

# Evaluation des conséquences radiologiques des accidents à EDF avec le code PASTA

Gilles RANCHOUX  
Nicolas BOUTEILLE  
EDF / DISC / Direction Technique  
[gilles.ranchoux@edf.fr](mailto:gilles.ranchoux@edf.fr)  
[nicolas.bouteille@edf.fr](mailto:nicolas.bouteille@edf.fr)

SFRP 2025



# CHARTRE ETHIQUE

Chaque salarié s'engage à traiter de façon responsable les informations qu'il détient dans le cadre de son travail et respecter les règles de sécurité et de confidentialité, en particulier concernant les données sensibles.

Export control	
EC = NON	Codification EC :
Si EC = OUI, ce document contient des informations soumises à Export Control. Des restrictions s'appliquent sur l'accès, la manipulation et l'export de ce document.	



Ce document / cette réunion aborde des sujets internes



Ce document / cette réunion aborde des sujets restreints dont la divulgation peut être préjudiciable à EDF : chacun s'engage à n'en communiquer les supports et à n'en relater les échanges qu'avec discernement et en mentionnant explicitement « à ne pas rediffuser / à ne pas divulguer »



Ce document / cette réunion aborde des sujets de nature confidentielle, chacun s'engage à tenir secrètes les informations tant écrites qu'orales qui y sont exposées. Chaque dépositaire de cette présentation s'interdit de la communiquer à quelque tiers que ce soit sans l'accord du président de séance

# **PLAN DE LA PRESENTATION**

- 1. Objectifs des évaluations de conséquences radiologiques des accidents**
- 2. Nouvelle méthode à l'état de l'art utilisée par EDF : PASTA**
- 3. Présentation de quelques résultats**

# Le nucléaire à EDF à moyen terme



**Prolongation de la durée de fonctionnement des réacteurs du parc actuel au-delà de 40 ans**

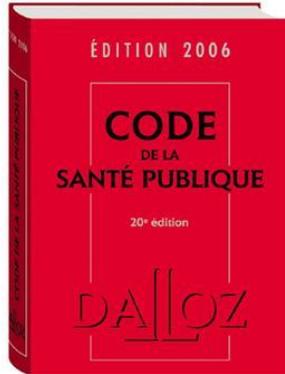
- Grand Carénage : projet d'ampleur démarré en 2015 (RP4-900, RP4-1300 et RP3-N4)
- Modifications visant à améliorer la sûreté en fonction du REX français et international pour préparer la prolongation de la durée de fonctionnement



**Construction de nouveaux réacteurs de technologie EPR2**

- EPR2 = Version optimisée et industrialisée de l'EPR
- Intégration du **REX des chantiers et de l'exploitation des EPR** dans le monde (FLA3, OL3, Taishan et Hinkley Point C) et de l'exploitation du parc  
Construction de **3 paires de réacteurs EPR2** : sites de Penly, Gravelines et Bugey - Plaine de l'Ain

# Mesures de protections de la population

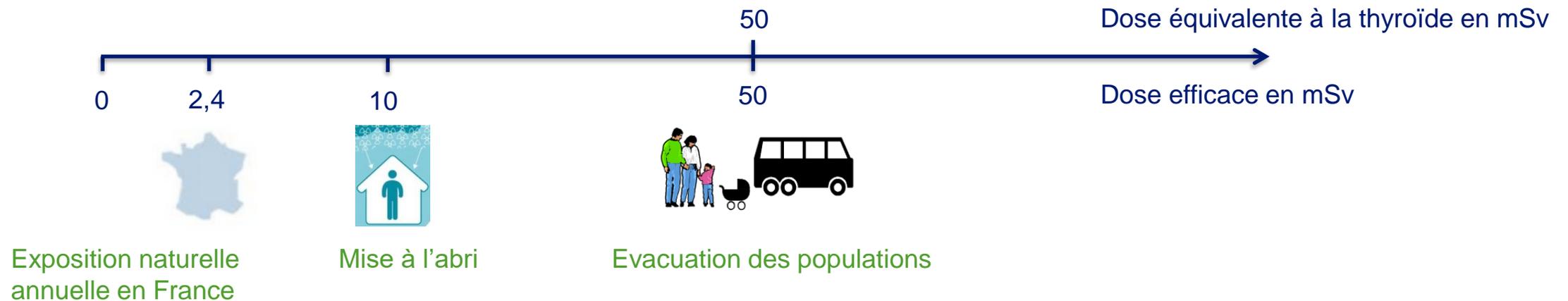


## Dispositions réglementaires de protection des personnes du public :

- ❑ Décisions et actions prises par les pouvoirs publics au regard :
  - De « **valeurs repères** » de dose pour enclencher certaines actions (*CSP article R.1333-84*)
  - Souplesse permise dans les décisions du préfet (*CSP article R.1333-86*)



Prophylaxie par l'iode stable

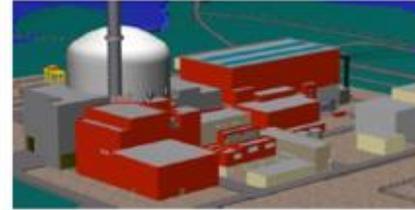


# La démonstration de sûreté : exemple de l'accident grave



## Parc

Amélioration de la sûreté par réduction des conséquences radiologiques



## EPR FLA3

Confirmation de l'absence d'effet durable ou important

Réduction du niveau de risque à un niveau aussi faible que raisonnablement possible dans des conditions économiquement acceptables compte tenu de l'état des connaissances, des pratiques et de l'environnement de l'installation

Prise en compte **à la conception** de dispositions pour préserver l'intégrité de l'enceinte en cas de fusion du cœur et « pratiquement éliminer » les rejets



***Faire tendre les tranches du parc vers le même niveau de sûreté que les EPR***

Pour EPR : **Mesures de protection de la population très limitées** en étendue et en durée

# Evaluer les conséquences radiologiques des accidents, ça signifie quoi ?

2,21 GigaSv !



## Conséquences Radiologiques



### Evaluation des doses à la population

Exposition externe



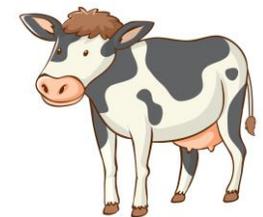
Exposition interne



### Evaluation des transferts de radioactivité dans les produits agricoles

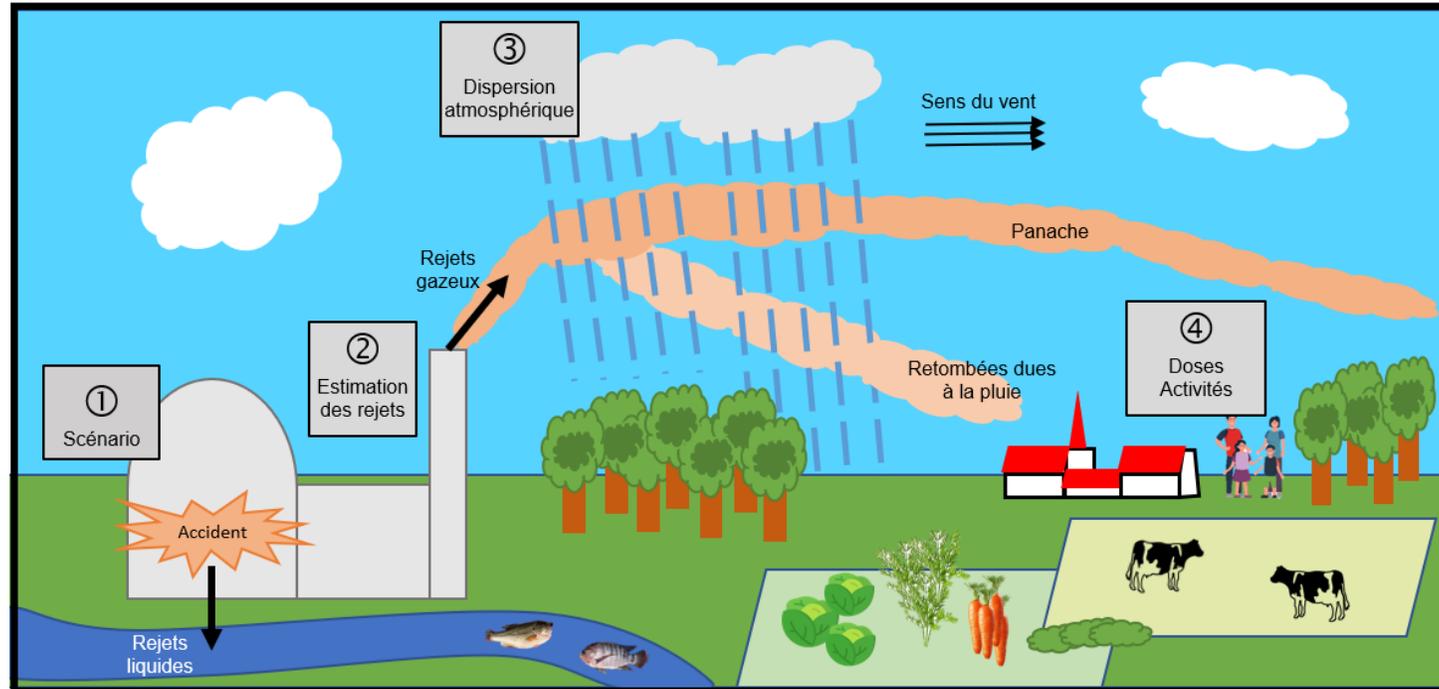


Aliments



# Comment procède-t-on à EDF ?

Chaînage en 4 étapes



**Etape 1** Scénario d'Accident

**Etape 2**

Rejets Atmosphériques

**Etape 3**

Dispersion atmosphérique (activités volumiques, dépôts)

**Etape 4**

Impact sur l'environnement

Méthode déterministe :

- Marges de dimensionnement
- Principes de redondance



COSAQUE

Modélisation du transfert dans l'installation



CORRA ou SYMBIOSE (jusqu'à FA3 et VD4 900)

DF2 – Dépôts secs  
Raisonné représentatif de la France entière



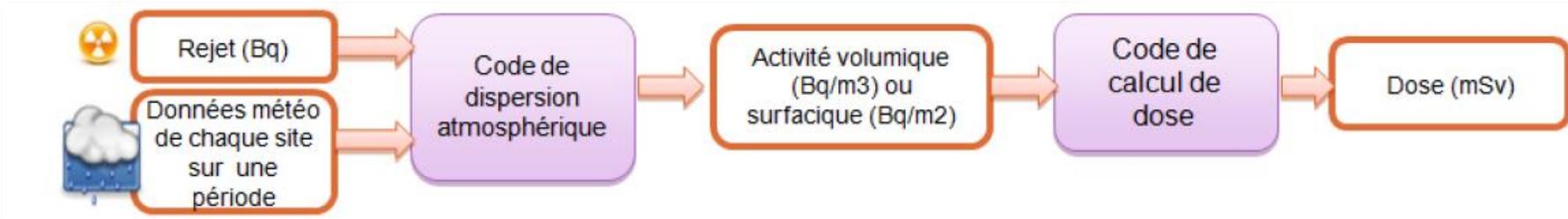
PASTA (depuis VD4 1300)

Modèle de dispersion  
Conditions météo sur 5 ans pour chaque site

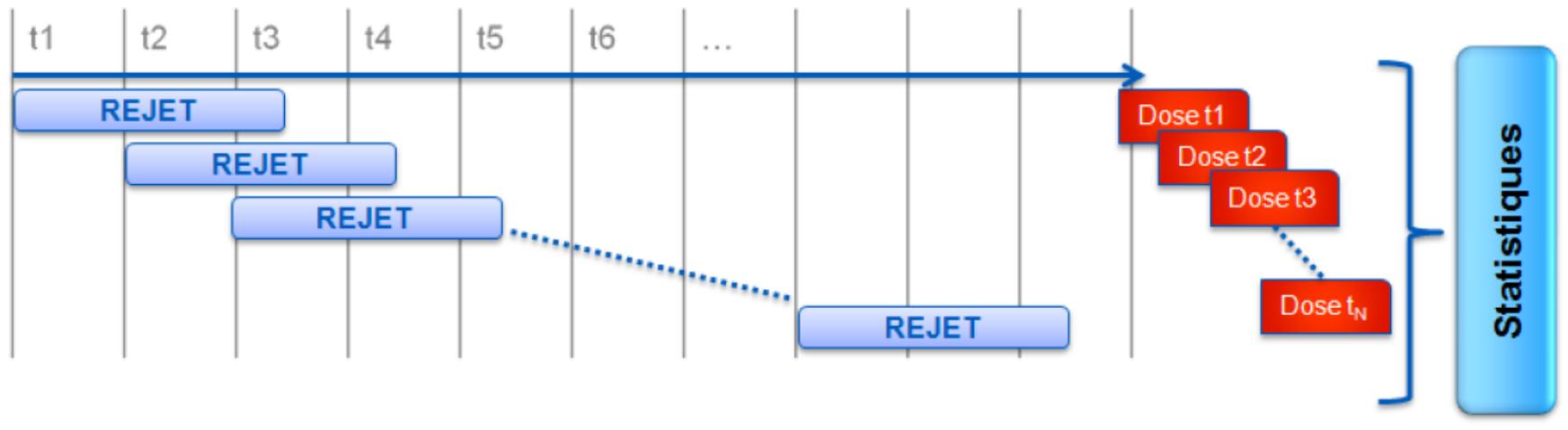


# Code PASTA

Plateforme d'Analyse Statistique des Transferts radioactifs à l'Atmosphère et de leurs conséquences



Belleville (2012-2016)	Stable	Neutre	Instable	Toutes classes de stabilité
[0 ; 2 [	34,31%	0,64%	5,27%	40,22%
[2 ; 4 [	21,22%	6,38%	11,64%	39,24%
[4 ; 6 [	3,67%	6,71%	6,01%	16,39%
[6 ; 10 [	0,13%	2,85%	1,06%	4,03%
≥ 10 m/s	0,00%	0,10%	0,01%	0,12%
Toutes vitesses de vent confondues	59,33%	16,68%	23,99%	100%



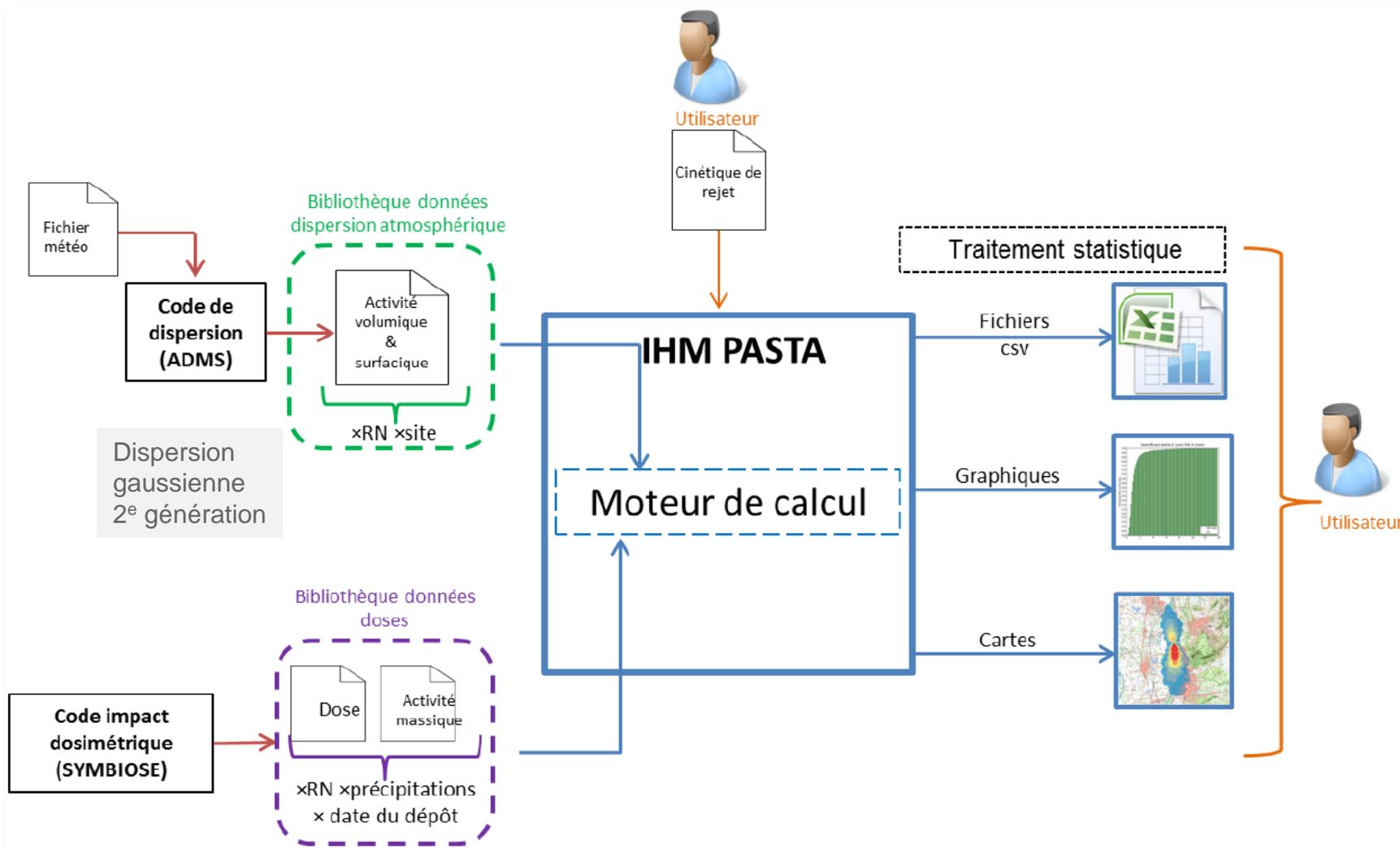
- Exemples de données de sortie
- Courbes d'isodoses pour un percentile fixé*
- Courbes d'isoprobabilité de dépassement d'une dose fixée*
- Densité de probabilité d'une dose en un point*
- Probabilité cumulée d'une dose en un point*
- Indice de concentration NMA*

Simulations du rejet en faisant « glisser » sa date de début sur une grande période météorologique

# Code PASTA

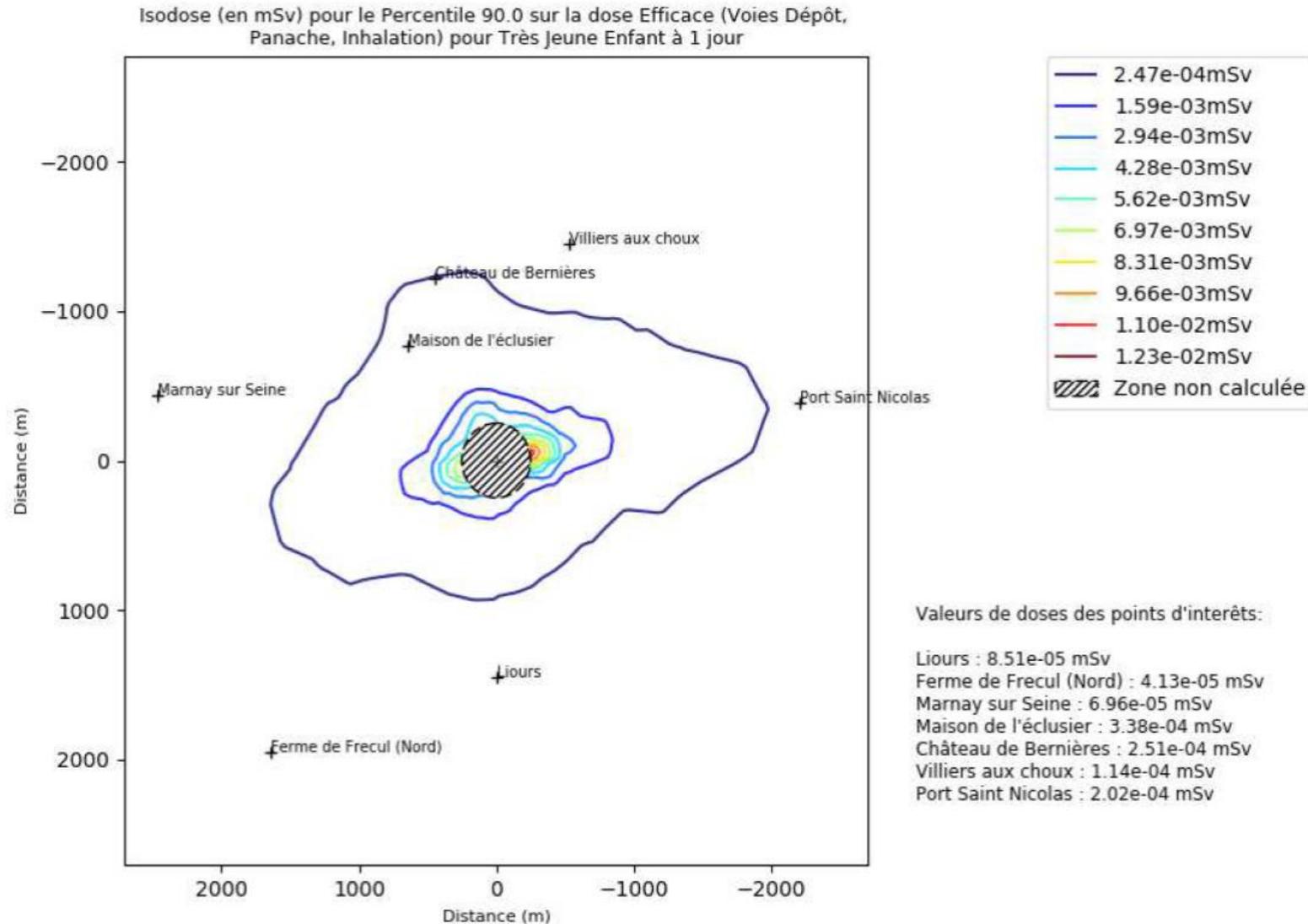
Plateforme d'Analyse Statistique des Transferts radioactifs à l'Atmosphère et de leurs conséquences

Développement  DT



- Données météorologiques enregistrées pour chaque CNPE (5 ans)
  - Dépôts secs ou humides
  - Rejet au sol sur terrain plat (pas de relief ou de bâtiments)
- 
- Vents calmes ( $v < 0,3$  m/s) : simplification / pénalisation par approche radiale/gaussienne

# Exemple de données de sortie : Courbe d'isodose



# Quelques résultats pour la VD4 1300



PASTA

## Scénarios Accident Grave étudiés

1. Valorisation des modifications réalisées dans le cadre du réexamen
2. Appréciation du gain apporté par le déploiement de l'EAS-ND en lieu et place du dispositif U5 (décompression de l'enceinte) dans les études

## En VD4 1300 :

- Gain significatif (facteur  $\approx 30$ ) apporté par l'EAS-ND sur les doses efficaces et dose thyroïde (à 7 jours 5 km et sur la vie entière à 2 km)
- Réduction (facteur  $\approx 5$ ) du rayon de mise en œuvre de l'évacuation des populations
- Réduction (facteur  $\approx 5$ ) du rayon de mise en œuvre de la prise d'iode stable

## **EAS-ND**

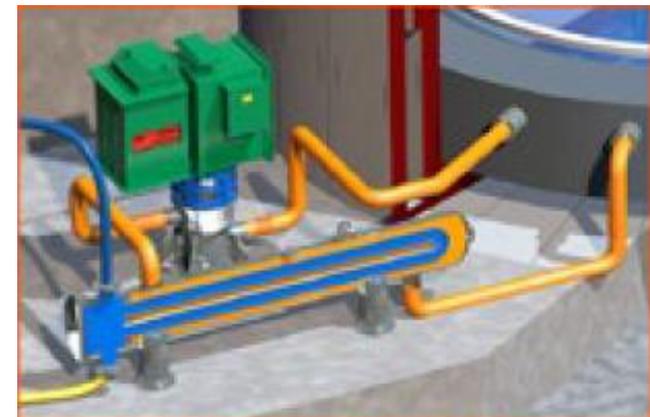
*Circuit de refroidissement  
« ultime »*

*Fusion et étalement à sec*

*Noyage du corium*

*Evacuation de la puissance  
résiduelle*

**Systeme EAS ND en RP4-1300**



# Quelques résultats pour EPR FLA3

## Exemple du scénario d'accident grave

- *Prise en compte de l'accident grave dès la conception*
- *Optimisation des conséquences radiologiques*
- *Pas de filtration U5*

## Respect des objectifs

### Doses

Absence de contre-mesures à engager pour la protection des populations au-delà de 500 m

### Denrées

Distances en dessous desquelles la contamination des denrées alimentaires dépasse potentiellement les seuils de commercialisation (NMA) définis par la réglementation européenne :

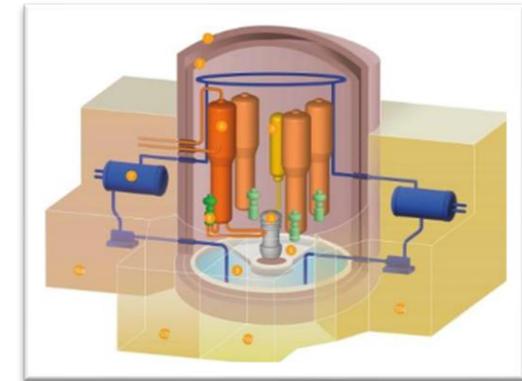
→ Moyen et Long Terme : limites de commercialisation non atteintes au-delà de la limite du site

## **EVU** *Evacuation Ultime de chaleur du BR*

*Etalement à sec du corium*

*Limiter la pression enceinte*

*Evacuer la chaleur en cas  
d'accident*



### Respect des objectifs :

**Accidents avec fusion du cœur :**

- Pas d'évacuation au-delà du voisinage immédiat de l'installation et pas de relogement permanent des populations
- Contamination des surfaces agricoles limitée dans l'espace et dans le temps

# Synthèse – Points à retenir

- ❑ Utilisation d'une nouvelle méthode à l'état de l'art par EDF pour l'évaluation des conséquences radiologiques accidentelles : **Méthode statistique PASTA**
  
- ❑ Détermination par le calcul d'indicateurs pertinents prenant en compte la météo spécifique des sites :
  - ❑ Doses : 4 voies d'exposition pour le calcul des doses : inhalation, panache, dépôt, ingestion
  - ❑ Activités : Contamination des denrées
  
- ❑ Accident grave sur **EPR FA3** :
  - Mise à l'abri limitée de la population
  - Pas de relogement permanent nécessaire
  - Pas d'évacuation nécessaire au-delà du voisinage immédiat de la centrale
  - Pas de restriction à long terme de la consommation d'aliments
  
- ❑ Accident grave sur le **PARC** :
  - Gains importants apportés par les modifications matérielles et de conduite prévues à l'occasion des réexamens de sûreté visant à **se rapprocher des objectifs ambitieux de l'EPR**



**ENGAGÉS ENSEMBLE  
POUR LA SÛRETÉ  
ET LA COMPÉTITIVITÉ  
DE LA FILIÈRE NUCLÉAIRE**



**Merci  
Des  
questions ?**