



Journées Codes de calcul SFRP

Erwan MARTIN – EDF DIPDE





Journées « Codes de calcul » SFRP – 10.03.2023

Outil SYMBIOSE et méthode intégrée
humain-biota d'évaluation de l'impact
radiologique des rejets d'effluents radioactifs
des installations nucléaires d'EDF

Sommaire

1. L'outil
SYMBIOSE

2. Intégration de
l'impact faune et
flore sauvages

3. Gains et
perspectives

1

L'outil SYMBIOSE

1.1. Définition et utilisation



SYMBIOSE est un OCS (Outil de Calcul Scientifique) :

 Issu d'un **partenariat de collaboration scientifique entre l'IRSN et EDF**

 **Développé par l'IRSN**

Il permet de simuler le transfert des radionucléides depuis les rejets d'une installation dans les différents compartiments de l'environnement, et d'évaluer l'impact dosimétrique à l'homme et le risque radiologique à la faune et à la flore sauvage associé.

Il est utilisé à EDF pour réaliser les **évaluations d'impact radiologique en fonctionnement normal**, pour évaluer les **conséquences radiologiques accidentelles** et pour mener des travaux de **recherche et développement**.

1.2. Schéma de principe



Multi rejet :

- Rejets à l'atmosphère
- Rejets dans un cours d'eau
- Rejets en mer



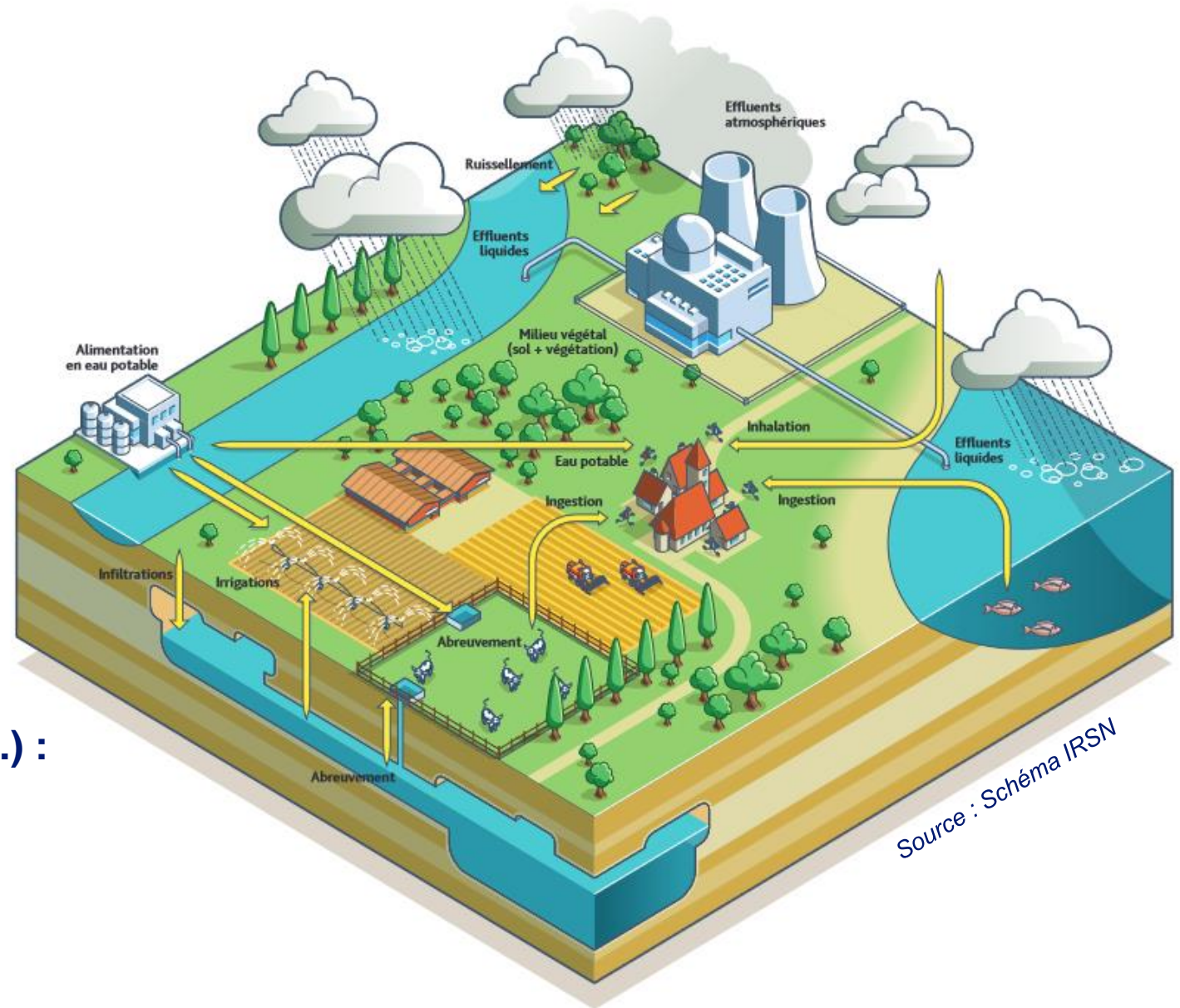
Multi-milieu :

- Atmosphère
- Cours d'eau, mer
- Agriculture
- Habitation



Multi-exposition (efficace, thyroïde, etc.) :

- Ingestion
- Inhalation, transcutanée
- Exposition externe au dépôt
- Exposition externe au panache



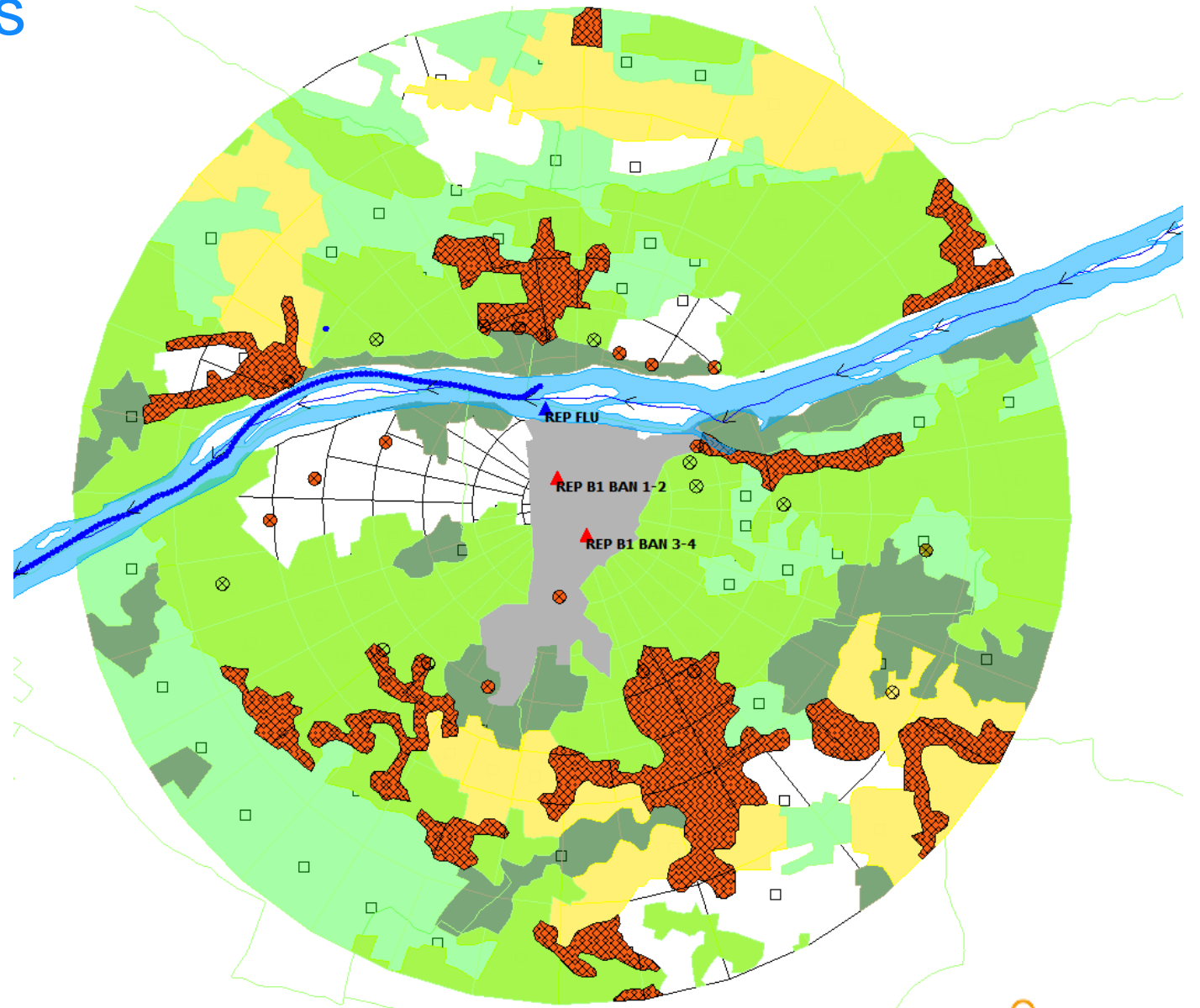
1.3. Évaluations spatialisées



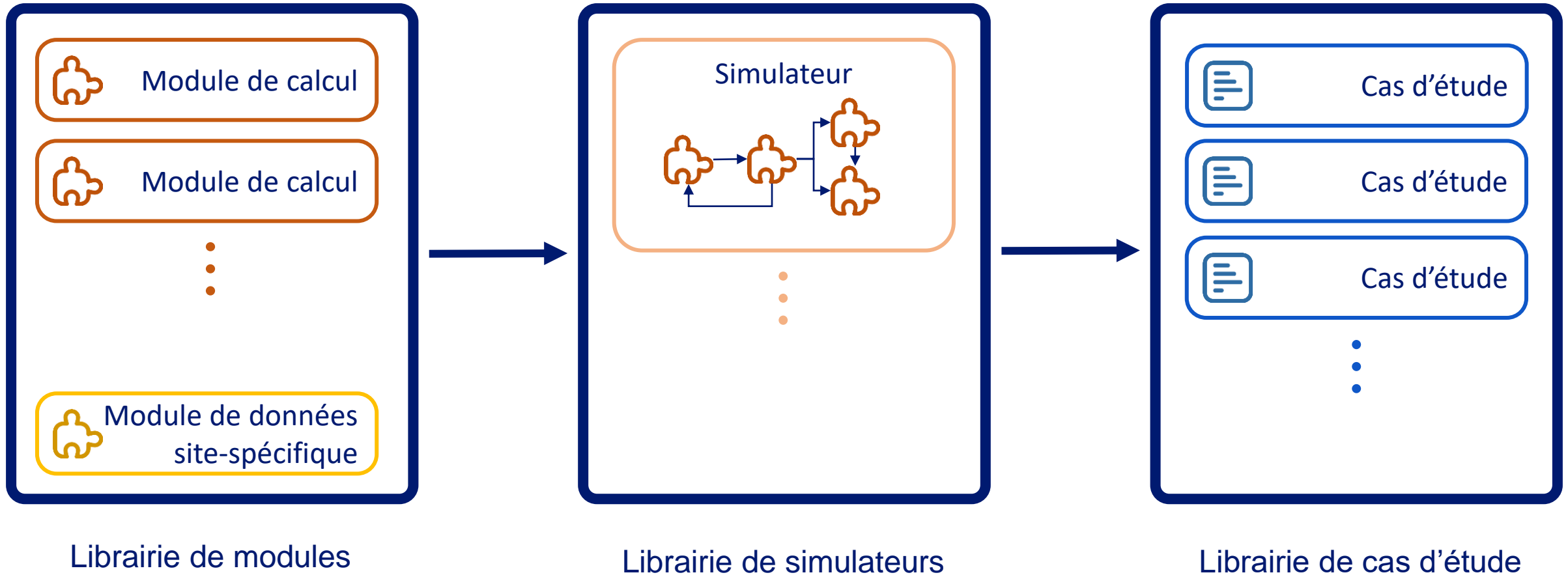
Les évaluations sont spatialisées en tenant compte du **paysage réel** autour de l'installation

Différents modèles sont intégrés en fonction des usages du sol :

- Habitations
- Potagers
- Cultures céréalières
- Prairie
- Sol nu
- Élevage, etc.



1.4. Fonctionnement de la plateforme

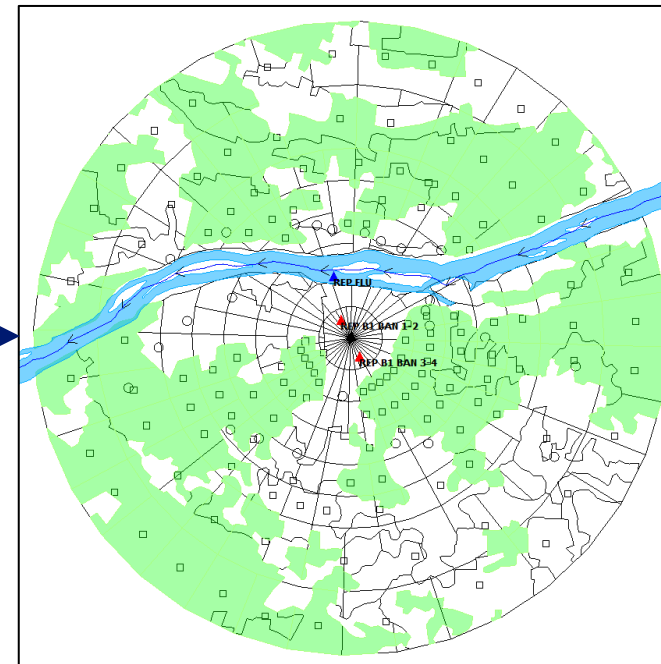
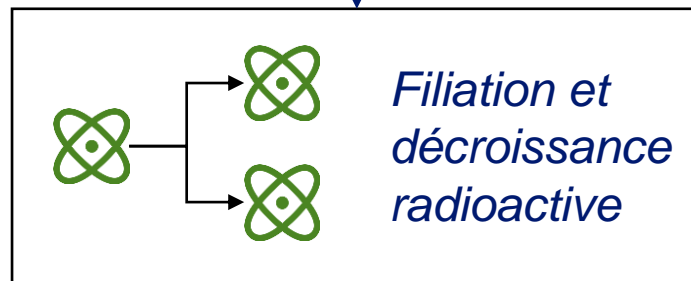


1.5. Fonctionnement d'un module



Un module modélise l'évolution dans le temps et dans l'espace de l'état d'un sous système

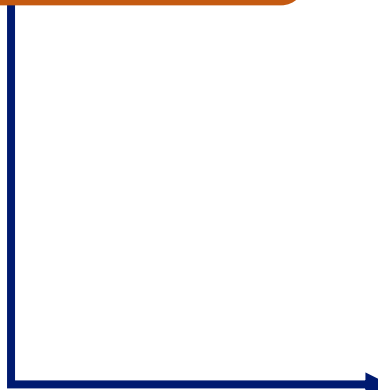
SURFACE AIR				
Resuspension	SOIL			
		AVAILABLE POOL <i>Rad. Decay</i> <i>Convection</i>	Fixation	Migration
		Remobilization	FIXED POOL <i>Rad. Decay</i>	
		Net input		REST OF WORLD



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{dt} y_i(t) = x_e(t) - y_c(t) \\ y_i(t = 0) \\ \text{si } o = 1 : y_c(t) = 0 \\ \text{si } o = 2 : y_c(t) = x_i \times y_i(t) \end{array} \right.$$

1.6. Anatomie d'un module de calcul

 Module de calcul



Plante_prairie	
Dimensions	
C_Agri_Radionucléide	
M_Agri_Prairie	
M_Agri_Sol	
Pluie	
T_Agri_Prairie_Captation	
X_Agri_ZonePrairie	
Options	
o_Bateman	2
o_Filiation	1
Données internes	
BiomasseFoliaire	Incertaine <input type="checkbox"/>
FacteurDeCaptation	Incertaine <input type="checkbox"/>
FacteurTransfertRacinaire	Incertaine <input checked="" type="checkbox"/>
FacteurTranslocation	Incertaine <input type="checkbox"/>
RatioBiomasseFolRac	Incertaine <input type="checkbox"/>
RatioPoidsSecPoidsFrais	Incertaine <input checked="" type="checkbox"/>
Sol_HorizonRacinaire_Epaisseur	Incertaine <input type="checkbox"/>
TauxCroissanceBiomasseFoliaire	Incertaine <input type="checkbox"/>
TauxLessivage	Incertaine <input type="checkbox"/>
TauxTranslocation	Incertaine <input type="checkbox"/>
Conditions initiales	
SystèmeFoliaire_VoieFoliaire_Stock	Incertaine <input type="checkbox"/>
SystèmeRacinaire_VoieFoliaire_Stock	Incertaine <input type="checkbox"/>

1.7. Matrice d'interaction générale

REJETS	Rejets atmo	Rejets marin	Rejets fluvial					
5	SYSTÈME ATMO		Dépôt atmo		Dépôt atmo	Dépôt atmo		Inhalation Transcutané Expo. ext.
6		SYSTÈME MARIN					Prélèvement	Inhalation Expo. ext. Ingestion
		2	SYSTÈME FLUVIAL		Irrigation Abreuvement		Prélèvement	Inhalation Expo. ext.
			18	EAU SOUTERRAINE	Irrigation Abreuvement		Prélèvement	
				1			Prélèvement	
					SYSTÈME AGRICOLE		Prélèvement	Inhalation Expo. ext.
								Expo. ext.
						2		
							SYSTÈME ALIMENTAIRE HUMAIN	Ingestion
							3	
								DOSE HUMAIN
								9

 = Nombre de modules constitutifs d'un système

2

Intégration de l'impact faune et flore sauvages

2.1. Évaluation du risque à la faune et à la flore sauvages



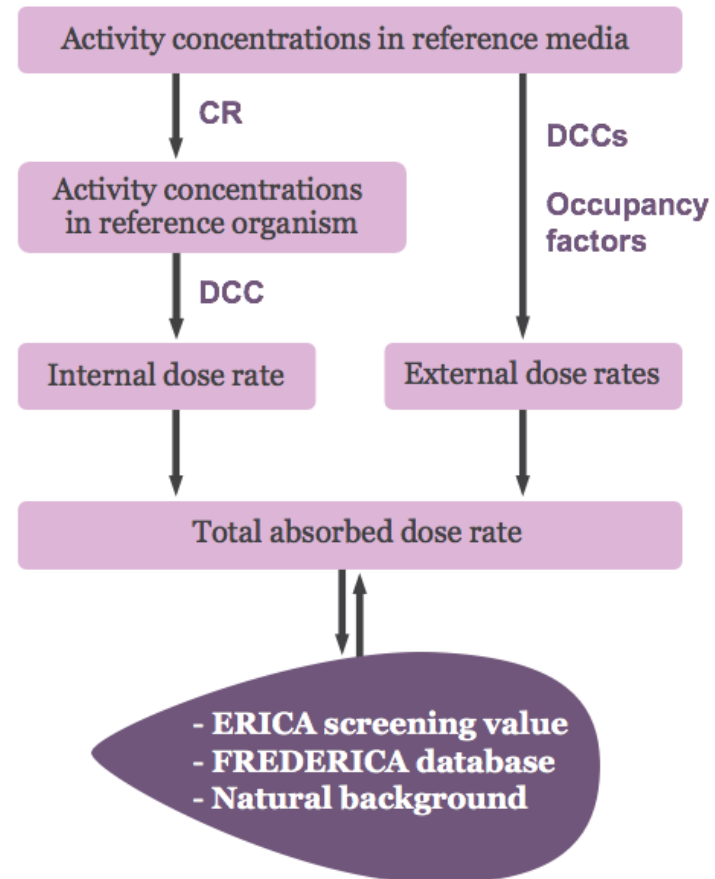
Outil d'évaluation du risque radiologique à la faune et à la flore sauvages



Modèle à l'équilibre

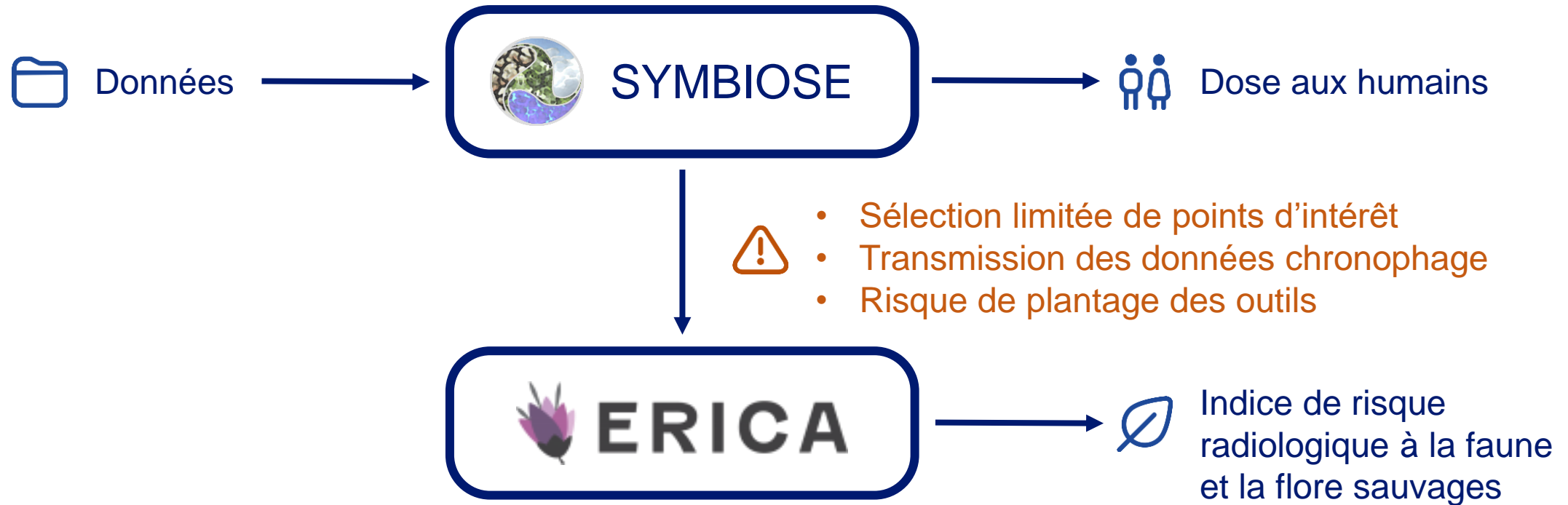


Basé sur une approche graduée (3 étapes) successives en fonction de niveau de risque radiologique



Source : erica-tool.com

2.2. Ancien chaînage des outils SYMBIOSE et ERICA



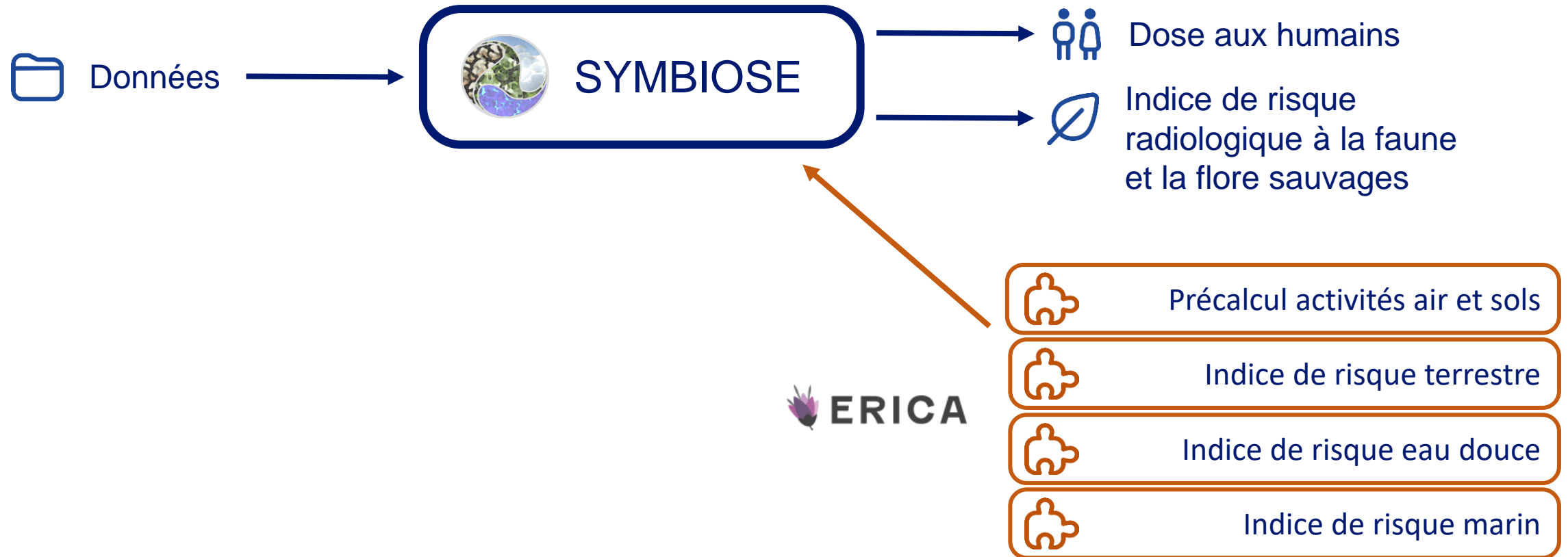
2.3. Intégration d'un système de risque au biota



5	REJETS	Rejets atmo	Rejets marin	Rejets fluvial																	
		6	SYSTÈME ATMO		Dépôt atmo		Dépôt atmo	Dépôt atmo		Inhalation Transcutané Expo. ext.	Expo. ext. Expo. int.										
				2	SYSTÈME MARIN				Prélèvement	Inhalation Expo. ext. Ingestion	Expo. ext. Expo. int.										
						18	SYSTÈME FLUVIAL		Irrigation Abreuvement	Prélèvement	Inhalation Expo. ext.	Expo. ext. Expo. int.									
								1	EAU SOUTERRAINE	Irrigation Abreuvement	Prélèvement										
										22	SYSTÈME AGRICOLE	Prélèvement	Inhalation Expo. ext.	Expo. ext. Expo. int.							
												2	SYSTÈME FORESTIER		Expo. ext.	Expo. ext. Expo. int.					
															3	SYSTÈME ALIMENTAIRE HUMAIN	Ingestion				
																		9	DOSE HUMAIN		
																				4	RISQUE BIOTA



2.4. Approche ERICA dans SYMBIOSE

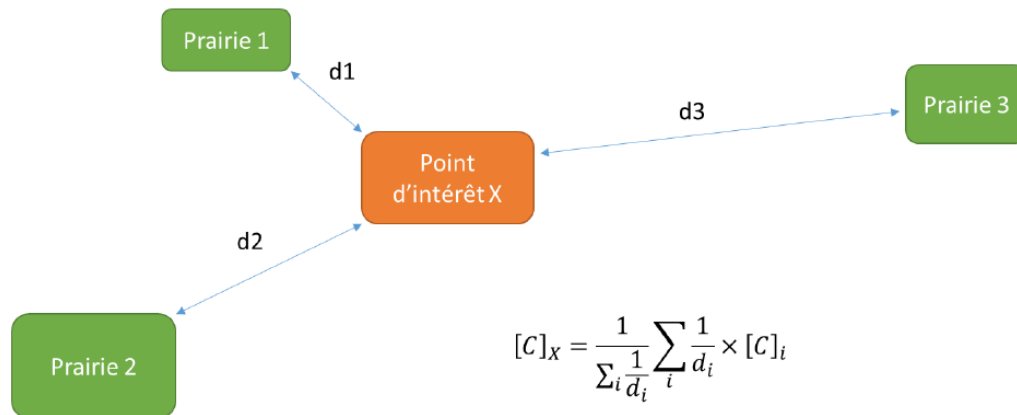


2.5. Évaluations faune et flore spatialisées

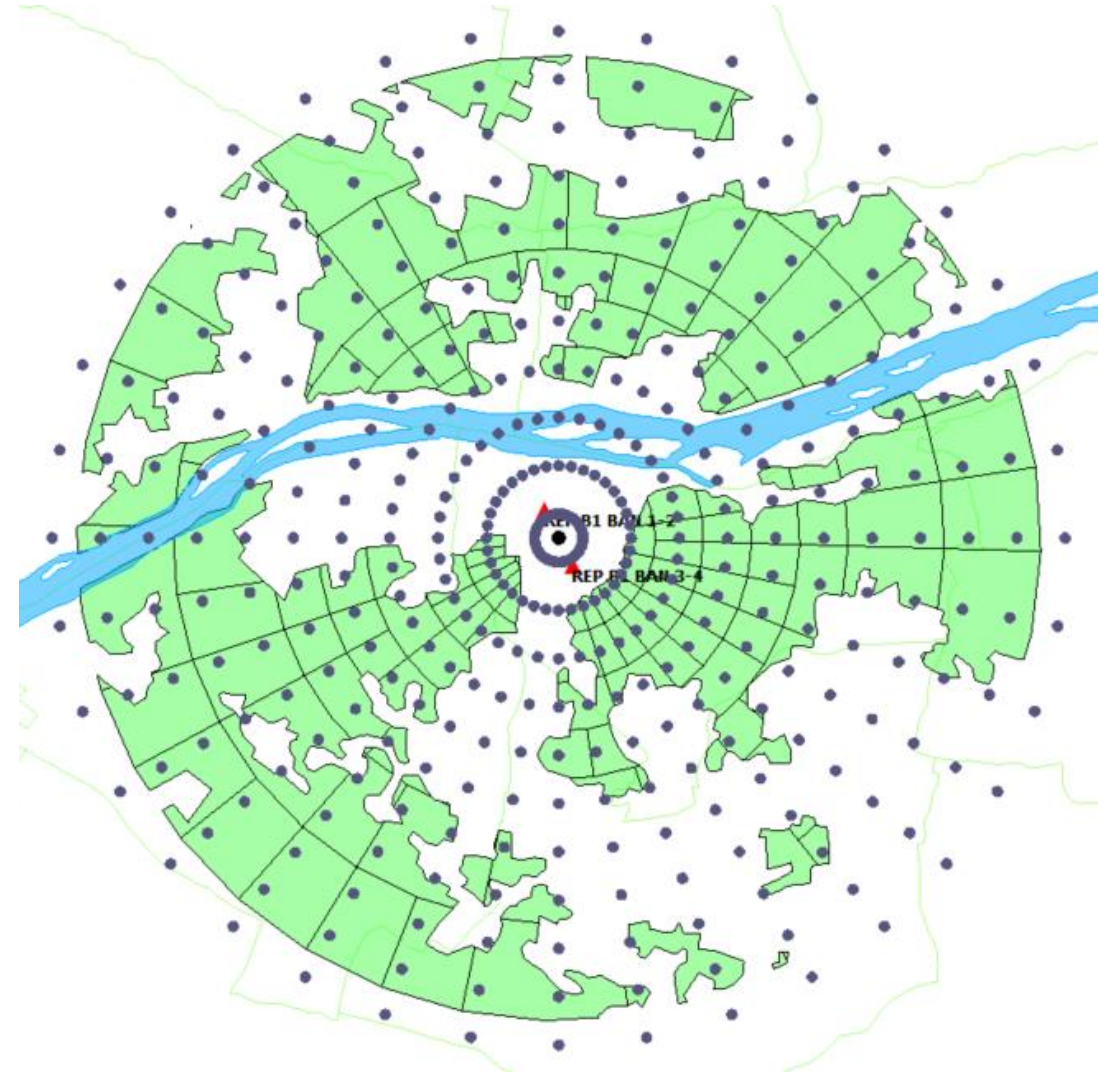


Les points d'intérêt sélectionnés à la main ont été remplacés par un maillage fin de points d'étude autour des installations.

Les activités dans l'air et dans les sols à chaque point d'étude sont reconstruits à partir des données d'activités des parcelles avoisinantes.



$$[C]_X = \frac{1}{\sum_i \frac{1}{d_i}} \sum_i \frac{1}{d_i} \times [C]_i$$

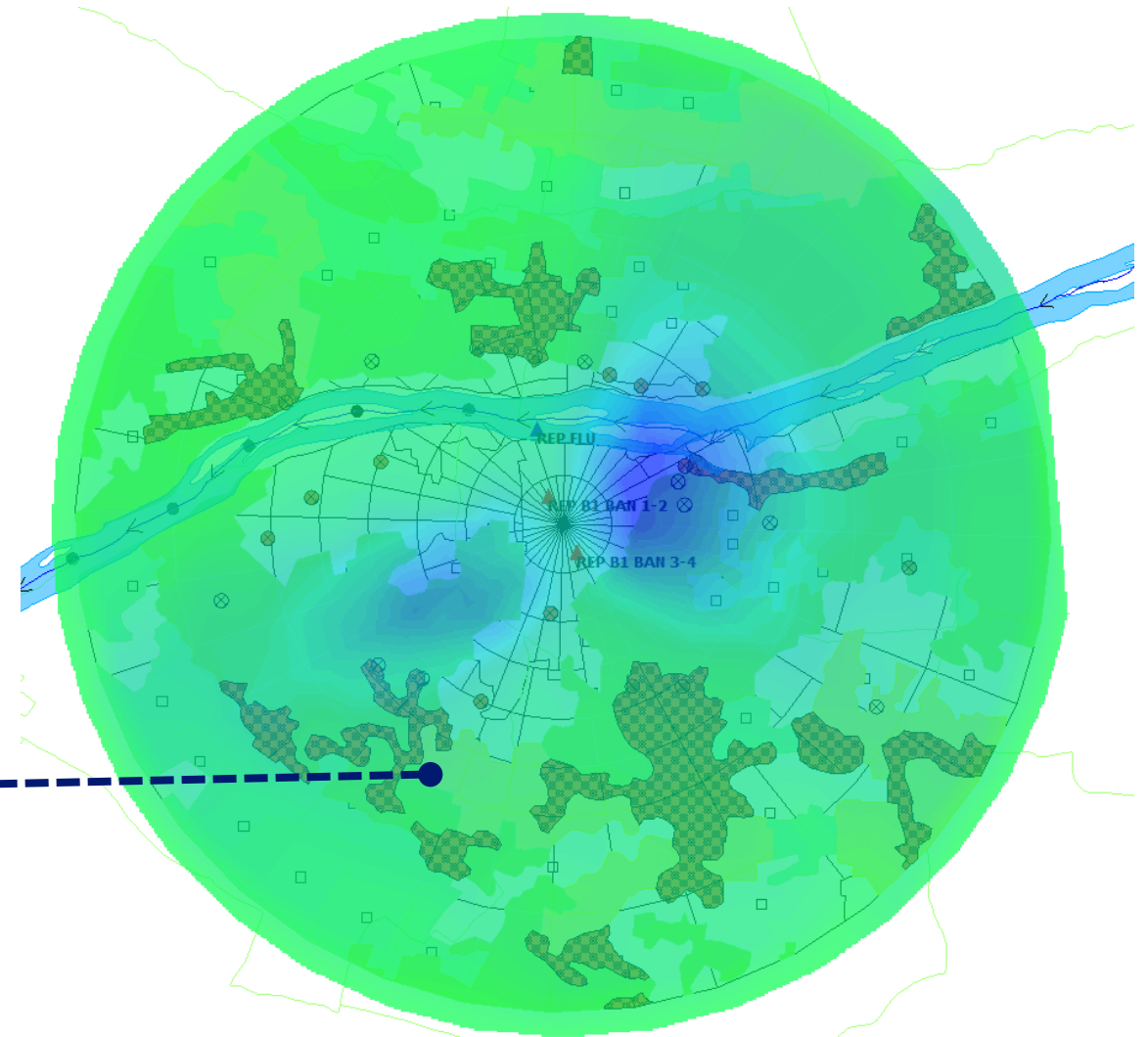
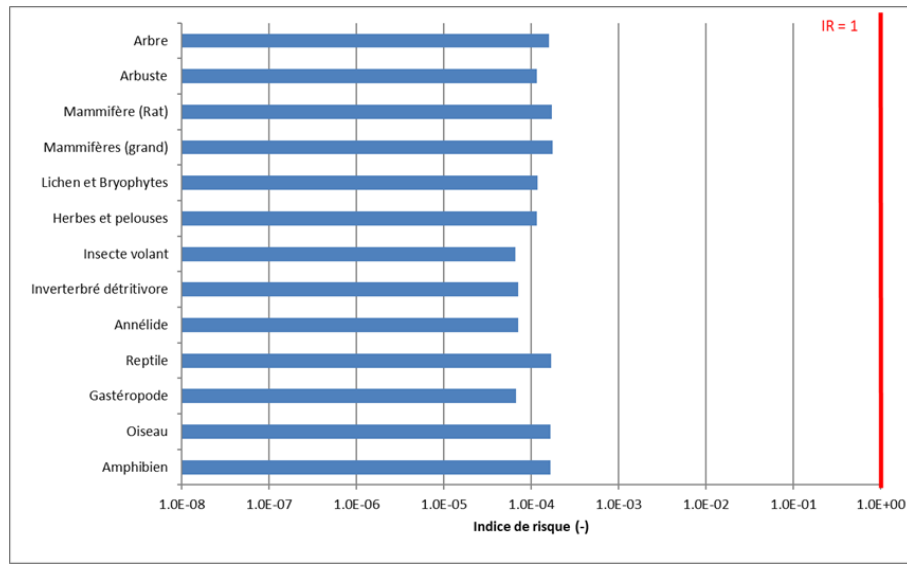


Source : Capture d'écran SYMBIOSE

2.6. Exemple de résultats

Les résultats obtenus sont plus fins et détaillés qu'avec la méthodologie précédente.

En particulier, il est possible de dresser des cartographies d'indice de risque.

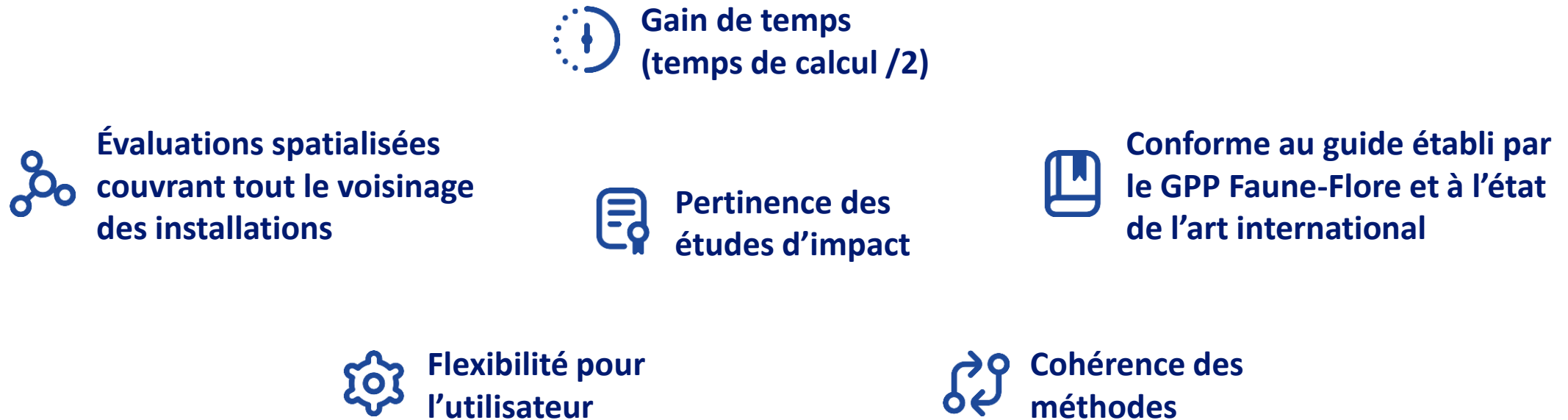


Source : Capture d'écran SYMBIOSE

3

Gains et perspectives

3.1. Gains obtenus depuis la mise en œuvre



Mise en œuvre de l'approche intégrée humain – faune et flore sauvages à EDF depuis 2022

3.2. Perspectives d'évolution



Évolution de l'outil SYMBIOSE en fonction des évolutions de l'approche ERICA (v2.0) :

- Modification des valeurs dans la database (dosimétrie, ratios de concentration, coef. de partage, etc.)
- Modélisation explicite de la filiation
- Intégration de l'impact faune flore sauvages pour les gaz rares



Travail R&D sur l'élaboration de modèle dynamiques pour l'évaluation de l'impact à la faune et la flore sauvages



Merci



Division de l'Ingénierie du Parc
et De l'Environnement