NOTE TECHNIQUE

IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Projet EPS2+ : Couplage du modèle des rejets avec les codes pX et consX du centre de crise

Manuel Utilisateur de l'application EVARISTE

G. BAYLE
FT/DSR/SAGR/2016/N°xxx
Rapport EPS2/REP900/NS2-xxx

DIRECTION DE LA SÛRETÉ DES RÉACTEURS
Service d'évaluation des Accidents Graves et des rejets Radioactifs

IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

DIRECTION DE LA SÛRETÉ DES RÉACTEURS

Service d'évaluation des Accidents Graves et des rejets Radioactifs

Demandeur	Le chef du projet EPS2/REP900
Référence de la demande	
Numéro de la fiche d'action	

Projet EPS2+ : Couplage du modèle des rejets avec les codes pX et consX du centre de crise

G.BAYLE
FT/DSR/SAGR/N°xxx
Rapport EPS2/REP900/NS2-xxx

	Réservé à l'unité			Autorisation de diffusion	
	Auteur(s)	Vérificateur(s) *	Bureau(x)	Chef d'unité	Directeur DSR
Noms					
Dates					
Signatures					

* rapport sous assurance de la qualité

IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

RÉSUMÉ

Ce document est le manuel utilisateur de l'application EVARISTE qui permet de lancer un calcul des rejets pour chaque famille de progression d'accident (FPA) de l'EPS2 ainsi qu'un calcul de dispersion et de débit de dose projetée à l'extérieur de l'installation.

MOTS-CLES

EPS2, EPS2+, dispersion, Modèle des rejets, EVARISTE, pX, consX, conséquences radiologiques

IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Auteur	Pages ou paragraphes modifiés	Description ou commentaires
0.1	19/9/2017	G.Bayle		Reprise de l'ancien manuel

SOMMAIRE

1

1. INTRODUCTION 7

1.1 OBJET DU DOCUMENT 7

1.2 CONTENU DU DOCUMENT 7

1.3 DOCUMENTS APPLICABLES 7

2 PRISE EN MAIN DU SYSTEME ERREUR ! SIGNET NON DÉFINI.

2.1 RÔLE DU SYSTÈME 8

2.2 ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT MATÉRIEL 9

2.3 LANCEMENT ET ARRÊT DU LOGICIEL EVARISTE 9

2.3.1 Installation de l'application 9

2.3.2 Lancement 10

2.3.3 Arrêt de l'application 11

2.4 DÉFINITIONS 11

2.4.1 documents 11

2.4.2 Barre d'outils 11

2.5 PRÉSENTATION DES DIFFÉRENTES FENÊTRES DE L'APPLICATION **ERREUR ! SIGNET NON DÉFINI.**

2.5.1 Fenêtre Paramètres de calcul des rejets **Erreur ! Signet non défini.**

2.5.2 Fenêtre Paramètres de calcul de Dispersion 14

2.5.3 Fenêtre Console 27

2.5.4 Résultat du calcul **Erreur ! Signet non défini.**

2.5.5 Fenêtre Liste des courbes disponibles **Erreur ! Signet non défini.**

2.5.6 Fenêtre graphique 26

2.5.7 Fenêtre Gestion des conséquences radiologiques **Erreur ! Signet non défini.**

2.5.8 Fenêtre graphique des conséquences radiologiques **Erreur ! Signet non défini.**

2.6 PRÉSENTATION DES COMMANDES DE L'APPLICATION 27

2.6.1 Menu Fichier **Erreur ! Signet non défini.**

2.6.2 Menu Affichage **Erreur ! Signet non défini.**

3 FONCTIONS MÉTIER 27

3.1 PRINCIPE DE CALCUL 27

3.2 DÉFINITION DES VARIABLES FPA 31

3.2.1 Variables FPA du palier 900 31

3.2.2 Variables FPA du palier 1300 46

3.3 MODÈLES PHYSIQUES SIMPLIFIÉS 53

3.4 PARAMÈTRES INCERTAINS DES MODÈLES PHYSIQUES SIMPLIFIÉS 56

3.4.1 Paramètres incertains des REP 900 56

3.4.2 Paramètres incertains des REP 1300 58

3.5 EXPRESSION DES RÉSULTATS 59

3.5.1 Résultat du palier 900 59
3.5.2 Résultat du palier 1300 60

Liste des figures

Figure 1 : Fenêtre des paramètres de calcul des rejets ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 2 : Fenêtre des paramètres d'exécution de pX ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 3 : Fenêtre des données météorologiques de pX ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 4 : Fenêtre de définition des résultats demandés de pX ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 5 : Fenêtre des résultats du calcul des rejets ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 6 : Fenêtre présentant une grille de valeurs ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 7 : Fenêtre de gestion des conséquences radiologiques ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 8 : Fenêtre présentant les courbes en fonction du temps du couplage ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 9 : Fenêtre d'un maillage polaire ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1. INTRODUCTION

1.1 OBJET DU DOCUMENT

Ce document décrit les fonctions du logiciel EVARISTE, qui est l'interface utilisateur du couplage des logiciels de calcul des rejets de l'EPS2, de calcul de dispersion (PX) et de calcul des conséquences radiologiques (CONSX). L'EPS2 possède deux modèles de calcul des rejets, un concerne les REP 900 et l'autre concerne les REP 1300. Au lancement d'EVARISTE, un choix du palier est alors demandé à l'utilisateur.

1.2 CONTENU DU DOCUMENT

Ce document compte trois parties :

- le présent chapitre d'introduction
- une présentation des commandes et des fenêtres de l'application
- une présentation des fonctions du logiciel EVARISTE sous une orientation « métier ».

1.3 DOCUMENTS APPLICABLES

[A1]	Cahier des charges : Projet EPS niveau 2+ - Palier REP 900 Réalisation du couplage entre les outils de calcul des rejets de l'EPS2 et les outils de calculs de conséquences radiologiques du Centre de Crise Réf. : DSR/SAGR/06-166 DA : 65353
[A2]	Proposition Technique et Financière Bertin Services du 07/04/06 Réf : 00631-900-OF001-B
[A3]	Projet EPS2+ : Couplage du modèle des rejets avec les codes pX et consX du Centre de Crise. Document de Spécifications détaillées référencé Rapport EPS2/REP900/NS2-06-10
[A4]	Projet EPS2+ : Couplage du modèle des rejets avec les codes pX et consX du Centre de Crise. Manuel d'exploitation et de maintenance logiciel référencé Rapport EPS2/REP900/NS2-06-10
[A5]	Manuel Utilisateur de pX, version 1.0 référencé DEI/SESUC/06-02
[A6]	Projet EPS2+ : Couplage du modèle des rejets avec les codes pX et consX du Centre de Crise. Dossier de test de validation référencé Rapport EPS2/REP900/NS2-06-30 FT/DSR/SAGR N°222
[A7]	Projet EPS niveau 2 – Palier REP 1300 – Développement de la version V1.0 du modèle de calcul des rejets / Cahier des charges – Réf : DSR/SAGR/06-209 DA : 68733 – Octobre 2006 (IRSN)
[A8]	Projet EPS niveau 2 – Palier REP 1300 – Développement de la version V1.0 du modèle de calcul des rejets / Proposition technique et financière – Réf : 00739-900-OF001-B – Novembre 2006 (Bertin services)
[A9]	Projet EPS niveau 2 – Palier REP 1300 – Spécifications pour le développement de la version Monte-Carlo d'EVARISTE étendu au couplage pX-consX – Karine CHEVALIER-JABET.
[A10]	Projet EPS niveau 2 – Palier REP 1300 – Modèle de calcul des rejets de l'EPS2 REP 1300. Spécifications de la version v1.0 du logiciel. – Mehdi BAICHI.

2 PRISE EN MAIN DU LOGICIEL

2.1 RÔLE DU SYSTÈME

EVARISTE est un logiciel de calcul simplifié des rejets atmosphériques de produits radioactifs dans l'hypothèse d'un accident grave survenant sur un réacteur à eau pressurisée de 900 MWe ou de 1300 MWe.

Il a été développé pour réaliser rapidement des études de sensibilité à ce sujet.

Il prend en compte, avec une bonne approximation dans la limite des connaissances acquises, la plupart des phénomènes physiques ayant une influence potentielle sur les rejets à l'aide de *modèles physiques simplifiés*.

Le logiciel EVARISTE constitue le prolongement du programme MER (modèle d'évaluation des Rejets) issu de la librairie de liens dynamiques (DLL) développée dans le cadre du projet EPS 2 afin de permettre la quantification des rejets.

L'interface utilisateur permet de fournir les renseignements nécessaires au calcul (*fenêtre paramètres de calcul*), de réaliser ce calcul et d'en constater le bon déroulement (*fenêtre console* et *fenêtre messages d'erreur*), d'exploiter (*fenêtre résultats de calcul, fenêtre courbes d'activité rejetée, fenêtre courbes de masse rejetée*) et de mémoriser les *résultats de calcul* en vue d'un usage ultérieur (commandes du *menu fichier*).

Pour mémoire, lorsqu'il est utilisé pour la quantifier les rejets dans le cadre de l'EPS 2, MER est interfacé avec le logiciel probabiliste qui quantifie l'arbre de déroulement des accidents graves (logiciel KANT). Le logiciel KANT fournit alors les informations nécessaires au calcul des rejets. Lorsqu'il utilise EVARISTE, l'utilisateur doit fournir directement ces informations via l'interface utilisateur.

Les renseignements nécessaires au calcul sont :

- des choix faits pour certaines *options de calcul*,
- des modalités prises par chacune des variables caractéristiques de la progression de l'accident ou *variables FPA* (Famille de Progression de l'Accident),
- des valeurs des paramètres incertains des modèles physiques simplifiés utilisés pour le calcul.

Le calcul donne l'évolution dans le temps

- des masses et activités des *familles de produits radioactifs* rejetées dans l'environnement
- ou des masses et activités cumulées rejetées de ces mêmes familles.

L'EPS de niveau 2+ prolonge le projet de l'EPS de niveau 2 et vise à évaluer les conséquences de l'exposition aux rejets, en termes de doses, pour un individu situé à une distance donnée de l'installation. Une fois l'étude réalisée, les rejets ne seront plus seulement exprimés en termes d'amplitude et de cinétique mais aussi en termes de conséquences, via une évaluation des doses reçues.

Pour généraliser ce type d'évaluation à l'ensemble de l'EPS 2, l'application a recours à un calcul de dispersion atmosphérique et de doses. Le calcul de dispersion est réalisé par le code pX et le calcul de conséquences radiologiques par le code ConsX. Ces deux codes sont développés par DEI/SESUC.

Les renseignements nécessaires au calcul sont :

- des choix faits pour la modélisation de la dispersion,
- des données météorologiques,
- des demandes de résultats sur un maillage à différents instants.

Le calcul (pX-consX) produit, en différents points de l'espace préalablement définis :

- l'évolution dans le temps des activités déposées en Bq/m^2 (résultats de la dispersion)
- des conséquences radiologiques pour une exposition, un organe et une cible donnés.

2.2 ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT MATÉRIEL

Cette version de l'IHM du logiciel EVARISTE a été développée et testée sur des PCs pourvus :

- d'une machine virtuelle Java installée (le développement a été testé avec Java 8)
- de suffisamment de mémoire (testé sur des PCs avec 4GB de RAM)

L'environnement d'exploitation est le même que celui de KANT, à savoir Windows 7.0.

L'environnement de développement est Visual Studio 2010 pour le moteur de calcul (écrit en C++), et Netbeans 8.2 pour l'IHM (écrite en Java).

Le logiciel EVARISTE dépend en premier lieu du programme CALCUL_EPS2.exe, aussi appelé «moteur de calcul» :

- le moteur de calcul a été développé en même temps que l'IHM, mais en C++ ;
- il sert d'intermédiaire entre l'IHM et les vrais programmes de calcul dont dispose l'IRSN.

Les programmes appelés par le «moteur de calcul» sont propres aux métiers de l'IRSN :

- *MER* : programme «Modèle d'Evaluation des Rejets», écrit en C++.
- *PX* : programme de calcul de diffusion ;
- *ConsX* : programme de calcul des conséquences radiologiques ;

2.3 LANCEMENT ET ARRÊT

2.3.1 INSTALLATION DE L'APPLICATION

L'application s'installe en copiant un répertoire et en paramétrant quelques chemins dans ses fichiers de configuration.

2.3.1.1 Copie des fichiers

Voici à quoi ressembler l'arborescence copiée

- *%EVARISTE_INSTALL%/*
  - *Evariste-ihm.jar* : fichier JAR exécutable de l'IHM
  - *Evariste-ihm.cfg* : infos de démarrage pour l'IHM: emplacement du moteur, des bibliothèques, etc.
  - *ParametresPX-ConsX* : fichiers gouvernant l'utilisation de pX et de ConsX
    - *pX.ini* : A indiquer dans CALCUL_EPS2.ini
    - *ConsX.ini* : A indiquer dans CALCUL_EPS2.ini
  - *CALCUL_EPS2.ini* : configuration du moteur de calcul
  - *CALCUL_EPS2.exe* : fichier exécutable pour le moteur de calcul
  - *lib/* : Bibliothèques Java pour Evariste-ihm.jar
  - *config/*
    - **.XML* : Fichiers XML de configuration de MER
  - *sav/* : A créer lors de l'installation
    - *%etude%.in* : Sera créé lors du lancement des calculs

- *%etude%/* : Sera créé au lancement et à la reprise des calculs

2.3.1.2 Configuration des chemins

Dans ce qui suit, les fichiers cités ont parfois bien d'autres lignes que celles décrites. Les lignes décrites sont les seules que l'on doit avoir besoin de changer pour une installation du programme.

Dans *Evariste-ihm.cfg*, indiquer les valeurs adéquates (sans guillemets) pour les clefs suivantes :

- *appliDir* : *%EVARISTE_INSTALL%* ;
- *mpiDir* : chemin absolu de l'installation MPI (le cas échéant, utiliser les noms Windows abrégés au format 8.3, sans espaces)
- *appliName* : nom du fichier exécutable du moteur (a priori *CALCUL_EPS2.exe*, mais on peut vouloir tester de nouvelles versions)
- *isJar* : vaut «false» si le moteur de calcul est bien un fichier exécutable ; la valeur «true» n'était utilisée que lors du développement de l'IHM, où le moteur était simulé simplement par une archive Java.

Dans *CALCUL_EPS2.ini*, indiquer les valeurs suivantes :

- *PXINI* : chemin absolu du fichier pX.ini
- *CONSXINI* : chemin absolu du fichier ConsX.ini
- *HOME_MER* : chemin absolu de l'exécutable MER
- *EXE_NAME* : nom du fichier exécutable MER

Dans pX.ini, indiquer les valeurs suivantes :

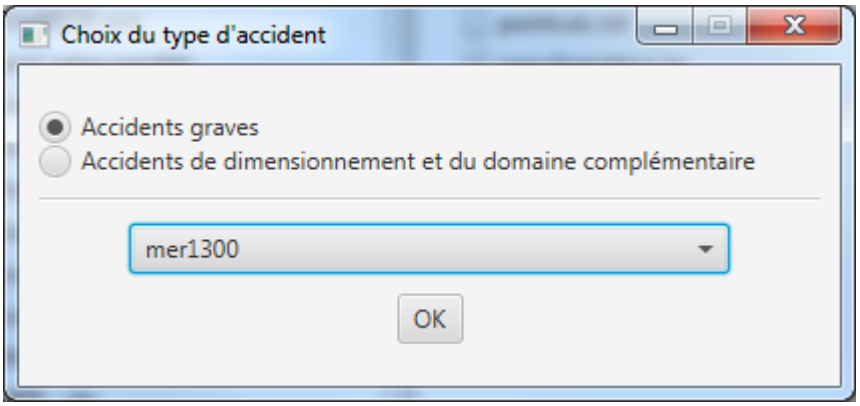
- *HOME_PX* : chemin absolu de l'installation du programme PX

Dans *ConsX.ini*, indiquer les valeurs suivantes :

- *HOME_PYTHON* : chemin absolu de l'installation Python qui contient le package ConsX ;
- *HOME_CONSX* : chemin absolu du package ConsX dans HOME_PYTHON
- *CONSX_PARAM_REF_POINT* : chemin absolu du fichier-modèle décrivant les tâches ConsX pour le mode point ;
- *CONSX_PARAM_REF_INCERT* : chemin absolu du fichier-modèle décrivant les tâches ConsX pour le mode incertitude;

2.3.2 LANCEMENT

L'IHM du logiciel EVARISTE se lance par Evariste-eps2.jar. Cela ouvre la fenêtre de choix du type de palier et d'accident.



L'IHM peut également être lancée en ligne de commande. Il suffit :

- D'ouvrir une fenêtre DOS,
- Se placer dans le répertoire de l'application,
- Taper «java –jar Evariste-ihm.jar»

2.3.3 ARRÊT DE L'APPLICATION

Pour quitter l'application :

- Sélectionner la commande ***Quitter*** du menu ***Fichier***,
- ou bien cliquer sur la croix de la barre de menu,
- ou bien appuyer sur ***ALT+F4***,
- ou bien cliquer avec le bouton gauche de la souris dans le coin gauche de la barre de menu et sélectionner dans le menu l'item ***Fermer***.

2.4 DÉFINITIONS

2.4.1 DOCUMENTS

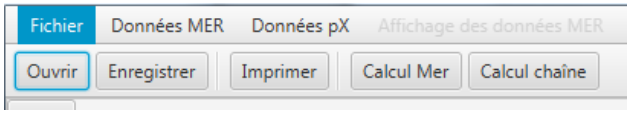
L'IHM travaille sur un document à la fois, quoique plusieurs fenêtres puissent être associées à ce document.

La suite décrit comment manipuler le document de l'application courante.

2.4.2 BARRE D'OUTILS

On appelle barre d'outils la rangée d'icônes en dessous du menu principal.

Chacune propose un raccourci pour une fonction du menu principal :



2.5 LES MENUS DE L'APPLICATION

2.5.1 FICHIER

Ce menu groupe les actions classiques :

- ouverture / sauvegarde
- les commandes de lancement de calcul (MER ou pX-ConsX)

La plupart des entrées de ce menu sont proposées dans la barre d'outils.

2.5.1.1 Ouvrir

Cela charge un fichier qui fournit notamment :

- Les paramètres de calcul (nombre de pas de temps MER, nombre de tirages)

- Les données d'entrée de MER modifiées par rapport au fichier XML de l'accident (paramètres incertains, valeurs des FPAs, valeurs des variables physiques)
- Les données d'entrée du calcul PX/ConsX (durée du calcul, paramètres, données météo et points de résultat demandés)

2.5.1.2 Enregistrer

Cette entrée produit un fichier, réutilisable ultérieurement par «Ouvrir» ; Si l'étude en cours a déjà un nom, le fichier portera ce nom ;

2.5.1.3 Enregistrer sous

Comme le menu «Enregistrer», mais avec la possibilité de choisir le nom du fichier. Le nom de l'étude en cours (titre de la fenêtre) sera modifié pour correspondre au nom du fichier.

2.5.1.4 Lancer calcul des rejets

Invoque le programme MER pour calculer les rejets.

Cette commande lance le calcul de rejets en utilisant les paramètres saisis dans «Données MER» :

- le logiciel vérifie que toutes les variables FPA et que tous les paramètres incertains ont été renseignés,
- une fois le calcul terminé, la fenêtre résultats contient la liste des résultats obtenus pour les masses, les activités et les termes sources.

Le bouton «Calcul Mer» de la barre d'outils lance directement cette commande.

En cas d'erreur, un dialogue en informe explicitement l'utilisateur.

- Ou bien dès les vérifications préalables au lancement du calcul
- Ou bien sur des erreurs remontées par le programme MER lui-même (comme par exemple une incohérence des variables FPA)

A l'issue d'un calcul de rejets réussi, le menu «Résultats MER» devient accessible ;

2.5.1.5 Lancer calcul PX

Invoque les programmes PX puis ConsX pour le calcul de la diffusion et des conséquences radioactives.

Le programme vérifie au préalable ::

- que toutes les variables FPA et que tous les paramètres incertains ont été renseignés
- que les paramètres pX sont renseignés ;

En cas d'erreur, un dialogue informera explicitement l'utilisateur :

- Ou bien que les paramètres pX sont incohérents
- Ou bien qu'une erreur est survenue pendant le calcul PX ou ConsX ;

A l'issue d'un calcul PX-ConsX réusi, le menu «Résultats PX-ConsX» devient accessible ;

2.5.1.6 Lancer la chaîne de calcul

Cette entrée combine les actions des boutons «Lancer calcul des rejets» et «Lancer calcul PX».

2.5.1.7 PX-ConsX sur rejets fournis

Permet le lancement d'un calcul pX-ConsX sans passer par un calcul de rejets.

- La commande commence éventuellement par sauvegarder les paramètres de l'étude.
- Puis elle demande d'ouvrir un fichier de rejet (.mer) ; le format peut être au choix:
    - Celui utilisé par MER pour un fichier d'isotopes, produit par MER (où chaque ligne est encombrée d'une mention de date inutile)
    - Ce même format, mais sans les dates en début de ligne, et sans ligne de titre requise, ce qui laisse un fichier de texte tabulé construit ainsi, avec la tabulation pour séparateur :
        - Première ligne : une colonne «Temps» puis une colonne par nom d'isotope ;
        - Une ligne par pas de temps : valeur du temps, en s, puis une valeur par colonne ;
- Le reste du calcul se passe comme avec un calcul Px-ConSX normal.
- En particulier, la cohérence des paramètres initiaux est vérifiée.

2.5.1.8 Imprimer

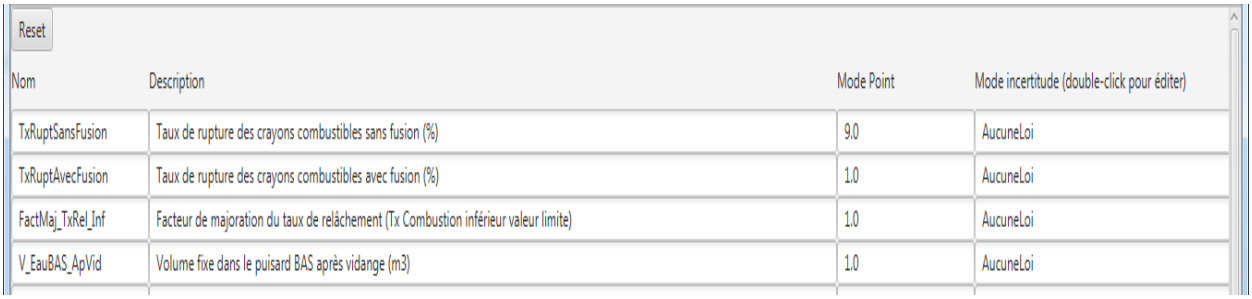
Le bouton «Imprimer» de la barre d'outils lance directement cette commande ;

2.5.1.9 Quitter

2.5.2 DONNÉES MER

Ce menu permet d'importer ou de saisir les paramètres d'entrée de MER, via plusieurs sous-menus.

2.5.2.1 Paramètres incertains

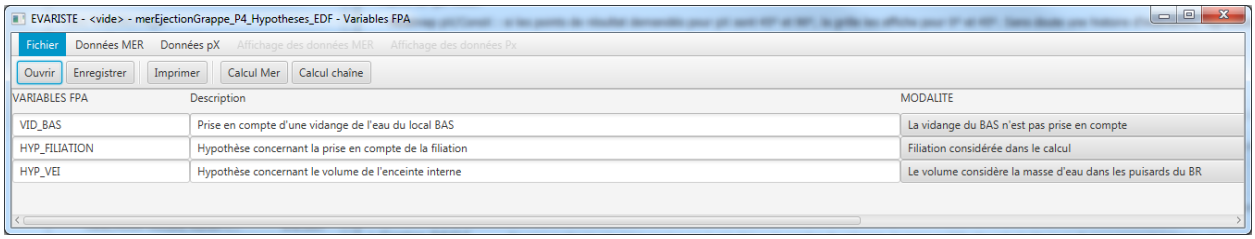

Reset

Nom	Description	Mode Point	Mode incertitude (double-click pour éditer)
TxRuptSansFusion	Taux de rupture des crayons combustibles sans fusion (%)	9.0	AucuneLoi
TxRuptAvecFusion	Taux de rupture des crayons combustibles avec fusion (%)	1.0	AucuneLoi
FactMaj_TxRel_Inf	Facteur de majoration du taux de relâchement (Tx Combustion inférieur valeur limite)	1.0	AucuneLoi
V_EauBAS_ApVid	Volume fixe dans le puisard BAS après vidange (m3)	1.0	AucuneLoi

La feuille « Paramètres incertains» permet la saisie des valeurs et des lois suivies par les paramètres incertains.

- La colonne éditable «Mode point» affiche la valeur prise par chaque paramètre en mode point (ou en mode incertitude si aucune loi n'est définie pour lui).Mode point :
- La colonne «Mode incertitude» affiche la loi suivie par chaque paramètre en mode incertitude (la mention «Aucune loi» indiquant que c'est la valeur «Mode point» qui sera prise). Un double clic sur la case concernée permet de choisir la loi et les valeurs de ses coefficients.

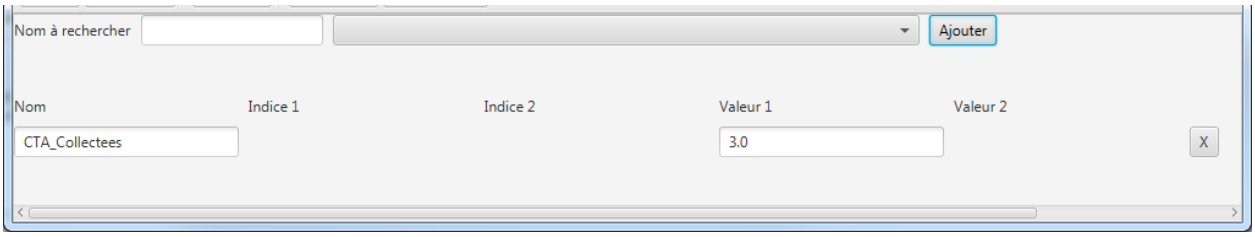
2.5.2.2 Variables FPA



La page « Variables FPA » permet de renseigner les modalités des différentes variables FPA.

Les modalités de chaque variable FPA sont proposées par la liste déroulante de la colonne «MODALITE».

2.5.2.3 Variables physiques



La page «Variables physiques» permet l'édition des valeurs choisies pour une ou plusieurs des très nombreuses variables physiques par défaut.

- Entrer quelques lettres du nom de variable dans «Nom à rechercher» ;
- Choisir la variable dans la liste déroulante ;
- Cela fait afficher un champ «Valeur 1» en-dessous du bouton «Ajouter» ;
- Y mettre la valeur voulue pour cette variable ;
- Cliquer sur «Ajouter»

Cela ajoute une ligne relatant la modification :

- Le nom de la variable est désormais dans la colonne «Nom»
- La valeur choisie apparaît dans la colonne «Valeur 1»
- Le bouton «X» à droite de la ligne permet d'annuler la modification de variable.

2.5.2.4 Options de calcul

Ce formulaire permet de contrôler la taille des calculs, et le nombre de tirages si l'on décide de les réaliser en mode incertitude.



- Les champs «Nombre de pas de calcul» et «Nombre de tirages» ont bien le sens correspondant à leur nom.
- La liste «Mode de calcul» offre un choix entre le mode point et le mode incertitude. Si le mode point est choisi, le champ «Nombre de tirages» sera naturellement ignoré.
- Le champ «Nombre de processus MPI» : si le système dispose d'une installation MPI, et si l'on est en mode incertitude, l'IHM peut lancer les calculs de rejet et les calculs pX-ConsX en parallèle. Attention à

prendre un nombre de tirages multiple du nombre de processus MPI[1]. Cette option est inactive si le nombre choisi est 0 ou 1.

2.5.2.5 Choix des sorties MER

Le formulaire contient 9 colonnes, et une ligne par espèce décrite dans le fichier de configuration XML.de MER :

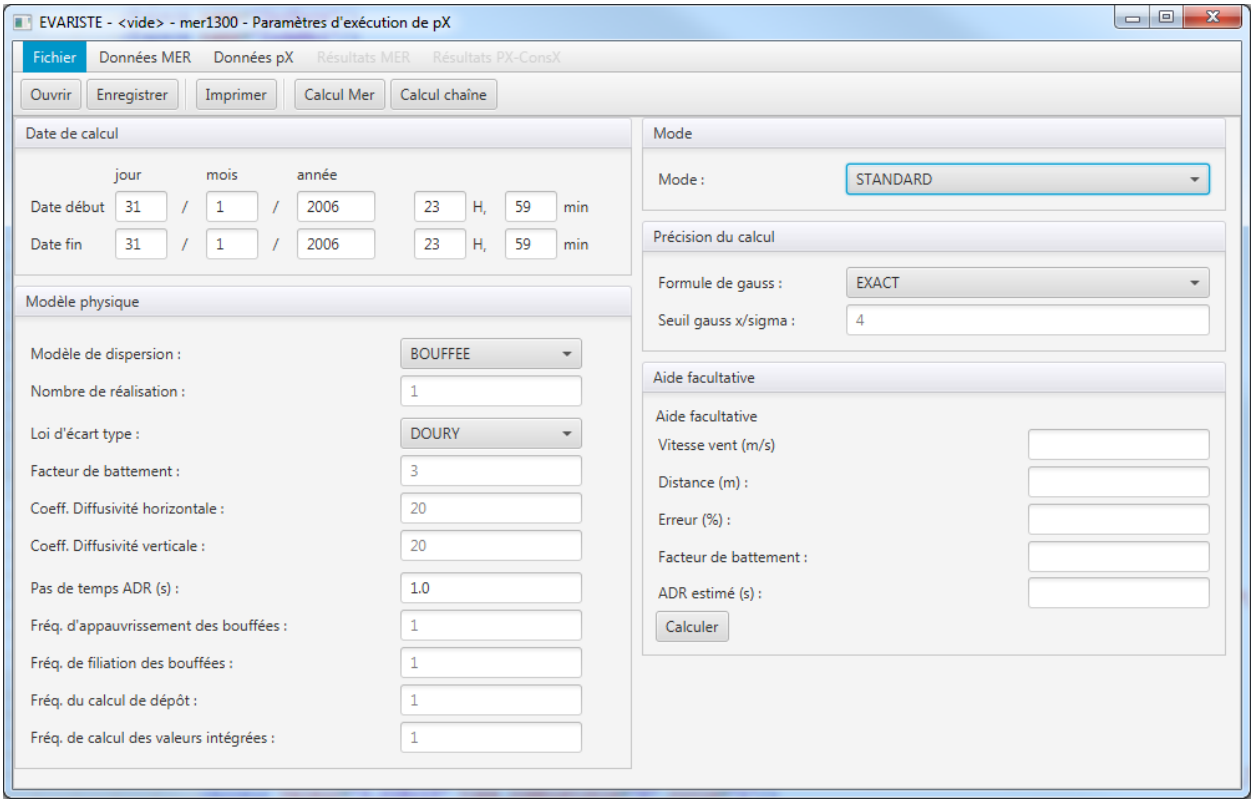
- «Filtre MER» : nom du filtre MER correspondant à cette espèce;
- «Résultats calculés» : la liste (déroulante) des résultats qui figureront dans le fichier de sortie correspondant à l'espèce;
- Boutons «Ignorer» : transfèrent le résultat actuellement sélectionné dans «Résultats calculés» vers la liste «Résultats ignorés» ;
- Boutons «Vider» : idem, mais pour tous les résultats ;
- «Résultats ignorés» : liste (déroulante) des résultats qui ne figureront pas dans le fichier de sortie de l'espèce ;
- Boutons «Remettre» : transfèrent le résultat actuellement sélectionné dans «Résultats ignorés» vers la liste «Résultats calculés» ;
- Boutons «Remettre tout» : idem, mais pour tous les résultats ;

2.5.3 DONNÉES PX

Cette rubrique contrôle les données d'entrée de PX.

2.5.3.1 Paramètres d'exécution de pX

[1] Il s'agit d'un bug de synchronisation des processus pX-ConsX qui peuvent se bloquer si ce n'est pas le cas.



2.5.3.1.1 Les champs principaux

La page « Paramètres d'exécution de PX » spécifie les paramètres de calcul de dispersion :

- Les dates (début et fin) du calcul de dispersion. En particulier, les données en dehors de cette plage sont ignorées lors du calcul,
- le mode : standard (certains paramètres ne sont pas modifiables) et expert (tous les paramètres sont modifiables),
- le modèle d'advection défini par :
    - $le modèle de dispersion (actuellement il n'en existe qu'un seul à savoir le modèle BOUFFEE),
    - le nombre de réalisation,
- le modèle de diffusion défini par :
    - la loi d'écarts types : (Doury, Briggs rural, Briggs urbain, Pasquill, Diff)
    - le facteur de battement : permet de prendre en compte des fluctuations météorologiques dont l'échelle de turbulence n'est pas traitée dans les modèles pX. Un rejet de 2h ne peut se faire par exemple sous un « pur » DN à 5.m/s à 45°. Des lois faites par Doury permettent d'intégrer ces phénomènes, leur utilisation est loin d'être évidente mais en pratique, le facteur de battement est déduit à l'aide de la durée du rejet et d'une manière très basique :
        - Rejet < 1h Facteur de battement = 1.
        - Rejet [1h ; 24h] Facteur de battement = 3.
        - Rejet > 24h Facteur de battement = 5.
    - le coefficient de diffusivité horizontale (utilisé uniquement lorsque la loi d'écarts types est Diff),
    - le coefficient de diffusivité verticale (utilisé uniquement lorsque la loi d'écarts types est Diff),
- la précision du calcul définie par :
    - «Formule de Gauss» : choix entre calcul Exact/Approché de la gaussienne ;

- «Seuil Gauss x/sigma» : le nombre d'écarts types limitant le nombre de bouffées à prendre en compte dans le calcul de concentration ;

- les paramètres de pas de temps du calcul définis par :
  - le pas de temps ADR (Advection Diffusion Rejet). C'est le principal pas de temps du code. Plus l'ADR est grand, moins il y a de bouffées dans le domaine, et plus l'erreur est importante à proximité de la source,
  - la fréquence d'appauvrissement des bouffées. C'est la fréquence des appels au module d'appauvrissement des bouffées (dépôt sec et lessivage).
  - la fréquence de filiation des bouffées. C'est la fréquence des appels au module de décroissance radioactive des bouffées.
  - la fréquence du calcul de dépôt. Elle correspond au calcul des grandeurs intégrées pour le dépôt.
  - la fréquence de calcul des valeurs intégrées. Elle correspond au calcul des grandeurs intégrées pour les activités volumiques.

Les fréquences sont exprimées en nombre de pas de temps ADR. Le calcul des activités s'effectue à une fréquence synchrone définie comme étant le plus petit commun multiple des fréquences d'appauvrissement et de filiation.
Pour plus de détails, consulter le manuel utilisateur de pX [A3].

2.5.3.1.2 Les champs d'aide facultatifs

Les champs «Aide facultative» aident à choisir un pas de temps ADR optimal. Dans le modèle de dispersion, plus le pas de temps est petit, plus la solution est précise. Le pas de temps optimal est le plus grand pas de temps qui respecte le pourcentage d'erreur admissible à une distance donnée. Plus la distance, en deçà de laquelle l'erreur peut être supérieure à l'erreur relative maximale souhaitée, est petite, plus le pas de temps optimal est petit. Les critères du calcul du pas de temps ADR optimal sont les suivants :

- une vitesse du vent,
- une distance en deçà de laquelle l'erreur peut être supérieure à l'erreur relative maximale souhaitée,
- une erreur relative maximale souhaitée,
- un facteur de battement.

2.5.3.1.3 Formule d'estimation de l'ADR optimal

Ce qui suit donne un aperçu d'explication sur le calcul du pas de temps ADR optimal. Tout abord, il faut énoncer certains principes sur la précision et sur le temps de calcul de pX :

- Plus le pas de temps ADR est faible, plus le recouvrement (entre deux bouffées) est important,
- Plus le recouvrement est important, plus l'erreur induite par la discrétisation d'une émission continue en émission par bouffées est faible,
- Plus les bouffées s'éloignent du point de rejet, plus elles sont grandes et plus le recouvrement est important. Au final, l'erreur est plus faible.

Sous les hypothèses d'un domaine météorologique et un nombre d'écarts types de coupure suffisamment grand, d'une météo constante sur le domaine, et de l'utilisation de la loi d'écart type de Doury, il est montré que le taux de recouvrement τ (sans dimension) est donné par la relation suivante :

$$\tau = \frac{\sigma_h}{u \times adr} \qquad (R1)$$

Avec σ_h l'écart type horizontal (m), *u* la vitesse moyenne du vent ($m.s^{-1}$) et *adr* le pas de temps d'advection-diffusion-rejet (s).

On peut en effet montrer que le taux de recouvrement suffit à évaluer, en régime permanent, l'erreur relative induite par la discrétisation du rejet en bouffées élémentaires successives – le modèle de référence considéré est le modèle à panache gaussien. Cette erreur relative est d'autant plus faible que le taux de recouvrement est important.

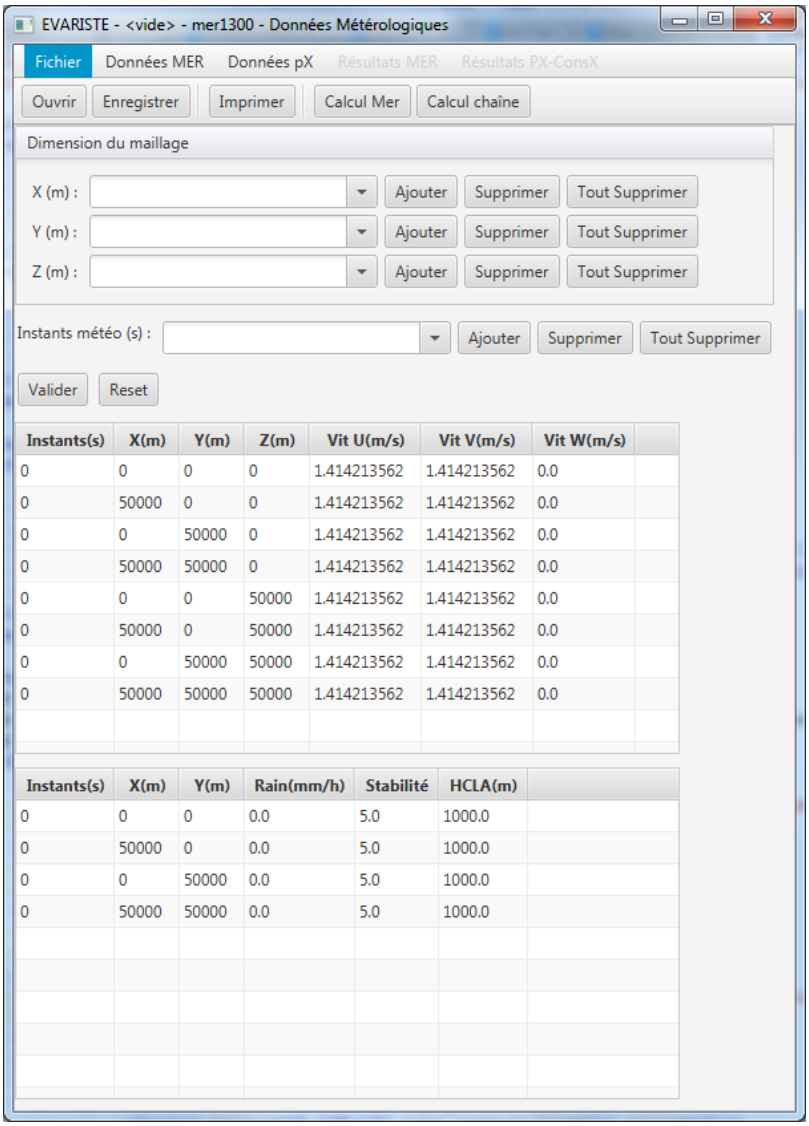
D'où la déduction du pas de temps optimal pour un certain taux de recouvrement.
Ainsi, sachant :

- La relation entre le taux de recouvrement, le pas de temps ADR, la vitesse du vent, et l'écart type horizontal ;
- L'écart type horizontal est directement proportionnel au facteur de battement et la distance entre la bouffée et son point de rejet déterminée par le temps de transfert de la bouffée (age de la bouffée) ;
- La relation entre l'erreur maximale souhaitée et le taux de recouvrement ;

On en déduit le pas de temps ADR optimal : concrètement le programme le calcule ainsis :

- La relation (R1) donne adr = sigma_k / (tau x u)
- Le programme possède une formule donnant sigma en fonction de k = (distance / u) ;
- Le programme possède une formule donnant tau en fonction de l'erreur maximale voulue.

2.5.3.2 Données Météorologiques

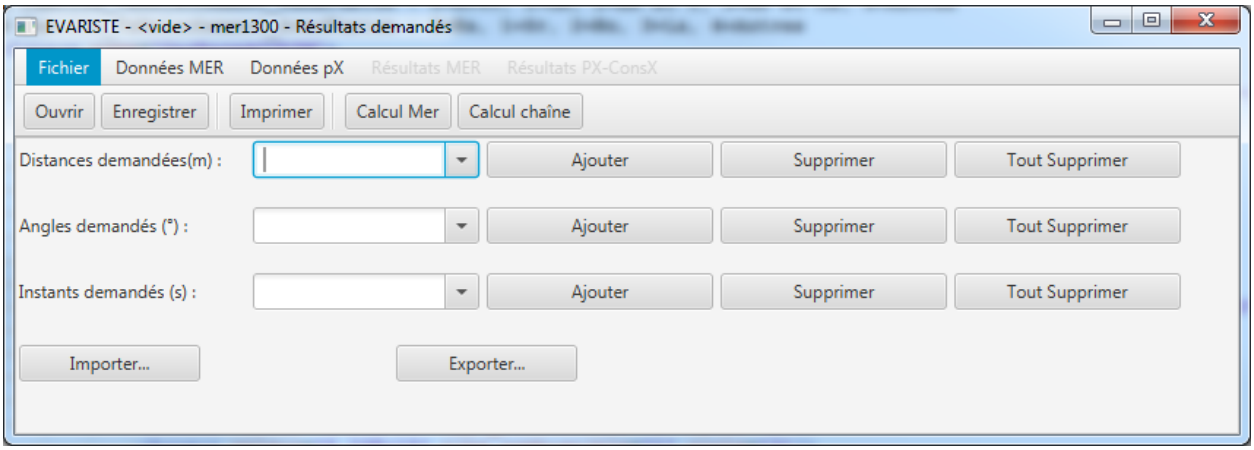


Ce formulaire permet d'entrer les données météorologiques du calcul de dispersion.

Données météorologiques pour domaine temporel et spatial (maillage structuré à trois dimensions):

- listes des abscisses (x), ordonnées (y) et hauteurs (z) des points du maillage où la météo est définie,
- listes d'instants en secondes depuis la date de référence, sur lesquels les données météo sont définies :
    - Cliquer sur « Ajouter» puis «Valider» remplit la grille avec des valeurs par défaut pour chaque colonne, pour toute combinaison x,y,z des coordonnées de points, et pour les nouveaux instants.
- U, V, W : valeurs des trois composantes de la vitesse, pour chaque instant et chaque point donné (x,y,z)
- «Rain» : valeurs de l'intensité pluviométrique pour chaque instant et chaque point donné (x, y)
- «Stabilité» : valeurs de la stabilité atmosphérique pour chaque instant et chaque point donné (x, y)
- «HCLA» : Hauteur de Couche Limite Atmosphérique, pour chaque instant et chaque point donné (x, y)

2.5.3.3 Résultats demandés



Ce formulaire spécifie les points de résultats du calcul de dispersion, également utilisés pour visualiser les conséquences radiologiques dans un maillage polaire :

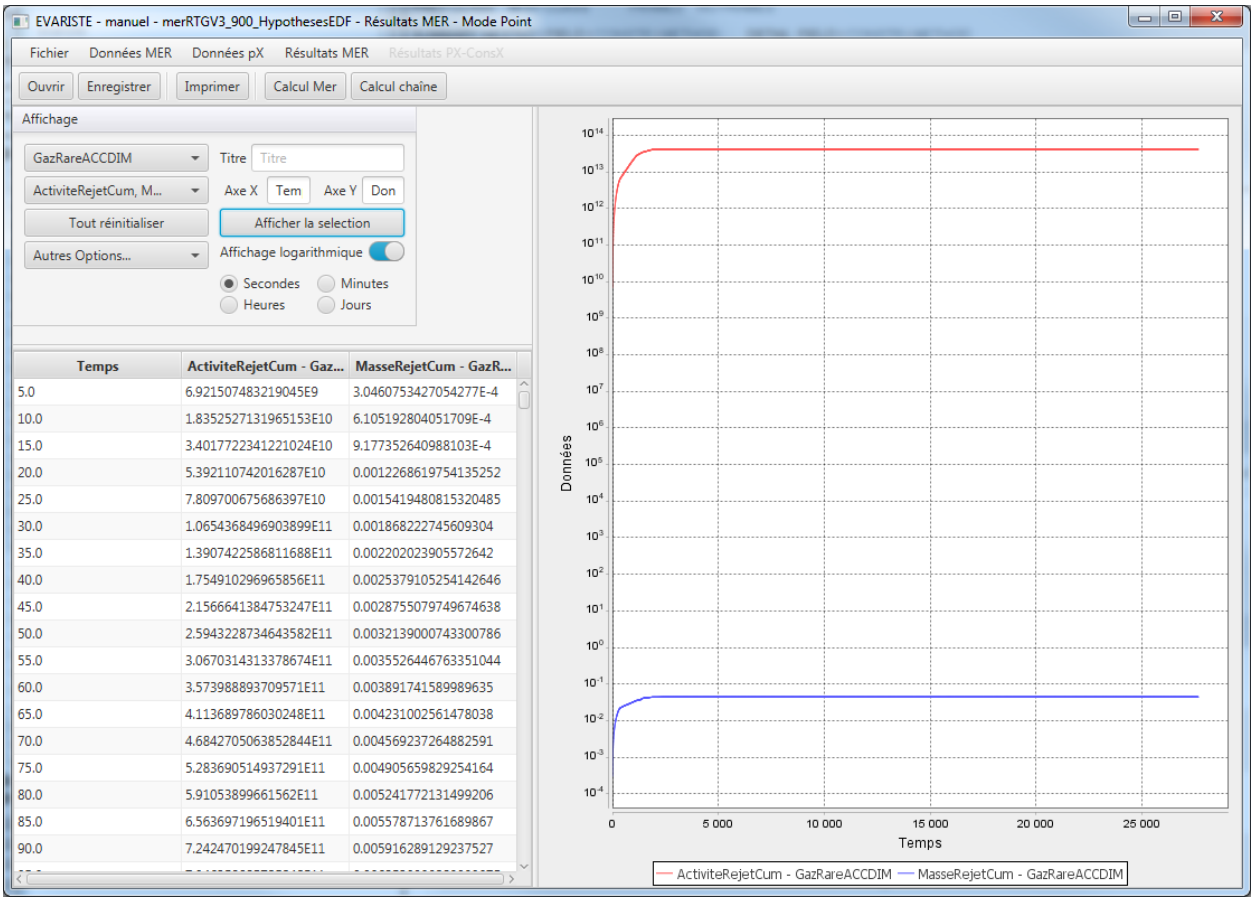
Le maillage résultat est défini par les listes suivantes :

- liste de distances,
- liste d'angles,
- liste d'instants.

Ce maillage peut être importé ou exporté au format texte par les boutons export / import.

- Les listes de distances et d'angles déterminent le maillage polaire où les résultats des activités déposées ou des conséquences radiologiques seront visualisés.
- La liste d'instants donne les instants où les résultats seront calculés.

2.5.4 RÉSULTATS MER (MODE POINT)



2.5.4.1 Les choix principaux

La feuille « Résultats MER » offre plusieurs moyens de consulter et de représenter le résultat d'un calcul de rejets. L'encadré «Affichage» choisit les données à représenter :

- La liste déroulante du haut choisit l'espèce dont on veut les résultats ;
- Celle immédiatement en-dessous contient les variables de résultats disponibles pour cette espèce : il faut cocher celles à représenter.
- Le bouton «Tout réinitialiser» vide la liste des données à représenter ;
- Le bouton «Afficher la sélection» trace les données sous forme de courbes.
- La liste «Autres options» est décrite plus loin.

Les champs de la partie droite de l'encadré «Affichage» permettent de choisir titre, axes, unités et échelle de la courbe en fonction des besoins :

- Titre : sera affiché au-dessus du quadrillage des courbes ;
- Axe X : titre de l'axe des abscisses ;
- Axe Y : titre de l'axe des ordonnées ;
- Affichage logarithmique : pousser le curseur à droite adopte une échelle logarithmique en Y ;
- Secondes, Heures, Minutes, Jours : choix de l'unité de l'axe des abscisses ;

Une fois tous ces champs choisis, il est temps de cliquer «Afficher la sélection» pour représenter les résultats.

2.5.4.2 La grille de résultats

La grille en-dessous de l'encadré «Affichage» montre :

- Le temps
- Chaque variable saisie

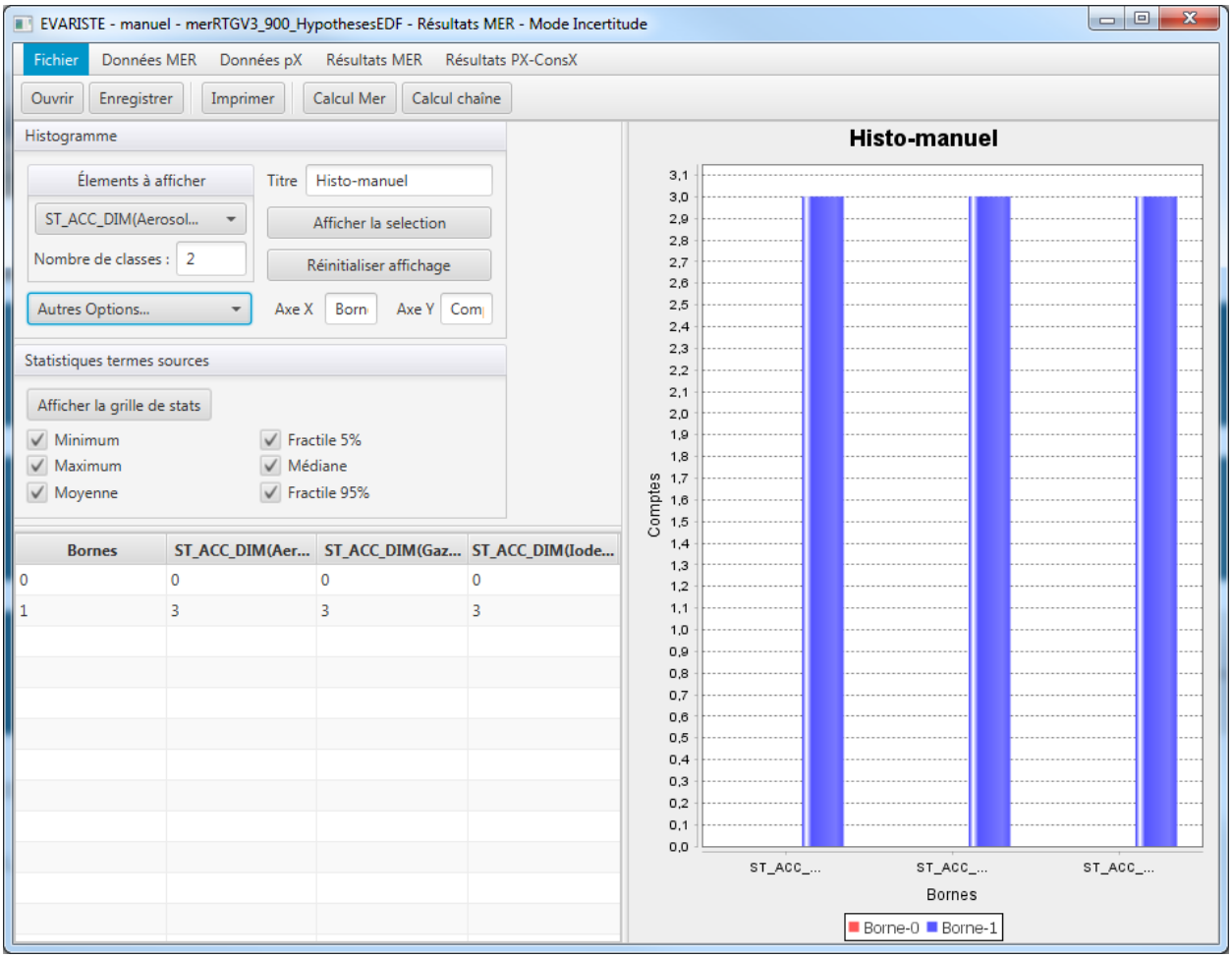
Accessoirement, l'utilisateur peut permuter les colonnes par glisser-déposer ;

2.5.4.3 Les autres options

La liste déroulante «Autres options» offre les possibilités suivantes :

- «Afficher dans une nouvelle fenêtre» :
  - affiche les données actuellement sélectionnées dans une nouvelle fenêtre.
  - «Exporter au format PNG» permet d'enregistrer l'image de la fenêtre dans un fichier.
  - «Exporter au format CSV» écrit les lignes et colonnes de la grille dans un fichier de texte, dont les champs sont séparés par des virgules ;
  - «Imprimer» envoie l'image de la fenêtre vers une imprimante ;
- «Afficher termes sources» :
  - Affiche la grille des termes sources dans une nouvelle fenêtre ;
  - Un bouton «Exporter au format CSV» écrit les lignes et colonnes des termes sources dans un fichier de texte, dont les champs sont séparés par des virgules ;
- «Exporter courbe en PNG» :
  - Enregistre l'image du cadre des courbes au format PNG.
- «Exporter courbe en CSV»
  - Ecrit les lignes et colonnes de la grille dans un fichier de texte, en séparant les champs par des virgules ;

2.5.5 RÉSULTATS MER (MODE INCERTITUDE)



2.5.5.1 Affichage d'histogrammes

L'encadré «Histogrammes» groupe, pour chaque variable du fichier «Termes Sources» produit par MER, les valeurs en un certain nombre de classes (choisi par l'utilisateur), et compte le nombre de tirages où la variable tombe dans chaque classe.

- Les bornes des classes sont calculées avec une progression géométrique, pour entre la plus petite et la plus grande valeur tirées ;
- Les barres d'histogrammes de deux variables distinctes correspondent donc en général à des bornes elles aussi distinctes.

La liste déroulante «Autres options» propose :

- D'afficher l'histogramme dans une nouvelle fenêtre ;
- d'enregistrer le cadre graphique dans un fichier d'image ;
- d'enregistrer l'histogramme dans un fichier CSV (i.e. texte, utilisant les virgules comme séparateur de colonnes) ;

2.5.5.2 Affichage de statistiques

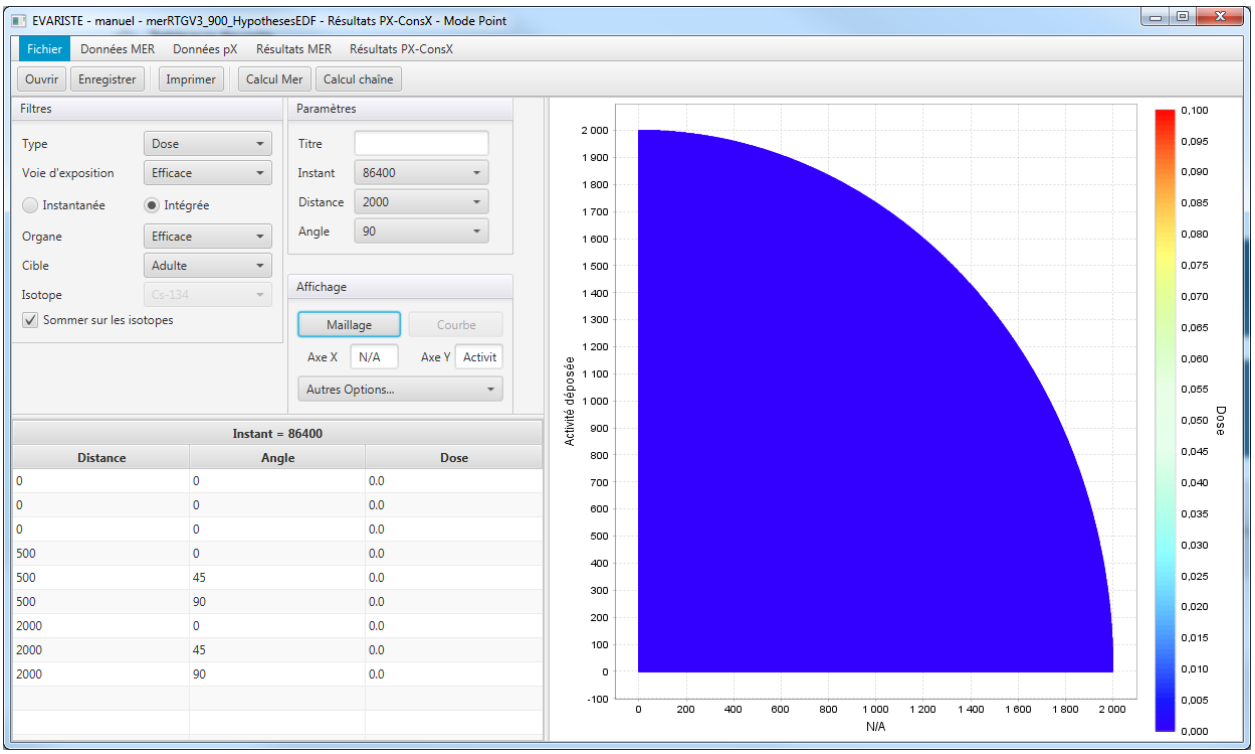
Le cadre «Statistiques termes sources» propose la production de statistiques sur les variables du fichier «Termes Sources» produit par MER :

- Cocher les cases correspondant aux indicateurs statistiques voulus ;

- Cliquer sur «Afficher la grille de stats» : une nouvelle fenêtre s'ouvre, avec une ligne par variable et une colonne par indicateur statistique demandé.

Le bouton «Exporter au format CSV» de la srille de statistiques permet la production d'un fichier CSV ayant la même présentation que la grille.

2.5.6 RÉSULTATS PX-CONSX (MODE POINT)



2.5.6.1 Filtres

Le cadre «Filtres» détermine la catégorie de données à représenter. Cet aspect fortement lié au métier n'est pas détaillé autrement que par le nom des champs dans ce paragraphe :

- Type : Dose ou «activité déposée» ;
- Voie d'exposition : Dépôt humide, dépôt sec, dépôt total, inhalation, panache ou efficace ;
- Pour un type Dose, le choix est proposé entre «Instantanée» et «Intégrée» ;
- Organe : Os, Poumon, Sein, Thyroide ou Efficace ;
- Cible : Adulte, «1 an» ;
- Isotope : proposé si «Sommer sur les isotopes» n'est pas choisi;
- «Sommer sur les isotopes» : calcule la somme de la donnée concernée sur tous les isotopes disponibles ;

2.5.6.2 Paramètres

Le cadre «Paramètres» délimite l'étendue et le type de la représentation ;

- «Titre» : rempli à la guise de l'utilisateur, ce champ détermine simplement le titre qui sera donné à l'image.
- «Instant» : choisit l'instant de la simulation à représenter ;
- «Distance» : choisit la distance maximale à représenter sur la courbe ou sur le maillage ;

- «Angle» : choisit l'angle maximal (en valeur absolu) à représenter sur la courbe ou sur le maillage ;

2.5.6.3 Affichage

2.5.6.3.1 Choix principaux

Le cadre «Affichage» produit la représentation en fonction des critères des autres cadres ;

- «Maillage» : si un choix est fait pour chacune des trois listes «Instant», «Distance» et «Angle», un diagramme en couleur représente la dose ou activité en tout point :
    - Pour l'instant sélectionné ;
    - Pour une distance inférieure ou égale à celle sélectionnée ;
    - Pour un angle inférieur ou égal (en valeur absolue) à celui sélectionné ;

  Comme les données ne sont disponibles qu'en un ensemble discret (et fini) de points, le programme interpole les valeurs intermédiaires (interpolation bilinéaire dans l'espace angle/distance) ;
- «Courbe» : si l'un des trois choix «Instant», «Distance», «Angle» est marqué « N/A», il sert d'abscisse pour tracer une courbe représentant la dose. Plus précisément :
    - Si Instant = N/A : dose en fonction du temps, à angle et distance fixés ;
    - Si Distance = N/A : dose en fonction de la distance, pour un angle et un temps fixés ;
    - Si Angle = N/A : dose en fonction de l'angle, pour un instant et une distance fixés ;
- Les champs «Axe X» et «Axe Y» permettent une représentation avec des titres à la guise de l'utilisateur

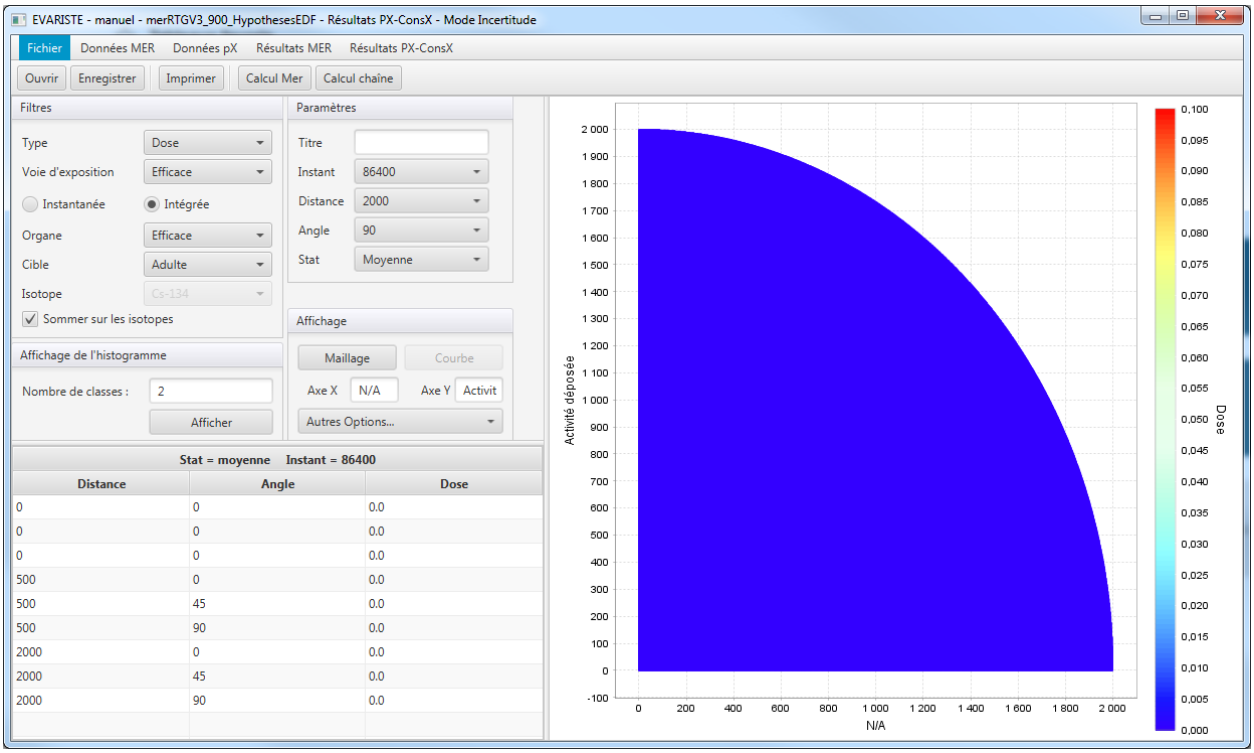
2.5.6.3.2 Autres Options

La liste déroulante «Autres Options» propose les actions suivantes :

- Afficher maillage dans une nouvelle fenêtre ;
- Afficher grille pour tout Instant, Angle et Distance : ouvre une nouvelle fenêtre contenant les données sélectionnées par «Filtres» et «Paramètres» ;
- Exporter graphique en PNG : enregistre le cadre de graphique comme une image;
- Exporter grille en CSV : enregistre les données sélectionnées par «Filtres» et «Paramètres» , dans un fichier de texte dont les colonnes sont séparées par des virgules

Les fenêtres ouvertes par les actions «Afficher maillage…» et «Afficher grille» proposent les boutons «Exporter au format PNG» et «Exporter au format CSV» qui ont le même rôle que les boutons homonymes des autres fenêtres;

2.5.7 RÉSULTATS PX-CONSX (MODE INCERTITUDE)



La feuille «Résultats Px-ConsX» en mode incertitude ressemble beaucoup à celle des résultats en mode point, et sera donc décrite par rapport à elle.

2.5.7.1.1 Filtres

Ce cadre se comporte comme avec la version «mode point» de la feuille ;

2.5.7.1.2 Paramètres

Par rapport au «mode point» de la feuille, le cadre «Paramètres» a une liste déroulante de plus, permettant de choisir l'indicateur statistique à traiter par le cadre «Affichage» ;

2.5.7.1.3 Affichage de l'histogramme

Produit un histogramme comptant les tirages pour la donnée :

- Correspondant aux critères du cadre «Filtres»
- Correspondant au point «Instant», «Distance», «Angle» du cadre «Paramètres»

Le bouton «Afficher» répartit les valeurs tirées en «Nombre de classes» (selon une échelle logarithmique), et affiche les barres d'histogramme qui en résultent ;

2.5.7.1.4 Affichage

A exactement le même comportement que le cadre «Affichage» du mode point, à ceci près que la donnée représentée est celle demandée dans le choix «Stat» du cadre «Paramètres» ;

2.5.8 FENÊTRE GRAPHIQUE

Les fenêtres graphiques représentent une ou plusieurs séries de résultats sous forme de courbes.

2.6 MESSAGES, ET RECHERCHE DE PROBLÈMES

2.6.1 CONSOLE

Les programmes invoqués lors des calculs produisent des fichiers de log :

- *log.txt* : rassemble principalement les messages du programme CALCUL_EPS2.exe appelé par l'IHM pour synchroniser les appels à MER, pX ou ConsX ;
- *px.log* : rassemble les messages émis par pX. Ce fichier est produit dans chaque répertoire correspondant à chaque tirage.
- *consx.log* : rassemble les messages émis par ConsX. Ce fichier est produit dans chaque répertoire correspondant à chaque tirage.

Si une erreur survient, il faut regarder le contenu de log,txt, puis le cas échéant regarder les messages éventuels présents dans les fichiers px.log et consx.log.

2.6.2 FICHIERS DE COMMANDE TEMPORAIRES

Ce sont les fichiers .in présents dans le répertoire de l'étude. Un problème donné peut être reproduit en les fournissant au moteur. Le moteur est indifférent au nom de ces fichiers, mais par commodité l'IHM les nomme en fonction de l'action escomptée. Par exemple :

- *calcmer.in* : pour exécuter un calcul MER ;
- *calcpxconsx.in* : pour exécuter un calcul pX-ConsX ;
- *dose.in* : pour consulter des résultats pX-ConsX

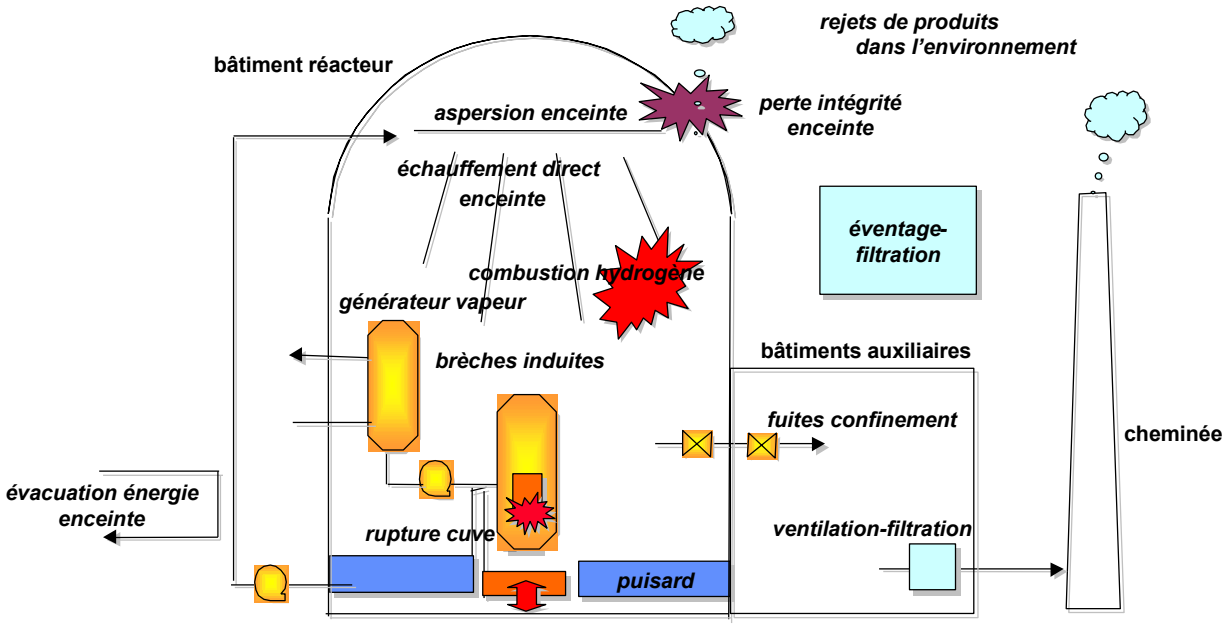
Les noms exacts des fichiers utilisés apparaissent dans le fichier de trace *log.txt*.

3 FONCTIONS MÉTIER

Ce chapitre détaille les méthodes utilisées pour conduire le calcul de rejets, il donne également la signification des différents paramètres de calcul et des résultats obtenus.

3.1 PRINCIPE DE CALCUL

Une séquence d'accident grave sur un réacteur à eau sous-pression inclut un certain nombre d'événements ayant une influence sur les rejets. Ces événements sont liés à la phénoménologie de l'accident qui peut être représentée de façon très simplifiée sur le schéma ci-après :



Influent ainsi notamment sur les rejets dans l'environnement :

- l'instant de la fusion du cœur qui détermine la puissance résiduelle et intervient dans la relation entre la masse et l'activité,
- la durée de chacune des phases de l'accident (qui conditionne, entre autres, l'importance du dépôt naturel des aérosols, de l'adsorption de l'iode moléculaire, du rabattement des aérosols et de l'iode moléculaire par l'aspersion...),
- le mode de rupture de la cuve (qui intervient notamment vis-à-vis de l'émission d'un missile ou de la remise en suspension des espèces déposées dans l'enceinte),
- les fuites de l'enceinte du confinement vers les bâtiments auxiliaires,
- l'existence de brèches initiales ou induites des tubes de générateur de vapeur entraînant des rejets directs avec bipasse de l'enceinte de confinement,
- la résistance de l'enceinte de confinement à différents phénomènes quasi statiques (montée lente de pression à cause d'un déficit dans l'évacuation de l'énergie correspondant à la puissance résiduelle) ou dynamiques (combustion d'hydrogène, échauffement direct de l'enceinte, explosion de vapeur en cuve avec émission d'un missile) pouvant affecter son intégrité,
- l'utilisation ou non du dispositif d'éventage filtration et le fonctionnement ou non du système d'aspersion dans l'enceinte qui conditionne cette résistance, mais également le rabattement des produits de fission ou leur niveau de filtration avant rejet,
- les possibilités de remise en suspension (ou de relargage) des dépôts dans la cuve du réacteur, le circuit primaire ou les murs de l'enceinte de confinement.

L'existence et l'importance de ces phénomènes sont appréhendés au travers de la valeur (ou modalité) prise par un ensemble de variables caractéristiques du déroulement de l'accident, dites *variables FPA,* parmi un choix de valeurs possibles (variant de 2 à 7).

La méthode d'évaluation des rejets repose sur la construction d'un scénario accidentel. Un scénario accidentel est défini par un ensemble d'événement. Un événement se produit dans un scénario si la condition associée est vérifiée. Les conditions sont définies par un ensemble de variables FPA. Autrement dit, un jeu de variables FPA détermine les événements se produisant lors d'un scénario accidentel pour évaluer les rejets.

Le principe du calcul des rejets repose sur un découpage de la durée de l'accident en un nombre discret de périodes de temps pour lesquelles certains mécanismes d'émission, de dépôt ou de rejets sont prédominants. A chacune de ces périodes correspond, par le biais d'un jeu d'hypothèses simplificatrices, une méthode de calcul qui est basée sur l'association de *modèles physiques simplifiés*.

Dans le cas d'un accident grave, les périodes de temps considérées sont :

- **en phase B de l'accident** – soit du début de fusion du cœur jusqu'au percement de la cuve :
  - la *sous-phase B1* qui s'étend du début de fusion à la première coulée de corium vers le fond de cuve,
  - la *sous-phase B2* qui s'étend de la première coulée de corium au percement de la cuve,
- **la phase C de l'accident** – soit la phase de percement de la cuve - considérée comme instantanée,
- **en phase D de l'accident** – soit du percement de la cuve à la fin de l'accident (percement du radier) :
  - la *sous-phase D1* qui s'étend du début de la phase aux instants de création d'une brèche ou d'ouverture du dispositif U5 ou encore de mise au contact de l'eau des puisards avec le corium,
  - la *sous-phase D2* qui s'étend de la fin de la sous-phase D1 à la fin de la phase D.

Dans le cas d'un accident de dimensionnement, la période de temps considérée est :

- **86400 secondes, soit 1 jour**.

Le calcul des rejets est ainsi organisé au travers de la logique de l'exécution de l'ensemble d'un scénario. Le jeu de variables FPA permet de déterminer les modèles physiques simplifiés calculés à chaque pas de temps du scénario. De plus, cette exécution assure la continuité dans le calcul car il permet la gestion au cours de la progression de l'accident de la masse et de la localisation des espèces radioactives émises hors du cœur.

Dans le cas d'un scénario accidentel sur un REP 900, les espèces rejetées sont regroupées en quatre *familles de produits radioactifs* :

- la famille des gaz rares,
- la famille des aérosols de produits de fission ou d'actinides,
- la famille de l'iode sous forme moléculaire (I_2),
- la famille de l'iode sous forme organique (ICH_3).

Tandis que dans le cas d'un scénario accidentel sur un REP 1300, les espèces rejetées sont regroupées en cinq *familles de produits radioactifs* :

- la famille des gaz rares,

- la famille des espèces volatiles de produits de fission ou d'actinides,
- la famille des espèces semi-volatiles de produits de fission ou d'actinides,
- la famille des halogènes gazeux,
- la famille des halogènes organiques.

La famille des gaz rares comporte essentiellement les isotopes des espèces chimiques Kr et Xe. Celle des aérosols comporte les aérosols des produits de fission (essentiellement isotopes de Te, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Sb, Ba, Ce, La, Ce, Pr, Nd), l'iode sous forme d'aérosols (notamment sous forme de CsI), mais aussi les aérosols d'actinides (essentiellement les isotopes Np_{239}, Pu_{238}, Pu_{239}, Pu_{240}, Pu_{241}, Am_{241}, Cm_{241}, Cm_{244}).

Les lois de comportement de chacune de ces familles sont différenciées.

3.2 DÉFINITION DES VARIABLES FPA

Les modalités prises par les *variables FPA* constituent l'information de base définissant les événements à prendre en compte dans le calcul des rejets (*fenêtre paramètres de calcul*).

De façon générale, le rôle de chacune des variables FPA dans le calcul des rejets peut être :

- de sélectionner un modèle physique simplifié utilisé dans le calcul,
- de sélectionner un paramètre de modèle physique,
- de définir des intervalles de temps.

3.2.1 VARIABLES FPA DU PALIER 900

3.2.1.1 Variable SCENAR

SCENAR	**Scénario d'émission des produits de fission selon l'instant du renoyage** **Emission caractérisée notamment par la fraction α des PF *volatils* émis** 1 : pas de renoyage effectué 2 : renoyage inefficace – accident non stoppé – tous les produits de fission émis 3 : renoyage réussi avec α = 1,0, et la moitié des PF *non volatils* émis ($t2 < t_{R)}$ 4 : renoyage réussi avec α = 1,0 ($(t1+t2)/2 < t_R < t2$) 5 : renoyage réussi avec α = 0,5 ($t1 < t_R < (t1+t2)/2$) 6 : renoyage réussi avec α = 0 ($tR < t1$) 7 : parcours de l'ADAG interrompu

La variable SCENAR caractérise le type de scénario de relâchement selon l'occurrence du renoyage (et l'évolution de l'accident).

Elle peut prendre sept modalités :

- SCENAR = 1 ou 2 : pas de renoyage ou renoyage inefficace. Le parcours du graphe FPA et le calcul des rejets est alors effectué normalement,
- SCENAR = 3, 4, 5 ou 6 : renoyage réussi pendant la phase B. Le parcours du graphe FPA est alors effectué normalement, il est stoppé en fin de phase B après le calcul des rejets.
- SCENAR = 7 : résultats de calcul indisponible dans KANT. Le graphe FPA n'est pas parcouru.

3.2.1.2 Variable ETAT

ETAT	**Configuration du réacteur selon le profil de l'EPS1** 1 : configuration G1 = générateurs de vapeur alimentés par le système ARE 2 : configuration G2 = générateurs de vapeur alimentés par le système ASG 3 : configuration G3 = refroidissement par le RRA, circuit primaire fermé 4 : configuration G4 = refroidissement par le RRA, circuit primaire entrouvert 5 : configuration G5 = refroidissement par le RRA, circuit primaire ouvert 6 : configuration G6 = réacteur complètement déchargé

La variable ETAT permet de définir l'état initial du réacteur au début de l'accident (en puissance ou à l'arrêt).
Les états G1 et G2 de la variable ETAT correspondent à des états en puissance, les états G3 à G6 correspondent à des états d'arrêt du réacteur.
Cette variable permet de déterminer le temps t_{PRF} entre l'arrêt du réacteur et l'atteinte des 1100°C qui correspond au début de la phase B. Ce temps sera utilisé pour la conversion Masses / Activités.

3.2.1.3 Variable DELAI_TRIC

DELAI_TRIC	**Durée écoulée entre l'événement initiateur de l'accident et l'atteinte des 1100°C (TRIC)** 1 : inférieure à 2 heures 2 : comprise entre 2 et 4 heures 3 : comprise entre 4 et 8 heures 4 : comprise entre 8 et 16 heures 5 : comprise entre 16 et 32 heures 6 : supérieure à 32 heures

La variable DELAI_TRIC permet, avec la variable ETAT, de déterminer le temps t_{PRF} entre l'arrêt du réacteur et l'atteinte des 1100°C qui correspond au début de la phase B.

3.2.1.4 Variable DR_B et variable DR_D

DR_B	**Durée totale de la phase B (de l'atteinte des 1100°C à la rupture de la cuve)** 1 : inférieure à 2 heures 2 : comprise entre 2 et 4 heures 3 : comprise entre 4 et 8 heures 4 : comprise entre 8 et 16 heures 5 : supérieure à 16 heures
DR_D	**Durée de la phase D (entre la rupture de la cuve et le percement du radier)** 1 : inférieure à 5 heures 2 : comprise entre 5 et 12 heures 3 : comprise entre 12 et 24 heures 4 : comprise entre 1 et 2 jours 5 : comprise entre 2 et 4 jours 6 : comprise entre 4 et 15 jours 7 : supérieure à 15 jours ou absence de percement

Ces variables permettent avec les paramètres incertains PAR_B et PAR_D de déterminer la durée des phases B et D : PAR_DR_D et PAR_DR_B :

Si (DR_B = 1), PAR_DR_B = PAR_B x 2 x 3600

Si (DR_B = 2), PAR_DR_B = (2 + PAR_B x 2) x 3600

Si (DR_B = 3), PAR_DR_B = (4 + PAR_B x 4) x 3600

Si (DR_B = 4), PAR_DR_B = (8 + PAR_B x 8) x 3600

Si (DR_B = 5), PAR_DR_B = (16 + PAR_B x 88) x 3600

Si (DR_D = 1), PAR_DR_D = PAR_D x 5 x 3600

Si (DR_D = 2), PAR_DR_D = (5 + PAR_D x 7) x 3600

Si (DR_D = 3), PAR_DR_D = (12 + PAR_D x 12) x 3600

Si (DR_D = 4), PAR_DR_D = (1 + PAR_D x 1) x 3600 x 24

Si (DR_D = 5), PAR_DR_D = (2 + PAR_D x 2) x 3600 x 24

Si (DR_D = 6), PAR_DR_D = (4 + PAR_D x 11) x 3600 x 24

3.2.1.5 Variable BR_B, BR_C et BR_D

BR_B	**Défaillance de l'étanchéité de l'enceinte de confinement en phase B** 1 : fuite normale 2 : fuite anormale peu élevée 3 : petite brèche (1 cm² en ordre de grandeur) 4 : grosse brèche (50 cm² en ordre de grandeur) 5 : ruine de l'enceinte ou Tampon d'Accès des Matériels (TAM) ouvert
BR_C	**Brèche de l'enceinte de confinement créée par la rupture de la cuve** 1 : pas de brèche 2 : pas de brèche 3 : petite brèche (1 cm² en ordre de grandeur) 4 : grosse brèche (50 cm² en ordre de grandeur) 5 : ruine du confinement
BR_D	**Section de la brèche maximale de l'enceinte en phase D** 1 : fuite normale 2 : fuite anormale peu élevée 3 : petite brèche (1 cm² en ordre de grandeur) 4 : grosse brèche (50 cm² en ordre de grandeur) 5 : ruine de l'enceinte ou Tampon d'Accès des Matériels (TAM) ouvert

A chaque modalité des variables BR_B, BR_C et BR_D correspond un *taux de fuite* à utiliser pour le calcul des rejets. Exception faite pour la modalité 5 correspondant à une ruine du confinement, car dans ce cas la cinétique des rejets correspond à celle de l'émission.

Les valeurs des taux de fuite sont fonction de BR_B, BR_C, BR_D mais aussi des valeurs d'autres variables FPA.

La variable BR_B intervient également vis-à-vis des remises en suspension des aérosols déposés sur les murs dans l'enceinte de confinement.

3.2.1.6 Variable V_LOCA

V_LOCA	1 : pas de V-LOCA ni de V-LOCA induit 2 : bipasse de type V-LOCA noyé (résultant de l'EPS1) 3 : bipasse de type V-LOCA non noyé (V_LOCA induit) 4 : rupture des clapets sur la ligne d'injection suite à pic de pression (V-LOCA induit)

Cette variable a pour objet d'identifier un état dans l'arbre d'événement parmi les états suivants :

- Pas de phénomène de V_LOCA, et aucune influence sur le calcul,
- Rétention dans les circuits primaire et auxiliaire et coefficient supplémentaire de rétention dû au barbotage considérés. Ce dernier coefficient est égal à zéro dans cette version de l'application,
- Seule la rétention dans le circuit primaire et auxiliaire est considérée (V-LOCA initial),
- Seule la rétention dans le circuit primaire et auxiliaire est considérée (V-LOCA induit).

Le coefficient de rétention est obtenu à l'aide des paramètres incertains et se compose de la rétention dans le circuit primaire ***RET_RCP(i)*** et de la rétention dans le circuit auxiliaire ***RET_AUX(i)***.

3.2.1.7 Variable RTGV

RTGV	**Bipasse de l'enceinte de confinement dû à une RTGV** 1 : pas de RTGV 2 : RTGV, GV vide 3 : RTGV 1 ou 2 tubes, GV plein 4 : RTGV 10 tubes, GV plein 5 : RTGV induite (GV vide) en début de phase B (avant la 1ère coulée de corium) 6 : RTGV induite (GV vide) en fin de phase B (après la 1ère coulée de corium)

Cette variable a pour objet d'identifier un état dans l'arbre d'événement. Elle recouvre les situations de RTGV initiale et de RTGV induite

Les différentes modalités de RTGV initiale (non induite) correspondent à des coefficients de rétention dans l'ensemble primaire et secondaire du GV : **FREPART_GV(i)** différents.

Les modalités qui correspondent aux situations de RTGV induite permettent de positionner dans le temps le phénomène de RTGV : en début ou en fin de phase B et utilisent aussi le coefficient de rétention **FREPARTT_GV(i)**.

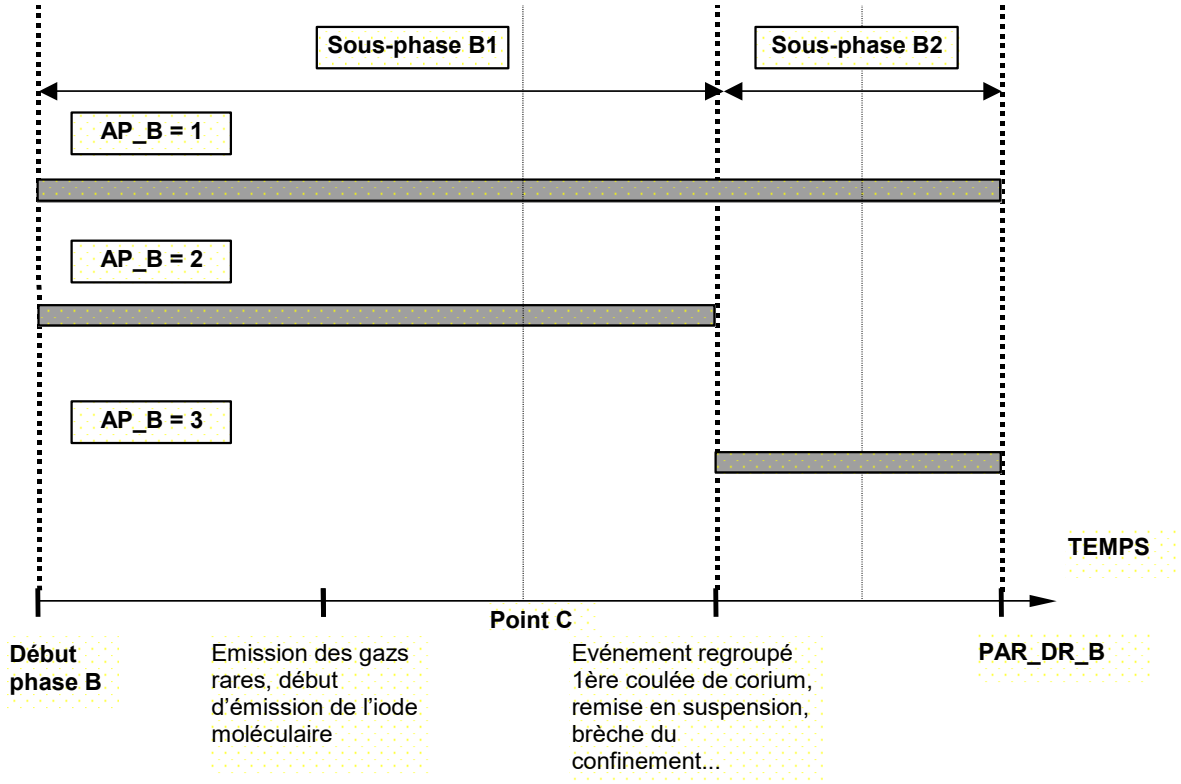
Dans le cas de RTGV, la rétention se compose du cumul de la rétention dans le circuit primaire et de la rétention dans le circuit secondaire. La rétention dans le circuit secondaire ne dépend que de la variable FPA RTGV. Il y a rétention dans le circuit secondaire si le GV est plein. Dans le cas contraire, il n'y a pas de rétention dans le circuit secondaire. La rétention dans le circuit primaire est considérée comme systématique dans le cas de RTGV.

3.2.1.8 Variable AP_B

AP_B	**Fonctionnement du système EAS en phase B** 1 : EAS en fonctionnement tout au long de la phase B 2 : EAS en fonctionnement significatif en début de phase B 3 : EAS en fonctionnement significatif en fin de phase B 4 : EAS à l'arrêt tout au long de la phase B

Cette variable permet de positionner le fonctionnement de l'aspersion au cours du temps en phase B. Lorsque l'aspersion fonctionne tous les phénomènes de dépôts naturels sont négligés.

Le fonctionnement en phase B est représenté sur le schéma ci-après où les bâtonnets grisés représentent les instants de fonctionnement de l'EAS.



3.2.1.8.1 Variables PP_B et RETCP_B

RETCP_B	**Rétention des produits de fission dans le circuit primaire** 1 : pas de rétention (brèche en branche chaude, au pressuriseur, brèche en branche froide sans évacuation de puissance par les GV, absence de brèche) 2 : rétention (brèche en branche froide avec évacuation de la puissance par les GV, RTGV)
PP_B	**Pression primaire moyenne en phase B** 1 : pression primaire moyenne inférieure à 3 bars abs. 2 : pression primaire moyenne comprise entre 3 et 25 bars abs. 3 : pression primaire moyenne comprise entre 25 et 60 bars abs. 4 : pression primaire moyenne supérieure à 60 bars abs.

Ces variables permettent de considérer ou non la rétention dans le circuit primaire en cas de brèches primaires.
Le seul cas de rétention est celui de brèche en branche froide avec évacuation de la puissance par les générateurs de vapeur. Dans ce cas, les coefficients de rétentions à utiliser pour les différents groupes de produits de fission sont ceux fournis par les *paramètres incertains* ***RET_RCP(i)*** des modèles physiques simplifiés.
Dans la version 2 de l'EPS2, la variable PP_B est exclusivement utilisée pour l'estimation des conséquences radiologiques des fuites liquides du confinement.

3.2.1.9 Variable SE_B

SE_B	**Position des soupapes SEBIM** 1 : SEBIM fermées en phase B ou position sans impact sur les rejets 2 : SEBIM ouvertes en phase B

Les modalités de cette variable positionnent le facteur de répartition entre les générateurs de vapeur et les soupapes SEBIM : **FREPART_GV(i)**.

- Pour les RTGV initiales avec GV vide ou avec 1 ou 2 tubes rompus, le tableau suivant est appliqué :

Modalité SE_B	SEBIM fermées	SEBIM ouvertes
FREPART_GV(i)	1	0.33

- Dans les autres cas (RTGV induites ou RTGV initiale avec 10 tubes rompus) :

Modalité SE_B	SEBIM fermées	SEBIM ouvertes
FREPART_GV(i)	1	0.67

3.2.1.10 Variable RELCP_B

RELCP_B	**Existence d'un phénomène pouvant entraîner un relargage des produits de fission dans le circuit primaire en cours de phase B** 1 : absence d'un tel phénomène ou absence de rétention 2 : explosion de vapeur 3 : brèche induite (y compris RTGV) 4 : renoyage du cœur

Cette variable indique si un phénomène de relargage dans le circuit primaire est à considérer dans l'expression analytique de calcul des rejets.

- RELCP_B = 1 : il n'y a pas de relargage dans le circuit primaire,
- RELCP_B = 2 : il y a un phénomène de relargage dans le circuit primaire à l'instant regroupé de la phase B,
- RELCP_B = 3 : il y a un phénomène de relargage dans le circuit primaire confondu avec l'instant de début de la phase B,
- RELCP_B = 4 : situation de renoyage, Cette modalité 4 n'est pas testée à ce jour dans l'arbre des FPA. Le phénomène de renoyage est tracé par ailleurs par la variable FPA SCENAR décrite précédemment.

3.2.1.11 Variable RELENC_B

RELENC_B	**Existence d'un phénomène pouvant entraîner une remise en suspension des produits de fission dans l'enceinte de confinement en cours de phase B** 1 : absence d'un tel phénomène 2 : combustion d'hydrogène sans défaillance immédiate du confinement

Cette variable indique si un phénomène de remise en suspension des aérosols déposés sur les murs de l'enceinte est à considérer dans l'expression analytique de calcul des rejets.
Ce phénomène intervient à l'instant regroupé de la phase B.

3.2.1.12 Variable U5_B

U5_B	**Ouverture d'U5 en phase B** 1 : pas d'ouverture d'U5 2 : ouverture d'U5 sans défaillance de la filtration 3 : ouverture d'U5 avec défaillance de la filtration 4 : ouverture d'U5 avec dégradation (sans défaillance) du filtre à sable

Si le dispositif est ouvert, la fuite des produits de fission par U5 est assimilée à une grosse brèche. Toutes les espèces en suspension dans l'enceinte sont supposées rejetées directement vers l'atmosphère.

- Si U5_B = 1 : U5 n'est pas ouvert, on va tester la valeur de la variable BR_B pour connaître le degré de défaillance de l'étanchéité de confinement de l'enceinte en phase B.
- Si U5_B = 2 : U5 est ouvert, le dispositif de filtration de U5 fonctionne normalement, une partie des matières est filtrée.
- Si U5_B = 3 ou 4: U5 est ouvert, le dispositif de filtration de U5 ne fonctionne pas ou non correctement, tout est rejeté directement vers l'extérieur sans filtration.

3.2.1.13 Variable INSTBR_B

INSTBR_B	**Instant d'apparition de rupture de l'étanchéité de l'enceinte de confinement en phase B** 1 : pas de rupture d'étanchéité 2 : rupture d'étanchéité en début de phase B 3 : rupture d'étanchéité en fin de phase B

Cette variable permet d'identifier l'instant d'apparition de la brèche du confinement ou d'ouverture d'U5 :

- si la brèche apparaît en début de phase B, les produits émis dans l'enceinte sont uniquement ceux liés à l'émission,
- si la brèche apparaît en fin de phase B, les produits de fission dus au relargage à la suite d'une éventuelle explosion de vapeur en cuve ou d'une combustion H2 dans l'enceinte sont également à considérer en plus de ceux liés à l'émission.

Cette variable sert aussi pour passer d'un mode de fuite à un mode de brèche vis à vis du calcul des rejets.

3.2.1.14 Variable RUPT_CUV

RUPT_CUV	**Mode de rupture de la cuve** 1 : pas de rupture de cuve 2 : rupture non énergétique de la cuve (pas d'explosion de vapeur en cuve) 3 : rupture énergétique de la cuve (explosion de vapeur en cuve)

Cette variable définit le mode de rupture de la cuve.

- Si RUPT_CUV = 1 : il n'y a pas de rupture de cuve : le scénario est stoppé.
- Si RUPT_CUV = 2 : rupture non énergétique de la cuve pouvant être suivie d'une défaillance de l'enceinte par échauffement direct (EDE) ou par explosion de vapeur hors cuve.
- Si RUPT_CUV = 3 : rupture énergétique de la cuve pouvant être suivie d'une défaillance de l'enceinte de confinement par échauffement direct (EDE), explosion de vapeur hors cuve ou par émission d'un missile. Il y a relargage (partiel ou total) des aérosols déposés en cuve.

3.2.1.15 Variable RUPT_ENC

RUPT_ENC	**Mode de défaillance de l'enceinte de confinement à la rupture de la cuve** 1 : pas de défaillance de l'enceinte de confinement 2 : rupture de l'enceinte par échauffement direct (EDE) 3 : rupture de l'enceinte suite à une explosion de vapeur en cuve et émission d'un missile (mode α) 4 : rupture de l'enceinte suite à une explosion de vapeur hors cuve

Cette variable définit le mode de défaillance de l'enceinte de confinement à la rupture de la cuve.

- Si RUPT_ENC = 1 : il n'y a pas de défaillance de l'enceinte.
- Si RUPT_ENC = 2 : il y a défaillance par échauffement direct, aucun rejet en phase C.
- Si RUPT_ENC = 3 : il y a défaillance de l'enceinte par émission d'un missile lors de la rupture de la cuve. Toute la masse en suspension est rejetée vers l'extérieur, on stoppe le scénario.
- Si RUPT_ENC = 4 : il y a défaillance de l'enceinte par explosion de vapeur hors cuve. Toute la masse en suspension est rejetée vers l'extérieur, on stoppe le scénario.

3.2.1.16 Variable INSTBR_D

INSTBR_D	**Instant d'apparition de rupture de l'étanchéité de l'enceinte de confinement en phase D** 1 : pas de rupture d'étanchéité avant le percement du radier 2 : rupture d'étanchéité par combustion H2/CO en début de phase D 3 : rupture d'étanchéité par pressurisation lente en fin de phase D (t < 5h) 4 : rupture d'étanchéité par pressurisation lente en fin de phase D (5h < t < 12h) 5 : rupture d'étanchéité par pressurisation lente en fin de phase D (12h < t < 24h) 6 : rupture d'étanchéité par pressurisation lente en fin de phase D (t > 24h)

Cette variable permet d'identifier l'instant d'apparition de la brèche du confinement et à positionner l'instant regroupé de la phase D.

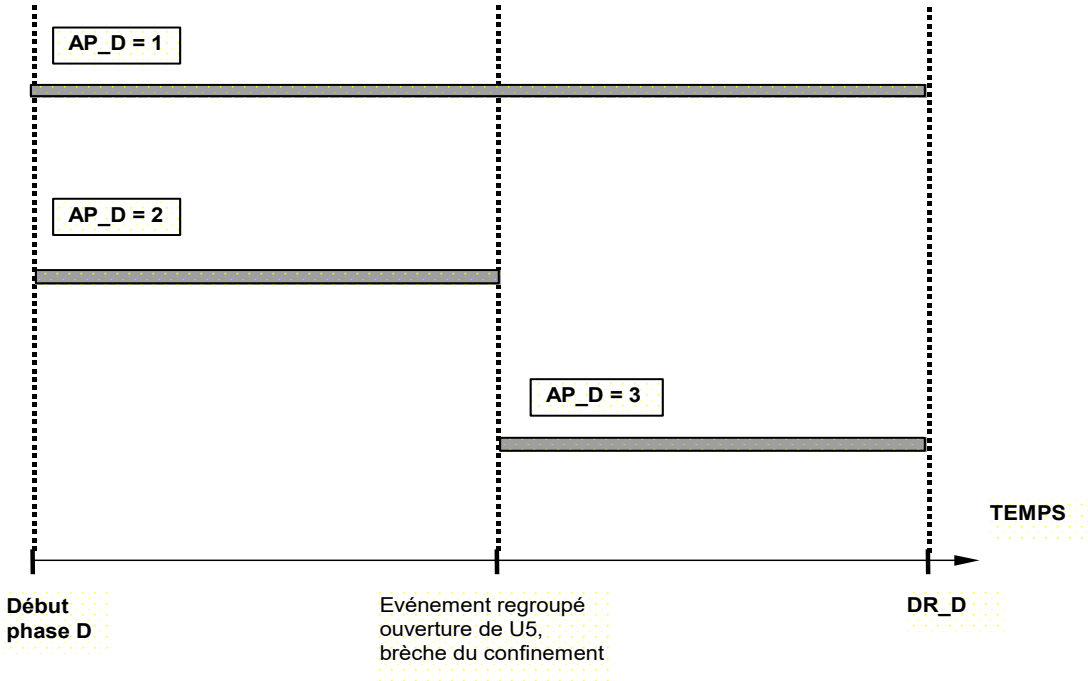
Elle sert également pour signifier le passage d'un mode de fuite à un mode de brèche vis-à-vis du calcul des rejets.

3.2.1.17 Variable AP_D

Cette variable permet de positionner le fonctionnement de l'aspersion au cours du temps pendant la phase D. Lorsque l'aspersion fonctionne, tous les phénomènes de dépôts naturels sont négligés.

Pour la phase D, la phase court terme de l'interaction corium béton est de courte durée. Le cas de fonctionnement de l'EAS pendant cette phase a pour seul effet de supprimer la remise en suspension éventuelle en début de phase D.

Le fonctionnement de l'aspersion est représenté ci-après.



3.2.1.18 Variable U5_D

U5_D	**Ouverture d'U5 en phase D** 1 : pas d'ouverture d'U5 2 : ouverture d'U5 sans défaillance de la filtration 3 : ouverture d'U5 avec défaillance de la filtration 4 : ouverture d'U5 avec dégradation (sans défaillance) du filtre à sable

La variable FPA U5_D permet de déterminer l'état de fonctionnement du dispositif U5, utilisé en dernier recours pour dépressuriser l'enceinte de confinement.
Si le dispositif est ouvert, la fuite des produits de fission par U5 est assimilée à une grosse brèche.
L'ouverture de U5 intervient en début ou à l'instant regroupé de la phase D selon la modalité de la variable FPA INSTBR_D.

- Si U5_D = 1 : U5 n'est pas ouvert, on va tester la valeur des variables MODRUP et BR_D pour connaître le degré de défaillance de l'étanchéité de confinement de l'enceinte en phase D.
- Si U5_D = 2 : U5 est ouvert, le dispositif de filtration U5 fonctionne normalement, une partie des matières est filtrée.
- Si U5_D = 3 ou 4 : U5 est ouvert, le dispositif de filtration U5 ne fonctionne pas ou non correctement, tout est rejeté directement vers l'extérieur sans filtration.

3.2.1.19 Variable MOPRUP_D

MODRUP_D	**Premier mode de rupture de l'enceinte en phase D hors procédure U5** 1 : pas de rupture de l'enceinte de confinement autre que la brèche initiale 2 : rupture de l'enceinte par combustion H_2/CO en premier 3 : rupture de l'enceinte par pressurisation lente en premier 4 : rupture de l'enceinte par percement du radier en premier

La variable FPA MODRUP permet de déterminer le mode de rupture de l'enceinte en phase D.

- Si MODRUP_D = 1 : il n'y a pas de rupture de l'enceinte de confinement autre que la brèche initiale et donc pas de percement du radier. Il n'y aura pas prise en compte des rejets ultimes en fin de phase D.
- Si MODRUP_D = 2 ou 3 : il y a rupture de l'enceinte par combustion H2/CO ou par pressurisation pouvant entraîner l'apparition ou l'aggravation de brèches du confinement en phase D. On va tester la modalité de la variable BR_D pour connaître le niveau de défaillance de l'enceinte après cet événement.
- Si MODRUP = 4 : il n'y a pas de rupture de l'enceinte autre que le percement du radier intervenant en fin de phase D. Il n'y a donc pas apparition ou aggravation de brèches pendant cette phase.

3.2.1.20 Variable COMBUST

COMBUST	**Combustion H_2/CO** 1 : pas de combustion H_2/CO 2 : combustion H_2/CO

Cette variable permet de déterminer s'il y a ou non combustion H2/CO pendant la phase D. Cette réaction pouvant provoquer l'apparition ou l'aggravation de brèches du confinement.
S'il y a combustion H2/CO (COMBUST = 2), il y a remise en suspension des aérosols déposés sur les murs pouvant intervenir en début ou à l'instant regroupé de la phase D.

3.2.1.21 Variable PUISARD

PUISARD	**Mise en contact de l'eau des puisards avec le corium** 1 : pas de mise en contact de l'eau des puisards avec le corium avant percement du radier 2 : mise au contact de l'eau des puisards avec le corium

Cette variable permet de déterminer s'il y a ou non mise au contact de l'eau des puisards avec le corium pendant la phase D.
S'il y a mise au contact de l'eau avec le corium (PUISARD = 2), il y a, à l'événement regroupé de phase D, les phénomènes suivants :

- émission des aérosols depuis les puisards bouillants,
- remise en suspension des aérosols déposés sur les murs de l'enceinte.

3.2.1.22 Variable BETAG_B

BETAG_B	**Section de la fuite *gazeuse* par mode bêta en phase B** 1 : fuite normale (catégorie 1 dans le logiciel BETAPROB) 2 : fuite significative (catégories 2 et 3) 3 : fuite équivalente à une petite brèche (catégorie 4) 4 : fuite équivalente à une grosse brèche (catégorie 5)

Cette variable est utilisée pour les calculs du mode bêta. Elle permet de déterminer le taux de fuite de la fuite gazeuse par mode bêta en phase B.

3.2.1.23 Variable BETAL_B

BETAL_B	**Section de la fuite *liquide* par mode bêta en phase B** 1 : fuite normale (catégorie 1 dans le logiciel BETAPROB) 2 : fuite significative (catégories 2 et 3) 3 : fuite équivalente à une petite brèche (catégorie 4) 4 : fuite équivalente à une grosse brèche (catégorie 5)

Cette variable est utilisée pour les calculs du mode bêta. Elle permet de déterminer la section de fuite liquide par mode bêta en phase B.

3.2.1.24 Variable VENT_B

VENT_B	**Configuration des systèmes de ventilation et de filtration en phase B** 1. phase B, ventilations en fonctionnement lignées sur PI + THE 2. phase B, ventilations en fonctionnement lignées sur THE seuls 3. phase B, ventilations à l'arrêt

Cette variable est utilisée pour les calculs du mode bêta. Elle permet de déterminer l'efficacité de filtration des fuites par mode bêta en phase B.

3.2.1.25 Variable FILTG_B

FILTG_B	**Niveau de filtration des fuites gazeuses pour une configuration des systèmes de filtration et de ventilation en phase B** 1. plus favorable 2. moyen 3. moins favorable

Cette variable est utilisée pour les calculs du mode bêta. Elle permet de déterminer les coefficients de filtration des fuites gazeuses par mode bêta en phase B.

3.2.1.26 Variable FILTL_B

FILTL_B	**Niveau de filtration des fuites liquides pour une configuration des systèmes de filtration et de ventilation en phase B** 1. plus favorable 2. moyen 3. moins favorable

Cette variable est utilisée pour les calculs du mode bêta. Elle permet de déterminer les coefficients de filtration des fuites liquides par mode bêta en phase B a.

3.2.1.27 Variable BETAG_D

BETAG_D	**Section de la fuite *gazeuse* par mode bêta en phase D** 1 : fuite normale (catégorie 1 dans le logiciel BETAPROB) 2 : fuite significative (catégories 2 et 3) 3 : fuite équivalente à une petite brèche (catégorie 4) 4 : fuite équivalente à une grosse brèche (catégorie 5)

Cette variable est utilisée pour les calculs du mode bêta. Elle permet de déterminer le taux de fuite de la fuite gazeuse par mode bêta en phase D.

3.2.1.28 Variable BETAL_D

BETAL_D	**Section de la fuite *liquide* par mode bêta en phase D** 1 : fuite normale (catégorie 1 dans le logiciel BETAPROB) 2 : fuite significative (catégories 2 et 3) 3 : fuite équivalente à une petite brèche (catégorie 4) 4 : fuite équivalente à une grosse brèche (catégorie 5)

Cette variable est utilisée pour les calculs du mode bêta. Elle permet de déterminer la section de fuite liquide par mode bêta en phase D.

3.2.1.29 Variable VENT_D

VENT_D	**Configuration des systèmes de ventilation et de filtration en phase D** 1. phase B, ventilations en fonctionnement lignées sur PI + THE 2. phase B, ventilations en fonctionnement lignées sur THE seuls 3. phase B, ventilations à l'arrêt

Cette variable est utilisée pour les calculs du mode bêta. Elle permet de déterminer l'efficacité de filtration des fuites par mode bêta en phase D.

3.2.1.30 Variable FILTG_D

FILTG_D	**Niveau de filtration des fuites gazeuses pour une configuration des systèmes de filtration et de ventilation en phase D** 1. plus favorable 2. moyen 3. moins favorable

Cette variable est utilisée pour les calculs du mode bêta. Elle permet de déterminer les coefficients de filtration des fuites gazeuses par mode bêta en phase D.

3.2.1.31 Variable FILTL_D

FILTL_D	**Niveau de filtration des fuites liquides pour une configuration des systèmes de filtration et de ventilation en phase D** 1. plus favorable 2. moyen 3. moins favorable

Cette variable est utilisée pour les calculs du mode bêta. Elle permet de déterminer les coefficients de filtration des fuites liquides par mode bêta en phase D.

3.2.2 VARIABLES FPA DU PALIER 1300

Ces variables sont fournies à titre indicatifs dans la mesure où elles seront mises à jour.

3.2.2.1 Variable PALIER

La variable palier permet de définir le type de REP 1300.

PALIER	**Palier du REP 1300**
Modalités	1 : P4 2 : P'4

3.2.2.2 Variable d'accident de dimensionnement

La variable FPA de l'accident de dimensionnement est nommée ACC_DIM_A. Les six modalités sont :

ACC_DIM_A	**Accident de dimensionnement en phase A**
Modalités	1 : Retrait incontrôlé d'une grappe de régulation en puissance, 2 : Ejection d'une grappe de régulation, 3 : Rotor bloqué d'une motopompe primaire, 4 : Accident par perte de réfrigérant primaire (hors petites brèches), 5 : Accident lors de la manutention du combustible, 6 : Pas d'accident de dimensionnement

TAUX_COMBUST_MOY	**Taux de combustion « moyen crayon »**
Modalités	1 : Taux de combustion inférieur ou égal à la valeur seuil (47GWj/t pour UO2 et 33 pour MOX), 2 : Taux de combustion supérieur à la valeur seuil (47GWj/t pour UO2 et 33 pour MOX)

3.2.2.3 Variable ETAT

La variable d'état du réacteur permet de prendre en compte les états d'arrêt du réacteur.

ETAT	**Configuration du réacteur selon le profil de l'EPS1**
Modalités	1 : configuration G1 = générateurs de vapeur alimentés par le système ARE 2 : configuration G2 = générateurs de vapeur alimentés par le système ASG 3 : configuration G3 = refroidissement par le RRA, circuit primaire fermé 4 : configuration G4 = refroidissement par le RRA, circuit primaire entrouvert 5 : configuration G5 = refroidissement par le RRA, circuit primaire ouvert 6 : configuration G6 = réacteur complètement déchargé

La variable ETAT utilisée pour caractériser :

- la puissance résiduelle (en combinaison avec la variable DELAI),
- l'état du circuit primaire,
- l'état du confinement.

3.2.2.4 Variables FPA relatives à la phase B

La phase B est découpée en deux sous-phases (B1 et B2), séparées par l'évènement regroupé de première coulée de corium. L'échantillonnage du temps par les variables FPA permet d'améliorer la précision finale sur la chronologie des événements. La liste des variables FPA de la phase B est donnée dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Liste des variables FPA de la phase B

DELAI	Durée écoulée entre l'événement initiateur de l'accident et l'atteinte des 1100°C (TRIC) 1 : inférieure à 2 heures 2 : comprise entre 2 et 4 heures 3 : comprise entre 4 et 8 heures 4 : comprise entre 8 et 16 heures 5 : comprise entre 16 et 32 heures 6 : supérieure à 32 heures
DR_B	Durée totale de la phase B (de l'atteinte des 1100°C à la rupture de la cuve) 1 : inférieure à 2 heures 2 : comprise entre 2 et 4 heures 3 : comprise entre 4 et 8 heures 4 : comprise entre 8 et 16 heures 5 : supérieure à 16 heures
TX_DEN_MAX	**Taux de dénoyage maximum** **1 : 100% aucun renoyage effectué ou renoyage inefficace, accident non stoppé, tous les PF émis** **2 : Taux compris entre 100% et 80%,** **3 : 80% et 60%,** **4 : 60% et 40%,** **5 : 40% et 20%,** **6 : 20% et 0%,** **7 : 0% correspondant à aucun dénoyage du cœur**
T_RUPT_GAINE	**Instant de rupture des gaines dénoyées** **1 : inférieure à 2 heures** **2 : comprise entre 2 et 4 heures** **3 : comprise entre 4 et 8 heures** **4 : comprise entre 8 et 16 heures** **5 : comprise entre 16 et 32 heures** **6 : supérieure à 32 heures**
T_DEN_COEUR	**Instant de dénoyage maximum du cœur** **1 : inférieure à 2 heures** **2 : comprise entre 2 et 4 heures** **3 : comprise entre 4 et 8 heures** **4 : comprise entre 8 et 16 heures** **5 : comprise entre 16 et 32 heures** **6 : supérieure à 32 heures**
COND_EEE	**Prise en compte de la condensation dans l'EEE** **1 : la condensation dans l'EEE est prise en compte** **2 : la condensation dans l'EEE n'est pas prise en compte**

TAUX_COND_1	**Taux de condensation sur la paroi externe de l'enceinte interne** **1 : taux compris entre 0% et 25%** **2 : taux compris entre 25% et 50%** **3 : taux compris entre 50% et 75%** **4 : taux compris entre 75% et 100%**
TAUX_COND_2	**Taux de condensation sur la paroi de l'enceinte interne de l'enceinte externe** **1 : taux compris entre 0% et 25%** **2 : taux compris entre 25% et 50%** **3 : taux compris entre 50% et 75%** **4 : taux compris entre 75% et 100%**
BR_B_EI	**Section de la brèche maximale de l'enceinte interne en phase B** **1 : fuite normale** **2 : fuite gazeuse directe significative vers l'EEE** **3 : petite brèche (1 cm2 en ordre de grandeur)** **4 : grosse brèche (50 cm2 en ordre de grandeur)** **5 : ruine de l'enceinte ou tampon d'accès matériel ouvert**
BR_B	Défaillance de l'étanchéité de l'enceinte interne de confinement en phase B. Cette variable sert à mettre à jour le taux de fuite de l'enceinte interne (en cas d'explosion par exemple) 1 : fuite normale (fuite initiale de l'enceinte – cf EEI_B) 2 : petite brèche (1 cm^2 en ordre de grandeur) 3 : grosse brèche (50 cm^2 en ordre de grandeur) 4 : ruine de l'enceinte ou Tampon d'Accès des Matériels (TAM) ouvert 5 : ruine de l'enceinte par injection d'eau inappropriée par rapport au GIAG lors du renoyage en phase B
AP_B	Fonctionnement du système EAS en phase B 1 : EAS en fonctionnement tout au long de la phase B 2 : EAS en fonctionnement significatif en début de phase B 3 : EAS en fonctionnement significatif en fin de phase B 4 : EAS à l'arrêt tout au long de la phase B
INSTBR_B	Instant d'apparition de rupture de l'étanchéité de l'enceinte de confinement en phase B 1 : pas de rupture d'étanchéité 2 : rupture d'étanchéité en début de phase B 3 : rupture d'étanchéité en fin de phase B
SE_B	Position des soupapes SEBIM 1 : SEBIM fermées en phase B ou position sans impact sur les rejets 2 : SEBIM ouvertes en phase B
PP_B	Pression primaire moyenne en phase B 1 : pression primaire sans impact sur les rejets ou pression primaire moyenne inférieure à 3 bars abs. 2 : pression primaire moyenne comprise entre 3 et 25 bars abs. 3 : pression primaire moyenne comprise entre 25 et 60 bars abs. 4 : pression primaire moyenne supérieure à 80 bars abs.
RELENC_B	Existence d'un phénomène pouvant entraîner un relargage des produits de fission dans l'enceinte de confinement en cours de phase B 1 : absence d'un tel phénomène 2 : combustion d'hydrogène sans défaillance immédiate du confinement
RETCP_B	Rétention des produits de fission dans le circuit primaire 1 : pas de rétention (brèche en branche chaude, au pressuriseur, RTGV, brèche en branche froide sans évacuation de puissance par les GV, absence de brèche) 2 : rétention (brèche en branche froide avec évacuation de la puissance par les GV,RTGV)
V_LOCA	Situations de bipasse du confinement par V-LOCA et V-LOCA induit 1 : pas de V-LOCA ni de V-LOCA induit 2 : bipasse de type V-LOCA noyé (résultant de l'EPS1) 3 : bipasse de type V-LOCA non noyé (V_LOCA induit) 4 : rupture des clapets sur la ligne d'injection suite à pic de pression (V-LOCA induit)
RTGV	Bipasse de l'enceinte de confinement dû à une RTGV 1 : pas de RTGV 2 : RTGV, GV vide 3 : RTGV 1 ou 2 tubes, GV plein 4 : RTGV 10 tubes, GV plein 5 : RTGV induite (GV vide) en début de phase B (avant la 1ère coulée de corium) 6 : RTGV induite (GV vide) en fin de phase B (après la 1ère coulée e corium)
RELCP_B	Existence d'un phénomène pouvant entraîner un relargage des produits de fission dans le circuit primaire en cours de phase B 1 : absence d'un tel phénomène ou absence de rétention 2 : explosion de vapeur 3 : brèche induite (y compris RTGV) 4 : renoyage du cœur
U5_B	Ouverture de U5 en phase B 1 : pas d'ouverture de U5 2 : ouverture de U5 sans défaillance de la filtration 3 : ouverture de U5 avec défaillance de la filtration 4 : ouverture de U5 avec dégradation (sans défaillance) du filtre à sable
BETAG_B	Section de la fuite gazeuse par mode bêta en phase B 1 : pas de fuite par mode bêta 2 : fuite normale (catégorie 1 dans le logiciel BETAPROB) 3 : fuite significative (catégories 2 et 3) 4 : fuite équivalente à une petite brèche (catégorie 4) 5 : fuite équivalente à une grosse brèche (catégorie 5)

BETAL_B	Section de la fuite liquide par mode bêta en phase B 1 : pas de fuite par mode bêta 2 : fuite normale (catégorie 1 dans le logiciel BETAPROB) 3 : fuite significative (catégories 2 et 3) 4 : fuite équivalente à une petite brèche (catégorie 4) 5 : fuite équivalente à une grosse brèche (catégorie 5)
VENT_B	Configuration des systèmes de ventilation et de filtration en phase B 1. phase B, ventilations en fonctionnement lignées sur PI + THE 2. phase B, ventilations en fonctionnement lignées sur THE seuls 3. phase B, ventilations à l'arrêt
VENT_AUX_B	Configuration des systèmes de ventilation des bâtiments auxiliaires et de filtration en phase B 1. phase B, ventilations en fonctionnement lignées sur PI + THE 2. phase B, ventilations en fonctionnement lignées sur THE seuls 3. phase B, ventilations à l'arrêt
FILTG_B	Niveau de filtration des fuites gazeuses pour une configuration des systèmes de filtration et de ventilation en phase B 1. favorable 2. moyen 3. peu favorable
FILTL_B	Niveau de filtration des fuites liquides pour une configuration des systèmes de filtration et de ventilation en phase B 1. favorable 2. moyen 3. peu favorable
EDE_B	**Etat du système EDE** **1 : fonctionnement normal (EDE en service)** **2 : EDE hors service (mais fonctionne en exutoire)**
EEI_B	**Etat de l'enceinte interne en début de phase B** **(permet de connaître le débit de fuite initial de l'enceinte interne)** **1 : « normalement étanche » données TS S3** **2 : « normalement étanche » données EDF** **3 : « normalement étanche » données CTC** **4 : dégradé** **5 : très dégradé**
PEI_B1	**Pression à l'intérieur de l'enceinte interne en début de phase B** **1 : comprise entre 1 et 2 bar,** **2 : comprise entre 2 et 3 bar,** **3 : comprise entre 3 et 4 bar,** **4 : comprise entre 4 et 5 bar,** **5 : supérieure à 5 bar**
PEI_B2	**Pression de l'enceinte interne en fin de phase B** **1 : comprise entre 1 et 2 bar,** **2 : comprise entre 2 et 3 bar,** **3 : comprise entre 3 et 4 bar,** **4 : comprise entre 4 et 5 bar,** **5 : supérieure à 5 bar**
EAU_PUISARD_B	**Quantité d'eau dans les puisards en phase B** **1 : 300 m3 (RCP)** **2 : 300 m3 + ½ bâche PTR** **3 : 300 m3 + 1 bâche PTR**
TPA_B	**Température de la phase aqueuse** **1 : analogie avec la température de l'enceinte** **2 : analogie avec la température des puisards**
PH_EAU_PUISARD_B	**pH de l'eau des puisards en phase B** **1 : basique (pas de formation d'iode moléculaire)** **2 : pH=6 si l'IS ne fonctionne pas** **3 : pH=5 si l'IS fonctionne** **4 : pH=4 dans le cas de radiolyse eau-air** **5 : pH=3**

Le calcul des rejets se fait maintenant en fonction du taux de renoyage maximum atteint. Ceci permet de prendre en compte les scénarios avec renoyage de manière plus précise car il n'est plus nécessaire de discrétiser le taux de renoyage réussi.

3.2.2.5 Variables FPA relatives à la phase C (rupture de cuve et défaillance précoce du confinement)

La phase C couvre l'instant de rupture de la cuve et les situations de défaillance de l'enceinte en début d'interaction corium-béton. Autrement dit, les défaillances « précoces » du confinement apparaîtront de préférence dans les phases B et C.

Tableau 2 – Liste des variables FPA de la phase C

RUPT_CUV	Mode de rupture de la cuve 1 : pas de rupture de cuve 2 : rupture non énergétique de la cuve (pas d'explosion de vapeur en cuve) 3 : rupture énergétique de la cuve (explosion de vapeur en cuve)
RUPT_ENC	Mode de défaillance de l'enceinte interne de confinement à la rupture de la cuve 1 : pas de défaillance de l'enceinte de confinement 2 : rupture de l'enceinte par échauffement direct (EDE) 3 : rupture de l'enceinte suite à une explosion de vapeur en cuve et émission d'un missile (mode α) 4 : rupture de l'enceinte suite à une explosion de vapeur hors cuve
BR_C	Brèche de l'enceinte interne de confinement créée par la rupture de la cuve 1 : pas de brèche 2 : pas de brèche 3 : petite brèche (1 cm² en ordre de grandeur) 4 : grosse brèche (50 cm² en ordre de grandeur) 5 : ruine du confinement
PEI_C	**Pression de l'enceinte interne en phase C** **1 : comprise entre 1 et 2 bar,** **2 : comprise entre 2 et 3 bar,** **3 : comprise entre 3 et 4 bar,** **4 : comprise entre 4 et 5 bar,** **5 : supérieure à 5 bar**
EEI_C	**Etat de l'enceinte interne en phase C** **(permet de connaître le débit de fuite initial de l'enceinte interne)** **1 : « normalement étanche » données TS S3** **2 : « normalement étanche » données EDF** **3 : « normalement étanche » données CTC** **4 : dégradé** **5 : très dégradé**

3.2.2.6 Variables FPA relatives à la phase D

Les variables FPA relatives à la phase D servent surtout à modéliser les phénomènes de la phase long terme de l'ICB (excluant la phase court terme qui suit la phase C).

Tableau 3 – Liste des variables FPA de la phase D

DR_D	Durée de la phase D (entre la rupture de la cuve et le percement du radier) 1 : inférieure à 5 heures 2 : comprise entre 5 et 12 heures 3 : comprise entre 12 et 24 heures 4 : comprise entre 1 et 2 jours 5 : comprise entre 2 et 4 jours 6 : comprise entre 4 et 15 jours 7 : supérieure à 15 jours ou absence de percement
BR_D	Section de la brèche maximale de l'enceinte interne en phase D 1 : fuite normale 2 : fuite gazeuse directe significative vers l'atmosphère 3 : petite brèche (1 cm² en ordre de grandeur) 4 : grosse brèche (50 cm² en ordre de grandeur) 5 : ruine de l'enceinte ou Tampon d'Accès des Matériels (TAM) ouvert
BR_D_EI	**Section de la brèche maximale de l'enceinte interne en phase D** **1 : fuite normale** **2 : fuite gazeuse directe significative vers l'EEE** **3 : petite brèche (1 cm2 en ordre de grandeur)** **4 : grosse brèche (50 cm2 en ordre de grandeur)** **5 : ruine de l'enceinte ou tampon d'accès matériel ouvert**
INSTBR_D	Instant d'apparition de rupture de l'étanchéité de l'enceinte de confinement en phase D 1 : pas de rupture d'étanchéité avant le percement du radier

	2 : rupture d'étanchéité par combustion H2/CO en début de phase D 3 : rupture d'étanchéité par pressurisation lente ou ouverture de U5 (t < 5h) 4 : rupture d'étanchéité par pressurisation lente ou ouverture de U5 (5h < t < 12h) 5 : rupture d'étanchéité par pressurisation lente ou ouverture de U5 (12h < t < 24h) 6 : rupture d'étanchéité par pressurisation lente ou ouverture de U5 (t > 24h)
AP_D	Fonctionnement du système EAS en phase D 1 : EAS en fonctionnement tout au long de la phase D 2 : EAS en fonctionnement significatif uniquement en début de phase D 3 : EAS en fonctionnement significatif uniquement en fin de phase D 4 : EAS à l'arrêt tout au long de la phase D
COMBUST	Combustion H2/CO 1 : pas de combustion H2/CO 2 : combustion H2/CO
MODRUP_D	Premier mode de rupture de l'enceinte en phase D hors procédure U5 1 : pas de rupture de l'enceinte de confinement autre que la brèche initiale 2 : rupture de l'enceinte interne par pressurisation lente en premier 3 : rupture de l'enceinte interne par combustion H2/CO en premier 4 : rupture de l'enceinte interne par percement du radier en premier
PEI_D1	**Pression à l'intérieur de l'enceinte interne en début de phase D** **1 : comprise entre 1 et 2 bar,** **2 : comprise entre 2 et 3 bar,** **3 : comprise entre 3 et 4 bar,** **4 : comprise entre 4 et 5 bar,** **5 : supérieure à 5 bar**
PEI_D2	**Pression de l'enceinte interne en fin de phase D** **1 : comprise entre 1 et 2 bar,** **2 : comprise entre 2 et 3 bar,** **3 : comprise entre 3 et 4 bar,** **4 : comprise entre 4 et 5 bar,** **5 : supérieure à 5 bar**
U5_D	Ouverture de U5 en phase D 1 : pas d'ouverture de U5 2 : ouverture de U5 sans défaillance de la filtration 3 : ouverture de U5 avec défaillance de la filtration 4 : ouverture de U5 avec dégradation (sans défaillance) du filtre à sable
PUISARD	Mise en contact de l'eau des puisards avec le corium 1 : pas de mise en contact de l'eau des puisards avec le corium avant percement du radier 2 : mise au contact de l'eau des puisards avec le corium
BETAG_D	Section de la fuite gazeuse par mode bêta en phase D 1 : pas de fuite par mode bêta 2 : fuite normale (catégorie 1 dans le logiciel BETAPROB) 3 : fuite significative (catégories 2 et 3) 4 : fuite équivalente à une petite brèche (catégorie 4) 5 : fuite équivalente à une grosse brèche (catégorie 5)
BETAL_D	Section de la fuite liquide par mode bêta en phase D 1 : pas de fuite par mode bêta 2 : fuite normale (catégorie 1 dans le logiciel BETAPROB) 3 : fuite significative (catégories 2 et 3) 4 : fuite équivalente à une petite brèche (catégorie 4) 5 : fuite équivalente à une grosse brèche (catégorie 5)
VENT_D	Configuration des systèmes de ventilation et de filtration en phase D 1. phase B, ventilations en fonctionnement lignées sur PI + THE 2. phase B, ventilations en fonctionnement lignées sur THE seuls 3. phase B, ventilations à l'arrêt
VENT_AUX_D	Configuration des systèmes de ventilation des bâtiments auxiliaires et de filtration en phase D 1. phase B, ventilations en fonctionnement lignées sur PI + THE 2. phase B, ventilations en fonctionnement lignées sur THE seuls 3. phase B, ventilations à l'arrêt
FILTG_D	Niveau de filtration des fuites gazeuses pour une configuration des systèmes de filtration et de ventilation en phase D 1. favorable 2. moyen 3. peu favorable
FILTL_D	Niveau de filtration des fuites liquides pour une configuration des systèmes de filtration et de ventilation en phase D 1. favorable 2. moyen 3. peu favorable

EDE_D	Etat du système EDE 1 : fonctionnement normal (EDE en service) 2 : EDE hors service (mais fonctionne en exutoire)
EEI_D	Etat de l'enceinte interne en phase D (permet de connaître le débit de fuite initial de l'enceinte interne) 1 : « normalement étanche » données TS S3 2 : « normalement étanche » données EDF 3 : « normalement étanche » données CTC 4 : dégradé 5 : très dégradé
PH_EAU_PUISARD_D	pH de l'eau des puisards en phase D 1 : basique (pas de formation d'iode moléculaire) 2 : pH=6 si l'IS ne fonctionne pas 3 : pH=5 si l'IS fonctionne 4 : pH=4 dans le cas de radiolyse eau-air 5 : pH=3
TPA_D	Température de la phase aqueuse 1 : analogie avec la température de l'enceinte (T=70°C) 2 : analogie avec la température des puisards (T=120°C)
EAU_PUISARD_D	Quantité d'eau dans les puisards en phase D 1 : 300 m3 (RCP) 2 : 300 m3 + ½ bâche PTR 3 : 300 m3 + 1 bâche PTR

3.3 MODÈLES PHYSIQUES SIMPLIFIÉS

Les principaux *modèles physiques simplifiés* auxquels il est fait appel lors du calcul sont les suivants :

- Emission continue des aérosols à partir de l'instant t2 = PAR_T2 * PAR_DR_B et jusqu'à la fin de la phase B, s'il n'y a pas renoyage du cœur avant t2.
- Emission continue de l'iode moléculaire à partir de l'instant t1 = PAR_T1 * PAR_DR_B, jusqu'à l'instant t2 = PAR_T2 * PAR_DR_B, s'il n'y a pas de renoyage du cœur avant t1.
- Emission spontanée des gaz rares à l'instant t1 = PAR_T1 * PAR_DR_B. La phase B ne dépendant que la durée de celle-ci,
- Emission instantanée en début de phase D des espèces radioactives libérées lors de l'interaction corium béton,
- corrélations donnant l'équivalence entre les masses et les activités rejetées en fonction du temps,
- lois exponentielles de dépôt des aérosols, de rabattement par l'aspersion des aérosols et de l'iode, de comportement de l'iode sans aspersion qui s'applique à tout ou partie de la durée des phases B et D selon le fonctionnement de l'aspersion. Les coefficients des lois de dépôt sont différentiés en phases B et D pour tenir compte de la présence des aérosols de béton et dépendent de la masse initiale en suspension. Une loi paramétrique donne l'évolution du coefficient de la loi de dépôt en fonction de la masse initiale en suspension.
- coefficient traduisant la fraction des aérosols déposés sur les murs de l'enceinte,
- coefficients traduisant les fractions déposées dans les circuits primaire, secondaire (cas de rupture de Tube de Générateur de Vapeur - RTGV), auxiliaire (cas de V-LOCA), et la répartition entre des voies concurrentes de rejets (cas de RTGV avec les soupapes du pressuriseur ouvertes),
- coefficients traduisant la remise en suspension, le relargage ou la réémission depuis l'eau du puisard portée à ébullition,
- *taux de fuite*, pour chaque section de fuite, ne dépendant que de la pression (évaluée de façon approximative à partir du fonctionnement du système d'aspersion et de la taille de la brèche éventuelle de l'enceinte de confinement).
- fuites gazeuses et liquides par mode bêta,
- coefficients de filtration (filtres à très haute efficacité ou pièges à iode des systèmes de ventilation des bâtiments auxiliaires ou du dispositif de décompression et de filtration U5) pour les fuites par mode bêta,

Le choix des modèles physiques simplifiés pertinents (taux de fuite, période de fonctionnement de l'aspersion, phénomènes de relargage ou de remise en suspension....) est réalisé par la logique de parcours de l'arbre d'événements.

Pour les phénomènes physiques jugés les plus incertains, un *paramètre incertain* du modèle permet de rendre compte de l'incertitude de calcul.

Concernant le comportement des espèces présentes dans l'enceinte, le calcul simplifié de l'évolution dans le temps des masses rejetées est un calcul pas à pas basé sur un bilan massique des espèces émises, déposées et rejetées au cours d'un intervalle de temps. Le pas de temps de ce calcul est celui résultant du choix fait dans les *options de calcul*.

Ce bilan massique s'écrit, pour le cas des aérosols au temps t_{i+1} :

$MSU_{ti+1} = MSU_{ti}$ + Emission des aérosols - Dépôt - Fuite de l'enceinte

Avec :

- MSU : masse des aérosols en suspension dans l'enceinte de confinement (g),
- ti : temps après le début de fusion du cœur (s),
- Emission des aérosols = $\lambda \times (t_{i+1}-t_i)$
  - débit massique d'aérosols émis dans l'enceinte (g/s). Ce débit ne concerne que la phase B.

- Dépôt des aérosols dans l'enceinte : $(MSU_{ti} + \lambda \times (t_{i+1}-t_i))\times(1-\exp(-a\times(t_{i+1}-t_i)))$
  - a : coefficient de la loi de dépôt naturel ou de rabattement des aérosols

- Fuite de l'enceinte $T_f \times MSU_{ti+1} \times(t_{i+1}-t_i)$
  - T_f : *Taux de fuite* de l'enceinte en s^{-1}

D'où l'expression générale suivante qui permet le calcul pas à pas de la masse en suspension.

$$MSU_{ti+1} = \frac{(MSU_{ti} + \lambda \times (t_{i+1} - t_i)) \times EXP(-a \times (t_{i+1} - t_i))}{(1 + T_f (t_{i+1} - t_i))}$$

Les masses rejetées ou déposées sur les murs de l'enceinte se déduisent aisément de cette expression ou des termes qui la composent.

L'expression équivalente devient pour la famille des gaz rares :

$$MSU_{ti+1} = \frac{MSU_{ti}}{(1 + T_f (t_{i+1} - t_i))}$$

L'expression permettant le calcul pas à pas de la masse d'iode moléculaire dans l'enceinte est analogue à l'expression donnant la masse d'aérosols soit :

$$MSU_{I2}{}_{ti+1} = \frac{(MSU_{I2}{}_{ti} + \lambda \times (t_{i+1} - t_i)) \times EXP(-(a_{ads} + a_{asp}) \times (t_{i+1} - t_i))}{(1 + T_f (t_{i+1} - t_i))}$$

Avec :

- λ débit massique d'iode moléculaire émis dans l'enceinte (g/s). Ce débit ne concerne que la phase B.
- MSU_{I2}: masse d'iode moléculaire dans l'enceinte de confinement,
- a_{asp} : coefficient de rabattement valant 5.9 10^{-4} s^{-1},
- a_{ads} : coefficient d'adsorption valant 2.12 10^{-4} s^{-1}(paramètre incertain)
- T_f : taux de fuite de l'enceinte en s^{-1}

Il est considéré pour l'iode moléculaire, contrairement aux aérosols pour lesquelles les effets du rabattement par l'aspersion et du dépôt naturel ne s'additionnent pas, la superposition du rabattement par l'aspersion et de l'adsorption sur les peintures.

Enfin, le phénomène responsable de la formation d'iodure organique est l'interaction entre l'iode moléculaire adsorbé sur les peintures et ces peintures. Le pourcentage de conversion retenu est donné par le paramètre incertain CONV, la partie non convertie restant adsorbée sur les surfaces peintes. Le seul puits est constitué par la fuite caractérisée par le taux de fuite.

D'où l'expression permettant le calcul pas à pas de la masse d'iode organique :

$$MSU_{iorga_{ti+1}} = \frac{MSU_{iorga_{ti}} + CONV \times MSU_{I2_{ti}} \times (1 - EXP(-a_{ads} \times (t_{i+1} - t_i))}{(1 + T_f (t_{i+1} - t_i))}$$

Avec :

- MSU_{iorga} : masse d'iode organique dans l'enceinte
- a_{ads} paramètre incertain qui désigne le coefficient d'adsorption de l'iode moléculaire
- CONV : facteur de conversion de l'iode moléculaire adsorbée sur les peintures en iode organique
- T_f : taux de fuite de l'enceinte en s^{-1}.

3.4 PARAMÈTRES INCERTAINS DES MODÈLES PHYSIQUES SIMPLIFIÉS

Les *paramètres incertains* correspondent soit à des paramètres incertains *des modèles physiques simplifiés* utilisés soit à des paramètres incertains traduisant la méconnaissance du scénario. La valeur choisie pour ces paramètres est à l'aide de la *fenêtre paramètres de calcul*.

Entrent dans cette dernière rubrique les paramètres incertains de durée (PAR_B, PAR_D) et de positionnement dans le temps des événements découpant les phases B et D en deux *sous-phases* (PAR_SPHASE_B et PAR_SPHASE_B).

3.4.1 PARAMÈTRES INCERTAINS DES REP 900

La signification de chacun des paramètres incertains est donnée dans le tableau ci-après.

Des bornes ont été fixées pour chacun des paramètres incertains. Le choix d'entrée par l'utilisateur d'une valeur hors bornes provoque l'affichage d'un *message d'erreur* spécifique :

Paramètres incertains	Borne minimum	Borne maximum
PAR_B	0.05	1
PAR_SPHASE_B	0.2	1
PAR_D	0.05	1
PAR_SPHASE_D	0.1	1
PAR_BR	0.1	10
FEMIS_B(1)	0	500000
FEMIS_B(2)	0	3000000
FEMIS_B(3)	0	20000
FEMIS_D(1)	0	100000
RET_RCP(2)	0	1
RET_RCP(3)	0	1
RET_RCP(4)	0	1
RECT_SEC(2)	0	1
RET_SEC(3)	0	1
RET_SEC(4)	0	1
RET_AUX(2)	0	1
RET_AUX(3)	0	1
RET_AUX(4)	0	1
COEFF_RESUP	0	1
COEF_EVOL(3)	0	0.1
COEF_EVOL(4)	0	1
PART(3)	0	1

Paramètres incertains	Borne minimum	Borne maximum
REL_CUV	0	1
CIODE	0	1

Paramètre incertain	Signification
PAR_B	Paramètre traduisant l'incertitude sur la durée de phase B
PAR_SPHASE_B	Coefficient reliant la durée de la sous-phase B à la durée totale de la phase B (exemple : 0.2)
PAR_D	Paramètre traduisant l'incertitude sur la durée de phase D
PAR_SPHASE_D	Coefficient reliant la durée de la sous-phase D à la durée totale de la phase D (exemple : 0.2)
PAR_BR	Coefficient multiplicatif de la taille de la brèche
FEMIS_B(1)	Masse de gaz rares relâchée du combustible lors de la fusion en cuve en grammes
FEMIS_B(2)	Masse d'aérosols relâchée du combustible lors de la fusion en cuve en grammes
FEMIS_B(3)	Masse d'iode moléculaire relâchée du combustible lors de la fusion en cuve en grammes
FEMIS_D(2)	Masse d'aérosols relâchée du corium lors de l'interaction corium béton en grammes
RET_RCP(2)	Coefficient de rétention dans circuit primaire pour les aérosols
RET_RCP(3)	Coefficient de rétention dans le circuit primaire pour l'iode moléculaire
RET_RCP(4)	Coefficient de rétention dans le circuit primaire pour l'iode organique
RET_SEC(2)	Coefficient de rétention dans le circuit secondaire pour aérosols
RET_SEC(3)	Coefficient de rétention dans le circuit secondaire pour l'iode moléculaire
RET_SEC(4)	Coefficient de rétention dans le circuit auxiliaire pour l'iode organique
RET_AUX(2)	Coefficient de rétention dans le circuit auxiliaire pour aérosols
RET_AUX(3)	Coefficient de rétention dans le circuit auxiliaire pour l'iode moléculaire
RET_AUX(4)	Coefficient de rétention dans le circuit auxiliaire pour l'iode organique
COEF_RESUSP	Coefficient de remise en suspension des aérosols déposés sur les murs de l'enceinte
COEF_EVOL(3)	Coefficient de la loi exponentielle d'évolution de l'iode moléculaire en phase B
COEF_EVOL(4)	Coefficient de la loi d'évolution de l'iode organique en phase B (fraction de l'iode moléculaire adsorbée sur les peintures aériennes transformée en iode organique
PART(3)	Coefficient de partage entre la phase liquide et la phase vapeur pour

Paramètre incertain	Signification
	l'iode moléculaire
REL_CUV	Coefficient de relargage des aérosols déposés dans la cuve
CIODE	Concentration en iode de la fuite liquide à la brèche

3.4.2 PARAMÈTRES INCERTAINS DES REP 1300

Paramètre incertain	Signification
PAR_B	Paramètre traduisant l'incertitude sur la durée de phase B
PAR_SPHASE_B	Coefficient reliant la durée de la sous-phase B à la durée totale de la phase B (exemple : 0.2)
PAR_D	Paramètre traduisant l'incertitude sur la durée de phase D
PAR_SPHASE_D	Coefficient reliant la durée de la sous-phase D à la durée totale de la phase D (exemple : 0.2)
PAR_BR	Coefficient multiplicatif de la taille de la brèche
MASSE_REL_GR	Masse de gaz rares relâchée du combustible lors de la fusion en cuve en grammes
MASSE_REL_EV	Masse d'espèces volatiles relâchée du combustible lors de la fusion en cuve en grammes
MASSE_REL_SV	Masse d'espèces semi-volatiles relâchée du combustible lors de la fusion en cuve en grammes
MASSE_REL_HG	Masse d'iode moléculaire relâchée du combustible lors de la fusion en cuve en grammes
MASSE_ICB_EV	Masse d'espèces volatiles relâchée du corium lors de l'interaction corium béton en grammes
MASSE_ICB_SV	Masse d'espèces semi-volatiles relâchée du corium lors de l'interaction corium béton en grammes
RET_RCP(2)	Coefficient de rétention dans circuit primaire pour les aérosols
RET_RCP(3)	Coefficient de rétention dans le circuit primaire pour l'iode moléculaire
RET_RCP(4)	Coefficient de rétention dans le circuit primaire pour l'iode organique
RET_SEC(2)	Coefficient de rétention dans le circuit secondaire pour aérosols
RET_SEC(3)	Coefficient de rétention dans le circuit secondaire pour l'iode moléculaire
RET_SEC(4)	Coefficient de rétention dans le circuit auxiliaire pour l'iode organique
RET_AUX(2)	Coefficient de rétention dans le circuit auxiliaire pour aérosols
RET_AUX(3)	Coefficient de rétention dans le circuit auxiliaire pour l'iode moléculaire
RET_AUX(4)	Coefficient de rétention dans le circuit auxiliaire pour l'iode organique

Paramètre incertain	Signification
COEF_RESUSP	Coefficient de remise en suspension des aérosols déposés sur les murs de l'enceinte
COEF_EVOL(3)	Coefficient de la loi exponentielle d'évolution de l'iode moléculaire en phase B
COEF_EVOL(4)	Coefficient de la loi d'évolution de l'iode organique en phase B (fraction de l'iode moléculaire adsorbée sur les peintures aériennes transformée en iode organique
PART(3)	Coefficient de partage entre la phase liquide et la phase vapeur pour l'iode moléculaire
REL_CUV	Coefficient de relargage des aérosols déposés dans la cuve
CIODE	Concentration en iode de la fuite liquide à la brèche

3.5 EXPRESSION DES RÉSULTATS

3.5.1 RÉSULTAT DU PALIER 900

Les calculs sont effectués de façon distincte pour chacune des 4 *familles de produits radioactifs* rejetés compte tenu du comportement différent des espèces soit :

- la famille des gaz rares,
- la famille des aérosols de produits de fission ou d'actinides,
- la famille de l'iode sous forme moléculaire,
- la famille de l'iode sous forme organique.

Les principaux résultats obtenus à l'issue du calcul et désignés sous l'appellation de « termes sources » sont indiqués ci-après :

Résultat	Signification	Unité
T0_B	Début rejet phase B	S
T0_D	Début rejet phase D	S
DUREE_B	Durée rejet phase B	S
DUREE_D	Durée rejet phase D	S
ST_B(1)	Cumul de l'activité rejetée en phase B en gaz rares	Bq
ST_B(2)	Cumul de l'activité rejetée en phase B en aérosols	Bq
ST_B(3)	Cumul de l'activité rejetée en phase B en iode moléculaire	Bq
ST_B(4)	Cumul de l'activité rejetée en phase B en iode organique	Bq
ST_C(1)	Cumul de l'activité rejetée en phase C en gaz rares	Bq
ST_C(2)	Cumul de l'activité rejetée en phase C en aérosols	Bq
ST_C(3)	Cumul de l'activité rejetée en phase C iode moléculaire	Bq
ST_C(4)	Cumul de l'activité rejetée en phase C en iode organique	Bq

Résultat	Signification	Unité
ST_D(1)	Cumul de l'activité rejetée en phase D en gaz rares	Bq
ST_D(2)	Cumul de l'activité rejetée en phase D en aérosols	Bq
ST_D(3)	Cumul de l'activité rejetée en phase D en iode moléculaire	Bq
ST_D(4)	Cumul de l'activité rejetée en phase D en iode organique	Bq

3.5.2 RÉSULTAT DU PALIER 1300

Les calculs sont effectués de façon distincte pour chacune des 4 *familles de produits radioactifs* rejetés compte tenu du comportement différent des espèces soit :

- la famille des gaz rares,
- la famille des espèces volatiles de produits de fission ou d'actinides,
- la famille des espèces semi volatiles de produits de fission ou d'actinides,
- la famille des halogènes gazeux,
- la famille des halogènes organiques.

Les principaux résultats obtenus à l'issue du calcul et désignés sous l'appellation de « termes sources » sont indiqués ci-après :

Résultat	Signification	Unité
T0_B	Début rejet phase B	S
T0_D	Début rejet phase D	S
DUREE_ACC_DIM	Durée de l'accident de dimensionnement	S
DUREE_B	Durée rejet phase B	S
DUREE_D	Durée rejet phase D	S
ST_B(1)	Cumul de l'activité rejetée en phase B en gaz rares	Bq
ST_B(2)	Cumul de l'activité rejetée en phase B en espèces volatiles	Bq
ST_B(3)	Cumul de l'activité rejetée en phase B en espèces semi-volatiles	Bq
ST_B(4)	Cumul de l'activité rejetée en phase B en halogènes gazeux	Bq
ST_B(5)	Cumul de l'activité rejetée en phase B en halogènes organiques	Bq
ST_C(1)	Cumul de l'activité rejetée en phase C en gaz rares	Bq
ST_C(2)	Cumul de l'activité rejetée en phase C en espèces volatiles	Bq
ST_C(3)	Cumul de l'activité rejetée en phase C en espèces semi-volatiles	Bq
ST_C(4)	Cumul de l'activité rejetée en phase C en halogènes gazeux	Bq
ST_C(5)	Cumul de l'activité rejetée en phase C en halogènes organiques	Bq
ST_D(1)	Cumul de l'activité rejetée en phase D en gaz rares	Bq
ST_D(2)	Cumul de l'activité rejetée en phase D en espèces volatiles	Bq
ST_D(3)	Cumul de l'activité rejetée en phase D en espèces semi-volatiles	Bq
ST_D(4)	Cumul de l'activité rejetée en phase D en halogènes gazeux	Bq
ST_D(5)	Cumul de l'activité rejetée en phase D en halogènes organiques	Bq