

# Défi de la quantification du flux d'exhalation du radon <sup>222</sup>Rn sur un ancien site minier

P. Laguionie<sup>(1)</sup>, P. Blanchart<sup>(2)</sup>, D. Hébert<sup>(1)</sup>, N. Mansouri<sup>(2)</sup>, L. Solier<sup>(1)</sup>, Y. Hamroun<sup>(1)</sup>, C. Gréau<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Laboratoire expérimental de recherche et d'expertise sur les transferts des radionucléides dans l'atmosphère (ASNR), PSE-ENV/STAAR/LERTA, F-50130, Cherbourg-en-Cotentin, France

<sup>(2)</sup>Bureau d'étude et d'expertise du radon (ASNR), PSE-ENV/SEREN/BERAD, F-92260, Fontenay-aux-Roses, France

## CONTEXTE & OBJECTIF

- Anciens sites miniers avec stockage : <sup>226</sup>Ra dans résidus du traitement du minerai d'uranium = source de <sup>222</sup>Rn ( $T_{1/2} = 3,8$  jours)
- Flux d'exhalation  $Q_e$  (<sup>222</sup>Rn) en Bq m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> = f(conditions environnementales) ⇒ contribution à l'exposition des populations
- **Quoi ?** Quantification de  $Q_e$  sur une surface d'intérêt = défi ↔ variabilités spatiales + incertitudes des méthodes de mesure
- **Comment ?** Mise en œuvre simultanée de 3 méthodes de quantification :
  - 1- Krigeage à partir de mesures sous cloches ( $Q_{e,1}$ )
  - 2- Flux turbulent par la méthode du gradient ( $Q_{e,2}$ )
  - 3- Modélisation par T2Rn ( $Q_{e,3}$ )
- **Où ?** Stockage de résidus sur l'ancien site minier de l'Écarpière (commune de Gétigné, Loire-Atlantique)
- **Pourquoi ?** Évaluer la robustesse des méthodes + améliorer la quantification du radon exhalé

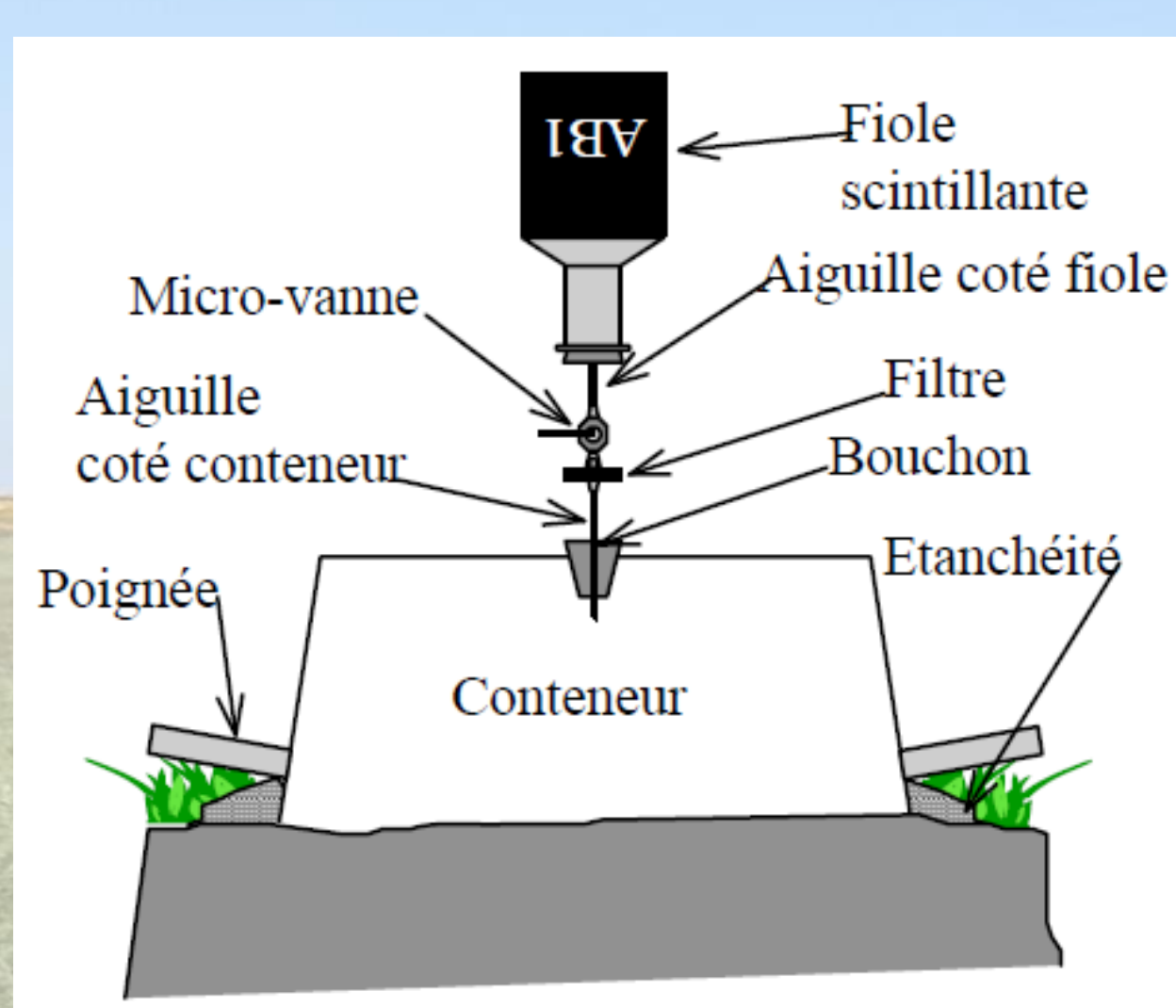


### 1- KRIGEAGE A PARTIR DE MESURES SOUS CLOCHES

$$Q_{e,1} = \frac{1}{S} \iint_S q_{e,1}(x, y) dS$$

$S$  est la surface d'intérêt (m<sup>2</sup>)  
 $q_{e,1}(x, y)$  est le flux d'exhalation (Bq m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) en  $(x, y)$

- Mesures ponctuelles de  $q_{e,1}(x, y)$  selon la norme NF EN ISO 11665-7 (méthode d'accumulation)



- Une dizaine de mesures réparties sur la surface d'intérêt
- Estimation des  $q_{e,1}(x, y)$  non mesurés par interpolation 2D à partir des  $q_{e,1}(x, y)$  mesurés (krigeage)

Surface d'intérêt



### 2- FLUX TURBULENT PAR LA METHODE DU GRADIENT

$$Q_{e,2} = -K_c \frac{\partial c}{\partial z} \cong \frac{u_* \kappa (c_2 - c_1)}{\ln\left(\frac{z_2}{z_1}\right) - \psi_2 + \psi_1}$$

$K_c$  est la diffusivité turbulente (m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>)  
 $u_*$  est la vitesse de frottement du vent (m s<sup>-1</sup>)  
 $\kappa$  est la constante de Von Karman  
 $z_1$  et  $z_2$  les hauteurs de mesure (m) sur un mât  
 $c_1$  et  $c_2$  sont les concentrations de <sup>222</sup>Rn (Bq m<sup>-3</sup>) en  $z_1$  et  $z_2$   
 $\psi_1$  et  $\psi_2$  sont les fonctions de corrections de stabilité atmosphérique en  $z_1$  et  $z_2$

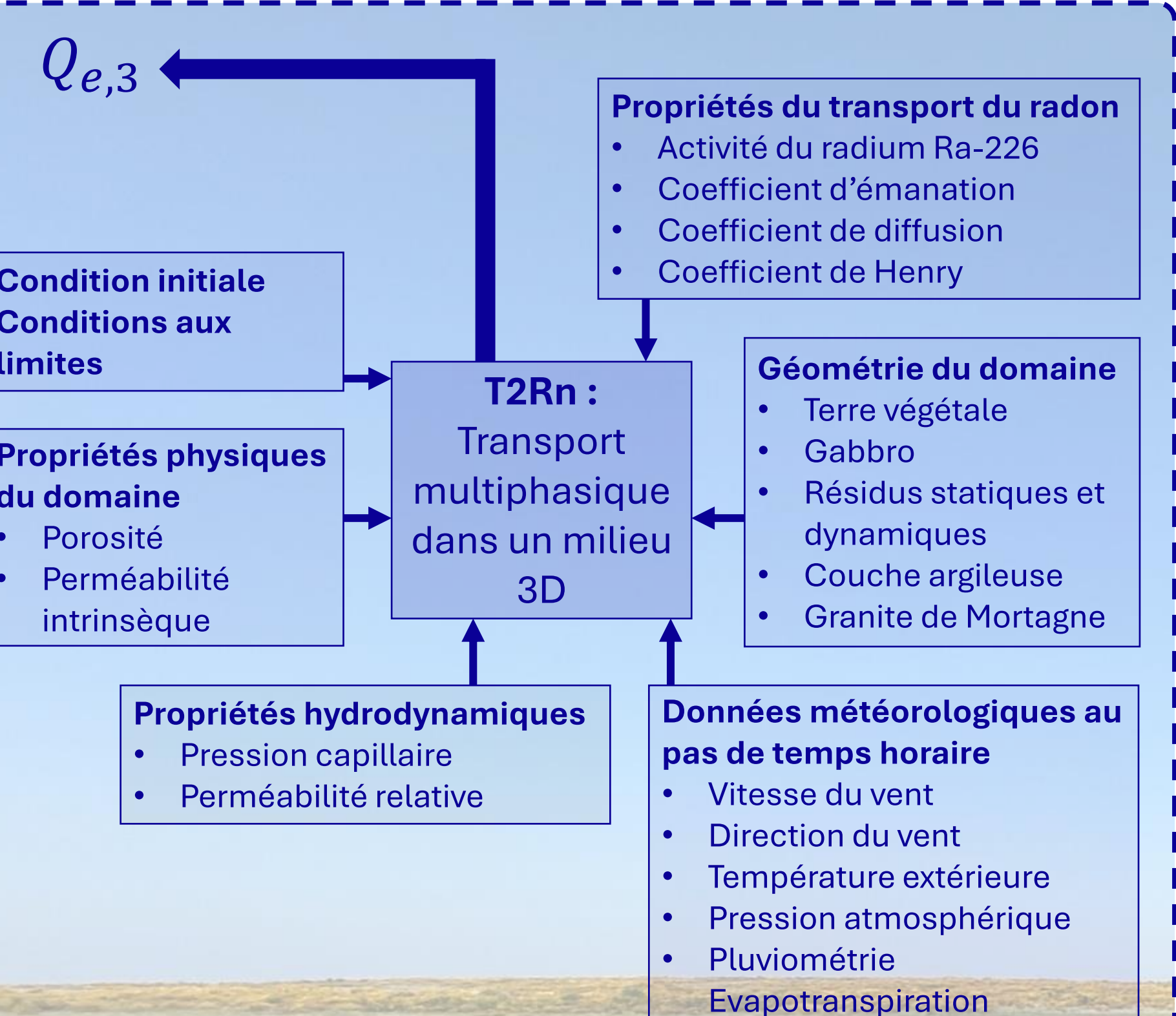
- $u_*$  et  $\psi$  : à partir de mesures anémométriques haute fréquence (10 Hz)
- $c$  : à partir de mesures d'activité du <sup>214</sup>Po sur filtre, issu de la désintégration du <sup>222</sup>Rn piégé dans des chambres équipées de 2 filtres totaux (amont-aval)



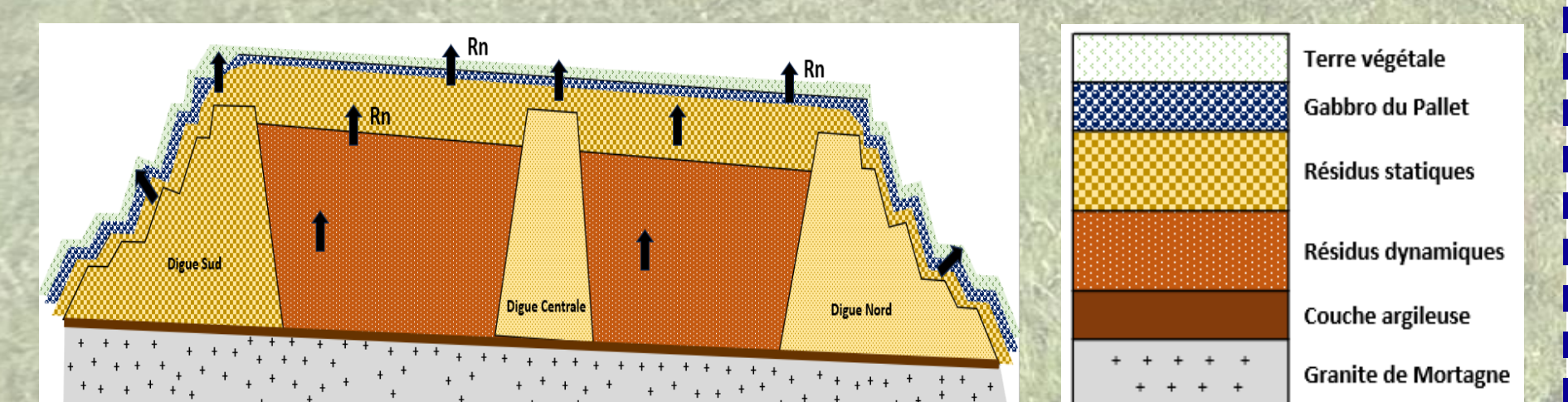
- Mesures intégrées sur 30 minutes (en lien avec le spectre de la turbulence atmosphérique)

Footprint associé à  $Q_e$  = surface au sol contributrice, au vent des mesure : résultat d'un modèle

### 3- MODELISATION PAR T2Rn



- Représentation schématique Domaine de calcul



- Paramètres non mesurés → données de la littérature + issus d'une étude de sensibilité à partir des  $q_{e,1}(x, y)$  mesurés

Surface modélisée

## ET ENSUITE ?

- Premières mesures : septembre 2025, suivies de plusieurs campagnes saisonnières
- Inter-comparaison des résultats ( $Q_{e,1}$ ,  $Q_{e,2}$  et  $Q_{e,3}$ ) issus des 3 méthodes
- Focus sur les différentes composantes sur stockage : bassins et digues