

Données Générales (1)

- Terrorisme et données académiques ??
- Pas d'antécédent, mais Moscou 1995 ... (bombe de 30kg de Cs ...)
- Projet de bombe « sale » en Irak 1987, 1 Tonne de TNT et Zr 95 (T =2 mois)
- Terrorisme lié à l'effondrement de l'URSS (armes perdues, dérobées, vendues ...)
- Attraits d'une attaque de centrale nucléaire : cf. Tchernobyl, Goiania sources de désorganisation sanitaires, économiques et psychosociales

Données Générales (2)

- Après le 11 sept 2001, l'AIEA « contrôle d'accès » aux matières nucléaires, CEN, et lieux d'entreposage
- Terrorisme s'alimente de la rumeur (analyse difficile mais réalité de plusieurs centaines de trafics)
- Réelles failles exploitables (Dautray), avion de ligne et CEN
- Trafic réel, AIEA 175 cas identifiés (Tchèquie, Allemagne, Turquie mais surtout l'ex-URSS)
- Notion de multiples sources Cs 137, Sr 90 abandonnées en ex-URSS

Impacts de la catastrophe de Tchernobyl, au-delà du seul bilan sanitaire

Tableau 1 : Populations concernées par la reconnaissance de dommages imputables à l'accident de Tchernobyl (5)

	Belarus	Russie	Ukraine
Populations déplacées, évacuées ou non	135.000	52.400	163.000
Populations affectées dans leur mode de vie	1.571.000	1.788.600	1.114.813
Liquidateurs de 1986 et 1987	70.371	160.000	61.873
Liquidateurs de 1988 et 1989	37.439	40.000	488.963
Invalides (selon des critères variables)	9.343	50.000	88.931

Coût de l'ensemble des mesures nécessaires : 500 milliards de \$



Exemple d'autres circonstances de sources peu protégées

Tableau 2 Accident de Goiania (Brésil), 1987 in ICRP publication 86 (6)

Nature de la source	Source de chlorure de Césium 137 pulvérulent de 51 TBq (1375 Ci) sous forme de source scellée, utilisée en radiothérapie
Circonstances	Abandon de l'unité sans contrôle sur un site en cours de destruction ; piratage pour récupération de métaux, ouverture de la source : les fragments qui émettent une lumière bleue sont distribués aux proches.
Conséquences	249 personnes contaminées, 54 hospitalisées 10 entre 1 et 8 Gy., traitement au bleu de Prusse et GM-CSF . 4 décès. 112.000 contrôles anthropométriques
Conséquences durables	67 km2 ont été concernés, parmi 159 maisons 42 durent être décontaminées. L'ensemble de la population locale nécessite une surveillance médicale et psychologique.

Les attaques « possibles » : 3 scénarios

- Utilisation d'arme nucléaire
- Attaque de site nucléaire électronucléaire
- Bombe « sale » ou source de radionucléides dans l'environnement

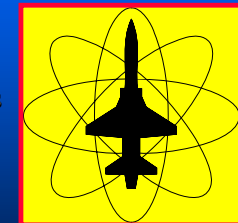


I - Utilisation d'arme nucléaire

- *On l'a dérobée* : contrôle des stock d'armes 30 000 têtes existantes (terrorisme au Pakistan)
- *On l'a fabriquée* : trafic de matière fissile, mais accès difficile, maîtrise de construction, « état terroriste », « Pu » de recyclage : utilisation problématique
- Globalement assez probable, mais argument de rapport de puissance entre états (Iran ?)

L'arme nucléaire

- Victimes par effets de souffle (les plus nombreux)
- Brûlures, nécroses, hémorragies, infections, troubles neurologiques, décès
- Excès de cancers tardifs (leucémies, cancers solides, ...)
- *On a la connaissance de ce qui s'est passé à Hiroshima et Nagasaki*



6 août 1945 9 août 1945

Hiroshima Nagasaki

1re année : 200 000 morts (95% à moins de 2 km des épicentres)

SOUFFLE 50% CHALEUR 38% IRRADIATION 15%

- ▶ les 120 000 survivants ...
- ▶ les enfants in utero ...
- ▶ Descendants des survivants ...
- ▶ En conclusion, à ce jour ...

Etude de 120 000 survivants

Cohorte LSS (Life Span Study) suivie par 300 spécialistes depuis 50 ans dont

- 80 000 étaient enfants et 1 500 exposés in utero
- 93 000 étaient présents dans la ville au moment de l'explosion

Fort débit de dose

Dose moyenne : < 0,3 mGy

- 36 500 doses < 5 mGy
- 263 doses > 3 Gy

49 % encore en vie en 1994 (50 ans après l'explosion)

421 excès de décès par cancers et leucémies

334 excès de cancer, soit 4,4 % des cancers

67 excès de leucémies, soit 35 % des leucémies

6 août 1945 9 août 1945

Hiroshima Nagasaki

1re année : 200 000 morts (95% à moins de 2 km des épicentres)

SOUFFLE 50% CHALEUR 38% IRRADIATION 15%

- ▶ les 120 000 survivants ...
- ▶ les enfants in utero ...
- ▶ Descendants des survivants ...
- ▶ En conclusion, à ce jour ...

Parmi les 1500 enfants exposés in utero :

- 62 microcéphalies
- 30 cas de retards mentaux sévères

} En excès

Aucune augmentation de la fréquence de cancers

6 août 1945 9 août 1945

Hiroshima Nagasaki

1re année : 200 000 morts (95% à moins de 2 km des épicentres)

SOUFFLE 50% CHALEUR 38% IRRADIATION 15%

- ▶ les 120 000 survivants ...
- ▶ les enfants in utero ...
- ▶ Descendants des survivants ...
- ▶ En conclusion, à ce jour ...

Etude des descendants des survivants

sur la 1^{ère} génération : (77 000 grossesses à terme)

aucun effet génétique décelable

aucune augmentation de la fréquence des cancers

robustesse de l'étude en raison du nombre de personnes suivies

6 août 1945 9 août 1945

Hiroshima Nagasaki

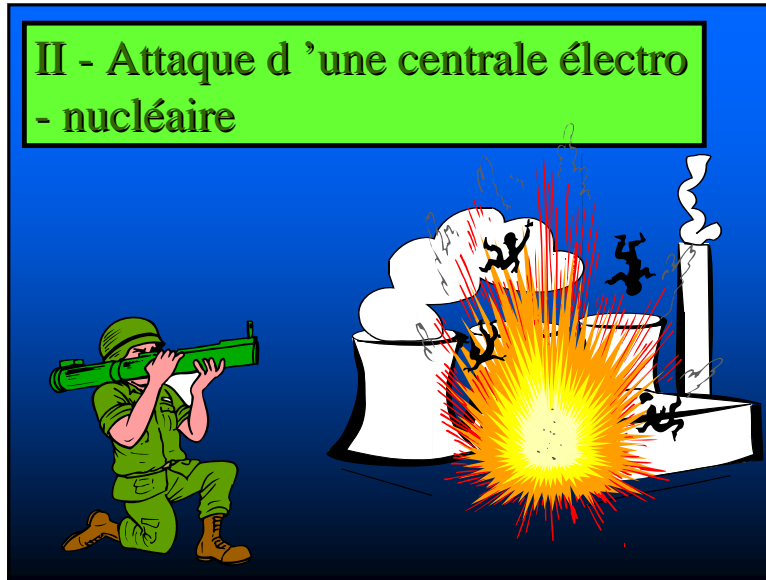
1re année : 200 000 morts (95% à moins de 2 km des épicentres)

SOUFFLE 50% CHALEUR 38% IRRADIATION 15%

- ▶ les 120 000 survivants ...
- ▶ les enfants in utero ...
- ▶ Descendants des survivants ...
- ▶ En conclusion, à ce jour ...

- 421 excès de cancers et leucémies constatés pour les populations ayant reçu des doses importantes. 4,4% des cancers et 35 % des leucémies peuvent ainsi être considérés comme radio-induits.
- Excès de cancer soupçonné pour une dose de 50 mSv à FORT débit de dose, mais incertitudes liées aux reconstitutions dosimétriques.
- Microcéphalies et retards mentaux observés en excès chez les enfants exposés in utero.
- Aucun effet génétique ni augmentation de cancer décelable chez les descendants des parents irradiés.





Les conséquences de la destruction d'une CEN

- De pas « grand-chose » (TMI, Pennsylvanie 1979) à la catastrophe de Tchernobyl avril – mai 1986
- Contre mesure existante pour la population et PPA
- De l'impact financier à celui sanitaire
- Dans tous les cas impact psycho-social

TCHERNOBYL , PLUS de 20 ANS APRES

conséquences sur la santé

Direction des sciences du vivant

Sur place près de Tchernobyl

Source : UNSCEAR 2000


600 travailleurs requis d'urgence
(doses les plus élevées, >1 Sv),
134 syndromes aigus d'irradiation

- 30 décès avant 1987
- 11 décès enregistrés entre 1987 et 1998 :
3 maladies coronariennes, 2 pathologies pulmonaire non cancéreuses, 2 cirroses hépatiques, 1 embolie graisseuse et 3 pathologies hématologiques (dont 1 leucémie)
- 3 décès en 1999-2001



Les conséquences locales

Source : UNSCEAR 2000



600 000 liquidateurs

(dose moyenne 0,1 à 0,2 Sv en 1986)

Analyse difficile : nombre de registres, hétérogénéité de surveillance

Pas d'excès de cancer (leucémie ? , cancers de la thyroïde ?)

- ❖ Pas d'augmentation observable des cancers (incidence ou mortalité), en relation avec l'irradiation
- ❖ Nombreux effets sur la santé non spécifiques : augmentation du taux de suicides et décès par mort violente


Les conséquences sur la population

doses (équivalente) à la thyroïde

population évacuée (~135 000 personnes)

dose moyenne de 0,47 Sv chez l'adulte et de 2 Sv chez l'enfant de moins de 1 an

Source : UNSCEAR 2000




population des territoires fortement contaminés (6 millions de personnes)

dose moyenne à la thyroïde de 0,1 Sv chez l'adulte pouvant dépasser 1 Sv chez l'enfant

- ❖ Hors thyroïde chez l'enfant, pas de pathologie imputable directement à l'irradiation
- ❖ Nombreux effets sur la santé non spécifiques, en rapport avec la situation accidentelle

Les conséquences sur la population

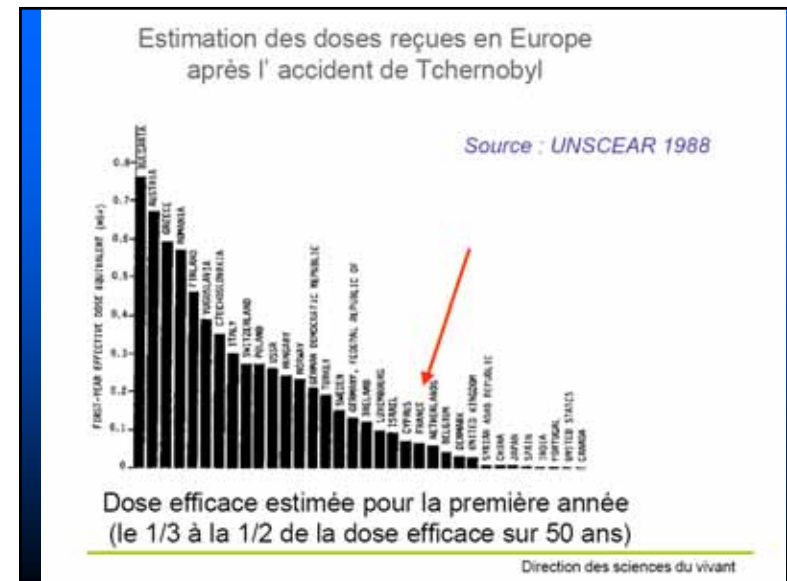


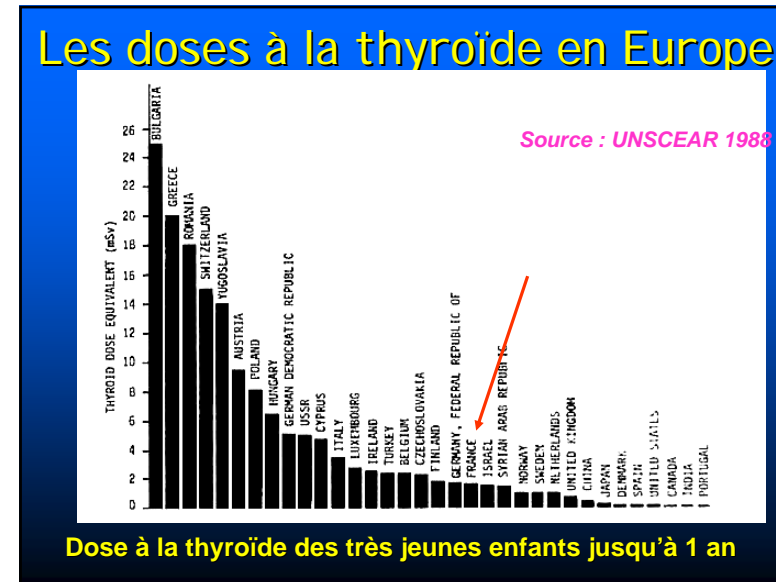
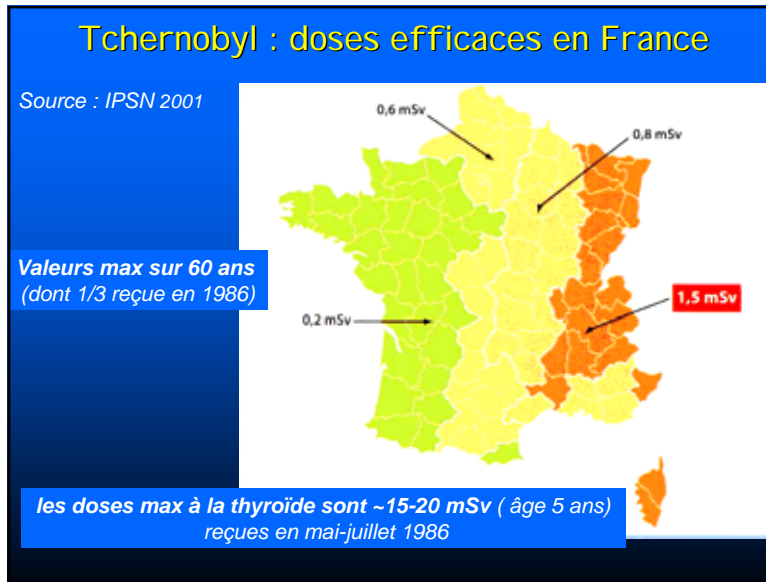
(doses >1 Sv à la thyroïde chez plus de 15 000 enfants)

- 4000 cancers de la thyroïde survenus entre 1990 et 2004 chez les enfants de moins de 18 ans lors de l'accident

dose due à l'ensemble des radionucléides 12 mSv en moyenne

Source : UNSCEAR 2000



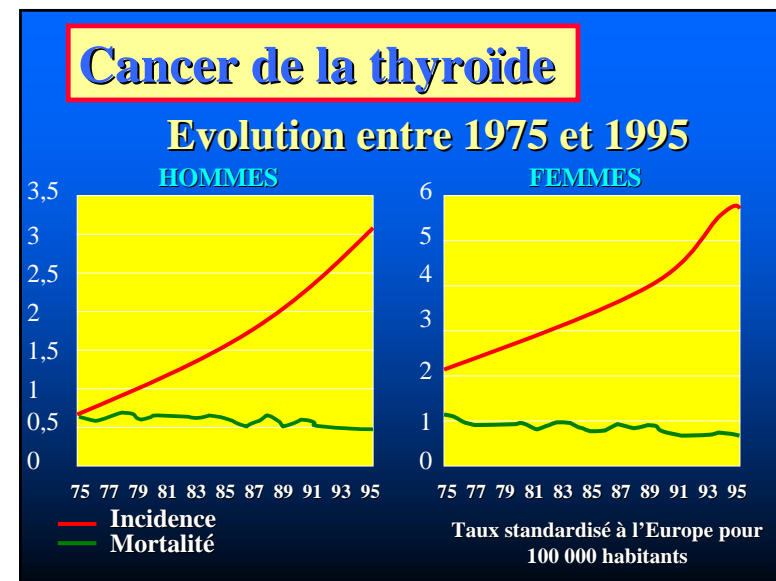


Les effets sanitaires en France (2)


Les données sur les cancers de la thyroïde ne sont pas en faveur d'un effet de Tchernobyl

- La fréquence augmente dans tous les pays depuis les années 70s sauf en Suède et Norvège
- En France, La fréquence augmente dans toutes les régions mais les disparités régionales ne correspondent pas à celles des retombées de Tchernobyl
 - Augmentation plus forte dans l'Ouest et le Sud-Ouest
 - Confirmée sur les actes chirurgicaux
- Cas de la Corse sur la période 1998-2001 (résultats 2006 de l'INVS)
 - Fréquence chez les hommes supérieure à celles des autres départements analysés
 - limite de significativité pour cas certains
 - Chez les femmes, fréquence élevée, comparable à celle d'autres régions

Direction des sciences du vivant



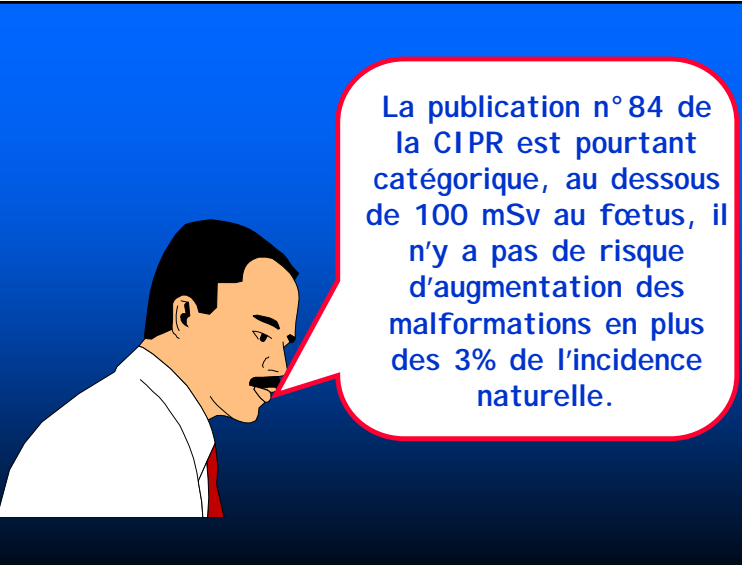
Contre-mesures



- Distribution d'iode stable
- PPI (Plan Particulier Intervention)
- CLI (Commission Locale d'Information
- COMMUNICATION des Pouvoir Public
- PAA
- Responsabilité médicale



Bien sûr, il ne nous parle pas des malformations ... pourtant ce reportage photo « *les portes de l'enfer* » nous confirme les monstruosité des nouveaux-nés à Tchernobyl !



La publication n° 84 de la CIPR est pourtant catégorique, au dessous de 100 mSv au fœtus, il n'y a pas de risque d'augmentation des malformations en plus des 3% de l'incidence naturelle.



Qui croire ? Les photos ou les études scientifiques ?



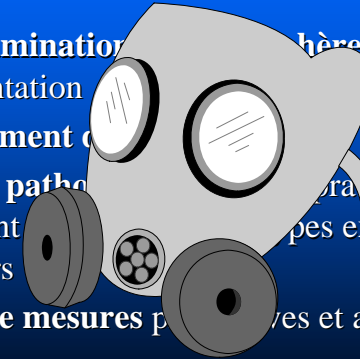
III – Bombes « sales »

- Explosif conventionnel pour disperser des radionucléides
- Cas de l'Irak en 1987
- Scénario d'une explosion au dessus de Washington (source de calibrage Cs 137, T = 30 ans)
- Pulvérisation de crayons de Co 60 sur Manhattan



III (bis) - Contamination Insidieuse de radionucléides

- Contamination de l'air, de l'eau, de l'alimentation
- Facilement évitable
- Effets pathologiques : les radionucléides peuvent provoquer des cancers
- Contre mesures passives et actives



Les conséquences ...

- Contrairement à l'attaque d'un site CEN, le terrain de contamination est choisi : lieu stratégiques, symboliques ...
- L'élément vecteur peut être ciblé, eau, alimentation
- L'effet recherché est **avant tout la panique** plus que le nombre de victimes (du reste pouvant être inappréciables)
- Arme psychologique
- Pb de gestion de crise

Les contre-mesures possibles

- **Arme nucléaire** : médecine de catastrophe l'urgence médicale ou chirurgicale prime le risque radiologique
- **Destruction site** : PPI, iode, confinement, évacuation, PPA
- **Contamination** :
 - Plan blanc
 - dispositions préventives : masques, habits, confinement
 - dispositions curatives : décontamination, chélateurs



Les dangers de la contamination

- Voie d'absorption
- Activité incorporée
- Nature physique de la radioactivité (α , β , γ , énergie, période ...)
- Organes critiques
- Période effective



La contamination radioactive

	Période physique	Nature du ray ¹	Absorption digestion	Absorption inhalation	Organe cible	Période biologique
Césium ¹³⁷ Cs	33 ans	β, γ	●	●	muscle	> 15 jours
Iode ¹³¹ I	8 jours	β, γ	●	●	thyroïde	> 30 jours
Plutonium ²³⁹ Pu	244 ans	α	●	●	os, tube digestif, poumon	> 100 ans
Ruthénium ¹⁰⁶ Ru	1 an	β^-	●	●	rein	> 20 jours
Strontium ⁹⁰ Sr	28 ans	β^-	●	●	os, rein, foie, vessie	> 200 jours
Uranium ²³⁸ U	45,10 ⁸ ans	α	●	●	poumon, os	> 100 jours

Face au risque nucléaire

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Devant un irradié <ul style="list-style-type: none"> – réanimer – décontaminer – demander une NFS – examen clinique – conditions d'exposition – contacter les spécialistes | <ul style="list-style-type: none"> ■ Devant une population <ul style="list-style-type: none"> – structure d'intervention – distribution d'iode – confiner – décontaminer – examen clinique – examens systématiques pour tri – Poste Médical Avancé |
|--|--|

L'avortement ? pas de panique 200 mSv au moins !

Conclusion

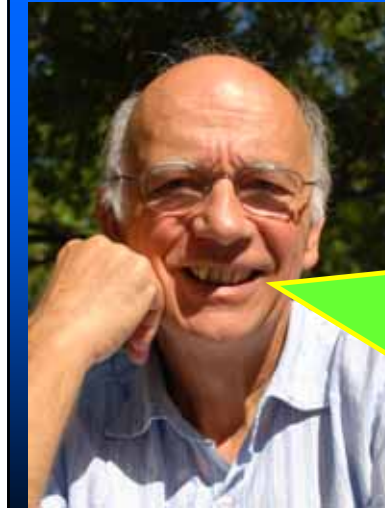


- La radioactivité est très facile à mesurer, les effets, seule compte la dose
- L'urgence médico-chirurgicale prime
- La position collective de santé publique est la PB
- Une seule radiologie ? rien de mystérieux ...

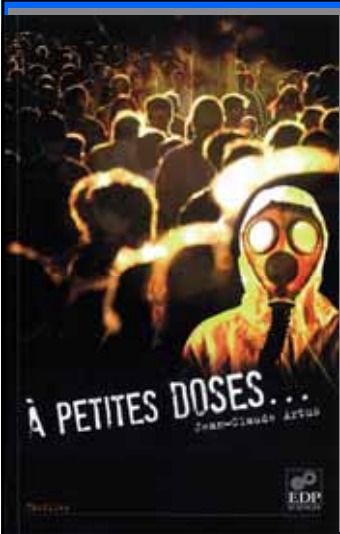


Remarques finales

- Le terrorisme nucléaire pourrait ne présenter qu'un intérêt relatif : difficulté approvisionnement, dangerosité, haute technicité, etc
- Mais l'importance du « prestige » le permettrait ...
- Logique de « guerre » pour destruction massive, peu probable mais influence sur la politique
- Logique de panique de masse reste le plus à craindre : peu de victimes mais impacts majeurs sur nos soc



A propos d'*Attentat Nucléaire*, c'est le thème d'un « polar » que j'ai écrit pour théâtraliser quelques messages à méditer et à ... discuter ...



Délivré sans ordonnance ... pour ceux qui ne sont pas avares de sensations fortes !

Editions : EDP sciences

FIN
de
la 4^{ème} Partie

JC Artus

