

Participation de la CRIIRAD à la CLI du site de Creys-Malville

25 juin 2013

Bruno CHAREYRON, ingénieur en physique nucléaire,
responsable du laboratoire de la CRIIRAD

Plan de l'exposé

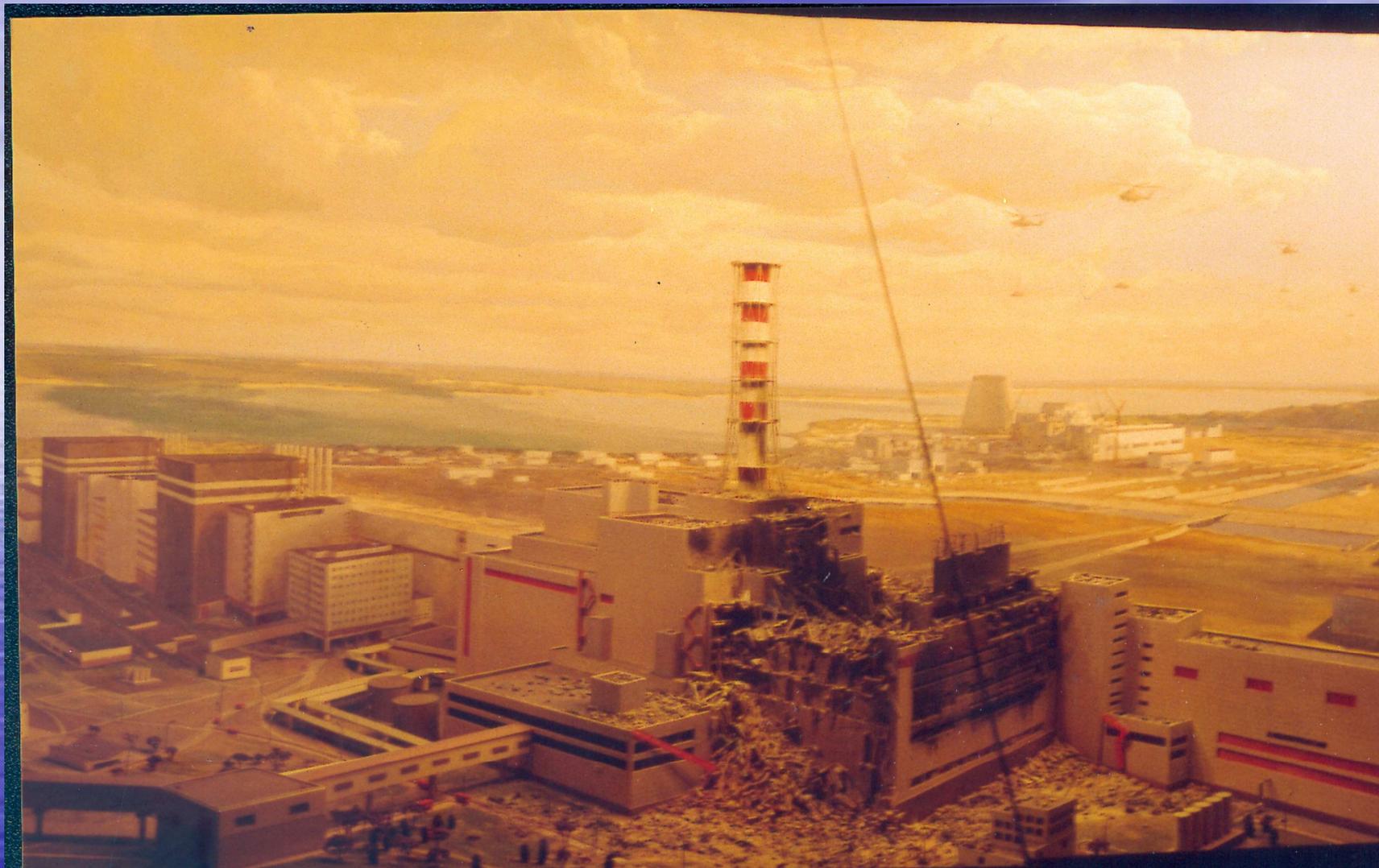
- 0 / Présentation de la CRIIRAD
- 1 / Impact des rejets atmosphériques, la question du tritium
- 2 / Questions sur l'impact des rejets liquides
- 3 / Questions sur l'impact des transports

0/ Présentation de l'association CRIIRAD et de son laboratoire

La catastrophe de Tchernobyl

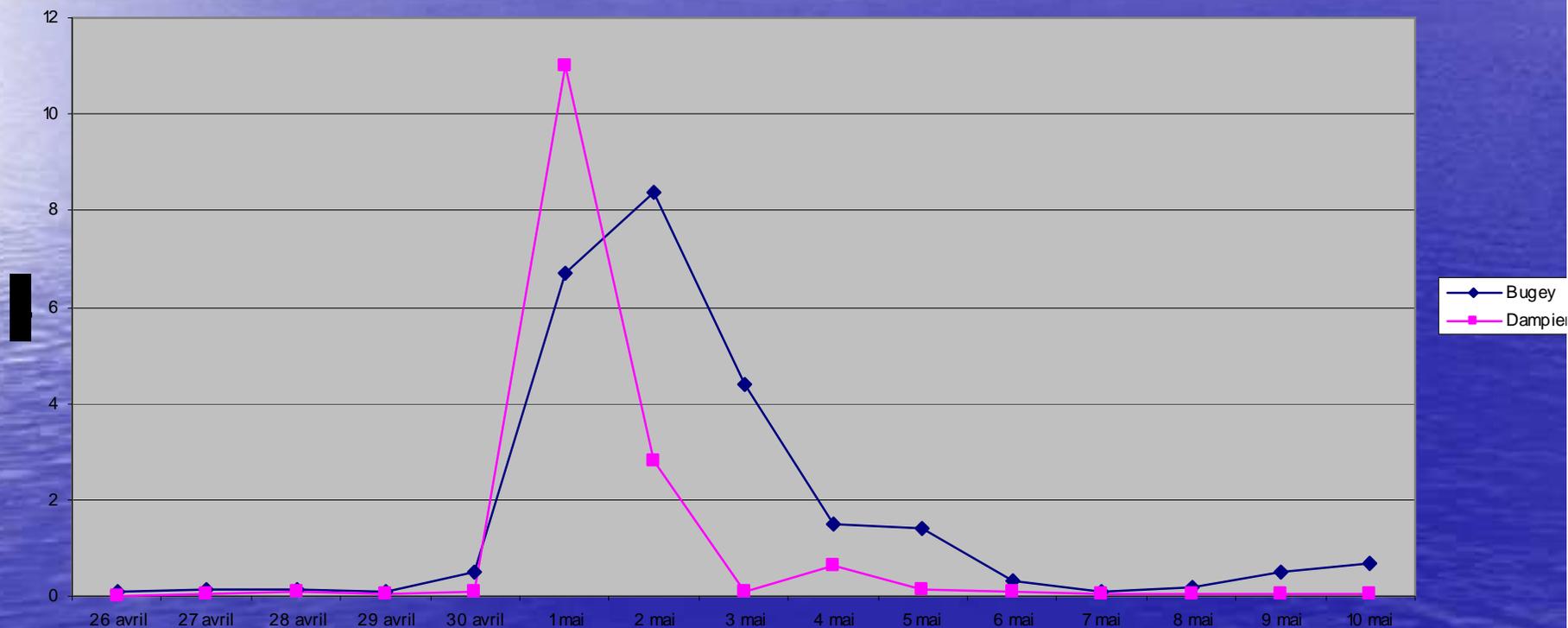
- Le 26 avril 1986 : la catastrophe de Tchernobyl
- Les mensonges des autorités françaises : « *Le territoire Français, en raison de son éloignement, a été totalement épargné par les retombées de radionucléides consécutives à l'accident de Tchernobyl* » (Communiqué du ministère de l'Agriculture : 6 mai 1986)
- Création de la CRIIRAD qui se dote d'un laboratoire indépendant de contrôle de la radioactivité

Hélicoptères survolant le réacteur



En 1986, les capteurs des centrales nucléaires EDF ont bien enregistré la hausse de radioactivité de l'air mais n'ont pas eu l'autorisation de communiquer (blocage du SCPRI). Cette hausse a été d'un facteur 100 (J+1) à 10 000 (J+6)

Air au sol / Activité Bêta totale à J+1 , balise AS1 / mesures EDF





1/ Impact des rejets atmosphériques de Superphénix , la question du tritium

● Le Tritium

- Le tritium ne conduit pas à une exposition externe notable mais par contre, il est très mobile (hydrogène radioactif) et se retrouve assez rapidement sous forme de vapeur d'eau H₂O tritiée : risques d'inhalation et d'ingestion et transfert par la peau.
- Dans l'environnement une partie du tritium est métabolisé par les plantes et rejoint la chaîne alimentaire sous une forme plus radiotoxique que l'eau tritiée : l'OBT : Organically Bound Tritium.

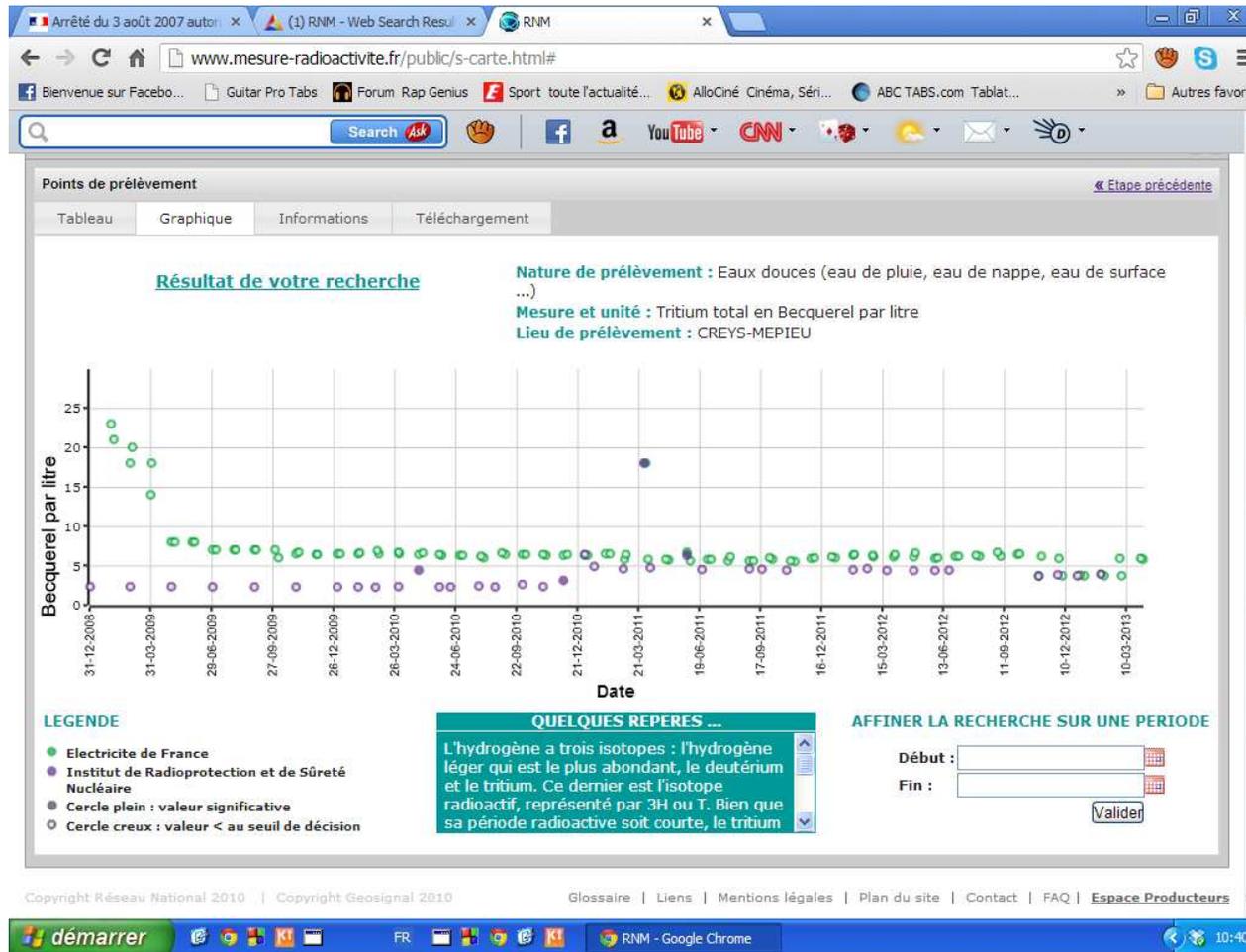
- Autorisations annuelles de rejets de tritium à l'atmosphère
- Centrale électronucléaire : 4 000 GBq (Saint-Laurent) à 12 000 GBq (Gravelines)
- Centre de recherche : CEA Cadarache : 17 645 GBq et CEA Saclay : 560 000 GBq
- Centrale (recherche) : ILL Grenoble : 75 000 GBq
- Démantèlement SPX : 100 000 GBq (Arrêté du 3 août 2007) / 98 TBq cheminée EBA + 2 TBq autres
- Usine retraitement (AREVA La Hague) : 150 000 GBq
- Nucléaire militaire :
- CEA Bruyères le Chatel et Valduc : 1 850 000 GBq
- Marcoule (INBS) : 10 000 000 GBq

Rejets de tritium atmosphérique des INB de la Région Rhône-Alpes ou limitrophes (en GBq par an) / tableau CRIIRAD

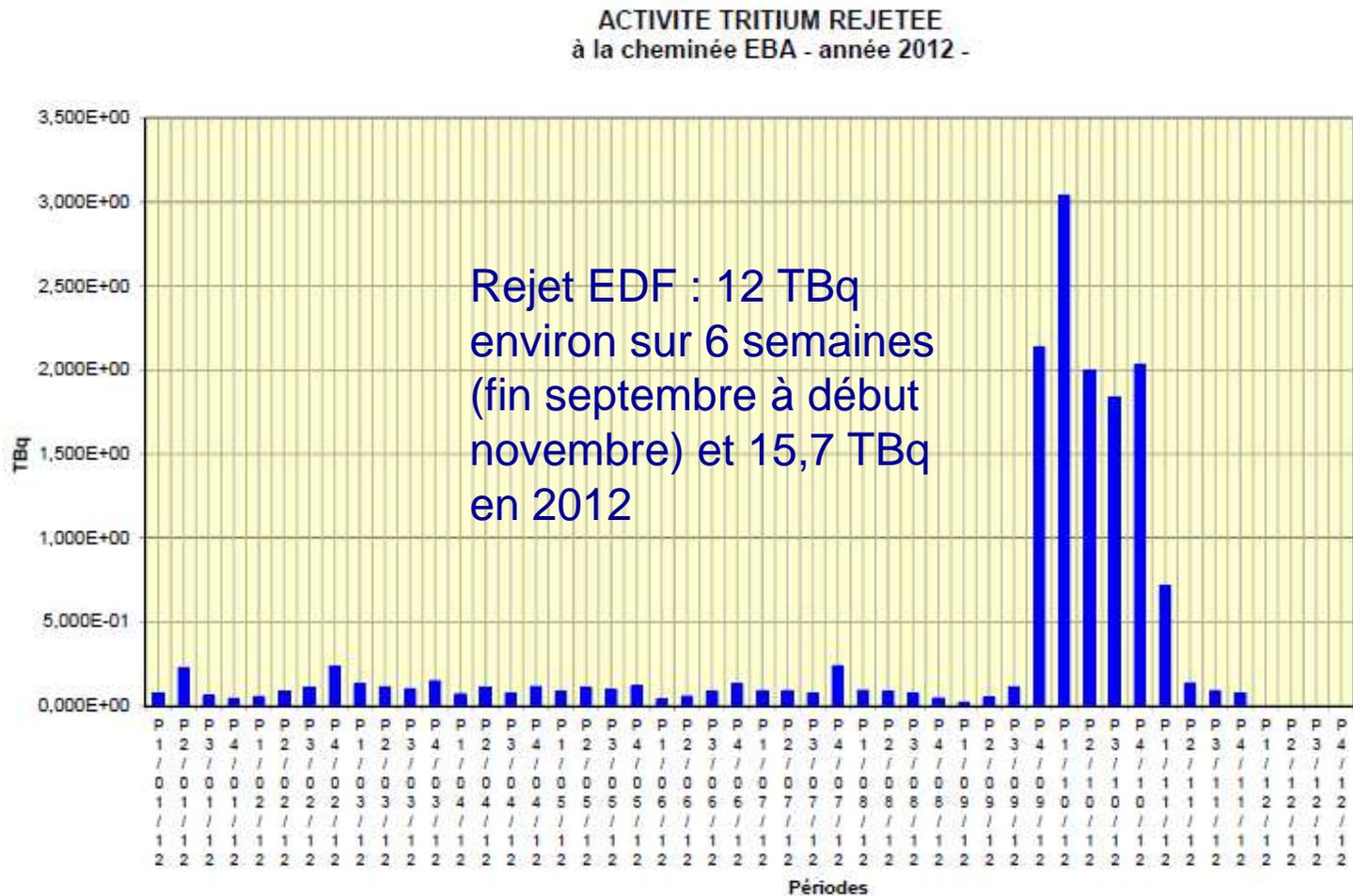
INB	2006	2007	2008	2009	2010
CEA Marcoule (INBS)	276 000	370 000	328 000	332 000	246 000
ILL Grenoble	4 430	11 000	13 100	12 200	6 600
CNPE du Tricastin	696	1 060	2 400	3 070	1 960
CNPE de Saint-Alban	2 200	2 180	1 360	1 330	2 080
CNPE du Cruas-Meysses	376	296	313	836	912
CNPE du Bugey	503	561	694	642	568
Centraco à Marcoule (rejets gazeux)	1 690	2 360	1 130	591	895
AREVA NC Pierrelatte (INB + INBS)			718	210	1
CNPE de Creys-Malville / Superphénix	299	460	663	169	1 250,0
CEA Cadarache (INB)	27	12	41	81	68
Marcoule : Atalante - Phenix - Cis-bio (liquide gazeux) + Centraco - Melox (liquide)	1 760	2 490	1 220	53	48
CEA Grenoble (INB)	35	36	39,6	1,8	50,7
SOCATRI (site du Tricastin)			1,4	1,0	0,8
COMURHEX Pierrelatte			0,01	0,00	0,00

En 2012 : 15 700 GBq

**Activité du tritium dans les eaux de pluie (sous les vents de Superphenix)
 Dec 2008 à avril 2013 (EDF et IRSN) / Source : RNM
 Le 30 mars 2011 : 18 Bq/l (tritium) / Origine ?
 Dans l'air le maximum mesuré par EDF en 2011 était à l'automne 2011
 (carbonatation UPI n°1)**



Rejets de tritium à l'atmosphère déclarés par EDF Creys-Malville :
carbonatation de la 2eme UPI du 24 septembre 2012 au 9 novembre
2012 (document EDF, CLI de décembre 2012)



Contrôle de l'activité du tritium dans les eaux de pluie en 3 stations proches de Creys-Malville (CRIIRAD / 23 septembre 2012 au 28 octobre 2012)



Contrôle de l'activité du tritium dans les eaux de pluie en 3 stations proches de Creys-Malville (laboratoire CRIIRAD / 23 septembre 2012 au 28 octobre 2012)

Code	Lieu	Période de précipitation		Activité en tritium		
		Début	Fin			Bq/l
B 4	Port de Briord (2,8 km nord)	23/09/2012	30/09/2012		<	2
CM 4	2,5 km Nord-ouest	23/09/2012	30/09/2012		<	2
RIX 4	Rix (4,4 km sud-est)	23/09/2012	30/09/2012		<	2
B 5	Port de Briord (2,8 km nord)	30/09/2012	07/10/2012	2,5	±	1,1
CM5	2,5 km Nord-ouest	30/09/2012	07/10/2012	5,2	±	1,2
RIX 5	Rix (4,4 km sud-est)	30/09/2012	07/10/2012		<	2
B 6	Port de Briord (2,8 km nord)	07/10/2012	14/10/2012		<	2
CM 6	2,5 km Nord-ouest	07/10/2012	14/10/2012		<	2
RIX 6	Rix (4,4 km sud-est)	07/10/2012	14/10/2012		<	2
B 7	Port de Briord (2,8 km nord)	14/10/2012	21/10/2012		<	2
CM 7	2,5 km Nord-ouest	14/10/2012	21/10/2012		<	2
RIX 7	Rix (4,4 km sud-est)	14/10/2012	21/10/2012		<	2
B 8	Port de Briord (2,8 km nord)	21/10/2012	28/10/2012		<	2
CM 8	2,5 km Nord-ouest	21/10/2012	28/10/2012		<	2
RIX 8	Rix (4,4 km sud-est)	21/10/2012	28/10/2012		<	2

- Questionnement sur le plan de surveillance EDF-IRSN
- Tritium détecté par CRIIRAD dans les eaux de pluie à 2,5 km au nord-ouest et 2,8 km au nord / question sur direction des vents pendant les rejets ?
- Question du plan de surveillance EDF-IRSN : herbe et lait de vache à la ferme Quincieu au sud-est, et feuilles de chêne à Malville Champagne au sud, eau de pluie et air en AS1 au sud, or détection CRIIRAD au nord / nord-ouest ?
- EDF : « *la forme du tritium rejeté (HT) n'est pas directement assimilable par les organismes biologiques* »
CRIIRAD : attention il y a oxydation en eau tritiée et métabolisation partielle qui conduit au tritium organiquement lié par ailleurs détecté par l'IRSN dans feuilles de chêne, herbe et lait (y compris avant et après les rejets)

- Conclusion (suivi tritium dans les précipitations)
- En ce qui concerne le tritium « libre » EDF mentionne une norme OMS de 10 000 Bq/l pour la potabilité des eaux.
- La CRIIRAD estime que le niveau de risque maximal acceptable devrait correspondre à 10Bq/l. Elle a plaidé cette position auprès de la commission ENVI du Parlement européen qui a voté en 2013 un seuil d'investigation à 20 Bq/l pour le tritium dans l'eau potable. La question de la révision des normes sur les eaux est renvoyée devant la cour de justice.
- Questionnement de la communauté scientifique sur la radiotoxicité du tritium organiquement lié

● Questionnements sur la Radiotoxicité du Tritium

- La radiotoxicité du tritium est totalement passée sous silence alors que de nombreux experts dénoncent la méconnaissance des effets d'une contamination chronique par ce radionucléide.
- L'ouvrage « *2003 recommendations of the European Committee on Radiation Risk* » estime que la radiotoxicité du tritium est sous-estimée d'un facteur 10 à 30.

● Radiotoxicité du Tritium (résumé)

- EDF indique souvent à tort dans les documents destinés au public que le tritium « *ne s'accumule pas dans les espèces vivantes* ». Ceci constitue une négation des études portant sur la transformation du tritium libre en tritium organiquement lié dans les cellules des végétaux et des animaux. Les problèmes spécifiques posés par des radionucléides comme le tritium (et le carbone 14) sont dus au fait qu'en tant que constituants de base de la matière vivante, ces isotopes radioactifs de l'hydrogène et du carbone peuvent être **intégrés à la molécule d'ADN** elle-même par l'intermédiaire de ses précurseurs.
- Ce processus est particulièrement sensible chez l'embryon. Plusieurs études sur les souris ont mis en évidence **l'induction de cancers et d'effets héréditaires par les molécules tritiées organiques.**

● Radiotoxicité du Tritium (résumé)

- L'OPRI (Office de Protection Contre les Rayonnements Ionisants) indiquait d'ailleurs dans son rapport annuel 1996 que « *S'agissant du tritium, l'attention de la communauté scientifique est focalisée sur les formes organiques dont certains auteurs établissent que leurs effets biologiques sont 1000 fois supérieurs à ceux de l'eau tritiée.* ». L'OPRI précisait que les études en cours avaient montré que « *le tritium introduit sous forme de molécules organiques peut avoir une efficacité biologique considérable et tout à fait inexplicquée* ».

- Le tritium sous forme organique a une période biologique plus longue qui peut aller de un mois à un an selon le type de liaisons chimiques. Lorsqu'il est intégré à certaines molécules organiques, telle la thymidine, **le temps de séjour du tritium dans l'organisme humain est nettement plus élevé.**
- Dans les végétaux, 80 % de la quantité de tritium liée à la matière organique est intégrée aux molécules de structure (lignine, cellulose), le tritium est alors fixé à **demeure.**

- Ainsi, après ingestion d'une nourriture tritiée, l'activité fixée dans les tissus est plus importante qu'après ingestion d'eau tritiée. Divers mécanismes peuvent alors conduire chez l'homme au marquage en tritium de certaines macromolécules comme l'ADN. L'élimination du tritium étant alors très lente, **les problèmes radiologiques posés sont beaucoup plus aigus**. En effet, les rayonnements bêta du tritium peuvent réaliser sur le long terme (période de 12,3 ans), et au cœur même du matériel génétique des êtres vivants, des cassures et mutations des chromosomes induisant un **risque de cancérisation et de mutations génétiques**.

- L'Institut National des Sciences Radiologiques du Japon a montré que les différents effets du tritium sur des cellules de mammifères (destruction, mutation ou induction de cancers) étaient plus importants qu'on ne le croyait.
- **La radiotoxicité du tritium semble avoir été largement sous-évaluée et peu de travaux existent sur les effets à long terme, notamment génétiques, de la contamination par ce radioélément.**

- Application du principe ALARA : question des possibilités de piégeage du tritium et/ou de transformation du rejet atmosphérique en rejet liquide. C'est une question de coût plus qu'une question technique ?

2 / Impact des rejets liquides de Creys-Malville

Autorisation annuelle :

15 TBq = 15 000 GBq pour le tritium

30 GBq pour les autres PF-PA émetteurs bêta-gamma

Rejets radioactifs liquides déclarés par les principales INB de la Région Rhône-Alpes entre 2006 et 2009 (compilation CRIIRAD)

	H3 (TBq)	C14 (GBq)	Iodes (GBq)	Iode 131 (GBq)	I 133 (GBq)	Ni63 (MBq)	Emetteurs alpha (MBq)	Autre (GBq)	Tc 99 (GBq)
2006									
Super Phénix	0,00209	?	?	8,28E-04	?	?			
Bugey	45,4	?		0,0251	4,35E-04	171			
Saint Alban	51,15	16,45		2,01E-02	?	343,9			
Cruas	48,4	73,6	?	0,03664	?	154		?	
Tricastin EDF	41,4	44,9	?	0,0398	?	91,4		?	
ILL (Grenoble)	0,12	?						0,28 (1)	
CEA Grenoble	0,00072	?					0,4	0,0152 (2)	
2007									
Super Phénix	0,00399	?	?	0,768 (1/2 seuil)	?	0,70		voir détail	
Bugey	48,8	42,2 (calculé)	0,0234	0,0232	?	151		1,51	
Saint Alban	54	18,5	0,012	0,012	?	170		0,78	
Cruas	35,5	46,6	0,0325			TSN ?		1,42	
Tricastin AREVA	2,175	20,9				?	5 721	11,35 (5)	27,6
Tricastin EDF	38,2	TSN ?	0,027	0,0266	?	80,1		0,59	
ILL (Grenoble)	0,53	0,23	0,0012					0,48 (1)	
CEA Grenoble	0,00068	?					0,103	0,00765 (2)	
2008									
Super Phénix	0,00301	?		Pas de mesure		2,18		voir détail	
Bugey	47,3	45 (calculé)	0,031	0,0311	?	133		1,6	
Saint Alban	39	8,5	0,014	0,0137	?	160		0,54	
Cruas	51,2	40,0	0,0327			TSN ?		1,29	
Tricastin AREVA	3,684	10,2				?	6 699	7,7 (5)	40,8
Tricastin EDF	35,5	3,38 (3)	0,0257	0,0257	?	63,1		0,542	
ILL (Grenoble)	0,22	0,23	0,002					0,0975 (4)	
CEA Grenoble	0,00009	?					0,234	0,00905 (2)	
2009									
Super Phénix	0,00314			Pas de mesure		2,59		0,0173	
Bugey	54,9	37,7 (calculé)	0,0135	0,014	?	117		1,42	
Saint Alban	57	14,1	0,013	0,0127	?	135		0,38	
Cruas	56,9	68,2	0,058	0,0572	0,000616	476		1,52	
Tricastin AREVA	1,30	3,0				?	8 800	8,77 (5)	16,3
Tricastin EDF	36,2	15,9	0,032	0,032		86,5		1,05	
CEA Grenoble	0,00043	?					0,254	0,00378 (2)	

- (1) Produits d'activation hors tritium (2) Emetteurs bêta-gamma (4) Emetteurs bêta-gamma
 (3) Analyses réalisées à partir du 1/8/2008, date d'application du nouvel arrêté de rejet (5) Bêta (hors tritium et carbone 14)

TP 7 / Activité massique du tritium organiquement lié dans les plantes aquatiques prélevées par la CRIIRAD en 2007

Station	Cours d'eau	Emplacement (site nucléaire proche)	Espèce	Tritium : Bq/l (eau de combustion)	Tritium : OBT (Bq/kg sec)
ST 1	Rhône	Aval CERN et aval Genève	Cardamine (cresson)	< 3,0	< 1,4
P1	Rhône	Aval confluence Fier amont Superphénix	Myriophylle	15,8 +/- 0,8	6,2 +/- 0,4
ST 2	Rhône	Amont centrale Superphénix	Myriophylle	NM	NM
ST 3	Rhône	Aval centrale Superphénix et amont CNPE Bugey	Myriophylle	29,4 +/- 1,7	8,0 +/- 0,6
ST 4	Rhône	Aval CNPE Bugey	Genre Fontinalis	35,1 +/- 1,8	13,0 +/- 0,9
ST 5	Saône	Amont Lyon	Myriophylle	9,1 +/- 0,8	2,8 +/- 0,3
ST 5	Saône	Amont Lyon	Potamot Pectiné	NM	NM
P 2	Ain	Rivière Ain	Fontinales	< 3,0	< 1,1
P 2	Ain	Rivière Ain	Genre Fontinalis	NM	NM
P4-D	Rhône	Aval Lyon / amont Givors	Myriophylle	NM	NM
P4-G	Rhône	Aval Lyon / amont Givors	Potamot Pectiné	8,3 +/- 0,7	3,5 +/- 0,3
ST 6	Rhône	Aval Lyon / amont Givors	Myriophylle	NM	NM

La comparaison des activités du tritium organiquement lié sur les plantes aquatiques prélevées en amont et en aval des principales INB implantées sur le cours du Rhône est commentée ci-dessous.

- **Superphénix** : le ratio aval / amont est²⁷ de **1,86** sur la même espèce (myriophylle) ce qui suggère un impact du site nucléaire en cours de démantèlement. La centrale a rejeté **3,99 GBq** de tritium dans le Rhône en 2007.

²⁷ Les mesures de tritium organiquement lié effectuées par l'IRSN en août 2007, sur des myriophylles, donnent 8,1 Bq/l d'eau de combustion en amont de Superphénix et 16,7 Bq/l en aval soit un ratio de 2,06 (l'activité du tritium libre est inférieure aux limites de détection : < 2 Bq/l).

L'activité du **tritium organiquement lié** (OBT) dans les plantes aquatiques reste inférieure aux limites de détection dans l'Ain, l'Isère (y compris en aval des installations nucléaires de Grenoble) et le Rhône au niveau du défilé de l'Ecluse.

Le tritium est détecté par contre dans la Saône et dans le Rhône en amont de Superphénix. Ceci suggère un apport anthropique. Il pourrait être lié à des industries non nucléaires, comme par exemple **l'industrie horlogère** (utilisation de peintures radio luminescentes).

Recherche du carbone 14 dans les mousses aquatiques prélevées par la CRIIRAD en 2007 : pas d'impact détecté en aval de Superphénix dans le Rhône

TP 8 / Activité massique du carbone 14 dans les plantes aquatiques

Station	Cours d'eau	Emplacement (site nucléaire proche)	Espèce	Carbone 14 (Bq/kg carbone)	Carbone 14 (Bq/kg sec)
ST 1	Rhône	Aval CERN et aval Genève	Cardamine (cresson)	234 +/- 1,8	77,9 +/- 3,94
P1	Rhône	Aval confluence Fier amont Superphénix	Myriophylle	207 +/- 1,8	72,9 +/- 3,70
ST 2	Rhône	Amont centrale Superphénix	Myriophylle	NM	NM
ST 3	Rhône	Aval centrale Superphénix et amont CNPE Bugey	Myriophylle	198 +/- 1,8	49,3 +/- 2,51
ST 4	Rhône	Aval CNPE Bugey	Genre Fontinalis	210 +/- 1,8	58,7 +/- 2,98
ST 5	Saône	Amont Lyon	Myriophylle	211 +/- 1,8	51,6 +/- 2,62
ST 5	Saône	Amont Lyon	Potamot Pectiné	NM	NM
P 2	Ain	Rivière Ain	Fontinales	212 +/- 1,8	61,0 +/- 3,09
P 2	Ain	Rivière Ain	Genre Fontinalis	NM	NM
P4-D	Rhône	Aval Lyon / amont Givors	Myriophylle	NM	NM
P4-G	Rhône	Aval Lyon / amont Givors	Potamot Pectiné	217 +/- 2,1	79,0 +/- 4,02
ST 6	Rhône	Aval Lyon / amont Givors	Myriophylle	NM	NM

● La question du carbone 14

- Les suivis réalisés par l'IRSN ont mis en évidence une accumulation de carbone 14 dans les muscles de poissons en aval de Superphenix
- Barbeau fluviatile avril 2007 amont (Bregnier Cordon) : 220 Bq/kg C.
- Barbeau fluviatile avril 2007 aval (Sault-Brenaz) : **320 Bq/kg C.**
- « *Les analyses de carbone 14 montrent un enrichissement de cet élément dans les poissons prélevés à l'aval impliquant un impact des rejets du CNPE sur cette espèce. Les rejets n'étant plus suffisamment importants pour être comptabilisés, on peut émettre **l'hypothèse d'un marquage plus ancien** sur une matrice qui a tendance à lisser les évolutions annuelles au profit des tendances à moyen terme* » (IRSN année 2007, page 14)
- Questions CRIIRAD :
 - Précisions sur origine du carbone 14 et activité massique dans le sodium primaire ?
 - justification d'une non comptabilisation ?
 - Vérifier les niveaux de carbone 14 dans les rejets et les bétons sodés ?

3 Impact du transport des matières radioactives

Exemple des contrôles CRIIRAD en gare de triage de Sibelin (Lyon) avec Syndicats Cheminots en 1998

- Wagon de combustible irradié du CNPE du Bugey
- EDF interdit à la CRIIRAD de faire des mesures au niveau de la centrale
- Elévation du niveau de rayonnement gamma détectée à 40 mètres du convoi

Mesures CRIIRAD du 6 juillet 1998

Débit de dose gamma mesuré à 1 mètre : 31 à 71 $\mu\text{Sv/h}$

Débit de dose gamma mesuré au contact : 47 à 100 $\mu\text{Sv/h}$



Incohérence entre réglementation du transport et normes sanitaires

Position	Valeur limite du débit de dose ($\mu\text{Sv/h}$)	Nombre de minutes conduisant au dépassement de la limite du risque négligeable de 10 microSieverts par an	Nombre d' heures conduisant au dépassement de la limite de la contrainte de dose de 300 microSieverts par an	Nombre d' heures conduisant au dépassement de la limite de dose maximale annuelle admissible de 1000 microSieverts
au contact du château	2 000	0,3	0,2	0,5
à 1 mètre du château	500	1,2	0,6	2,0
au contact surface du véhicule	2 000	0,3	0,2	0,5
à 2 mètres surface du véhicule	100	6,0	3,0	10,0

● Impact du transport

- En 2012 selon le rapport TSN 2012 Creys-Malville, EDF a évacué 198 colis dont 54 TFA en direction du CIREs (ex CSTFA-ANDRA à Morvilliers) et 144 colis au CSA ANDRA à Soulaines.
- Quels sont les débits de dose gamma et neutrons au contact et en champ proche des colis ?
- Quel est l'impact pour les riverains ?
- Est-ce le transport qui peut expliquer les variations de mesure de débit de dose (exemple site internet EDF : (128 nGy/h max en avril 2013 pour une moyenne de 69,5 nGy/h) ? Avoir un bilan temporel et spatial ?
- Quelle est l'origine du déclenchement de portique en sortie de site sur 1 des 36 convois « non radioactifs » évacués du 1^{er} janvier 2013 à avril 2013 (source : site internet EDF) ?