



ASTRE

Accessibility Simulation Tool for Radiological Emergency

Equipe projet :

C. Monier, A. Geay, M. Charwath, S. Tonnoir,
J. Caron, S. Gougeon, N. Mechitoua, S. Peron, S.
Poumérully.

EDF R&D

10 mars 2023





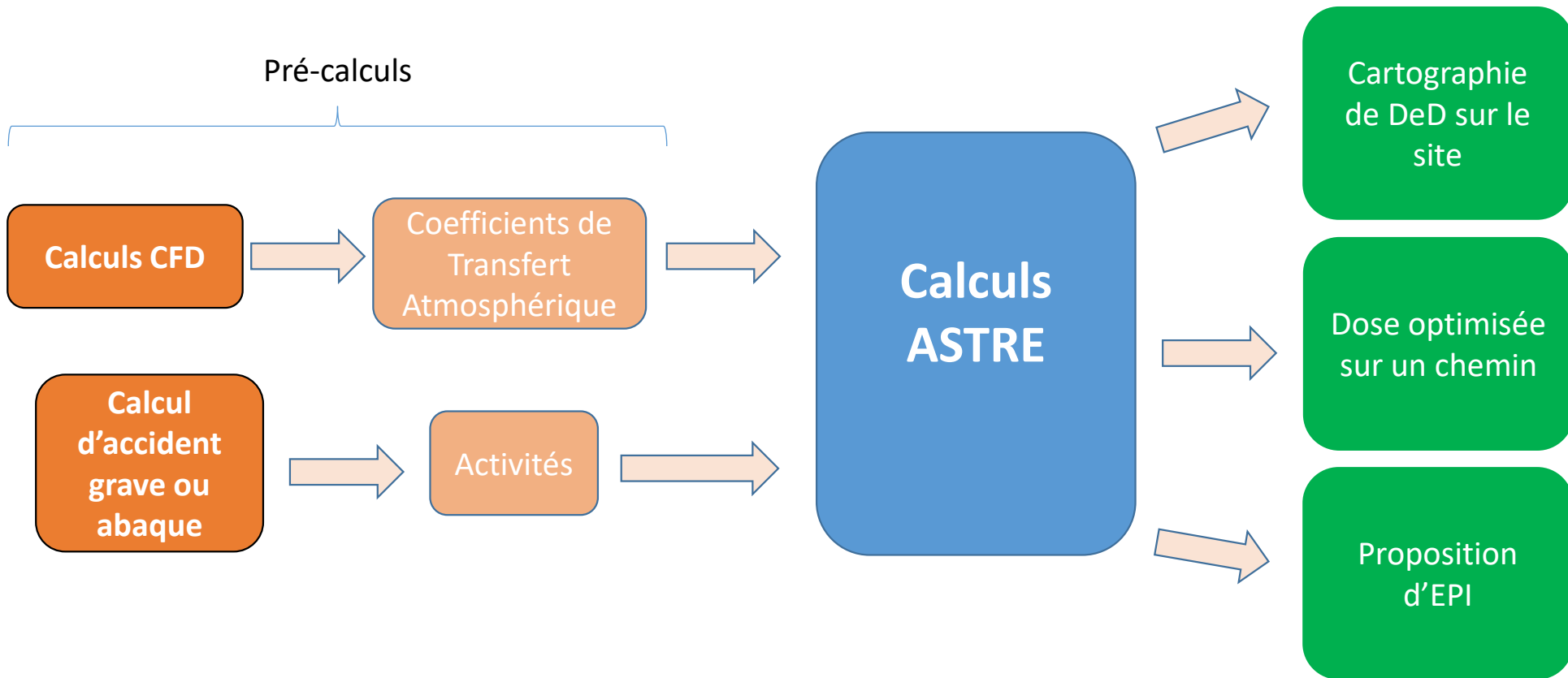
SOMMAIRE

1. Contexte et objectifs
2. Architecture générale
3. Modèles
 - a. Simulation CFD simulation avec Code_Saturne
 - b. Estimation des quantités dosimétriques
 - c. DeD à l'intérieur des bâtiments
 - d. Assimilation de données
 - e. Interface ASTRE
 - f. Cas d'usage : Fukushima Daiichi
4. Conclusions et perspectives

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET

- Développement d'un outil à EDF R&D, dédié à l'étude des situations d'urgence radiologique (SUR) sur le CNPE (Centrale Nucléaire de Production d'Electricité)
→ Développement de l'outil ASTRE
- Les objectifs principaux d'ASTRE sont :
 - Évaluer les rejets radiologiques sur le site et dans certains bâtiments,
 - Réaliser un prévisionnel dosimétrique réaliste pour les interventions des agents sur le site en cas de SUR,
 - Proposer des équipements de protection individuelle qui peuvent être utiles durant l'intervention,
 - Évaluer le chemin qui optimise le niveau de dose reçu durant l'intervention.

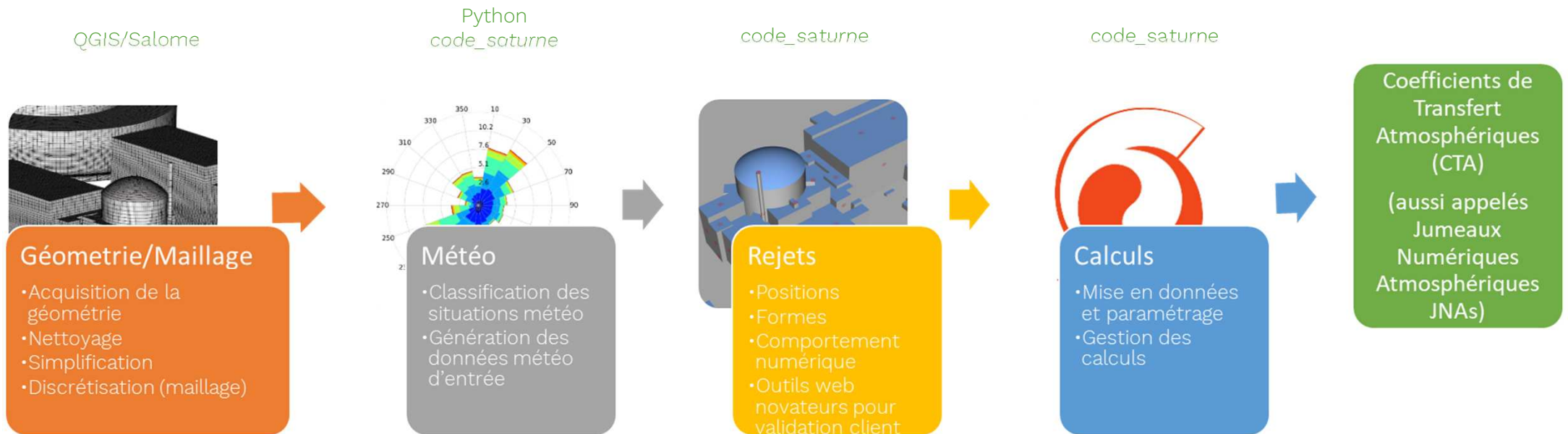
2. ARCHITECTURE GÉNÉRALE



3. DESCRIPTION DES MODÈLES

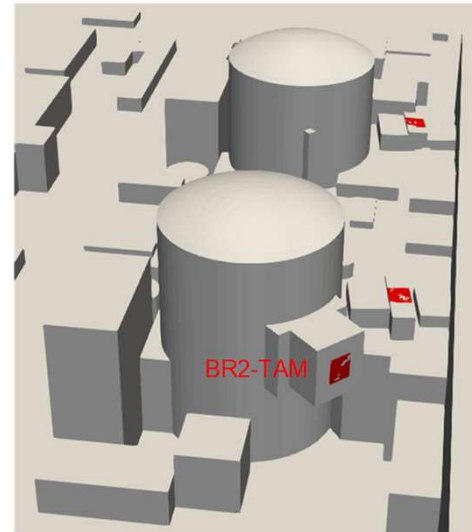
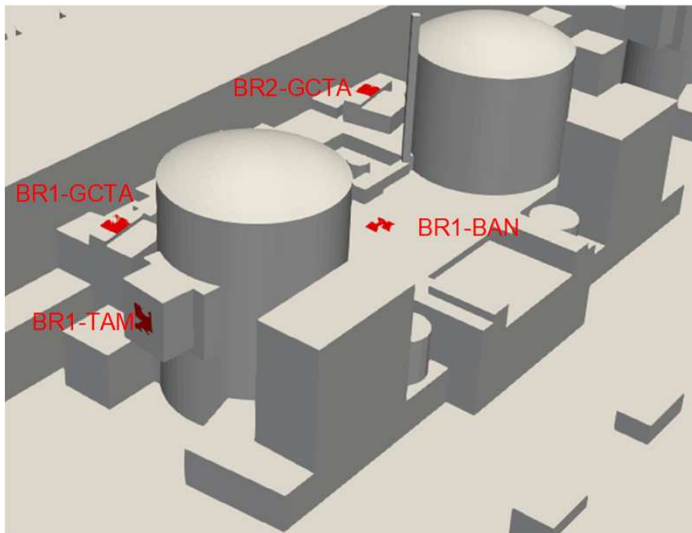
- a. Simulation CFD simulation avec Code_Saturne
- b. Estimation des quantités dosimétriques
- c. Calcul du débit de dose à l'intérieur des bâtiments
- d. Assimilation de données
- e. Interface utilisateurs
- f. Cas d'usage : Fukushima Daiichi

3.A. CALCULS CFD AVEC CODE_SATURNE (1/2)



3.A. CALCULS CFD AVEC CODE_SATURNE (2/2)

- Modélisation des sources de rejets



Faces considérées pour les rejets non-collectés au voisinage des bâtiments réacteurs « BR1 » et « BR2 ».

3.B. ESTIMATION DES GRANDEURS DOSIMÉTRIQUES

- **Objectif** : Estimation des grandeurs dosimétriques (ded, dose) de manière **réaliste** au cours de l'accident

$$\text{Ded (t)} = f(\text{CTA}, \text{Activité des RN}) (t)$$

avec

CTA : intégration de la situation météorologique (i.e. stratification thermique de l'atmosphère, la direction et la force de vent) – précalculs réalisés avec code_saturne
Activité des RN : précalculs réalisés avec MAAP

⇒ Etudes spécifiques pour apporter du réalisme pour l'estimation de l'activité des RN

3.C. CALCUL DE DED À L'INTÉRIEUR DES LOCAUX

- Objectifs =
 - estimer le débit de dose dans certains locaux
- Deux solutions proposées pour répondre à cet objectif :
 - Méthodologie aéraulique simplifiée : méthode zonale
 - Méthodologie plus précise, mais à définir, basée sur une approche CFD (pré-calculs code_saturne)
- **Nouvelles solutions étudiées à partir de 2023.**

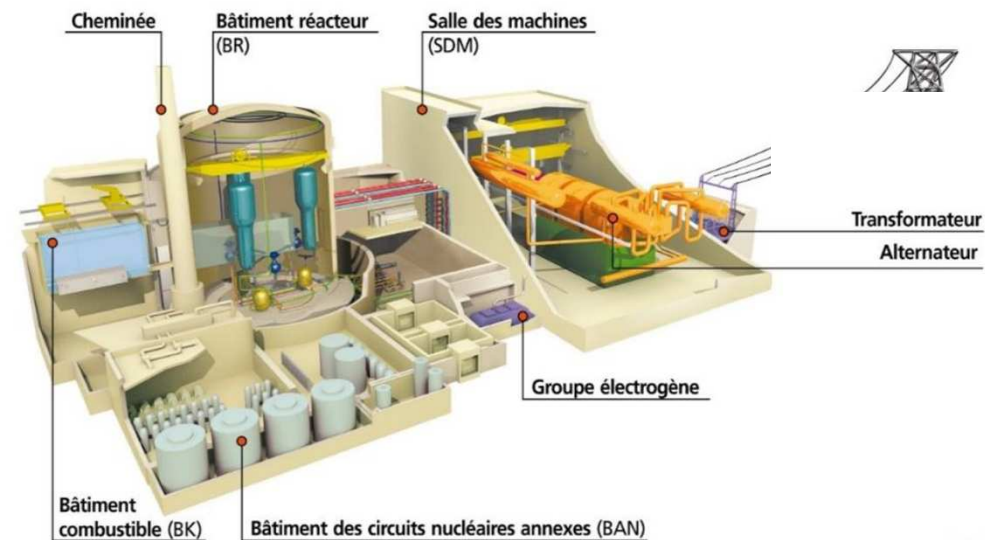
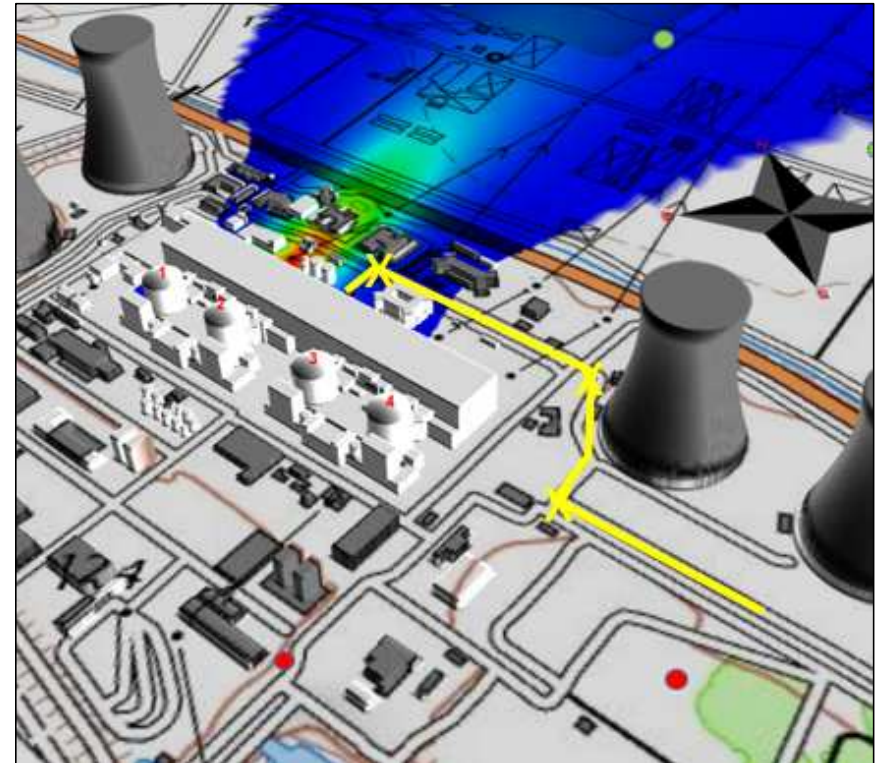


Schéma générique des bâtiments du CNPE

3.D. ASSIMILATION DE DONNÉES

- *L'assimilation de données est une procédure qui vise à estimer des paramètres ou des variables d'un modèle en combinant de façon optimale des valeurs a priori et des observations, tout en prenant en compte notre connaissance sur l'incertitude de ces informations.*
- L'assimilation de données pourrait être utilisée pour corriger les DeD calculés avec ASTRE, en utilisant des données mesurées sur le site.
- Cela pourrait être réalisé sur un cheminement donné (trop peu de données pour réévaluer le calcul complet)
- Le cas d'application de l'AD à ASTRE sera étudié à partir de 2023.



Exemple de cheminement

3.E. IHM D'ASTRE

- Etude ergonomique de l'IHM
- Simple à utiliser
- Possibilité de rentrer manuellement toutes les données
- Cartographie du DeD sur le site

Bonjour Jean Dupont

ASTRE

Paramètres de simulation

Localisation du rejet:
Tranche: 1 Bâtiment: BAN [BR]

Initiateur: APRP

Ouverture Filtre U5: Oui

AES: En service

Ventilation: En service

Conditions météo

Phase (s): 6 Durée totale: 15h

Nom de la phase	Durée (h)	Direction vent	Dispersion
1 Phase initiale	2 h	58 °N	Classe A
2 Nom phase 2	Durée (h)	120 °N	Classe B
3 Nom phase 3	Durée (h)	46 °N	Classe B
4 Nom phase 4	Durée (h)	10 °N	Classe A

Balises

Nom balise 1	Nom balise 2	Nom balise 3
valeur	valeur	valeur
Nom balise 4	Nom balise 5	Nom balise 6
valeur	valeur	valeur
Nom balise 7	Nom balise 8	Nom balise 9
valeur	valeur	valeur
Nom balise 10	Nom balise 11	Nom balise 12
valeur	valeur	valeur

Cheminements

Parcours: 3

Visu	Nom du parcours	Distance (m)	DDD intégré
<input checked="" type="checkbox"/>	A Nom chemin A	336	336
<input type="checkbox"/>	B Nom chemin B	336	336
<input checked="" type="checkbox"/>	C Nom chemin C	336	336

Journal de Bord

- 04/06/20 15:06 ASTRE
Evènement automatique issu de ASTRE
- 04/06/20 15:18 Jean Dupont
Message saisi par Jean Dupont

Accessability Simulation Tool for Radiological Emergency

Choix du CNPE: DAMPIERRE Tr1: TEM Tr2: AT Tr3: TEM Tr4: TEM

Choix de la visu: DDD IRRADIATION

Site: Dampierre Initiateur: APRP Filtre U5: ON EAS: OFF Ventilation: ON Provenance: undefined Stabilité: classe undefined Validité Temporelle: 4.5 h

DeD [mSv/h] scale: 0.000e+00 to 1.960e+01

3.F. CAS D'APPLICATION : FUKUSHIMA DAIICHI

- Simulation de l'accident de Fukushima Daiichi avec ASTRE
- Modélisation code_saturne
- Prise en compte de la météo et du terme source
- Comparaison des résultats ASTRE aux données mesurées sur le site au cours de l'accident



Géométrie pour le calcul CFD

4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

- ASTRE: nouvel outil développé à EDF R&D pour évaluer les conséquences d'un accident avec rejets radiologiques dans l'atmosphère sur le site nucléaire.
- Etapes futures : amélioration des modèles \Rightarrow vrai challenge R&D !
 - Évaluation du DeD à l'intérieur des bâtiments
 - Terme source plus réaliste
 - Utilisation et visualisation des mesures de DeD réalisées sur le site durant l'accident
- A moyen terme : première version de l'outil à tester par les utilisateurs finaux.



Questions