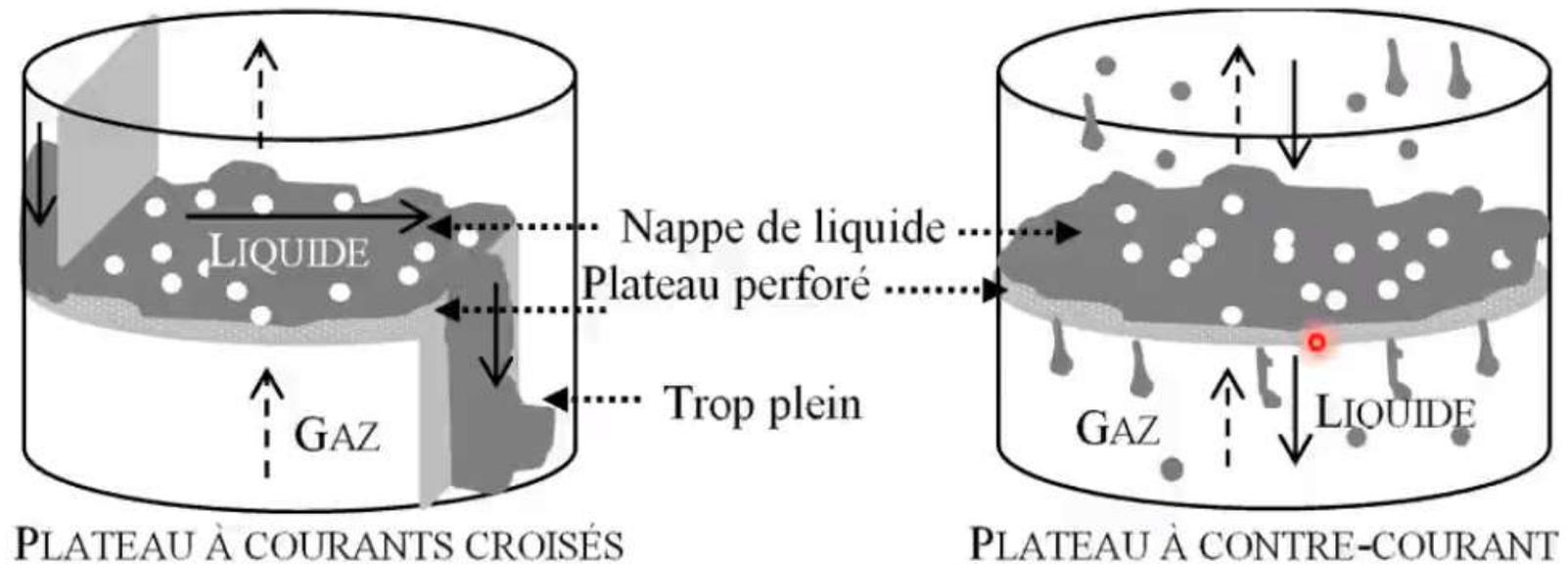
Dès que la hauteur dépasse 3 à 4 m, il est recommandé d'installer plusieurs zones de garnissages.

B/Colonnes à plateaux

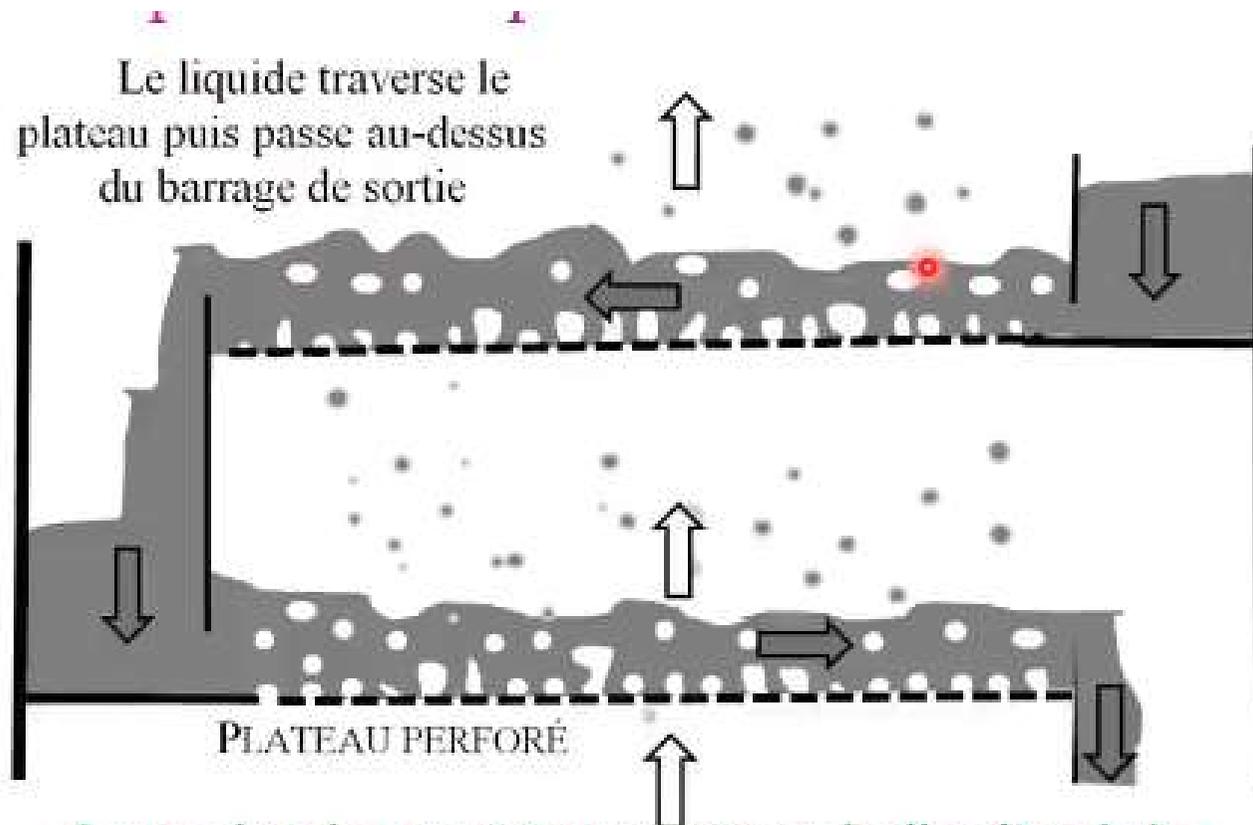
A l'intérieur de la colonne, des plateaux percés d'orifices et placés en quinconce permettent le passage du gaz.

Le liquide s'écoule par gravité sur ces plateaux en formant une couche liquide à travers laquelle les bulles de gaz se dispersent

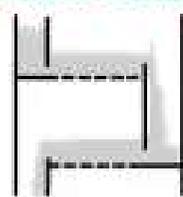
Colonnes à plateaux



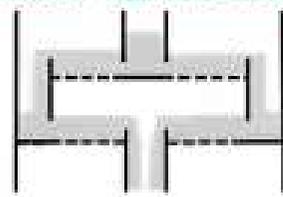
Diamètre des pores entre 3mm et 25mm



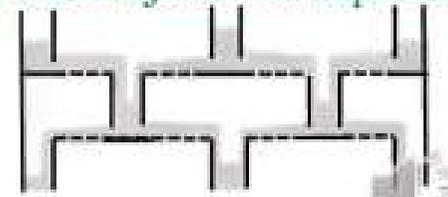
Le nombre de passes augmente avec le diamètre de la colonne afin d'assurer un même temps de séjour du liquide.



une passe

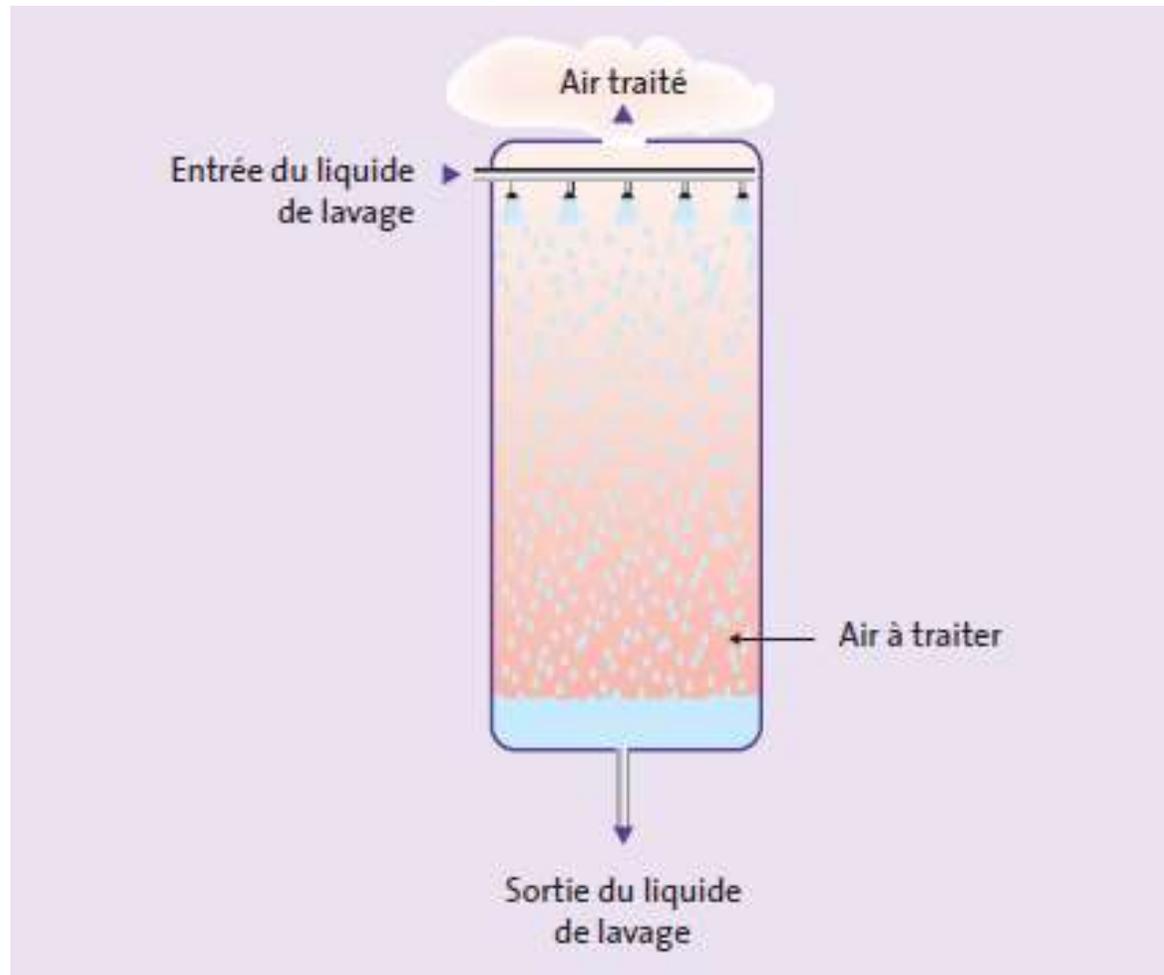


deux passes



quatre passes

C/Colonnes à pulvérisation

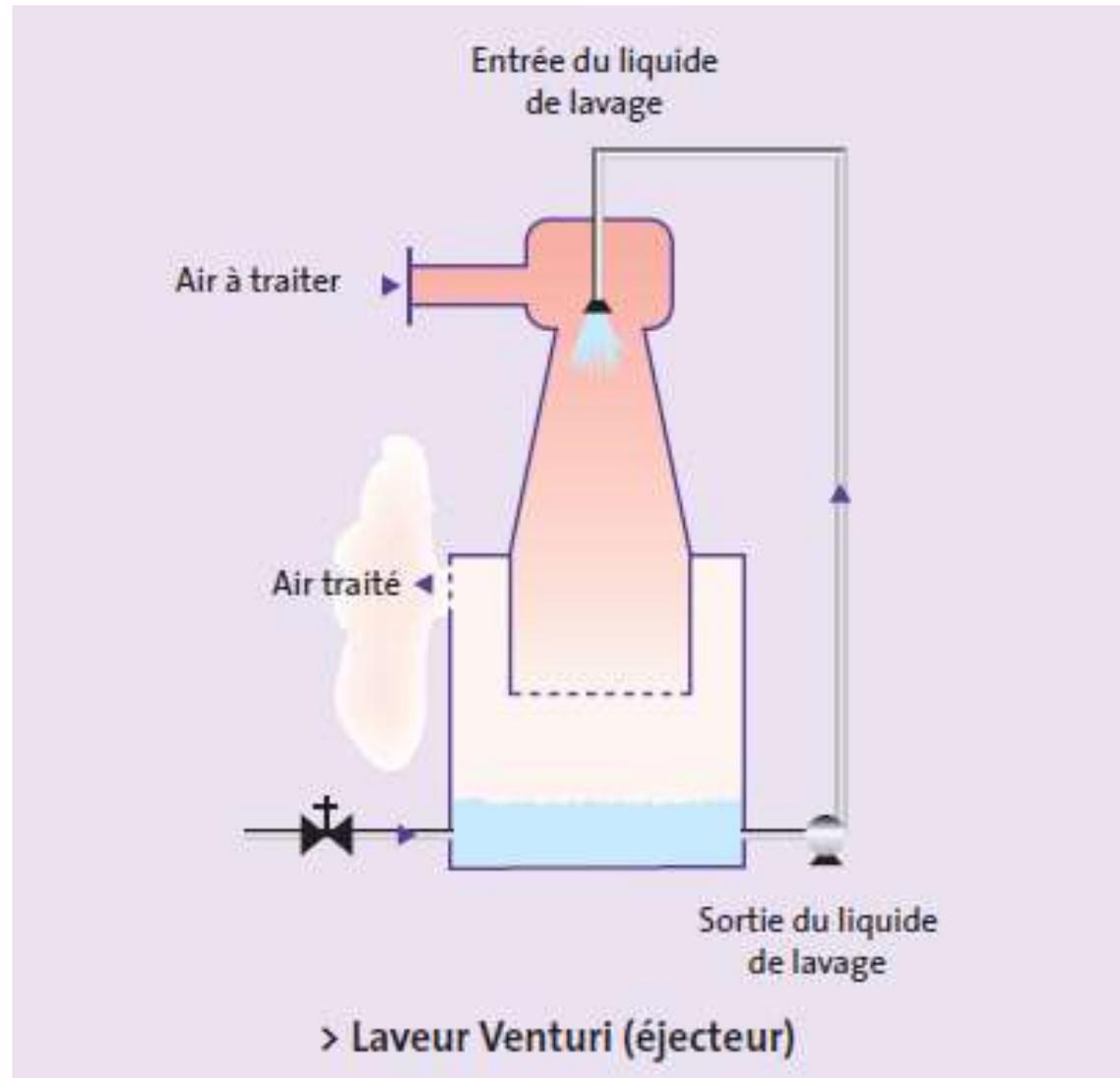


Le liquide est pulvérisé sous forme de gouttelettes. Les gouttelettes vont soit descendre au pied de la colonne, soit être entraînées par le flux gazeux. Ce procédé est utilisé lorsque la résistance au transfert est entièrement dans le film gazeux (composés très solubles en phase liquide)

D/Laveur venturi

Venturi est constitué d'un cylindre dont la section médiane présente une diminution de diamètre. La raison de cette variation de diamètre se trouve dans le principe de Venturi: "la pression d'un courant fluide augmente avec la diminution de la vitesse"; par conséquent, on provoque, à l'intérieur de la colonne, une variation de pression qui permet la tombée des particules solides polluantes véhiculées dans les fumées.

Les laveurs Venturi sont utilisés pour éliminer les particules de poussière contenues dans les gaz industriels; ils trouvent, en particulier, une application dans l'élimination des particules de petites dimensions contenues dans les gaz corrosifs et dangereux.



E/Hydroéjecteur (aérateur mécanique de surface)

L'hydroéjecteur est un dispositif utilisé dans certains systèmes de traitement de l'air pour éliminer les particules en suspension dans l'air. Il fonctionne en utilisant un jet d'eau à haute pression pour capturer les particules de poussière, de fumée, ou d'autres contaminants présents dans l'air.

Industrie minière : Les hydroéjecteurs peuvent être utilisés pour contrôler la poussière dans les mines et les carrières, améliorant ainsi les conditions de travail et la sécurité des travailleurs.

Industrie agroalimentaire : Dans les usines de transformation des aliments, les hydroéjecteurs peuvent être utilisés pour éliminer les particules indésirables de l'air, contribuant ainsi à maintenir des normes d'hygiène élevées.

Systemes de climatisation et de purification d'air : Dans les systèmes de climatisation et de purification d'air, les hydroéjecteurs peuvent être utilisés pour éliminer les particules et les contaminants de l'air, assurant ainsi un air de meilleure qualité dans les bâtiments commerciaux, les hôpitaux, les laboratoires, etc.

Exemples

Exemples Absorption avec réaction chimique est l'élimination du dioxyde de soufre (SO₂) des gaz de combustion

Absorption : Les gaz de combustion contenant du dioxyde de soufre passent à travers une tour de lavage ou un réacteur où ils sont mis en contact avec une solution d'absorbant, souvent de l'eau ou une solution alcaline comme **la soude caustique (NaOH) ou la chaux (Ca(OH)₂)**. Le dioxyde de soufre est alors absorbé dans la solution pour former des ions sulfites ou des ions bisulfites.

Réaction chimique : Une fois absorbé dans la solution, le dioxyde de soufre réagit avec les composés alcalins présents pour former des sulfites ou des bisulfites. Par exemple, avec la soude caustique, la réaction peut être représentée comme suit :



Ce qui signifie que le dioxyde de soufre réagit avec la soude caustique pour former du sulfite de sodium et de l'eau.

Traitement d'air avec absorption d'ammoniac

Dans les systèmes de contrôle des émissions dans les usines chimiques ou les installations de traitement des eaux usées.

Absorption de l'ammoniac : Les gaz contenant de l'ammoniac (NH_3), tels que les émissions industrielles ou les gaz d'échappement des usines de traitement des eaux usées, sont dirigés vers une colonne de lavage ou un réacteur contenant une solution d'absorbant appropriée. Cette solution peut être **de l'eau ou une solution acide**.

Réaction chimique : L'ammoniac présent dans les gaz réagit avec l'absorbant pour former des ions ammonium. Par exemple, avec de l'eau, la réaction peut être représentée comme suit :



Cela signifie que l'ammoniac réagit avec l'eau pour former des ions ammonium et hydroxyde.

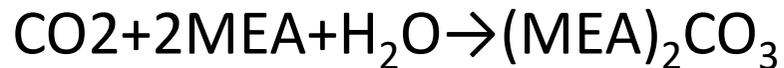
Le traitement par absorption pour le dioxyde de carbone (CO₂)

Est largement utilisé pour capturer et séparer le CO₂ des gaz de combustion dans les centrales électriques, les usines chimiques et d'autres installations industrielles.

Absorption du CO₂ : Les gaz contenant du CO₂ sont dirigés vers une colonne de lavage ou un réacteur où ils entrent en contact avec une solution d'absorbant appropriée.

L'absorbant le plus couramment utilisé pour le CO₂ est une solution aqueuse d'amines, telles que la monoéthanolamine (MEA), la diéthanolamine (DEA) ou la méthyl-diéthanolamine (MDEA). Lorsque le CO₂ entre en contact avec l'absorbant, il est capturé et se dissout dans la solution pour former des ions carbonate ou bicarbonate, selon les conditions de pH.

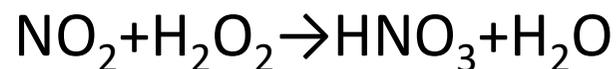
Réaction chimique : La réaction typique entre le CO₂ et l'amine dans la solution d'absorbant est la suivante :



Cela signifie que le CO₂ réagit avec deux molécules de monoéthanolamine (MEA) et de l'eau pour former du carbonate de monoéthanolamine.

Le traitement de l'air du dioxyde d'azote (NO₂)

Absorption : Les gaz contenant du dioxyde d'azote sont ensuite dirigés vers une colonne de lavage ou un réacteur où ils entrent en contact avec une solution d'absorbant appropriée. Pour le NO₂, une solution d'absorbant couramment utilisée est le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂). Dans la solution, le dioxyde d'azote réagit avec le peroxyde d'hydrogène pour former de l'acide nitrique (HNO₃) et de l'eau.



Cette réaction transforme le NO₂ en une forme plus soluble dans l'eau, facilitant son élimination de l'air.