

HELMo – GRAMME
Master 1 - GED

Gestion des effluents solides
et gazeux

Caractérisation des effluents gazeux

Caractérisation des effluents gazeux

Introduction

Pollution de l'air

- Intensification de la pollution liée à l'industrialisation
 - 1930 - Vallée de la Meuse, Belgique : 60 morts liés au **smog**
 - Épisodes similaires de **smog** à Manchester, Salford, Drona
 - 1952 - Londres : +s milliers de morts (de nouveau en 1956, 59, 62 avec des centaines de morts)
 - 1940-50 - Los Angeles : **smog photochimique**
 - 1960 – Observation des premières **pluies acides**
 - 1968 – Détection du trou dans la couche d'ozone
 - Aujourd'hui - UE: milliers de décès prématurés liés à la présence de **particules** dans l'air
 - Aujourd'hui : **Réchauffement climatique**

Principaux types de pollutions atmosphériques

- **Selon leur nature**

- **Pollution gazeuse** = émission de molécules (gaz)
- **Pollution particulaire** = émission de particules

- **Selon leur mode de formation**

- **Pollution primaire** = émission de polluants préformés (ex : CO₂, hydrocarbures imbrûlés d'un processus de production)
- **Pollution secondaire** = formation de nouveaux polluants par réactions entre polluants primaires (ex : O₃ troposphérique)

- **Selon leur dispersion**

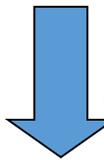
- **Pollution localisée** = émission de fortes concentrations à un endroit donné (ex : cheminée d'usine)
- **Pollution diffuse** = émission en concentration limitée mais dispersée sur un vaste territoire (ex : échappements des véhicules)

Sources de polluants

Émissions anthropogéniques

Combustion
=
Énergie
Transport

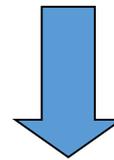
Procédés industriels
Activités humaines



COV
Benzène
Formaldéhyde
Styrène
Tétrachloroéthylène
Toluène
Trichloroéthylène
SO₂
NOx
NH₃
CFC

Émissions biogéniques

Microorganismes
Biomasse

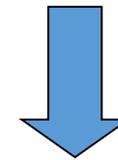


SOx = SO₂, SO₃
CH₄
NH₃
COV
...

- **Gaz**
- **Aérosols ou particules (PM)**
= particules solides et liquides en suspension dans l'air

Source naturelles non vivantes

Éruptions volcaniques
Poussière (désert)
Éclairs



CO, CO₂
NOx = NO, NO₂
SOx = SO₂, SO₃
Suie, Particules
...

Impacts de la pollution atmosphérique

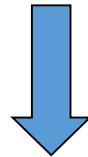
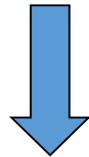
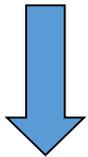
Composés
toxiques ou
cancérogènes
Particules
VOC (HAP)

Pluies
acides
SO_x, NO_x

Gaz à effet de
serre
CO₂, CH₄,
N₂O, COV

Destruction
couche
ozone
COV, NO

Formation
ozone
troposphérique
COV, NO, NO₂



Effets sur la
santé
humaine

Effets sur les
plantes, sols et
eaux
Eutrophisation
Dégradation de
monuments en
pierre
Corrosion

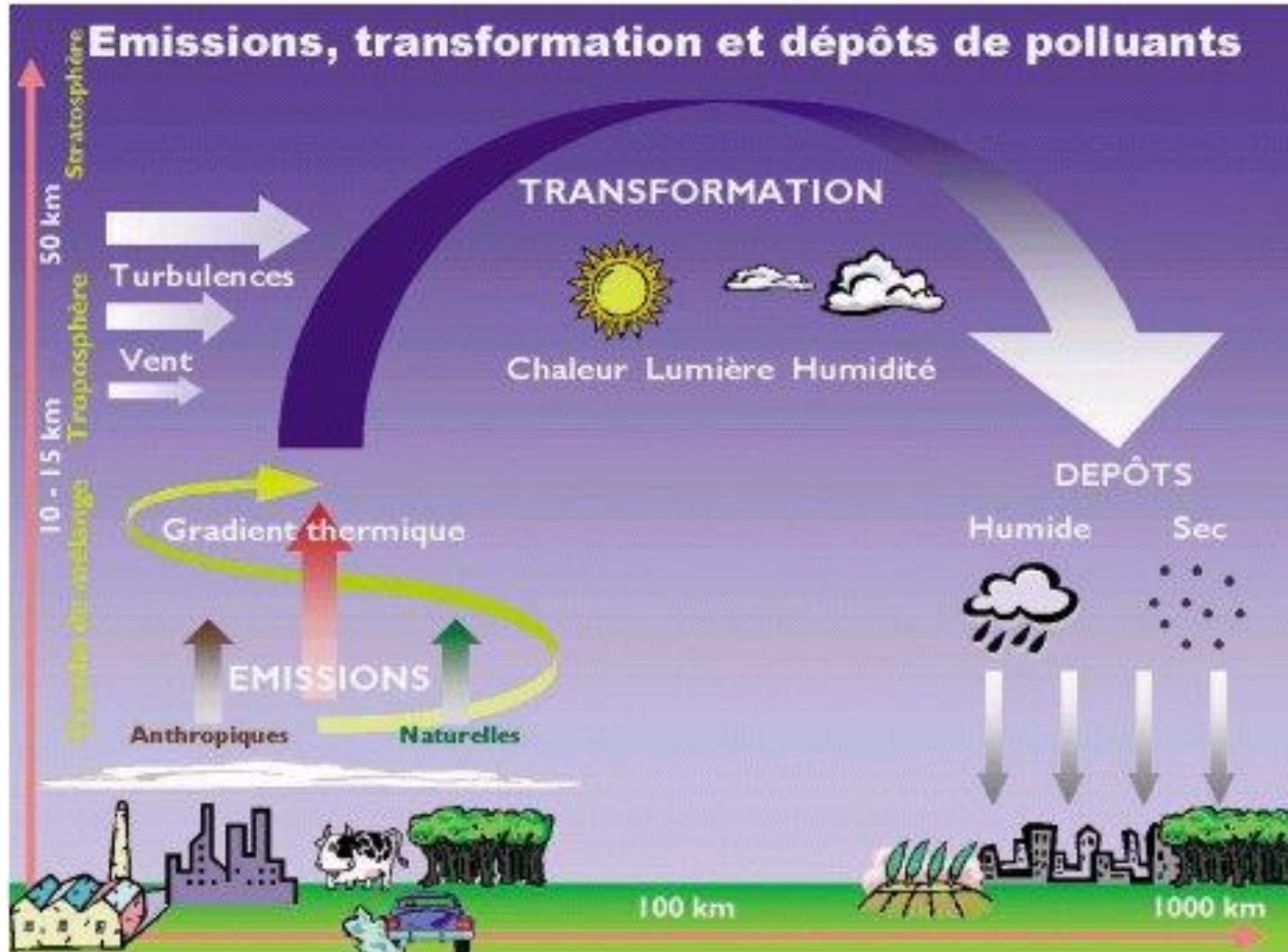
Effets sur le
climat :
réchauffement
climatique

UV
néfastes

Effets sur la
santé
humaine

Vie d'un polluant

- Émission, transport, réaction-dégradation et dépôt



Vie d'un polluant

- Émission, transport, réaction-dégradation et dépôt
 - Émission de polluants primaires
 - NO_x, SO_x, CO, ...
 - Dynamique atmosphérique
 - Transport, mélange, dispersion, dilution
 - Dégradation chimique ou photochimique
 - Réaction avec des radicaux, photolyse, ...
 - Transformation des polluants primaires en polluants secondaires
 - Dépôts permettant d'éliminer les polluants
 - Dépôt sec dû à la pesanteur
 - Dépôt humide dû au lessivage des polluants
 - Pluie
 - Neige
 - Brouillard

Échelles spatiales de pollution

- Échelle locale (~ 5 km)
 - Panache de polluants
 - **CO** ou **NOx** à proximité des autoroutes
- Échelle urbaine (~ 50 km)
 - Intégration de l'effet de sources locales rapprochées
 - Formation de polluants secondaires → **ozone troposphérique**
- Échelle régionale = méso-échelle (~ 50 à 500 km)
 - Interaction entre grandes zones métropolitaines voisines
 - Transport à longue distance de polluants primaires par rapport à leur point d'émission → **pluies acides, aérosols, ozone troposphérique**

Échelles spatiales de pollution

- Échelle continentale (~ 500 à plusieurs milliers de km)
 - Même type que pollution régionale pour petits continents
 - **Pluies acides** en Scandinavie, en provenance d'Europe de l'Ouest et UK
- Échelle globale ou planétaire
 - **Destruction de l'ozone stratosphérique**
 - **Intensification de l'effet de serre** : changements climatiques

Échelles temporelles de pollution

- Durée de vie
 - Temps au bout duquel la concentration d'un composé impliqué dans une réaction chimique déterminée est tombée à $1/e$ (=36,8%) de sa valeur initiale (= réduction de 63,2%)
 - En chimie atmosphérique, référence = réaction avec radicaux OH, espèces les plus réactives de l'atmosphère
- Durée de vie des composés gazeux très variable
 - Très courte pour radicaux réactifs comme OH ou HO₂
 - de 1 s à 1 min : renouvellement continu
 - concentration très faible
 - Longue pour composés inertes ou réagissant lentement (N₂, CFC)
 - enrichissement de l'atmosphère (si émission importante)
 - CF₄ : $\tau = 50\,000$ ans

Échelles temporelles de pollution

- Temps de mélange (→ homogénéisation)
 - Période qui s'écoule jusqu'à ce qu'une substance soit distribuée de manière uniforme dans une région déterminée de l'atmosphère
- Temps de mélange hémisphérique = 1 à 2 mois
 - → mélange homogène dans l'un des hémisphères de la terre
- Temps de mélange interhémisphérique = 1 à 2 ans
 - → répartition homogène au dessus de l'ensemble de la terre

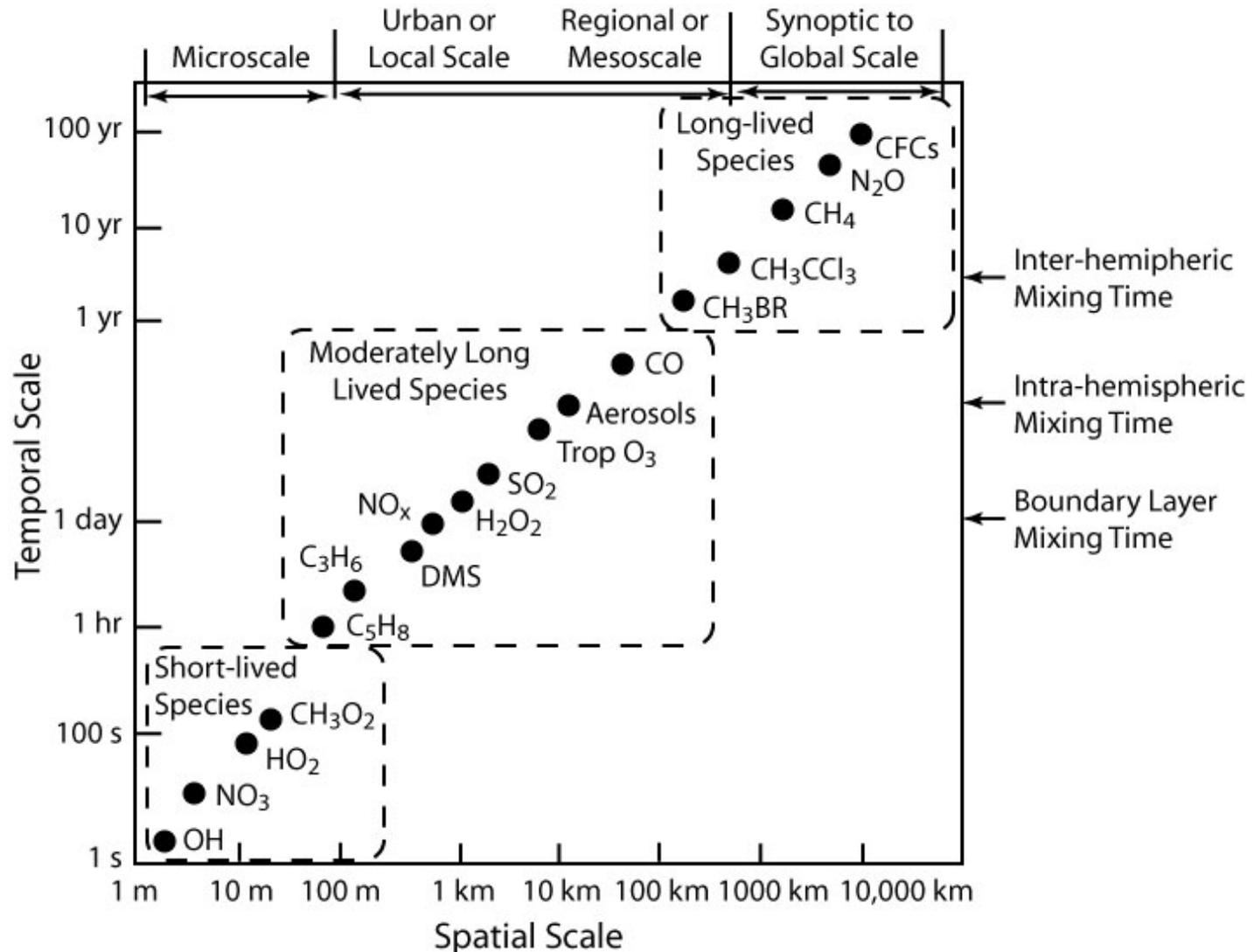
Durée de vie, temps de mélange et répartition spatiale des polluants sont des paramètres très liés

Corrélation des échelles spatiales et temporelles

Durée de vie, temps de mélange et répartition spatiale des polluants sont des paramètres très liés

- **Durée de vie atteint plusieurs années**
 - Répartition homogène du composé à l'ensemble de l'atmosphère est possible = **pollution globale à l'échelle spatiale** (CH_4 , CO_2)
- **Durée de vie se compte en jour ou en heures**
 - Teneur volumique déterminée exclusivement par
 - mécanismes de production et destruction locales
 - faits météorologiques
 - [] varient dans le temps et l'espace
 - pollution locale, urbaine, régionale ou continentale

Corrélation des échelles spatiales et temporelles



Valeurs limites et valeurs cibles pour les différents polluants atmosphériques – 2008/50/CE

Substance	Protection de	Période de calcul de la moyenne	Valeur	Nombre maximum de dépassements autorisés	Date à laquelle la valeur doit être atteinte
Valeurs limites					
SO ₂	Santé humaine	1 heure	350 µg/m ³	24	1 ^{er} janvier 2005
		1 jour	125 µg/m ³	3	1 ^{er} janvier 2005
NO ₂	Végétation	Année et hiver	20 µg/m ³		
	Santé humaine	1 heure	200 µg/m ³	18	1 ^{er} janvier 2010
		année	40 µg/m ³		1 ^{er} janvier 2010
Végétation	année	30 µg/m ³			
PM ₁₀	Santé humaine	1 jour	50 µg/m ³	35	1 ^{er} janvier 2005
	Santé humaine	Année	40 µg/m ³		1 ^{er} janvier 2005
PM _{2,5}	Santé humaine	année	25 µg/m ³		1 ^{er} janvier 2015
	Santé humaine	année	20 µg/m ³		1 ^{er} janvier 2020 ⁽¹⁾
benzène	Santé humaine	année	5 µg/m ³		1 ^{er} janvier 2010
CO	Santé humaine	Max. journalier de la moy. sur 8 heures ⁽²⁾	10 mg/m ³		1 ^{er} janvier 2005
Pb	Santé humaine	année	0,5 µg/m ³		1 ^{er} janvier 2005 ⁽³⁾
Valeurs cibles					
O ₃	Santé humaine	Max. journalier de la moy. sur 8 heures	120 µg/m ³	OMT : 25 ⁽⁴⁾ OLT : 0	1 ^{er} janvier 2010
	Végétation	AOT40 : 08h00-20h00 CET en mai - juillet	OMT : 18000 (µg/m ³) h ⁽⁴⁾ OLT : 6000 (µg/m ³) h		
PM _{2,5}	Santé humaine	année	25 µg/m ³		1 ^{er} janvier 2010

QUESTIONS

?