IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

SYMBIOSE: Une plate-forme de modélisation de l'impact dosimétrique à l'échelle d'un paysage

IRSN/DEI/SECRE/LME

M.A. GONZE, C. MOURLON,
L. GARCIA-SANCHEZ, S. LE DIZES,
V.NICOULAUD, M. SIMON-CORNU

EDF/DIN/SEPTEN & CIDEN

P.P. GERBER, F. VERMOREL,
M. CADET

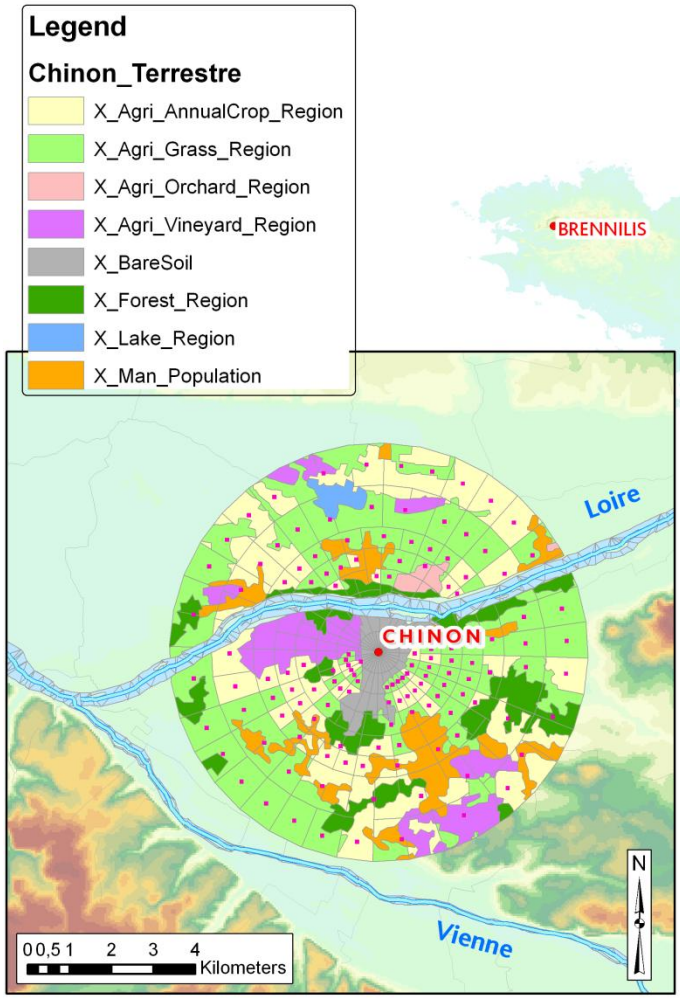
SYMBIOSE : points innovants

- Outil
  - Outil de simulation du transfert de RN et de l'impact dosimétrique à l'homme
  - Outil d'archivage des données (génériques et site-spécifiques)
  - Environnement de développement de modules & simulateurs
- Domaine d'application
  - Fonctionnement normal, incidentel ou accidentel
  - Multi-rejets, multi-milieux & multi-expositions
- Nature des simulations
  - Spécifiques au ^{3}H, ^{14}C et ^{36}Cl
  - Dynamiques & spatialisées (variabilité spatio-temporelle)
  - Déterministes ou probabilistes (incertitudes paramétriques)

SOURCE	*Release*	*Release*	*Release*				
	ATMO *Migration* *Decay* …	*Deposition*	*Deposition*	*Deposition*			*Inhalation* *External exposition*
		RIVER *Migration* *Decay* …		*Irrigation* *Animal drinking*		*Collecting*	*Inhalation* *External exposition*
			SEA *Migration* *Decay* …			*Collecting*	*Inhalation* *External exposition* *Ingestion*
				AGRI *Decay* …	*Migration*	*Collecting*	*Inhalation* *External exposition*
				Irrigation	VADOZE *Migration* *Decay* …	*Collecting*	
						FOODSTUFF *Decay* …	*Ingestion*
							MAN …

Milieux & interfaces (matrice de transfert)

Banque de « paysages »

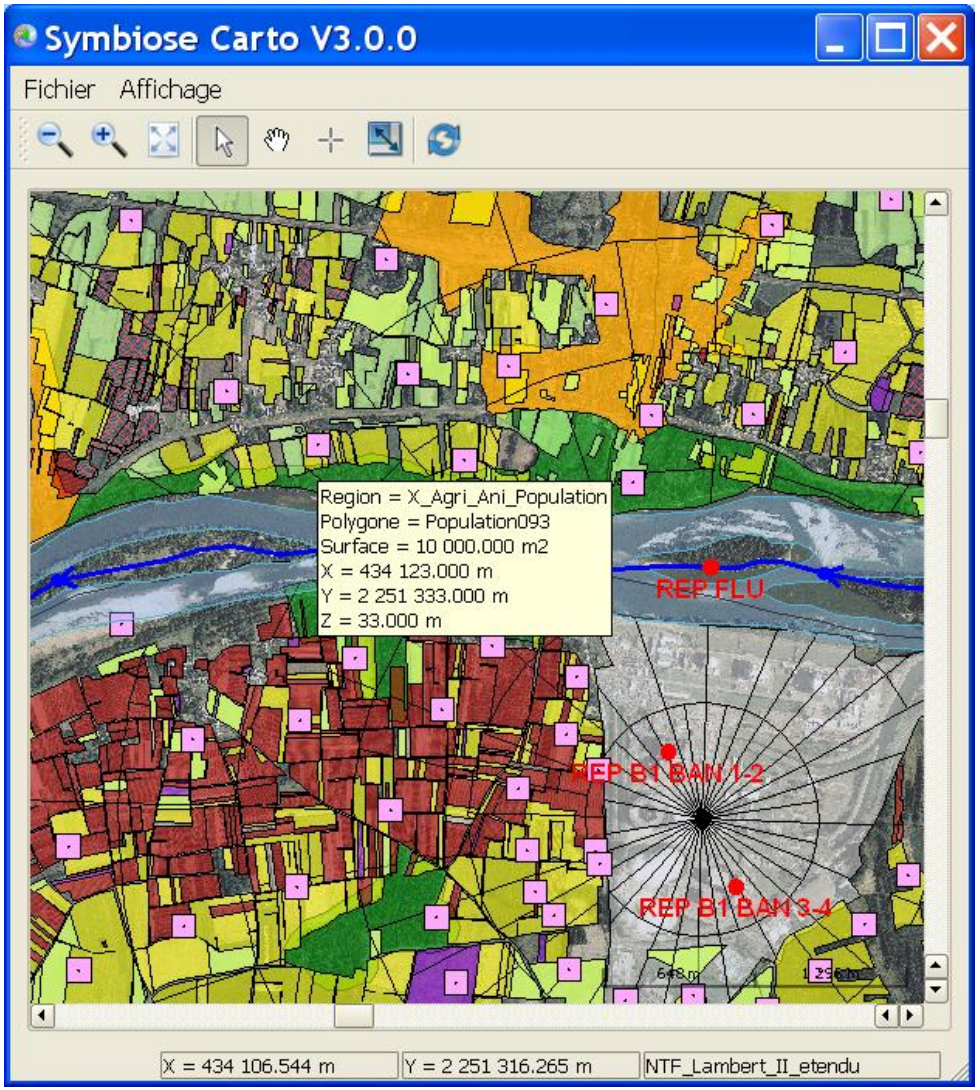


Etude d'impact dosimétrique du CNPE Chinon

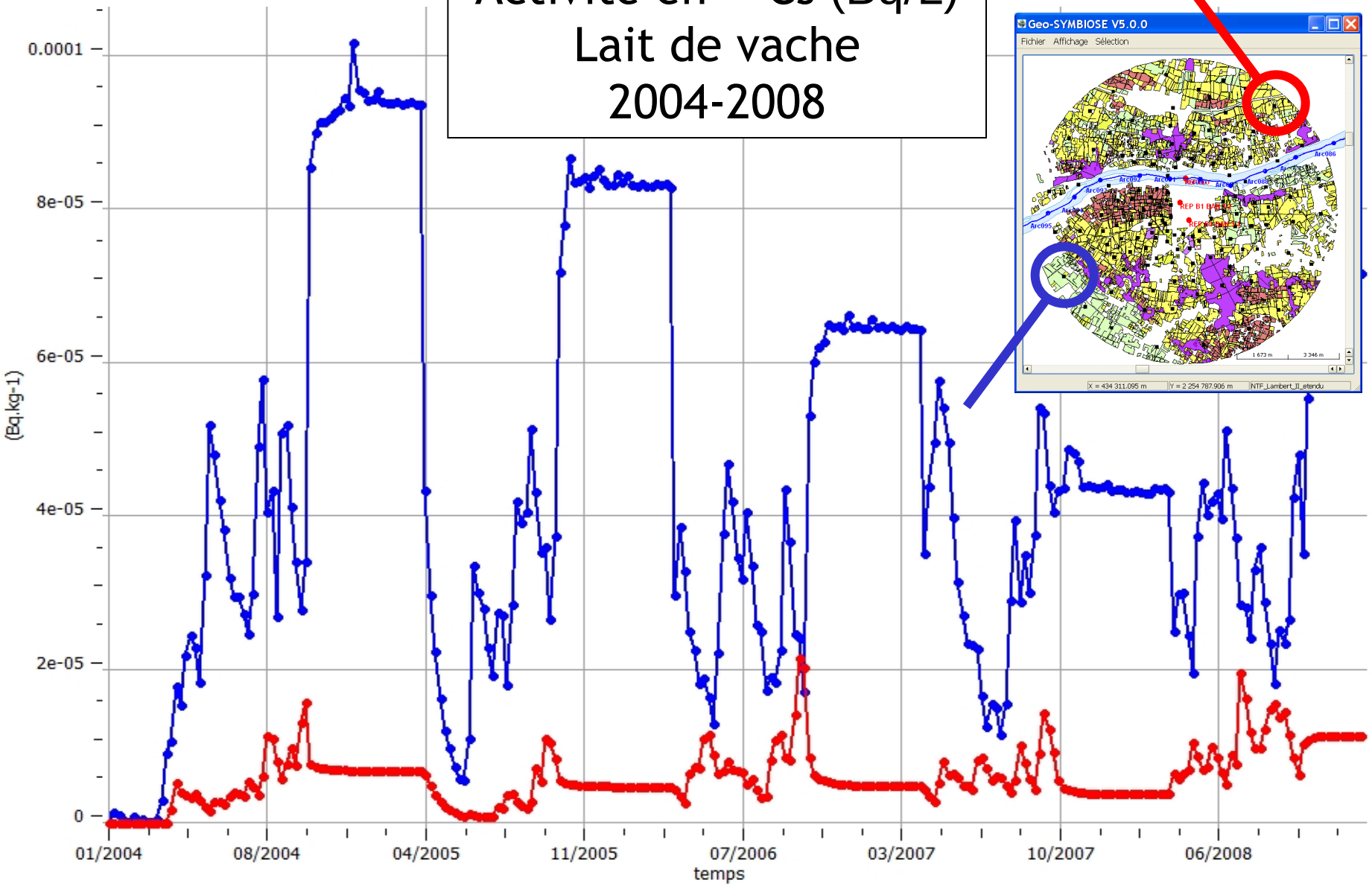
Tester la faisabilité
d'une **étude détaillée site-spécifique**
sur un **cas dimensionnant**

Scénario

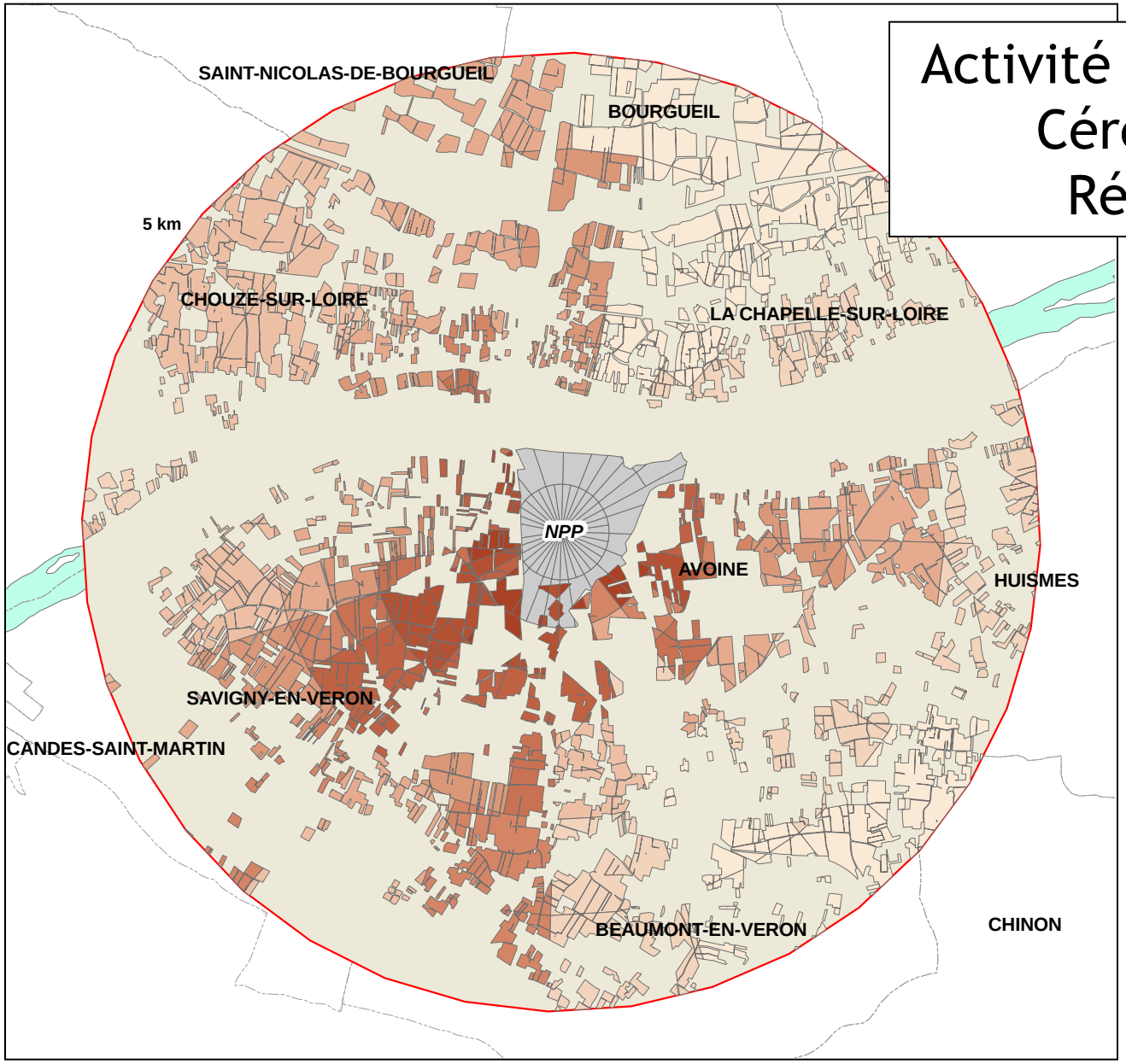
- **Rejets** gazeux et liquides mesurés, **en fonctionnement normal** (~25 RN dont ^{14}C et ^{3}H)
- **Endpoints** : activité dans l'environnement fluvial & agricole, dose individu adulte rural (externe, ingestion, inhalation)
- **Domaine spatial** : zone des 5km (terrestre), 150 km (Loire avale)
- **Période** : 01/2004 → 12/2008
- **Milieux** : atmo, fluvial, agricole, aliment & homme

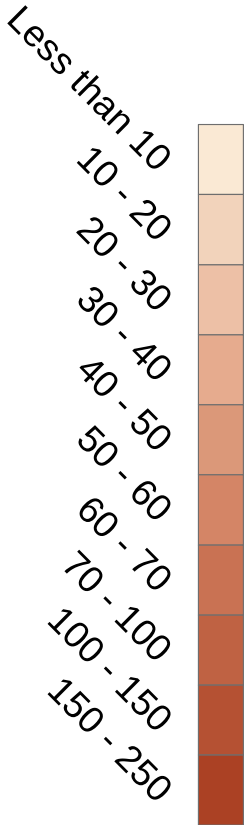


Activité en ^{137}Cs (Bq/L) Lait de vache 2004-2008

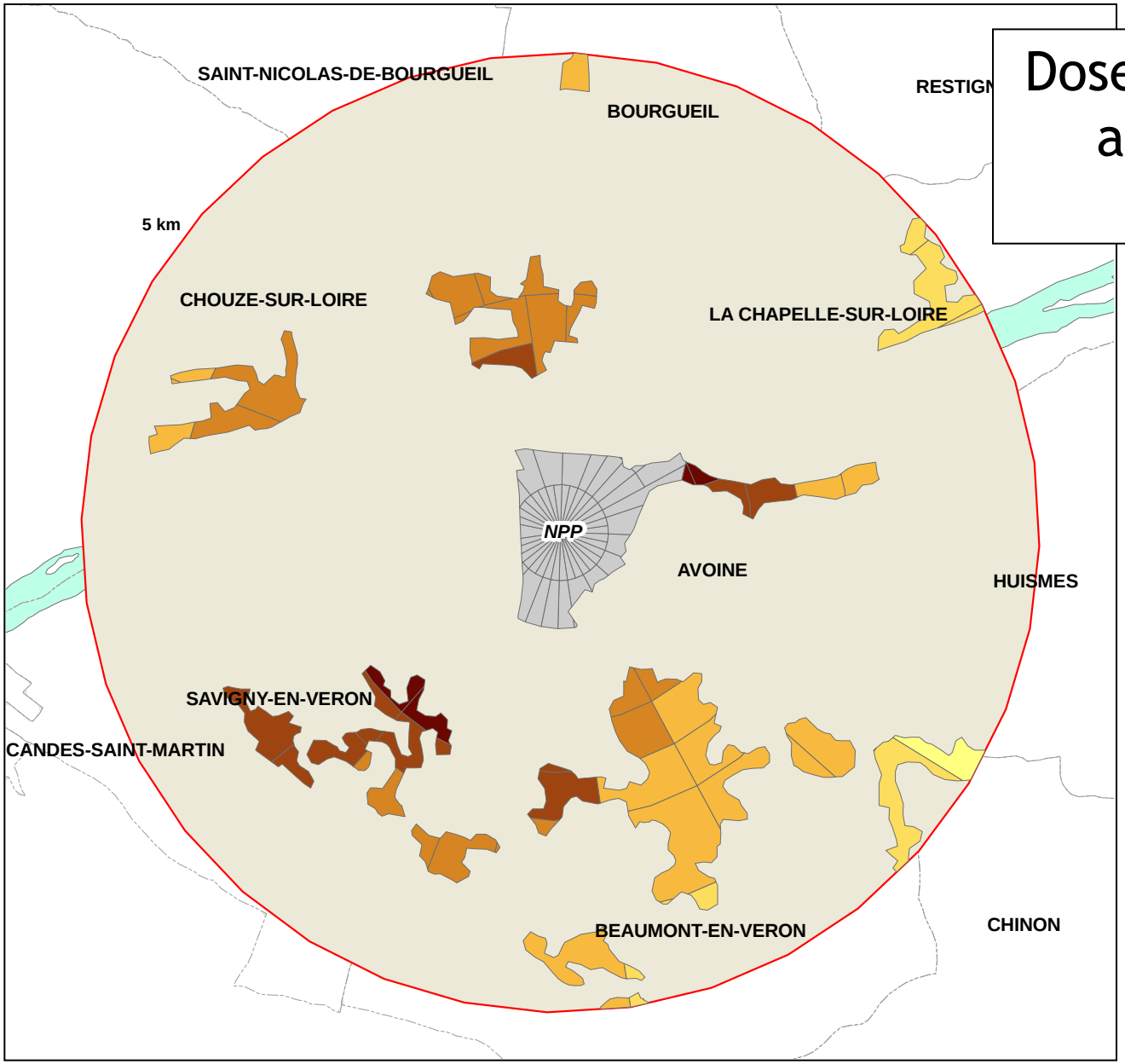


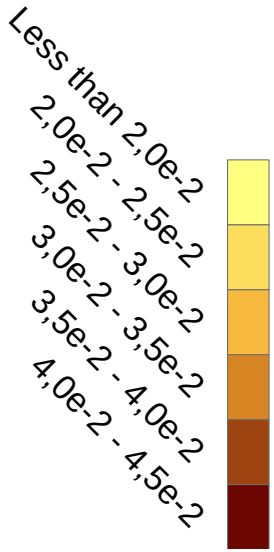
Activité en ^{60}Co (µBq/kg) Céréale d'hiver Récolte 2005





Dose efficace totale annuelle (µSv) 2008





Etude Fukushima Daiichi (*en cours*)

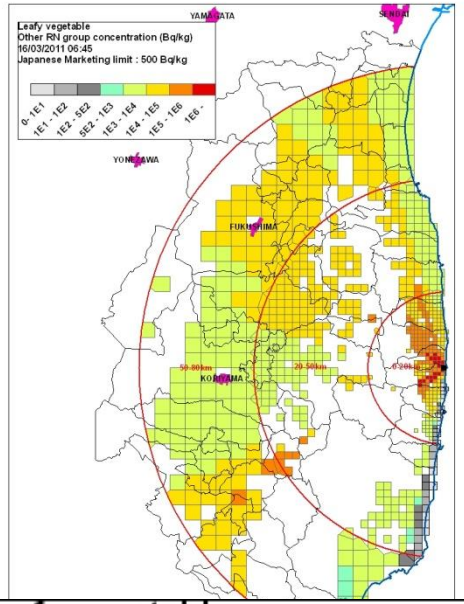
Tester la faisabilité d'un calcul d'impact **en situation de crise**

Tenter de qualifier Symbiose (*en cours*)

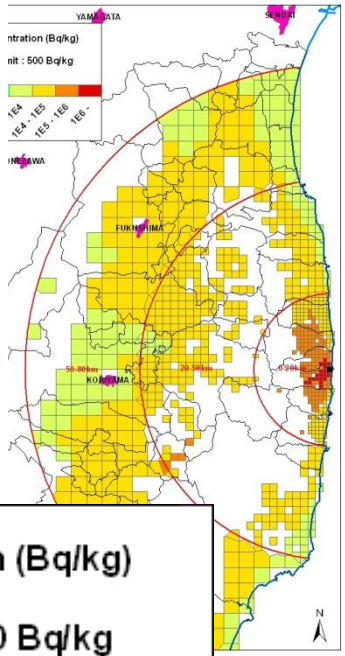
Tenter de pronostiquer l'évolution à moyen/long terme (*perspective)*

Un premier calcul « à chaud » (19/03)

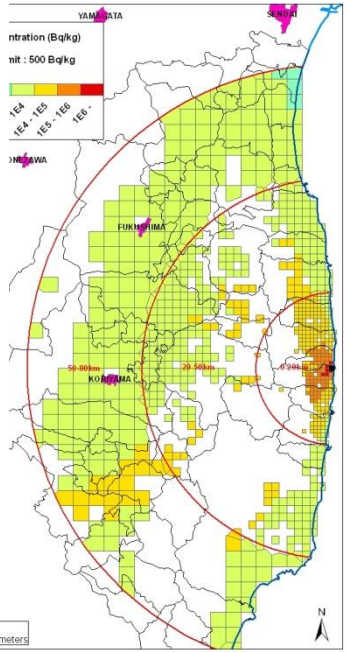
16/03



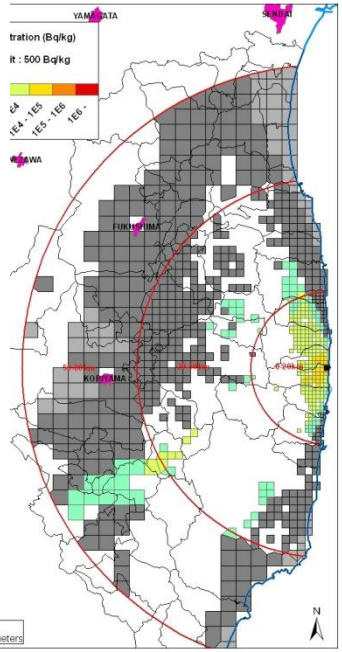
26/03



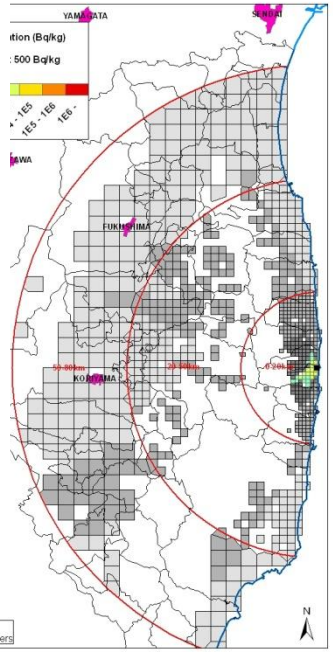
06/04

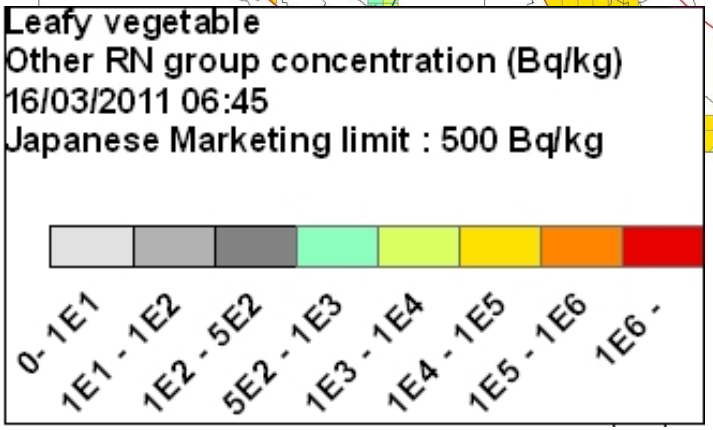


06/05



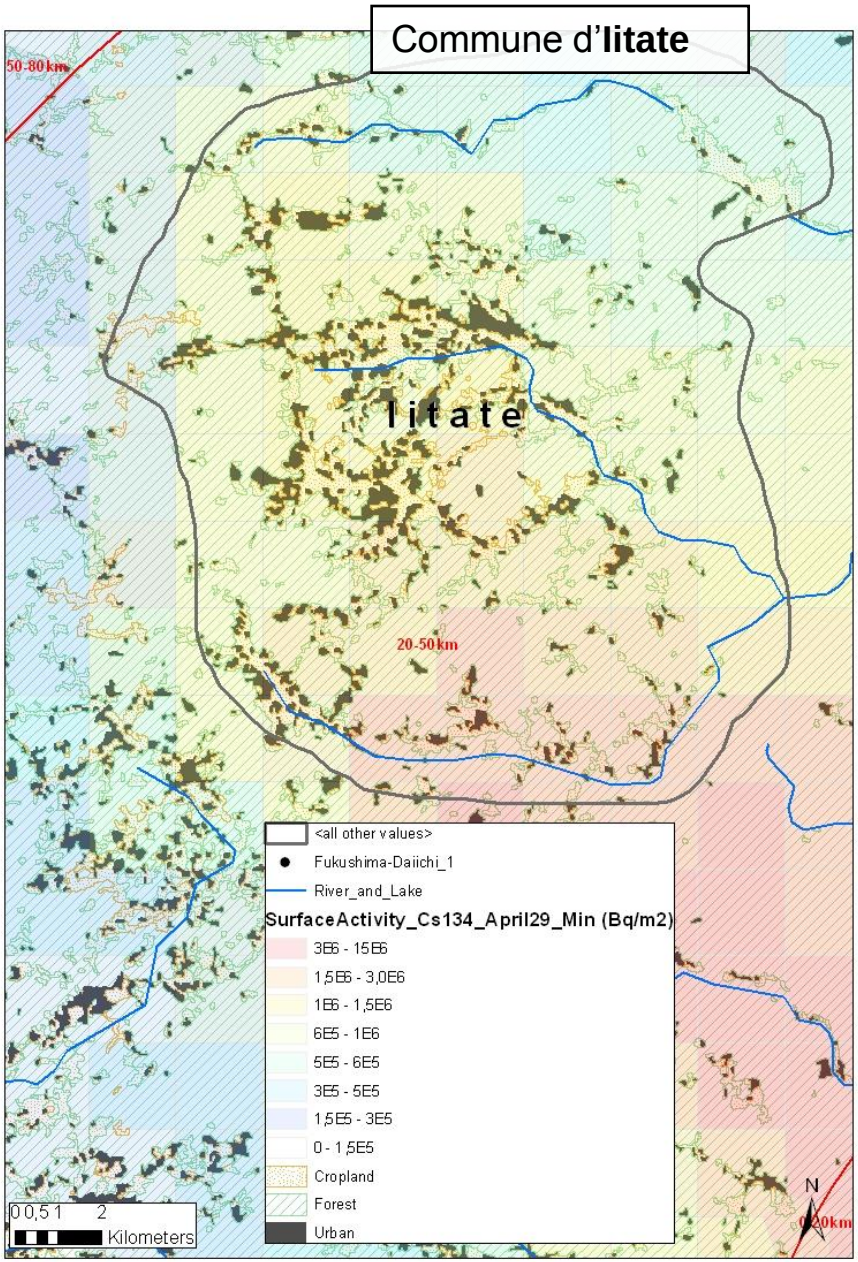
06/06



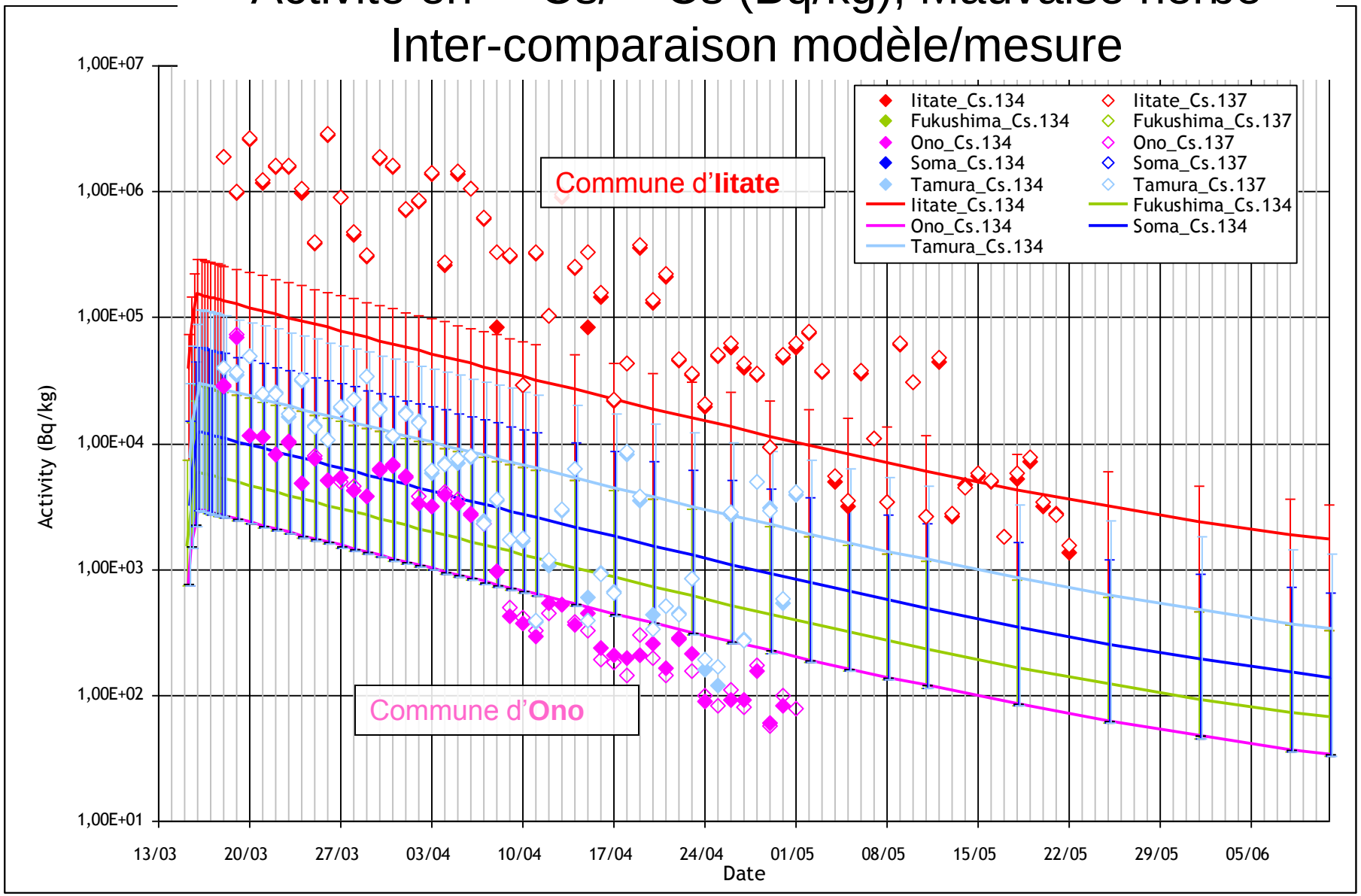


Scénario

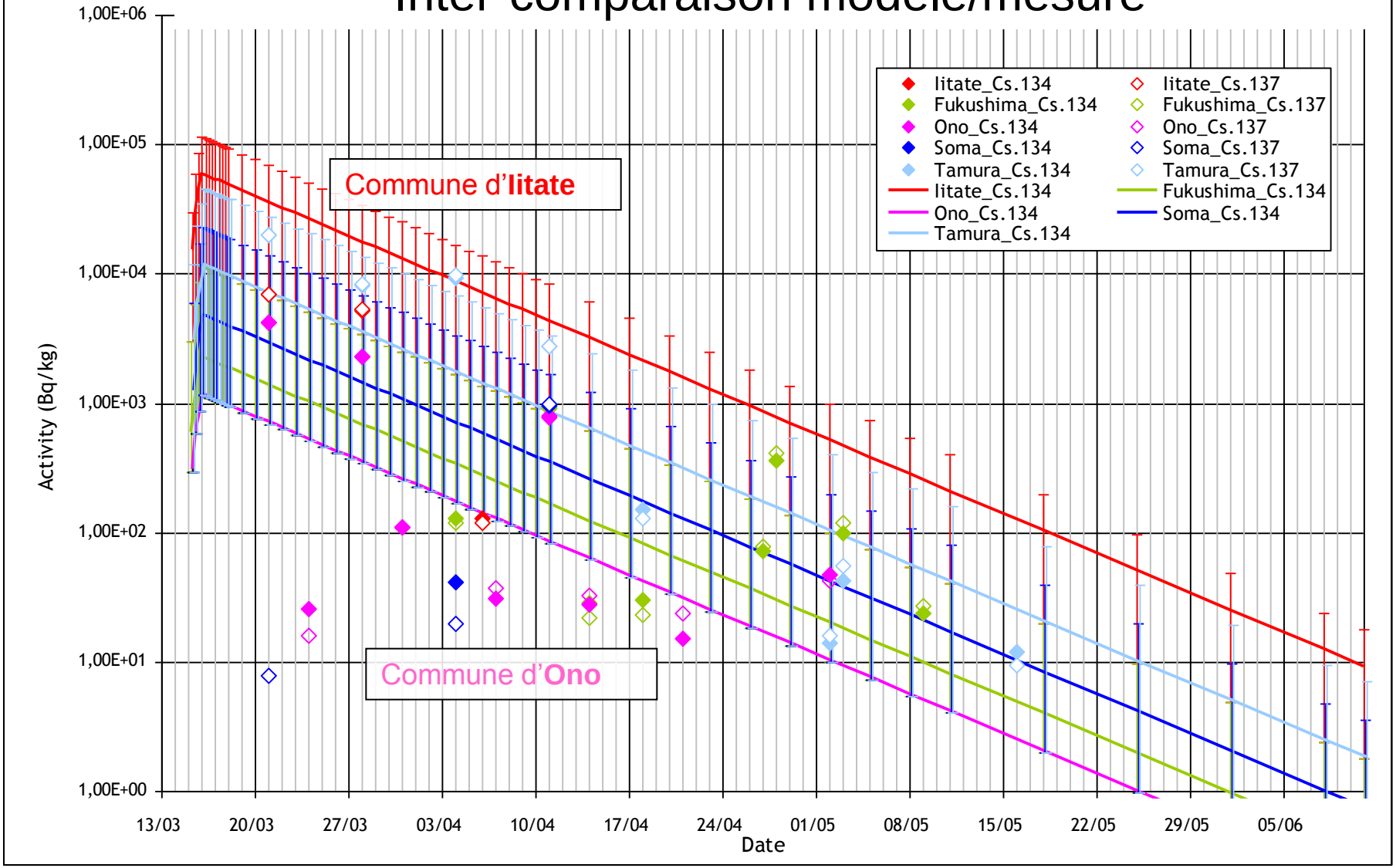
- **Activité surfacique mesurée** $^{134\text{-}137}Cs$
- **Endpoints :** activité dans les denrées agricoles
- **Domaine spatial :** zone des 80km
- **Période :** 11/03/2011→11/06/2011
- **Milieux :** agricole



Activité en $^{134}Cs/^{137}Cs$ (Bq/kg), Mauvaise herbe
Inter-comparaison modèle/mesure



Activité en $^{134}Cs/^{137}Cs$ (Bq/kg), Légume feuille
Inter-comparaison modèle/mesure



Acteurs du projet

- Co-financement EDF/IRSN
  - 300k€ par an et par partenaire
- Acteurs scientifiques & logiciels
  - **EDF/DIN/SEPTEN et CIDEN** : expression de besoin EDF
  - **IRSN/DEI** : expression de besoin IRSN, spécification détaillée, développement et vérification des modèles scientifiques
  - **ALYOTECH, ASSYSTEM & SOPRA** : développements logiciels
- Utilisateurs
  - **EDF/DIN** : études fonctionnement accidentel, normal et démantèlement des centrales
  - **IRN/DEI** : études post-accidentelles, études fonctionnement normal, accidentel, stockage ; validation
  - **IRSN/DRPH** : études spécifiques (e.g. tritium situation accidentelle)
  - **IRSN/DSU** : contre-calculs stockage couche profonde
  - Nombreuses demandes de mise à disposition

Bilan

- Faisabilité d'une étude d'impact « grandeur nature »
  - Simulation accessible sur PC (24h CPU), avec :
    - Rejets réels
    - Paysage site-spécifique
    - Données environnementales site-spécifiques
  - Intérêt de la représentation de la variabilité spatio-temporelle

- Enseignements et perspectives
  - Collecte & traitement des données : étape lourde mais primordiale
  - ➢ Réflexion en cours sur sensibilité aux hypothèses, à la qualité des données…

  - Identification (relative) des contributeurs majoritaires :
    - Entre voies d'exposition : ingestion
    - Entre radionucléides : ^{3}H, ^{14}C

  - Souplesse de l'outil → perspectives pour développer l' étude d'impact
  - ➢ Réalisme site-spécifique, multi-sources, multi-milieux, multi-échelles

Bilan

- Faisabilité d'une étude d'impact accidentel **en urgence**
  - Cycle court : quelques jours
    - Recherche et traitement des données site-spécifiques : ~3 j
    - mise au point d'un simulateur FUKUSHIMA : ~1 j
    - Spécification du cas d'étude (paysage + terme source) : ~1 j
    - Simulation (~4h CPU/semaine temps réel) : 2 j
  - Caractère opérationnel de la plate-forme Symbiose:
    - Mise au point d'un simulateur au pied levé
    - Simulations opérationnelles

- Enseignements et perspectives
  - Manque de données site-spécifiques => hypothèses majorantes (agricole)
  - Importance des données spatiales et outil SIG (même en crise)

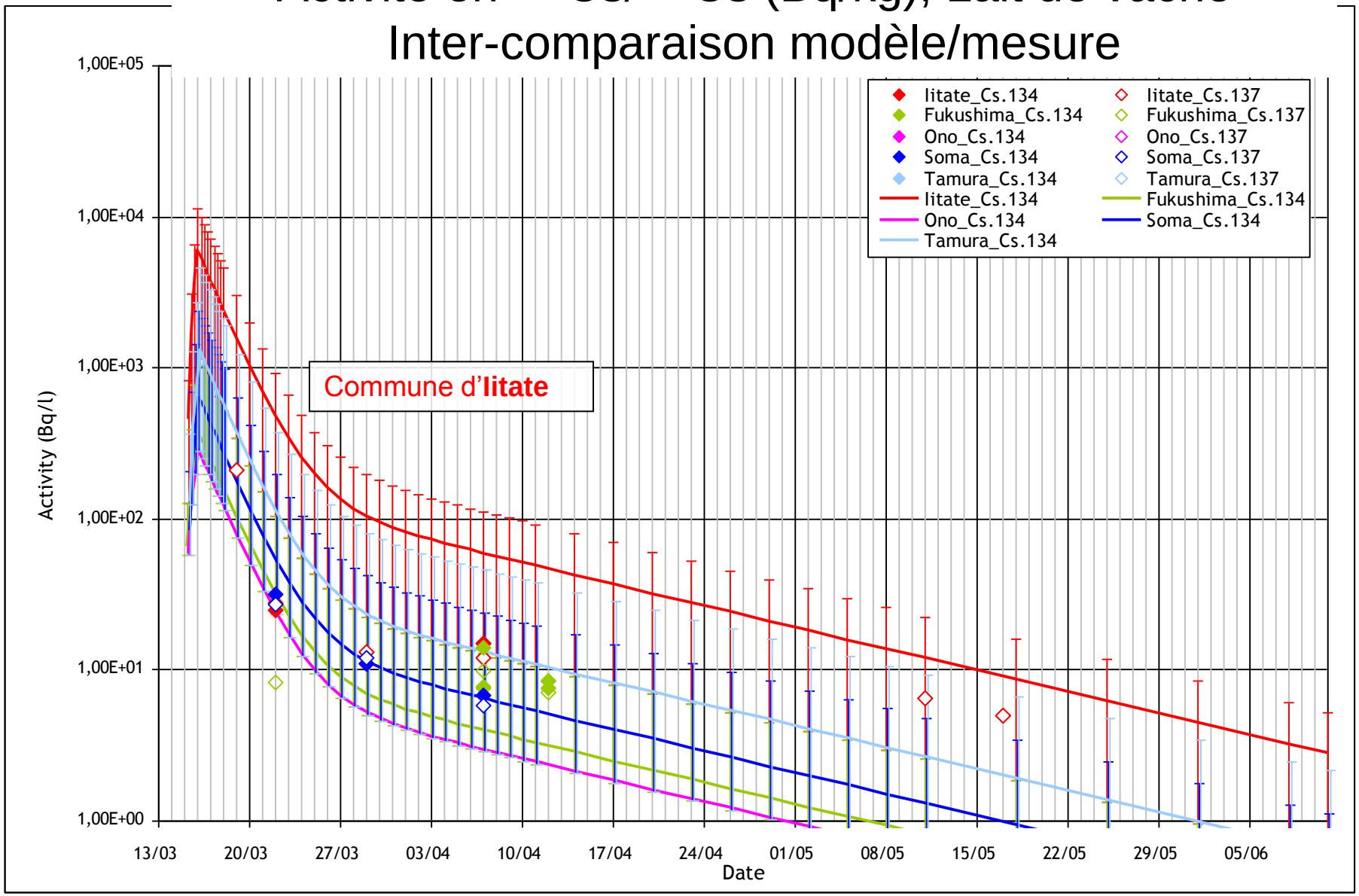
➢ Poursuivre travail mise en perspective // données *in situ*

Chinon : données site-spécifiques

- Caractéristiques des rejets
- Occupation du sol (CLC– IGN BD Carto – SENSIB)
- Météorologie-Pluviométrie (Station CNPE, Météo France)
- Hydro-sédimentologie Loire & affluents (BD HYDRO, Agence de l'eau)
- Données agricoles
- Rations alimentaires humaines (SENSIB)
- Budget temps humain (CIBLEX)

Fukushima : données site-spécifiques

- ! *Hypothèse caractéristiques rejet (S1) ou cinétique dépôt (S2)*
- Occupation du sol
- Météorologie-Pluviométrie (! grande variabilité spatiale)
- Ration alimentaire humaine (! enquête nationale)
- Eau de boisson & eau d'abreuvement (! peu de mesures)
- ! *Hypothèse sur ration alimentaire animale (présence à l'étable/au pâturage)*

! Incertitudes importantes sur : scénario & mesures *in-situ* (au mieux au niveau communal)

Activité en $^{134}Cs/^{137}Cs$ (Bq/kg), Lait de vache
Inter-comparaison modèle/mesure