

**GESTION DES REJETS DE TRITIUM DU SITE  
AREVA NC DE LA HAGUE, IMPACT ET  
SURVEILLANCE ASSOCIES**

P. Devin

Chargé de mission en Radioprotection Environnementale  
AREVA D3SE IG

*Journées SFRP du 23 et 24 septembre 2009 sur le  
Tritium*

UIC PARIS – 23 septembre 2009



# Le tritium



- ▶ Isotope naturel de l'hydrogène, de période radioactive **12,35 ans**, émetteur bêta pur, masse spécifique = **360 TBq/g**
- ▶ ~ 0,2 Bq/L dans l'eau de mer
- ▶ Probablement un des radionucléides le plus étudié à en juger par l'existence de nombreux travaux (~ 200 études sur l'EBR selon l'IRSN)
- ▶ Une faible radiotoxicité (malgré les incertitudes sur l'EBR et le  $W_R$  qui font actuellement débat)
- ▶ Une chimie relativement complexe : Le tritium existe sous différentes formes chimiques : eau tritiée (HTO), tritium gazeux (HT) et tritium lié à la matière organique (OBT )

**Il disparaît chaque année naturellement 5,6 %  
de tritium pour former de l'hélium**

# Les points abordés



- ▶ **L'établissement AREVA NC de La Hague**
- ▶ **Rejets de tritium de l'établissement**
  - ◆ **Le tritium dans le combustible irradié**
  - ◆ **Son comportement lors du traitement du combustible usé**
  - ◆ **Evolution des rejets de tritium**
  - ◆ **Sa mesure dans les effluents**
  - ◆ **Etude des possibilités de réduction des rejets de tritium des usines de La Hague**
- ▶ **Impact dosimétrique du tritium sur les populations riveraines**
- ▶ **Surveillance du tritium dans l'environnement**
- ▶ **Conclusion**



# L'établissement AREVA NC de La Hague

# L'établissement AREVA NC de La Hague

## ► Premier site de traitement industriel de combustibles usés au monde

- ◆ Récupérer les matières recyclables
- ◆ Economie de 30 % des besoins en uranium ou 30 millions de tonnes de charbon

## ► L'établissement exploite 2 usines de production

- ◆ UP2-800 (INB 117) mise en actif en 1994 : capacité 1000 tonne/an
- ◆ UP3 (INB 116) mise en actif en 1990 : capacité 1000 tonne/an
- ◆ Avec une capacité de traitement totale maximale autorisée de l'établissement de 1700 tonnes/an

## ► 937 tonnes en 2008, 946 tonnes en 2007 et 1015 tonnes en 2006

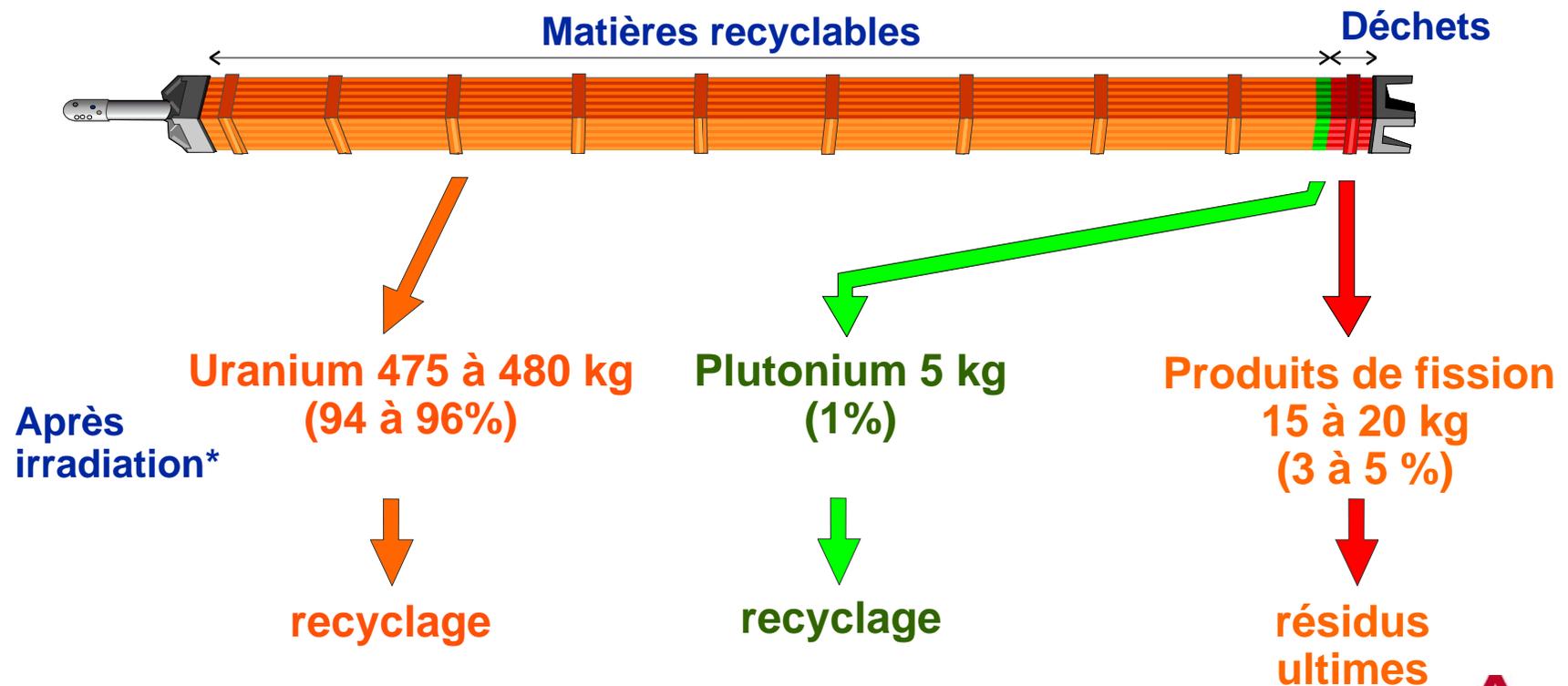
Démarche d'amélioration continue pour optimiser la gestion des effluents liquides et gazeux et réduire l'impact des rejets dans l'environnement

## Le traitement et le recyclage



### Structure du combustible eau légère usé

1 combustible eau légère : 500 kg d'uranium avant irradiation en réacteur



\* Pourcentage variable en fonction du taux de combustion



# Rejets de tritium de l'établissement AREVA NC de La Hague

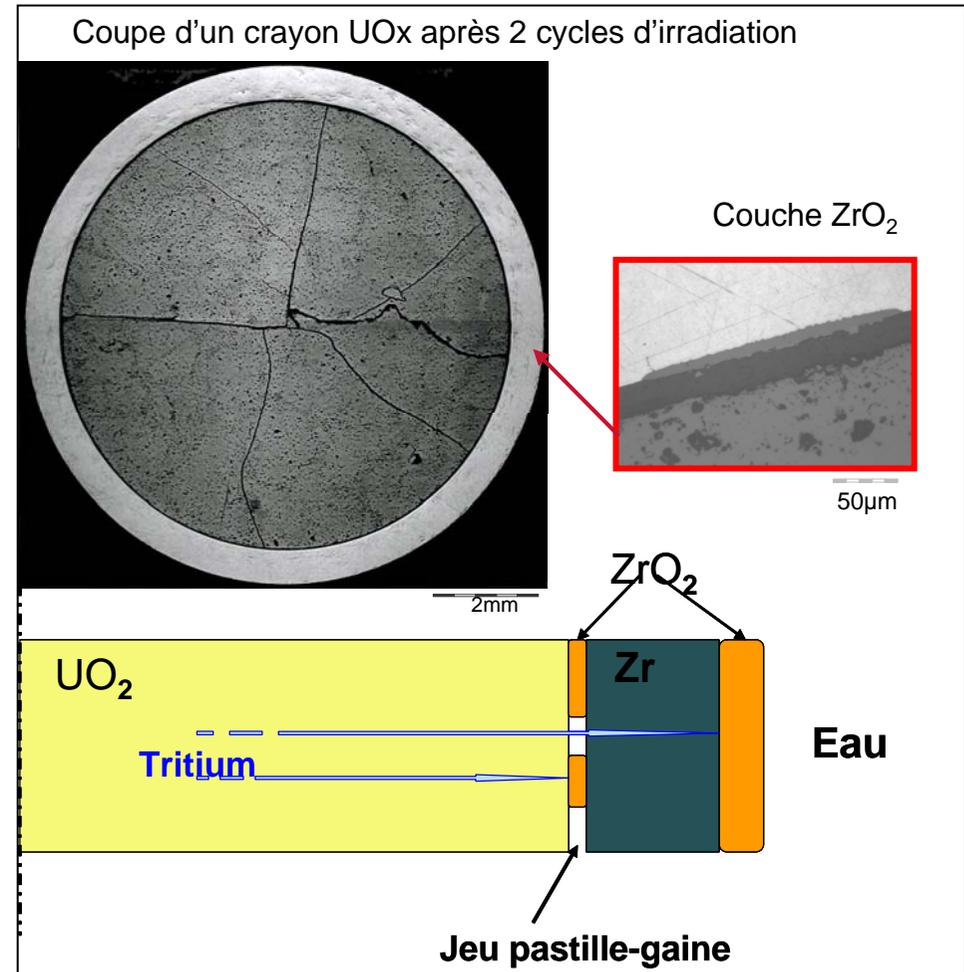
# Le tritium dans le combustible irradié



- ▶ **La production de tritium dans le combustible en réacteur :**
  - ◆ Fission ternaire directe (82,5%)
  - ◆ Fission ternaire indirecte et activation d'éléments légers : formation via l'hélium-6 puis le lithium-6 (11,5%)
  - ◆ Capture électronique suivie d'une désintégration conduisant à la formation de tritium : via l'hélium-3 (5%) et l'oxygène 16 (1%)
- ▶ **Essentiellement sous forme de gaz dissous**
  - ◆ Tendence à diffuser vers la périphérie de l'oxyde (du crayon)
  - ◆ Accumulation entre l'oxyde et la gaine
  - ◆ Diffusion vers la gaine où il se trouve piégé sous forme de gaz dissous jusqu'à saturation du zirconium et formation d'hydrure métallique ➤
- ▶ **La répartition entre le combustible et la gaine dépend :**
  - ◆ Du taux de combustion
  - ◆ De la vitesse de formation de la couche d'oxyde
  - ◆ Du type de combustible

# Le tritium dans le combustible irradié

- ▶ Diffusion vers la gaine où il se trouve piégé sous forme de gaz dissous, phénomène limité par :
  - ◆ La faible diffusivité du tritium
  - ◆ La formation de couches d'oxyde de zirconium (zircon)

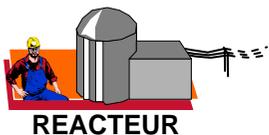


# Comportement du tritium lors du traitement du combustible usé



- ▶ **Conception des installations de traitement pour**
  - ◆ Confiner le tritium dans une zone restreinte de l'usine dite zone tritiée
  - ◆ Canaliser le rejet en mer
- ▶ **Objectifs recherchés :**
  - ◆ Simplifier la manipulation d'acide nitrique recyclé dans la zone non tritiée et limiter le risque de contamination des travailleurs
  - ◆ Réduire considérablement l'impact potentiel permis par les conditions de dispersion et dilution dans le milieu marin : **l'impact d'un rejet gazeux est 1000 fois plus important que l'impact d'un rejet liquide à quantité égale**
- ▶ **Une option de gestion :**
  - ◆ En accord avec le plan national soumis par la France à la convention OSPAR
  - ◆ Compatible avec ce que reconnaît le Comité des Substances Radioactives

┌ **Le rejet d'effluents tritiés en mer est aujourd'hui**  
**la meilleure gestion de ce rejets** └



REACTEUR

# Comportement du tritium lors du traitement du combustible usé



Entreposage piscines

Rejet gazeux

Environ 0,5 %  
du tritium de l'oxyde

Traitement  
des effluents gazeux

20 à 40 %  
du tritium entré

Cisaillage  
Dissolution

Lavage  
des coques

Compactage  
Conditionnement

Entreposage

Traitement  
des effluents liquides

Environ 99,5 %  
du tritium de l'oxyde

Tritium rejeté :  
60 à 80 %  
du tritium entré

Rejet liquide

Rejet tritium liquide : 40 000 m<sup>3</sup>/an  
250 g HTO/an

# Evolution des rejets de tritium

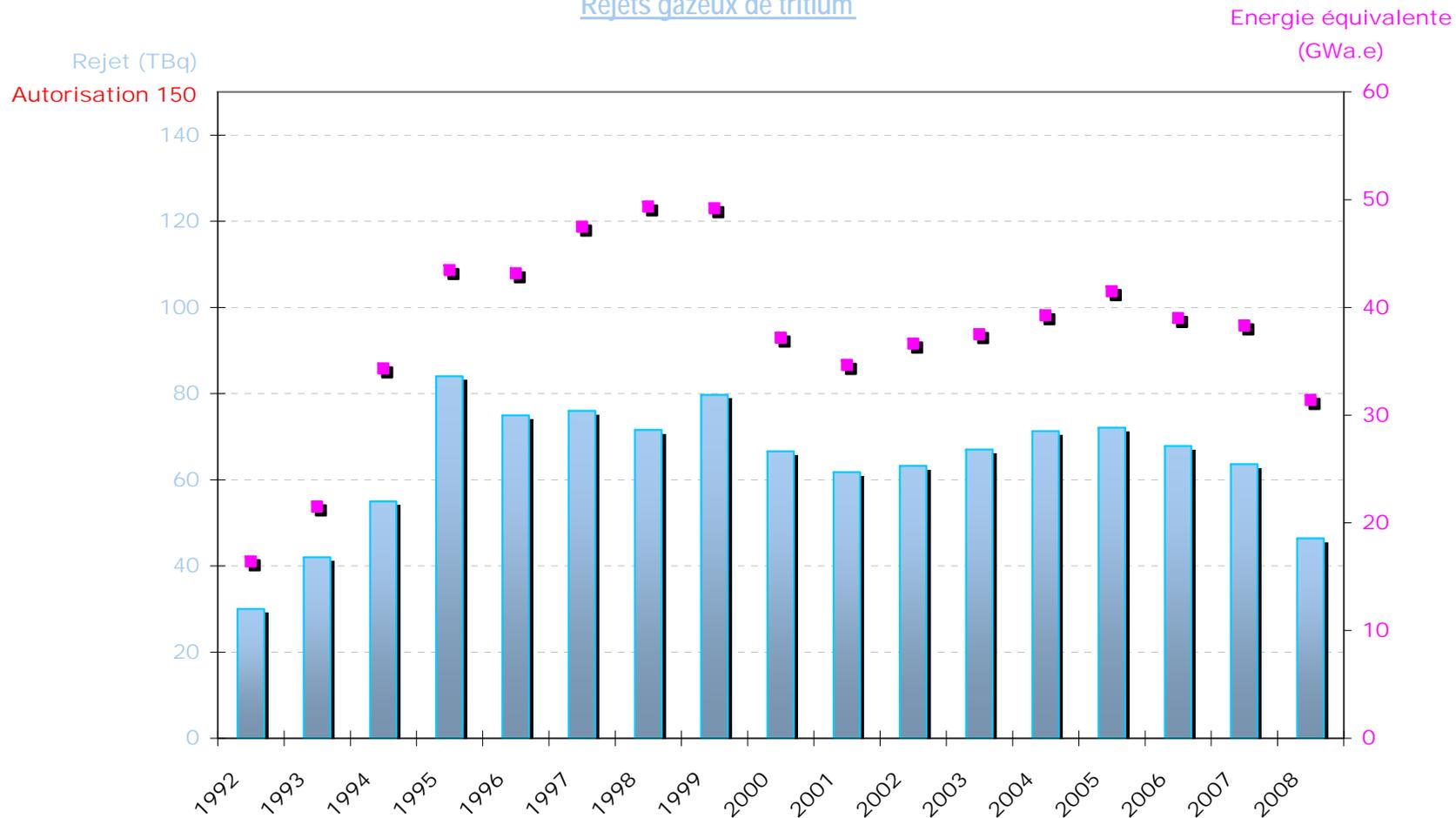


Evolution des autorisations annuelles de rejets de tritium et impact annuel aux limites autorisées	Limites fixées par les arrêtés de 1984	Limites fixées par l'arrêté du 10 janvier 2003 puis du 8 janvier 2007 modifiant l'arrêté de 2003
Rejets gazeux Impact dosimétrique Digulleville	2 200 TBq (6g) 2,4 $\mu$ Sv	150 TBq (0,4g) 0,165 $\mu$ Sv
Rejets liquides Impact dosimétrique Digulleville	37 000 TBq (104 g) 0,008 $\mu$ Sv	18 500 TBq (52 g) 0,004 $\mu$ Sv

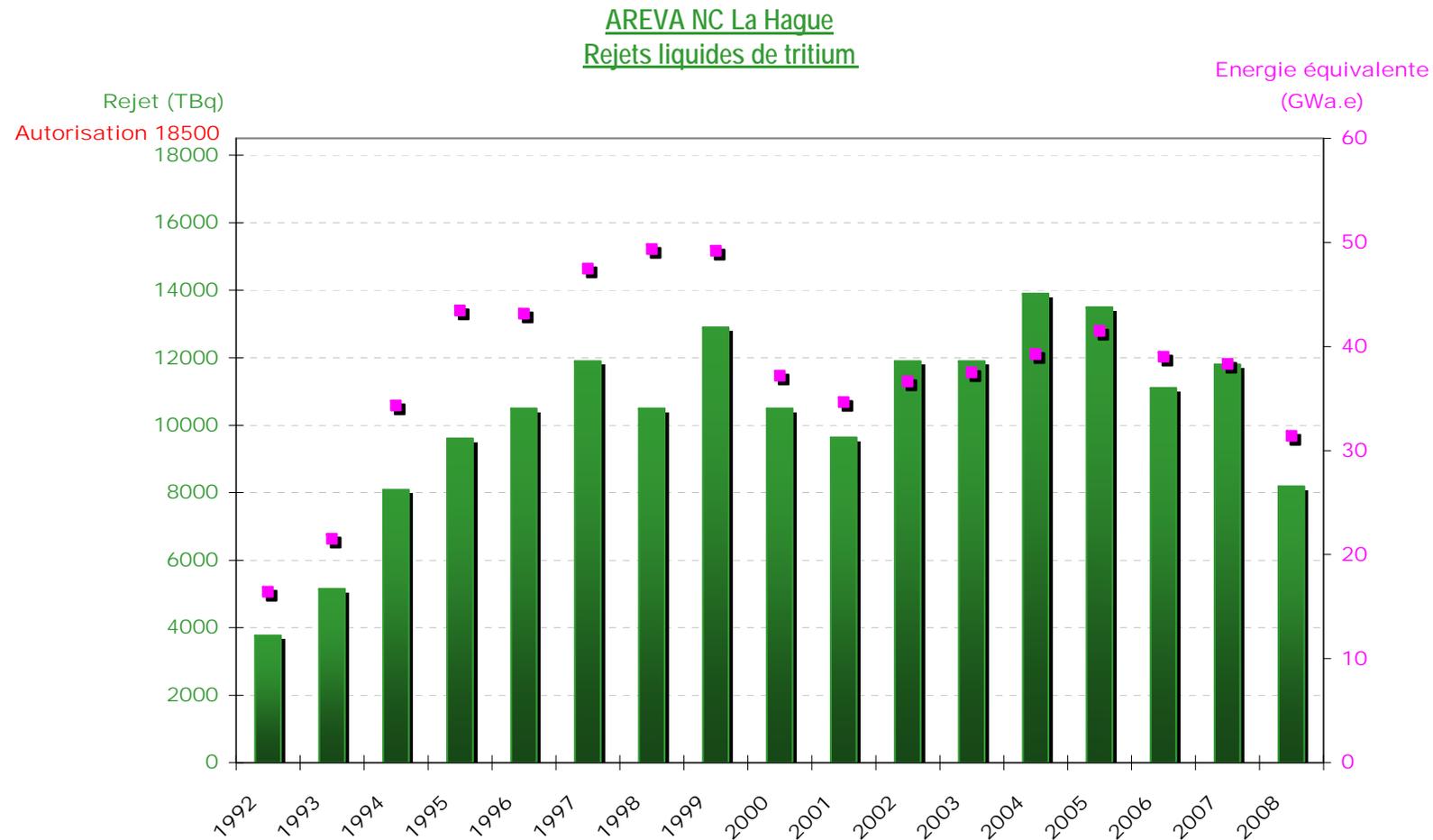
# Evolution des rejets de tritium



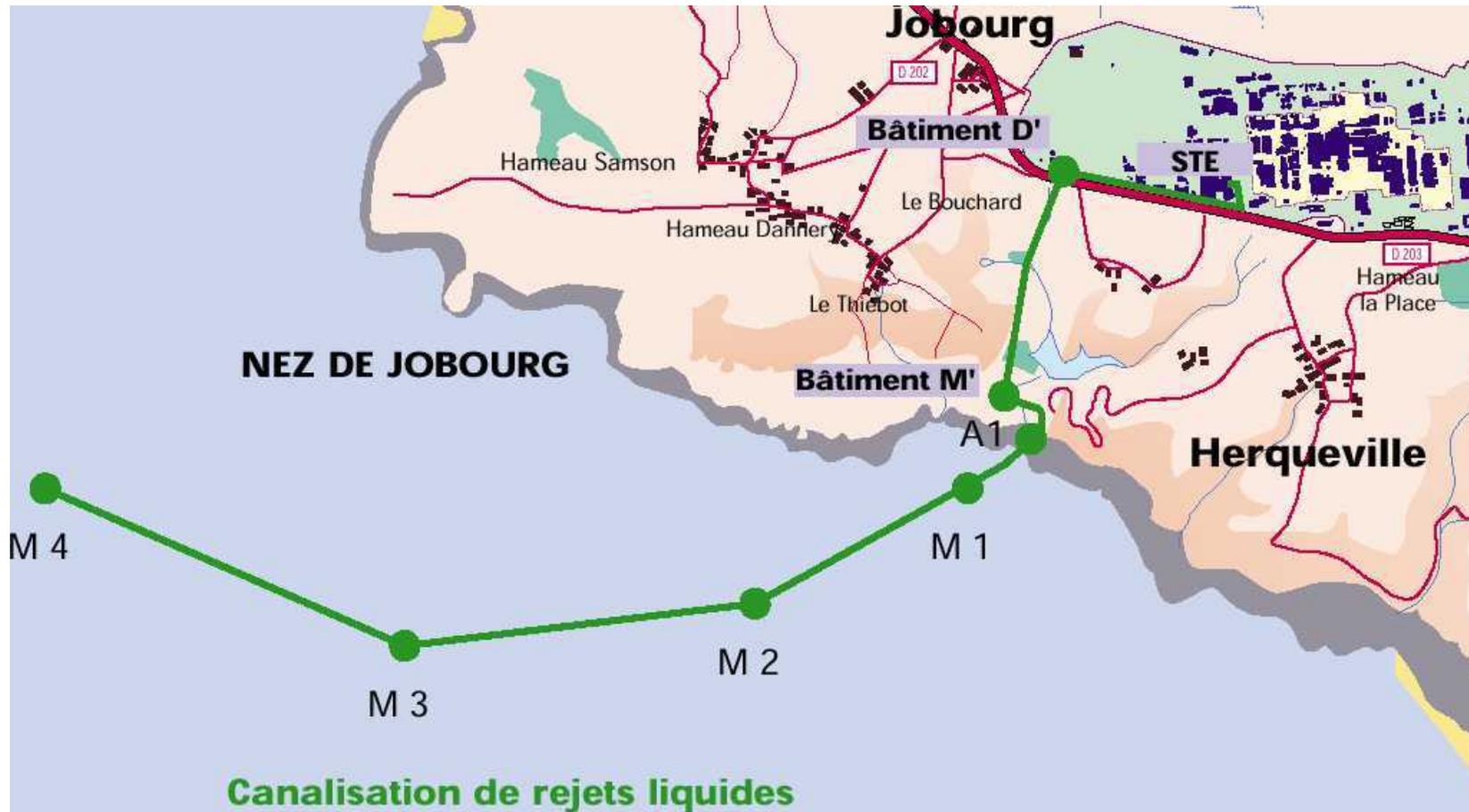
## AREVA NC La Hague Rejets gazeux de tritium



# Evolution des rejets de tritium



# Les rejets d'effluents radioactifs liquides



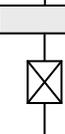
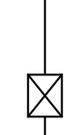
# La surveillance et le contrôle des rejets : exemple des rejets gazeux de La Hague

Dispositifs de prélèvements et mesures - UP2 800

## Voie B

Pompe de réserve

CPC P2



CPC P1

Pompe de réserve

## Voie A



Vanne ou électrovanne



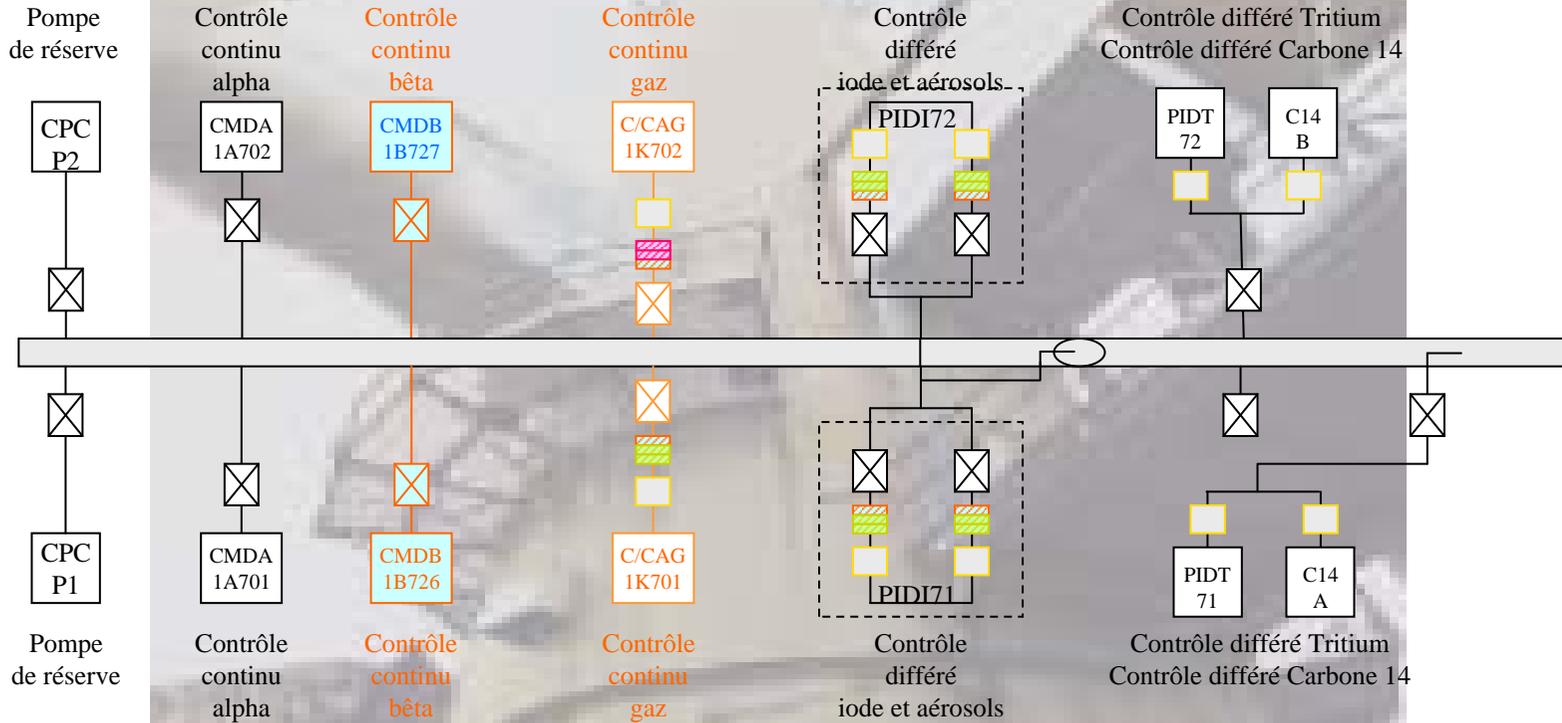
Compteur volumétrique



Dispositif de prélèvement (filtre papier + 2 cartouches charbons)



Dispositif de prélèvement (filtre papier + 2 cartouches PVP)



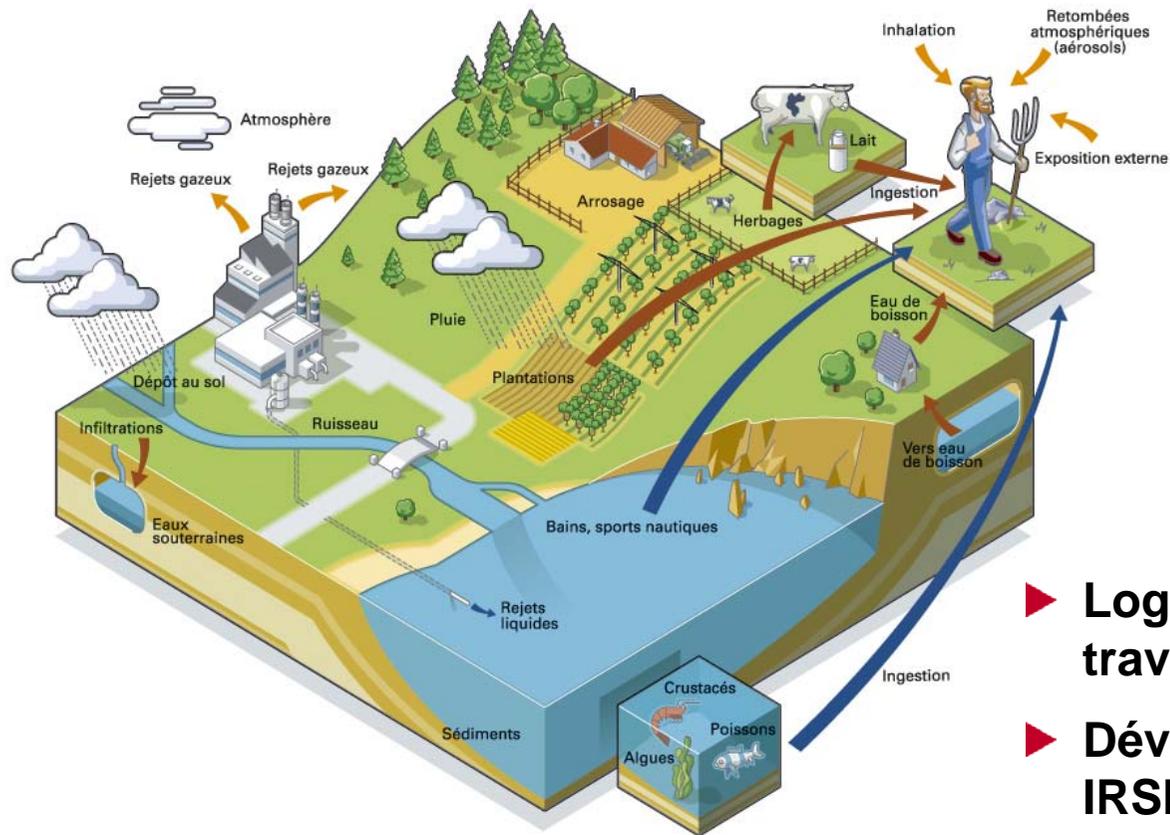
# Etude des possibilités de réduction des rejets de tritium des usines de La Hague



- ▶ **Différentes possibilités ont été étudiées notamment dans le cadre de l'article 42 de l'arrêté d'autorisation de rejets de La Hague**
  - ◆ Piégeage, immobilisation et conditionnement sous une forme appropriée du tritium présent dans les effluents pour décroissance ou stockage : installation très importante et énergivore
  - ◆ Eviter la production de tritium par voloxydation ou pyrométallurgie, technologies à l'état de développement
  - ◆ Aucune usine de traitement (Thorp, Rokkasho) ne met en œuvre à l'échelle industrielle un tel procédé de récupération
  
- ▶ **Tout procédé de concentration et récupération du tritium conduirait à :**
  - ◆ Une probable augmentation des rejets tritium gazeux donc de l'impact dosimétrique
  - ◆ Exposer les travailleurs lors de modifications des usines et lors de l'exploitation de l'unité
  - ◆ L'entreposage des solutions ou des déchets tritiés produits
  - ◆ Des coûts considérables, en admettant une maturité industrielle suffisante

**Les rejets d'effluents tritiés en mer constituent aujourd'hui l'option optimale entre les critères de faisabilité technique, de sûreté, de protection des travailleurs et des riverains et de pertinence économique**

# Impact dosimétrique du tritium sur les populations riveraines

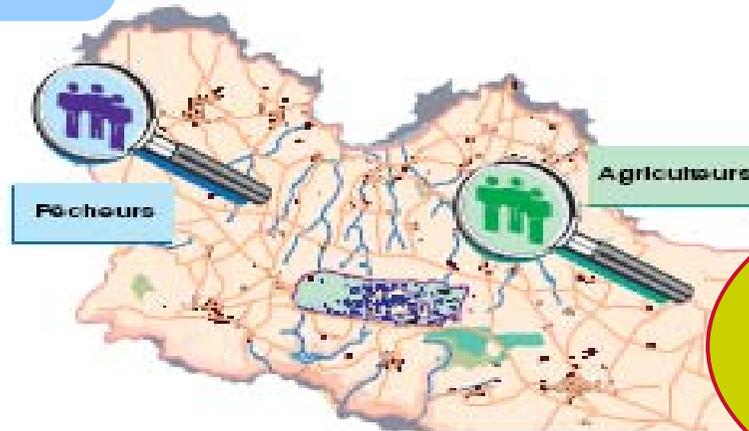


- ▶ Logiciel ACADIE issu des travaux du GRNC
- ▶ Développement conjoint IRSN/AREVA

# Impact dosimétrique du tritium sur les populations riveraines

Pêcheurs de Goury  
0,004 mSv en 2008

Agriculteurs de Digulleville  
0,007 mSv en 2008



Impact du tritium  
< 0,0001 mSv/an  
Moins de 1% de l'impact total

L'étude de sensibilité d'exposition effectuée en 2008 dans chaque village autour de l'établissement relève des impacts de **0,003 à 0,008 mSv/an**

*Appréciation GRNC a toujours confirmé l'ordre de grandeur des résultats présentés par AREVA NC de La Hague*

► Vivre un an à proximité du site équivaut à une exposition d'environ **un jour à la radioactivité naturelle**

# Surveillance du tritium dans l'environnement



- ▶ **Une surveillance dans tous les milieux : marin (400 mesures/an), air (960 mesures/an), eaux de pluies, ruisseaux et eaux de consommation (450 mesures/an), eaux souterraines (1400 mesures/an), lait (80 mesures/an), végétaux (90 mesures d'OBT/an) soit **au total environ 3400 mesures/an****
- ▶ **Laboratoire agréé par l'ASN dans le cadre du RNME**
- ▶ **Un bon accord modèle/mesures mis en évidence par le GRNC**
  - ◆ **Milieu marin : 10 Bq/L**
- ▶ **Questionnements des associations sur la bioaccumulation d'OBT dans les organismes marins**
  - ◆ **Une étude IRSN LRC conclut que le rapport « moyen » OBT/HTO est de  $1,1 \pm 0,3$ , l'activité « moyenne » de l'eau de mer étant de  $10 \text{ Bq.L}^{-1}$ , le « FC moyen » est de 1 et enfin que le tritium est présent à plus de 85 % sous forme libre dans les organismes**
  - ◆ **Le RSC d'OSPAR s'accorde sur la non capacité de bioaccumulation du milieu vivant**

**Notre surveillance est surveillée : contrôles  
croisés ASN et visite Euratom article 35**

## Conclusion



- ▶ **Les rejets en mer des effluents tritiés de l'usine de La Hague apparaissent comme la meilleure option de gestion de ces effluents du fait de la forte dilution en mer (0,76 Bq/m<sup>3</sup> par TBq/an rejeté) et d'un très faible impact dosimétrique associé (0,1 μSv/an pour un impact global de l'ordre de 10 μSv/an)**
- ▶ **L'analyse de la mise en œuvre de tout procédé de concentration et de récupération du tritium dans l'objectif de réduire les rejets de tritium de l'usine de La Hague ne remet pas en cause à l'heure actuelle cette gestion**