

Etat-Major de la Marine

Bureau Maîtrise des Risques

SIAD

un outil innovant pour les calculs
d'impact en situation de crise radiologique

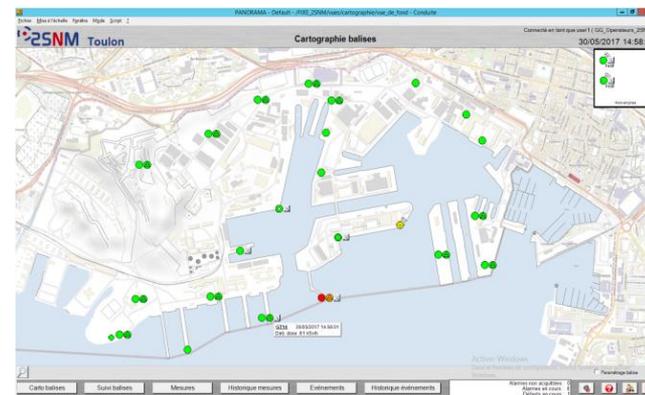
L.Tenailleau – C. Bravais

3 missions :

- ↷ Surveillance radiologique en continu des sites nucléaires
- ↷ Suivi et prévision des rejets en cas d'évènement à caractère radiologique significatif
- ↷ Entraînement du personnel chargé de la surveillance de l'environnement et de la gestion de crise

Sur chaque site (Toulon, Ile Longue, Brest, Cherbourg) de :

- ↷ 24 à 26 balises Gamma dont certaines résistantes aux séismes et à la submersion + 3 champs lointain
- ↷ 12 à 14 balises aérosols – gaz rares
- ↷ 2 balises météo
- ↷ 2 serveurs redondants
- ↷ Un logiciel de centralisation (des mesures, alarmes, incidents)
- ↷ un Système d'Information et d'Aide à la Décision (SIAD)



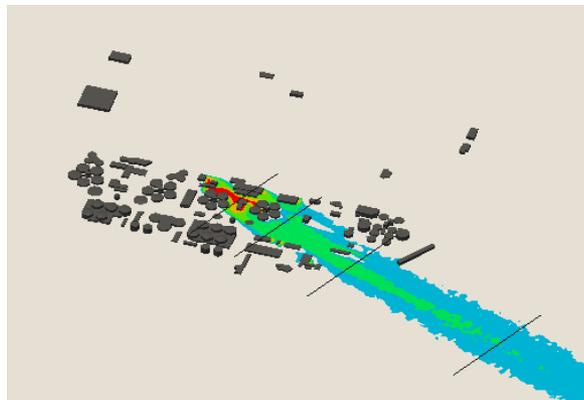
En fonctionnement courant (hors accident) :

- ↪ Réaliser les études de risques associés aux scénarios d'accidents-types
- ↪ Simuler des panaches de rejet lors d'exercices de gestion de crise
- ↪ Former les opérateurs de la gestion de crise aux calculs d'impacts radiologiques

En situation accidentelle : Suivre et prévoir les rejets

- ↪ Localiser et évaluer le terme source de rejet gazeux au moyen des mesures gamma ambiantes et des données météo
- ↪ simuler en temps semi-réel (15 min) la dispersion atmosphérique des rejets et les dépôts associés
- ↪ ajuster le terme source de rejet par assimilation des résultats de mesure gamma ambiant
- ↪ calculer les doses et débits de doses équivalentes et efficaces
- ↪ générer les fichiers pour la transmission des mesures vers CRITER
- ↪ effectuer des projections de la dispersion du panache et des doses associées

Modèle CFD-Lagrangien Code_Saturne2

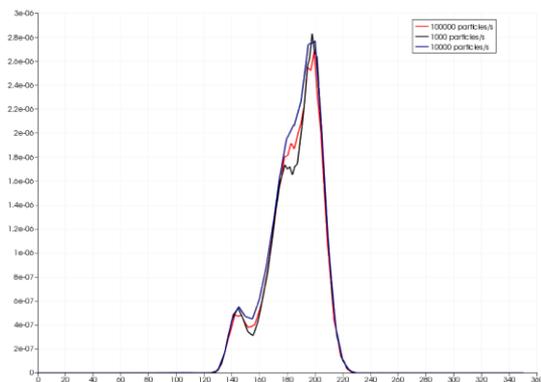


Avantages

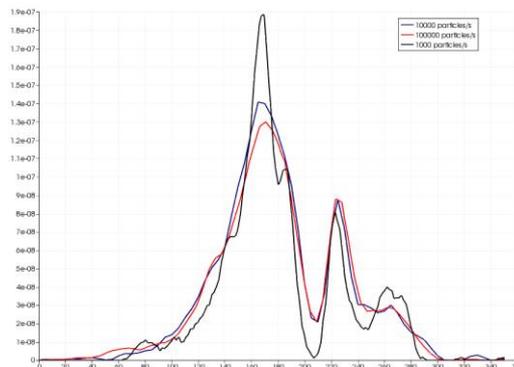
- Prend en compte les reliefs et les obstacles,
- Prend en compte les variations météorologiques
- Bien adapté pour le champ proche et les reliefs urbains

Inconvénients

- Temps de calcul élevés
- Difficile à développer et à paramétrer
- Nécessite de connaître les champs de vents



Coupe à 100 m



Coupe à 500 m



Coupe à 1000 m

Export CRITER automatique

CRISE Clore la crise

Connecté en tant que l.tenailleau (Administrateur 2SNM)

12/06/2019 15:21:31

2SNM BREST v1.2.8 Carte du site Prévision continue Projection Exercice Administration Journalisation

Prochains résultats

15:28

15:58

Historique des résultats

12/06/2019 15:28

12/06/2019 15:13

12/06/2019 15:28

12/06/2019 14:58

12/06/2019 15:13

12/06/2019 14:43

12/06/2019 14:58

12/06/2019 14:28

12/06/2019 14:43

12/06/2019 14:13

12/06/2019 14:28

12/06/2019 13:58

12/06/2019 14:13

12/06/2019 13:43

12/06/2019 13:58

12/06/2019 13:28

12/06/2019 13:43

Configuration du Tref

23/05/19...

Informations

Dernière modification : 23/05/2019 11:58

Début de dispersion : 23/05/2019 11:58

Démarrage du prochain cycle 15:28

Etat / Actions

En pause

Configuration des accidents

1 fuite primaire

Configuration des données météo

Direction du vent : vient de 356 °

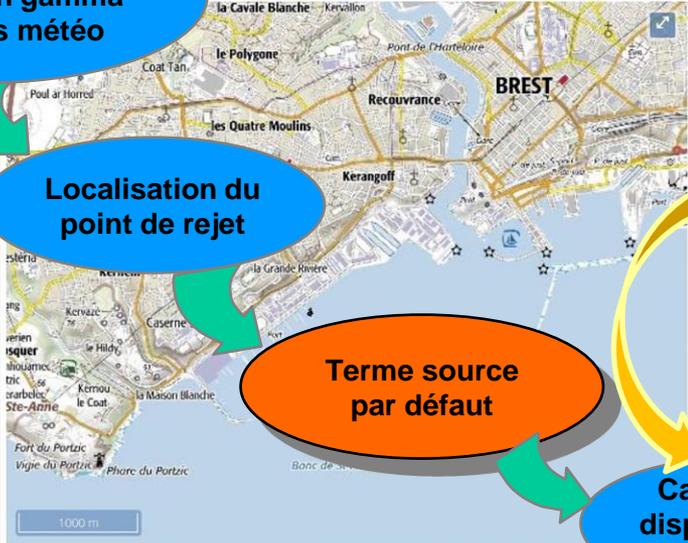
Vitesse du vent : 2,641 m/s

Température : 16,302 °C

Classe de stabilité : B

Taux de précipitation : 6,4E-3 mm/h

INFORMATION 12/06/2019 15:21:21 - Le nouveau résultat : Prévision continue du 12/06/2019 15:43:00 est disponible.



Mesures :
- irradiation gamma
- données météo

Localisation du point de rejet

Terme source par défaut

Calculs de dispersion et de doses

Ajustement du débit de rejet

Résultats

Export CRITER automatique

CRISE

Clore la crise



BREST

v1.2.8

Carte du site

Prévision continue

Projection

Exercice

Administration

Journalisation

Connecté en tant que l.tenailleau (Administrateur 25NM)

12/06/2019 16:19:05

Prévision continue

12/06/2019 15:43

Impact radiologique

Coefficient de Transfert Atmosphérique

Activité volumique totale

Activité volumique alpha

Activité volumique bêta/gamma

Activité volumique en iode

Activité volumique en gaz rares

Activité surfacique alpha

Activité surfacique bêta/gamma

Activité surfacique totale

Activité surfacique en iode

Impact dosimétrique

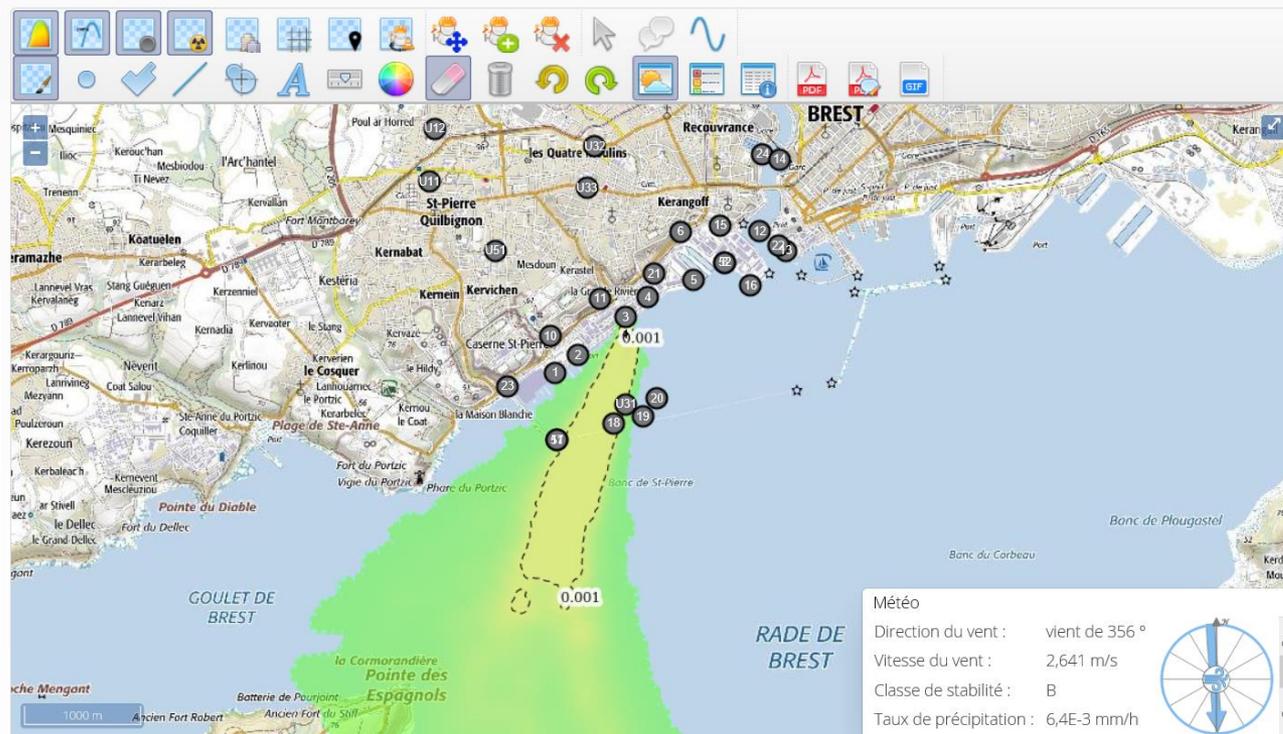
Débit de dose ambiant $dH^*(10)/dt$

Dose efficace due à l'exposition externe

Dose efficace due à l'exposition interne

Dose efficace totale

Dose équivalente à la thyroïde



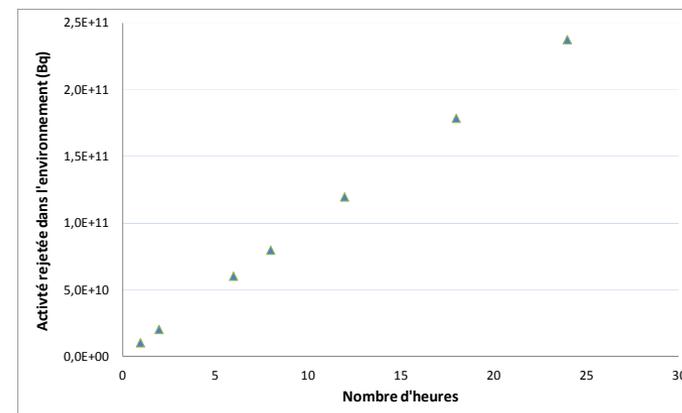
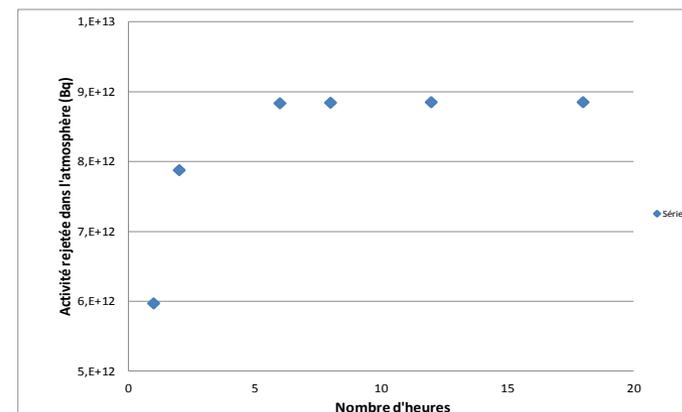
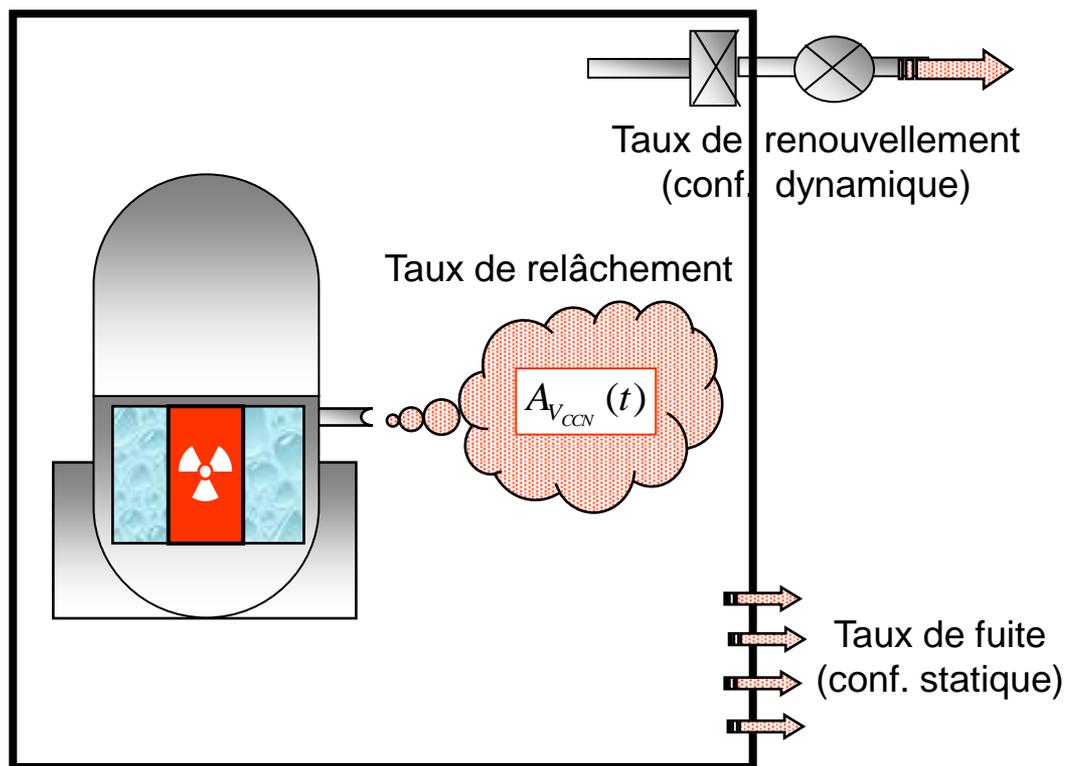
INFORMATION 12/06/2019 16:16:40 - Le nouveau résultat : Prévision continue du 12/06/2019 16:13:00 est disponible.

INFORMATION 12/06/2019 16:06:09 - Le nouveau résultat : Prévision continue du 12/06/2019 16:28:00 est disponible.

INFORMATION 12/06/2019 16:01:28 - Le nouveau résultat : Prévision continue du 12/06/2019 15:58:00 est disponible.

Dynamique des rejets atmosphériques

$$Q(t) = Q_{référence} \times e^{-\tau_f \times (t - t_{débutrejet})} \times \int P_{RN} \times e^{-\lambda_{RN} \times (t - t_{référence})} dt$$



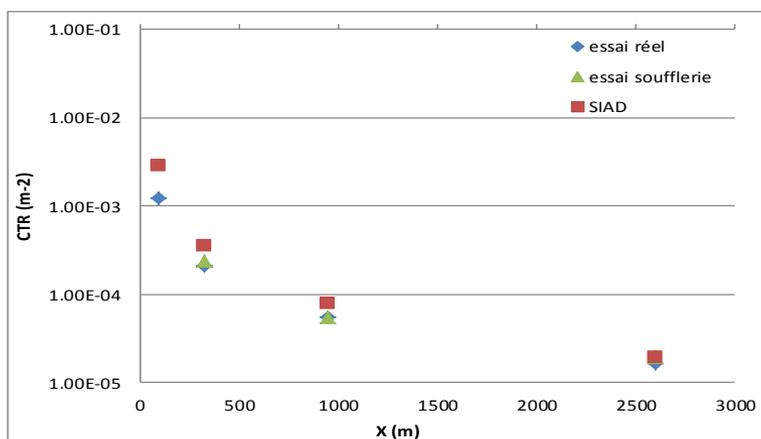
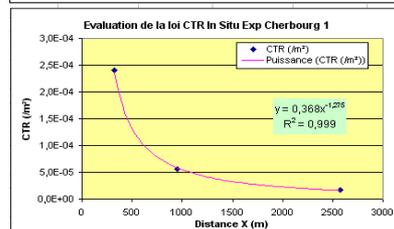
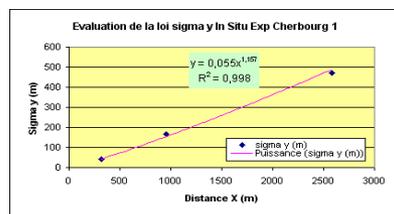
Sur les résultats de calculs :

- ✓ Coefficient de transfert atmosphérique dans l'axe du panache valide à moins d'un facteur 3 pour des distances au point de rejet comprises entre 100 m et 2000 m
- ✓ Largeur horizontale du panache valide à moins d'un facteur 1,5 pour des distances au point de rejet comprises entre 100 m et 2000 m
- ✓ Activités des radionucléides dans l'air et déposés au sol avec un écart maximum de 30% par rapport aux calculs analytiques effectués par la marine
- ✓ Doses et débits de doses avec un écart maximum de 30% par rapport aux calculs analytiques

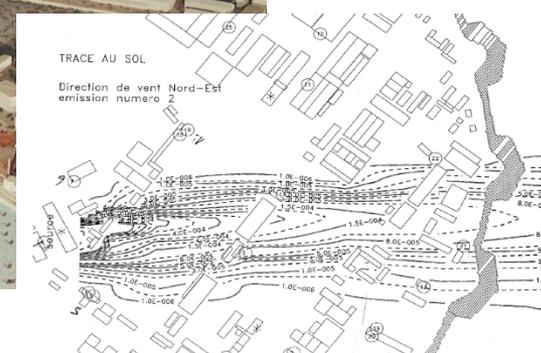
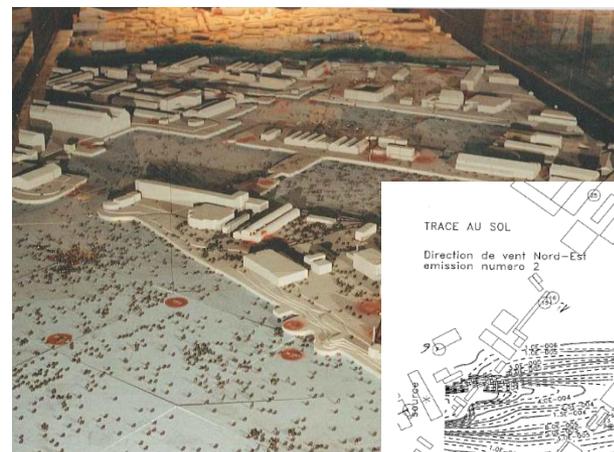
Sur les temps de calculs :

- ✓ En mode « alarme », modélisation du panache et calculs des doses et débits de doses toutes les 15 min
- ✓ En mode « projection », modélisation du panache à $t_0 + 1$ h et calcul des doses correspondantes en 10 min maximum avec possibilité par l'opérateur d'augmenter la durée de projection par pas d'une heure jusqu'à 24 heures.

Avec des essais *in situ* :

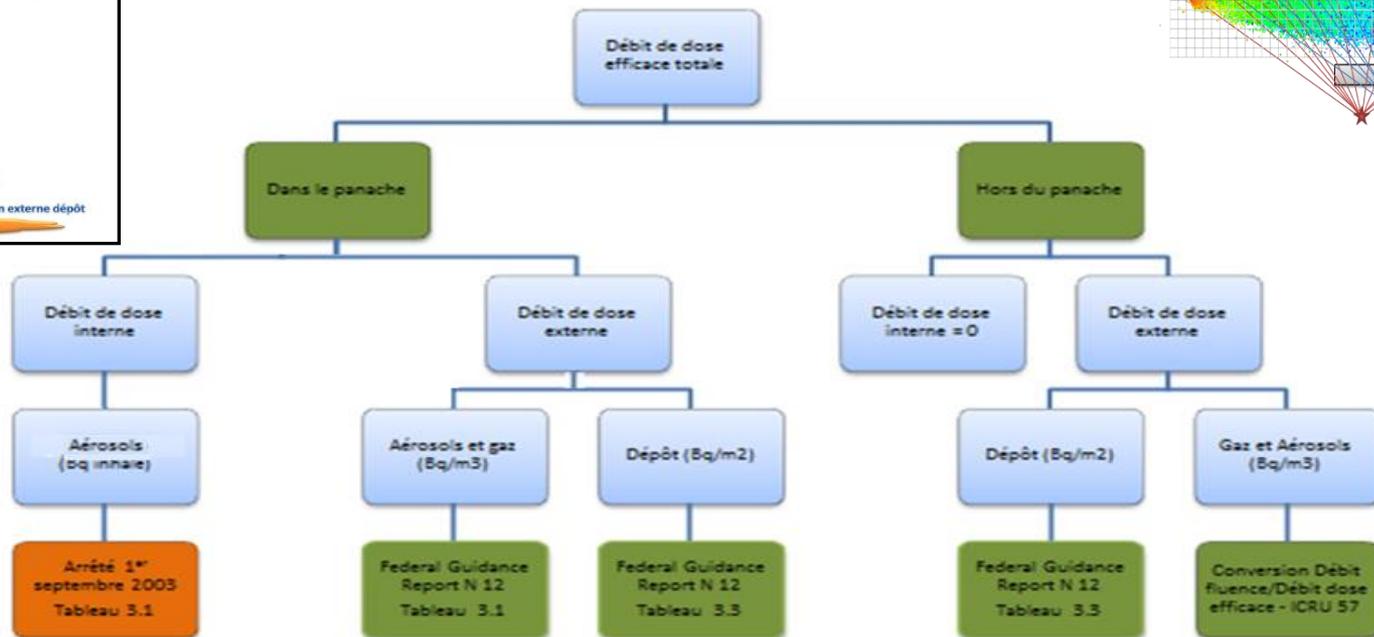
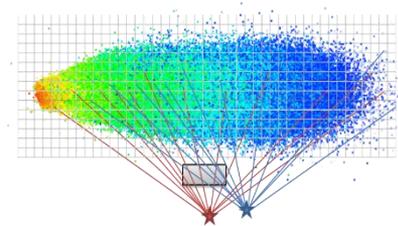
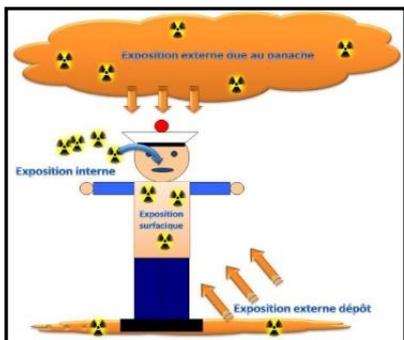


Avec des essais en soufflerie :



	90 m	325 m	950 m	2600 m
CTR maximum essai réel (m ²)	1.23E-03	2.07E-04	5.43E-05	1.62E-05
CTR maximum soufflerie (m ²)		2.41E-04	5.59E-05	1.94E-05
CTR maximum SIAD (m ²)	2.69E-03	3.65E-04	9.30E-05	2.17E-05
CTR essai réel / CTR SIAD	0.5	0.6	0.6	0.7
CTR soufflerie / CTR SIAD		0.7	0.6	0.9

Validation des CTR dans l'axe du panache



$$E_{inh} = \sum_i DPUI_1, D_{resp}, \int Av_i(t) dt$$

$$E_{ext} = \sum_i FCD_1, D_{resp}, \int Av_i(t) dt$$

$$E_{ext} = \sum_i FCD_i \sum \iint \Phi_i(r, t) dr dt$$

$$\Phi(x, r) = \Phi_0(r) \times B(\mu, x) \times e^{-\mu x}$$

Merci pour votre attention