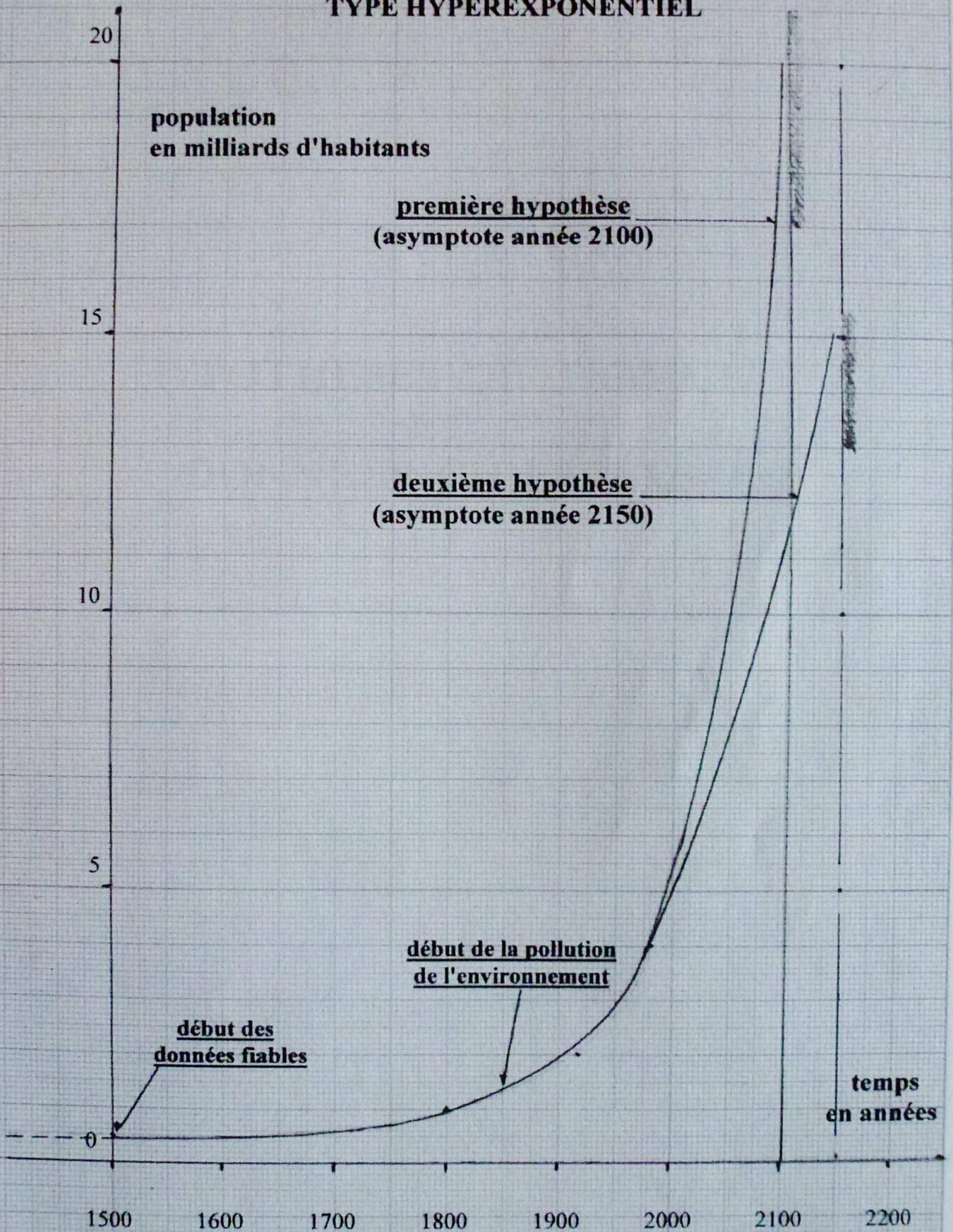


COURBE DE L'EXPLOSION DÉMOGRAPHIQUE

TYPE HYPEREXPONENTIEL



TABLEAUX COMMENTÉS

➤ EFFET DE SERRE

TABLEAU A1

Vecteurs de l'effet de serre							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
N°	Corps	Formule	PRG	Durée de vie (années)	Unités	Concentration	Concentration
1	Dioxyde de carbone	CO ₂	1	100	Ppm(v)	280	380
2	Méthane	CH ₄	25	12	Ppb (v)	750	1750
3	Protoxyde d'azote	N ₂ O	298	114	Ppb (v)	270	320
4	Halocarbures (min)	-	1000	10000	Ppt (v)	-	1000
5	Halocarbures (max)	-	10000	50000	Ppt (v)	-	10000

L'effet de serre provoqué par ces composants se rattache au dioxyde de carbone par deux propriétés, la durée de vie moyenne avant destruction et le potentiel de réchauffement global (PRG), dont l'unité correspond à celui du carbone, par exemple le réchauffement de l'effet de serre provoqué par N₂O est 298 fois plus élevé que celui provoqué par CO₂. Le cas de l'ozone (O₃) est exposé dans le texte principal. La vapeur d'eau (H₂O) possède des propriétés spéciales. En principe, les concentrations sont celles de début et de fin de l'anthropocène.

TABLEAU A2

Tension de vapeur d'eau saturante							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
N°	Température (°C)	Tension (m d'eau)	Tension (%)	N°	Température (°C)	Tension (m d'eau)	Tension (%)
1	0	0,06	0,6	7	30	0,43	4,1
2	5	0,09	0,9	8	35	0,57	5,5
3	10	0,12	1,2	9	40	0,74	7,1
4	15	0,17	1,6	10	45	0,96	9,3
5	20	0,24	2,3	11	50	1,24	12,0
6	25	0,32	3,1				

Extrait de la courbe de Regnault (tension de vapeur saturante en fonction de la température (interpolation linéaire)). Dans le tableau, il s'agit du pourcentage par rapport à la colonne d'eau équivalente à la masse de l'atmosphère dans les conditions normales de pression et de volume). En climatologie, l'humidité peut être absolue (tension saturante) jusqu'à 30°C (données ponctuelles) ou 25°C (données moyennes), au-delà, elle reste toujours relative. Exemple de Ouargla (Sahara, 32° lat. N.) pour juillet, moyennes interannuelles : $t_{\max} = 42,8^\circ$, $t_{\min} = 25,5^\circ$, $t_{\text{moy}} = 34,1^\circ$, humidité relative pour cette $t_{\text{moy}} = 24\%$, d'où la tension interpolée dans le tableau ; précipitations : 50mm d'eau. Durant trois mois de suite, juin / août, $t_{\max} \geq 40^\circ$. ; pour l'année : $t_{\max} = 30,1^\circ$, $t_{\min} = 14,9^\circ$,

$t_{\text{moy}} = 22,5^\circ$; maximum absolu pour la période d'observations : 53° en juillet. Cette ville est très aride, torride et sèche.

L'effet de serre produit par la vapeur d'eau varie au cours de la journée, du mois, de la saison, de l'année. La tension de vapeur varie habituellement entre 1 et 5% de la pression atmosphérique, 10.000 fois supérieure à celle du CO_2 .

TABLEAU A3

Albédo astronomique, approche globale			
(1)	(2)	(3)	(4)
N°	Désignation	Valeur	Observations
1	Mercure	0,07	Sol rocheux
2	Vénus	0,68	Atmosphère dense
3	La Terre	0,36	Composite + couverture nuageuse variable
4	Mars	0,07	Sol rocheux
5	Jupiter	0,73	Atmosphère dense
6	Saturne	0,76	Atmosphère dense
7	La Lune	0,07	Sol rocheux
8	Neige fraîche	0,90	Témoin, approche partielle
9	Glacier ancien	0,70	Témoin, approche partielle

L'albédo étant généralisé à l'énergie globale et ramené au m^2 de surface, la puissance maximale reçue du soleil par la Terre en haute altitude est de $1370\text{W}/\text{m}^2$ à l'équateur, de 1200 aux tropiques, de 950 au $45^{\text{ème}}$ parallèle au solstice correspondant ainsi que de 500, si on considère la moyenne intégrée sur 24 heures, (voir « **AUTRES UNITÉS** », plus loin).

TABLEAU A4

Répartition des terres et des mers				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
N°	Désignation	% Planète	% Continents	Observations
1	Océans et mers	0,710	-	$0,710 + 0,290 = 1,000$
2	Total continents	0,290	1,00	Incluant de (3) à (9)
3	Asie	0,088	0,30	Avec Sibérie jusqu'à l'Oural
4	Afrique	0,058	0,20	
5	Amérique du Nord	0,046	0,16	Incluant Amérique centrale
6	Amérique du Sud	0,035	0,12	Amérique = 0,081 et 0,28
7	Europe	0,020	0,07	Jusqu'à l'Oural
8	Australie	0,017	0,06	Incluant toute l'Océanie
9	Antarctique	0,026	0,09	

TABLEAU B1

Périodes météorologiques normales (températures)				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
N°	Période	Date début	Date fin	Observations
1	Complément	1.1.1841	31.12.1870	Pseudo-période
2	Complément	1.1.1871	31.12.1900	Pseudo-période
3	1 ^{ère}	1.1.1901	31.12.1930	Météorologie
4	2 ^{ème}	1.1.1931	31.12.1960	Météorologie
5	3 ^{ème}	1.1.1961	31.12.1990	Météorologie
6	4 ^{ème}	1.1.1991	(31.12.2020)	En cours

TABLEAU B2

Phases d'activité humaine				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
N°	Phase d'activité	Date début (années)	Epoque géologique	Date début (années)
1	Originelle	- 1,5.10 ⁶	Pléistocène Holocène	- 1,5.10 ⁶ -10.000
2	Thermodynamique	1.1.1841	Anthropocène	Sans objet
3	Finitude	1.1.1991	Anthropocène	Sans objet

Remarque : il n'y a pas exactement de superposition des phases d'activité humaine à caractère climatique et des époques géologiques à l'intérieur de la période quaternaire. Les dates de début de phases résultent de conventions (ajustement sur le pléistocène, sur la météorologie). L'anthropocène est une création nouvelle.

TABLEAU D5
(Normes OMS, 1994)

Seuils de quelques effets déterministes			
(1)	(2)	(3)	(4)
N°	Organe	Seuil (en Gy)	Effet
1	Corps entier	0,5	Vomissements (1)
2	Corps entier	3	Effondrement immunitaire
3	Corps entier	5	Mort 50 fois sur 100
4	Corps entier	10	Mort inexorable
5	Moelle osseuse	1,5	Mort
6	Poumon	5	Mort
7	Testicules	3,5	Stérilité définitive
8	Thyroïde	5	Hypothyroïdie

(1) Pour le corps entier 1Gy = 1Sv

➤ **CYCLE PÉDOLOGIQUE**

TABLEAU E1

Destruction des sols				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
N°	Utilisation	Durée (années)	C _{DDS}	Observations
1	Irrigation en Mésopotamie	5000	4	Salinité
2	Rotation et jachère au Moyen Âge	-	<4	Semi-naturelle
3	Monoculture : maïs, blé	50	400	Érosion
4	Monoculture : coton	25	800	Érosion
5	Monoculture : agrocarburants	25	800	Érosion
6	Ranching en Amazonie (fast food)	20	1000	Érosion

Voir auparavant « Paramètres chiffrés, Destruction des sols », ci-dessous. La rotation des cultures associée à la jachère et au bocage au Moyen Âge n'a pas affecté les terrains après 1200 ans de pratique ; elle est sans doute même plus efficace que la pratique de l'irrigation dans l'Antiquité. Par contre, la monoculture intensive et surtout le ranching sont hautement destructeurs. Appelons C_{DDS} le coefficient de destruction des sols.

TABLEAU F1

Coefficients de ruissellement		
(1)	(2)	(3)
N°	Désignation	Coefficients
1	Habitations très denses (≥ 160 hab./ha)	0,90
2	Habitations denses (80 hab./ha)	0,60/0,70
3	Habitations moins denses (40 hab./ha)	0,40/0,50
4	Quartiers résidentiels	0,20/0,30
5	Zones industrielles	0,20/0,30
6	Squares, jardins, prairies (a)	0,05/0,20

(a) : selon pente et perméabilité des sols. Le coefficient de ruissellement d'une surface donnée est le rapport de l'eau (exprimée en hauteur) qui ruisselle de cette surface à la précipitation correspondante tombée sur elle. Les valeurs proviennent de la méthode globale avec coefficient moyen, non de celle de décomposition en aires partielles ; source : manuels classiques d'assainissement urbain ; valeurs traditionnelles de projets complétées par la densité d'occupation des sols. L'auteur a également réalisé des milliers de mesures avec un infiltromètre de son invention ainsi que sur des parcelles pilotes. Ce tableau montre que le principal facteur de ruissellement provient de l'activité humaine, qui influe sur les structures et sur la densité d'occupation des sols.

TABLEAU F2

Barrages-réservoirs du Bassin parisien (a)					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
N°	Cours d'eau	Localisation retenue (b)	Date	Volume ($10^6 m^3$)	Plan d'eau (hectares)
1	Yonne	Pannecière	1949	80	520
2	Seine	Troyes, avant l'Aube	1966	205	2300
3	Marne	Lac de Der-Chantecoq (c)	1974	350	4800
4	Aube	Amance/Auzon	1990	170	2320 (d)
5	Ensemble	-	-	805	9940
6	Serre-Ponçon	(témoin)	1960	1270	3000
7	Seine/Yonne	La Bassée, en projet	2013	55	2300

(a) Barrages écrêteurs de crue, de soutien de débit d'étiage et d'alimentation en eau potable.

(b) Toutes les digues sont en terre (barrage poids), sauf celle de Pannecière, en béton.

(c) Situé près de Saint-Dizier (Haute-Marne).

(d) Somme pour les deux lacs, Auzon-Temple (1840ha) et Amance (480ha).

La Seine (776km) a pour principaux affluents de la source à l'embouchure : l'Aube (248km, RD = affluent de rive droite), l'Yonne (293km, RG), le Loing (166km, RG), la Marne (525km, RD), l'Oise (302km, RD, grossie de l'Aisne, 280km, RG), l'Eure (225km, RG). Elle prend sa source à 471m d'altitude et la superficie de son bassin versant est de $78.650 km^2$.

DONNÉES CHIFFRÉES

➤ COEFFICIENTS FONDAMENTAUX

◆ Extinctions planétaires majeures :

La durée des extinctions planétaires majeures est variable et mal définie. Si l'on excepte la 1^{ère}, celle du Protérozoïque, très longue mais inconnue, elle varie à l'intérieur d'une fourchette qui s'étend d'une cinquantaine de millions d'années pour la 4^{ème}, celle du Permien, à un million d'années ou davantage, pour la 6^{ème}, celle du crétacé. La 7^{ème}, d'origine anthropique, s'étend sur environs vingt mille ans. Appelons C_{EPM} le rapport de la durée d'une extinction planétaire choisie sur celle de l'extinction anthropique. Dans les meilleures conditions de durée, C_{EPM} est de l'ordre de 50 ($C_{EPM} = 10^6/2 \cdot 10^4 = 50$). L'extinction anthropique est la plus brutale de toutes les extinctions, au minimum 50 fois plus brutale que l'extinction majeure la plus courte.

◆ Destruction des sols :

Prenons comme définition de la destruction des sols une érosion ou une destruction décapant vingt centimètres de terre arable sur des pentes horizontales ou à faible déclivité ($<6^\circ$) et admettons en première analyse que les études réalisées sous le climat de l'Oklahoma sont extrapolables à la planète. Prenons comme destruction naturelle une durée de 20.000 ans (en réalité de 20.000 à 30.000 ans pour une prairie et de 50.000 à 100.000 ans sous un couvert forestier). Appelons coefficient de destruction des sols C_{DDS} le rapport de la durée de destruction naturelle à celle de destruction dans des conditions particulières. Le tableau ci-dessus dans la présente annexe fournit quelques exemples.

◆ Longévité de l'espèce humaine :

Les conditions astronomiques allouent à la Terre des conditions favorables au développement de la vie encore pendant une durée de deux milliards d'années. L'activité humaine n'autorise pas une telle durée. Appelons coefficient de réduction de la longévité de l'espèce (C_{RLE}) le rapport de cette première valeur sur la seconde. En l'absence de toute précision, prenons l'an 2000 comme origine. À titre d'exemple, imaginons qu'il existât dans le passé un premier Homo sapiens prévoyant l'extinction de sa race 80.000 ans plus tard, soit 10.000 ans après l'an 2000. Alors pour le premier, $C_{RLE} = 2 \cdot 10^9/8 \cdot 10^4 = 25.000$ et pour nous, $C_{RLE} = 2 \cdot 10^9/10^4 = 200.000$. Mais avec la seconde hypothèse de la courbe de l'explosion démographique, deuxième hypothèse avec une marge de sécurité de 50 ans, la durée est alors de deux siècles et $C_{RLE} = 2 \cdot 10^9/2 \cdot 10^2 = 10^7 = 10.000.000$. Dans tous les cas, la longévité et l'espérance de vie sont ridiculement faible vis-à-vis du cadeau astronomique.

◆ Activité de l'espèce humaine :

Considérons comme unitaire l'activité humaine originelle d'un groupe de 10.000 individus, à savoir il y a plus ou moins un million et demi d'années, d'où la notion d'un coefficient d'activité

humaine à une période définie par le rapport des deux valeurs. L'expansion continue s'est effectuée au rythme lent de la propagation d'inventions nouvelles, révolutionnaires, à l'impact souvent sous-estimé. Citons en quelques-unes.

Le propulseur : j'ai constaté que les aborigènes d'Australie étaient capables de planter leur lance en plein milieu d'une cible à une distance difficilement atteinte par le lancement sans obligation de but d'un champion olympique ; l'arc pour la chasse au gros gibier sans contact direct ; la redoutable arbalète qui permit à un royaume combattant de conquérir toute la Chine en vingt ans et fut interdite par l'Église médiévale comme arme de destruction massive.

Ceci nous amène à la fin du Moyen Âge où le coefficient C_{AEH} égale 50.000 (voir ci-dessus la courbe de l'explosion démographique). Minimisons cette valeur à 10.000 et effectuons un transfert d'origine vers l'an 1500 (entre 1492 et 1515) et $C_{AEH} = 10.000$). Dans ces conditions, le début de la pollution planétaire correspond approximativement à 1850 avec $C_{AEH} = 30.000$ ou par convention à 1841 avec $C_{AEH} = 25.000$ où commence à s'appliquer les principes de dérèglement climatique.

◆ Gaspillage des ressources énergétiques :

Le stock de pétrole s'est constitué en un milliard d'années et celui de charbon en trois cents millions d'années. Admettons pour intégrer les formes fossiles d'énergie que chaque stock (gaz, pétrole, charbon) s'est constitué en deux cents millions d'années. Si l'exploitation modérée de la houille remonte à l'Antiquité chinoise et l'exploitation parcimonieuse du pétrole au Moyen Âge à Bakou, le premier forage ne remonte qu'au 27 août 1859, il y a un siècle et demi. Admettons une durée très surestimée d'un millénaire à la cadence actuelle pour épuiser le stock des gisements attestés, des gisements probables et même d'une partie des gisements ultimes. Appelons coefficient de gaspillage des ressources énergétiques (C_{GRE}), le rapport de la durée de la constitution naturelle des stocks à celle de leur épuisement. Alors $C_{GRE} = 2.10^8/10^3 = 2.10^5 = 200.000$. Le taux d'épuisement des ressources énergétiques est terrifiant.

➤ DÉFINITIONS

◆ L'équivalent-habitant, pollueur des eaux :

C'est dans le cadre de la pollution des eaux, que fut défini pour la première fois l'équivalent-habitant (EH), qui correspondait aux critères suivants, par jour et par activité professionnelle :

* consommation d'eau : 150 litres.

* production de matières solides totales (MEST), hors dégrillage et dessablage : 90g (1/3 minérales, 2/3 organiques ; 1/3 décantables, 2/3 non décantables dans les deux cas précédents).

* Demande Biochimique d'Oxygène (DBO_5) : 54g, avec $DBO_{21} = DCO$ (Demande Chimique d'Oxygène, assumant une biodégradation complète) et $DCO/DBO_5 = 1,50$.

* l'azote et le phosphore, facteurs d'eutrophisation, n'avaient pas été pris en compte.

* l'aspect bactériologique, vecteur de maladies, avait été négligé (traitement : stérilisation des boues par incinération).

L'assimilation d'un porc à 4 EH signifie que toutes les caractéristiques précédentes, hors la consommation d'eau, sont à multiplier par 4.

Il y a lieu de noter par exemple que l'EH néerlandais produisait la même quantité de MEST, 20% de plus de DBO₅ et consommait 1/3 de volume d'eau en moins ; l'EH des USA produisait la même quantité de MEST, 50% de plus de DBO₅ et consommait 2,5 fois plus de volume d'eau.

Cette notion d'EH fut particulièrement productive, puisqu'elle permit de mettre en place au niveau mondial un réseau évolutif contre la pollution des eaux d'origine humaine, animale et en partie industrielle (industrie agroalimentaire). Nous extrapolons donc cette notion à d'autres disciplines.

◆ L'équivalent-habitant nucléaire (EH_N) :

Le DARI ou Dose Annuelle due aux Radiations Internes fut proposé en vain par Georges Charpak, lauréat du prix Nobel de physique en 1992, comme unité à côté du becquerel en remplacement du sievert/an. En première approximation, il correspond à 8.000 Bq (40K = 4000Bq, 14C = 4000Bq) émis par l'être humain standard, de sexe indifférencié, pesant 70kg, n'ayant pas fait l'objet de traitement médical ou d'un traitement sans récurrence cancéreuse depuis 5 ans (soit ~0,177mSv). Cette unité peut être prise comme EH_N. La catastrophe de Tchernobyl montre que cette unité est applicable à la faune (éventuellement la flore), sous réserve de déterminer le nombre d'EH_N moyen pour les espèces animales les plus marquantes.

Un rapport de l'ONU de 1993 présente des blocs de granite émettant 1400 Bq/kg. La COGEMA (Compagnie Générale des Matières Nucléaires) précise certaines valeurs d'échantillons par un coefficient multiplicateur de cette valeur, arrondi par nous : 2,50 (Limousin), 2,20 (Corse), 4,20 (Bretagne), mais 0,60 (Sardaigne).

Alors que la masse de radon est divisée par mille en moins de 40 jours, la période du radium est de 1600 ans et correspond à un élément pratiquement constant comparé à la vie humaine. Un gramme de radium équivaut à 40.10⁹ Bq. L'humanité (an 2000) équivaut donc à plus ou moins 1kg de radium au strict point de vue de l'émission radioactive.

◆ L'équivalent-habitant énergétique (EH_W) :

L'être humain standard se comporte comme une source de chaleur fonctionnant à 37°C soit 310K. Au repos, sa puissance moyenne est supposée être de 100W et pondérée par l'activité, de 150W, mais elle varie avec les individus (sexe, taille, poids). Il y a lieu de noter qu'un sportif normal en action et exempt de dopage peut atteindre 350W pendant plusieurs heures. Au repos, EH_W correspond donc à 3,15 Gigajoule/an et pondérée à 4,72 Gigajoule/an. L'énergie reçue du soleil et absorbée par la Terre est 1000 fois plus élevée que l'énergie fournie par l'humanité (an 2000). Une étude reste à faire pour extrapoler l'EH_W à la faune.

◆ L'équivalent-habitant, vecteur de l'effet de serre par le carbone (EH_C) :

Pratiquement, l'unique gaz à effet de serre impliqué lors de la respiration est le dioxyde de carbone (CO₂). L'être humain standard correspond au repos et dans les conditions normales à :

- une capacité pulmonaire active est 0,5dm³,
- une fréquence respiratoire de 16/mn,
- un pourcentage d'air inspiré de 21 d'oxygène, de 0 de CO₂, de 0 d'H₂O,
- un pourcentage d'air expiré de 16 d'oxygène, de 4,5 de CO₂, de 0,5 d'H₂O,

l'azote (78) et l'argon (1) étant équilibrés dans l'échange, ne sont pas pris en compte. pondération par activité professionnelle par convention égale à 1,3, d'où EH_C équivalant à 270m³/an d'oxygène consommé (inspiré - expiré) et de 240m³/an de dioxyde de carbone expiré et correspondant à l'être humain de la courbe de population.

Le dioxyde de carbone est très stable (durée de vie : 100 ans), mais le réservoir atmosphérique vis-à-vis de l'humanité en tant que source non contrebalancée par des puits, en situation stable dans les conditions actuelles (an 2000) équivaut à 1000 ans.

Les animaux pris en compte sont les mammifères et les oiseaux qui possèdent seuls une ventilation pulmonaire. Il faut déterminer le nombre d'EH_C moyen pour les espèces les plus marquantes. Sommairement, le cheptel vif s'élève à un milliard et demi de bovins, autant de moutons et chèvres, un milliard de porcins, outre un milliard et demi de mammifères ou vertébrés sauvages. Provisoirement, nous avons admis 2,5 EH_C pour ces animaux standardisés.

◆ L'équivalent-habitant, vecteur d'un effet de serre hors carbone (EH_S) :

La teneur de CO₂ dans l'air de 280 ppm entretient une ambiance interglaciaire. Il crée un effet de serre relevant la température due à l'énergie solaire de 32°C aboutissant à une température terrestre moyenne de 15°C, favorable au développement de la vie.

Outre le CO₂, il existe d'autres composants, le principal étant la vapeur d'eau à l'action complexe, ainsi que plus dilués mais à fort PRG (Potentiel ou Pouvoir de Réchauffement Global), à savoir le méthane, le protoxyde d'azote et les halocarbures, outre l'ozone, variété allotropique de l'oxygène. Les ruminants par suite de leur activité digestive et contrairement à l'être humain, sont très impliqués dans la production de méthane. Ces composants, dont nous soupçonnons l'importance, ne peuvent malheureusement pas être traités par insuffisance d'information. Se reporter au Tableau dans la présente annexe pour le comportement de ces composants.

➤ QUELQUES EXEMPLES D' ACTIONS À ENTREPRENDRE

- ◆ Pour lever les contradictions existantes, procéder à une étude épistémologique, par exemple par la méthode des systèmes experts, à savoir par tableaux synoptiques conduisant du plus simple ou consensuel au plus complexe ou contestable.
- ◆ Parallèlement, réaliser une étude exhaustive sur l'équivalent-habitant compte tenu des disciplines et des entités prises en compte dans chaque discipline.