

Anthropocène, climat, santé environnementale

Frédéric Lemarchand, 20 janvier 2018

- **Journées
médicales
havraises**
- **Les grands enjeux
environnementaux**



- **Anthropocène 1 :**
une nouvelle époque
néologisme lancé en 2000
par **Paul Crutzen**,
géochimiste néerlandais,
prix Nobel (1995).

- « Geology of Mankind », l'humanité devient une force géologique (*Nature*, 2002).



- **Anthropocène 2 :**
La Grande
Accélération
(Will Steffen,
International Geosphere
Biosphere Program)

- Une nouvelle époque, qui débute avec la machine à vapeur de James Watt (1784).



L'ANTHROPOCÈNE

L'Anthropocène définit la période la plus récente des temps géologiques comme étant influencée par les activités humaines (ou anthropogénique). Cette idée est supportée par un nombre grandissant de preuves indiquant que les processus atmosphériques, géologiques, hydrologiques et biosphériques du système terrestre sont aujourd'hui altérés par les humains.

La ligne correspondant à 1950 met en évidence la **Grande Accélération**, la période suivant la Seconde Guerre mondiale marquée par l'industrialisation dans le monde entier, par les progrès technoscientifiques, par la course aux armements nucléaires, par l'explosion démographique et par la croissance rapide de l'économie.

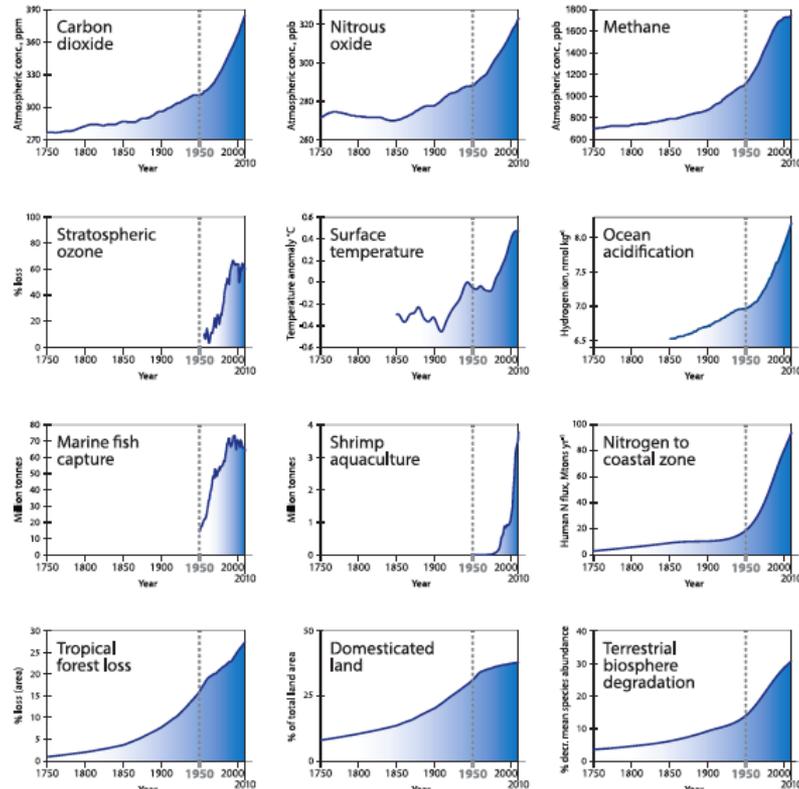
Ces données ont été compilées dans une publication de l'International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP).



La Grande Accélération

Source : Will Steffen et alii, *The Anthropocene Review*, janvier 2015.

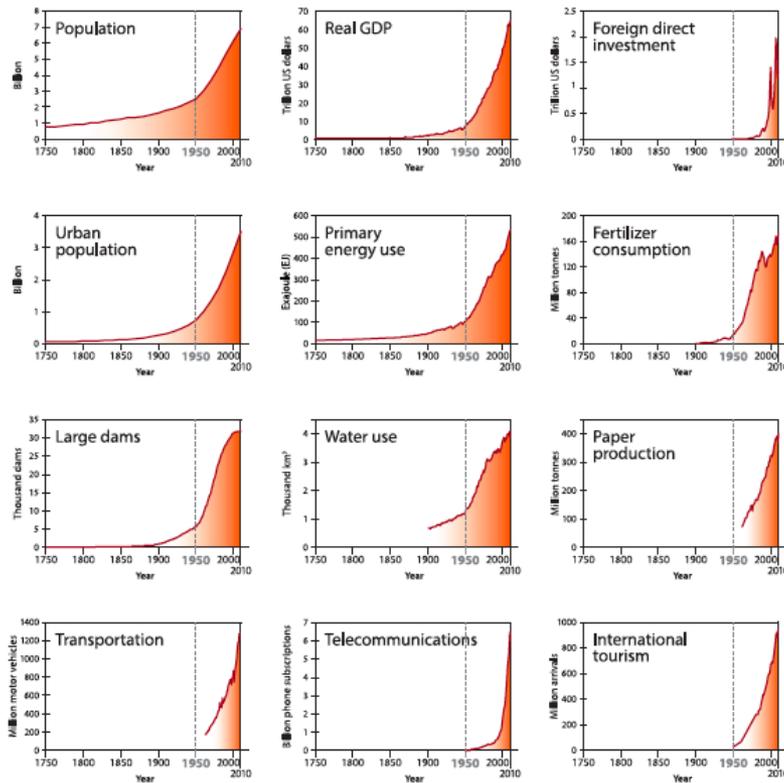
Earth system trends



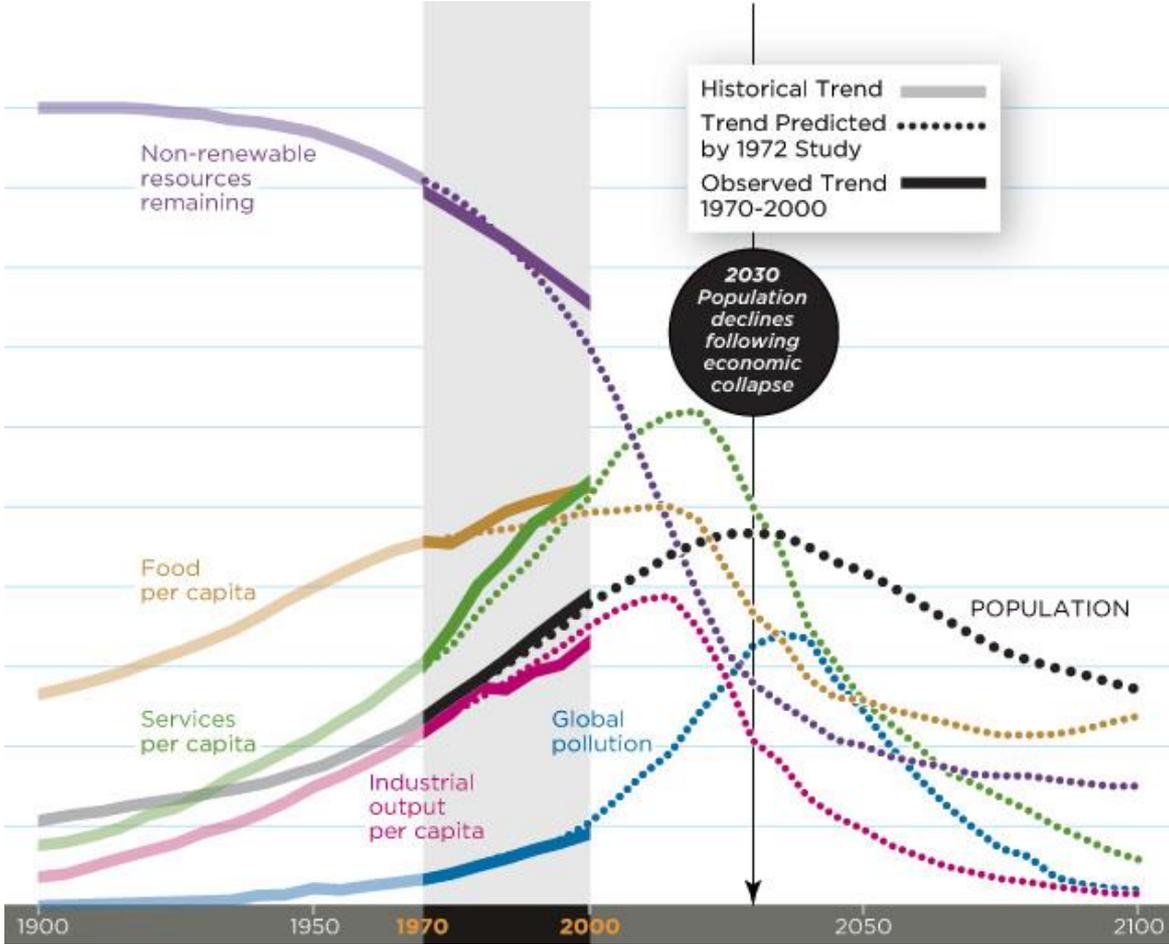
La Grande Accélération

Source : Will Steffen et alii, *The Anthropocene Review*, janvier 2015.

Socio-economic trends



CLUB DE ROME



Développement durable, TRI, ...

Quelles solutions ?

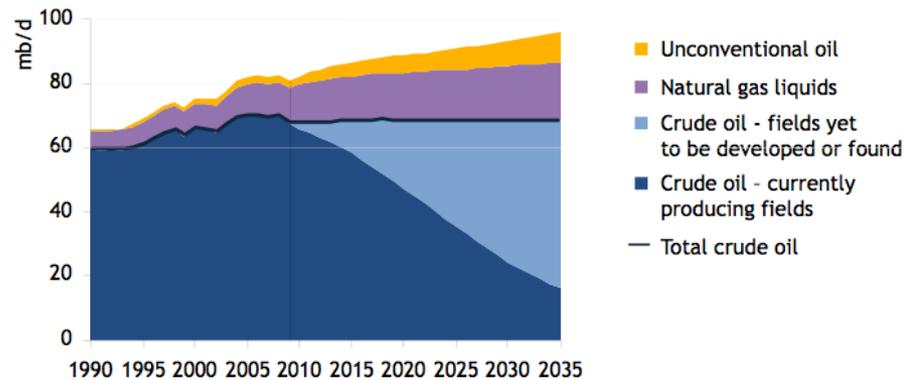
Bilan des ressources (et non réserves)

Vers la grande panne ?

Oil production becomes less crude

World
Energy
Outlook
2010

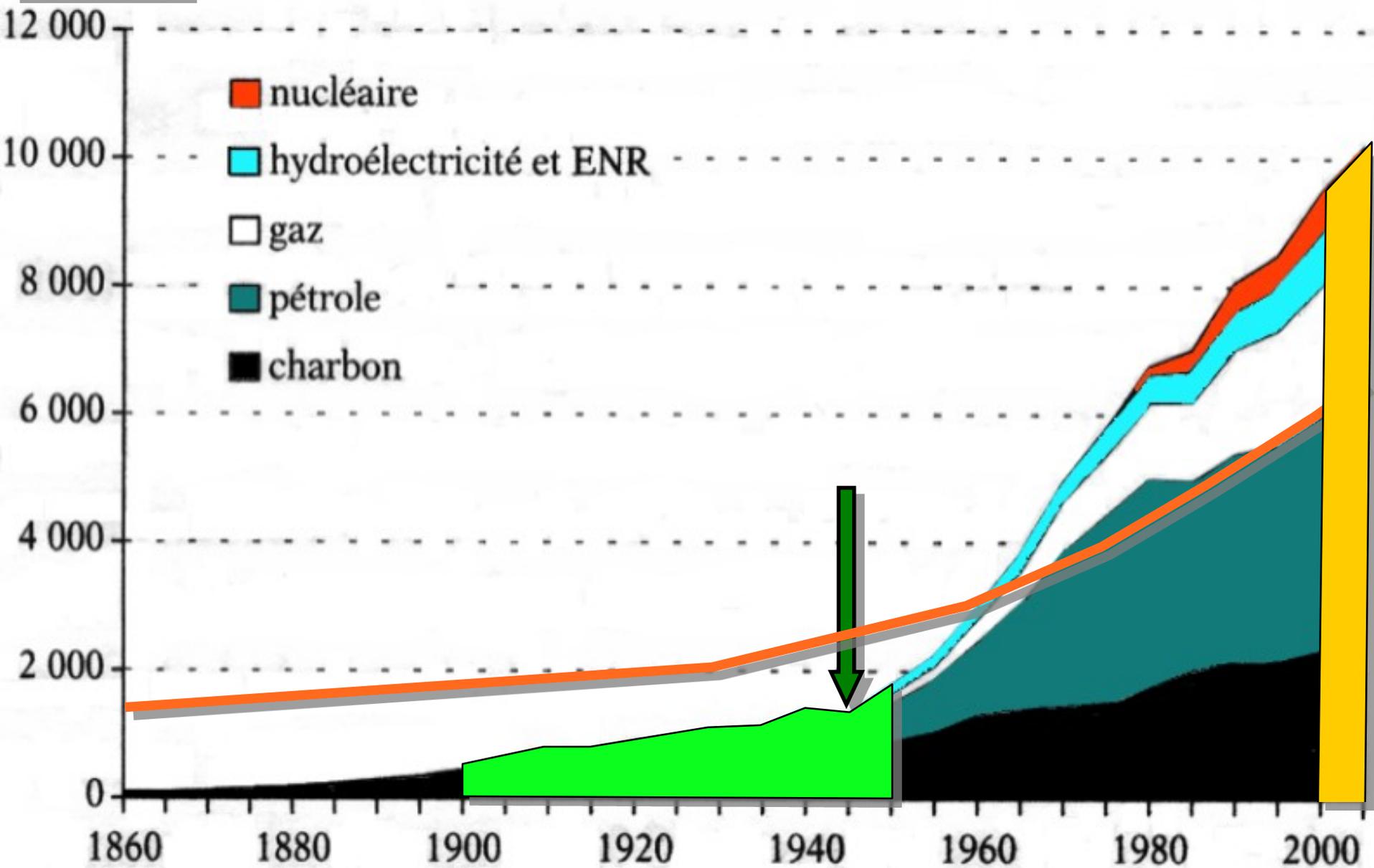
World oil production by type in the New Policies Scenario



Global oil production reaches 96 mb/d in 2035 on the back of rising output of natural gas liquids & unconventional oil, as crude oil production plateaus

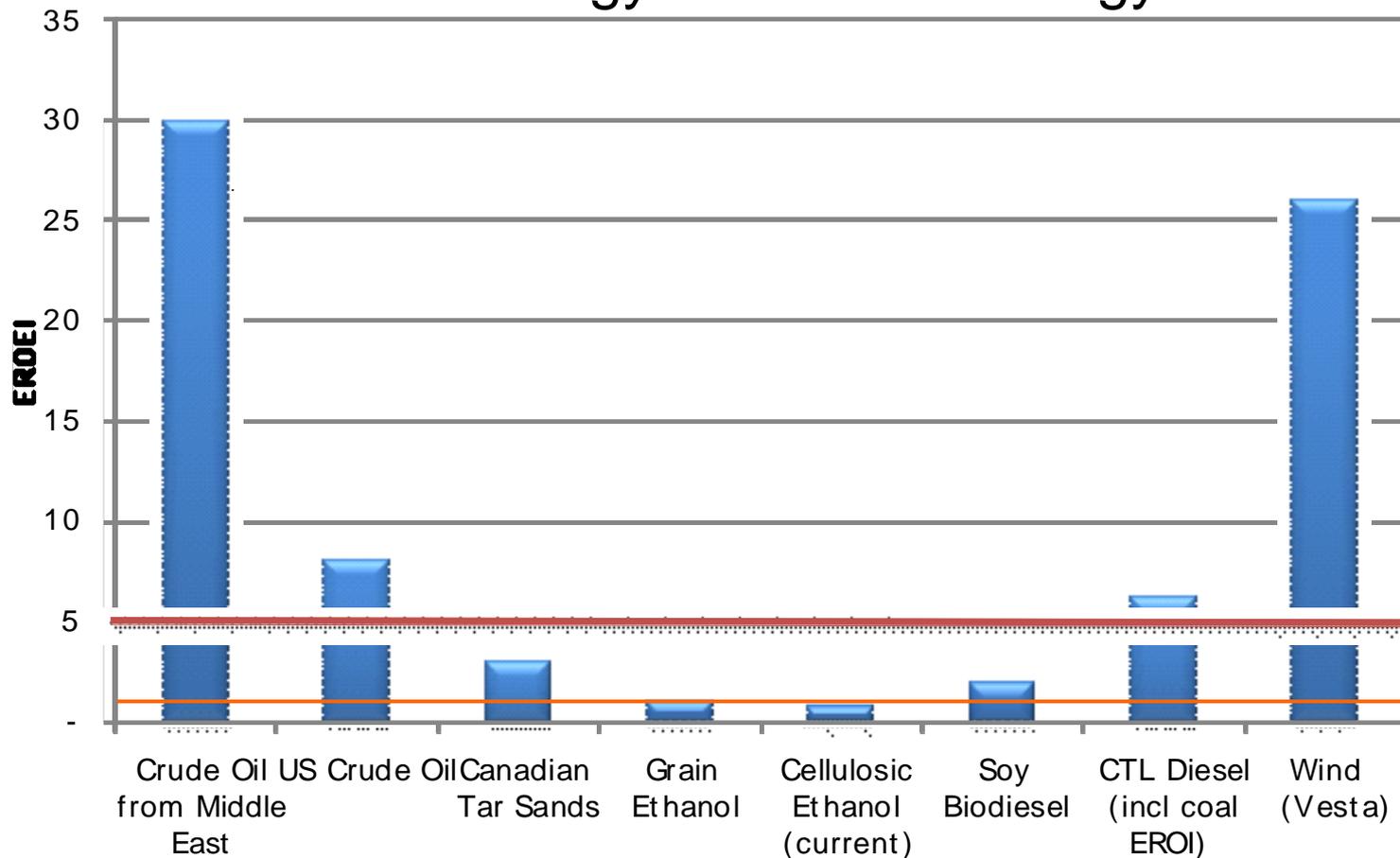
Consommation mondiale d'énergie

Mtep



Most alternative energies have low EROIs compared to oil

EROEI = Energy Return On Energy Invested



Etat des ressources : métaux

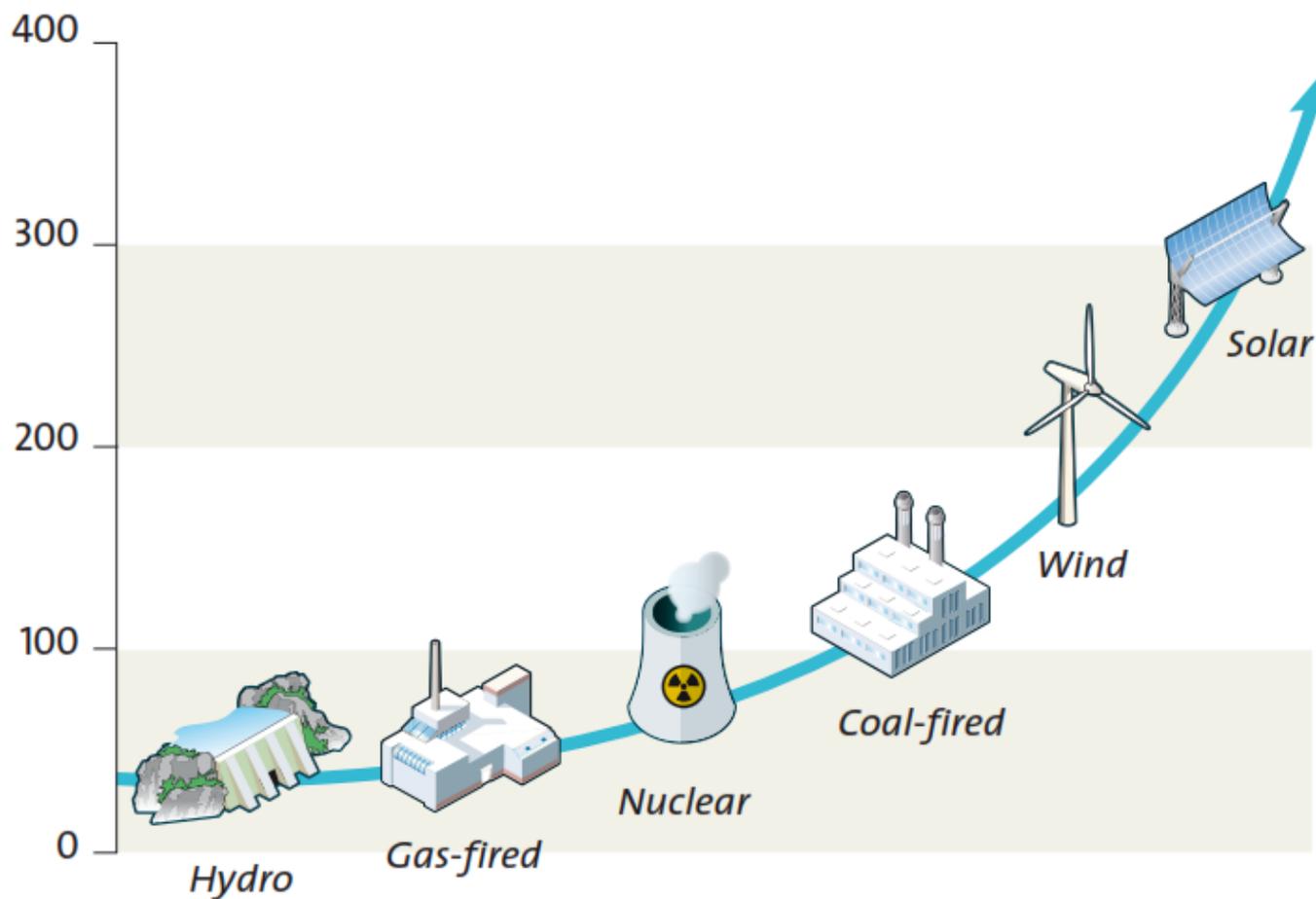
- L'état des stocks des métaux sous tension (estimation – 2009 - à partir des gisements en cours d'exploitation) :
 - Or : 22 ans ; Zinc et étain : 18 ans (coproduits : indium et galium)
 - Argent : 15 ans ; Plomb : 20 ans (cpt : cadmium)
 - Cuivre : 34 ans (cpts : sélénium et terbium) ; fer : 50 ans
 - Palladium : 15 ans
- Qualité et accessibilité se dégradent, cas du cuivre : concentration moyenne de 1,8 % en 1930, aujourd'hui 0,5 %
- D'autres gisements moins riches et plus profonds, donc à un coût énergétique d'extraction croissant
- Différence gigantesque entre réserves et ressources totales (par ex. : aluminium et fer : 8 et 5 % du poids croûte terrestre)

Etat des ressources : métaux

- Production d'acier multipliée par 30 au 20^e siècle
- Cuivre : ressource totale : 1600 millions de tonnes ; or en 2050, si niveau de services actuel sur toute la planète, besoin de cuivre = 2000 millions de tonnes !
- Si en 2050, planète sans fossiles avec 9,3 milliard humains: les éoliennes exigeraient 180 fois actuelle production de néodyme (aussi utilisé pour voitures électriques, impossible), sans évoquer autres métaux ; pour piles à combustibles (hydrogène), le besoin annuel de platine serait de 39'000 t., impossible aussi ; pour lignes HT, 70 fois production annuelle de cuivre !

Intensité matérielle de différentes technologies de production électrique:
tonnes d'acier par MW de capacité installée

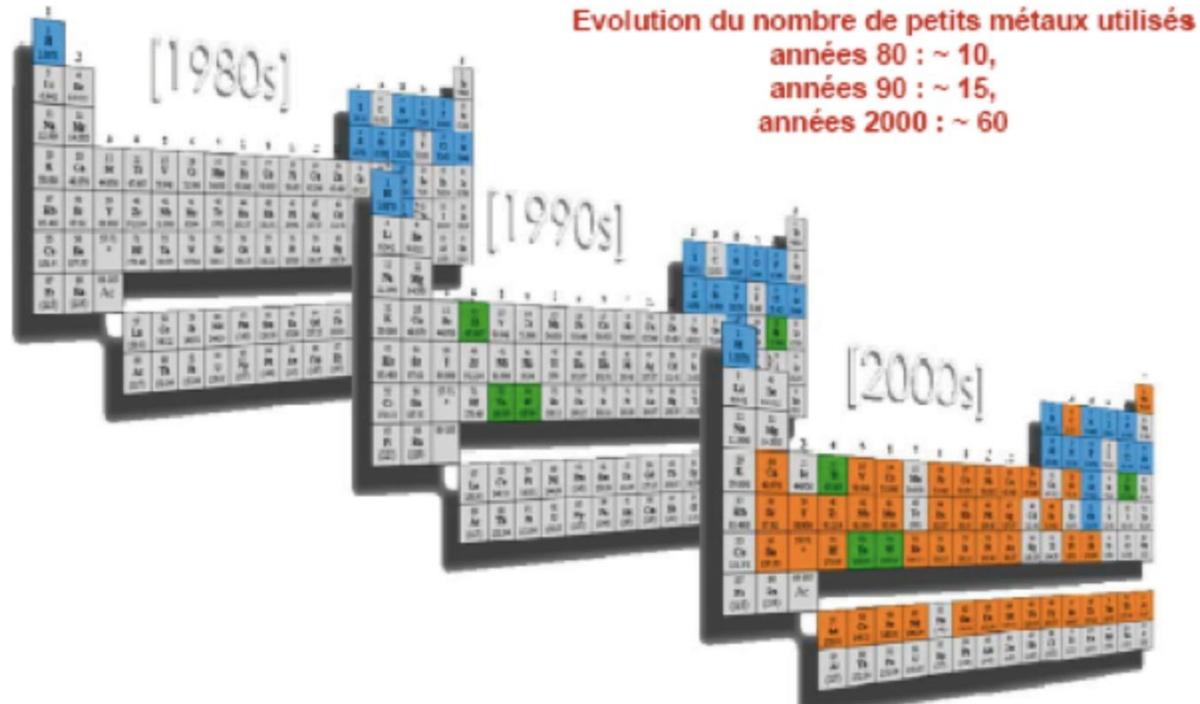
Source: Rio Tinto Investor Seminar 2011, Sidney et Géosciences n ° 15



Etat des ressources : métaux

- **Métaux critiques** selon UE (*Critical raw material for EU, 2010*) + *Minerals, Criticals Mineral, and the US Economy, 2007*,
croisés = indium, galium, niobium, métaux du groupe platine et terres rares ; s'y ajoutent : néodyme et dysprosium et tous liés aux techniques énergétiques : goulots d'étranglement

Une table de Mendeleïev de plus en plus sollicitée diversification de l'économie vers les « petits métaux »

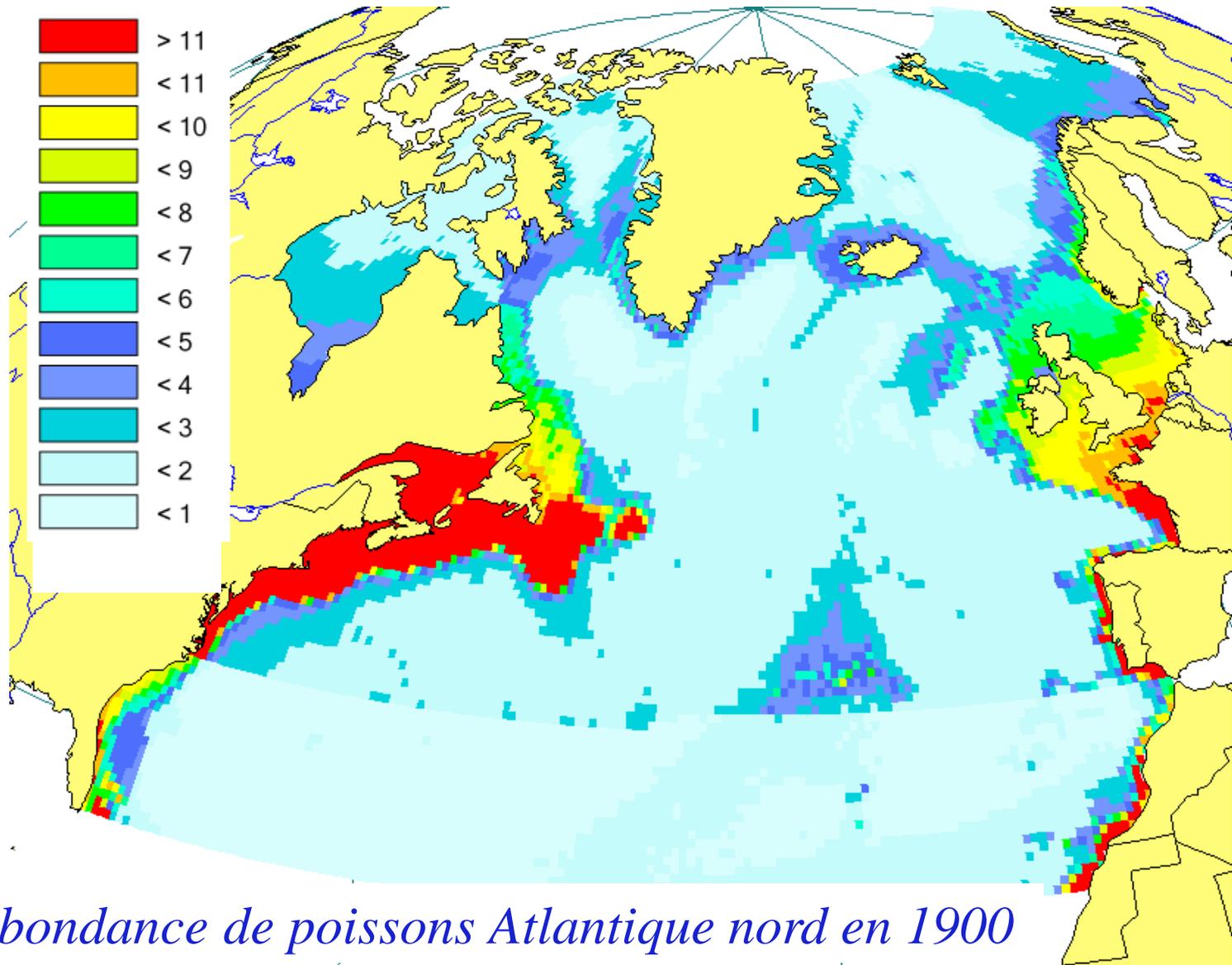


Energie/métaux

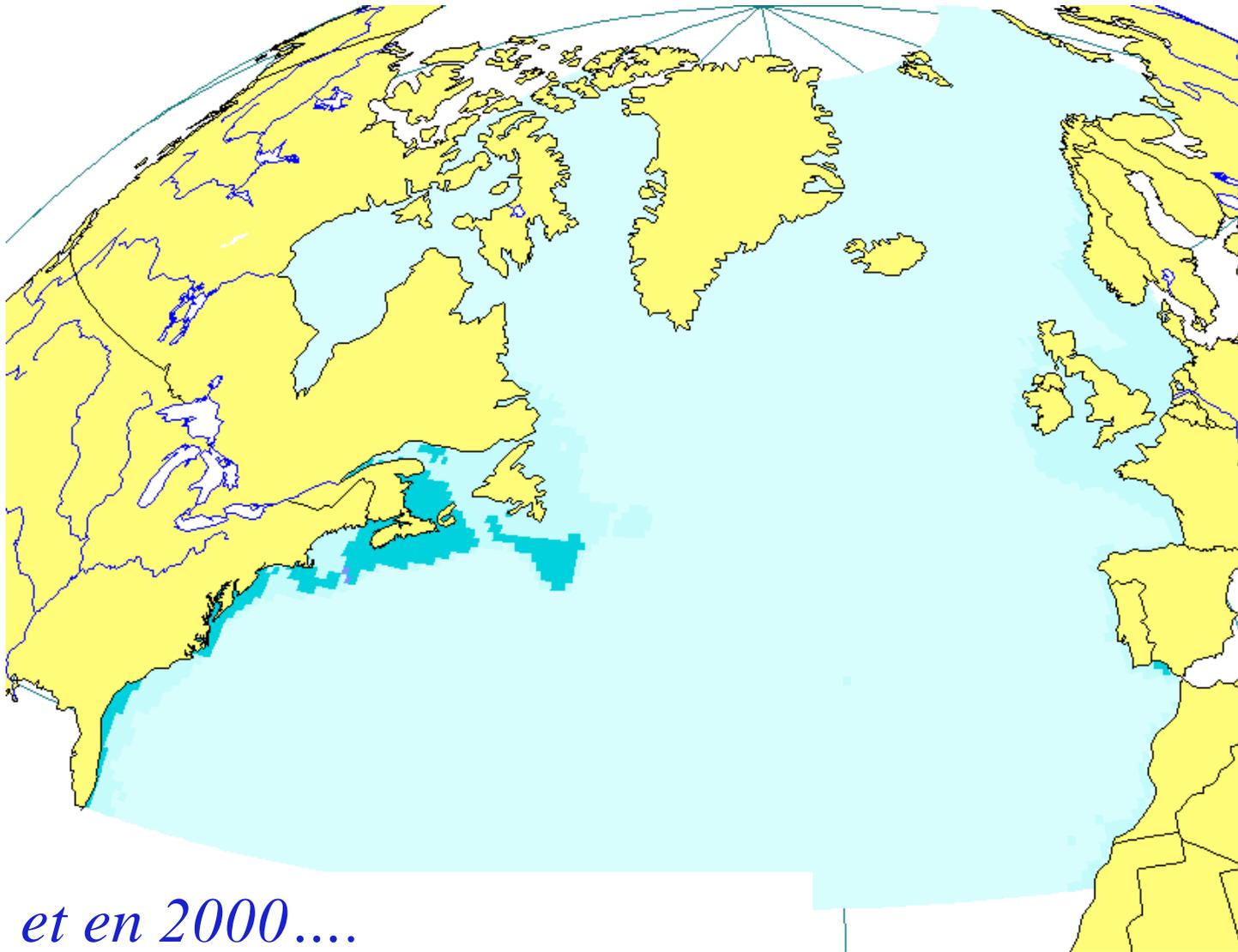
Nous sommes pris en tenaille :

- l'extraction et le traitement des métaux demanderont de plus en plus d'énergie (aujourd'hui : 8–10 % énergie mondiale)
- la production d'énergie demandera de plus en plus de métaux (10 fois plus de métaux par kWh/renouvelable que par kWh/thermique)

Ressources naturelles et alimentaires



Abondance de poissons Atlantique nord en 1900



et en 2000....

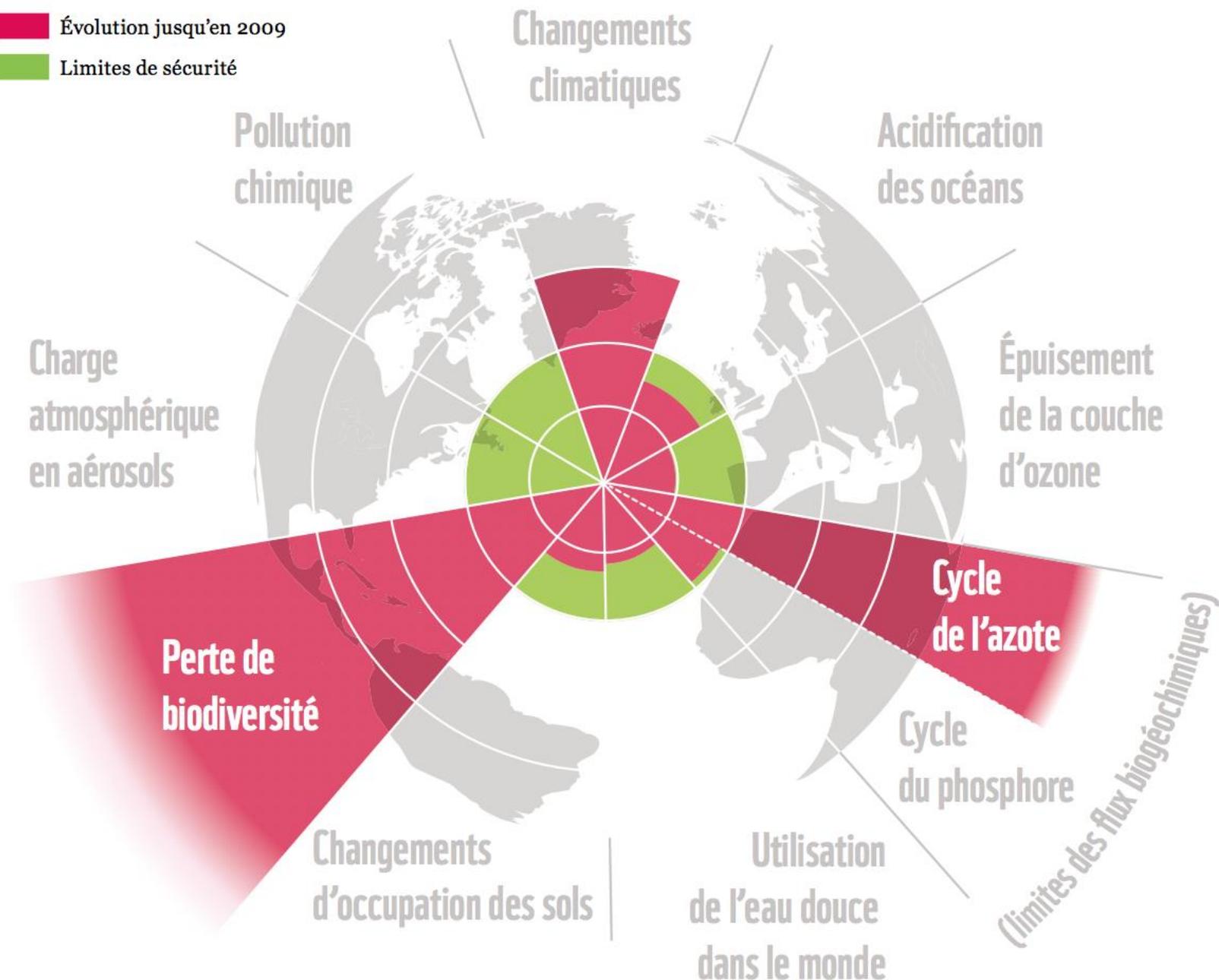
Ressources alimentaires

- Une production mondiale de céréales qui croît moins vite que la population (depuis 1985) ; or, selon la FAO, il faudra augmenter la production agricole de 70% d'ici 2050 ; 0,23 h/pers.
- des pays émergents qui changent leurs modes alimentaires (près de la moitié de la production mondiale de céréales sert à produire de la **nourriture pour animaux**, et la consommation de viande devrait passer, de 37,4 kg par personne et par an en 2000, à plus de 52 kg en 2050)
- au milieu du 21^{ème} siècle, 50% de la production mondiale de céréales pourraient être destinés à accroître la production de viande)

Figure 38 : les frontières planétaires : nous avons déjà dépassé trois des neuf frontières de la planète Terre.

■ Évolution jusqu'en 2009

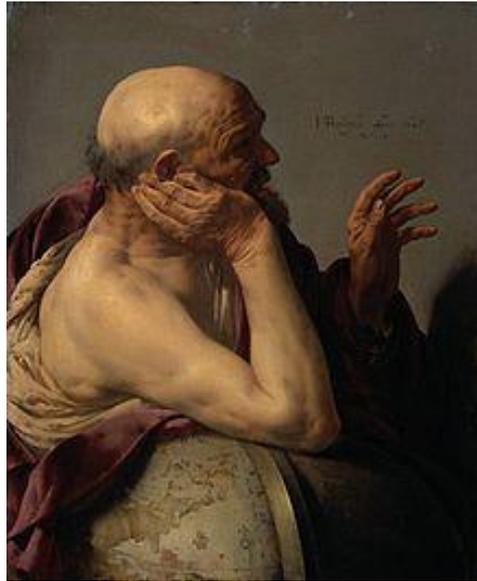
■ Limites de sécurité



La santé environnementale

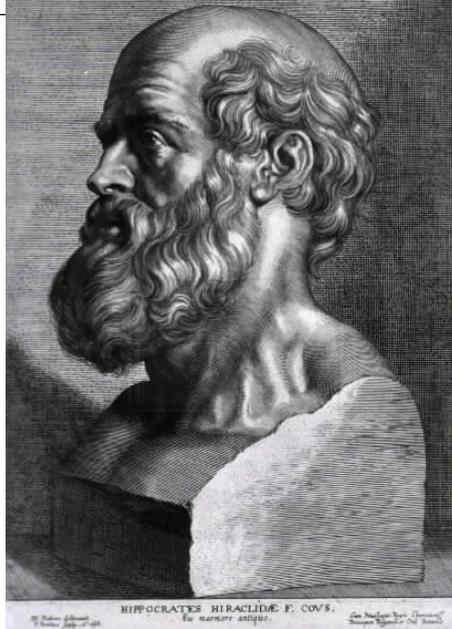
- Enjeux du XXIème siècle





Héraclite, (450 ans av JC)

« L'état de santé de l'homme est le reflet de l'état de santé de la terre »



Hippocrate, (400 ans av JC)

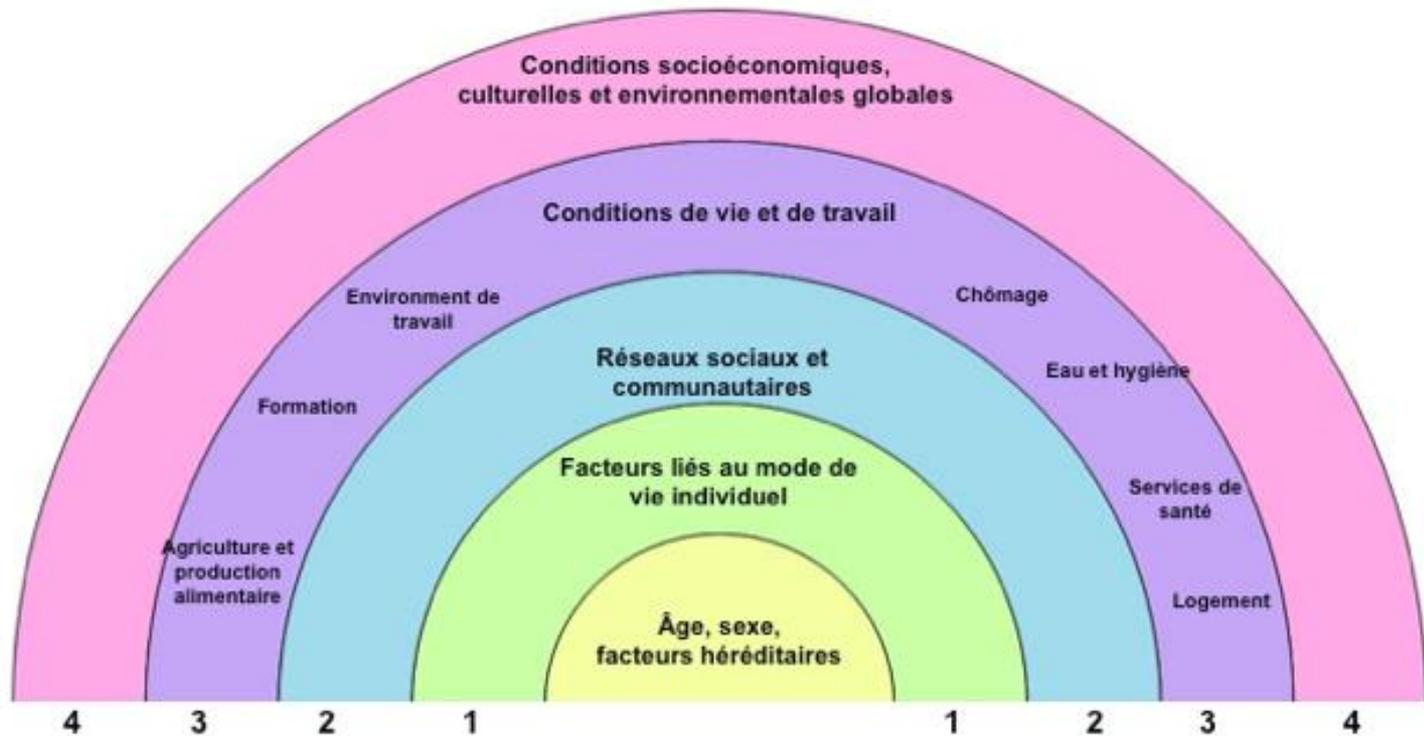
« L'aliment est ton premier médicament »

« Pour approfondir la médecine, il faut considérer d'abord les saisons, connaître la qualité des eaux, des vents, étudier les divers états du sol et le genre de vie des habitants ».

Qu'est ce que la santé?

- **La santé est un état de complet bien-être physique, psychique et social et pas seulement l'absence de maladie ou d'infirmité. (Déf. de l'OMS 1948)**
- **Définition de la santé environnementale (OMS, Conférence d'Helsinki, 1994):** La santé environnementale comprend les aspects de la santé humaine, y compris la **qualité de la vie**, qui sont **déterminés par les facteurs physiques, chimiques, biologiques, sociaux, psychosociaux et esthétiques** de notre environnement. Elle concerne également la **politique et les pratiques de gestion**, de **résorption**, de **contrôle** et de **prévention** des facteurs environnementaux susceptibles d'affecter la santé des générations actuelles et futures.

Modèle des déterminants de la santé



Dahlgren & Whitehead 1991 Policies and strategies to promote social equity in health. Stockholm: Institute of Future Studies.

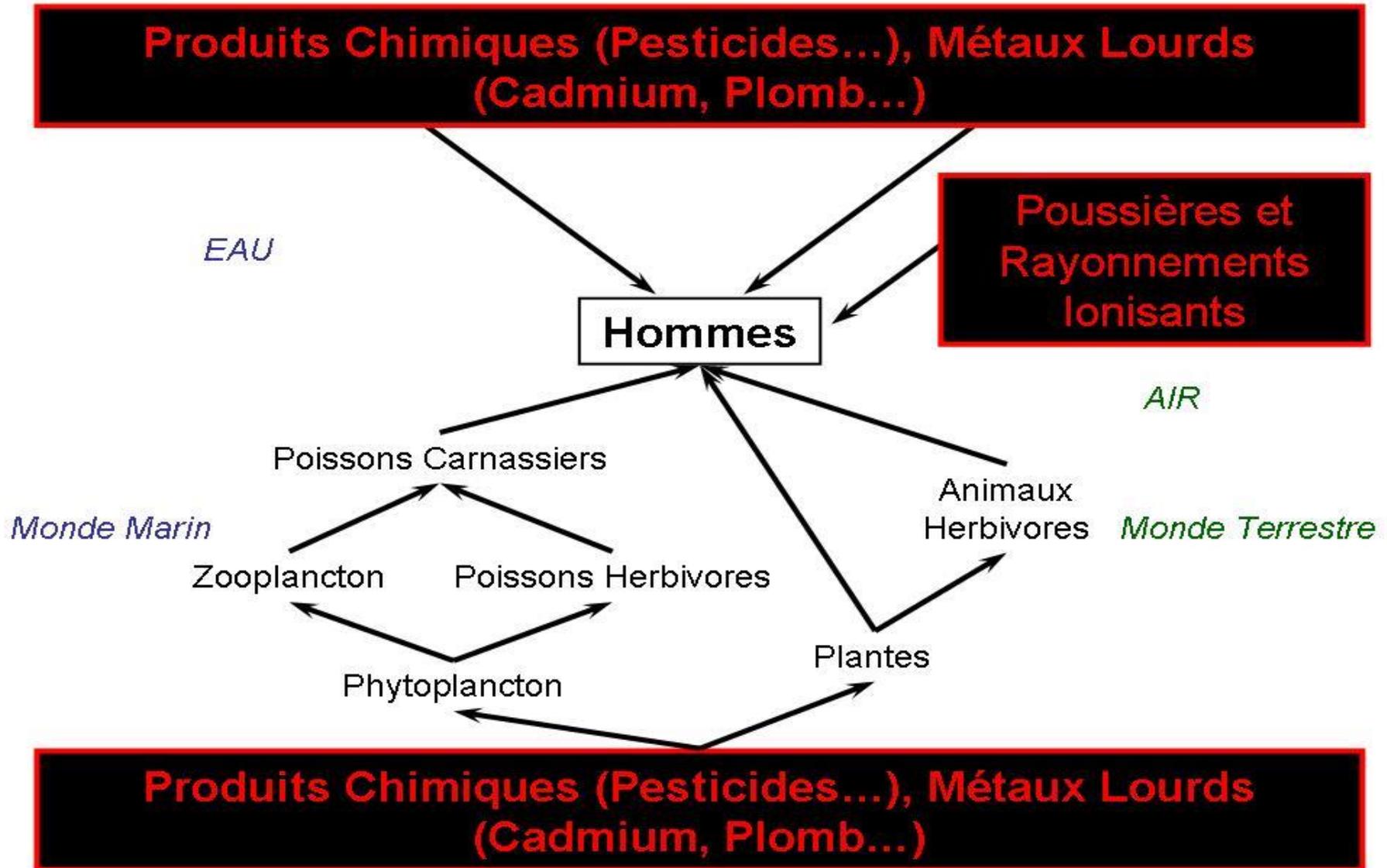
La santé environnementale

- Charte de l'Environnement promulguée le 28 février 2005 sous forme de loi constitutionnelle, laquelle énonce dans son article premier que « *chacun a le droit de vivre dans un environnement équilibré et favorable à sa santé* ». Elle fonde l'ensemble des politiques environnementales et la jurisprudence française dans ce domaine.

Définition:

- **L'environnement Biologique:** bactériologique, viral, faune flore, toute la biomasse et nous même!
- **L'environnement physique:** rayonnements ionisants, rayonnements électromagnétiques, nanoparticules, température, humidité...
- **L'environnement chimique:** les xénobiotiques présents dans l'air, l'eau, le sol, l'alimentation...
- **L'environnement sensoriel:** le bruit, les couleurs, les odeurs
- **L'environnement socio anthropologique dont:**
- **L'environnement cognitif**, à savoir par quels moyens nous appréhendons notre environnement: notre culture, les médias, la publicité, l'enseignement...
- **Sans oublier les aspects comportementaux qui en découlent.**

3) Chaîne trophique et cycle des toxiques



Empoisonnement des ressources et des milieux de vie:

Quantités de toxiques répandus par an sur la planète: les xénobiotiques

- **3 millions de tonnes en 1930**
- **420 millions de tonnes en 2010**

Les polluants affectant les humains

- Polluants physiques: radio-isotopes (ex.: ^{137}Cs)
- Polluants chimiques
 - Hydrocarbures liquides (ex.: mazout)
 - Particules fines en suspension (incluant les hydrocarbures aromatiques polycycliques ou HAP)
 - Plastifiants (ex.: phtalates, bisphénol A)
 - Pesticides (incluant les polluants organiques persistants ou POP)
 - Composés organiques volatils (ou COV)
 - Métaux lourds (ex.: cadmium, p
 - Médicaments et cosmétiques
- Polluants biologiques
 - Toxines d'origine algale
 - Bactéries pathogènes
 - Parasites



Impacts des perturbateurs endocriniens

Plusieurs recherches ont démontrés que divers perturbateurs endocriniens étaient associés à:

- Augmentation du nombre de cancer du sein
- Augmentation du nombre de nombreux autres cancers
- Effets sur le développement embryonnaire
- Féminisation des mâles, diminution de la qualité du sperme.
- Avancement de l'âge de la puberté chez les filles.
- Augmentation de l'obésité
- Problèmes d'ordre cognitifs (autisme, hyperactivité, etc.)

les perturbateurs endocriniens avec 5 effets encore mal connus

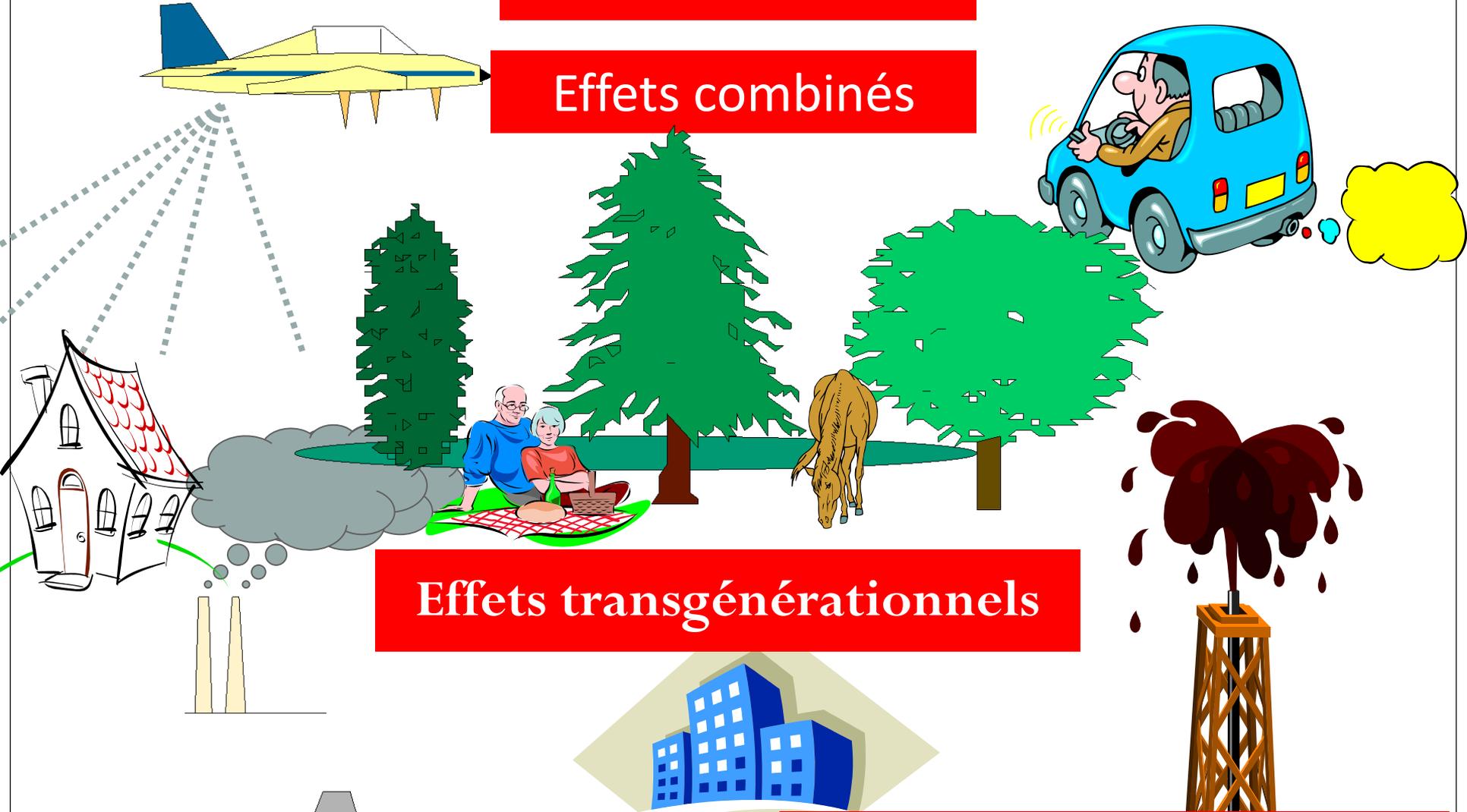
Bioaccumulation

Effets combinés

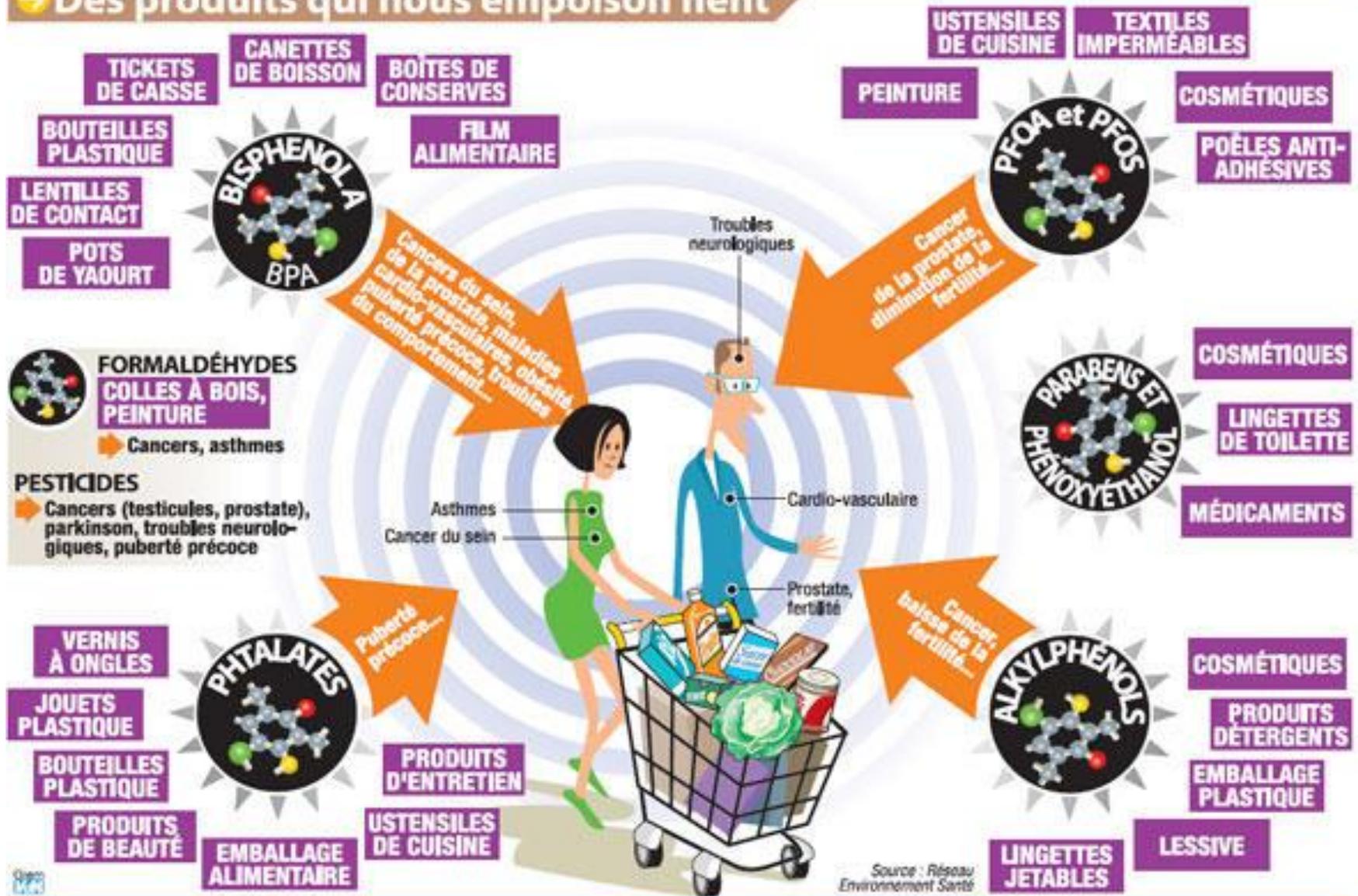
Effets transgénérationnels

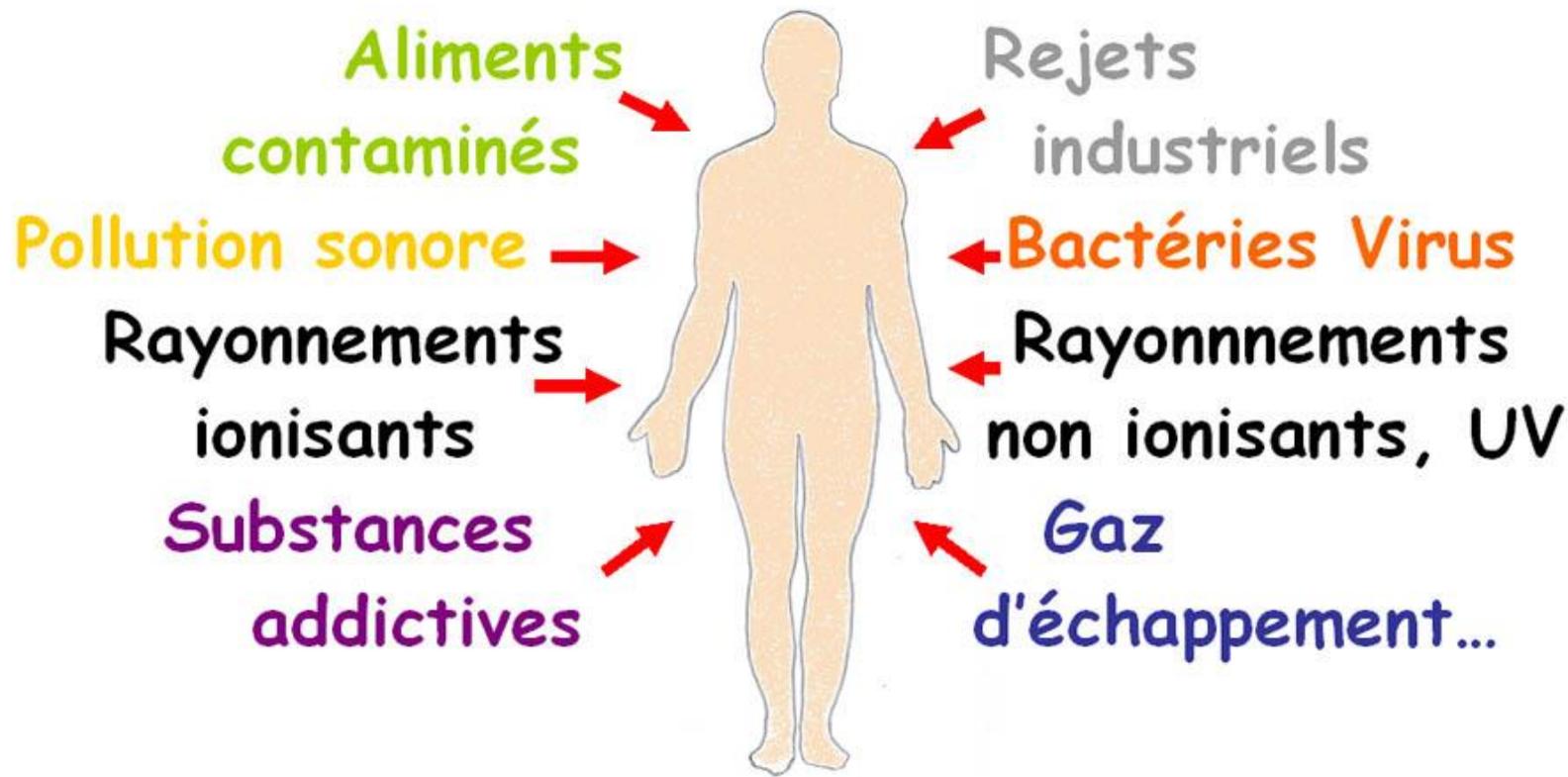
Effets à long terme

Effets des faibles doses

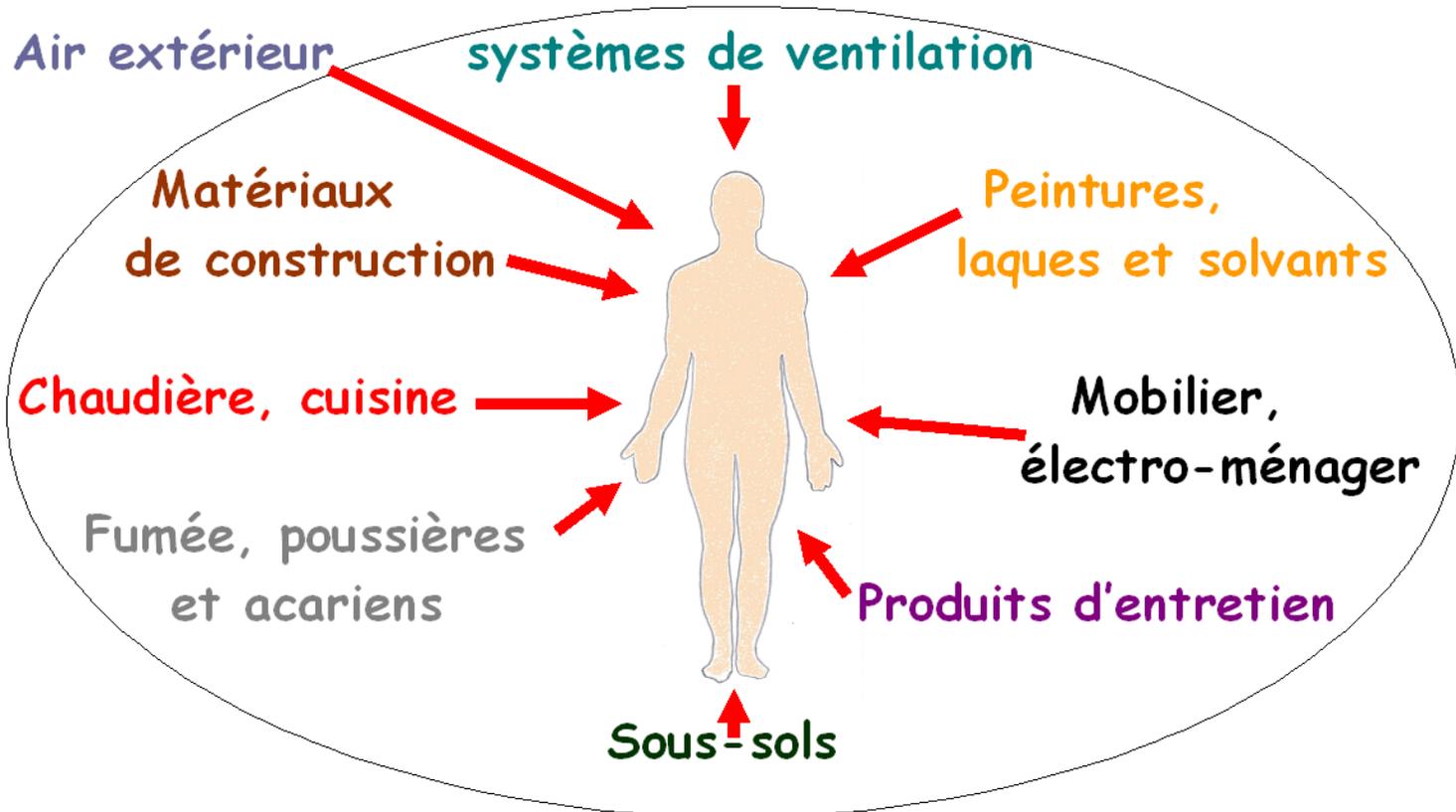


Des produits qui nous empoisonnent





GENESE MULTIFACTORIELLE DES PATHOLOGIES



Sources des polluants des locaux de vie et de travail

Évolution du nombre de cancers sur vingt ans

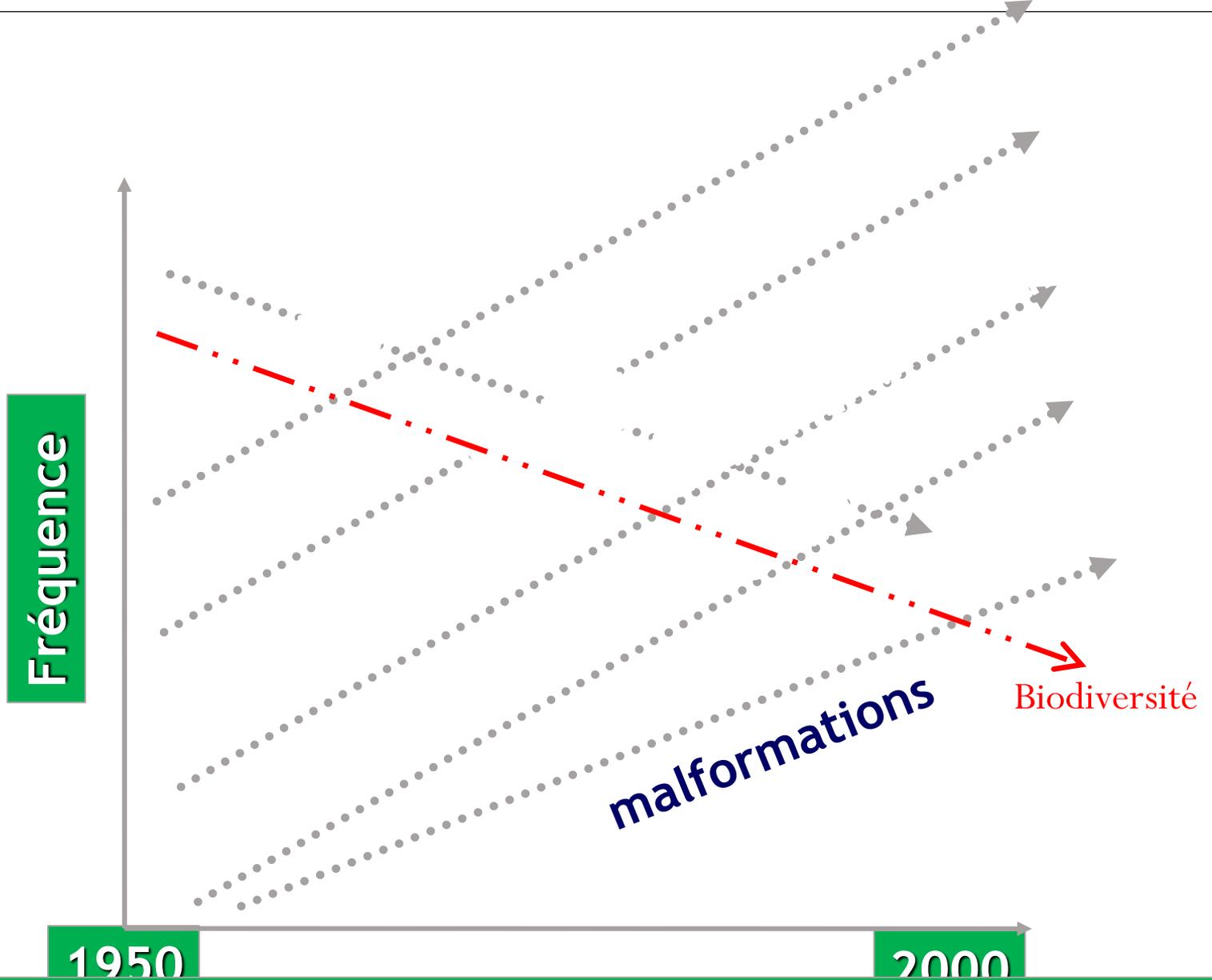
Nouveaux cas de cancers en 2000 et évolution par rapport à 1980

Femmes

Hommes

2 398	+ 73 %	Lèvre-bouche-pharynx	12 990	+ 1,5 %
16 826	+ 47 %	Colon-rectum	19 431	+ 55 %
962	+ 133 %	Foie	5 014	+ 224 %
4 591	+ 182 %	Poumon	23 152	+ 41 %
4 165	+ 182 %	Mélanome de la peau	3 066	+ 294 %
		Prostate	40 309	+ 271 %
41 845	+ 97 %	Sein		
2 987	+ 147 %	Rein	5 306	+ 113 %
2 602	+ 111 %	Système nerveux central	2 697	+ 84 %
2 890	+ 203 %	Thyroïde	821	+ 115 %
117 228	+ 60 %	TOUS CANCERS	161 025	+ 66 %

Source : Institut national de veille sanitaire



**Pathologies environnementales
liées à l'inhibition de la communication cellulaire**

Pathologies humaines

Pathologies
héréditaires

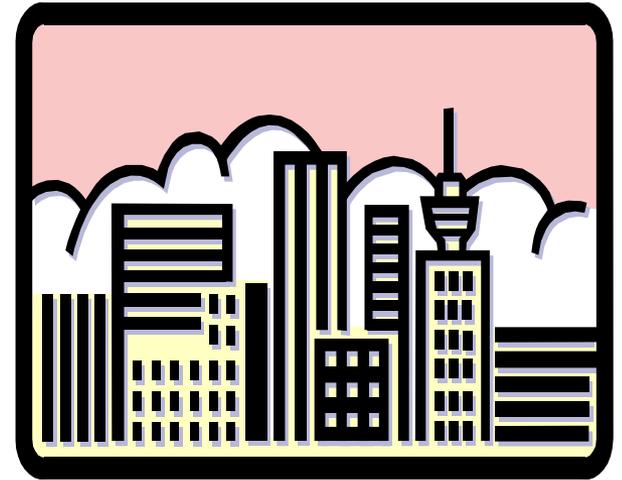
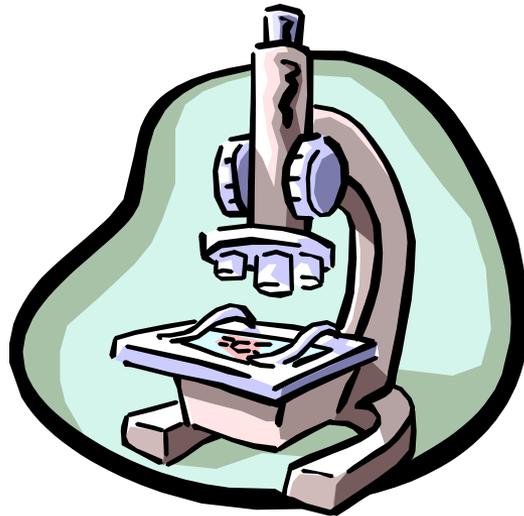
Pathologies
environnementales

Chromosomi-
ques

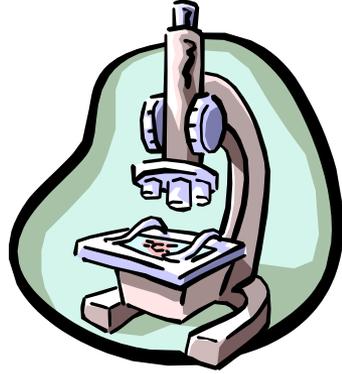
épigénétiques

microbiennes

Non
microbiennes



Pathologies microbiennes



Agents auto-multiplicatifs

Effets + court terme

Spécificité d'organe

Taille cellule,

immunologie

Agent facilement mesuré,

symptômes caractéristiques

Epidémiologie + facile

Médecine pasteurienne:

Maîtrise de l'espérance de vie

Hygiène bactérienne

Pathologies non microbiennes



Agents s'accumulent

bioaccumulation, xénobiotique

Effets + long terme

Effets + diffus

Taille molécule,

Détoxification foie, reins

Difficilement mesuré

Symptômes divers, effets combi

Transgénérationnels parfois

Epidémiologie + difficile,

Hygiène physico chimique:

DEFI du XXI° SIECLE