

Cours de

Chimie Environnementale

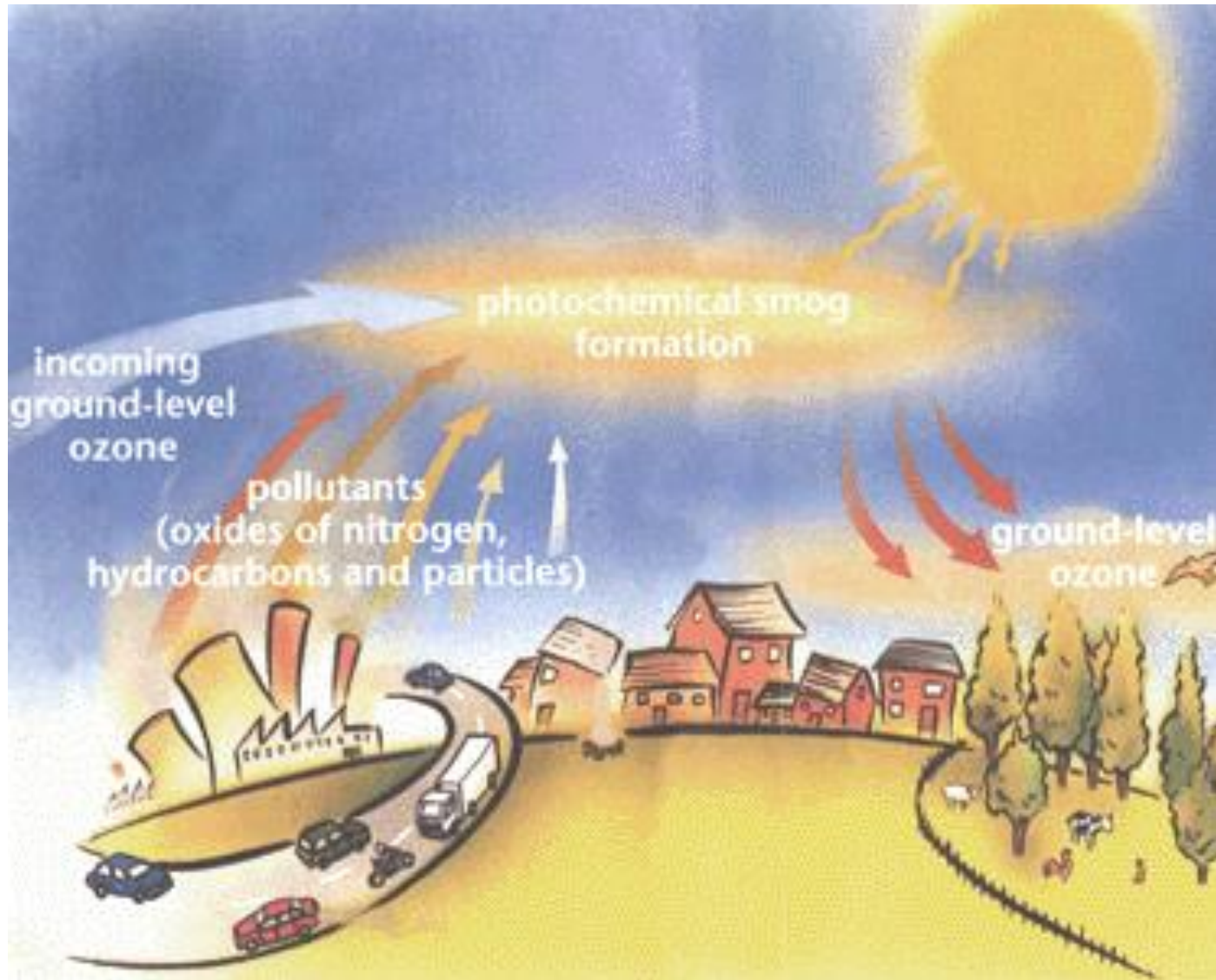
Chargé du module : HACHI Mohamed

E-mail: m.hachi@univ-djelfa.dz

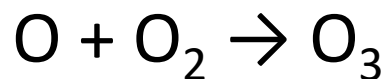
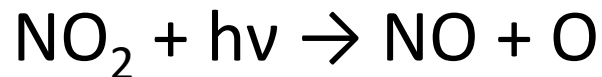
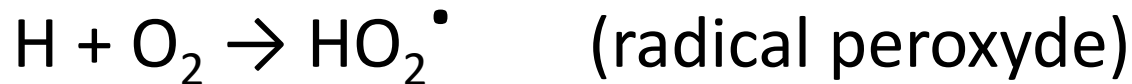
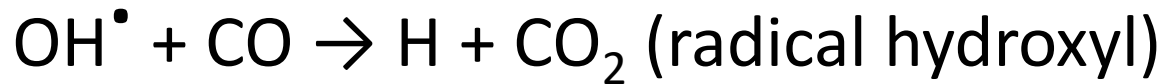
Smogs

- Smog (SMoke and fOG)
 - Smog industriel
 - Causé par l'émission de particules et de gaz par les industries
 - Smog photochimique
 - Production d'ozone dans la troposphère
 - Présence de particules

Formation du smog



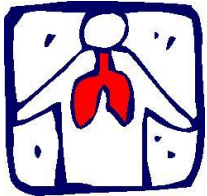
Formation de l'ozone troposphérique



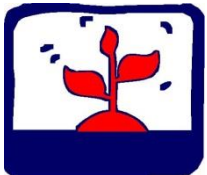
Ce mécanisme réactionnel peut impliquer d'autres substances (eg. COV) que le CO

Impacts de l'ozone

- O_3 est un oxydant fort



- Irritation pulmonaire
- Maladies pulmonaires chroniques
- Asthme



- Provoque des dommages aux végétaux
- Diminution du rendement des cultures

Ozone

- Critère de qualité de l'air -

- Gouvernement Canadien
 - 82 ppb
- US EPA
 - 120 ppb
- Menv Qc
 - 65 ppb

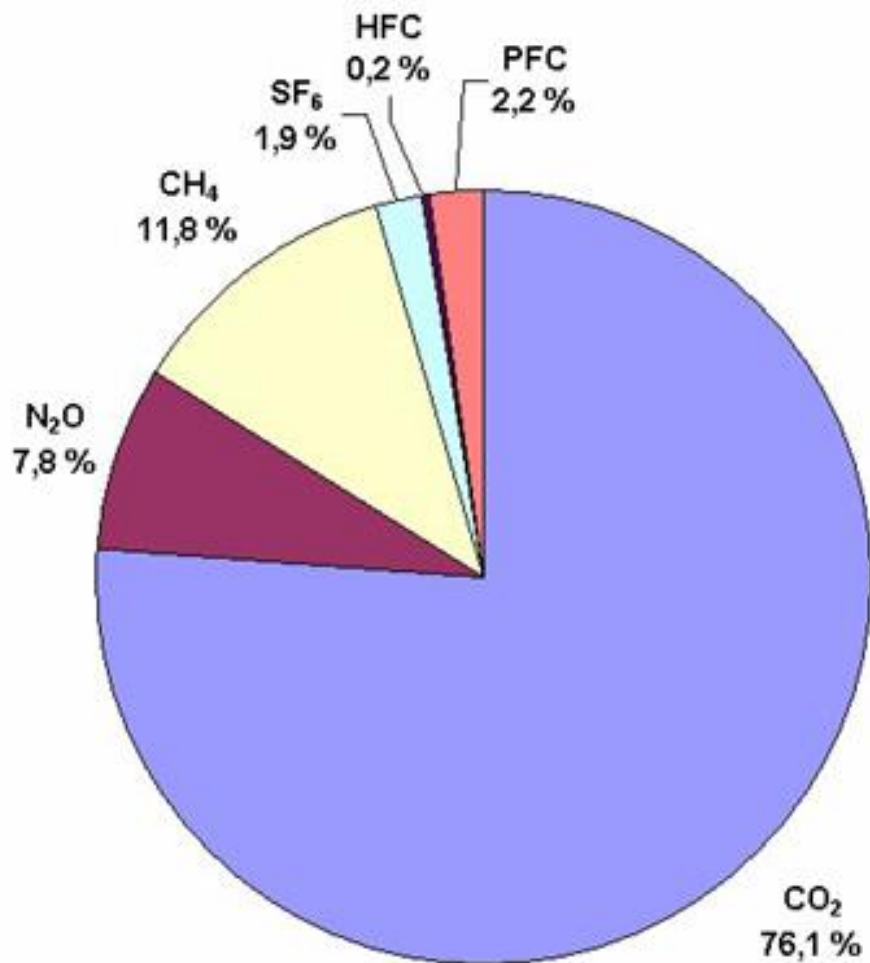
Gaz à effet de serre

- CO₂ : Plus problématique des GES
 - Provient de la combustion
- Méthane : Sa concentration augmente dans l'atmosphère
 - Production : Procédés biologiques anaérobiques
 - Bovins
- Autres : Oxyde nitreux (N₂O), hydrofluorocarbone (HFC), etc.

Concentrations atmosphériques et potentiel de réchauffement planétaire de certains GES

Gaz à effet de serre	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Concentration en 1750	environ 280 ppm	environ 700 ppb	environ 270 ppb
Concentration en 1998	365 ppm	1745 ppb	314 ppb
Augmentation de la concentration	85 ppm (30 %)	1 045 ppb (150 %)	44 ppb (16 %)
Potentiel de réchauffement planétaire	1	21	310

Répartition des émissions de GES selon le type de gaz en 2002

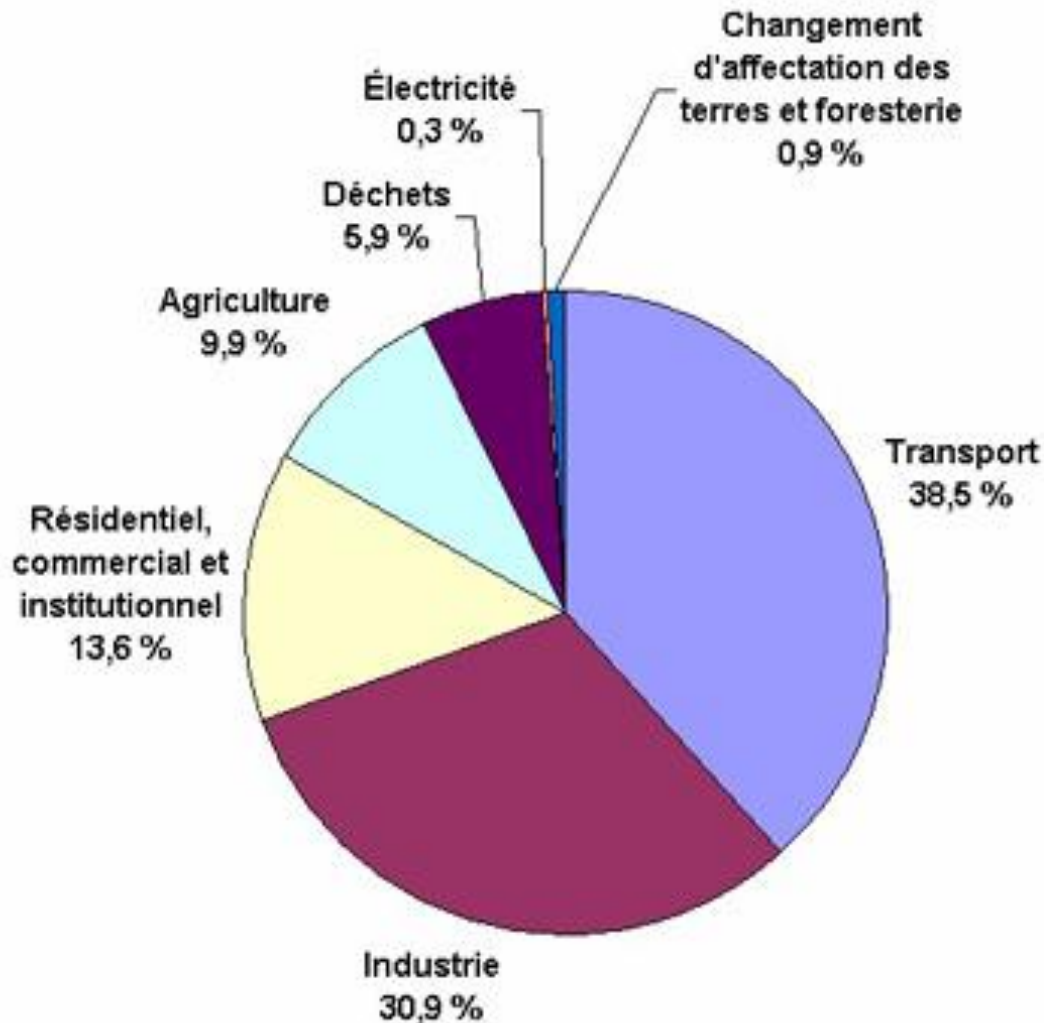


Gaz à effet de serre

Émissions canadiennes de gaz à effet de serre - 2003									
Catégories de gaz à effet de serre	Gaz à effet de Serre								
	CO ₂	CH ₄	CH ₄	N ₂ O	N ₂ O	HFC	HPF	SF ₆	TOTAL
Potentiel de réchauffement planétaire	1		21		310				
Unité	kt	kt	kt éq. CO ₂	kt	kt éq. CO ₂	kt éq. CO ₂	kt éq. CO ₂	kt éq. CO ₂	kt éq. CO ₂
TOTAL	586 000	4 500	94 000	160	50 000	3 100	2 760	4 100	740 000

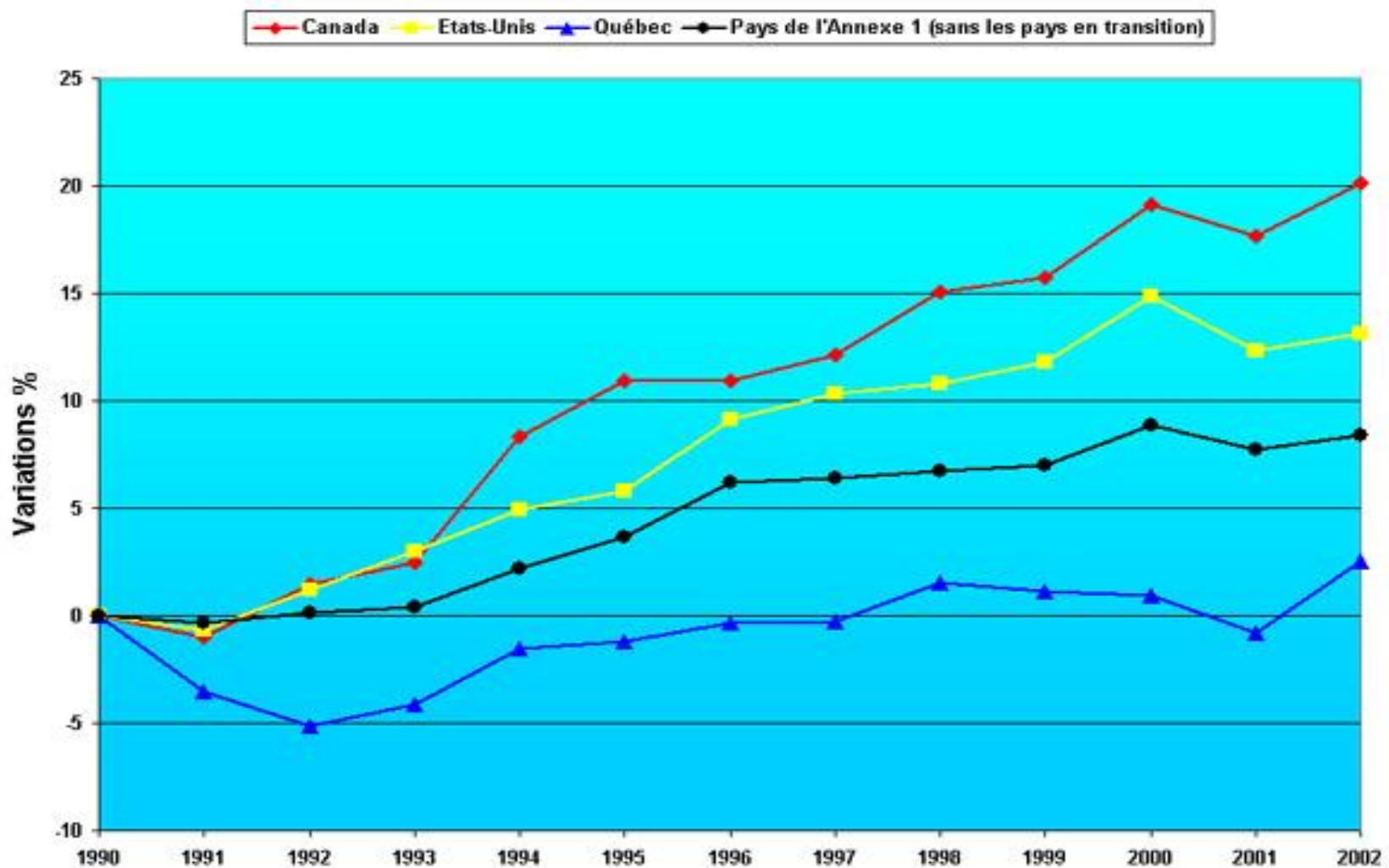
Source : Environnement Canada

Émissions par secteur d'activité



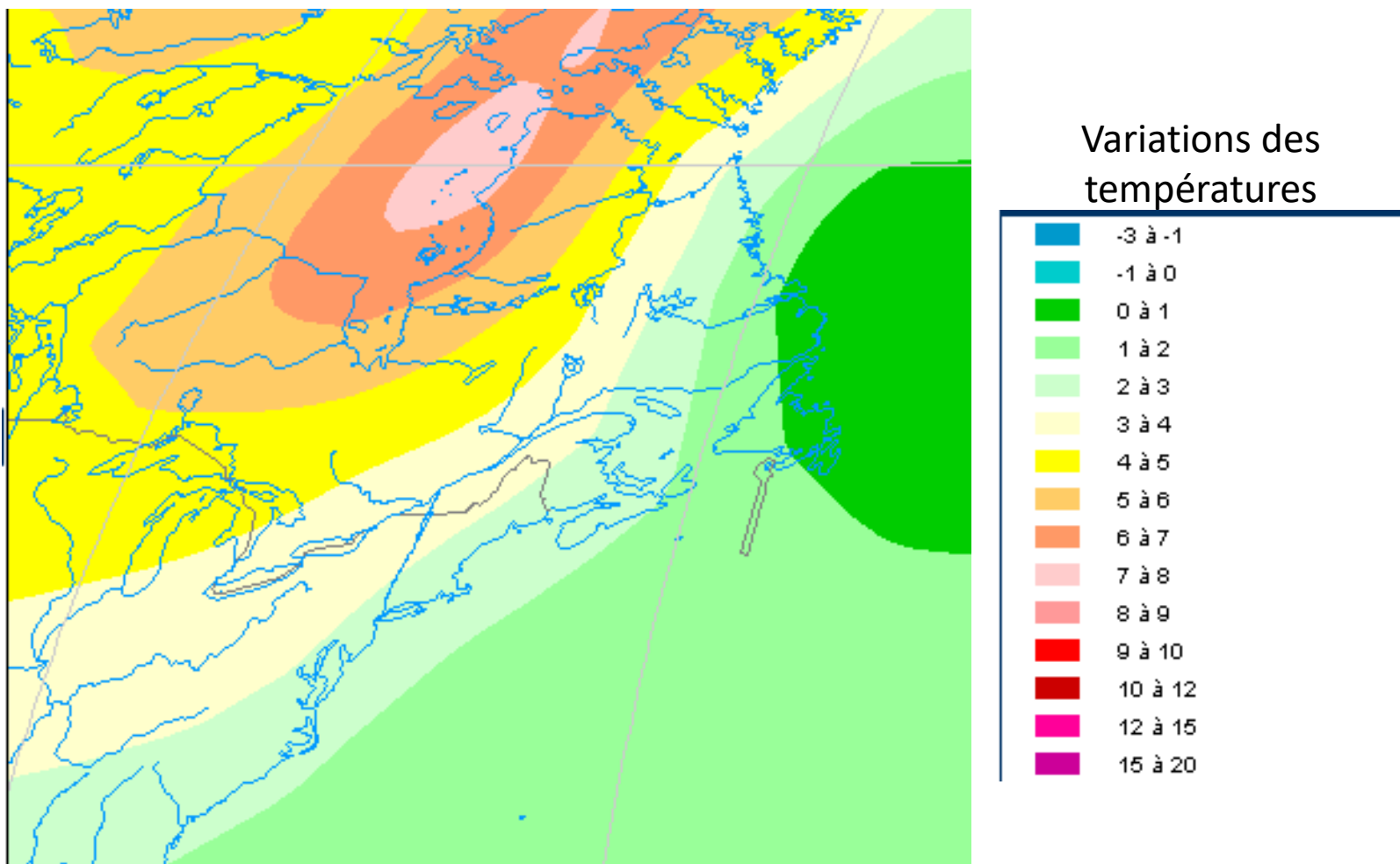
Source :
Ministère de
l'environnement
du Qc

Variation des émissions des GES



Source : Ministère de l'environnement
du Qc

Variations de la température hivernale moyenne 1995 - 2040



Que peut-on faire???

Globalement

- Conférence de Rio (1992)
 - Réduction des émissions de C
 - Conservation de l'énergie
 - Développement d'énergies alternatives (eg. Solaire, éolienne, biocarburants)
 - Arrêter la déforestation
 - Contrôle de la natalité

Individuellement

- Réduction de la consommation énergétique
- Réduction de la quantité de déchets générée
- Plantation d'arbres
- Encourager le recyclage
- Utiliser des produits de substitution

Ingénieurs

- Éducation des leaders politiques et industriels
- Amélioration des technologies de contrôle des émissions
- Vision globale de l'ingénierie permettant une réduction / réutilisation des ressources et de l'énergie

TECHNOLOGIE DE PURIFICATION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

EMISSIONS ATMOSPHERIQUES

Type de carburant	Émissions dans l'air	Déchets de combustion
Charbon	SO ₂ , NO _x , CO ₂ , CO, VOC, TOC, Particules, Métaux lourds. Pollution thermique	Cendres lourdes et légères et déchet de l'unité de désulfuration
Huile	Faibles émission de SO ₂ , NO _x , CO ₂ , sulfure, particules comparativement au charbon. Métaux et TOC Pollution thermique	Cendres lourdes et légères (métaux)
Gaz	Faibles émission de SO ₂ , NO _x , CO ₂ , sulfure, particules comparativement au charbon et l'huile. La pollution thermique est 60 % moins qu'avec le charbon	Nul



Méthodologie de Calcul des émissions dans l'Air

$$E_{s,a,t} = A_{a,t} \cdot F_{s,a}$$

E: émission relative à la substance « s » et à l'activité « a » pendant un temps « t »

A: quantité d'activité relative à l'activité « a » pendant le temps « t »

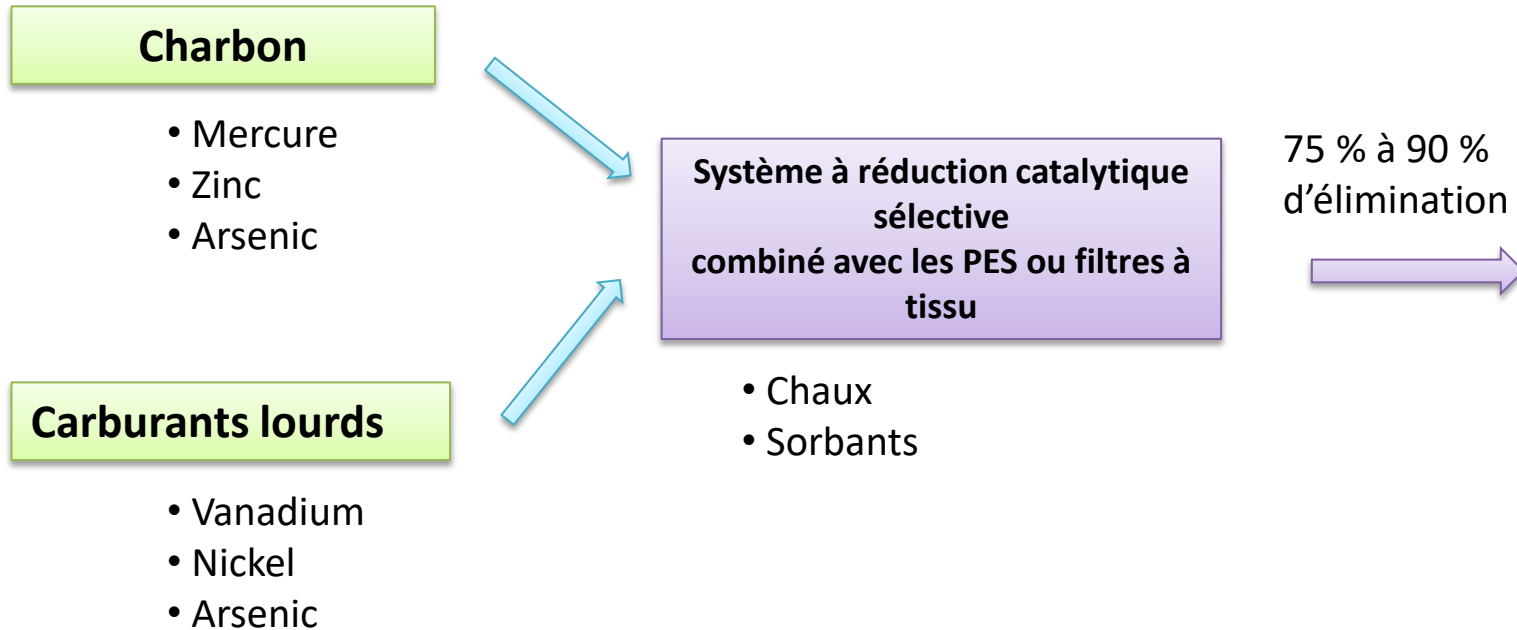
F: facteur d'émission relatif à la substance « s » et à l'activité « a »

TRAITEMENT DES MATIÈRES PARTICULAIRES

Selon la nature du combustible utilisé dans les centrales électriques, le traitement se fait soit par précipitateur électrostatique ou par filtre en tissu.

Types	Performances	Caractéristiques	Utilisations
Précipitateur Électrostatique	<ul style="list-style-type: none"> - Rendement >96,5 % : MP <1 μm. - Rendement >99,9% : MP >10 μm. - Consommation de 0,1 à 1,8 % de l'électricité générée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Peut traiter des volumes importants de gaz. - Ne convient pas pour toutes les particules ayant une haute résistivité électrique. - Parfaitement adapté pour les approvisionnements à forte teneur en soufre. 	<ul style="list-style-type: none"> Charbon, huile ou gaz à haute et faible teneur en soufre et métaux lourds
Filtre en tissu	<ul style="list-style-type: none"> - R>99,6 % MP<1 μm - R>99,9 % MP>10 μm - Consommation de 0,2 à 3 % de l'électricité générée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Extrait des particules plus petites que les PES. - La durée de vie du filtre diminue lorsque la teneur en soufre augmente - Les filtres finissent par se désintégrer en présence de cendres réactives. 	<ul style="list-style-type: none"> Charbon, huile ou gaz à faible teneur en soufre et métaux lourds

TRAITEMENT DES MÉTAUX LOURDS



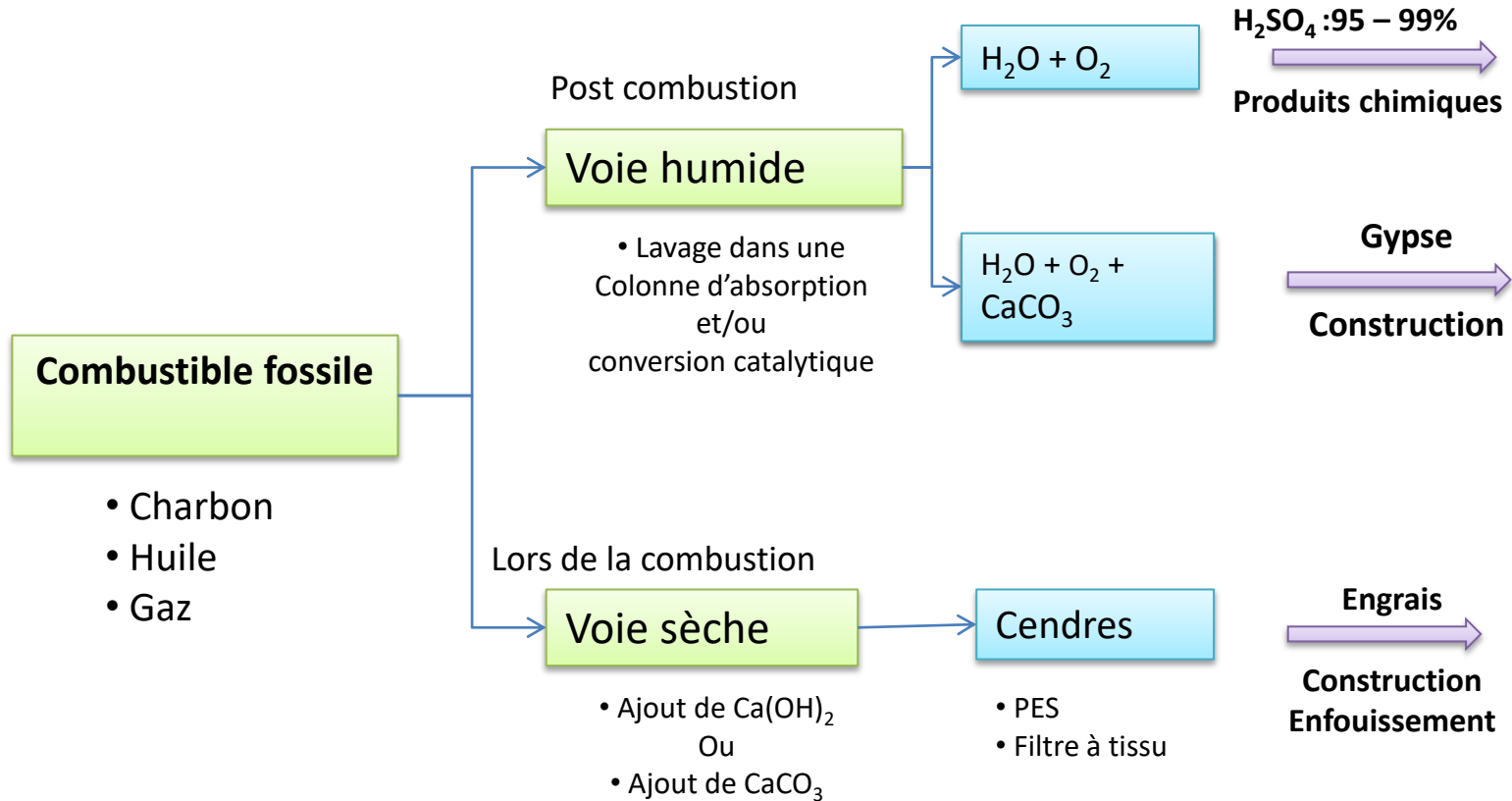
Les carburants légers et gaz ont souvent de faibles teneurs en métaux lourds.

VALORISATION DES POUSSIÈRES ET DES MÉTAUX LOURDS

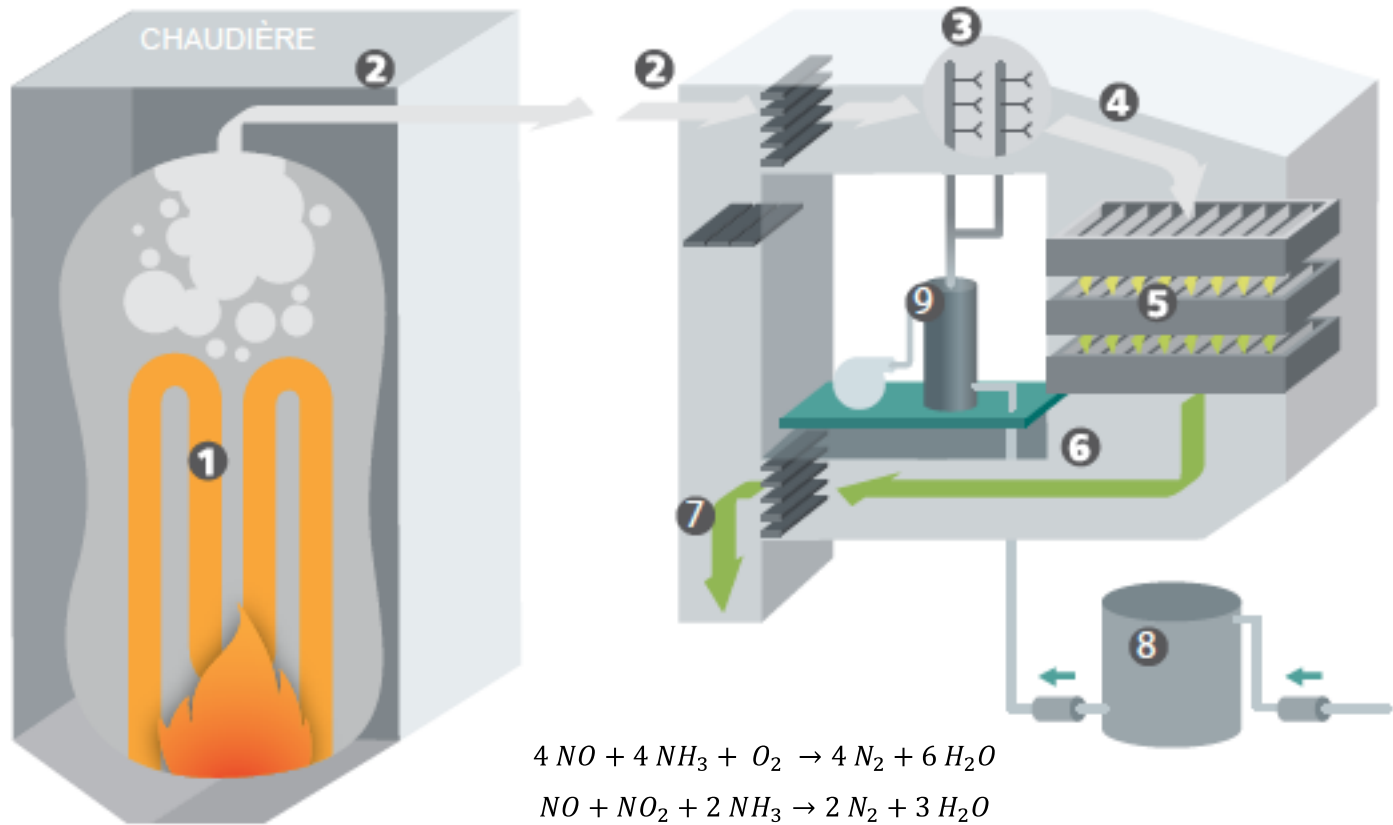
Ces rejets peuvent être valorisés de différentes façons, dépendamment de la qualité du combustible*

Combustibles	Effluents	Valorisation
Charbon et carburants lourds	MP + métaux lourds + cendres chimiquement actives	<ul style="list-style-type: none">• Utilisés comme additifs pour les produits de construction.• Acheminés vers des sites d'enfouissement techniques.• Valorisés en énergie et chaleur par combustion.
carburants légers	MP + cendres inertes + métaux lourds en très faible teneur	<ul style="list-style-type: none">• Utilisés comme additifs pour les produits de construction.• Utilisés comme engrais.
Gaz	MP en faible quantité	<ul style="list-style-type: none">• Rejetés directement dans l'atmosphère.

TRAITEMENT DU DIOXYDE DE SOUFRE



TRAITEMENT DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT (NO_x)



Catalyseur Oxyde de vanadium et de titane

TRAITEMENT DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT (CO₂)

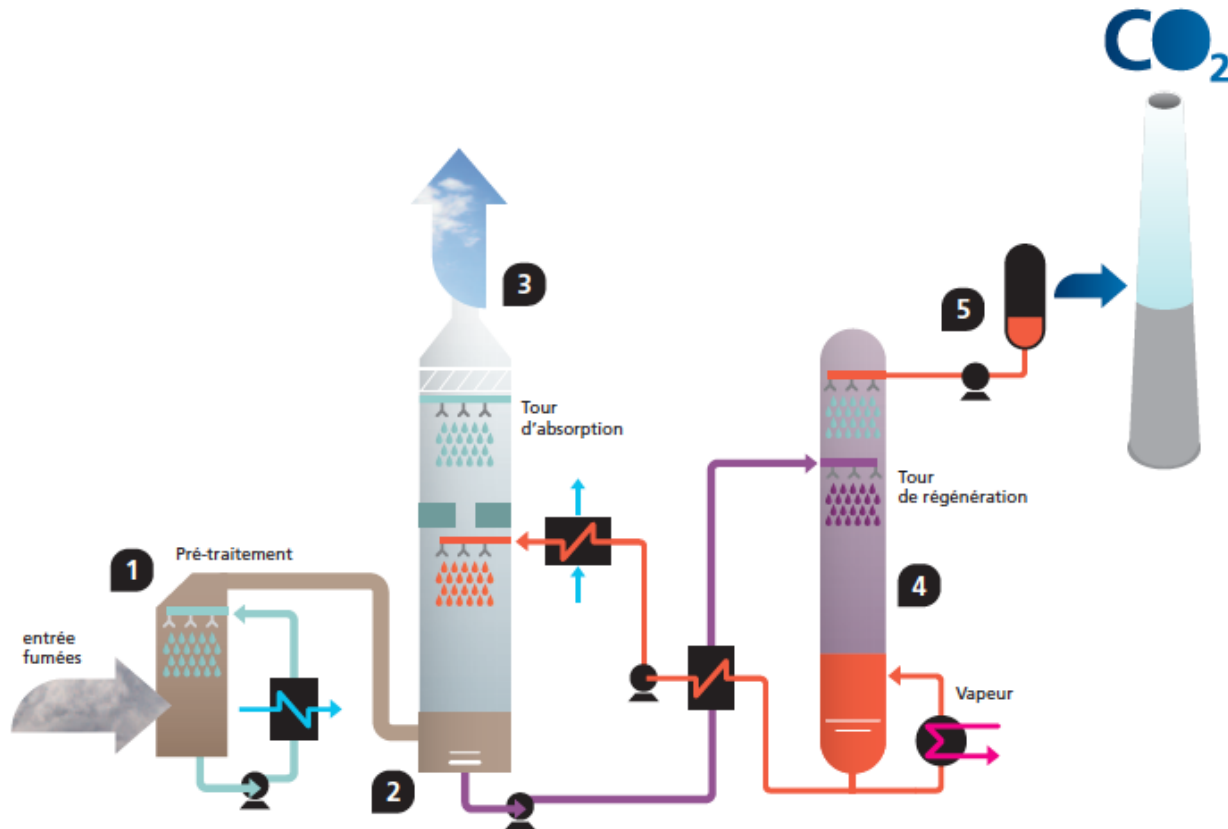
- Captation pré combustion
- Captation post combustion
- Oxy-fuel

TRAITEMENT DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT (CO₂)

- **Captation pré combustion**
 - **Gazéification du charbon pour former du gaz de synthèse**
 - **Transformation du gaz de synthèse en H₂ et en CO₂**
 - **Séquestration du CO₂ et utilisation de l'hydrogène comme source de chaleur**

TRAITEMENT DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT (CO₂)

■ Captation post combustion



TRAITEMENT DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT (CO₂)

- **Oxy-fuel**

- **Concentration de l'oxygène dans les gaz d'entrée**

- **80 % O₂ et 20 % N₂**

- **Récupération du CO₂ par membrane ou par procédé cryogénique**

IMPLICATIONS ENVIRONNEMENTALES

Normes environnementales

Environnement Canada

<p>Oxydes d'azote (NO_x)</p>	<p>NO₂ : 400 µg/m³ pour 1h; 200 µg/m³ pour 24h NO : 1300 µg/m³ pour 1h; 1000 µg/m³ pour 8h</p>
<p>Oxyde de soufre (SO₂)</p>	<p>52 µg/m³ pour 1 an; 260 µg/m³ pour 24 h; 1 300 µg/m³ pour 1h; 500 µg/m³ pour 10 minutes</p>
<p>Dioxyde de carbone (CO₂)</p>	<p>35 mg/m³ pour 1h; 15 mg/m³ pour 8 h (limite pour le monoxyde de carbone)</p>
<p>Cendres volantes</p>	<p>Particules fines : 30 µg/m³ de PM_{2,5} pour 24h Particules en suspension : 150 µg/m³ pour 24h; 70 µg/m³ pour 1 an</p>

RISQUES SUR LA SANTÉ

- **Oxydes d'azote**
 - **Absorbés par voies respiratoire et buccale**
 - **Effets négligeables : 0,1 à 2 ppm pour 4h**
 - **Long terme**
 - **Intervention dans la fonction respiratoire**
 - **Fixation sur l'hémoglobine**
 - **Effets cancérogènes détectés chez les rats**

RISQUES SUR LA SANTÉ

- **Dioxyde de soufre**
 - **Absorbé par voie respiratoire**
 - **CL_{50, RAT} = 1260 ppm pour 4h**
 - **Court terme**
 - **Irritation et corrosion des yeux**
 - **Irritation des voies respiratoires**
 - **Long terme**
 - **Assèchement des voies respiratoires**
 - **Bronchite chronique**

RISQUES SUR LA SANTÉ

- **Dioxyde de carbone**
 - **Absorbé par voie respiratoire**
 - **Aucun effet enregistré**
- **Monoxyde de carbone**
 - **Faible concentration, longue durée : nocifs**
 - **Haute concentration**
 - **Troubles de vision**
 - **Diminution de la dextérité**
 - **Troubles moteurs**

RISQUES SUR LA SANTÉ

- **Cendres volantes**
 - **Absorbé par voie respiratoire**
 - **Plus les particules sont petites, plus il y aura d'effets nocifs sur la respiration**
 - **Atteinte au système cardiovasculaire**
 - **Diminution des fonctions respiratoires**
 - **Accroissement des crises d'asthme et du nombre de décès d'origine cardiovasculaire/respiratoire**

PERSPECTIVES RÉGLEMENTAIRES



Système de
plafonnement et
d'échange



Norme de rendement

SYSTÈME DE PLAFONNEMENT ET D'ÉCHANGE

Avantages

- Similaire à un système préexistant
- Bonne réduction de la pollution
- Faible coût

Inconvénients

- Nécessite une différence dans les coûts marginaux
- Requier un nombre important d'installations

NORMES DE RENDEMENT

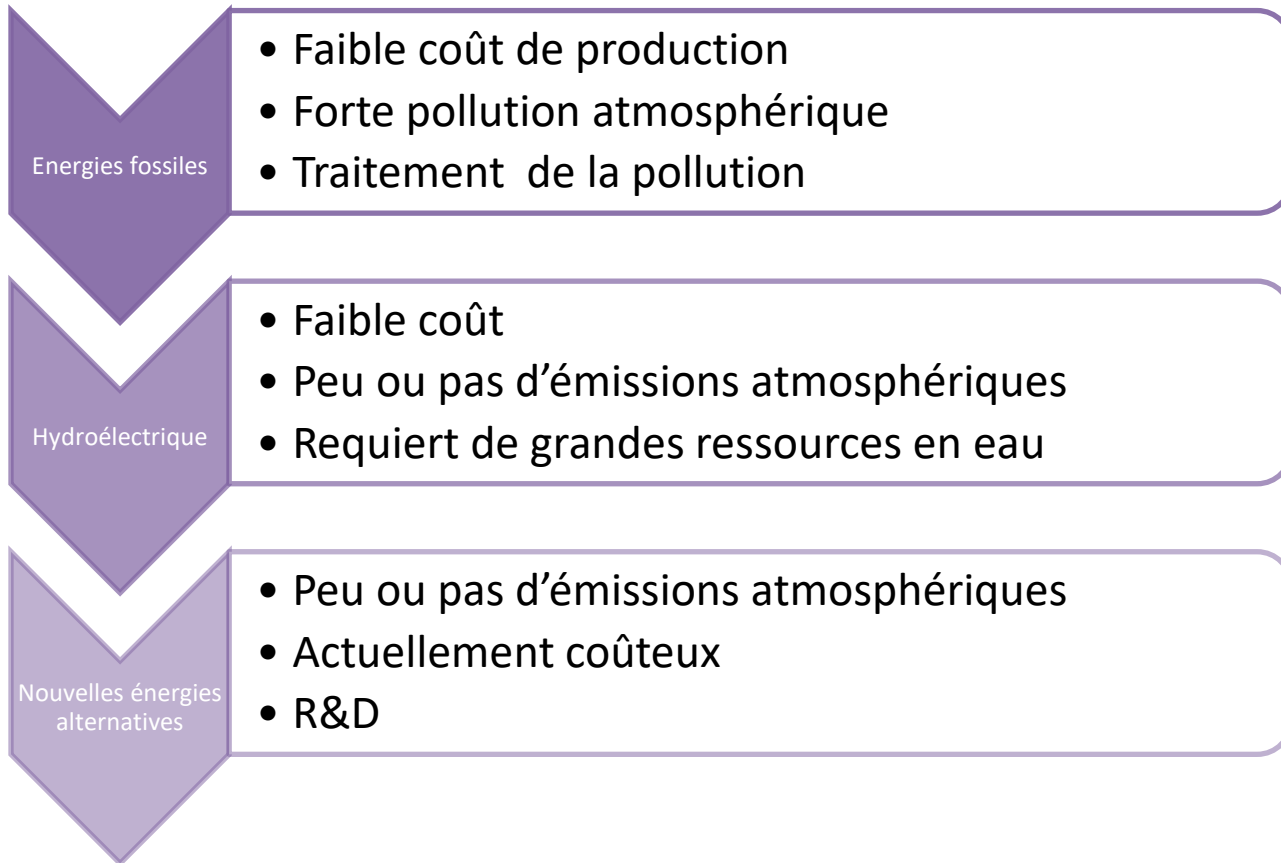
Avantages

- Administrativement simple et facile à mettre en œuvre
- Offre une certitude réglementaire

Inconvénients

- Procédure lente
- Ne concerne que les nouvelles installations et celles en fin de vie

CONCLUSION



Merci pour votre attention

