

N°
45/46

Supplément à :
La lettre d'information
du
Comité Stop-Nogent-sur-Seine

20 FF.

Janvier-Février-Mars 1990

ISSN 0996-5572

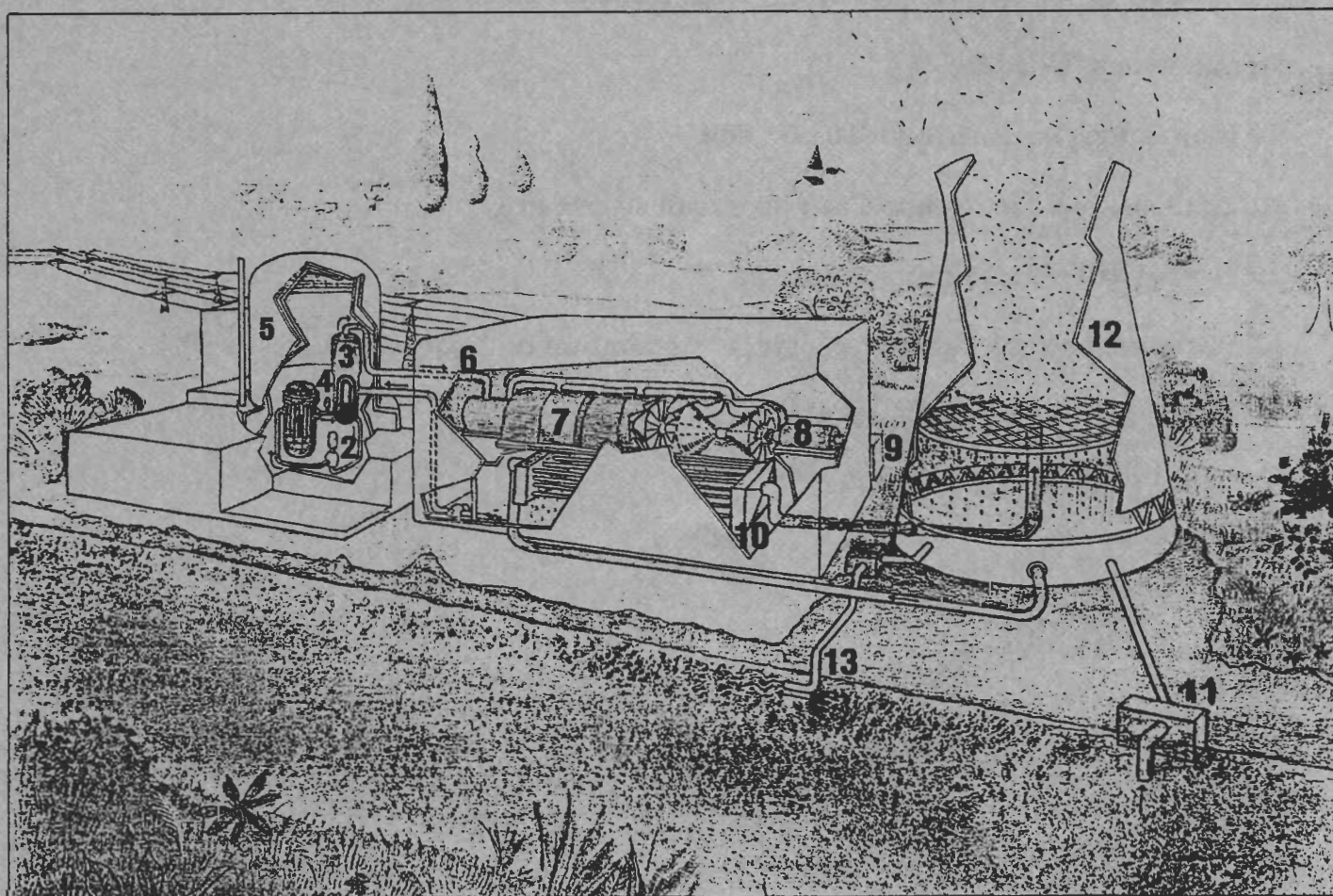
Document d'information

sur

L'énergie nucléaire

Présentation, principe

Rayonnements, contamination et normes,
La radioactivité générée par l'industrie nucléaire



La lettre d'information du Comité Stop-Nogent/s Directeur de publication : Claude Boyer, Imprimée et photocomposée par nos soins . Abonnement : 1an/12 n° = 50FF. (gratuit pour les chômeurs et étudiants adhérents du comité) CPPAP n° AS 71349

Courrier : Comité Stop-Nogent/s chez Nature et Progrès , 14 rue des Goncourt , 75011 Paris

Tel : 48 76 32 37 , demander Claude ou Gilles Adhésion / 50 F. / an minimum

Réunions : les 1er et 3ème jeudis de chaque mois à 19 heures à l'A.E.P.P. 46 rue de Vaugirard 75006 Paris M° Luxembourg

Page de couverture:

- 1-) coeur du réacteur 4000 Mégawatt thermique pour 1300 Mw électrique
- 2-) une des boucles du circuit primaire avec sa pompe.
- 3-) GV ou générateur de vapeur, transforme la chaleur de l'eau du circuit primaire à 328° en vapeur d'eau sous pression (70 bar), pour la turbine. 4 GV par Réacteur.
- 4-) pressuriseur, maintient la pression à 155 bar dans le circuit primaire.
- 5-) bâtiment réacteur.
- 6-) circuit secondaire
- 7-) turbines (1 corps haute pression, 3 corps basse pression)
- 8-) alternateur 1300 Mw
- 9-) transformateur électrique 400 000 Volt
- 10) condenseur de la vapeur d'eau du circuit secondaire.
- 11) prise d'eau pour le refroidissement.
- 12) réfrigérant atmosphérique, réduit la température de l'eau rejetée
- 13) rejet d'eau et de radioactivité du circuit réacteur.

L'ENERGIE NUCLEAIRE

PRESENTATION DU NUCLEAIRE	4
RAYONNEMENTS, CONTAMINATION ET NORMES	5
Les rayonnements directs	7
La contamination	7
Unités	8
Normes de radioprotection	8
La période	8
La radioactivité en médecine	8
Les limites annuelles d'incorporation (L.A.I.)	11
LA RADIOACTIVITE NATURELLE	12
Les rayons cosmiques	12
Le potassium 40	13
L'uranium et le thorium	13
LA RADIOACTIVITE GENEREE PAR L'INDUSTRIE NUCLEAIRE	14
Les produits de fission	14
Les produits d'activation	14
Les transuraniens	14
Le tritium	14
Rejets des centrales nucléaires	16
Contrôle de l'eau par les producteurs d'eau potable	17
Contrôle de la radioactivité autour de Nogent-sur-Seine	17
Les autres pollutions des centrales nucléaires	18
Les effluents chimiques au contact de la radioactivité	19
Critique économique de La Hague	19

PRESENTATION DU NUCLEAIRE

L'énergie disponible dans les atomes peut être libérée lors de leur fission. Cette énergie est utilisée dans des réacteurs qui, en chauffant de l'eau, produisent de la vapeur sous pression qui entraîne des turbines, lesquelles entraînent des alternateurs, générateurs d'électricité.

La fission du plutonium 239 par des neutrons rapides (Phénix à Marcoule - Gard - 250 mégawatts) et Superphénix à Crey-Malville (Drôme - 1.200MW) n'est utilisée que dans quelques centrales dans le monde, et seuls la France et le Japon en envisagent une exploitation industrielle. Mais la complexité des risques et surtout le coût de cette filière ont placé son avenir dans l'incertitude.

La fission de l'uranium 235 par des neutrons modérés (thermiques ou lents) est la plus répandue: 400 réacteurs dans le monde produisent 1,6% (normes de l'Organisation des Nations Unies) de l'énergie consommée par l'homme. La modération est obtenue par l'eau, l'eau lourde (2H -Deutérium) ou le graphite. Le combustible utilisé est de l'uranium 235 ($\text{U}235$), mélangé avec de l'uranium 238 ($\text{U}238$), soit à l'état naturel (0,7% $\text{U}235$), soit enrichi (3,2% $\text{U}235$). Le véhicule caloporteur est l'eau ou le gaz carbonique (CO_2).

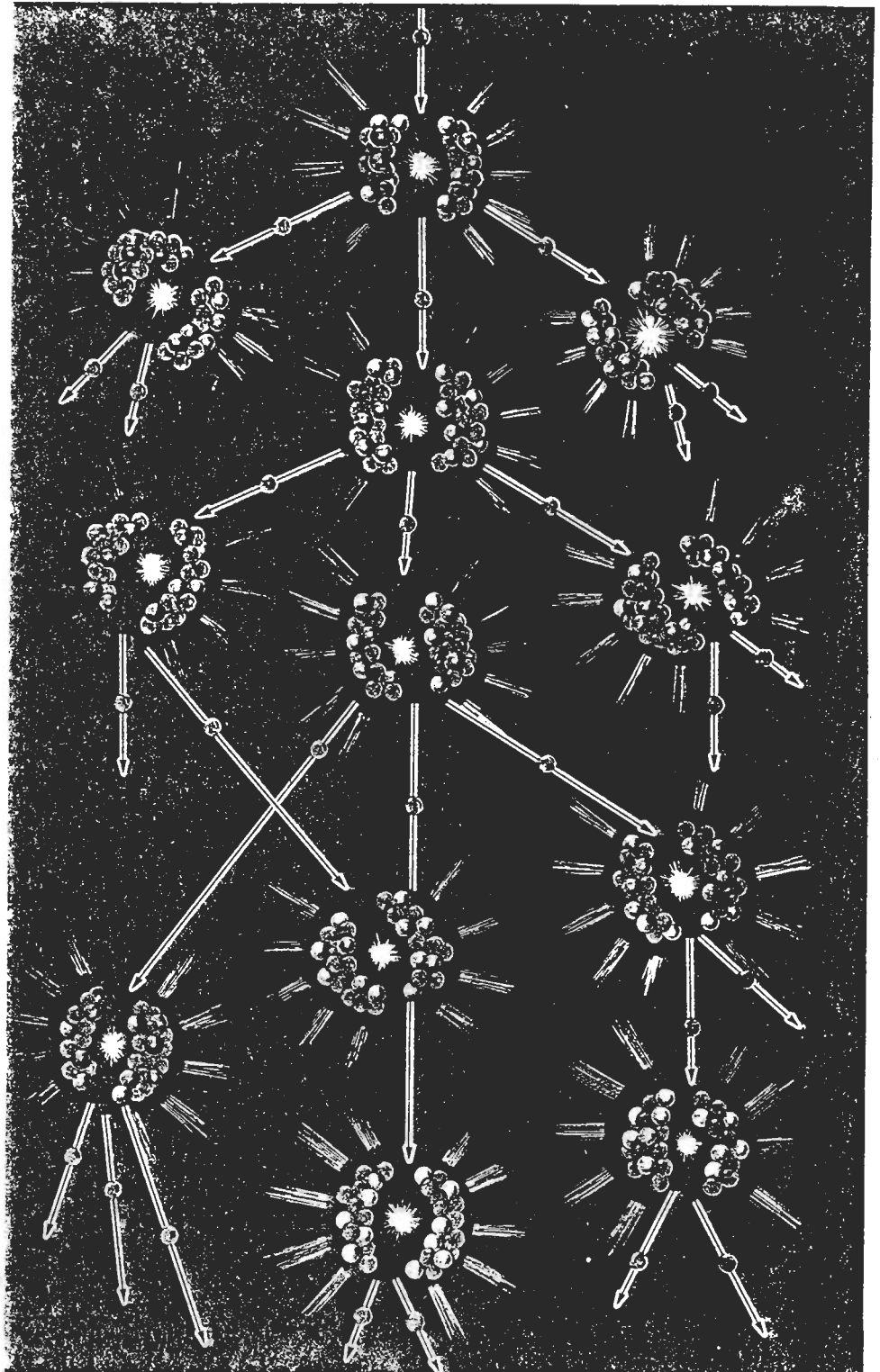
La France a d'abord construit 9 réacteurs NMGG (dits à uranium naturel, soit 0,7% $\text{U}235$, modéré par graphite et utilisant le CO_2 comme caloporteur). Cette filière est jugée aujourd'hui comme non rentable et bien des

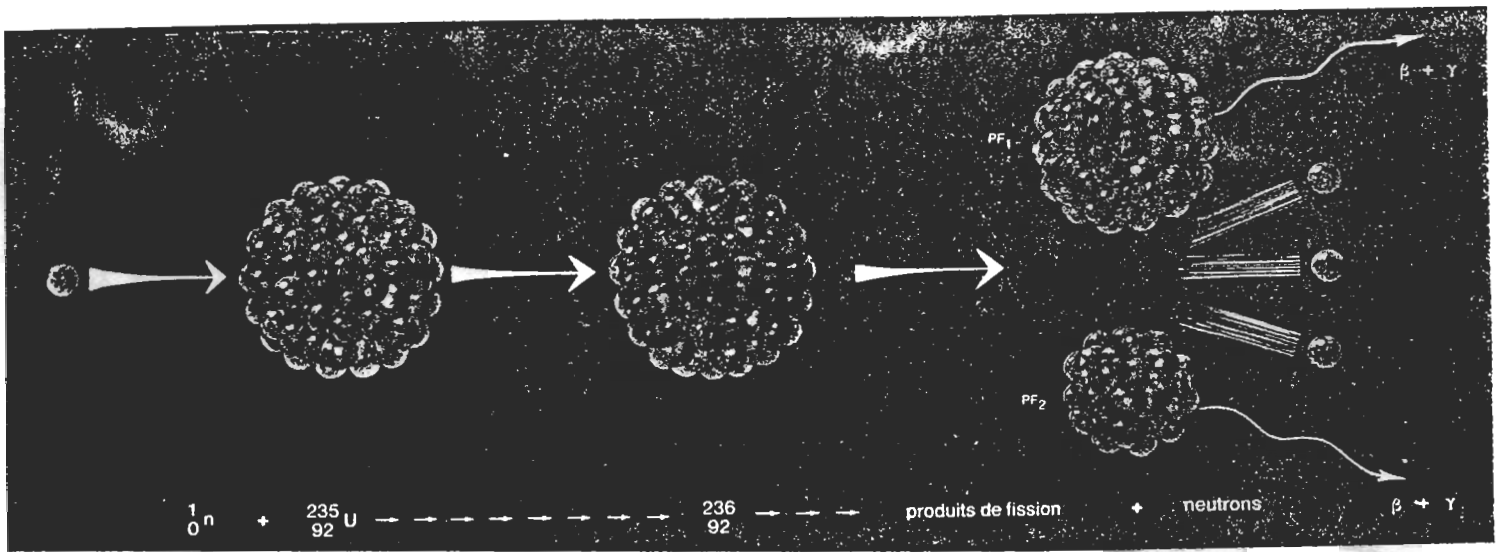
pays nucléarisés envisagent son abandon. La France possède encore 4 réacteurs de ce type en service. L'arrêt définitif devrait intervenir prochainement. Son avantage réside dans son utilité militaire: la capture de neutrons par l' $\text{U}238$ permet d'obtenir un pluto-

nium de grande pureté pour la fabrication de bombes. A ce jour, Electricité de France (EDF) donne encore à l'armée le combustible irradié dans les 4 réacteurs MMGG.

La filière la plus répandue est le PWR ou REP

RÉACTION DE FISSION EN CHAÎNE





(réacteur à eau pressurisée), qui utilise l'eau comme modérateur caloporteur, et l'uranium enrichi (3,2% U 235) comme combustible. Le parc français est constitué de 34 réacteurs de 900 MW, dont le premier fut mis en service en 1977 à Fessenheim (Est de la France), de 20 réacteurs de 1.300 MW, dont le premier fut mis en service en 1985 à Paluel (Normandie) et 6 sont encore en chantier. Deux réacteurs de 1.400 MW sont actuellement en construction à Chooz (Ardennes).

En France, le nucléaire produit 75 % de l'électricité et un

tiers de l'énergie totale consommée. EDF exporte, à perte, 13 % de sa production (l'équivalent de la production de 7 réacteurs de 1300 Mw), au prix de 14,8 centimes/Kwh pour un coût moyen de production et transport de 25,3 centimes/Kwh (prix 88). Les clients les plus importants d'EDF sont Eurodif à Tricastin dans la Drôme pour l'enrichissement de l'uranium: 20 TéraWatt/h/an (1 téraWatt/h = 1 milliard de kilowatt/h), l'Angleterre et l'Italie avec 13 Twh/an chacune, et Péchiney avec 9,5 Twh/an pour la production d'aluminium.

L'utilisation des ménages est de 20% de la production pour le chauffage électrique (un logement sur quatre) et de moins de 10% pour les autres usages. Durant la période de pointe en hiver, le chauffage électrique peut dépasser la moitié de la puissance consommée en instantané. C'est donc celui-ci qui dimensionne le parc de production, ainsi que le réseau de transport et de distribution. Le coût moyen d'un Kwh pour cet usage est de 1,10 F hors taxes : il est donc vendu à perte. D'autres catégories d'usagers doivent donc compenser ce déficit.

RAYONNEMENTS, CONTAMINATION ET NORMES

Un atome contient un noyau constitué de protons (positifs électriquement) et de neutrons (neutres). Autour de ce noyau gravitent des électrons (négatifs). Le nombre de protons égale le nombre d'électrons et égale le numéro atomique.

Nombre de protons + nombre d'électrons = nombre de masse.

Exemple: ${}^{137}_{55}\text{Cs}$

55

Césium 137 = 55 protons et 55 électrons, 137 - 55 = 82 neutrons.

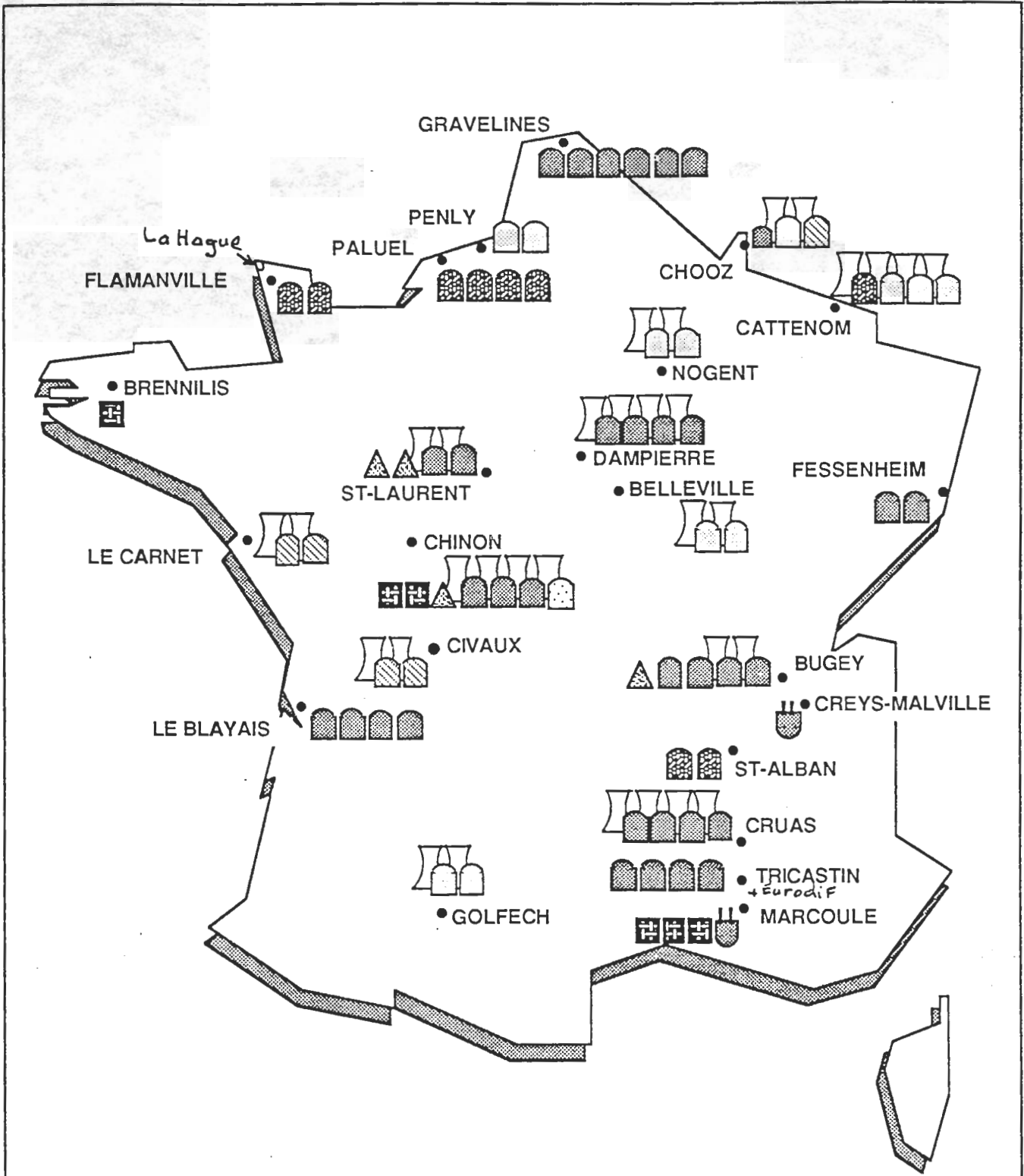
Le césium 137 est instable. Un neutron va éclater pour former un proton qui reste collé au noyau et

un électron qui sera éjecté, ce qui émet un rayonnement bêta (β) négatif. Le numéro atomique augmente et on obtient du baryum 137 (soit 137 nucléons dont 56 protons), métastable, qui libère alors de l'énergie électromagnétique (rayonnement gamma), et devient du baryum stable.

Les rayonnements:

1° Rayonnements électromagnétiques

a) rayons X, ils sont émis à faible puissance lors de la désintégration de certains isotopes instables. Le plus souvent, leur origine est artificielle (radiographies en médecine).



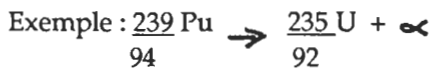
TRANCHES	900 MW REP	1300 MW REP	UNGG	RNR
en exploitation				
en construction				
en projet				
declassées				
	refroidissement en circuit ouvert	refroidissement en circuit fermé		

b) rayons gamma (γ). Désintégration d'isotopes instables d'éléments naturels ou artificiels. Ils proviennent également de l'univers et sont arrêtés par l'atmosphère.

2° Rayons bêta (β). Emission d'un électron. Désintégration d'isotopes instables d'éléments naturels ou artificiels, souvent accompagnés de rayonnements gamma

3° Rayons alpha (α). Emission d'un ensemble de deux protons et deux neutrons (noyau d'hélium). Ils proviennent principalement de la désintégration naturelle d'isotopes instables de numéro atomique supérieur à 81:

- des actinides (actinium (Ac), thorium (Th), uranium (U) (89 à 92),
- des actinides transuraniens qui sont tous artificiels (neptunium (93)(Np), plutonium (Pu) (94), ..., lawrencium (Lw) (103),
- des descendants naturels des actinides (radium (88), ..., radon, polonium, bismuth, ...plomb (82)).



Plutonium \rightarrow uranium + α , Uranium \rightarrow Thorium + α , Thorium \rightarrow Radium + α , Radium \rightarrow radon + α , etc.

4° Rayonnements neutroniques. Projection de neutrons lors d'une explosion nucléaire ou dans les réacteurs. Engendre la réaction en chaîne, qui libèrent d'autres neutrons, brisant à leur tour d'autres noyaux U 235 ou Pu 239. (fission)

Les rayonnements directs.

Les rayonnements à partir d'une source alpha perdent leur énergie au contact de la peau ou d'une feuille de papier, ou un centimètre d'air (électriquement positifs).

Les rayonnements partir d'une source β sont arrêtés par la peau, une feuille d'aluminium ou quelques mètres d'air (électriquement négatifs).

Les rayonnements les plus pénétrants sont, dans l'ordre croissant, les rayons alpha, les rayons β , les rayons X, les rayons gamma et les neutrons. Une forte épaisseur de plomb peut être nécessaire pour arrêter X, gamma et neutrons.

La contamination.

- Directe: sur la peau ou par inhalation par des atomes instables qui vont libérer des rayonne-

CLASSIFICATION PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

Les éléments sont classés horizontalement par nombre atomique croissant et verticalement suivant la disposition des électrons autour du noyau. On retrouve, dans la même colonne, des éléments ayant des propriétés chimiques, analogues (ex. : alcalins dans la première colonne à gauche, gaz rares dans la dernière colonne).

Les cases blanches correspondent aux 90 éléments naturels, les 13 cases bleues aux éléments créés artificiellement.

1 H 1,008 Hydrogène																	2 He 4,003 Hélium
3 Li 6,940 Lithium	4 Be 9,013 Béryllium											5 B 10,82 Bore	6 C 12,010 Carbone	7 N 14,008 Azote	8 O 16,00 Oxygène	9 F 18,99 Fluor	10 Ne 20,183 Neon
11 Na 22,997 Sodium	12 Mg 24,32 Magnésium											13 Al 26,97 Aluminium	14 Si 28,08 Silicium	15 P 30,98 Phosphore	16 S 32,06 Soufre	17 Cl 35,45 Chlore	18 Ar 39,94 Argon
19 K 39,098 Potassium	20 Ca 40,08 Calcium	21 Sc 45,10 Scandium	22 Ti 47,90 Titane	23 V 50,95 Vanadium	24 Cr 52,01 Chrome	25 Mn 54,93 Manganèse	26 Fe 55,85 Fer	27 Co 58,94 Cobalt	28 Ni 58,69 Nickel	29 Cu 63,54 Cuivre	30 Zn 65,38 Zinc	31 Ga 69,72 Gallium	32 Ge 72,50 Germanium	33 As 74,91 Arsenic	34 Se 78,96 Sélénium	35 Br 79,91 Brome	36 Kr 83,7 Krypton
37 Rb 85,48 Rubidium	38 Sr 87,63 Strontium	39 Y 88,92 Yttrium	40 Zr 91,22 Zirconium	41 Nb 92,91 Niobium	42 Mo 95,95 Molybdène	43 Tc 99 Technetium	44 Ru 101,7 Ruthénium	45 Rh 102,91 Rhodium	46 Pd 106,7 Paladium	47 Ag 107,88 Argent	48 Cd 112,41 Cadmium	49 In 114,76 Indium	50 Sn 118,70 Étain	51 Sb 121,76 Antimoine	52 Te 127,61 Tellure	53 I 126,92 Iode	54 Xe 131,3 Xénon
55 Cs 132,91 Césium	56 Ba 137,37 Baryum	57 à 71	72 Hf 178,6 Hafnium	73 Ta 180,89 Tantale	74 W 183,92 Tungstène	75 Re 186,31 Rhenium	76 Os 190,2 Osmium	77 Ir 193,1 Iridium	78 Pt 195,23 Platine	79 Au 197,2 Or	80 Hg 200,61 Mercure	81 Tl 204,39 Thallium	82 Pb 207,21 Plomb	83 Bi 209,00 Bismuth	84 Po 210 Polonium	85 At 211 Astate	86 Rn 222 Radon
87 Fr 223 Francium	88 Ra 226,05 Radium	89 à 103															

serie des
Lanthanides

57 La 138,92 Lanthane	58 Ce 140,13 Cérium	59 Pr 140,92 Praseodyme	60 Nd 144,27 Néodyme	61 Pm 147 Prométhium	62 Sm 150,43 Samarium	63 Eu 152 Europium	64 Gd 156,9 Gadolinium	65 Tb 159,2 Terbium	66 Dy 162,46 Dysprosium	67 Ho 164,94 Holmium	68 Er 167,2 Erbium	69 Tm 169,4 Thulium	70 Yb 173,04 Ytterbium	71 Lu 174,99 Lutécium
--------------------------------	------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	---------------------------------	------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------	------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

serie des
Actinides

89 Ac 227 Actinium	90 Th 232,12 Thorium	91 Pa 231 Protactinium	92 U 238,07 Uranium	93 Np 237 Neptunium	94 Pu 242 Plutonium	95 Am 243 Americium	96 Cm 247 Curium	97 Bk 249 Berkélium	98 Cf 251 Californium	99 Es 254 Einsteinium	100 Fm 256 Fermium	101 Mv 258 Mendelevium	102 No 259 Nobélium	103 Lw 263 Lawrencium
-----------------------------	-------------------------------	---------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	---------------------------------	------------------------------	--------------------------------

LEGENDE

Numero atomique \rightarrow [1]
 SYMBOLE \rightarrow H
 Masse atomique \rightarrow 1,008

ments alpha, β et gamma.

- Par ingestion d'isotopes instables contenus dans les aliments et les boissons.

Il existe 325 isotopes instables d'éléments naturels, et 1.200 d'éléments artificiels (réacteurs, bombes, accélérateurs, etc.).

Unités.

- **Le Gray (Gy)**: unité de mesure de l'énergie de un joule absorbé par 1 kg de matière. On utilise plus couramment le Rad (1 Gy = 100 Rad).

- **Le Sievert (Sv)**, ou équivalent de dose, selon l'efficacité biologique du rayonnement : facteur 1 pour gamma et β , facteur 10 pour les alpha et de 3 à 10 pour les neutrons. On utilise plus couramment le Rem (1 Sv = 100 Rem).

- **Le Becquerel (Bq)** : nombre de désintégrations par seconde.

Exemple 600 Bq/l de lait: chaque seconde, dans ce litre de lait, 600 atomes vont se désintégrer et émettre des rayonnements. On utilisait précédemment la Curie (Ci) (1 Ci = 37 milliards de Bq).

Normes de radioprotection.

Une première étude sur les survivants d'Hiroshima et Nagasaki a permis d'établir une relation de 125 décès par cancer et 41 anomalies génétiques pour un million de personnes ayant reçu 1 Rem chacun dans leur vie.

Le risque fut comparé avec l'industrie la plus sûre, et ainsi la norme fut fixée à 5 Rem/an pour les travailleurs du nucléaire et divisée par 10 (500 mRem/an) pour les populations.

Mais les études complémentaires sur Hiroshima, toujours incomplètes à ce jour, ont fait apparaître un risque de 1.750 décès par cancer pour un million de personnes ayant 1 Rem dans leur vie (augmentation du risque d'un facteur 14). Ces études ont débuté cinq ans après les bombes, les personnes les plus vulnérables (enfants, personnes âgées, malades, femmes enceintes) ayant pu décéder d'autres causes dans l'immédiat après-guerre (maladies, malnutrition, froid, etc.).

En 1985, la C.I.P.R., organisme international de conseil en radioprotection, préconisait une nouvelle norme de 1 Rem/an pour les travailleurs

du nucléaire (adultes en bonne santé et suivis médicalement) et 100 mRem (millirem) pour les populations. Les autorités françaises en refusèrent l'application.

Une étude indépendante menée sur les travailleurs de Hanford, site nucléaire militaire aux Etats-Unis, a conclu à la nécessité de diminuer les normes actuelles d'un facteur 30 et non d'un facteur 5.

Au vu de ces derniers éléments, les normes de radioprotection devraient être revues à la baisse, la radioactivité apparaissant comme beaucoup plus dangereuse qu'escompté, mais ceci augmenterait fortement les coûts du nucléaire et pourrait remettre en cause son intérêt.

La période

C'est le temps nécessaire à la désintégration de la moitié des atomes instables d'une quantité d'un élément. Pendant la période suivante, la moitié de ce qui reste se désintégrera à son tour, etc.

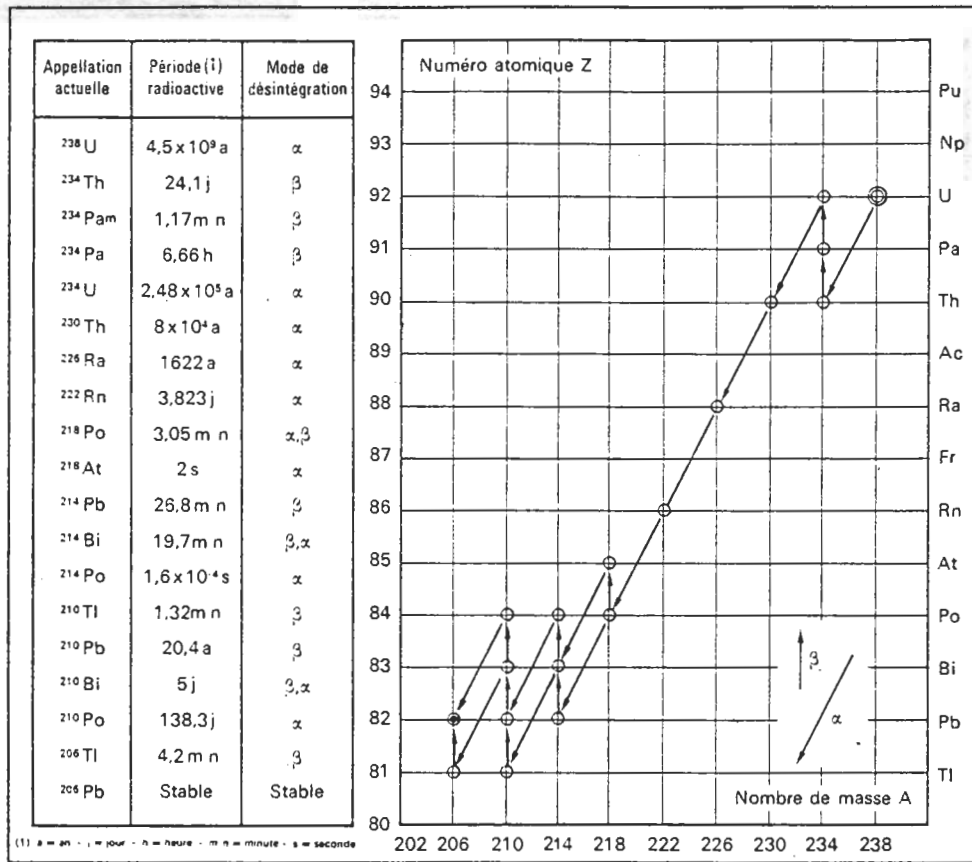
L'uranium 238 est très peu radioactif, mais sa période est très longue: 4,5 milliards d'années. Il se désintègre très lentement.

Le césium 137 a une période de 30 ans. Sa désintégration étant plus rapide, il en émane une radioactivité plus importante. A quantité égale, l'Iode 131, avec une période de 8 jours, est encore plus radioactif.

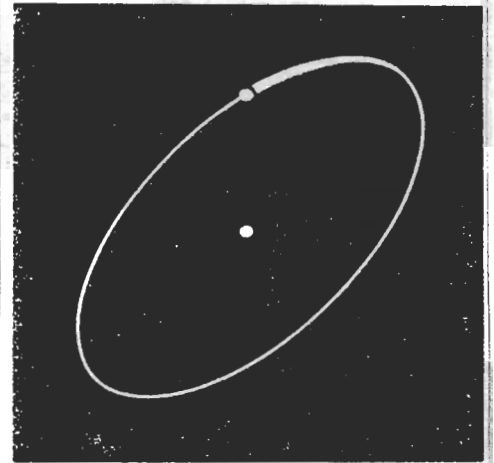
La radioactivité en médecine

Les radiographies par rayons X varient le plus souvent entre 20 à 80 mRem. Considérées comme non dangereuses jusqu'à présent, elles atteignent des valeurs non négligeables par rapport aux normes CIPR (Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Ionisants) de 1985. Dans le cas d'un problème gastro-intestinal (ulcère, etc.), le patient peut recevoir jusqu'à 7 Rem lors de la radiographie, opération renouvelée en cours de traitement pour ajuster la prescription et en fin de traitement pour constater la guérison, soit jusqu'à 200 fois la norme CIPR en moins d'un an. L'intensité des rayonnements est imposée par la sensibilité des plaques ou film. L'utilisation d'un procédé vidéo-informatique plus radiosensible permettrait de réduire ces

CHAINE DE DÉSINTÉGRATION (famille de l'uranium)



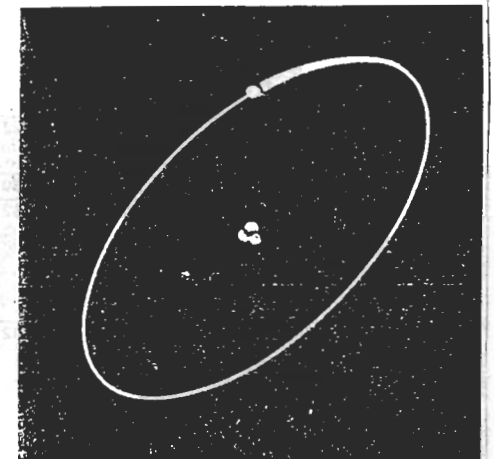
Nombre de masse 1
 Nombre atomique 1 H : hydrogène léger
 1 proton



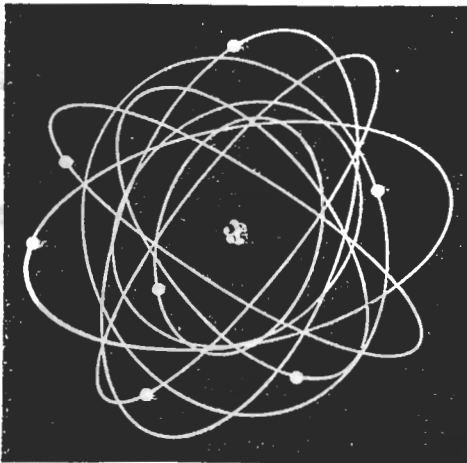
²₁H : Deutérium : 1 proton, 1 neutron.



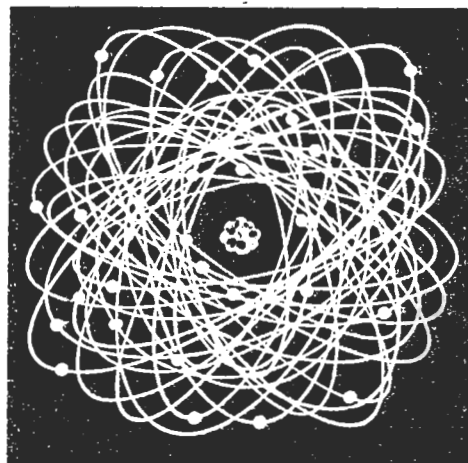
³₁H : Tritium : 1 proton, 2 neutrons.



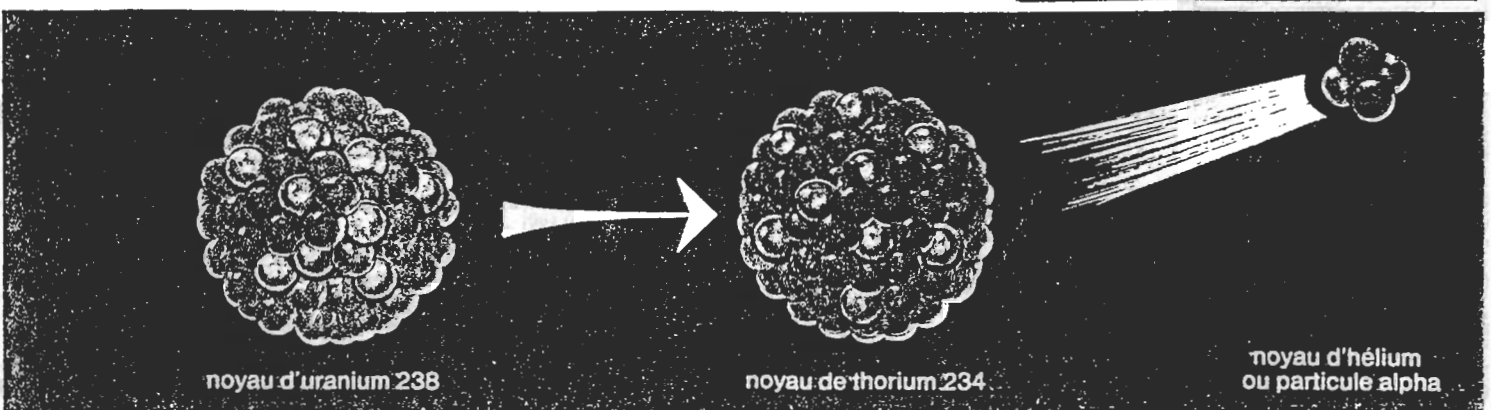
1b. Atome d'oxygène.



1c. Atome d'uranium 238.



ÉMISSION ALPHA



doses d'un facteur 100.

Les gammagraphies utilisent des rayons gamma très puissants émis par du césium 137 en poudre ou du Cobalt 60 en billes. On les utilise pour radiographier des métaux opaques aux rayons X. Leur danger concerne principalement les manipulateurs, mais il arrive que les sources de Co 60 et Cs 137 soient égarées (comme à Guyana, au Brésil) et elles peuvent alors être très dangereuses pour les populations.

On utilise également ces sources pour détruire les tumeurs. Les doses infligées aux cancéreux sont très dangereuses car elles sont suivies d'effets secondaires. Mais elles peuvent prolonger la vie des malades de quelques années.

Les injections d'éléments instables en médecine sont fréquentes. Elles sont utilisées comme traceurs ou pour une anthropogammamétrie (examen de la thyroïde par injection d'Iode 131 à des valeurs de 10 fois la norme CIPR).

Les limites annuelles d'incorporation (L.A.I.)

Les organismes vivants sont incapables de différencier les isotopes radioactifs des isotopes d'éléments stables dont ils ont besoin. Ainsi, la contamination des végétaux en Iode 131 au moment de Tchernobyl a été très importante dans le lait, touchant ainsi la thyroïde des personnes en ayant consommé, la thyroïde ne sachant pas distinguer l'iode stable de l'iode radioactif. La chaîne alimentaire peut reconcentrer. Exemple : on retrouve jusqu'à 5.000 fois la radioactivité moyenne de l'eau dans les poissons et oiseaux aquatiques, et jusqu'à 200.000 fois dans les oeufs de cane.

D'autre part, des éléments peuvent être confondus, comme le césium, qui se substitue au potassium, le strontium au calcium, etc. Ainsi, les césium et strontium radioactifs dispersés par Tchernobyl sont assimilés et stockés à la place du potassium et du calcium dans les cellules et les os. En se désintégrant pour acquérir une forme stable, ces isotopes vont émettre des rayonnements β et gamma qui vont alors endommager les gènes des cellules, pouvant engendrer des tumeurs plusieurs années ou mêmes décennies après. Toute radioactivité, même faible, même

naturelle, est dangereuse, et d'autant plus dangereuse que le niveau augmente.

Il a donc été calculé l'équivalent de dose qui serait libérée par les isotopes instables, en tenant compte de l'organe où serait stocké chaque isotope (césium dans les muscles, strontium dans les os, iode dans la thyroïde, etc.), de la période physique de l'isotope radioactif, de sa période biologique (période pendant laquelle l'organisme expulsera de lui-même la moitié de cet élément), de l'âge de la personne recevant la dose (100.000 Bq d'iode 131 donnent 5 Rem pour la thyroïde d'un adulte, 16 Rem pour un enfant de 10 ans, 38 Rem pour un enfant d'un an), du type et de l'intensité ou énergie du rayonnement (en mégaelectron volt). Les limites annuelles d'incorporation (L.A.I.) par radioélément fixées pour les travailleurs et les populations, par absorption et inhalation, ont été publiées au Journal Officiel des Communautés Européennes du 5 octobre 1984 (L.265). En cas de contamination par plusieurs radioéléments, l'addition des rapports entre la quantité absorbée d'un radioélément et la LAI correspondante doit être inférieure à :

Exemple:

$$\frac{\text{Cs137 ingéré en Bq}}{\text{LAI en Bq}} + \frac{\text{I 131 ingéré en Bq}}{\text{LAI en Bq}} + \text{etc...} < 1$$

Mais ces normes ont été imposées à partir de l'ancienne norme CIPR (500 mRem/an), elles ne tiennent pas compte des personnes à risque (enfants, malades, personnes âgées, femmes enceintes), des particularités régionales alimentaires et des zones plus ou moins contaminées. Ainsi, les montagnards corses s'alimentent principalement de leur propre production de lait et fromage, et ils ont donc absorbé de grandes quantités d'iode 131 après les retombées de Tchernobyl. Les pêcheurs des environs de Sellafield-Windscale en Angleterre (où se trouve une centrale nucléaire) absorbent jusqu'à 60 fois les L.A.I. en Pu 239 en consommant du poisson.

Les normes de contamination sont donc beaucoup trop élevées. La France a su imposer à l'Europe en 1988 et 1989 des niveaux supérieurs (1.200 Bq pour le césium 137 et 2.000 Bq pour l'iode 131 par kilogramme ou litre) à ceux acceptés au moment de Tchernobyl (600 Bq/l ou kg). En comparaison, les pays qui n'ont pas d'industrie nucléaire ont adopté des normes de l'ordre de 30 à 60 Bq/kg ou l.

Les rejets "normaux" ou accidentels de l'industrie nucléaire vont donc accroître le

nombre de cancers et d'anomalies génétiques dans une proportion bien supérieure à celle envisagée par la CIPR.

Une étude récente vient de mettre en évidence la relation entre les travailleurs du nucléaire de Selafiel qui ont reçu plus de 2 Rem/an et une augmentation des leucémies chez leurs enfants nés après l'exposition.

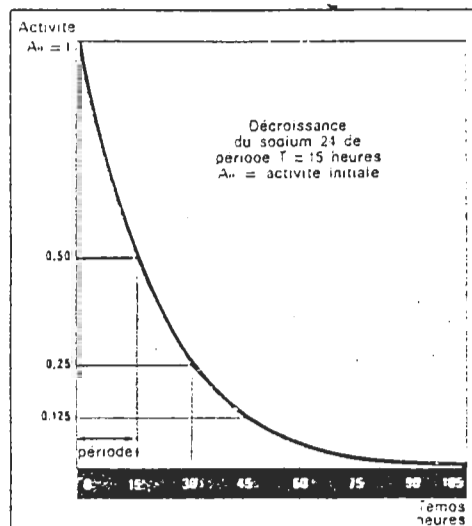
En Ukraine et en Biélorussie, on observe une augmentation de pathologies encore inconnues des suites de contamination, particulièrement chez les enfants. Rosalie Bertell, experte internationale et Prix Nobel Alternatif en 1986, a mis en évidence une augmentation des tuberculoses, éléphantiasis et lèpres chez les irradiés.

On néglige aussi les conséquences chimiques des mutations des éléments. Ainsi, l'iode radioactif concentré dans la thyroïde se désintègre et génère du xénon, gaz rare qui n'est pas absorbé par l'organisme et se place alors dans une action chimique au niveau de la cellule où il est un intrus. Le potassium 40 génère du calcium dans les muscles et les organes, alors qu'il devrait se placer dans les os, etc.

Tout ceci nous donne un aperçu des conséquences encore incalculables pour notre santé imputables à cette science nouvelle qu'est le nucléaire, placé entre les mains de technocrates irresponsables.

Tableau II
Famille uranium 238

Radionucléide	Abondance isotopique (%)	Période radio-active (T)	Principaux rayonnements émis
²³⁸ U (U _I)	99,28	4,49 · 10 ⁹ ans	α, γ
²³⁴ Th (UX ₁)		24,10 jours	β ⁻ , γ
²³⁴ Pa (UX ₂)		1,175 minute	β ⁻ , γ
²³⁴ U (U _{II})	0,0058	2,5 · 10 ⁵ ans	α, γ
²³⁰ Th (Io)		8,0 · 10 ⁴ ans	α, γ
²²⁶ Ra		1 622 ans	α, γ
²²² Rn		3,825 jours	α
²¹⁸ Po (RaA)		3,05 minutes	α, β
²¹⁴ Pb (RaB)		26,8 minutes	β ⁻ , γ
²¹⁸ At		1,5 à 2 secondes	α, β ⁻
²¹⁴ Bi (RaC)		19,7 minutes	β ⁻ , α
²¹⁴ Po (RaC')		1,637 · 10 ⁻⁴ secondes	α
²¹⁰ Tl (RaC'')		1,5 minute	β ⁻
²¹⁰ Pb (RaD)		22 ans	β ⁻ , γ
²¹⁰ Bi (RaE)		5,02 jours	β ⁻ , α
²¹⁰ Po		138,3 jours	α, γ
²⁰⁶ Tl		4,19 minutes	β ⁻
²⁰⁶ Pb	23,6	Stable	



LA RADIOACTIVITE NATURELLE

Cette forme de pollution est souvent minimisée, voire ignorée, puisque naturelle. Elle sert aussi de référence pour imposer des normes élevées de radioactivité artificielle.

1° Les rayons cosmiques

- Directs. Ils sont très faibles au niveau du sol car arrêtés par l'atmosphère. Ils peuvent atteindre des niveaux non négligeables en altitude (montagnes, avions).

- Secondaires. Ils provoquent l'activation de l'oxygène, de l'azote et des gaz légers dans les hautes couches de l'atmosphère, générant des isotopes instables de tritium (hydrogène radioactif, carbone 14, béryllium 7, etc.) qui retombent au sol avec les perturbations atmosphériques. Ils contribuent pour une faible part à la radioactivité naturelle.

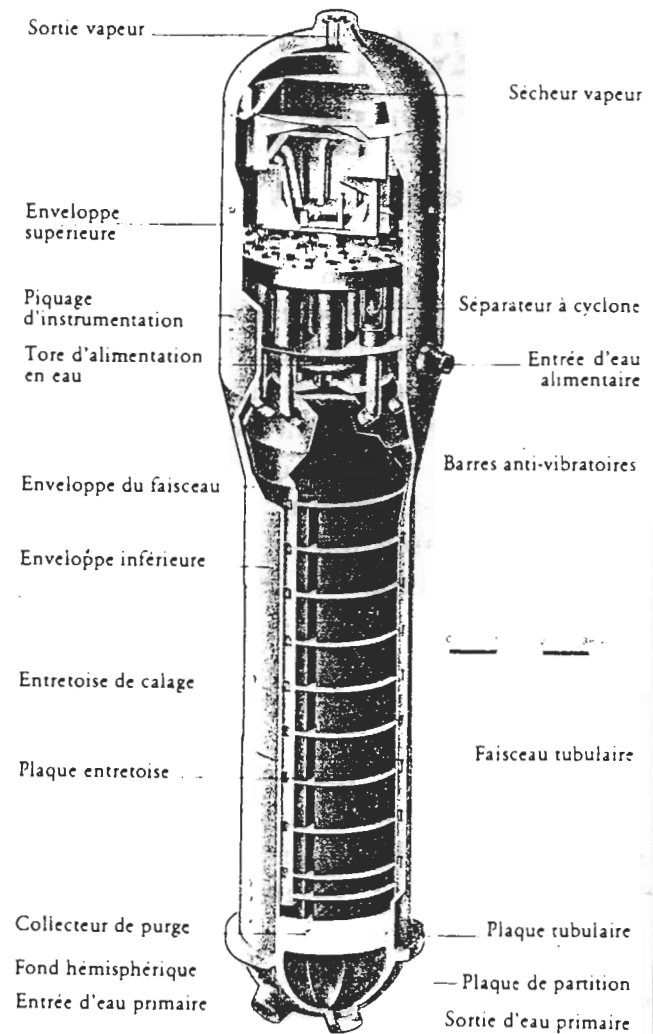
2° Le potassium 40

Radioélément à vie longue présent à un dix-millième du potassium total, est très présent dans les végétaux. Il peut atteindre plusieurs centaines de becquerels dans les laitues, quelques dixièmes de becquerels par litre dans l'eau des rivières et une dizaine de becquerels dans l'eau de mer. C'est une forte source de pollution radioactive, qui est aggravée par l'utilisation intensive de fertilisants chimiques.

3° L'uranium et le thorium.

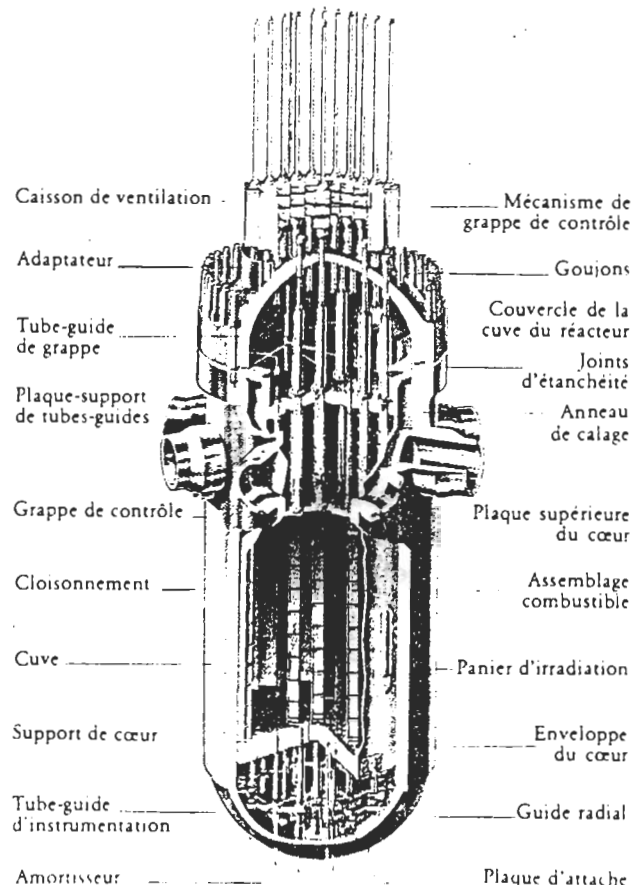
Il sont très dangereux dans certaines régions (Auvergne, Loire Atlantique, Bretagne). Leur instabilité génère du radium radioactif qui se dissout dans certaines eaux minérales à des taux élevés et devraient être interdites à la consommation. Le radium génère du radon, gaz rare qui émane des sols et pénètre à l'intérieur des édifices. Il se concentre dans les poumons. Il génère des isotopes radioactifs de polonium, bismuth et plomb avant de devenir du plomb stable. Une étude américaine récente impute au radon 15% des cancers. La législation américaine interdit de construire si la concentration en radon peut dépasser 150 Bq/m³ d'air. En France, où il n'existe aucune législation à ce sujet, la CRII-Rad (Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité) a révélé que certains logements sont contaminés à hauteur de 4.000 à 7.000 Bq/m³ d'air.

L'extraction du minerai d'uranium accentue la dispersion du radium et du radon. Il faut une tonne de minerai pour obtenir un kilogramme d'uranium naturel, cinq tonnes d'uranium pour une tonne d'uranium enrichi et trente tonnes d'uranium enrichi par an sont nécessaires pour un réacteur PWR de 900 MW (35 tonnes pour les 1.300 MW).



GENERATEUR DE VAPEUR

CUVE DU RÉACTEUR



LA RADIOACTIVITE GENEREE PAR L'INDUSTRIE NUCLEAIRE

Les produits de fission

Chaque fission d'un atome d'uranium 235 ou de plutonium 239 libère deux atomes plus petits et instables (césium, krypton, xénon, strontium, technétium pour les principaux). Ces produits de fission restent normalement prisonniers du combustible et des gaines de combustible en zircaloy (zirconium-aluminium). Ils seront ensuite extraits du combustible à La Hague lors du retraitement et formeront les déchets de "haute activité" (2% du combustible) que la Cogéma (Compagnie générale des matières nucléaires) et le gouvernement voudraient enfouir profondément dans des sites choisis.

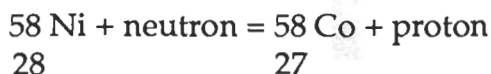
Mais, les gaines de combustible ne sont pas complètement étanches et se fissurent dans les réacteurs, laissant échapper une partie de ces produits dans l'eau du circuit primaire. Une partie s'échappe lors du retraitement et est rejetée dans l'air (gaz rares - krypton et xénon -, halogène, iode) ou en rivière (iode, césium, strontium, etc.).

Les produits d'activation

Les matières inertes des alliages du réacteur s'activent sous le champ neutronique du cœur et deviennent instables. Cette radioactivité persistera pendant des siècles après l'arrêt définitif de l'installation et l'évacuation du combustible, transformant les centrales déclassées elle-mêmes en déchets à surveiller.

Les alliages utilisés se corrodent en fonctionnement sous l'influence principalement de la température de l'eau du circuit primaire (328°C), des variations de température et de la composition chimique. Les particules corrodées se détachent du métal et restent en suspension dans l'eau; elles seront activées par les neutrons lors du passage de celle-ci dans le cœur du réacteur.

Exemple :



Le cobalt 58, produit d'activation du nickel stable, est radioactif avec une période de 71 jours, après quoi il redevient du nickel.

Les transuraniens

Ils sont générés dans les réacteurs par capture d'un neutron sans fission de l'uranium qui augmente son nombre et sa masse atomique. Le plus abondant est le plutonium 239, qui est récupéré à La Hague (moins de 1% du combustible, 200 kg/an/réacteur). Le Pu ainsi récupéré à partir des combustibles des REP ne convient pas pour les usage militaire, car il contient 30% de Pu 240 neutrophage et de Pu 241 qui génère de l'Américium. C'est donc un "explosif" de très mauvaise qualité. Ce Pu sert donc à fabriquer du combustible pour Phénix et Superphénix, ou associé à 5% à l'uranium 238 appauvri pour le combustible Mox (utilisé dans les centrales de St Laurent B1 et B2, et 14 autres réacteurs prochainement).

A ce jour, il n'a pas été décelé de pollution par transuraniens par des centrales nucléaires (sauf Tchernobyl). Mais les centres de retraitement en rejettent d'importantes quantités.

Le plutonium 239 est très dangereux; c'est un émetteur alpha de forte énergie. Sa L.A.I. est de 20.000 Bq par ingestion et 20 Bq par inhalation.

Le tritium (3 H),

Troisième isotope de l'hydrogène, il est la principale pollution des centrales nucléaires. Principalement issu des fissions tertiaires de 236 U, de 239 Pu et 238 U, un réacteur en fabrique 20.000 curies/an. Il s'en échappe 400 à 1.000 curies/an des gaines de combustible pour former de l'eau tritiée avec l'eau du circuit primaire. L'activation du bore (utilisé pour réguler le flux neutronique) et du lithium (utilisé pour réduire la corrosion), ainsi que l'activation de l'hydrogène de l'eau, génèrent 400 curies de tritium/an. Le Tritium constitue 99,5% des rejets radioactifs des centrales nucléaires.

Mais 90 à 95% du tritium produit dans les réacteurs en France est rejeté à La Hague, soit 37 millions de milliards de Bq/an (1 million Ci) en mer et 2,2 millions de milliards de Bq/an (60.000 Ci) dans l'atmosphère.

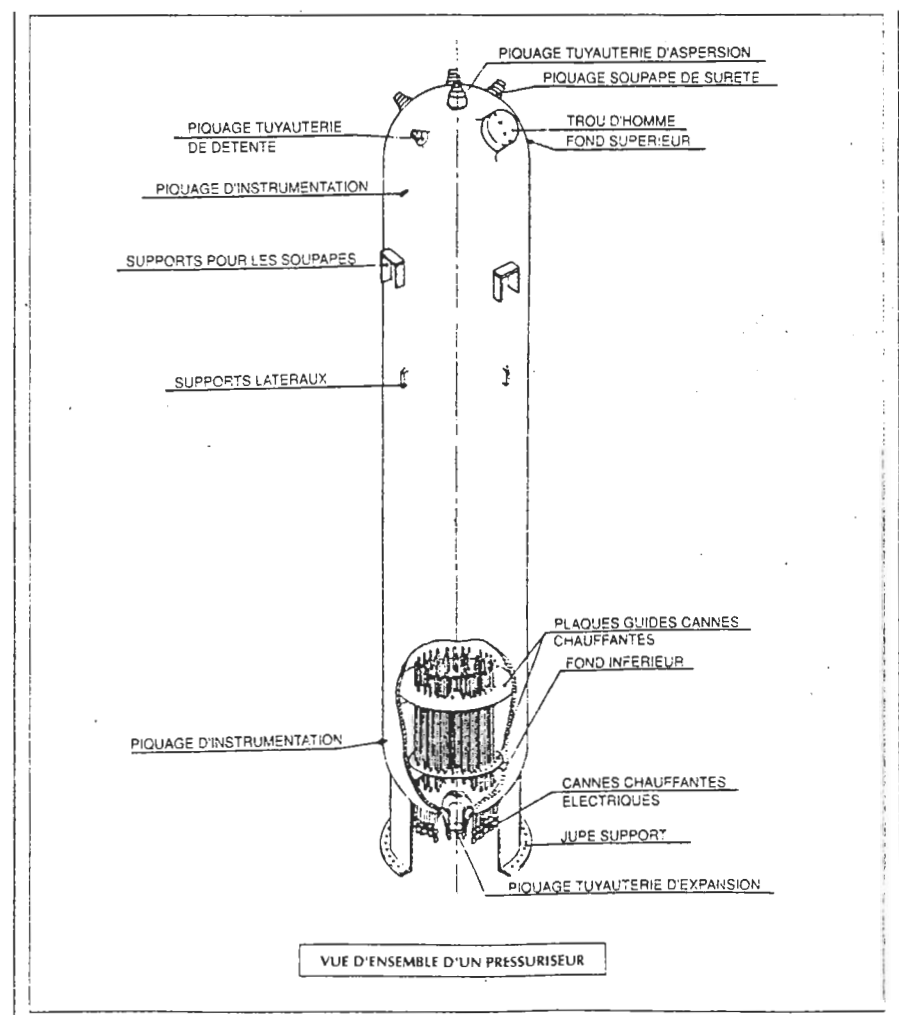
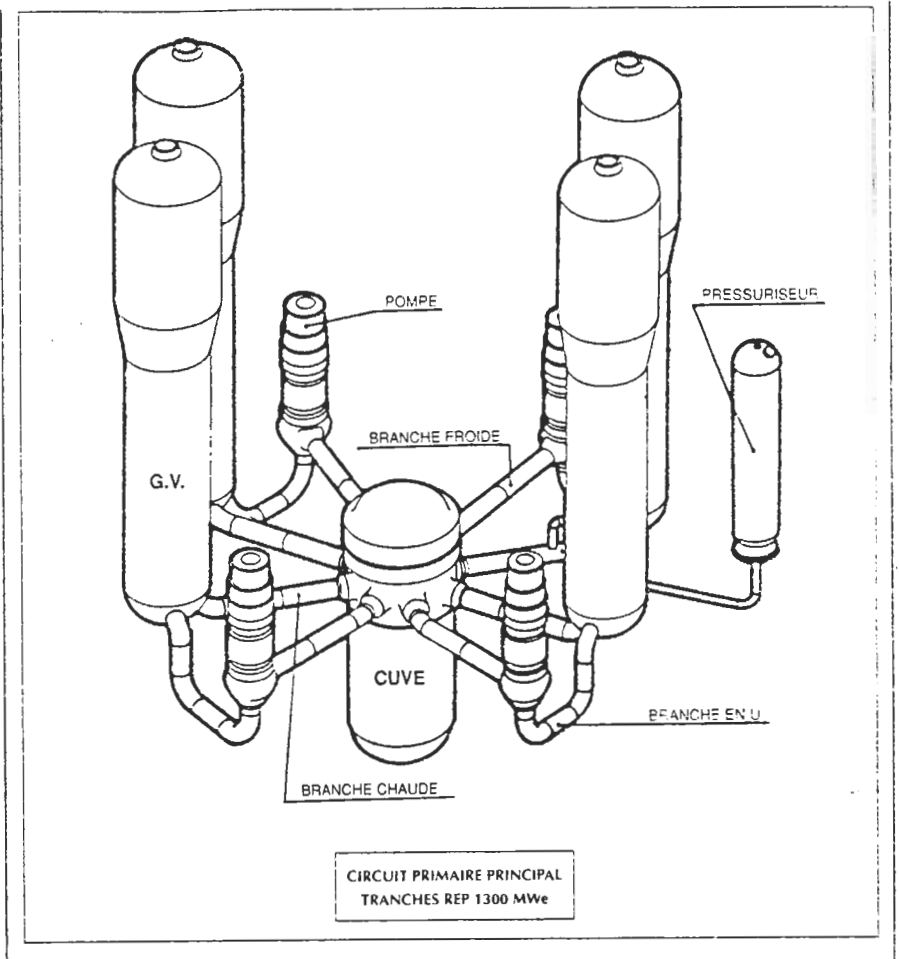
Il en est de même pour les produits de

fission et d'activation : 2 millions de milliards de Bq/an en mer (50.000 Ci) et 480 millions de milliards de Bq/an en gaz rares (13 millions de Ci) dans l'atmosphère (principalement du krypton 85), plus quelques curies d'halogène (principalement iode) et d'aérosols.

Pour le seul Césium 137, c'est 500 grammes par an jetés en mer; il faut savoir qu'une contamination de quelques milligrammes à l'hectare rend la terre impropre à la culture, et que quelques dizaines de mgr à l'hectare nécessitent l'évacuation des populations.

Ce centre rejette ainsi 100 fois plus de radioactivité dans l'environnement, que l'ensemble du parc électro-nucléaire français; et

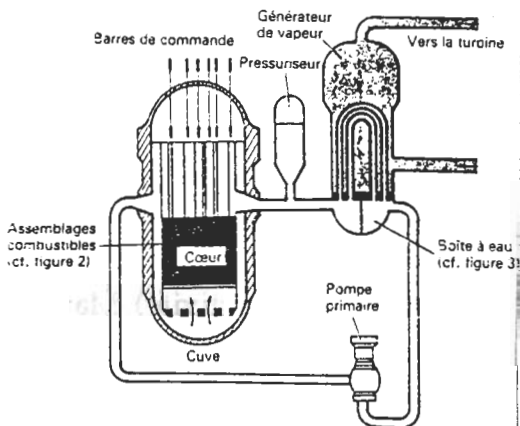
il rejette aussi des émetteurs alpha, ce qui est interdit, soit 17.000 milliards de Bq/an (45 Ci), principalement 239 Pu, que l'on retrouve, par le biais des courants, en forte concentration en baie de Seine.



Recherche de revêtements protecteurs

Exemple 1 - Protection anti-corrosion de la bride de cuve

Certains projets prometteurs doivent parfois être abandonnés au vu des résultats des seuls essais de laboratoire.



Rejets des centrales nucléaires

Gazeux:

1,65 million de milliards de Bq/an pour les gaz (krypton 85 et 88, xénon 133 et 135), 55 milliards de Bq/an pour les halogènes (iode 131 et 133) et aérosols.

La pollution de l'air après dilution ne doit pas dépasser, à quelques centaines de mètres de la cheminée de rejet, 500 Bq/m³ pour les gaz et 10 mBq/m³ pour les halogènes et aérosols.

La quantité élevée de gaz rares, qui sont des produits de fission, est négligée au prétexte que ces gaz ne sont pas assimilables par l'organisme. Mais l'on semble négliger que leur désintégration peut générer des isotopes instables d'éléments assimilables. (Le Xénon 137 produit du Césium 137, par exemple)

Liquides:

Il est nécessaire de purger continuellement l'eau du réacteur pour contrôler le taux d'acide borique régulateur de neutrons. L'eau contaminée est évacuée vers des cuves situées à l'extérieur de l'enceinte de confinement. Après quelques semaines de stockage, une partie de la radioactivité a décliné naturellement, une autre partie étant éliminée par traitement et stockée dans des fûts à déchet. Le reste est rejeté en rivière.

Les autorisations de rejets sont de 80.000 milliards de Bq/an pour le tritium et de 1.100 milliards de Bq/an pour les produits de fission et quelques produits d'activation (ceci pour deux réacteurs de 1.300 MW, comme à Nogent sur Seine).

La pollution ne doit pas dépasser, après dilution en rivière, 80 Bq/l pour le tritium et 0,8 Bq/l hors tritium. Selon les déclarations mensuelles d'EDF, rendues publiques depuis 1989, les rejets représentent un faible pourcentage des autorisations (hors tritium), mais, dans l'état actuel des recherches effectuées par le comité Stop Nogent, plusieurs éléments nous font douter de la véracité de ces chiffres.

Ainsi, pour le tritium, les rejets seraient de 30% de l'autorisation annuelle, et 99,5% des rejets radioactifs liquides sont constitués de tritium. Il semble que les autorisations de rejets ont été calibrées pour les besoins d'EDF, pour les centrales, et de la

Cogéma, pour le centre de retraitement de La Hague, et non dans l'intérêt de la protection radioécologique et la santé des populations.

Les contrôles.

Une large part est faite à l'autocontrôle par l'exploitant. Le contrôle de l'autocontrôle est effectué par le SCPRI (Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants), dépendant du Ministère de la Santé. Les études complémentaires sur l'évolution de la radioactivité (La Hague par exemple) et la propagation dans la faune, ainsi que le point de référence ou point zéro de la radioactivité avant exploitation d'un site, sont réalisés par l'IPSN (Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire), dépendant du CEA (Commissariat à l'Energie Atomique).

Une décision du Premier Ministre en avril 1989 a rendu les résultats d'analyses accessibles au public. Mais EDF, IPSN, CEA et SCPRI ne publient que ce qu'ils veulent bien publier, c'est-à-dire une très petite partie des analyses effectuées.

Ainsi, 1.200 analyses sont effectuées à Nogent sur Seine chaque année, et seule une cinquantaine est publiée dans le bulletin mensuel du SCPRI, consultable à la Direction de l'Hygiène des DDASS (Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales). Les résultats d'analyses de sédiments de rivière en aval des sites, élément primordial en radioécologie, restent secrets. Les rejets et analyses en cobalt 58 le sont aussi.

La transparence n'est certes pas pour demain. Seuls certains laboratoires vétérinaires sont équipés de matériels de mesure et effectuent quelques contrôles.

Les laboratoires indépendants étaient illégaux jusqu'à un décret de Jacques Chirac de mai 1988 (il était en effet interdit, jusqu'à cette date, d'effectuer des mesures de radioactivité). Mais ce décret donne de fait au Directeur du SCPRI tout pouvoir pour agréer ou retirer l'agrément de laboratoires. Actuellement, la CRII-Rad et l'ACRO (Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest) travaillent dans la plus totale illégalité, faute d'avoir été autorisés.

Contrôle de l'eau par les producteurs d'eau potable

CGE (Compagnie Générale des Eaux), Lyonnaise et SAGEP (Société Anonyme de Gestion des Eaux de Paris) se sont vu dotées par le SCPRI d'appareils d'analyses de radioactivité β totale hors tritium. De ce fait, elles ne peuvent mesurer que 0,5% de la radioactivité rejetée en Seine par EDF à Nogent sur Seine.

L'usine de Morsang de la Lyonnaise fut dotée en complément en février 1988 d'une balise mesurant la radioactivité en β et Gamma totale de l'eau, en continu. Cette balise située à Nandy à 5 Km en amont de Morsang/s, fut financée par l'Agence Française de Bassin Seine-Normandie (AFBSN), la Lyonnaise et, pour une moindre part, EDF (balise COBEMADE 800, Merlin Gérin Provence, coût installée 300.000 F).

Mais les résultats restaient confidentiels. Suite à la polémique soulevée en juillet 1989 dans les médias par Stop-Nogent, une réunion s'est tenue le 7 décembre 1989 à l'AFBSN, à son initiative avec les producteurs d'eau, EDF, le CEA et le délégué de Bassin du préfet de région. Il en résulte un lever du secret sur les mesures de la balise de Nandy et l'investissement à Orly (SAGEP) dans des appareils de mesures de radioactivité plus performants.

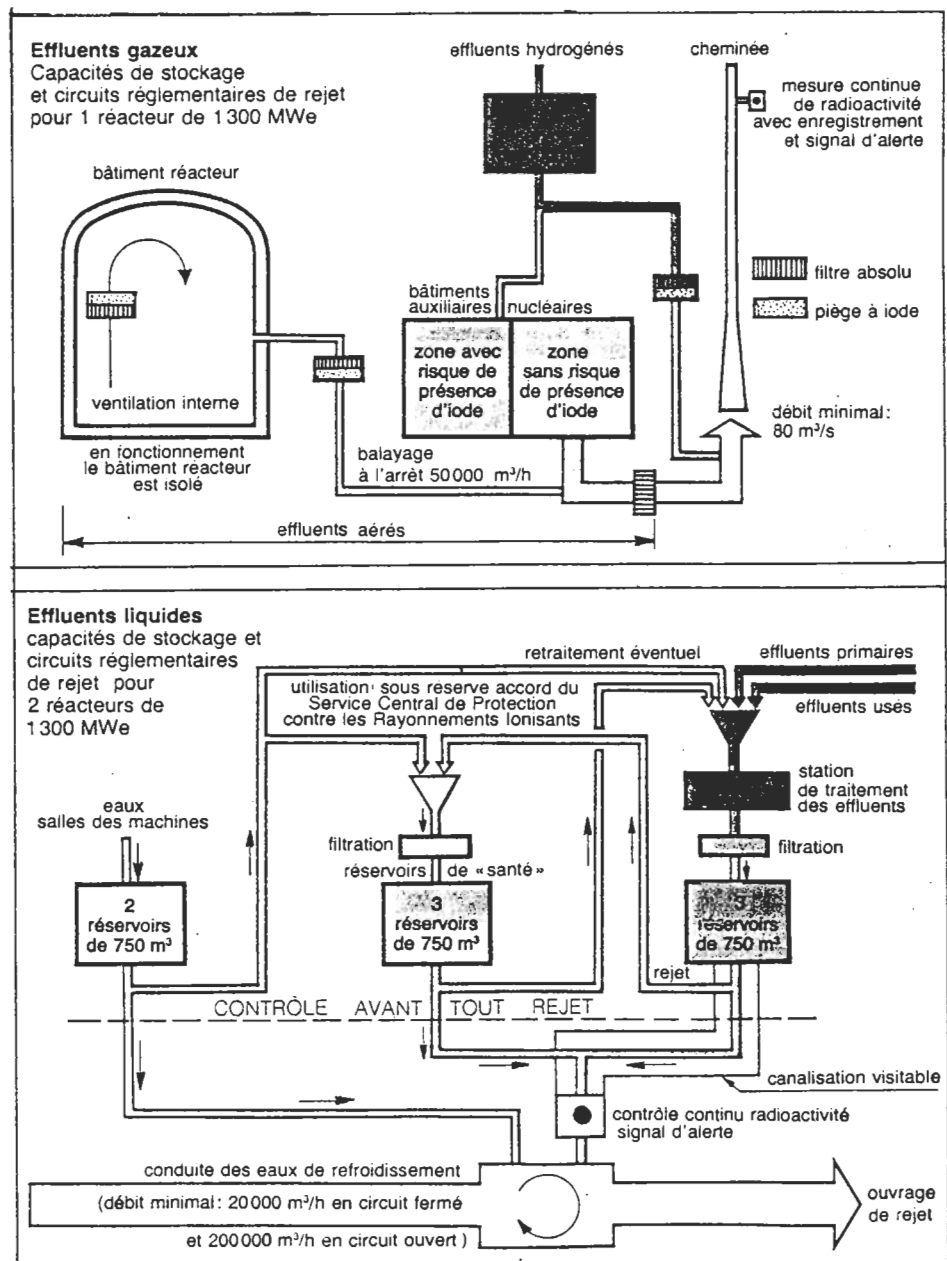
Nous savons déjà qu'EDF néglige parfois de respecter ses autorisations de rejets. Notre expérience prouve qu'une action bien menée peut

mener à une amélioration en radioprotection. Aussi les écologistes sont-ils encouragés à faire pression pour l'installation de balises et autres appareils de mesures en aval de tous les sites nucléaires (actuellement, seule la Seine est surveillée), indépendants du SCPRI, sous l'autorité des producteurs d'eau, agences de bassin et conseils régionaux. La transparence des résultats doit également être assurée.

Contrôle de la radioactivité autour de Nogent sur Seine

Les laboratoires indépendants ont permis au comité Stop-Nogent de déceler une pollution abondante en 58 Co dans des mousses aquatiques prélevées dans la Seine en aval du site EDF.

Ce radioélément ne représente qu'une faible part de la radioactivité rejetée. Il résulte de l'activation du nickel des alliages et s'il est abondamment



rejeté, cela traduit une corrosion importante dans le circuit primaire du réacteur. Le cobalt multiplie par deux (hors tritium) les rejets moyens des réacteurs 1.300 Mw (par huit pour celui de Nogent 1).

Notre enquête a permis d'établir une faiblesse de l'alliage Inconel 600 suite à des défauts mécaniques (contrainte) et une température trop élevée. Cet alliage est utilisé pour la fabrication des tubes de générateurs de vapeur (GV) (5.400 tubes x 4 GV, 170 bars côté primaire, 70 bars côté secondaire). La corrosion entraîne la fissuration, la fragilisation de ces tubes. Le risque d'éclatement est estimé entre 1/100 et 1/10.000 par réacteur et par an, alors que la norme de sécurité est 1/1.000.000. C'est ce point précis qui a fait écrire à Monsieur Tanguy, inspecteur principal de la sûreté à EDF, dans un rapport interne confidentiel et diffusé dans la presse par les écologistes, que le risque de connaître un accident grave en France d'ici la fin du siècle est de quelques pour cent. Les solu-

tions envisagées consistent à changer les GV (330 millions de francs pour chacun des 34 réacteurs 900 Mw et 500 millions de francs pour chacun des 18 réacteurs 1.300 Mw) et à baisser la température des réacteurs de 10 et 18°C, ce qui entraînerait une perte de puissance équivalente à 8 réacteurs, et une perte d'investissement de 80 milliards de francs. Mais, dans ces conditions, le nucléaire serait encore moins rentable, et le constructeur Framatome ne vendrait plus la moindre unité.

Aussi EDF et le lobby nucléaire risquent de privilégier la productivité à court terme, au détriment de la longévité des installations et de la sécurité. On voit là l'intérêt que peut avoir le suivi de l'évolution de la radioactivité autour des sites pour déceler l'état de la corrosion des réacteurs et autres anomalies, ainsi bien évidemment que la pollution engendrée.

Le SCSIN (Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires du Ministère de l'Industrie) l'a bien compris, et consulte avec soin la composi-

tion radioactive des sédiments de rivières pour affiner ses diagnostics.

Les écologistes et les antinucléaires ont axé leur discours sur l'accident nucléaire majeur, peu probable, mais possible. Mais il ne faut pas sous-estimer les rejets "normaux" des centrales nucléaires en fonctionnement (deux fois par semaine et par réacteur, avec une forte augmentation une fois l'an au moment de l'arrêt pour recharge en combustible). Ils sont loin d'être négligeables et influenceront à long terme sur la santé des individus et l'équilibre de l'écosystème.

Le comité Stop-Nogent est à la disposition de quiconque pour prodiguer ses conseils en prélèvements et suivi de la radioactivité. Le coût des analyses est de 200 à 250 F (par la CRII-Rad et l'ACRO).

- CRII-Rad,

B.P.313,26207 Montélimar
Cedex, tel: 75 51 33 40

- ACRO,

18 rue Savorgnan de Brazza,
14000 Caen, tel: 31 73 79 17

Les autres pollutions des centrales nucléaires

EDF est le plus gros consommateur d'eau en France, avec 53% de la consommation totale. La centrale de Nogent sur Seine est autorisée à prélever dans la Seine jusqu'à 7 m³/s, et rejeter 1,5 m³ de vapeur d'eau dans l'atmosphère, alors que le débit d'étiage descend à 12 m³/s. Le reste est rejeté en Seine et réchauffe l'eau dans une limite autorisée de 3° par rapport à l'amont, et ne doit jamais dépasser une température totale de 28°.

En comparaison, la CGE débite, pour alimenter 4

millions de franciliens, entre 2 et 17 m³/s suivant l'heure.

En août 1988, EDF a dû interrompre la production de Nogent pour ne pas dépasser les normes de pollution thermique, mais il ne le fait pas de façon systématique.

La production d'électricité engendre aussi des rejets d'effluents chimiques, sulfates, chlorures, hydrocarbures. EDF doit déclarer tous les mois la quantité journalière moyenne d'eau évaporée, le débit prélevé et rejeté, la quantité d'ions rejeté par 24 h (chlore,

sulfates et sodium), la température quotidienne moyenne, maximum et minimum à l'amont, au rejet et à l'aval ainsi que conductivité, pH et oxygène dissous. Le cahier mensuel peut-être consulté auprès des services de la navigation (Bouguival 78). Sont également contrôlés les MES, DB05, DCO, NTK, hydrocarbures, titre alcalimétrique complet, chlorophylle A et B, phosphore, phosphate, silice, nitrates, nitrites, ammonium.

A certaines époques de l'année, EDF doit contrôler les

peuplements de végétaux aquatiques, périphyton, phytoplancton, macro-invertébrés benthiques, piscicole en abondance et état sanitaire, ainsi que la tâche thermique. Les autorisations et contrôles sont fixés par arrêté préfectoral (consultable à la Préfecture).

Le contrôle de cet autocontrôle est assuré par les services de la navigation, en douze campagnes de 24 ou 48 h par an. Mais les moyens très modestes de ce service limitaient le contrôle à une seule campagne par an. L'intervention du comité Stop-Nogent a contribué à l'augmentation de ces contrôles avec comparaison amont/aval. Mais les centrales nucléaires étant très surveillées par vigiles et caméras vidéo, les agents des services de la navigation sont vite repérés, et EDF peut aisément moduler l'installation pour éviter le "flagrant délit" de pollution.

Le problème principal est celui des sulfates. Le taux de bicarbonate de calcium est élevé

dans les rivières, et en particulier dans la Seine. Cela entartre les réfrigérants et EDF est contrainte d'injecter de l'acide sulfurique en grande quantité pour neutraliser le phénomène. Les autorisations de rejet d'acide sulfurique sont de 27,5 tonnes par 24 h, 2,3 tonnes par heure et 127 mg/l en instantané après dilution. EDF est actuellement contrainte d'avoir à choisir entre dépasser les rejets autorisés et laisser le tartre se déposer puis arrêter les réacteurs pour détartre manuellement. A ce jour, nous ignorons le choix fait. En outre, l'acide sulfurique utilisé contient 1% d'impureté, des métaux lourds (zinc, plomb, arsenic, cadmium, etc.), qui sont ainsi rejetés dans la Seine à raison de 200 kg/jour, et EDF ne dispose d'aucune autorisation de rejets pour ceux-ci.

Les effluents chimiques au contact de la radioactivité

Par décision du Conseil d'Etat, le contrôle en est confié au SCPRI. Mais notre enquête a mis en évidence que ce service ne dispose pas des moyens nécessaires pour assumer cette tâche, et se satisfait de l'autocontrôle de d'EDF, puis transmet (avec deux ans de retard), l'information au Conseil Supérieur de l'Hygiène de France, lequel consent à nous communiquer le rapport de synthèse, mais en aucun cas les chiffres bruts.

Cela concerne aussi le bore utilisé dans le circuit primaire comme régulateur de neutrons (68 tonnes/an, 0,5 mg/l après dilution en rivière), la lithine neutralisante de corrosion du circuit primaire (14 Kg/an, 10 microgrammes/l), les décontaminants: acide oxalique (120 Kg/an, 100 microg/l), l'EDTA (50 Kg/an, 20microg/l), l'hydrazine (150 Kg/an, 50 microg/l). L'ammoniaque et la morpholine sont de même utilisés, mais ne figurent pas dans l'autorisation.

CRITIQUE ECONOMIQUE DE LA HAGUE

Si le retraitement génère une forte pollution radioactive, son intérêt économique est évident.

96% du combustible est récupéré, permettant d'économiser le minerai, et de réduire le volume de déchets. Le coût du combustible issue du retraitement est de 4,5 centimes par KWh, identique à celui du minerai neuf. De plus, on récupère le 239 Pu pour alimenter Superphénix.

Mais le dit surgénérateur fonctionne mal, et il est coûteux et dangereux. Il n'est pas envisagé d'en construire d'autre (27 milliards de f pour les études, et autant pour sa construction). Quant au combustible récupéré, tous les atomes de 235 U n'ayant pas fissionné, un petit nombre s'est transformé en 236 U neutrophage, véritable poison anti-fission, que l'on ne sait isoler du 235 U. Le combustible de récupération est donc d'une qualité particulièrement médiocre, et l'on ne l'utilise

pas, augmentant ainsi le volume des déchets qui devient ainsi plus important que si l'on avait opté pour le non-retraitement, comme aux Etats-Unis. De plus, l'usine de Tricastin Eurodif, n'est pas adaptée pour ré-enrichir ce produit de récupération. Il est à noter que de 1981 à 1988, la Hague a retraité seulement 260 tonnes de combustible irradié, soit la production d'un seul réacteur. Pendant ce temps, cette usine retraitait 2000 tonnes de combustible étranger. La Hague n'a donc retraité que du combustible "d'importation".

Alors, on utilise le plutonium récupéré pour fabriquer un combustible mixte (plutonium-uranium), ou MOX, pour les PWR ou REP.

Mais à 7000 f le Kg de combustible a retraiter pour extraire 10 grammes de plutonium le coût sur le KWh ainsi produit augmentera de plus de 20 centimes, et sera donc doublé. Dans ces conditions, il serait plus rentable de brûler du pétrole d'importation pour produire de l'électricité, même si le baril atteignait

35 dollars, pour un dollar 10F.

Le trio retraitement-Superphénix-MOX est donc une aberration économique, et il serait sensé de l'arrêter au plus vite, comptes tenus de l'importance des rejets radioactifs dus au retraitement, et que le combustible non retraité retiendra mieux les isotopes instables à long termes. Mais 200 milliards de francs ont été investis dans ce programme, sans tenir compte des frais financiers et des pertes d'exploitation.

Quant aux 56 réacteurs PWR qui seront en service en 1993, ils vieillissent mal, et les problèmes techniques vont augmenter lourdement le prix du KWh et réduire la sûreté. Le nucléaire n'est donc plus compétitif et même très coûteux: ce sont 600 milliards de francs qui ont été investis, avec une dette de 230 milliards de francs, dont 90 à l'étranger. Pour clore le tout, il n'a toujours pas été trouvé de solution pour stocker les déchets pour des millions d'années.

Triste avenir!