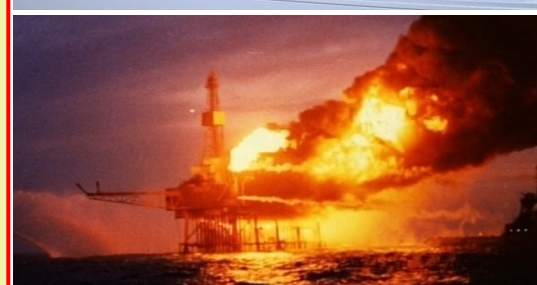


Les dangers des combustibles fossiles

(autres que l'effet de serre). B.DURAND Octobre 2014

Les combustibles fossiles sont la source de très importantes émissions de CO₂. Cela nous préoccupe **pour notre avenir**. **Mais** n'oublions pas pour autant qu'ils font **déjà** courir d'importants dangers à notre santé et à notre environnement. Ces **dangers** existent à **tous les stades de leurs filières**, de l'amont (exploration-production) à l'aval (transport, raffinage-distribution), et **lors de leur utilisation**. Mais ils sont peu connus car **peu médiatisés**. On se propose ici de faire ici une **évaluation approximative** de la mortalité associée.



Les dangers des CF: Plan de l'exposé

- **1- Les destructions de l'environnement**
- **2- La mortalité accidentelle**
- **3- La mortalité différée (prématurée):**
 - **- par la pollution de l'air dans les mines**
 - **- par la pollution de l'habitat (indoor)**
 - **- par la pollution de l'air extérieur (outdoor)**
- **4- Bilan et conclusion**

Les dangers des CF: Plan de l'exposé

- **1- Les destructions de l'environnement**
- **2- La mortalité accidentelle**
- **3- La mortalité différée (prématurée):**
 - **- par la pollution de l'air dans les mines**
 - **- par la pollution de l'habitat (indoor)**
 - **- par la pollution de l'air extérieur (outdoor)**
- **4- Bilan et conclusion**

1- Les destructions de l'environnement: **Le charbon** Deux exemples parmi tant d'autres

Le Mountain Top Removal (MTR) en Virginie Occidentale aux Etats-Unis



Le MTR: pour accéder au charbon on arase à l'explosif le sommet des collines et on comble les vallées avec les stériles. 6000 km² ont déjà été ainsi arasés, l'hydrologie bouleversée et les nappes phréatiques polluées. Les habitants subissent les incessantes explosions et respirent les poussières émises par les exploitations.

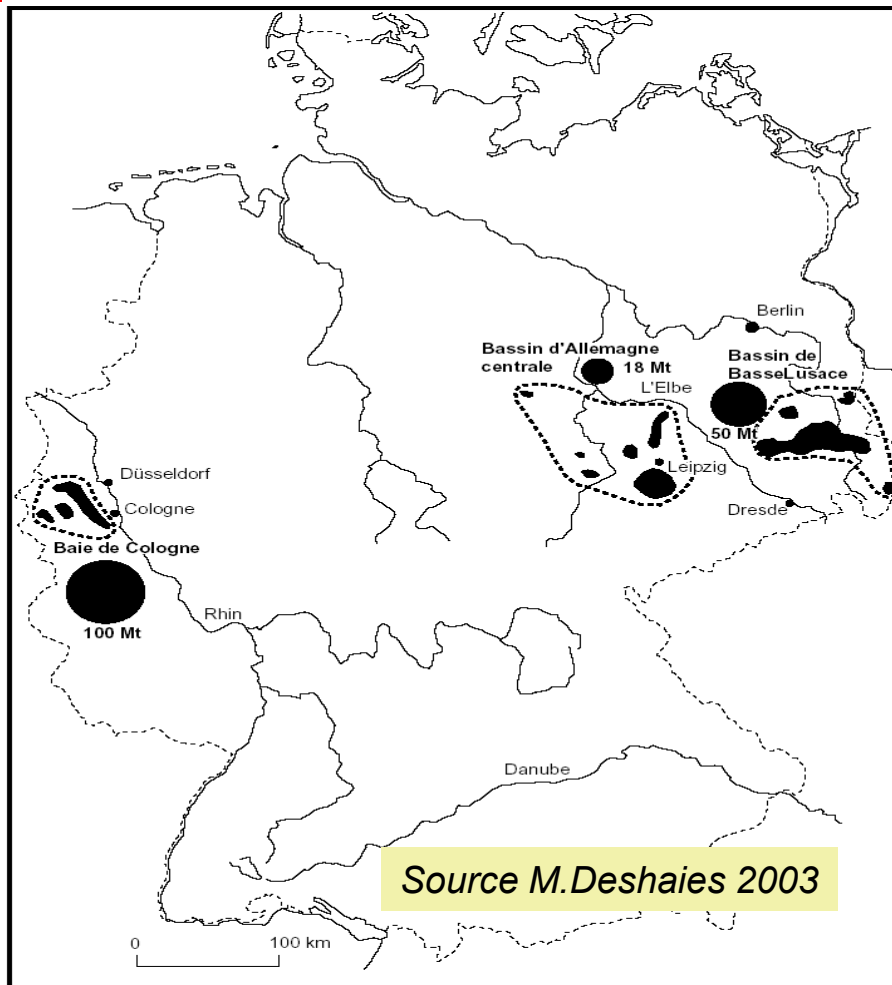
22% du réseau hydrographique du Sud de la Virginie Occidentale seraient pollués au-delà de l'admissible par les effluents des mines de charbon à ciel ouvert.

E.S.Bernhardt et al., Environmental Science and Technology 2012



Le lignite en Allemagne:

1500 km² déjà éventrés, un système hydrologique bouleversé sur 3 000 km², **100 000 personnes** déplacées depuis 1945 !



Eoliennes

Centrales électriques à lignite

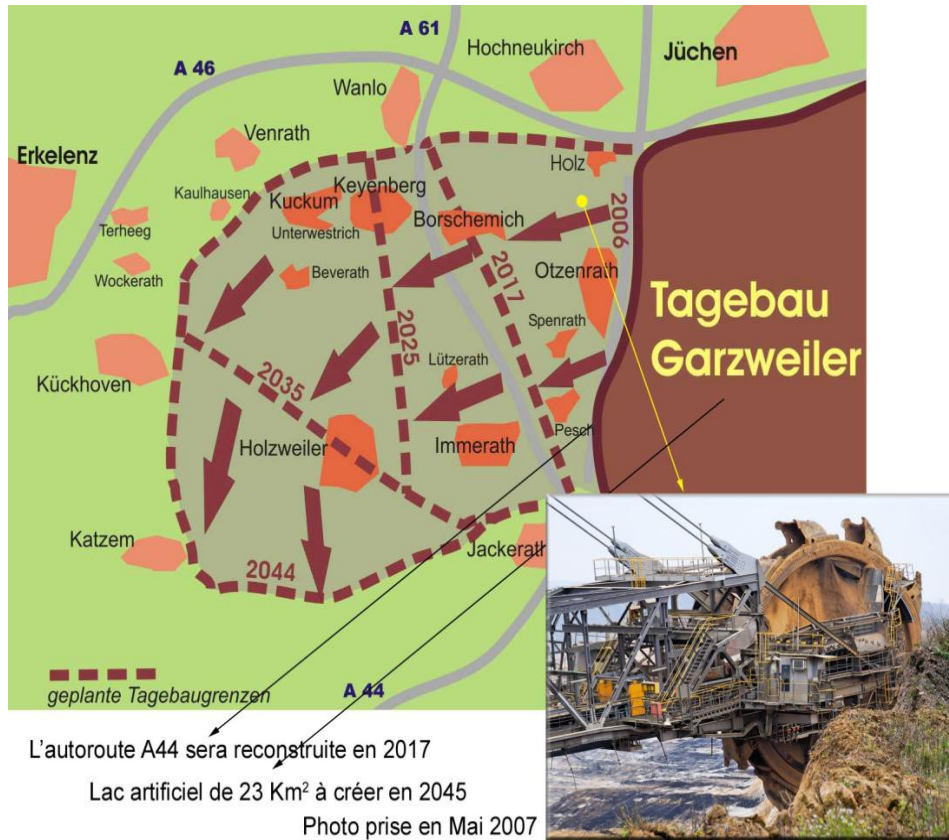


La mine à ciel ouvert (Tagebau) de Garzweiler dans la «Baie de Cologne» et ses excavatrices titanesques



Les zones vouées à la destruction couvrent une surface d'environ environ 10 000 km².

Le lignite en Allemagne



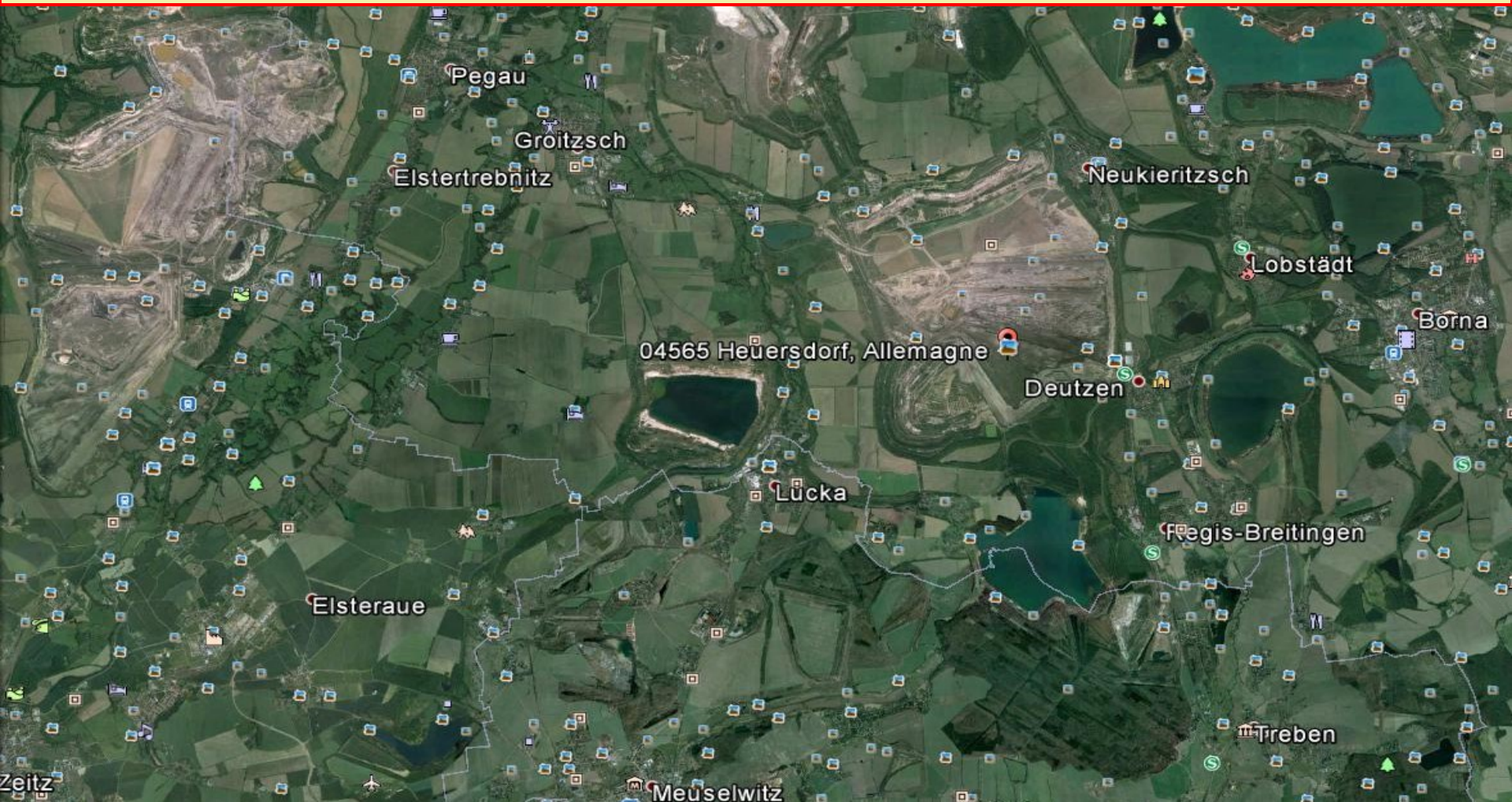
Extension programmée de la mine de Garzweiler près de Cologne: d'ici 2044, 10 villages devront être détruits, 10 autres seront journellement affectés.

Destruction du village de Altsdorf en bordure de la mine de Inden près de Cologne.

Source: M.Deshaies 2011

En Allemagne, **la loi ne permet pas aux riverains de s'opposer aux exploitations**, même après le passage des écologistes au pouvoir, mais les exploitants les «soignent» en reconstruisant ailleurs leurs villages et en «réhabilitant» les paysage sur des surfaces importantes, sous forme de lacs, de collines et de forêts. **Une grande partie de ces surfaces devient cependant impropre à l'habitat et à l'agriculture.**

Ci-dessous vue Google Earth au Sud de Leipzig.



- **D'autres exemples: les mines à ciel ouvert du Wyoming et du Montana aux Etats-Unis, du Queensland en Australie, d'Afrique du Sud, de Colombie, d'Indonésie, des Philippines ...**
- **et en Europe de Pologne et des Balkans...**

Les destructions de l'environnement: **le charbon**

La pollution par les produits de lavage du charbon

- A Charleston , capitale de la Virginie Occidentale, **300 000 personnes ont été privées d'eau en Janvier 2014** suite à une fuite de 4-méthyl-cyclohexane méthanol, produit couramment utilisé pour laver le charbon avant commercialisation, dans la rivière Elk, en amont des prises d'eau potable!
- Ce cas est exceptionnel par son ampleur, mais des pollutions moins importantes sont courantes près des mines de charbon. Il est fréquent que les **eaux de lavage** ne soient pas traitées avant d'être rejetées dans le réseau hydrographique, et encore plus pour les **eaux d'exhaure**, c'est-à-dire extraites des mines pour éviter leur ennoyage.

Un « coal breaker » moderne à Mahanoy City en Pennsylvanie= combinaison d'installations de lavage, broyage, tri, stockage de stériles, et d'expédition de charbons commercialisés.



La pollution par les stockages des **boues de lavage** du charbon et de **cendres** des centrales électriques

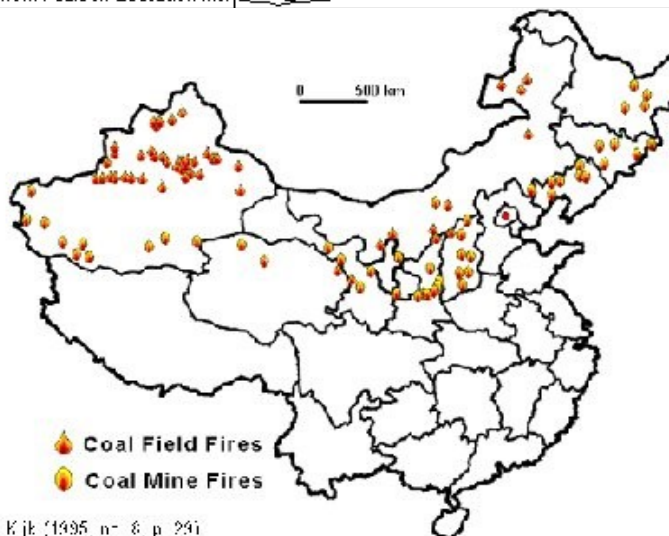
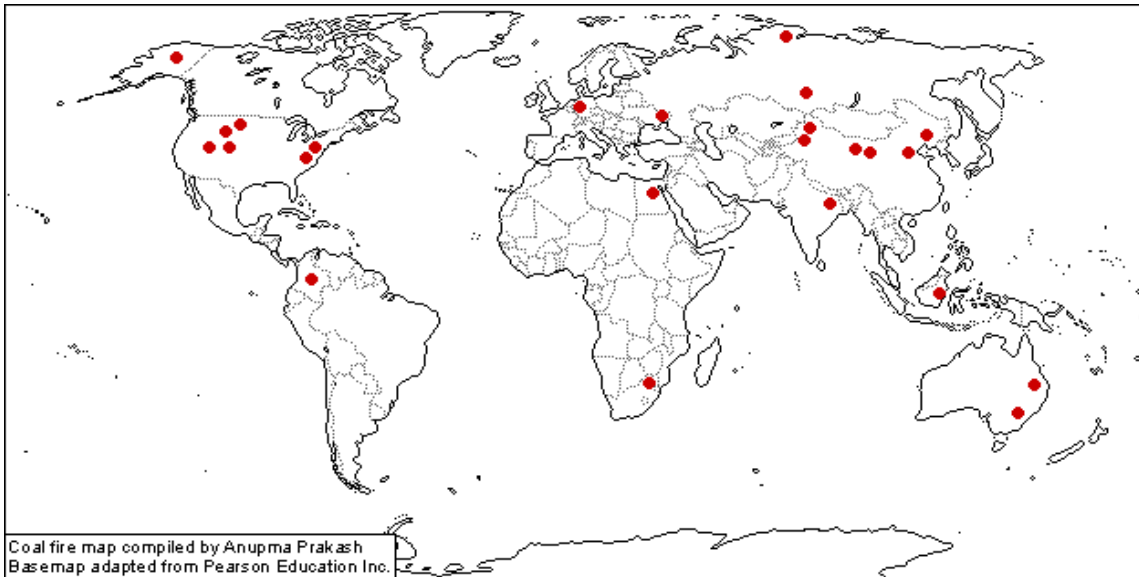


Rupture d'une digue de stockage de cendres dans le Tennessee, Etats-Unis, en Décembre 2008: 4 millions de m³ de boues toxiques déversées sur une zone habitée.

Stockage de cendres en Chine. Celles-ci polluent la nappe phréatique, et l'atmosphère par vent fort

Ces stockages sont très nombreux dans les pays grands producteurs ou utilisateurs. Beaucoup ne sont pas étanches et les fuites sont fréquentes. Les boues et les cendres, **qui concentrent les produits toxiques des charbons et contiennent aussi des produits de lavage, sont également déversées dans des carrières abandonnées ou utilisées comme remblais! Elles sont souvent utilisées comme matériau par les BTP.**

Les feux de charbon: le charbon peut s'enflammer spontanément s'il est mis à l'air en masse importante. Il peut également s'enflammer de façon accidentelle dans les mines.



Based on Kijk (1995, n° 6, p. 29)

Il existe des feux de veines de charbon ou de mines de charbon dans beaucoup de pays producteurs, y compris en Europe (Allemagne, Pologne, Espagne, Bulgarie). Il y en a des centaines en Chine, en Inde et aux Etats-Unis. **Ces feux sont pratiquement impossibles à éteindre, et sont la source d'une importante pollution atmosphérique.** Aux Etats-Unis, la petite ville de Centralia, construite sur une mine de charbon, a dû être définitivement abandonnée suite à un feu de mine.

Feu dans la mine à ciel ouvert (GDF-Suez) d'Hazelwood** en Australie, déclaré en Février 2014, encore non complètement éteint. Il a fallu fournir des masques à gaz aux 14 000 habitants de la ville voisine de **Morwell**.**



Feu de tourbe en Indonésie après déforestation

Ironiquement, cette déforestation est ici surtout pratiquée pour la production de « biocarburants », l'huile de palme, **au nom de la lutte contre les émissions de CO₂, et financée par les «mécanismes de développement propres».**

La déforestation et l'assèchement des tourbières est aussi largement pratiquée en Asie du Sud-Est pour l'agriculture vivrière. Au Canada et en Russie, l'assèchement est le résultat de phénomènes climatiques. **Les feux de tourbière sont donc de plus en plus fréquents dans le monde.**



Les destructions de l'environnement: **le pétrole et le gaz.**

Exploitation de **sables bitumineux** au Canada: la zone vouée à la destruction fait ici de l'ordre de **60 000 km²**.



Les destructions de l'environnement: **le pétrole et le gaz**
Les **pollutions terrestres**: la Guerre du Golfe en 1991, et le
delta du Niger, en permanence, entre autres.



Pollution «ordinaire» dans le delta du Niger

En Irak en 1991 près de mille puits en feu, des centaines de «lacs de pétrole»
60 millions de m³ de sols pollués!

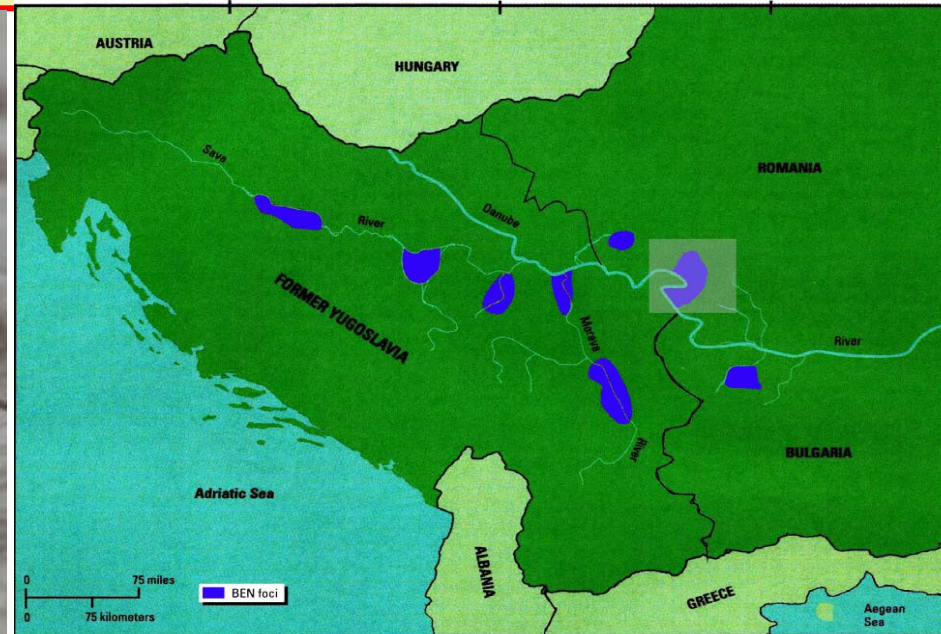
Les destructions de l'environnement: **le pétrole et le gaz**

Les **pollutions marines** et les **marées noires**



La troisième plus grande marée noire en volume de l'histoire, celle entraînée par l'éruption du puits **Ixtoc-1** près des côtes du Mexique en 1979 : les deux plus grandes sont celle du **Golfe Persique** en 1991, provoquée par les troupes irakiennes lors de leur retrait du Koweït, puis celle du **Golfe du Mexique**, provoquée en 2010 par l'éruption du puits Macondo-251 au large du Texas.

Tout cela est visiblement dangereux pour les oiseaux, mais l'est-il vraiment pour la **santé humaine** ?



Eh bien, **on ne sait pas trop**, parce que les études épidémiologiques sont très difficiles, et trop peu nombreuses. Certains cas sont clairs: la **pollution atmosphérique** provoquée par les feux de charbon ou de tourbe, les effets de la pollution des eaux par le **mercure** contenu dans les charbons. La **néphropathie endémique des Balkans**, 10 000 personnes atteintes (image de droite) serait provoquée par des substances organiques dissoutes dans les eaux et provenant des exploitations de lignite.

La pollution des eaux par le pétrole a probablement peu d'effets sur la santé humaine.

Les dangers des CF: Plan de l'exposé

- 1- Les destructions de l'environnement
- **2- La mortalité accidentelle**
- 3- La mortalité différée (prématurée):
 - - par la pollution de l'air dans les mines
 - - par la pollution de l'habitat (indoor)
 - - par la pollution de l'air extérieur (outdoor)
- 4- Bilan et conclusion

2- La mortalité accidentelle: **Le charbon**



Le Grisou, statuare de Constantin Meunier, 1889: Mère se penchant sur son fils mort. Musée de Louvain

Très grandes catastrophes minières:
Courrières, France 1906

1099 morts.

Honkeido, Mandchourie 1942

1542 morts.

Marcinelle, Belgique 1956

273 morts.

Clydesdale, Afrique du Sud 1960

435 morts.

Luisenthal, Allemagne 1962

284 morts

Fuxin, Chine 2005

213 morts

Soma, Turquie 2014

301 morts

Et les dangers collatéraux:

effondrements de terril: **Aberfan**

pays de Galles 1966, 144 morts

ou de digues de stockage, **Virginie**

Occidentale 1972, 125 morts

La mortalité directe: **le pétrole et le gaz**
les accidents de plateforme de forage en mer
De 1956 à 2006 : **183 accidents**, dus surtout à des tempêtes,
parfois à des fuites de gaz, **1050 morts**



L'accident le plus grave, l'explosion et l'incendie de la plateforme **Piper Alpha**
au large de l'Ecosse en Juin 1988, due à une fuite de gaz, **167 morts** !

Ça arrive aussi aux plateformes terrestres, mais moins souvent et moins gravement.

Même le **gaz de schistes** n'est pas épargné !



Incendie de deux puits de gaz de schiste de la compagnie Chevron, sur la **formation Marcellus** en Février 2014

La mortalité accidentelle: Les explosions et incendies accidentels de raffineries, de terminaux, d'oléoducs et de conduites de distribution de pétrole, de produits pétroliers et de GPL. En France, explosion de la raffinerie de Feyzin, 1966, 18 morts, 77 blessés



Qingdao, **Chine**, Novembre 2013
68 morts, 700 blessés, 18 000 sans-abri.

Kaohsiung, **Taiwan**, 31 juillet 2014
25 morts, 270 blessés, 1100 sans-abri.

Mexique: San Juan Ixhuatepec 1984, terminal GPL, 500 morts, 1200 disparus. Guadalajara 1992, conduite de gazoline, 252 morts, 500 blessés, 15 000 sans-abri.

Brésil: Cubatao 1984, rupture d'oléoduc + incendie, 500 morts

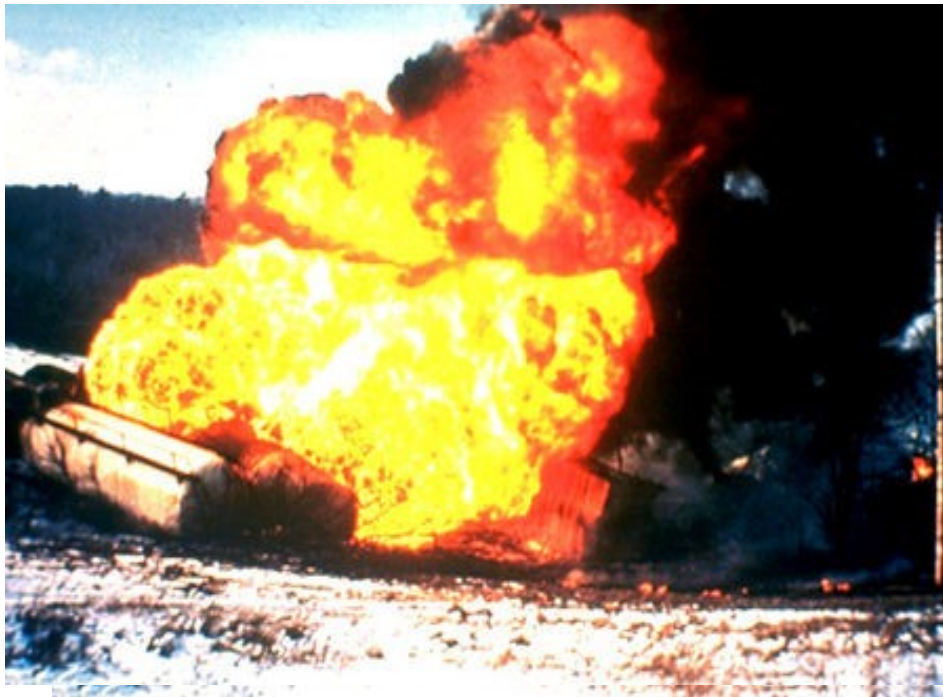
La mortalité accidentelle: Les **explosions criminelles d'oléoducs et de conduites de distribution: des trafiquants percent les conduites, et les habitants viennent se servir.**



**Faubourgs de Lagos, Décembre 2006, 700 morts, des milliers de blessés.
Plus de 1000 morts et des milliers de blessés à Jusse dans le delta du Niger en 1998, pour la même cause.**

La mortalité accidentelle: Les **accidents de transport** (pétroliers, camions et wagons citernes)

Los Alfaques 11
juillet 1978



Lac-Mégantic
6 Juillet 2013



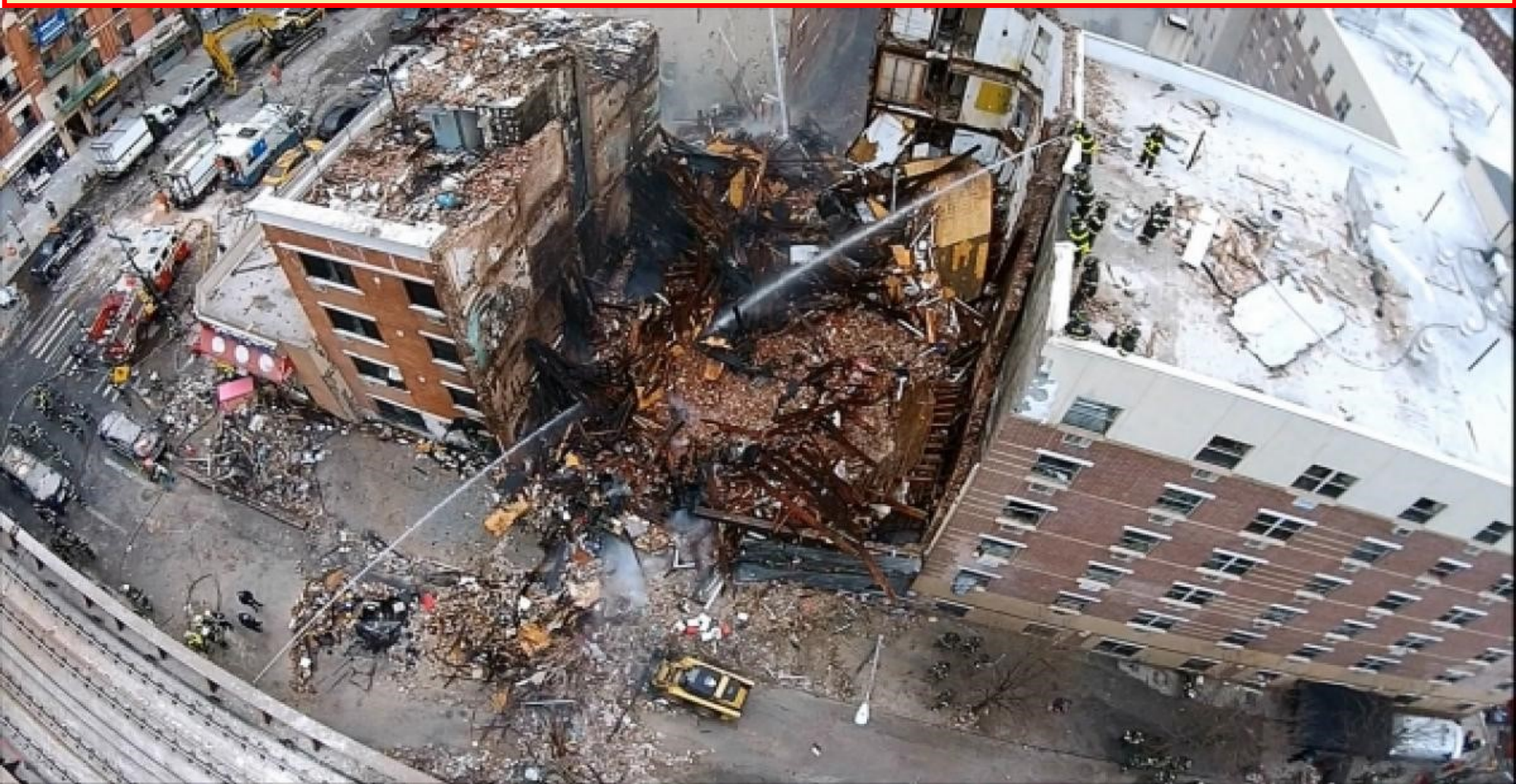
Espagne, 11 Juillet 1978, **Los Alfaques**

Explosion d'un camion citerne chargé de propylène dans un camping après une sortie de route: 217 morts carbonisés, 200 grands brûlés.

Canada, Québec, 6 Juillet 2013, **Lac-Mégantic**

Explosions après le déraillement de wagons citernes contenant du pétrole de schistes: 47 morts.

La mortalité accidentelle: Les **explosions** dues à des **fuites de gaz** ou de **bouteilles de GPL**: en EU 28, environ 200 morts par an en année moyenne (20 en France). **Gros dégâts matériels!**



New-York, Mars 2014, 8 morts, 60 blessés.

Rosny-sous-Bois, 31 Août 2014, 8 morts, 11 blessés, 32 sans-abri

Energie: accidents ayant fait plus de 5 morts de 1969 à 2000.

A: Non-OCDE sauf Chine, B: Chine. source: Paul Scherrer Institute (PSI)

Filière	OCDE total		OCDE UE-15		Non-OCDE	
	Accidents	Mortalité	Accidents	Mortalité	Accidents	Mortalité
Charbon	75	2259	11	234	A : 102	4831
					B : 1044	18017
Pétrole	165	3789	58	1141	232	16494
Gaz naturel	80	978	24	229	45	1000
GPL	59	1905	19	515	46	2016
Total C.Fossiles	379	8931	112	2119	1469	42358
Hydraulique	1	14	0	0	10	29924
Nucléaire	0	0	0	0	1	31
Total	380	8945	112	2119	1480	72313

Le charbon a fait 810 morts par an en moyenne et pétrole+ gaz + GPL 845.

Mais: les accidents avec moins de 5 morts sont au total beaucoup plus meurtriers, et beaucoup ne sont pas déclarés dans les statistiques officielles, en particulier dans les **petites mines de charbon privées**. Charbon X 1,5 depuis 2000 !

Mon estimation: **10 000** morts **par an** pour le charbon, dont **1000** pour l'OCDE, **5 000** pour l'ensemble pétrole, gaz et GPL, dont **1000** pour l'OCDE. **Surtout des mineurs pour le charbon, et des riverains pour le pétrole et le gaz.**

Une petite mine de charbon privée artisanale en Chine. Il y en a aussi beaucoup en Inde et au Pakistan *Source: Finkelman et Bunnell*



Les dangers des CF: Plan de l'exposé

- **1- Les destructions de l'environnement**
- **2- La mortalité accidentelle**
- **3- La mortalité différée (prématurée):**
 - - par la pollution de l'air dans les mines
 - - par la pollution de l'habitat (indoor)
 - - par la pollution de l'air extérieur (outdoor)
- **4- Bilan et conclusion**

3- La mortalité **différée** (prématurée): elle est due surtout à la **pollution de l'air**, qui tue énormément plus que les accidents: **on parle ici de millions de morts par an, et non plus de milliers !**

- Les combustibles fossiles dans leur ensemble sont **les plus grands responsables** de cette pollution de l'air:
- - par les **particules** produites dans les **exploitations**
(silicose...)
- par les **produits de leur combustion**:
 - **dans l'habitat**
(indoor)
 - **dans l'air extérieur**
(outdoor)



Jour de Smog
à Pékin



Le «Great Smog»
de Londres en 1952



Centrale à lignite
en Allemagne

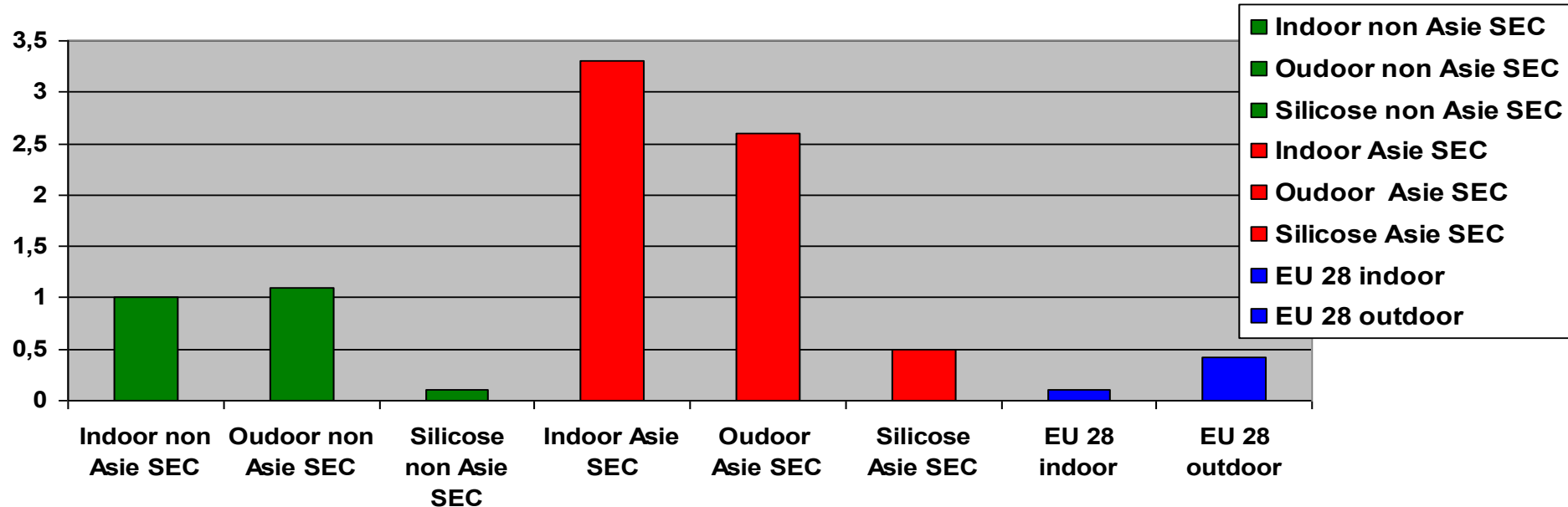


La pollution de l'air, une mortalité très inquiétante !

De l'ordre de 7 millions de morts par an (1 décès sur 8 dans le monde en 2012, *source OMS*), près de 8 avec la silicose. Tout n'est pas dû aux combustibles fossiles (il y a aussi le bois et diverses autres sources), mais une très grande partie cependant. **En EU 28, 420 000 morts dues en 2010 à la seule pollution outdoor.** (*source Commission Européenne*)

Mortalité due à la pollution de l'air, en millions de morts par an.

Sources: OMS 2014, Commission Européenne, divers.



Remarque: la mortalité outdoor moyenne serait de l'ordre de 0,8/1000 par habitant et par an pour l'EU 28. Au prorata des populations, elle serait malgré les apparences à peu près la même en Asie du Sud-Est + Chine (SEC). **Mais elle est très importante dans les mégapoles: Pékin, New Delhi, Karachi, Djakarta... et autres, tandis qu'en Europe elle est plus également répartie.**

Pour la pollution indoor et la silicose, l'Asie SEC est le champion incontestable

Les maladies liées à la pollution de l'air, hors maladies professionnelles (silicose...), et proportions correspondantes de la mortalité entraînée.

source: communiqué OMS Mars 2014

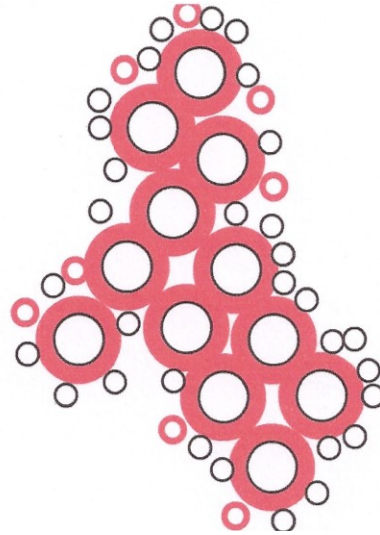
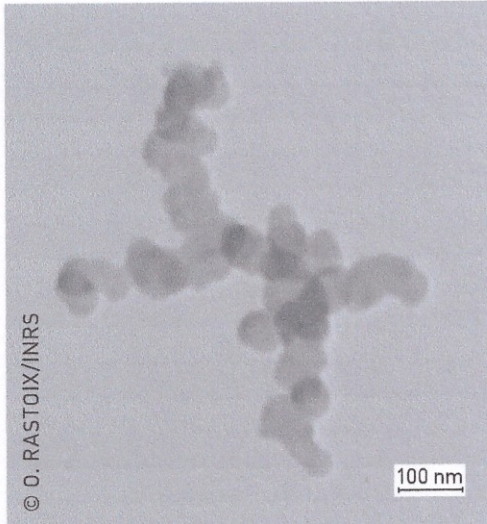
Maladie	Pollution outdoor (%)	Pollution indoor (%)
Accident vasculaire cérébral	40	34
Cardiopathies ischémiques	40	26
Broncopneumopathies chroniques obstructives	11	22
Cancer du poumon	6	6
Infections aiguës des voies respiratoires inférieures chez l'enfant	3	12

Les coupables: ils sont nombreux, mais la mortalité due en EU 28 à la pollution de l'air extérieur serait due à **90%** aux **particules fines** et à **6%** à l'**ozone**

- Monoxyde de carbone (CO)
- *Seuil de toxicité: 35 ppm dans l'air*
- Dioxyde de soufre (SO₂)
- Ammoniac (NH₃)
- Dioxyde d'azote (NO₂)
- *Seuil de toxicité: 5 ppm dans l'air*
- Carbone organique volatil (COV)
- **Ozone (O₃), 6% de la mortalité en EU 28**
- *Seuil de toxicité: 0,1 ppm dans l'air*
- Polluants organiques persistants (dioxines, HAP, PCB...)
- Les composés organiques volatils (COV)
- **Les particules fines, 90 % de la mortalité en EU 28: PM 10 et PM 2,5, dont la plus grande dimension est respectivement 10 µm et 2,5 µm.**
- Les éléments minéraux dangereux: As, Be, Cd, Cr, Cu, Hg, F, Pb, Ni, Tl, Se, Zn..., dont la majorité sont présents dans les **charbons**.

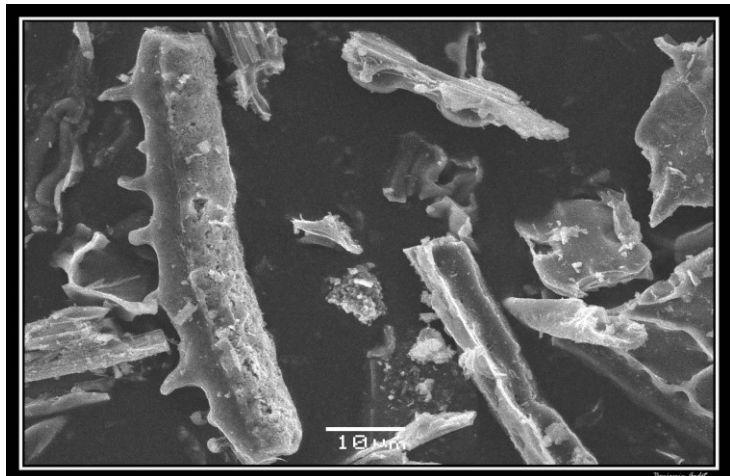
L'**ozone** est un polluant «secondaire», créé par réactions photochimiques à partir de polluants gazeux«primaires», CO, COV, oxydes d'azote. Les **particules fines** ont une très grande diversité d'origine. La plupart sont des **particules «primaires»**, mais certaines sont aussi des **particules «secondaires»** créées à partir de polluants gazeux, en particulier des oxydes de soufre et d'azote, de l'ammoniac et des COV.

Les particules fines: les plus fines, les **PM 2,5**, dont la plus grande dimension est inférieure à 2,5 μm peuvent pénétrer dans les alvéoles pulmonaires et même dans la circulation sanguine et y véhiculer d'autres polluants. On considère qu'elles seraient responsables d'environ **les 2/3 de la mortalité due à la pollution outdoor en EU 28**. Leur concentration est donc une **bonne approximation des dangers de cette pollution**



- Cœur carboné
Diamètre (10 à 80 nm)
- Hydrocarbures adsorbés
- Particules d'hydrocarbures condensés
- Sulfates

Anatomie d'une particule diesel



Phytolithes de silice

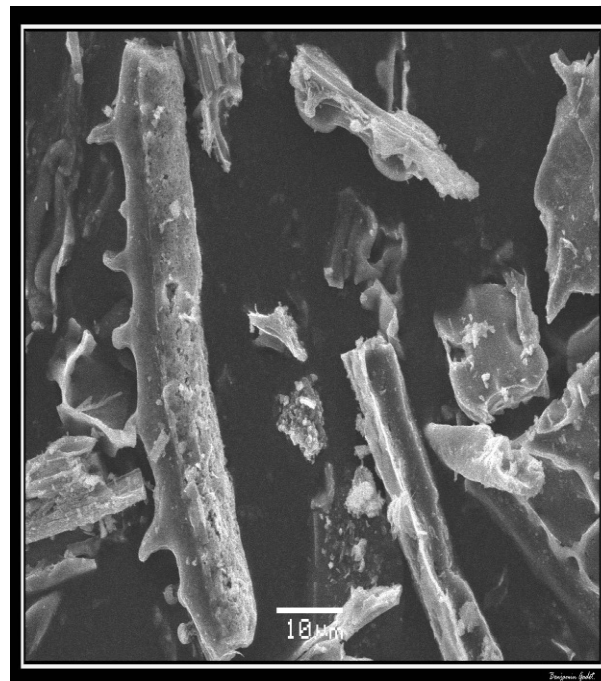
Les dangers des CF: Plan de l'exposé

- **1- Les destructions de l'environnement**
- **2- La mortalité accidentelle**
- **3- La mortalité différée (prématurée):**
 - **- par la pollution de l'air dans les mines**
 - **- par la pollution de l'habitat (indoor)**
 - **- par la pollution de l'air extérieur (outdoor)**
- **4- Bilan et conclusion**

La mortalité différée due à la pollution de l'air dans les mines: les maladies professionnelles.

La plus connue d'entre elles: la silicose, due à des particules fines de silice microcristalline, concerne surtout les mineurs de charbon.

Environ **100 000 morts** en France de 1946 à 1987. Mais sans doute encore 200 à 300 morts par an, même après la fermeture des mines, car le temps de latence est de 10 à 20 ans. **500 000 à 600 000 morts par an** actuellement dans le monde surtout en Asie du Sud Est et en Chine seraient dues aux **maladies professionnelles du charbon** (silicose, mais aussi autres maladies pulmonaires).



Les dangers des CF: Plan de l'exposé

- 1- Les destructions de l'environnement
- 2- La mortalité accidentelle
- 3- La mortalité différée (prématurée):
 - - par la pollution de l'air dans les mines
 - - par la pollution de l'habitat (indoor)
 - - par la pollution de l'air extérieur (outdoor)
- 4- Bilan et conclusion

La mortalité différée due à la pollution de l'habitat (indoor).
Le principal responsable est le **bois en milieu rural** dans les pays pauvres, **utilisé pour le chauffage et la cuisine dans des poêles ouverts dans des pièces confinées.**
Mais aussi le **charbon** et le **fuel** utilisés dans les mêmes conditions. **Les femmes et les enfants sont les principales victimes.**

Le bois, première source de mortalité indoor dans le monde

Paysanne et sa fille en Colombie

Source: OMS 2000



Selon l'OMS, **4,3 millions de morts prématurées en 2012 dans le monde** pour cette cause, dont environ **1 million hors Asie du Sud-Est et Chine.**

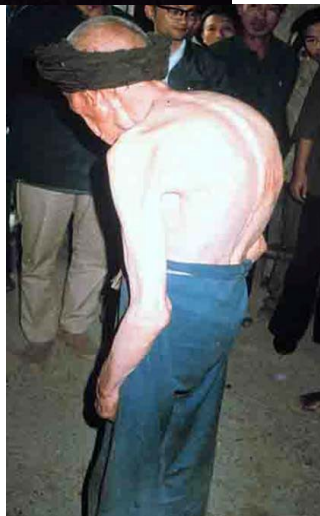
Même dans les pays riches cette mortalité est importante. Mais elle concerne alors beaucoup plus les **milieux urbains**, où se concentre la majorité de la population.

La mortalité différée: la **pollution intérieure (indoor)** due au **charbon**: monoxyde de carbone, particules fines, HAP etc... mais aussi **éléments dangereux** présents dans les charbons.

Fluor: fluorose due au séchage du maïs sur poêle à charbon



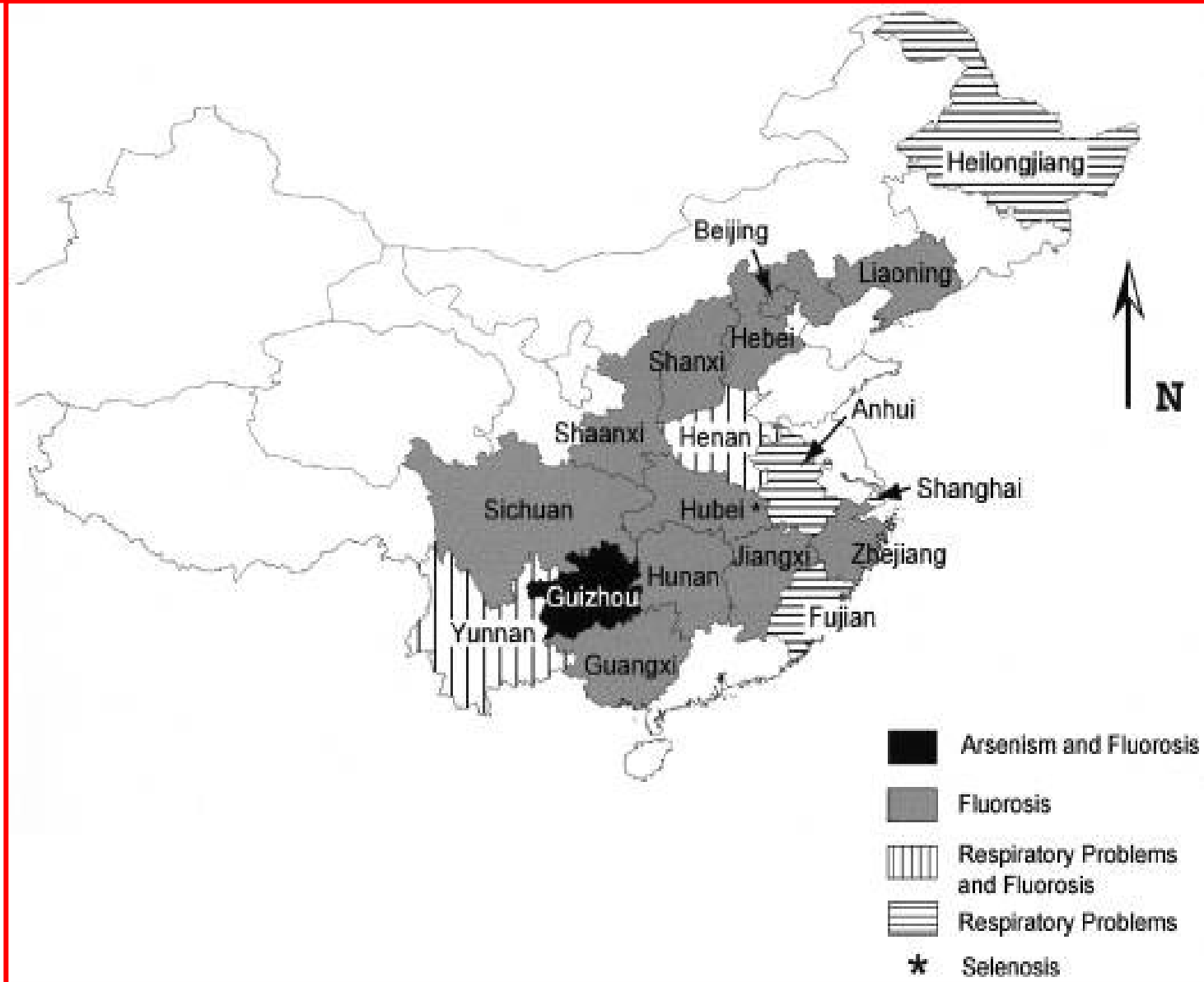
Arsenic: arséniose due au séchage des poivrons



Eléments minéraux dangereux dans les fumées des charbons
As, Be, Cd, F, Hg, Pb, Ni, Se, Tl, Zn, V

Source: Finkelman et Bunnell

Maladies dues au **charbon indoor**: provinces touchées en Chine. *Source: Finkelman et Bunnell*



Les dangers des CF: Plan de l'exposé

- 1- Les destructions de l'environnement
- 2- La mortalité accidentelle
- 3- La mortalité différée (prématurée):
 - - par la pollution de l'air dans les mines
 - - par la pollution de l'habitat (indoor)
 - - par la pollution de l'air extérieur (outdoor)
- 4- Bilan et conclusion

La mortalité différée: la pollution de l'air extérieur (outdoor)

Pic de pollution à Paris



En Chine, cette pollution est très préoccupante. **Mais en Europe aussi.** Les **particules PM 2,5** présentent le plus grand danger, **en UE 28 les 2/3 de la mortalité entraînée par la pollution de l'air extérieur:** En 2000, selon le rapport CAFE, 350 000 morts: dont 75 000 morts en Allemagne, 51 000 en Italie, **42 000 en France** et 40 000 au Royaume-Uni.

Pic de pollution à Pékin



Pourtant, leurs concentrations moyennes annuelles dans l'air sont faibles, de l'ordre de **10 à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** dans l'air des grandes villes françaises (**Bordeaux 15 à 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**)

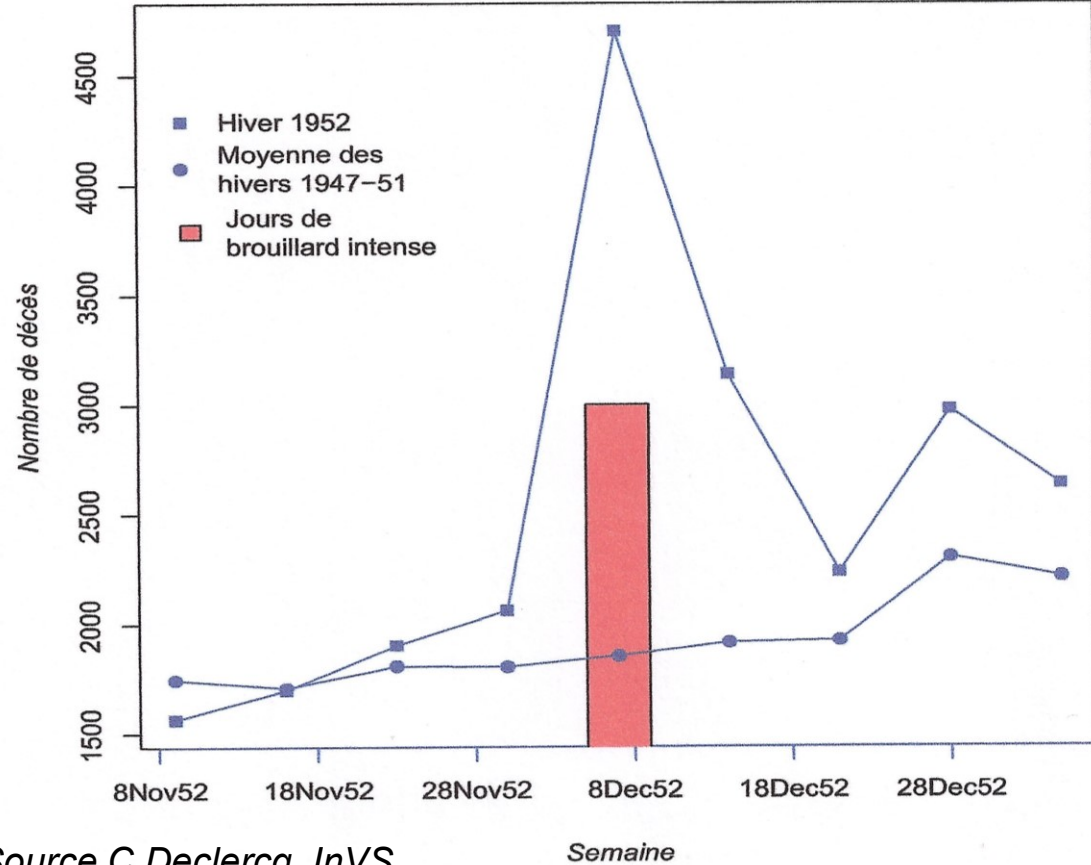
Les combustibles fossiles ne sont pas les seuls responsables. **Il n'existe pour l'instant aucune étude médicale spécifique précise de leur contribution.**

La mortalité différée: la pollution de l'air extérieur (outdoor) Comment en évalue-t-on les effets?

1- **les effets à court terme**: on compare les registres de mortalité et morbidité aux évolutions à court terme (**pics de pollution**) des concentrations de polluants dans l'air.



Un épisode marquant : le *smog* de Londres en 1952
Environ 12 000 morts supplémentaires en un peu moins de 2 mois



Source C.Declercq, InVS

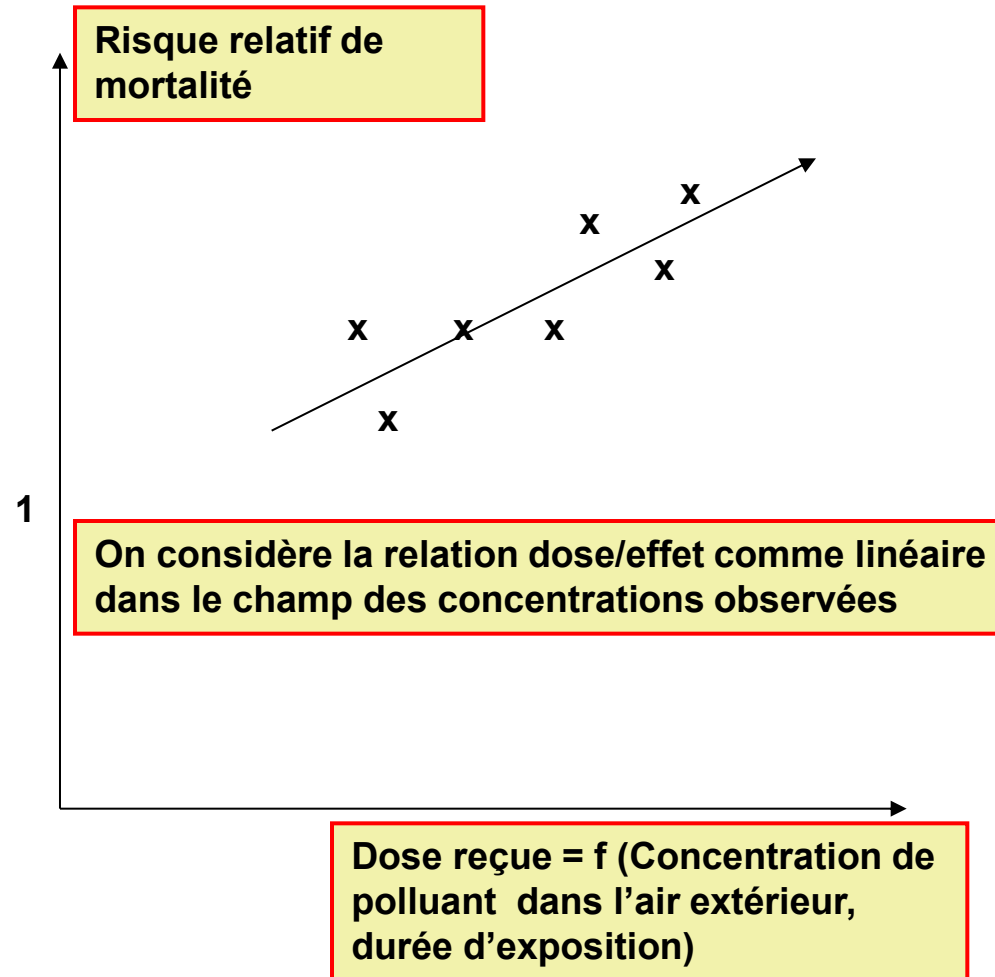
Semaine

La mortalité différée: la pollution de l'air extérieur (outdoor). Comment en évalue-t-on les effets?

2- les effets à long terme:

Ce sont les plus importants:

Comme pour la radioactivité, on fait des **études épidémiologiques**: Elles consistent à suivre sur la durée des «cohortes» soumises à différentes doses de pollution, évaluées par les concentrations moyennes de polluants dans l'atmosphère, et on établit des **relations doses/effets**.



**Augmentation du risque de mort prématurée, %
Microparticules PM 2,5**

%
40

Bordeaux, moyenne annuelle 15,7 µg/m³

Beelen, 2014

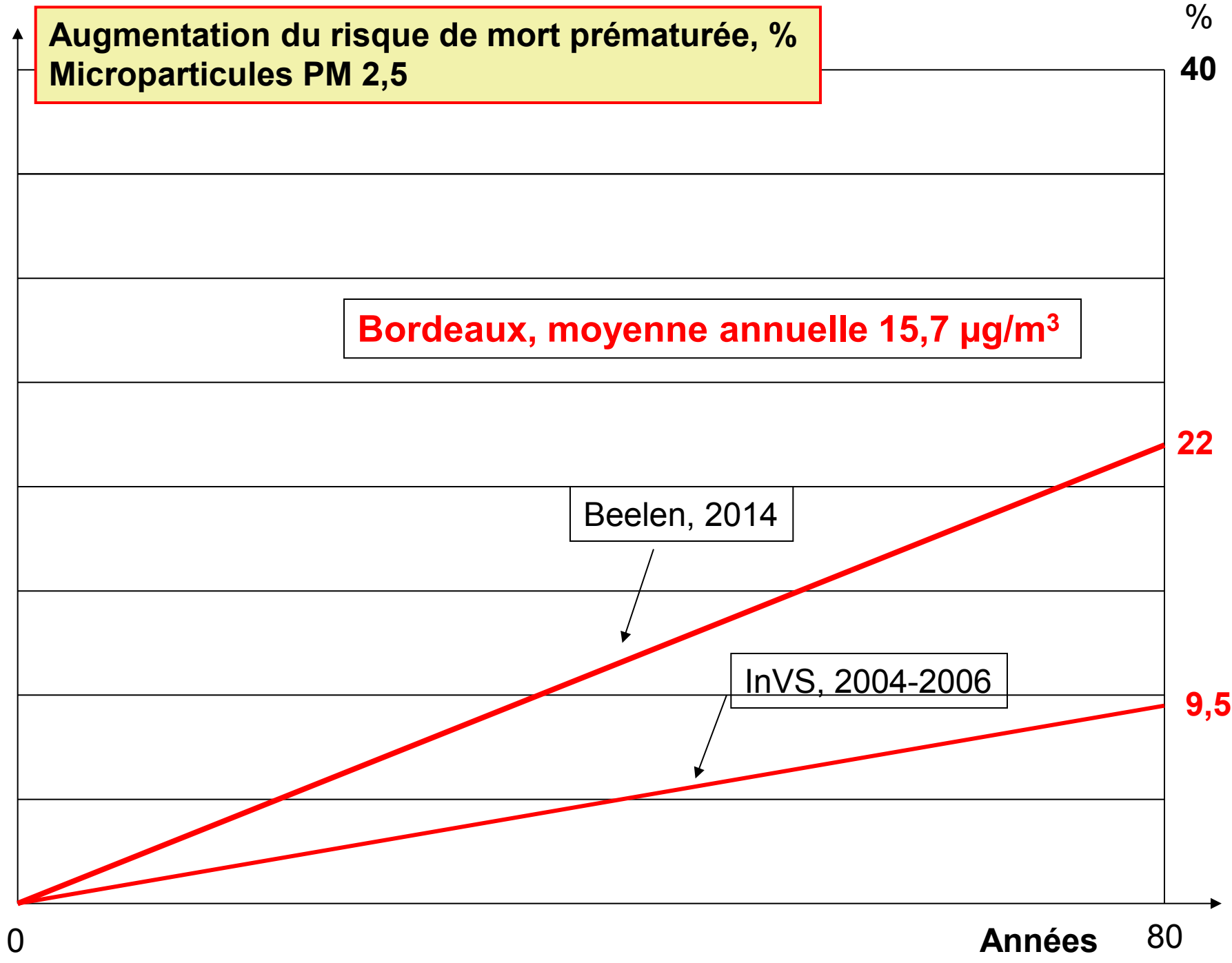
InVS, 2004-2006

22

9,5

0

Années 80

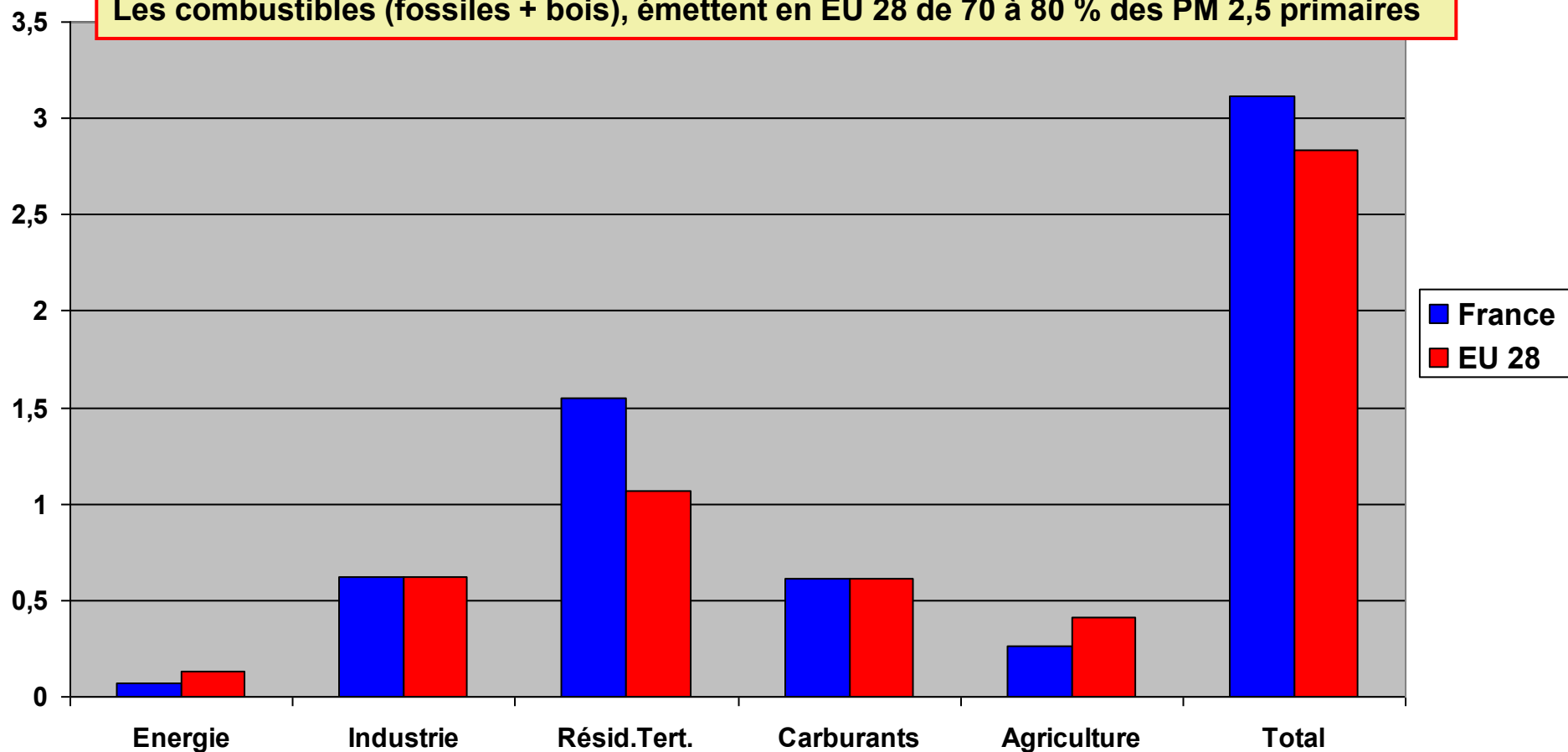


Les PM 2,5 primaires sont un bon indicateur de la dangerosité de la **pollution outdoor**. En France et en EU 28, le secteur le plus émetteur est le **Résidentiel-Tertiaire (chauffage et cuisine)**. La France se distingue dans ce domaine et émet plus de PM 2,5 primaires que la moyenne de l'EU-28.

France et **EU 28**: émissions de particules PM 2,5 primaires par secteur d'activité en 2010 (kg/habitant)

Sources: Commission Européenne pour l'EU 28, CITEPA pour la France

Les combustibles (fossiles + bois), émettent en EU 28 de 70 à 80 % des PM 2,5 primaires

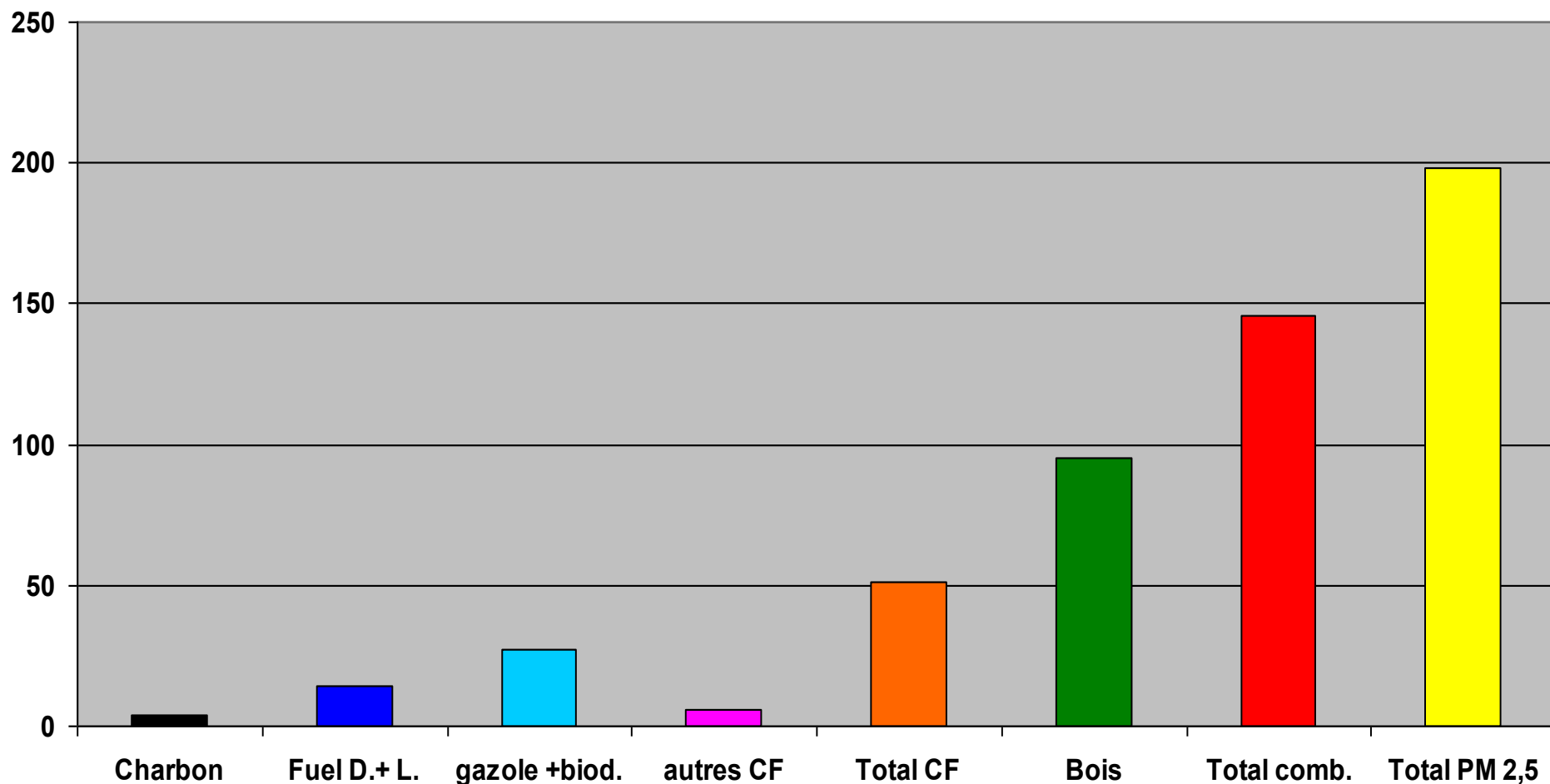


En France, le principal émetteur de particules PM 2,5 primaires est le **bois domestique**, suivi de très loin par le **gazole**, puis le **fuel**.

Source: Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA)

France: émissions de PM 2,5 des combustibles par nature de combustible en 2010, et comparaison avec les émissions totales de PM 2,5 primaires.

ktonnes. source: CITEPA



Comment passe-t-on des émissions aux effets?

The effect pathway approach

Source: Markandya and Wilkinson, *The Lancet* 2007

Emissions

eg, tonnes per year of SO_2



Dispersion

Increase in ambient concentrations
eg, PM_{10} $\mu\text{g per m}^{-3}$



Health burden

eg, change in number of premature deaths



Cost

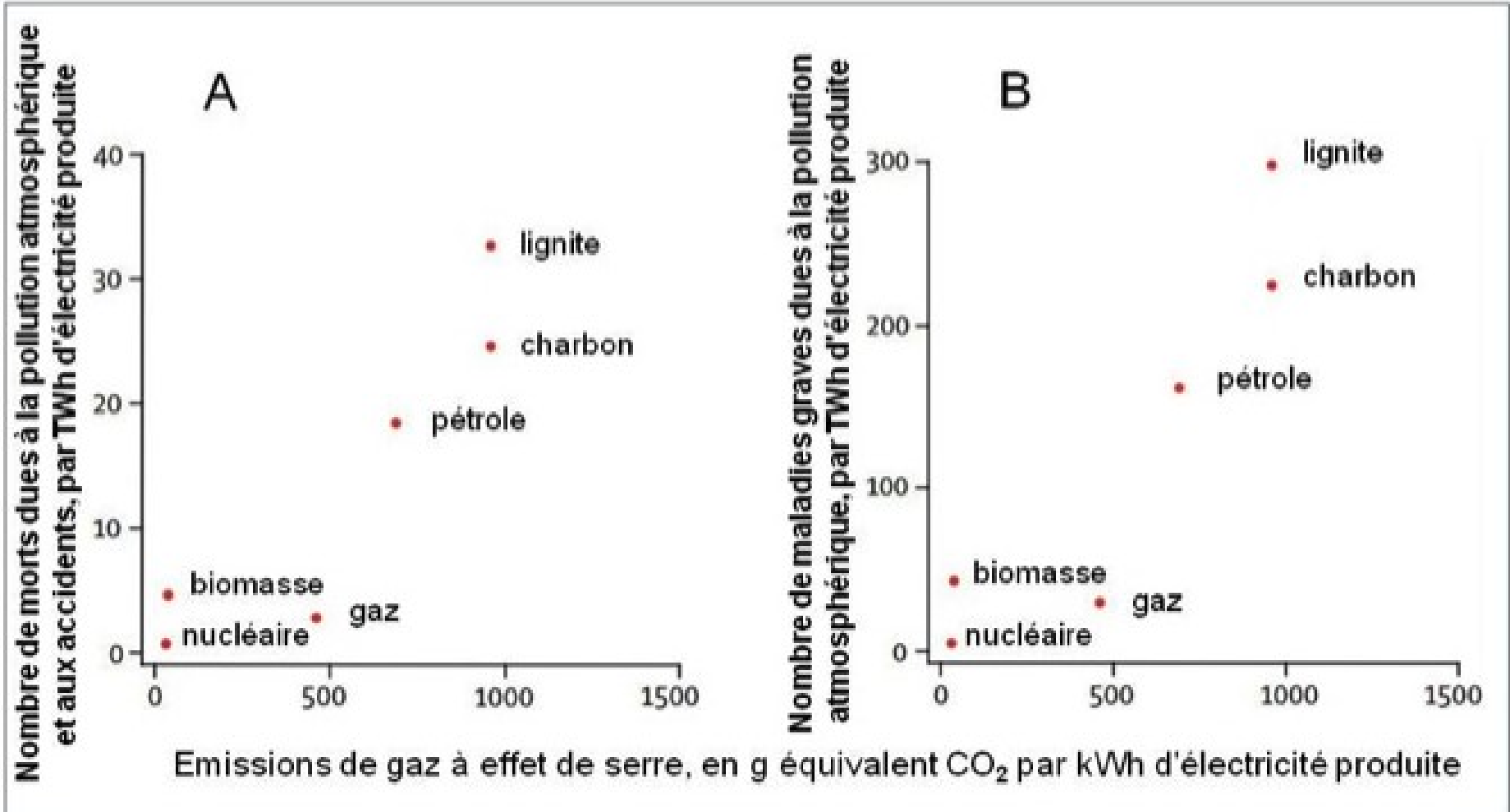


Le cas des centrales électriques: mortalité et morbidité par TWh d'électricité produite selon les sources d'énergie.
Résultats du programme européen ExternE (Externalities of Energy). *D'après Markandya et Wilkinson, The Lancet 2007*

Energie	Mort.acc. public	Mort.acc profess.	Mort.poll. air	Maladies graves	Maladies mineures
Lignite	0,02	0,10	32,6	298	17676
Charbon	0,02	0,10	24,5	225	13288
Pétrole	0,03		18,4	131	
Biomasse			4,63	43	2276
Gaz	0,02	0,001	2,8	30	703
Nucléaire	0,003	0,019	0,052	0,22	

L'essentiel de la mortalité est dû aux effets chroniques à long terme de la pollution atmosphérique.

Mortalité et morbidité due aux centrales électriques



Du fait uniquement du charbon:

- en France, 400 à 500 morts par an (peu de centrales à charbon),
- en Allemagne 8 000 à 10 000 (beaucoup de centrales à charbon et lignite),
- en EU 28 25 000 à 30 000

Les dangers des CF: Plan de l'exposé

- **1- Les destructions de l'environnement**
- **2- La mortalité accidentelle**
- **3- La mortalité différée (prématurée):**
 - - par la pollution de l'air dans les mines
 - - par la pollution de l'habitat (indoor)
 - - par la pollution de l'air extérieur (outdoor)
- **4- Bilan et conclusion**

Bilan et conclusions



- La pollution de l'air (indoor + outdoor) par les produits de la combustion des seuls combustibles fossiles provoque par an de l'ordre de 3 à 4 millions de morts prématurées dans le monde, dont près de 10 % en EU 28, et environ 10 fois plus de malades chroniques. C'est un «silent killer», qui fait rarement la une des médias.
- C'est en somme la mortalité de la vie ordinaire.
- A cela il faut ajouter les dégâts de la silicose et autres maladies pulmonaires dans les mines de charbon: 5 à 600 000 morts par an.

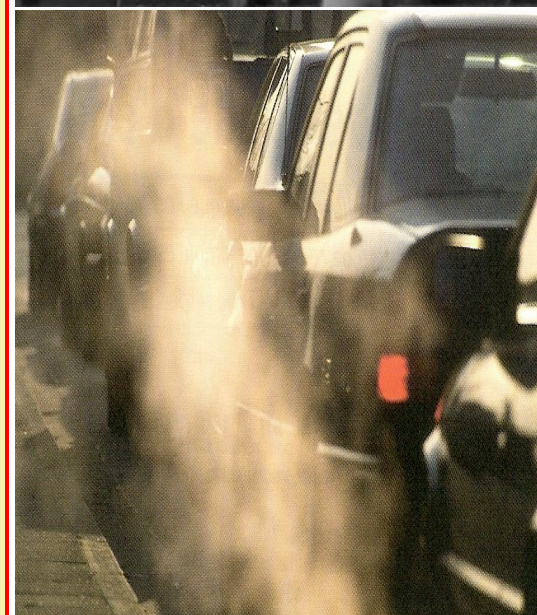
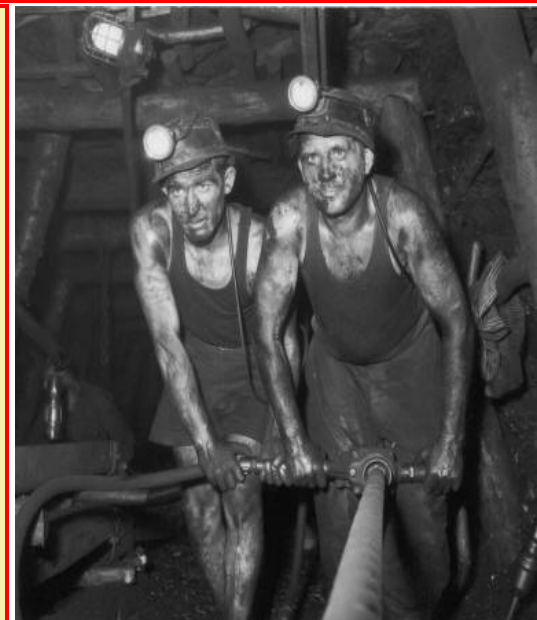


Les mineurs abattant le charbon. — Dessin de A. de Neuville.

Bilan et conclusions



- La mortalité provoquée par les **accidents**, est de l'ordre de **15 000 par an**, soit seulement **0,3 % de la mortalité totale!** C'est pourtant à peu près la seule dont on parle, essentiellement de celle dans les **mines de charbon**, très peu de celle due au **pétrole, au GPL et au gaz**, qui est pourtant du même ordre de grandeur.
- Aussi bien pour la mortalité différée que pour la mortalité accidentelle, **le charbon est le plus meurtrier. C'est pourtant lui dont la production augmente actuellement le plus rapidement !**
- Il est suivi de près par le **gazole** et le **fuel**, via les transports et le chauffage



Bilan et conclusion

- **La mortalité la plus importante a lieu en Chine, Inde et Asie du Sud-Est** Mais si l'on ne considère que la mortalité due à la **pollution outdoor**, elle n'y est pourtant **globalement pas plus importante par habitant qu'en EU-28**. Elle y est par contre plus concentrée dans les **mégalopoles**, où les concentrations de polluants dans l'air peuvent être en moyenne dix fois supérieures à celles des villes occidentales.
- En ce qui concerne la **pollution indoor**, la mortalité est beaucoup plus forte en Chine, Inde et Asie du Sud-Est qu'en EU-28, surtout à cause de l'utilisation de combustibles pour le chauffage et la cuisine dans des **pièces confinées en milieu rural**.

Bilan et conclusion

- En **EU 28**, la mortalité prématurée due à la **pollution outdoor** a été estimée pour **2010** à **420 000** par la Commission Européenne. Celle due au seul usage des **combustibles fossiles** est sans doute de l'ordre de **250 000** à **300 000**.
- **Le secteur résidentiel et tertiaire** vient dans l'EU 28 en tête des émissions de PM 2,5 primaires, donc de cette mortalité, par secteur économique, particulièrement en France à cause d'une utilisation plus importante du **bois**. Vient ensuite mais assez loin le **transport**, du fait surtout des émissions des **moteurs diesel**. **Les centrales électriques** seraient responsables d'environ 10 % de la mortalité.
- Si l'on ajoute les effets de la **pollution indoor** et à la **silicose**, on doit probablement atteindre dans l'**EU 28** de **300 000** à **350 000** morts prématurées par an du fait de l'usage des seuls **combustibles fossiles**.

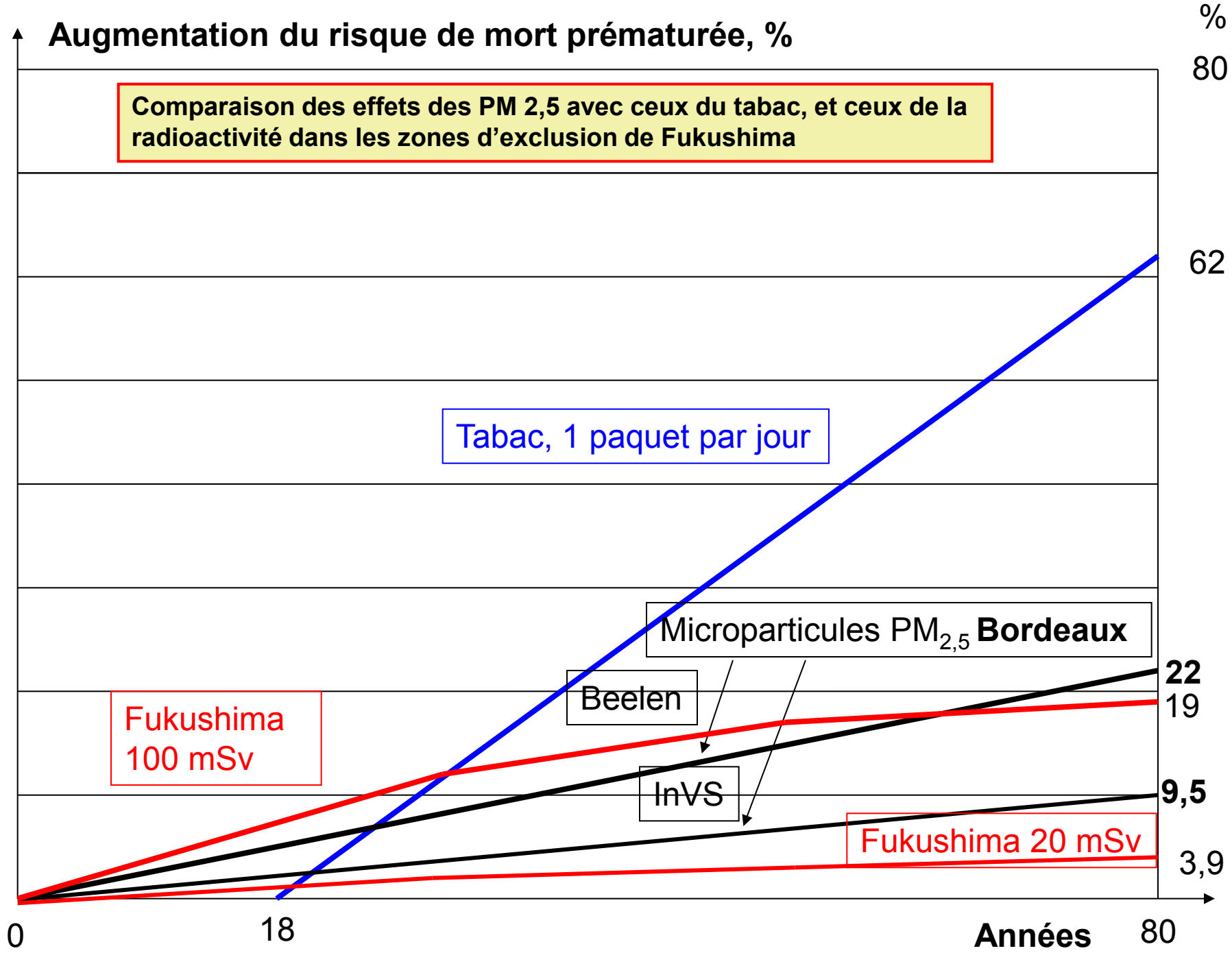
Bilan et conclusions

- **Ces nombres impressionnants doivent cependant être relativisés**: il s'agit de mortalité différée, et donc d'une **perte d'espérance de vie**. Pour l'EU-28, les 420 000 morts de la **pollution outdoor** de 2010 (et dix fois plus de maladies chroniques) auraient entraîné environ **290 millions** d'années de vie perdues, ce qui correspond à une diminution **moyenne** d'espérance de vie d'environ **8 mois**. Elle est cependant d'environ **10 ans** pour les personnes ainsi décédées.

Bilan et conclusions

- **L'enfer est pavé de bonnes intentions:** au nom de la lutte contre les émissions de CO₂, on a encouragé l'usage du **bois domestique** et du **gazole**, qui sont maintenant **en France les deux premières sources d'émissions de PM 2,5 primaires.**
- On a aussi encouragé l'usage des **biocarburants**, qui sont maintenant responsables de beaucoup de **déforestations** mais aussi de **feux de tourbe en Indonésie et ailleurs en Asie du Sud-Est, et donc d'émissions de CO₂ et d'une très importante pollution de l'air.**
- De très gros progrès peuvent être faits, mais il faut pour cela une **prise de conscience** qui n'existe pas actuellement.







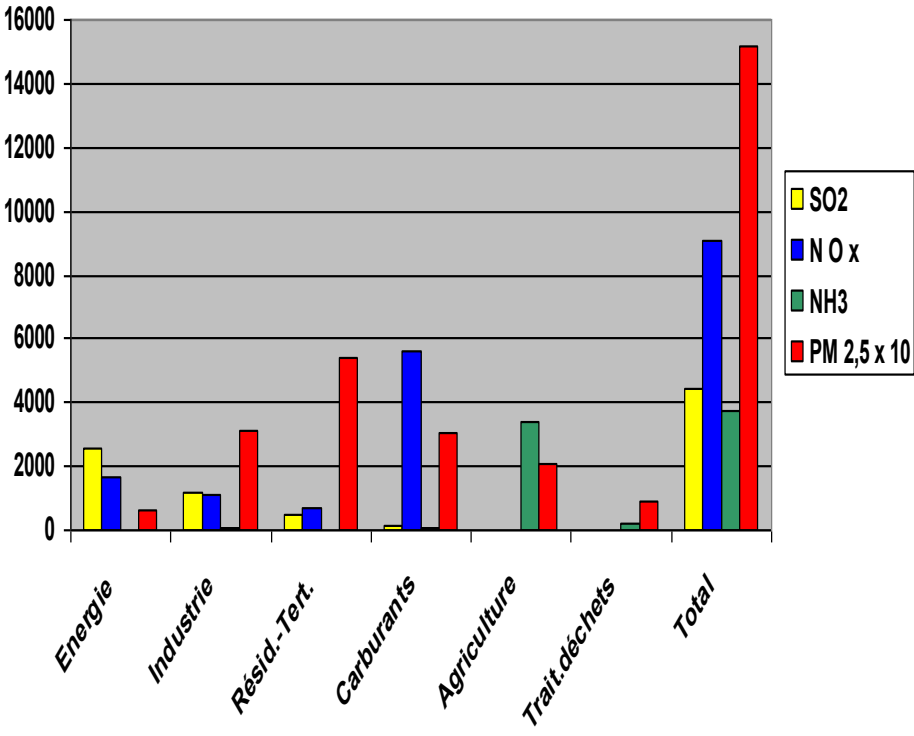
**Merci
pour votre attention**



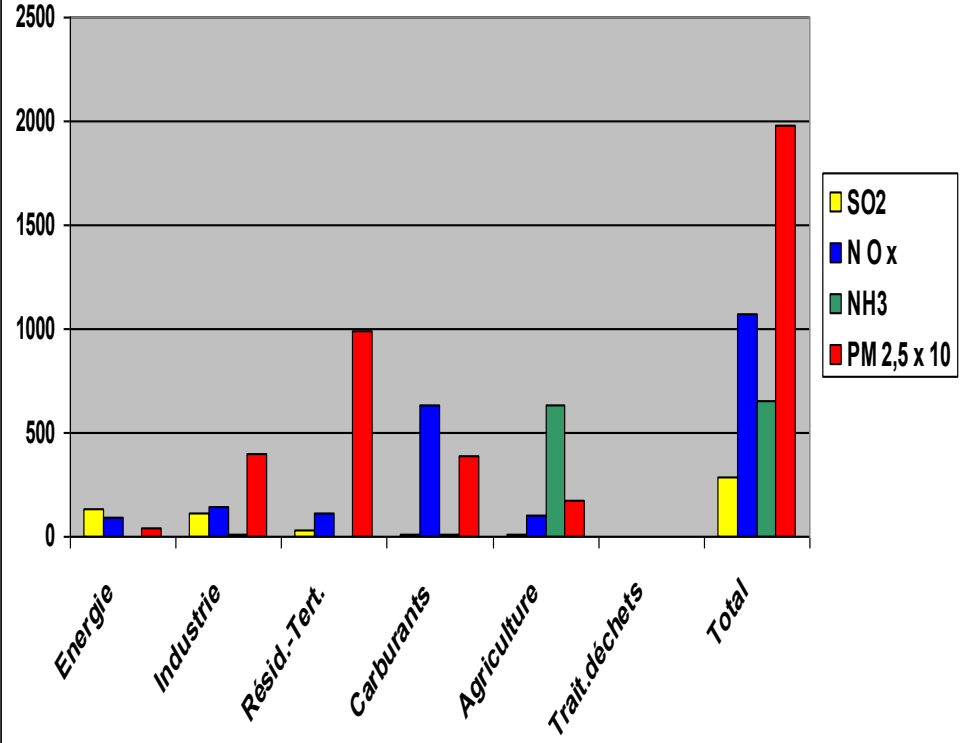
Emissions «outdoor» de SO2, NOx, Ammoniac et PM 2,5 primaires en EU- 28 et en France en 2010 par secteurs d'activité. En EU-28, environ 70% des émissions de PM 2,5 viennent des combustibles, fossiles et bois. **En tête le chauffage.**

Pour le **SO2**, la production d'**énergie** est en tête, pour les **NOx**, ce sont les **carburants**, et pour l'**ammoniac**, c'est l'**agriculture**

EU 28 : émissions d'oxyde de soufre, d'oxydes d'azote et d'ammoniac (milliers de tonnes), et émissions de particules fines PM 2,5 (centaines de tonnes) en 2010.
Commission Européenne.

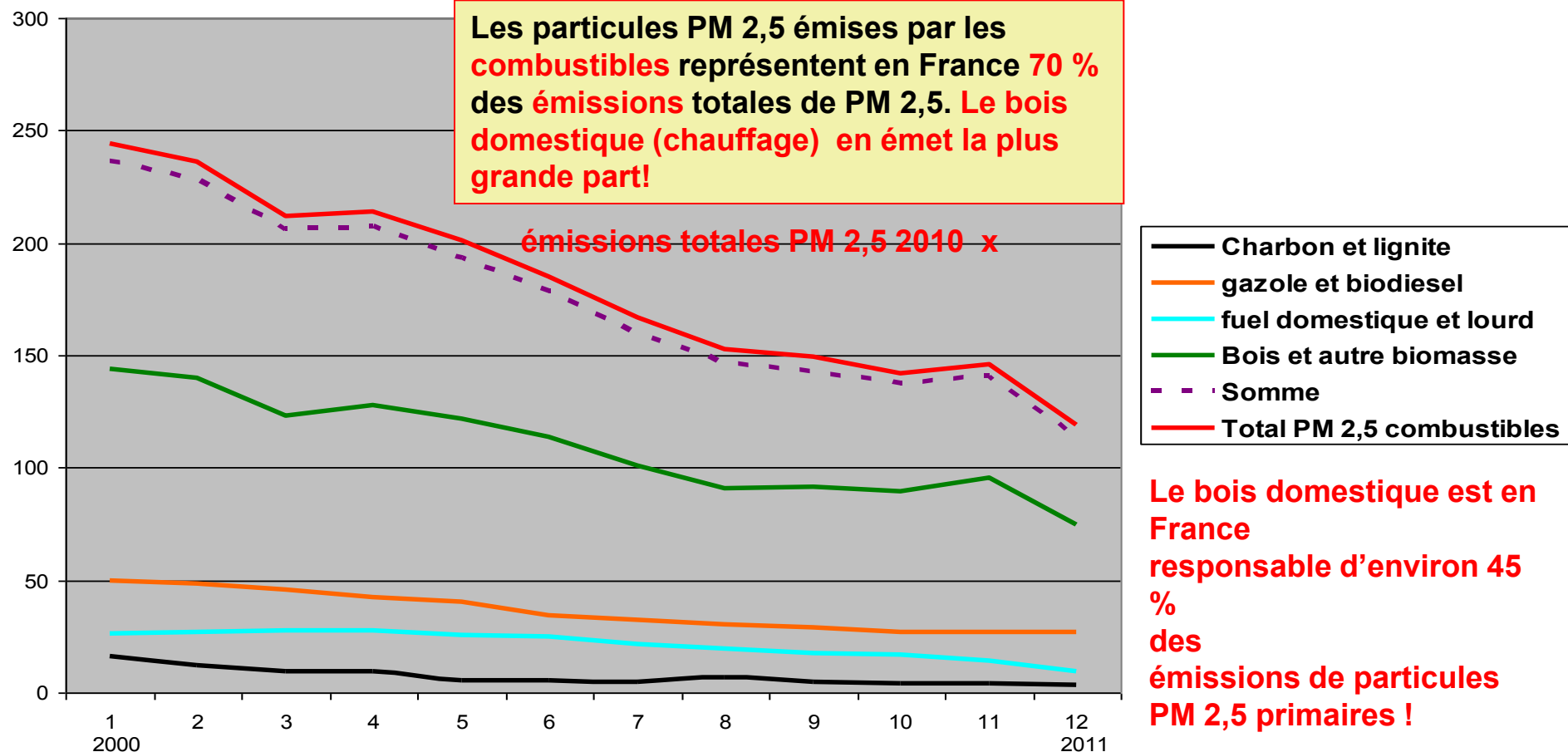


France : émissions d'oxyde de soufre, d'oxydes d'azote et d'ammoniac (milliers de tonnes), et émissions de particules fines PM 2,5 (centaines de tonnes) en 2010. CITEPA



Quelles sont les principales sources de **particules PM 2,5 primaires** ? en France, surtout **le bois domestique (chauffage)** et loin derrière le **gazole (moteurs diesel)** et le **fuel (chauffage)**. Mais attention, il y a des **PM 2,5 secondaires**, formées à partir des **oxydes de soufre et d'azote** (énergie, industrie et transports), mais aussi d'**ammoniac** (élevages)

Emissions de particules PM 2,5 par les combustibles, France 2000-2011
en milliers de tonnes . CITEPA 2013



Les destructions de l'environnement: **le pétrole et le gaz** L'occupation du sol par les exploitations de gaz de schistes

Gaz de schistes à l'Est de Fort Worth, Texas, vue satellite photo Google Earth

