

Panorama des occupations du sol en PACA
Des données, des cartes, des outils pour quels usages



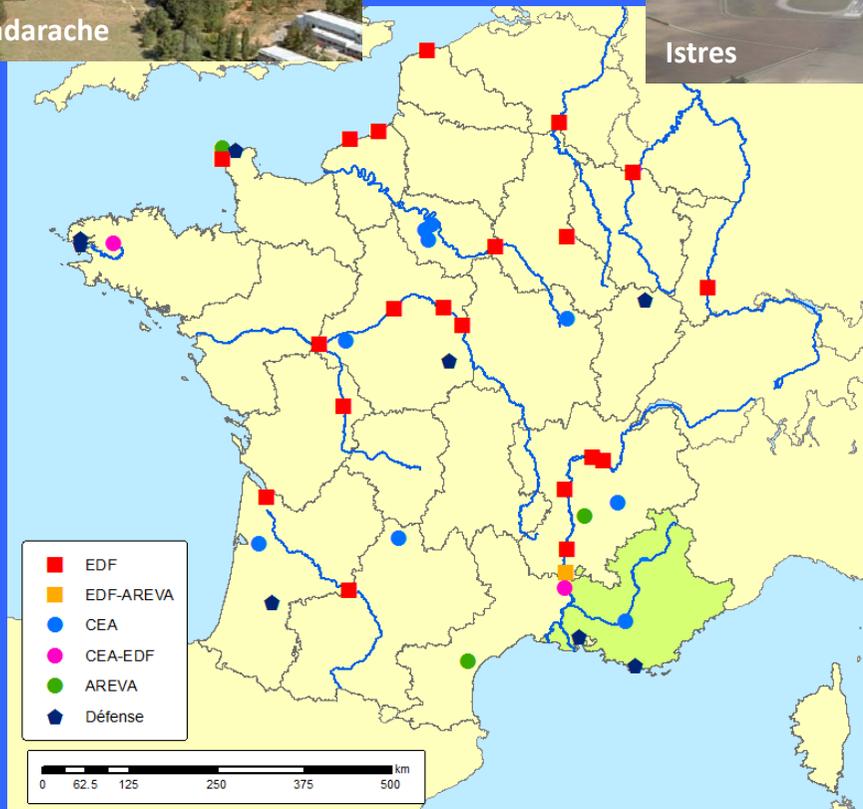
IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Gestion technique de la "crise" nucléaire selon l'occupation du sol

J.M. Métivier
jean-michel.metivier@irsn.fr



Le paysage nucléaire français ... provençal

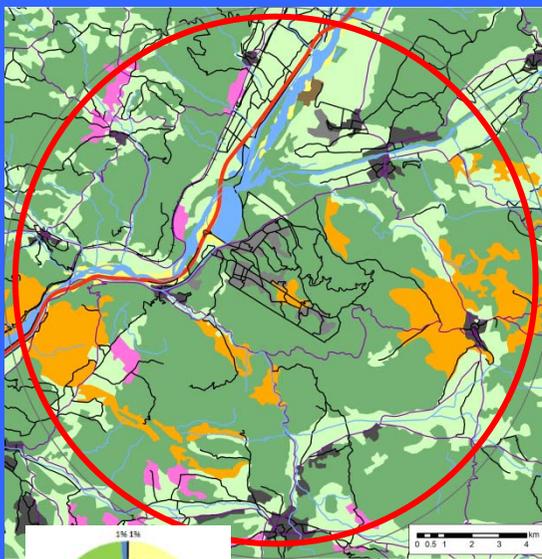


Un bref regard

Occupation du sol – Population

Un forestier, un agricole et un anthropisé

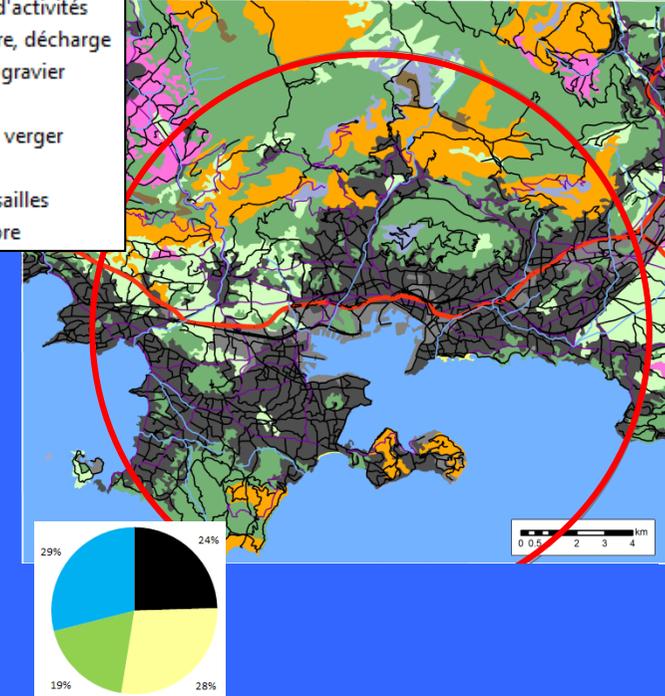
Cadarache
50 hab./km² (10 km)



Istres
330 hab./km² (10 km)



Toulon
1.100 hab./km² (10 km)



- Bâti
- Zone d'activités
- Carrière, décharge
- Sable, gravier
- Prairie
- Vigne, verger
- Forêt
- Broussailles
- Eau libre

Sommaire

IRSN

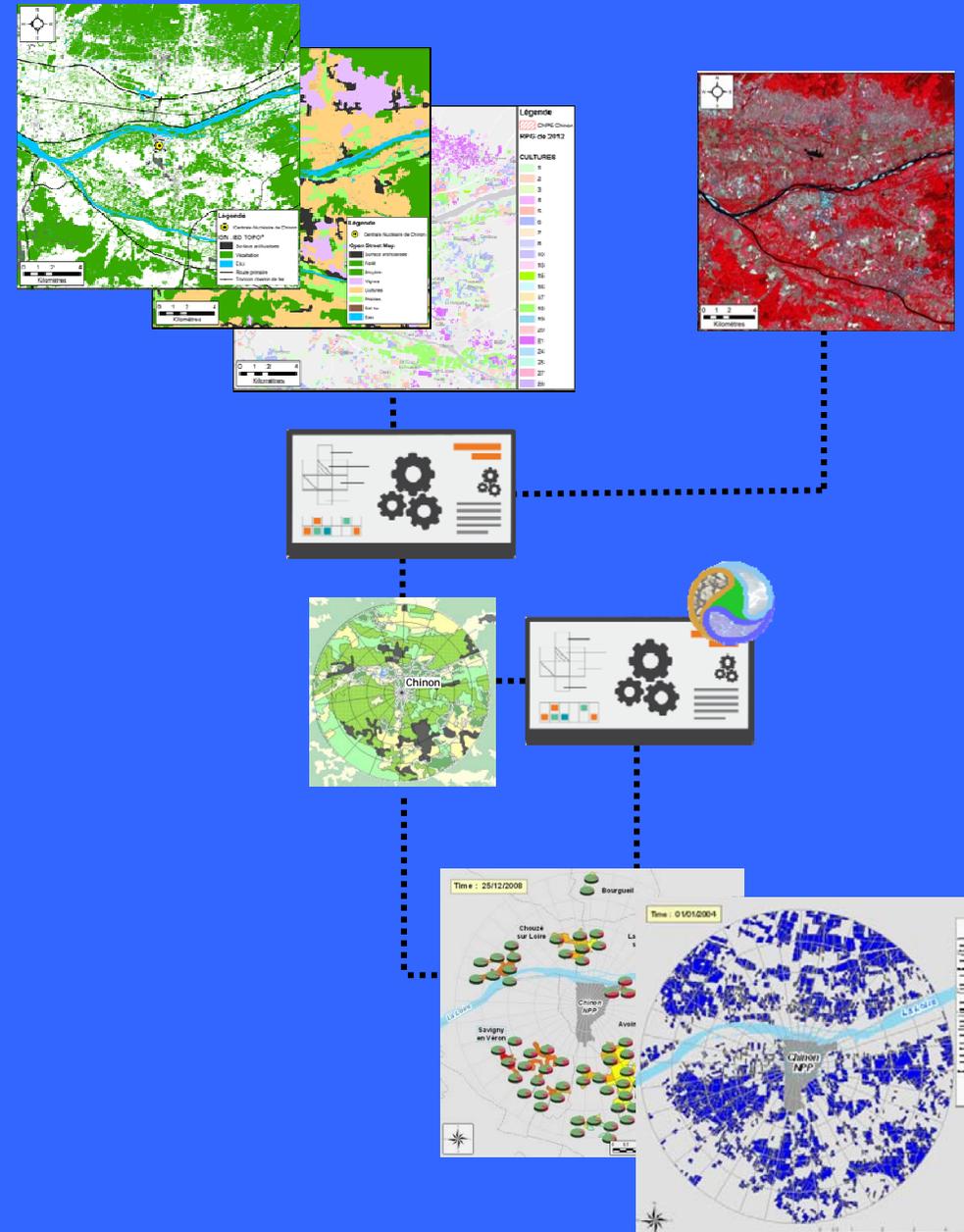
Labo. ; notre métier

Modélisation des paysages

Exemples

CNPE Chinon

Fukushima daiichi



Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire



Établissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC)

1.800 personnes

Ministères de tutelles: Environnement, Recherche, Santé, Industrie, Défense ...

Compétences: sûreté nucléaire, protection, gestion de crise, expertise, recherche

Un réseau de partenaires nationaux et internationaux



IRSN

Pôle Santé Environnement - Environnement (6 services)

350

Un Service : le SEREN (4 Laboratoires)

45

Service d'expertise et d'étude en radioprotection des populations et de la radioactivité dans l'environnement

Un laboratoire : le LEREN

20

Laboratoire d'Étude et d'Expertise sur La Radioactivité dans l'Environnement

Surveiller et Modéliser la présence de radionucléides (naturels et artificiels) dans l'environnement



ENJEUX : Santé & Environnement
Populations humaines et Écosystèmes
Impact radiologique et Risque



Radionucléides : isotope radioactif d'un élément (contraction de radioactivité et de nucléide)

Le jardin d'Éden !



La radioécologie

Radionucléides naturels

Installation nucléaire
 Rejets atmosphériques et liquides
 Dispersion et dépôts
 sur sols nus, sur cultures, sédiments, MES ...
 Transfert, absorption, désorption
 Flore, faune

Expositions externes (nuage, dépôt, RS)
 Expositions internes (inhalation, ingestion)

MES : Matières en suspension
 RS : Remise en suspension



La radioécologie

Radionucléides naturels
Radionucléides artificiels

Installation nucléaire
Rejets atmosphériques et liquides
Dispersion et dépôts
sur sols nus, sur cultures, sédiments, MES ...
Transfert, absorption, désorption
Flore, faune

Expositions externes (nuage, dépôt, RS)
Expositions internes (inhalation, ingestion)

MES : Matières en suspension
 RS : Remise en suspension

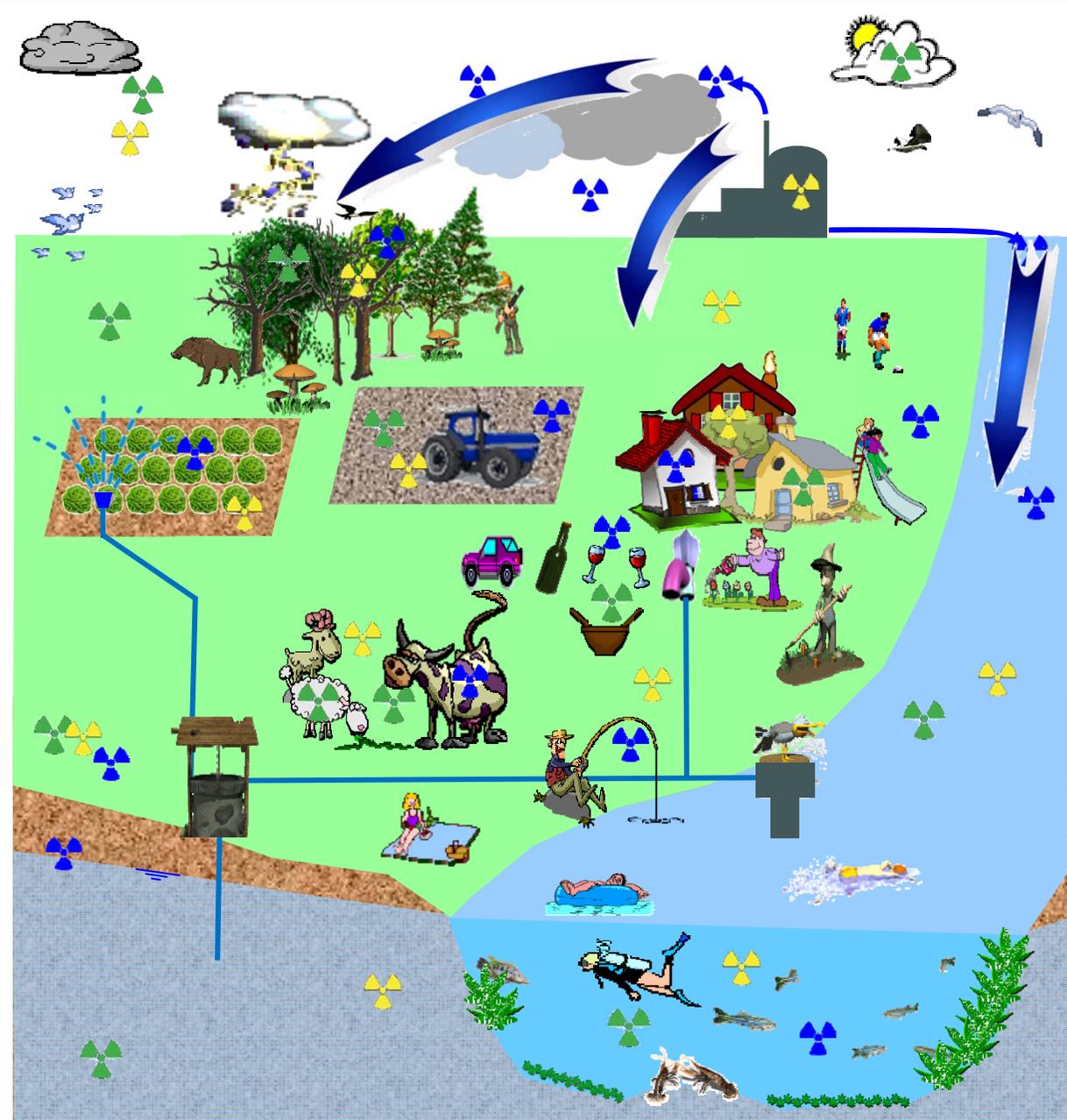


La radioécologie

Radionucléides naturels
Radionucléides artificiels

Installation nucléaire
Rejets atmosphériques et liquides
Dispersion et dépôts
sur sols nus, sur cultures, sédiments, MES ...
Transfert, absorption, désorption
Flore, faune

Expositions externes (nuage, dépôt, RS)
Expositions internes (inhalation, ingestion)



MES : Matière en suspension
 RS : Remise en suspension

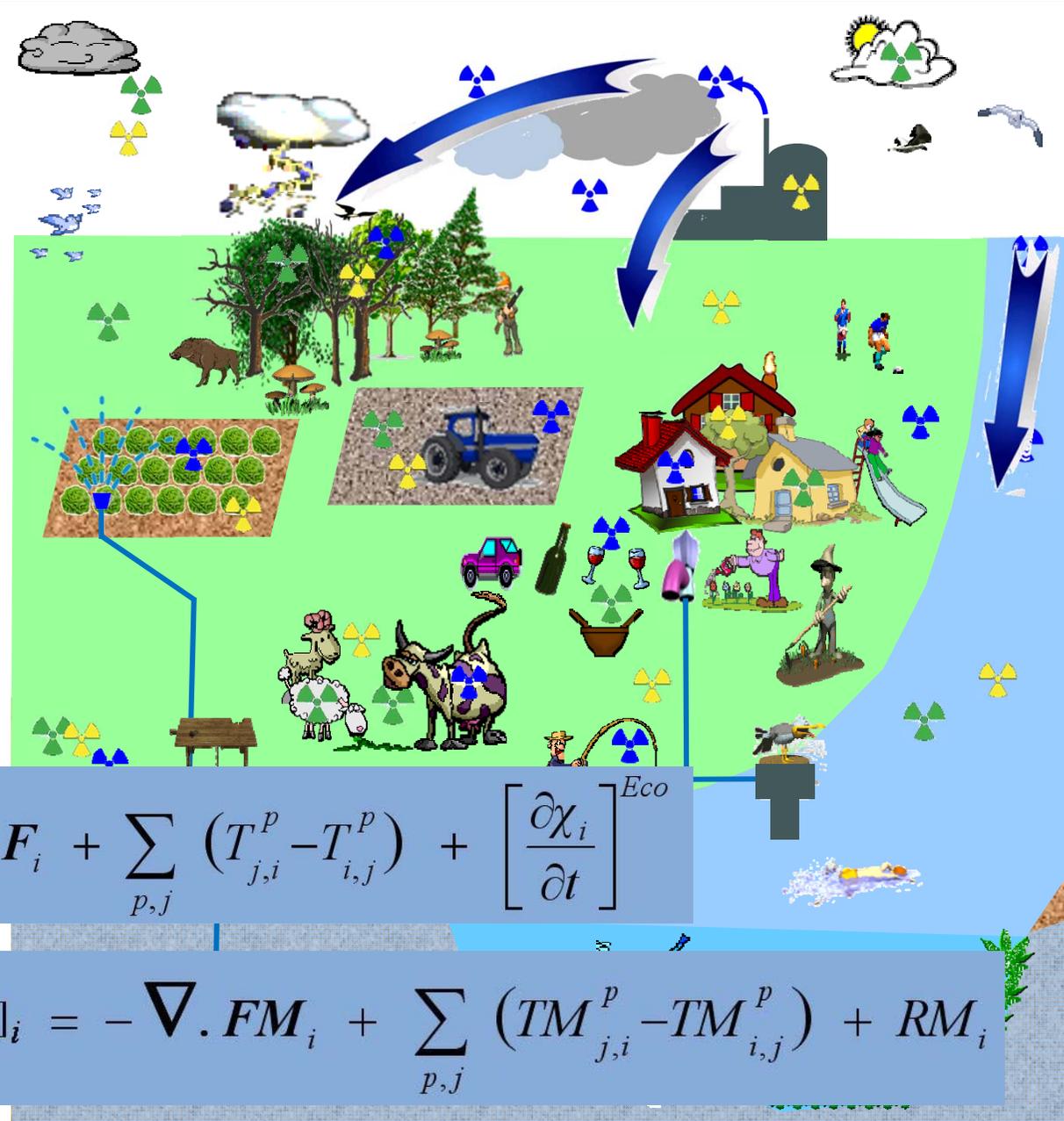
La radioécologie

Radionucléides naturels
Radionucléides artificiels

Modélisation simple !!!

Installation nucléaire
Rejets atmosphériques et liquides
Dispersion et dépôts
sur sols nus, sur cultures, sédiments, MES ...
Transfert, absorption, désorption
Flore, faune

Expositions externes (nuage, dépôt, RS)
Expositions internes (inhalation, ingestion)



$$\frac{\partial}{\partial t} \chi_i = -\nabla \cdot F_i + \sum_{p,j} (T_{j,i}^p - T_{i,j}^p) + \left[\frac{\partial \chi_i}{\partial t} \right]^{Eco}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \chi_i [C]_i = -\nabla \cdot FM_i + \sum_{p,j} (TM_{j,i}^p - TM_{i,j}^p) + RM_i$$

MES : Matières en suspension
RS : Remise en suspension

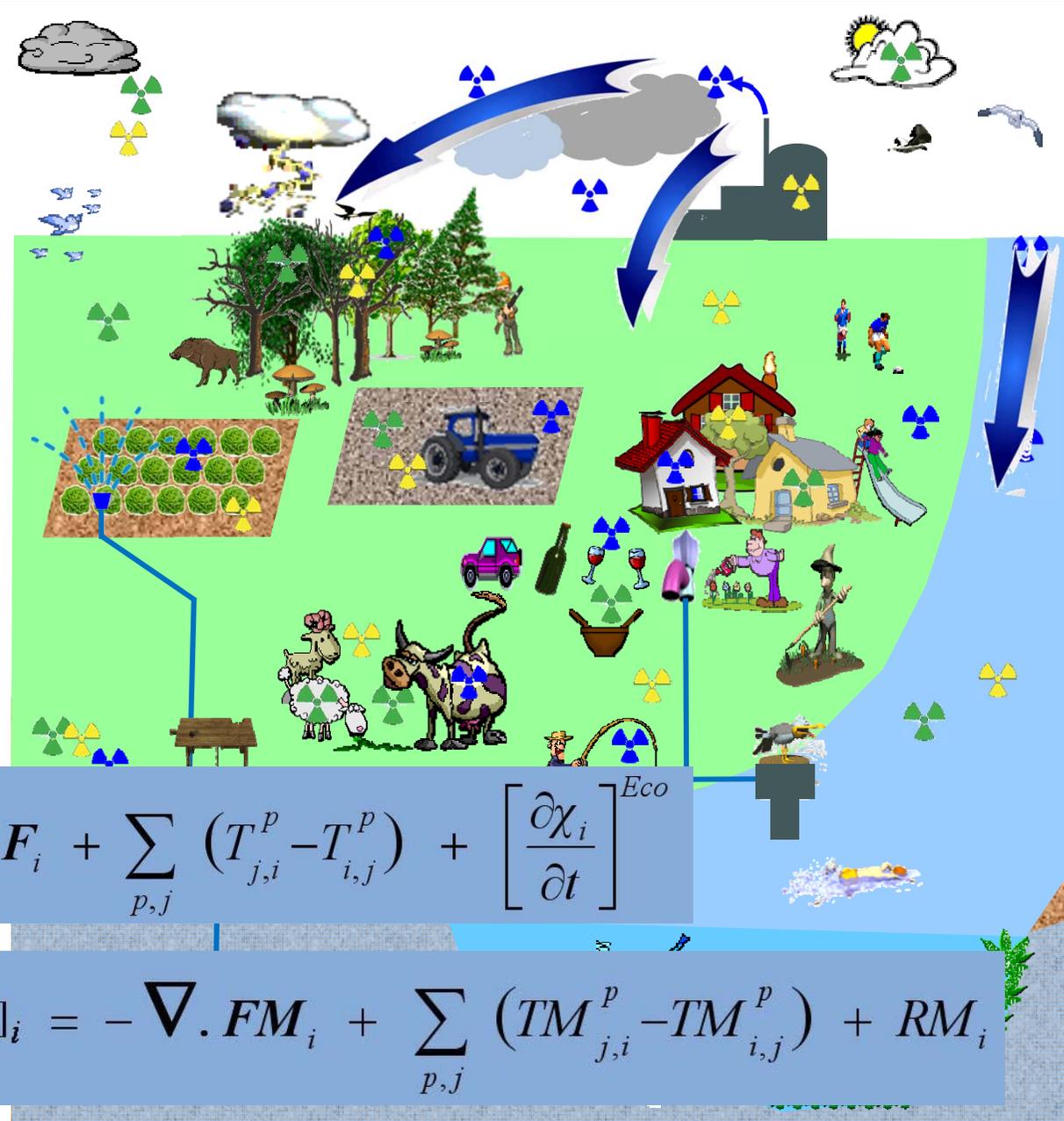
La radioécologie

Radionucléides naturels
Radionucléides artificiels

Modélisation simple !!!

Installation nucléaire
Rejets atmosphériques et liquides
Dispersion et dépôts
sur sols nus, sur cultures, sédiments, MES ...
Transfert, absorption, désorption
Flore, faune

Expositions externes (nuage, dépôt, RS)
Expositions internes (inhalation, ingestion)



$$\frac{\partial}{\partial t} \chi_i = -\nabla \cdot F_i + \sum_{p,j} (T_{j,i}^p - T_{i,j}^p) + \left[\frac{\partial \chi_i}{\partial t} \right]^{Eco}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \chi_i [C]_i = -\nabla \cdot FM_i + \sum_{p,j} (TM_{j,i}^p - TM_{i,j}^p) + RM_i$$



MES : Matière en suspension
RS : Remise en suspension

La radioécologie

Un outil : SYMBIOSE

Plate-forme de simulation du transfert de radionucléides dans les écosystèmes et calcul de l'impact dosimétrique à l'homme



*Outil d'archivage des données environnementales génériques et site-spécifiques
Plate-forme de développement de modules & simulateurs*

Domaine d'application

Fonctionnement normal, incidentel ou accidentel d'installations nucléaires

Multi-rejets : atmosphérique, aquatique fluvial et marin

Multi-milieux : atmosphérique, fluvial, marin, agricole et anthropique, et interfaces

Multi-expositions : externe, inhalation et ingestion

Simulations

Spécifiques (^3H , ^{14}C et ^{36}Cl)

Dynamiques (variabilité temporelle), spatialisées (variabilité spatiale)

Déterministes ou probabilistes



La radioécologie

Un outil : SYMBIOSE

Données entrée et sortie



Données entrée :

- Rejets
- Météorologie, hydrographie
- Démographie
- Modes de vie, budget temps, loisirs ...
- Agriculture
- Paramètres radioécologiques

• Occupation du sol

Données sorties :

- Concentration (indice)
- Doses

• Occupation du sol

$$\text{Concentration Index} = \frac{\text{Concentration}}{\text{MPL}}$$

Classes de l'indice de concentration	Couleur
Concentration inférieure à 30% de la limite de commercialisation	
Concentration supérieure à 3 fois la limite de commercialisation	
Concentration entre 30% et 3 fois la limite de commercialisation	

La radioécologie

Nos occupations du sol



Simples !!!

**Multi-sources : RGE® (IGN), RPG (ASP), OSO2 (THEIA), BD-OCSOL-PACA (CRIGE), Clc (EEA), OSM (Contributors)
LandSat, Sentinel2, Pleiades**

Multi-échelles : Construction de plus de 20 m², Réseaux (RGE®)

Multi-millésimes

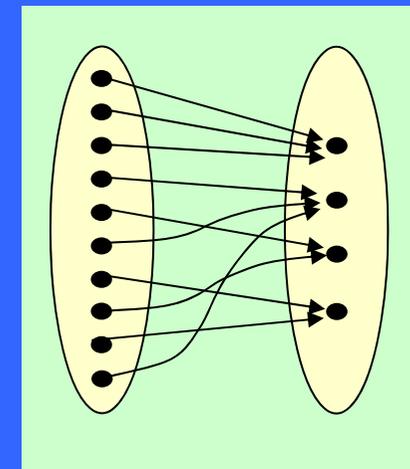
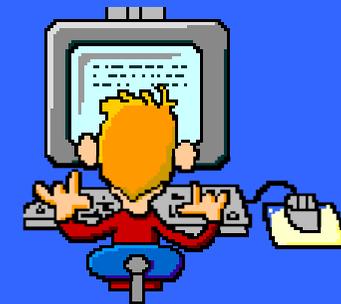
(Multi-temporelles : saisons)

Intégrités topologique (FME) et sémantique (Géodabase ArcGIS)

Agrégation d'entités géographiques suivant le libellé

Nomenclature simple mais évolutive (de 0 !, 4 pots puis une dizaine)

Entités géographiques découpées et regroupées



Nos occupations du sol

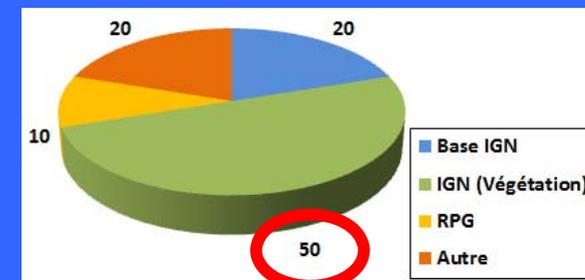
Simple, automatique !!!



RGE® (IGN) : BD-TOPO®, BD-PARCELLAIRE®	38 jeux de données, plus de 1.000 postes	2015
RPG (ASP) et BD-PARCELLAIRE® (IGN)	29 postes	2012
OSO2 (THEIA)	26 postes	2017
BD-OCSOL-PACA (CRIGE)	45 postes	2014 (2016)
Clc (EEA)	44 postes	2006 (2010)
OSM (Contributors)	*	*

Sentinel, Pleiades, Spot ...

Model Builder ...



Nos occupations du sol

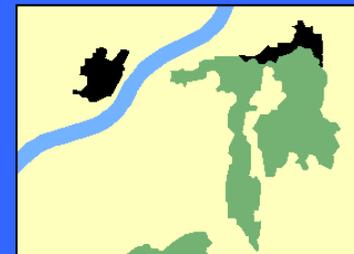
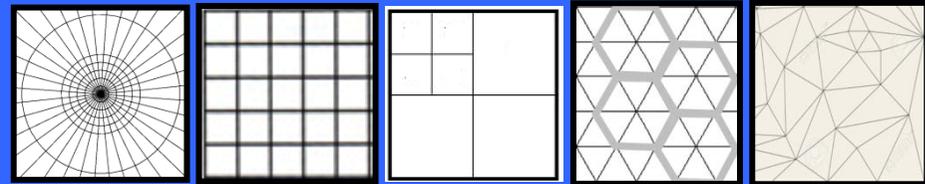
Nomenclature simple (mais évolutive)

Entités géographiques découpées et regroupées



Niveau 1	Libellé 1	Niveau 2	Libellé 2	Niveau	Libellé
C1	Surface antropisée	C1	Surface antropisée	C101	Surface antropisée (Bâti) Tissu urbain continu
				C102	Tissu urbain discontinu
				C2	Tissu urbain (autre)
C3	Surface agricole	C3	Surface agricole	C3	Surface agricole
		C4	Rizière	C4	Rizière
		C5	Prairie	C5	Prairie
		C6	Verger (et oliveraie)	C6	Verger (et oliveraie)
		C7	Vigne	C7	Vigne
C6	Forêt	C8	Forêt	C801	Forêt à feuilles caduques
				C802	Forêt à feuilles persistantes
				C803	Forêt mélangée
C9	Surface en eau	C9	Surface en eau	C9	Cours d'eau
				C10	Plan d'eau
				C11	Océan, mer
				C12	Estuaire
		C99	Autre	C99	Autre

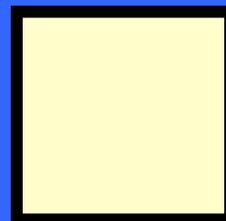
Le maillage



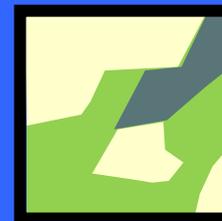
Jointure spatiale



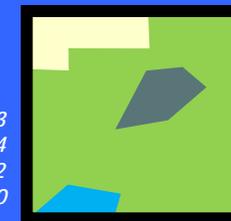
Libellé des cellules



Surf. anth. 0
Surf. agr. 1
Forêt 0
Eau 0



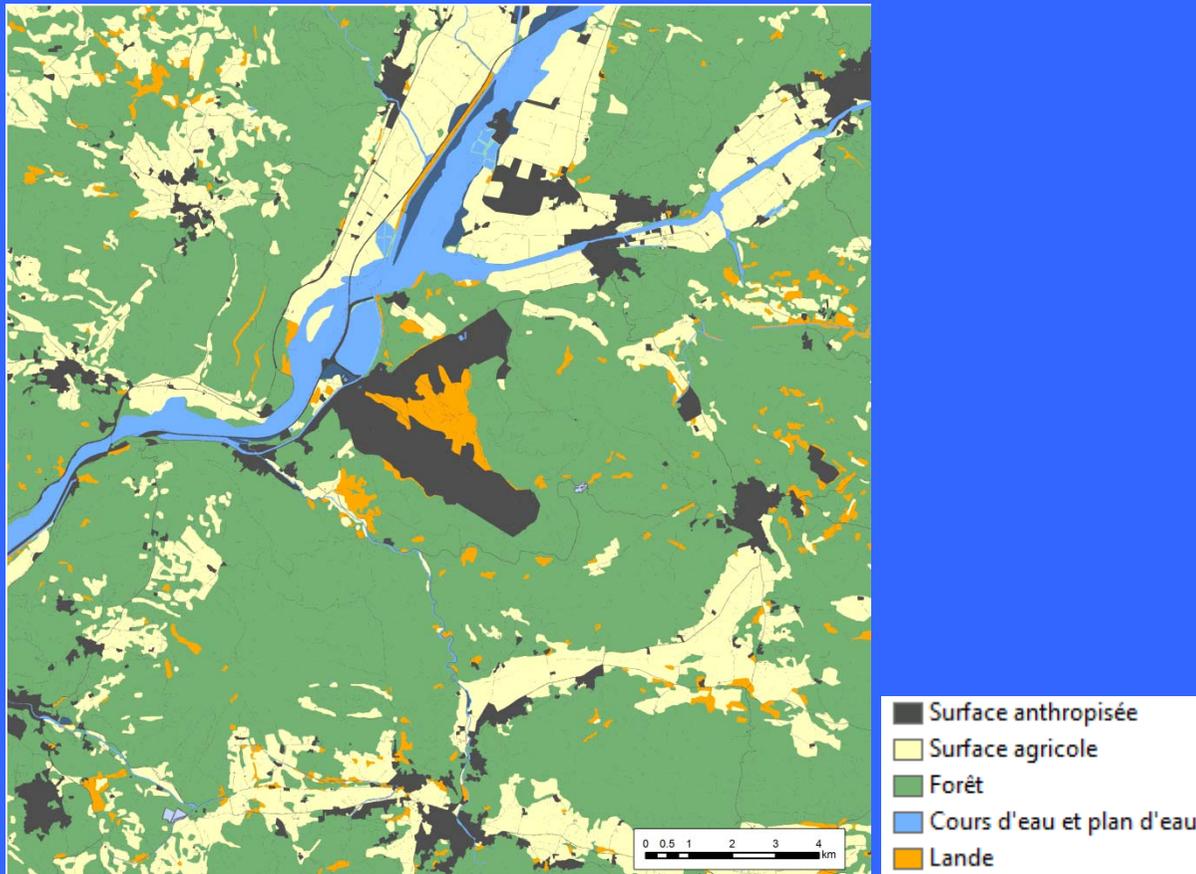
Surf. anthr. 0.3
Surf. agr. 0.4
Forêt 0.2
Eau 0.0



Surf. anthr. 0.1
Surf. agr. 0.2
Forêt 0.6
Eau 0.1

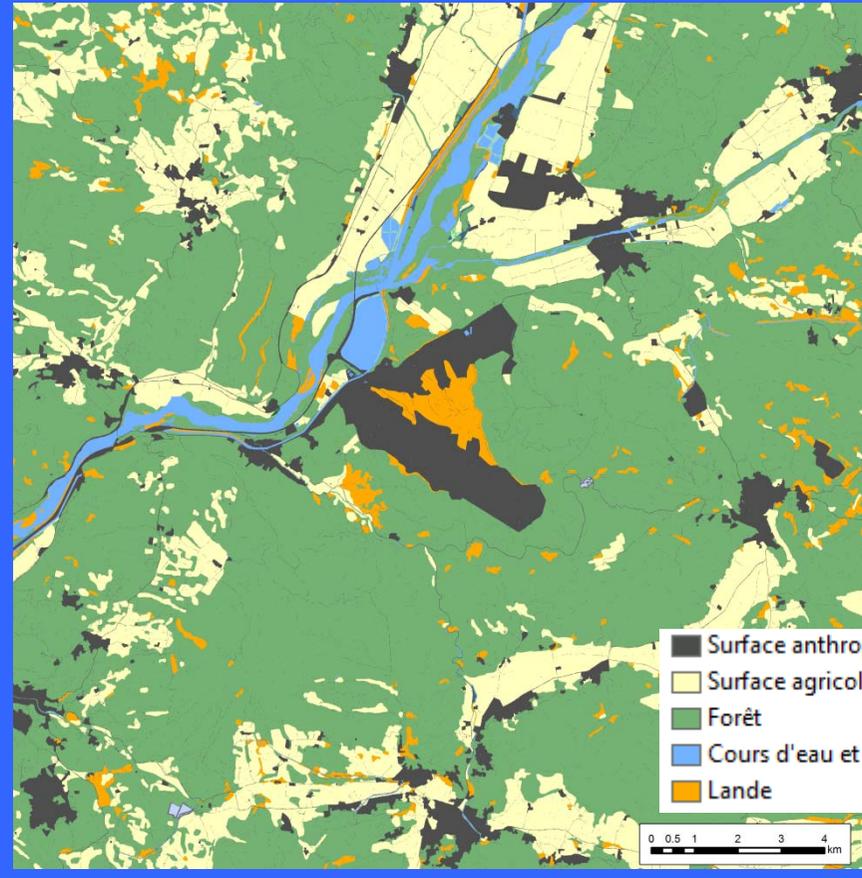
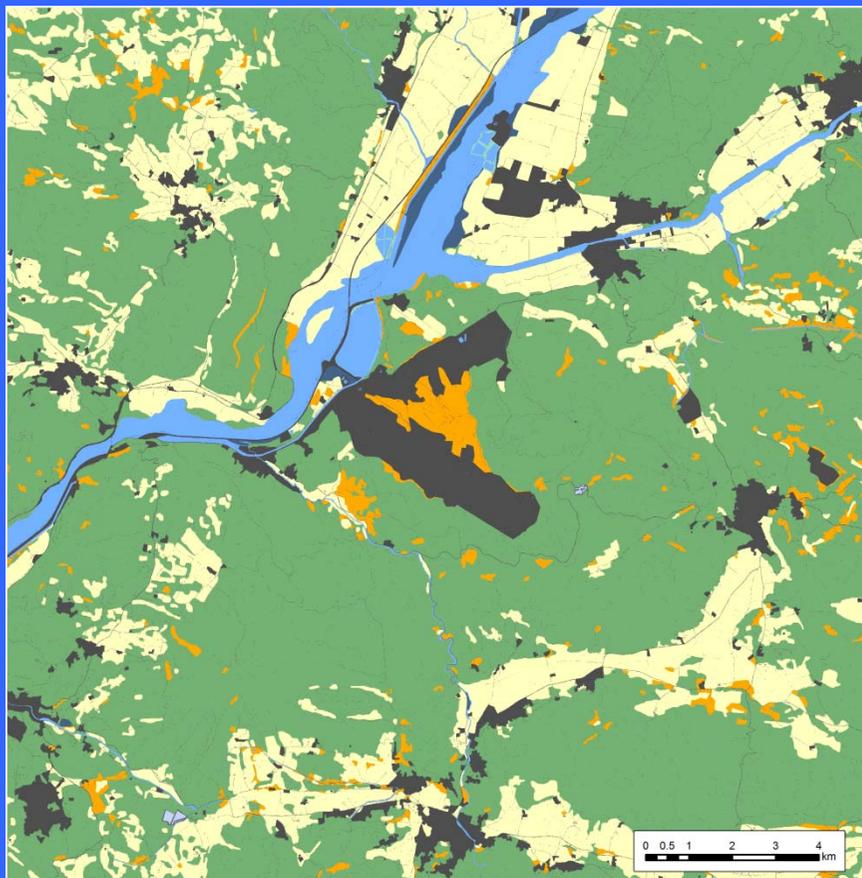
Nos occupations du sol

Centre de Cadarache



Nos occupations du sol

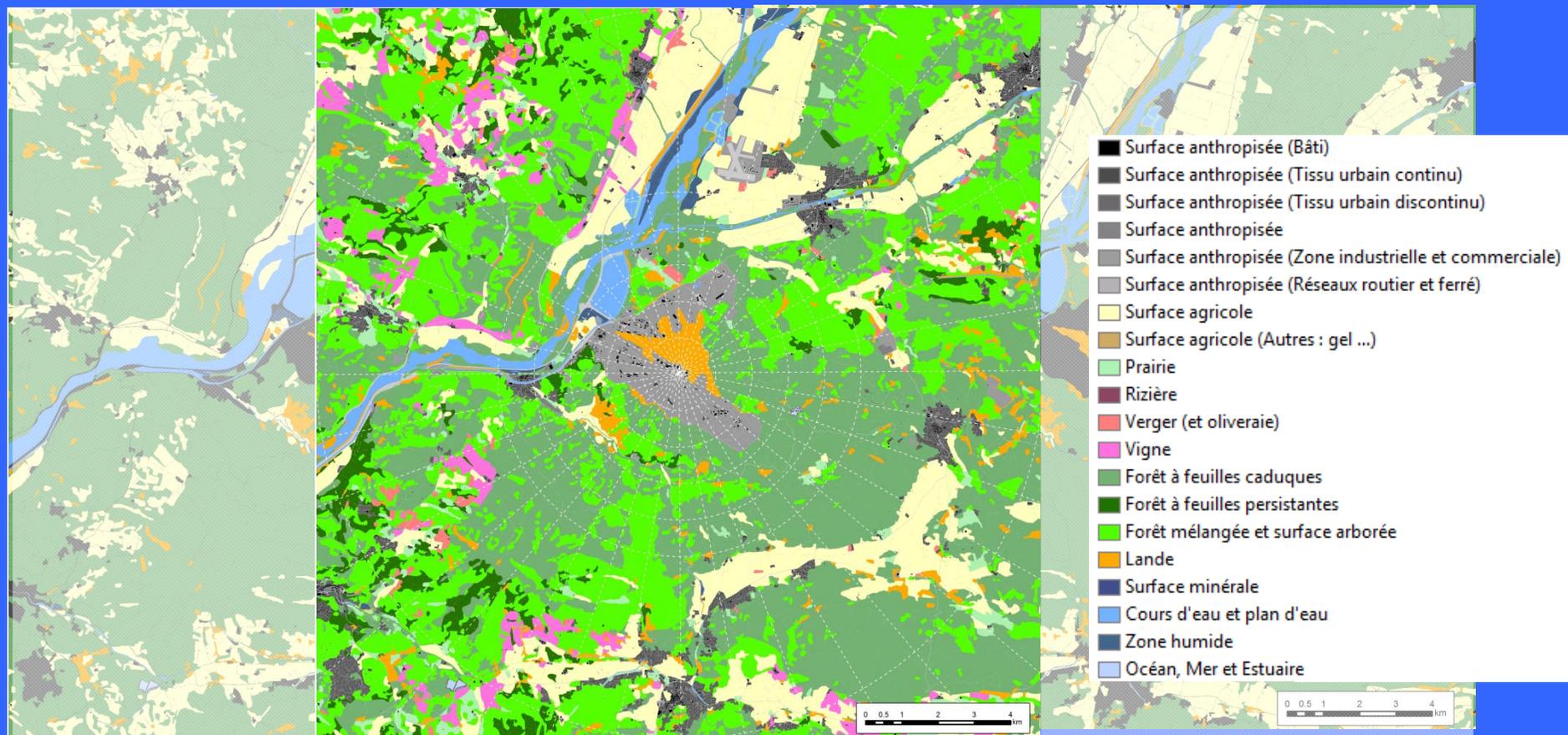
Centre de Cadarache



- Surface anthropisée
- Surface agricole
- Forêt
- Cours d'eau et plan d'eau
- Lande

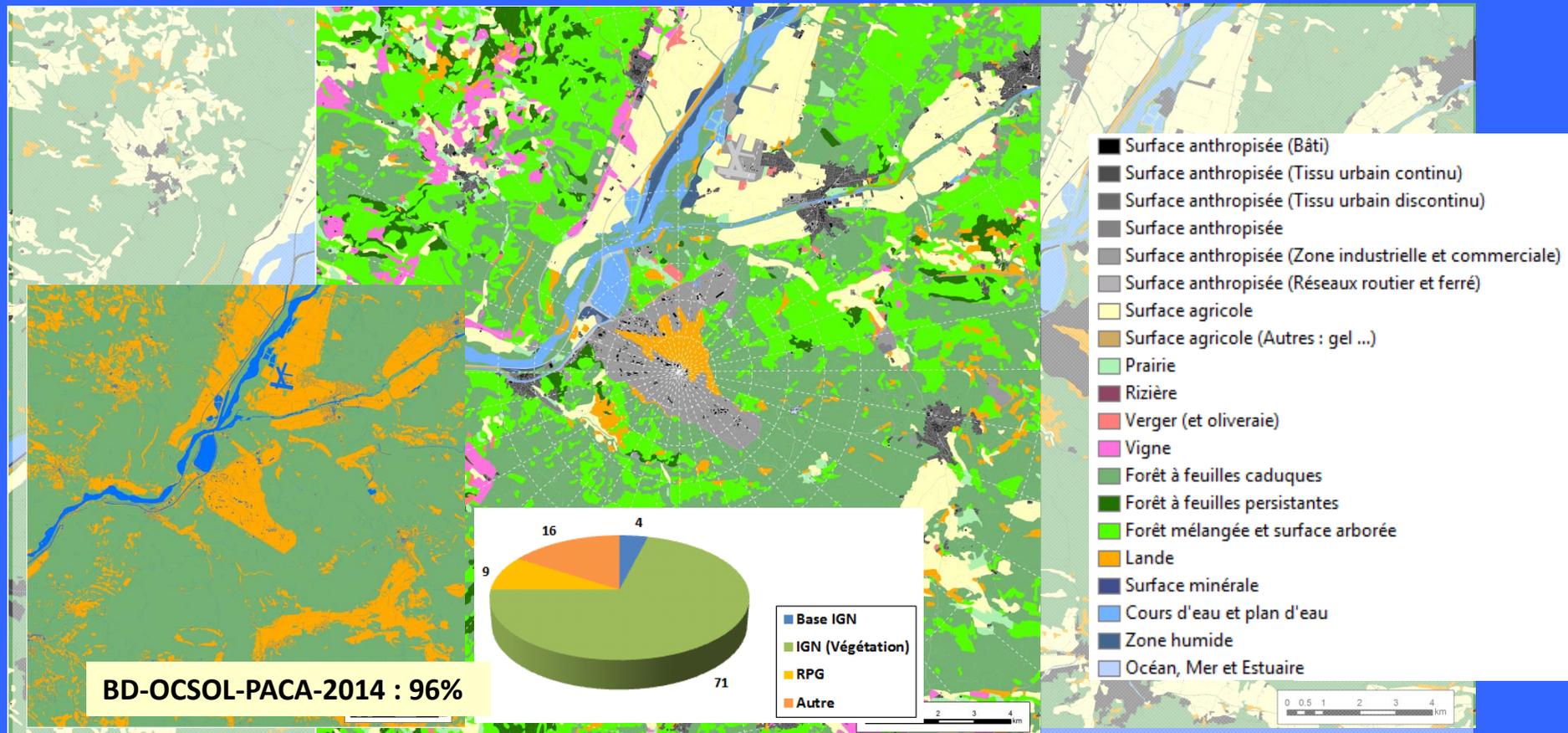
Nos occupations du sol

Centre de Cadarache



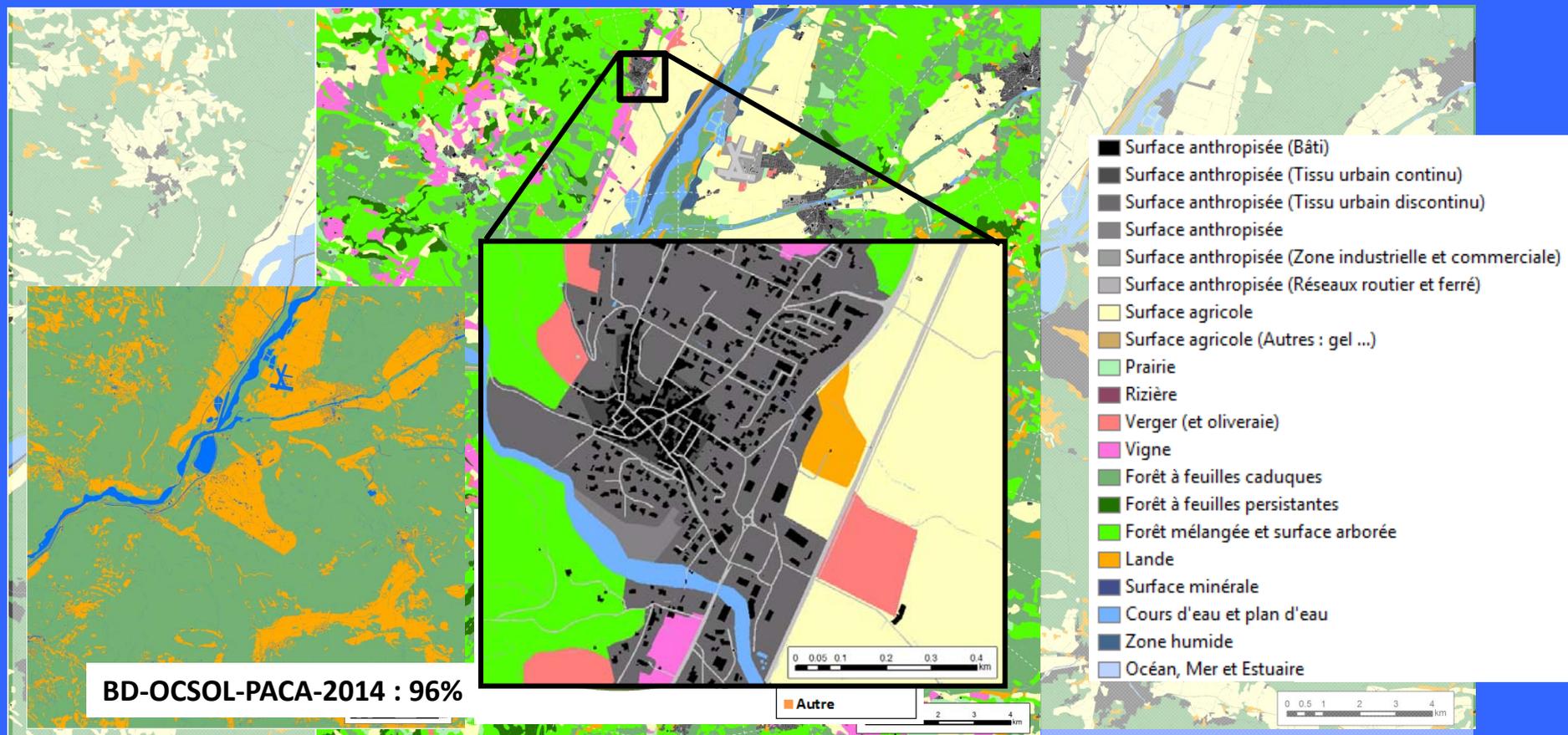
Nos occupations du sol

Centre de Cadarache



Nos occupations du sol

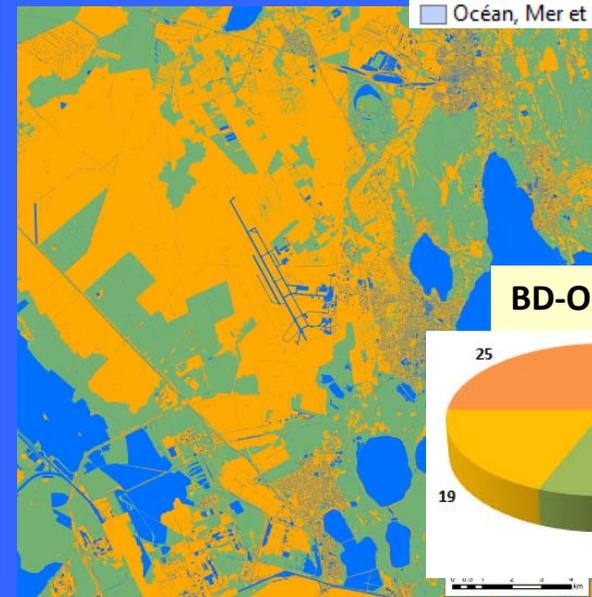
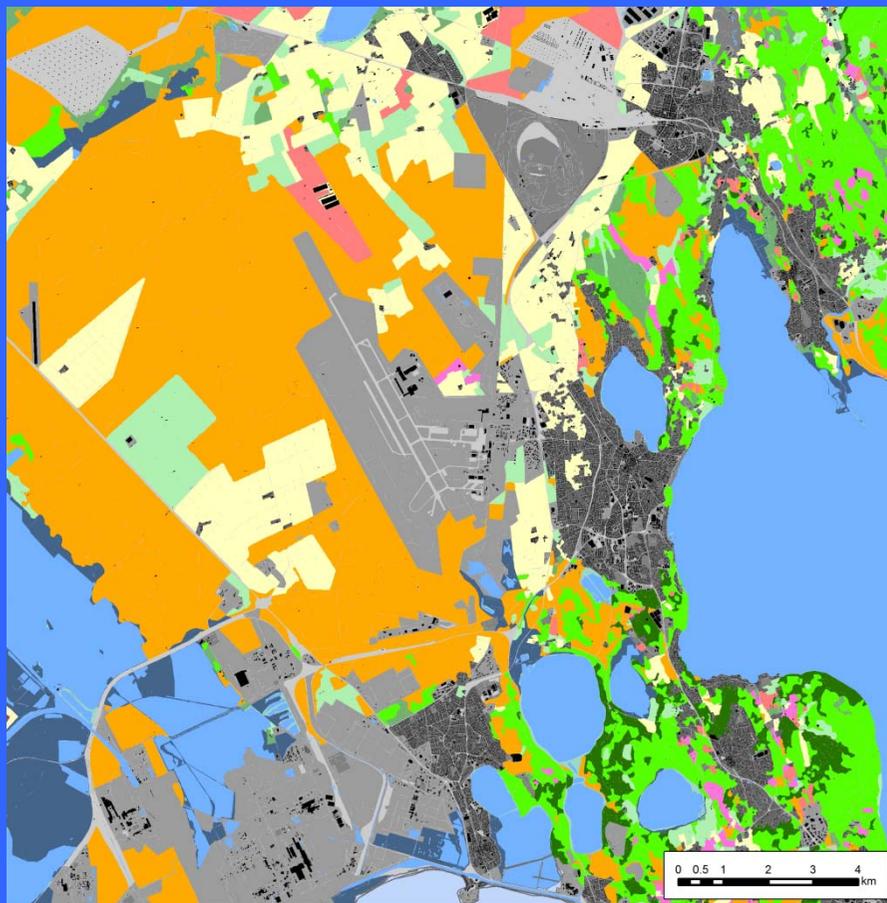
Centre de Cadarache



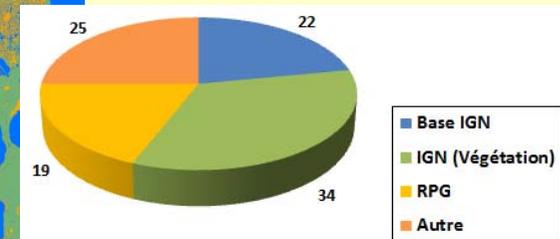
Nos occupations du sol

Base aérienne d'Istres

- Surface anthropisée (Bâti)
- Surface anthropisée (Tissu urbain continu)
- Surface anthropisée (Tissu urbain discontinu)
- Surface anthropisée
- Surface anthropisée (Zone industrielle et commerciale)
- Surface anthropisée (Réseaux routier et ferré)
- Surface agricole
- Surface agricole (Autres : gel ...)
- Prairie
- Rizière
- Verger (et oliveraie)
- Vigne
- Forêt à feuilles caduques
- Forêt à feuilles persistantes
- Forêt mélangée et surface arborée
- Lande
- Surface minérale
- Cours d'eau et plan d'eau
- Zone humide
- Océan, Mer et Estuaire



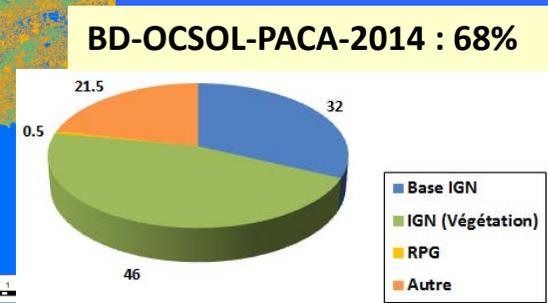
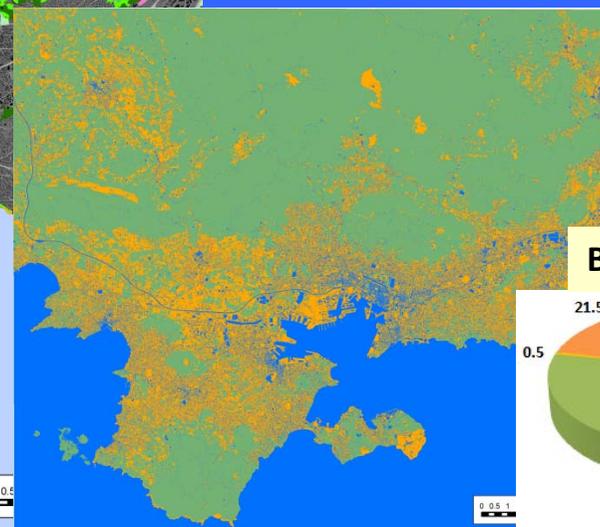
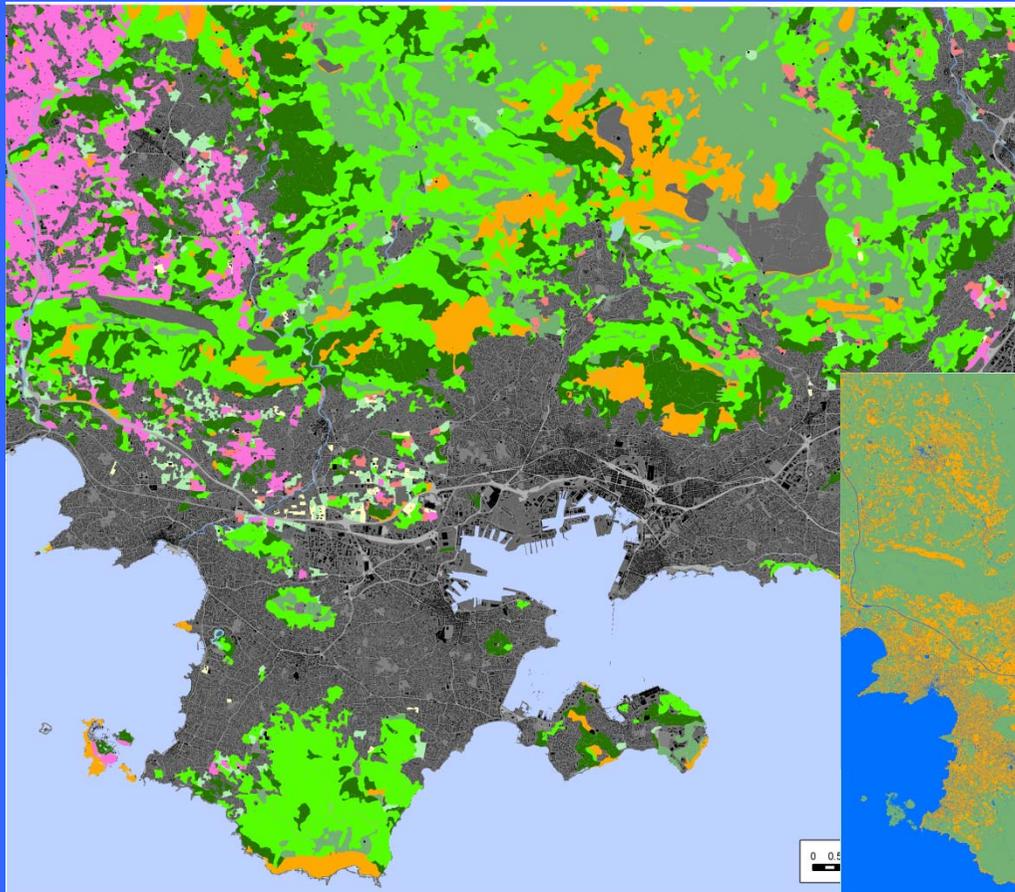
BD-OCSOL-PACA-2014 : 78%



Nos occupations du sol

Base Marine Toulon

- Surface anthropisée (Bâti)
- Surface anthropisée (Tissu urbain continu)
- Surface anthropisée (Tissu urbain discontinu)
- Surface anthropisée
- Surface anthropisée (Zone industrielle et commerciale)
- Surface anthropisée (Réseaux routier et ferré)
- Surface agricole
- Surface agricole (Autres : gel ...)
- Prairie
- Rizière
- Verger (et oliveraie)
- Vigne
- Forêt à feuilles caduques
- Forêt à feuilles persistantes
- Forêt mélangée et surface arborée
- Lande
- Surface minérale
- Cours d'eau et plan d'eau
- Zone humide
- Océan, Mer et Estuaire

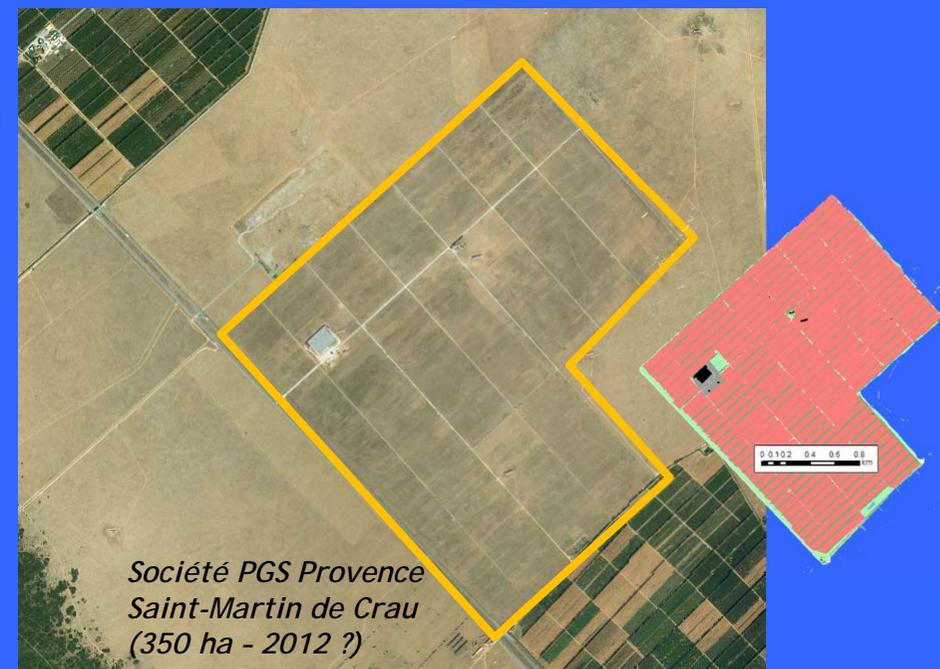


Nos occupations du sol

Pourquoi choisir BD-OCSOL-PACA (2014) à RGE® - BD TOPO® Végétation (2015 & 2017) ?

50% en surface, 45% de désaccord

Des manques pour le millésime ! ... 1% de superpositions et doublons !



Exemples d'utilisation

CNPE Chinon-Avoine : Tester la faisabilité d'une étude d'impact

fonctionnement normal – Impact des rejets réels – 5 ans (2004 → 2008 – pas horaire)

Accident de Fukushima-Daiichi : Tester la faisabilité d'un calcul d'impact en situation de crise réelle

Accident - Impact denrées agricoles – 3 mois (du 11 mars au 11 juin 2011 – pas horaire)



Domaine spatial : 5 km pour l'environnement terrestre et 150 km de La Loire (en aval)

OCS :RPG, Clc

Cible : calcul de dose sur un individu adulte

Interactions spatiales complexes

Milieux : atmosphérique et agricole

Domaine spatial : 80 km pour l'environnement terrestre

OCS : Landsat

Cible : Calcul des activités dans les denrées agricoles

Interactions spatiales



Chinon

Rejets liquides

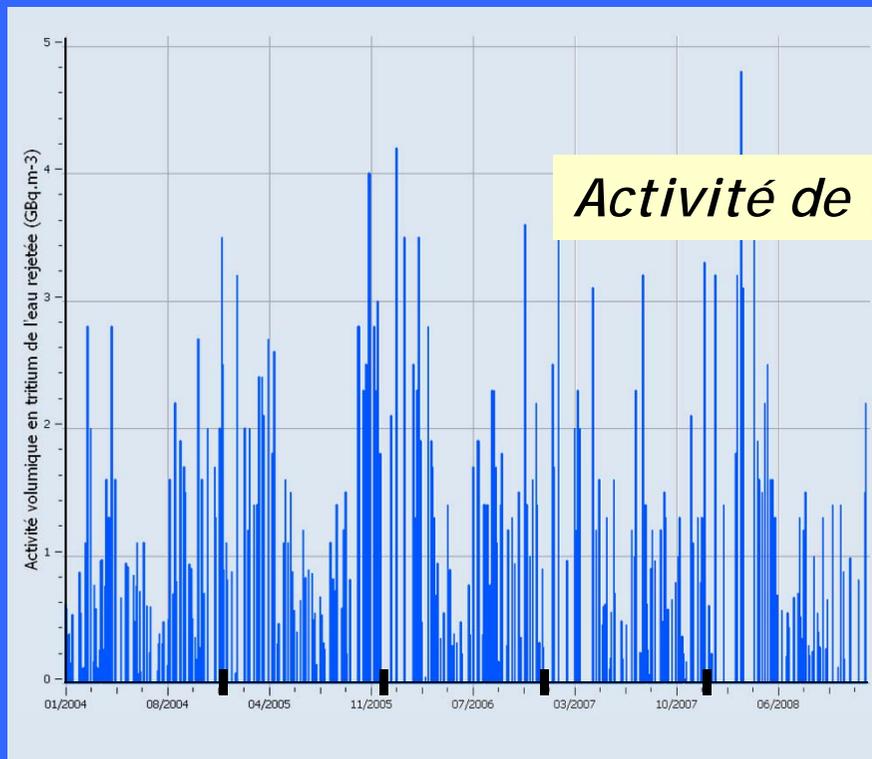
Spectre (14 Rn): ^{110m}Ag , $^{14}\text{C min.}$, ^{57}Co , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^3H , ^{131}I , ^{54}Mn , ^{63}Ni , ^{124}Sb , ^{125}Sb , ^{123m}Te

334 rejets durant de 2h à 60h

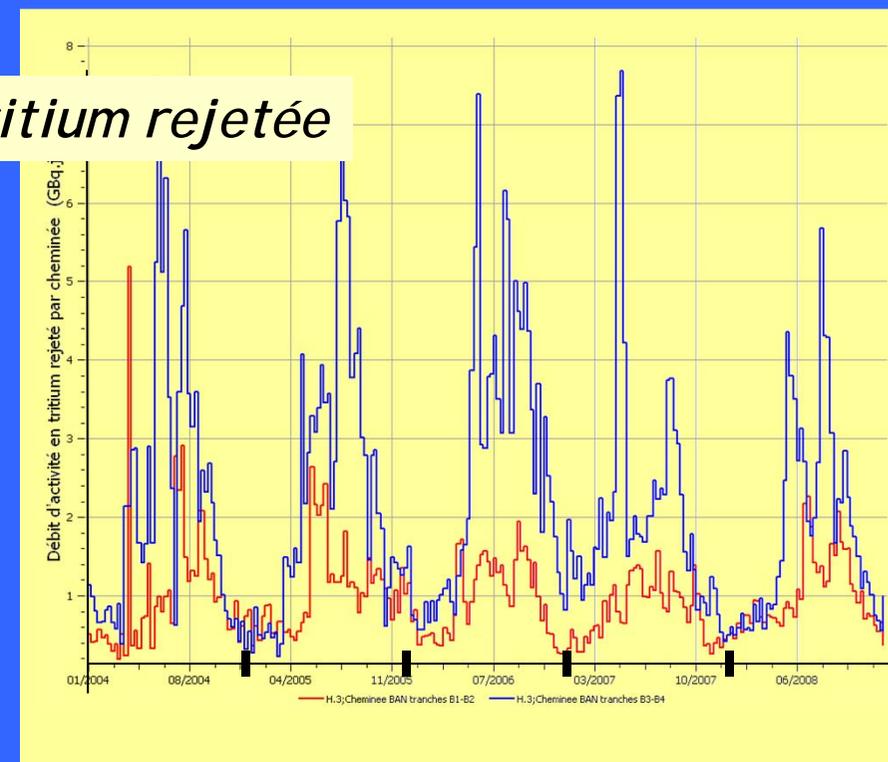
Rejets atmosphériques, par 2 cheminées

Spectre (16 Rn): ^{41}Ar , $^{14}\text{C m.}$, $^{14}\text{C o.}$, ^{58}Co , ^{60}Co , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^3H , ^{131}I , ^{133}I , ^{85}Kr , ^{85m}Kr , ^{88}Kr , ^{131m}Xe , ^{133}Xe , ^{135}Xe

Echantillonnage hebdomadaire



Activité de tritium rejetée



Chinon

Données Météo

Vitesse du vent, Direction du vent et Pluviométrie (CNPE), Nébulosité (Tours)

Données Hydro.

Débits, MES, Températures (Agence de l'Environnement)

Données MNT

Bd-Alt[®] (IGN) : Réseau hydro., Bassin versant (Ø)

Données Agricoles

Type de sol, Pratique culturale, Labour

Végétaux & Animaux

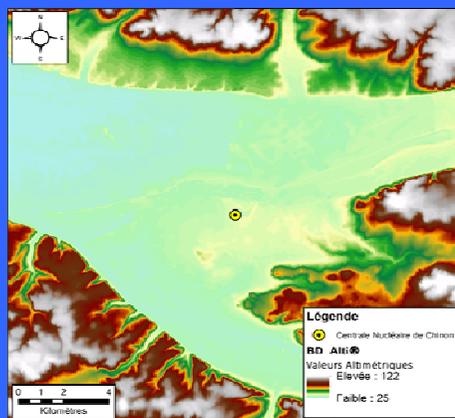
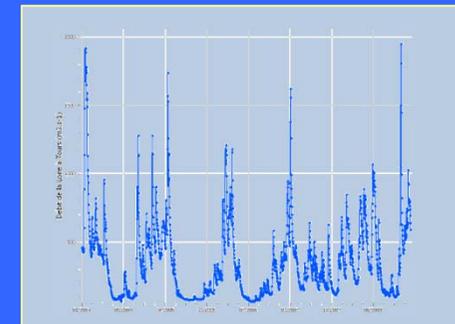
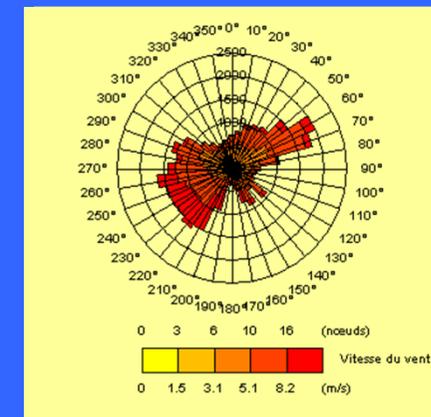
Calendriers (Végétaux : semis, récolte ; Affouragement : Ø ; Stabulation)

Irrigation, abreuvement (Loire)

Données Humaines

Ration alimentaire (Autoconsommation: Enquête locale de consommation)

Modes de vie, Budget temps, Loisirs

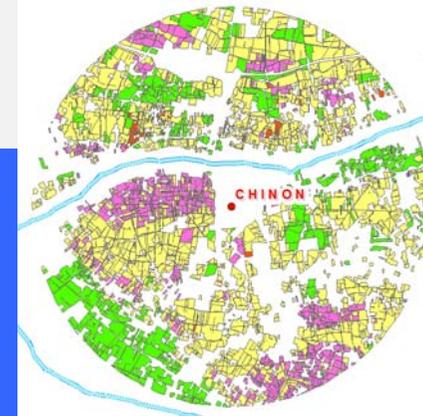


Chinon

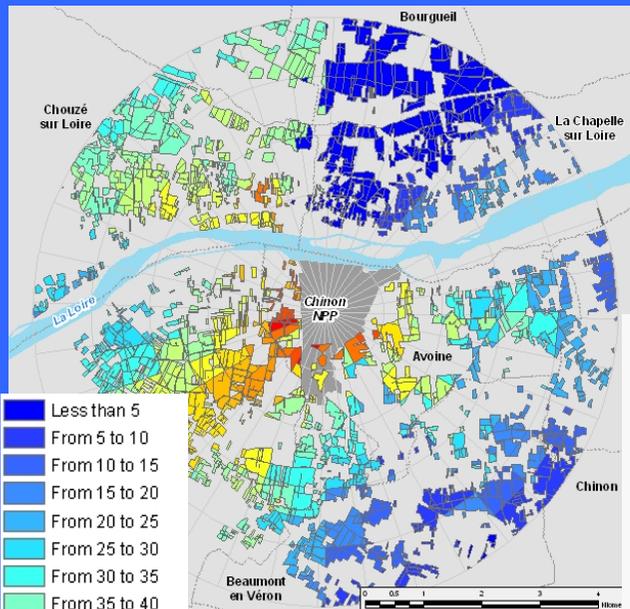
Contamination en ⁶⁰Co dans les céréales d'hiver (01/12/2005)

Surfaces agricoles (RPG)

Hors prairie, verger et vigne



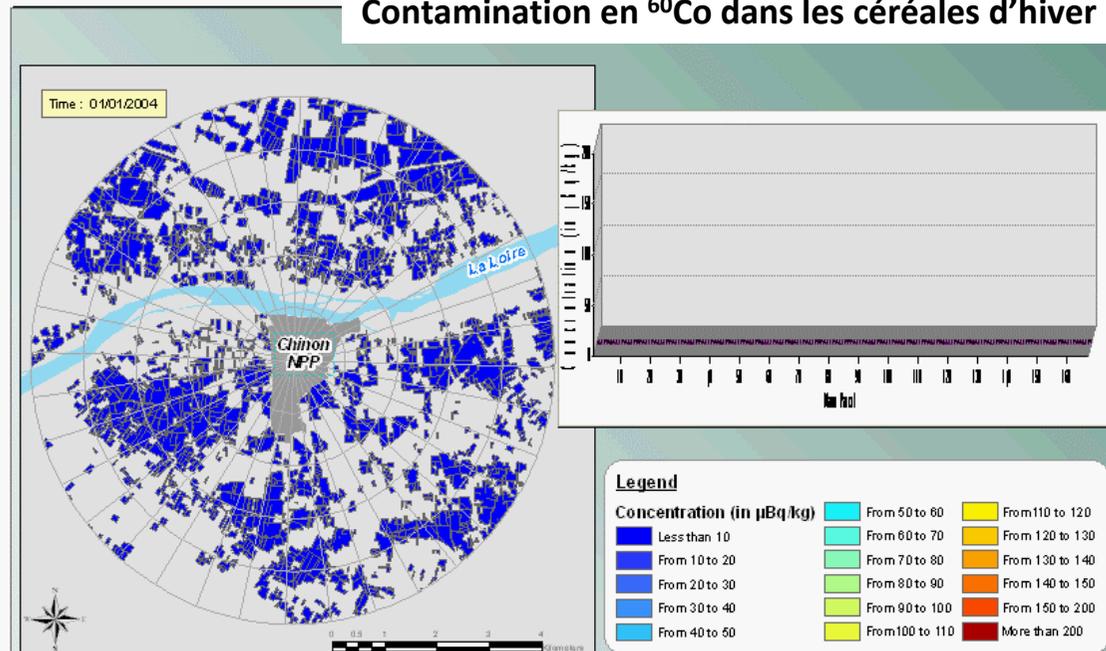
Animation



- Less than 5
- From 5 to 10
- From 10 to 15
- From 15 to 20
- From 20 to 25
- From 25 to 30
- From 30 to 35
- From 35 to 40
- From 40 to 45
- From 45 to 50
- From 50 to 60
- From 60 to 70
- From 70 to 80
- From 80 to 90
- From 90 to 100
- From 100 to 125
- From 125 to 150
- More than 150

en $\mu\text{Bq/kg}$

Contamination en ⁶⁰Co dans les céréales d'hiver

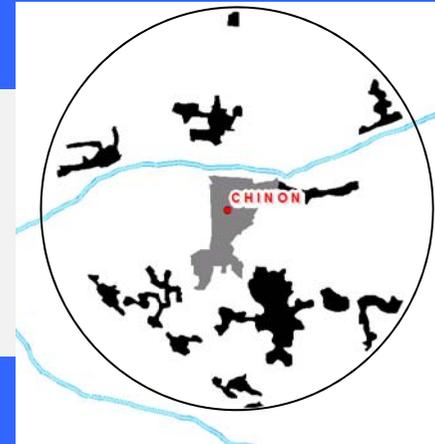


- Legend**
- Concentration (in $\mu\text{Bq/kg}$)
- Less than 10
 - From 10 to 20
 - From 20 to 30
 - From 30 to 40
 - From 40 to 50
 - From 50 to 60
 - From 60 to 70
 - From 70 to 80
 - From 80 to 90
 - From 90 to 100
 - From 100 to 110
 - From 110 to 120
 - From 120 to 130
 - From 130 to 140
 - From 140 to 150
 - From 150 to 200
 - More than 200

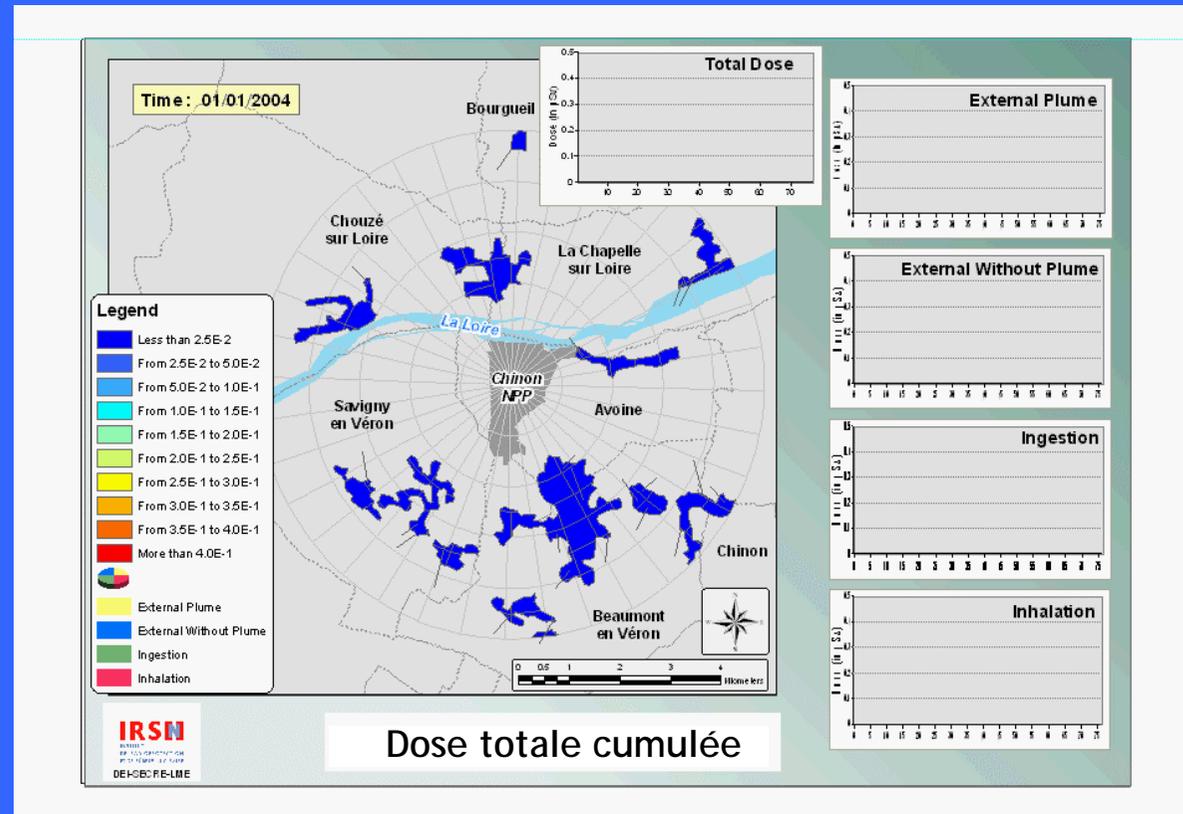
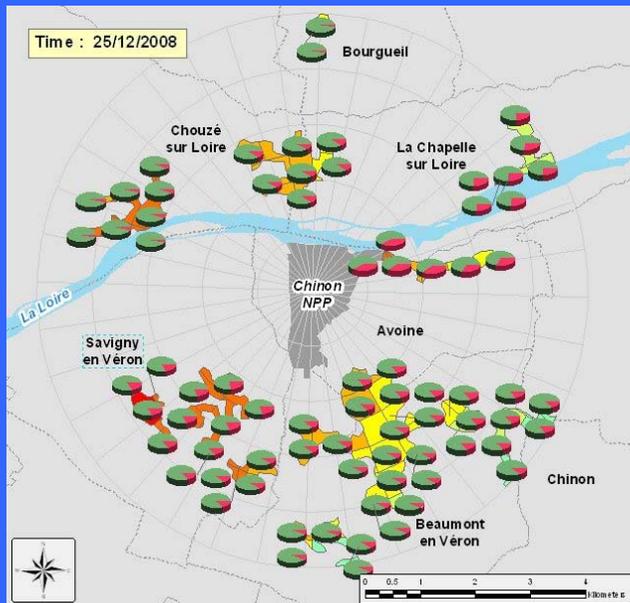
Chinon

Dose totale cumulée sur 5 ans

Surfaces anthropisées habitées (Clc)



Animation



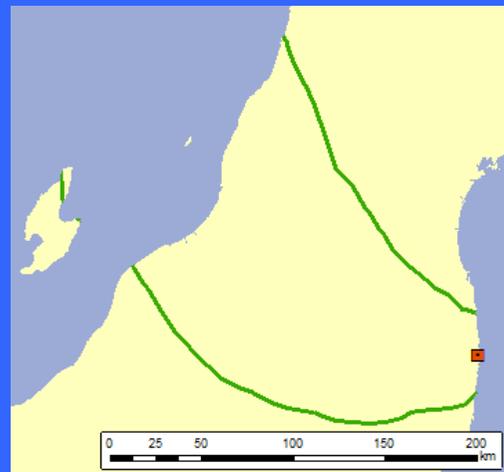
Fukushima Daiichi

Un bref regard critique

Produit selon l'occupation du sol



*NMA Niveaux Maximaux Admissibles
Légumes feuilles*



... et plus !

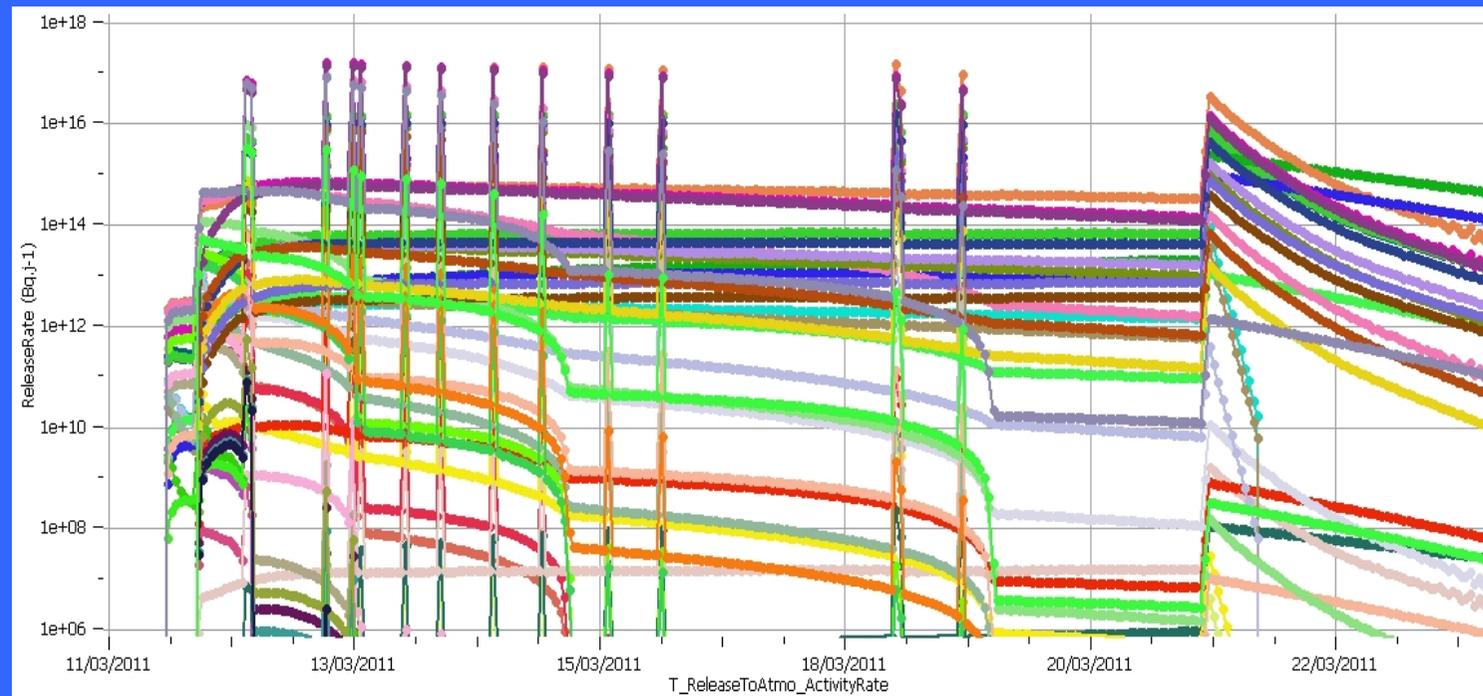
Fukushima Daiichi

Le terme source (IRSN-CTC)

Un émissaire (barycentre des réacteurs 1 à 4)

Spectre de 47 Radionucléides (+ 9 descendants par filiation)

Chronique : échantillonnage horaire



Fukushima Daiichi

Données Météo

Vitesse du vent, Direction du vent et Pluviométrie (IRSN-CTC)

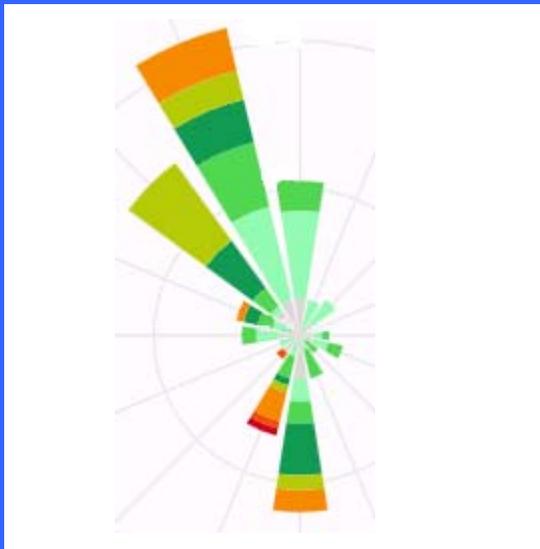
Données Hydro. ∅

Données MNT (1m, SRTM)

Données Agricoles ∅

Production continue de Légumes Feuilles

Données Humaines ∅



Fukushima Daiichi

Occupation du sol : Traitement d'une image satellite

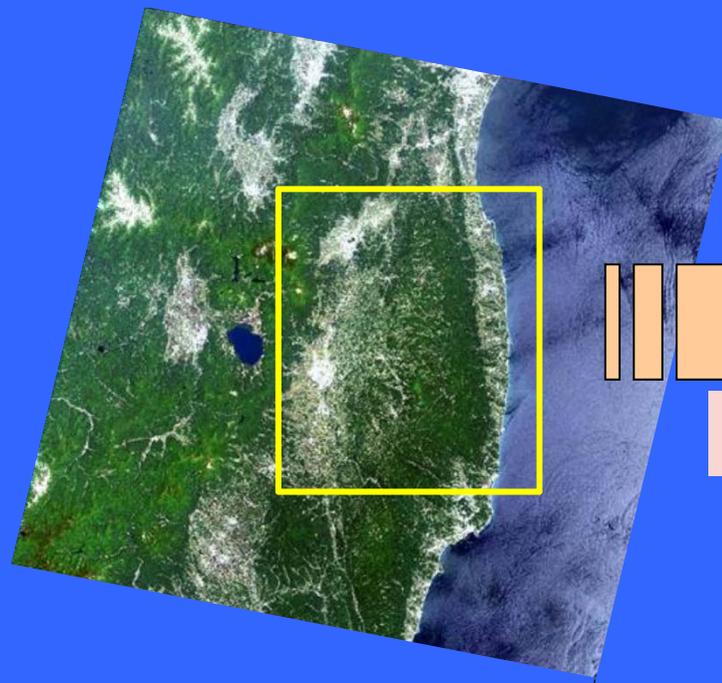
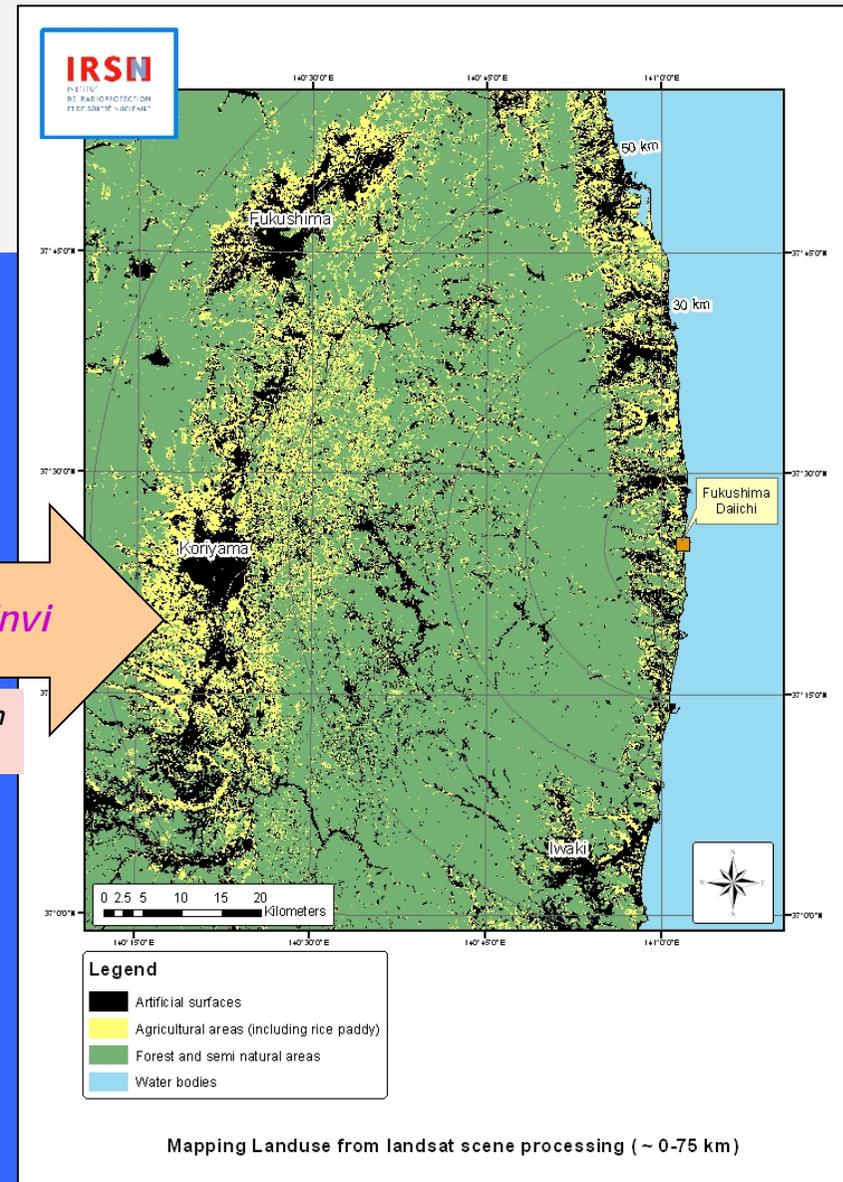


Image Landsat

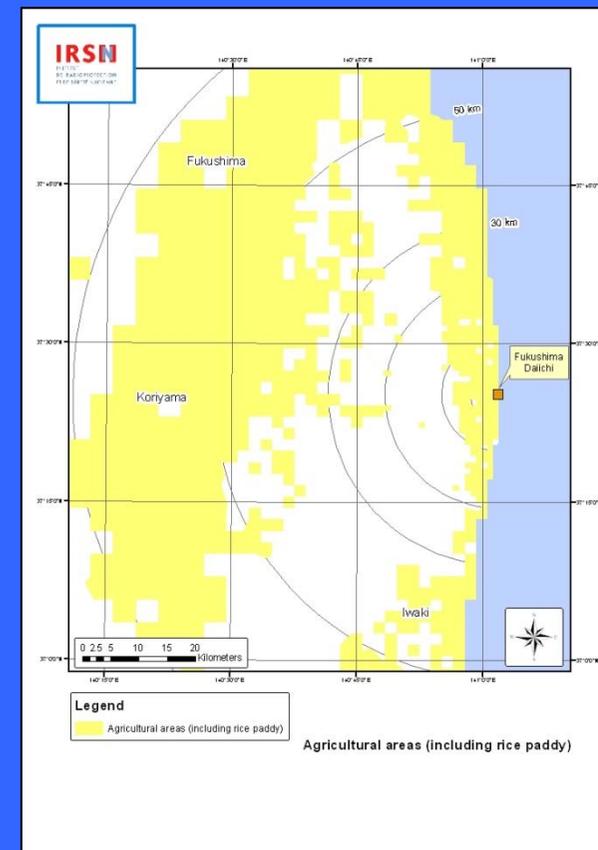
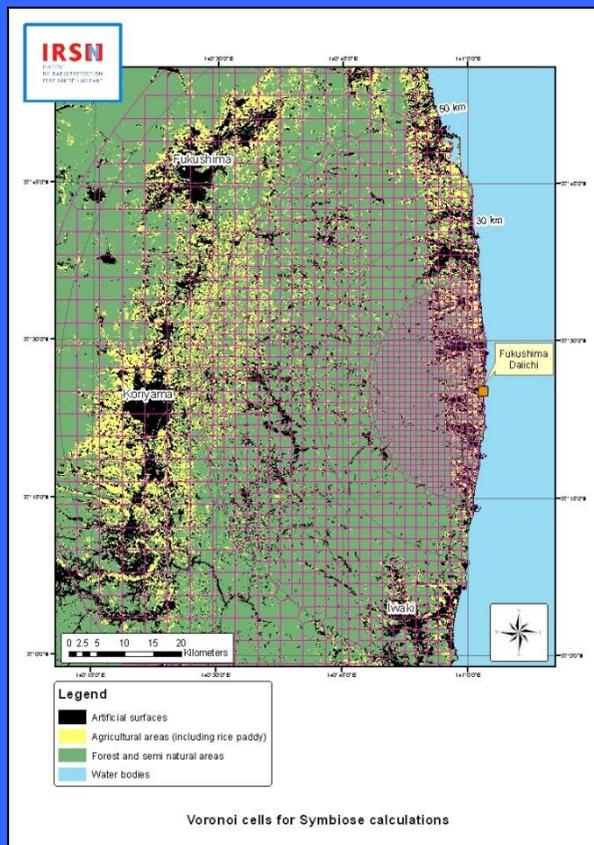
Logiciel Envi

Classification supervisée



Fukushima Daiichi

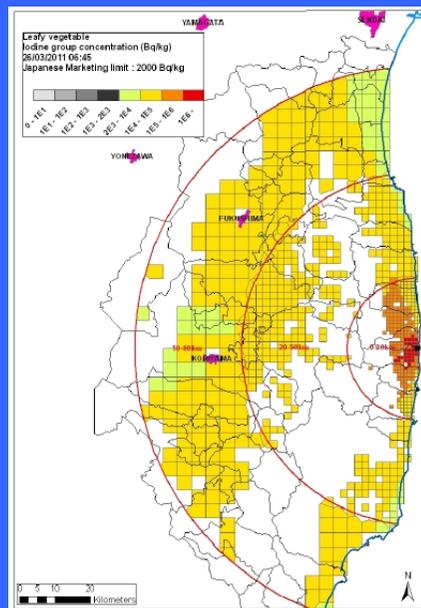
Surface dédiée aux cultures et/ou élevages animaux (Seuil $\geq 10\%$) → 830 mailles agricoles



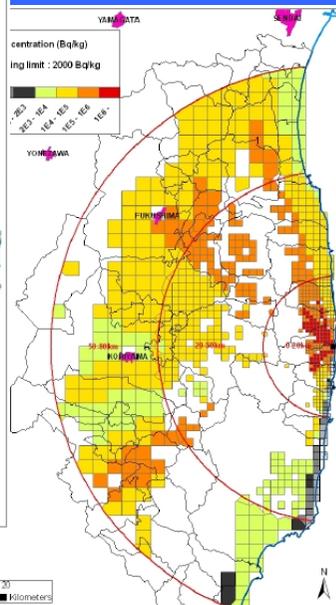
Fukushima Daiichi

Légumes Feuilles - Groupe Iodes

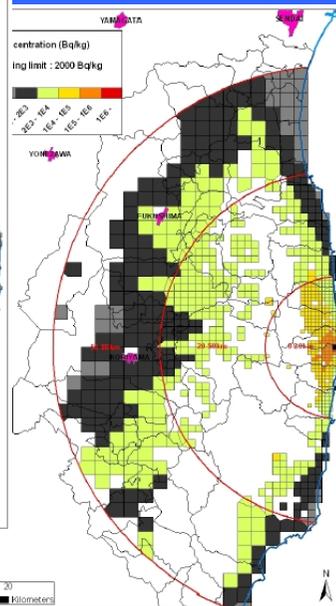
Animation



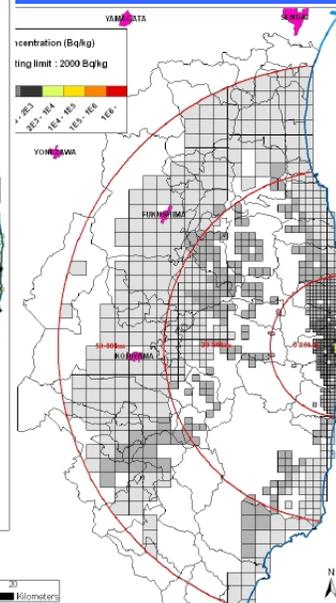
16 mars



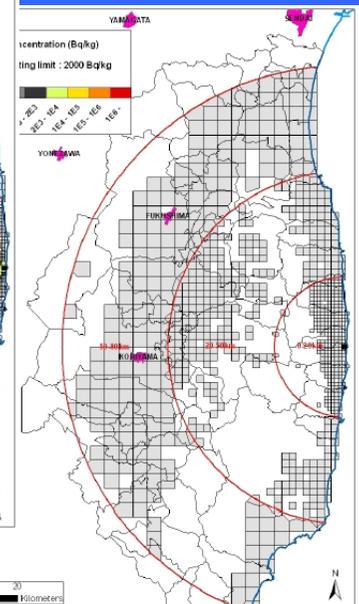
26 mars



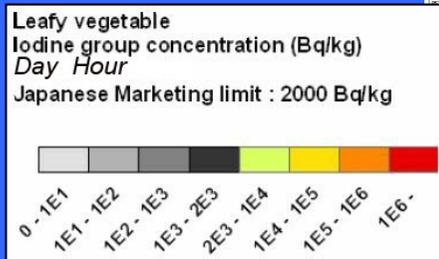
06 avril



06 mai

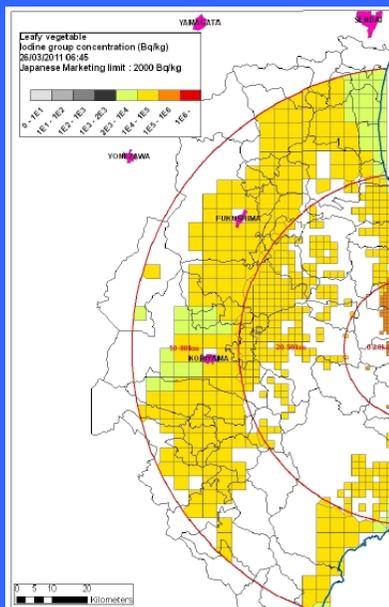


06 juin



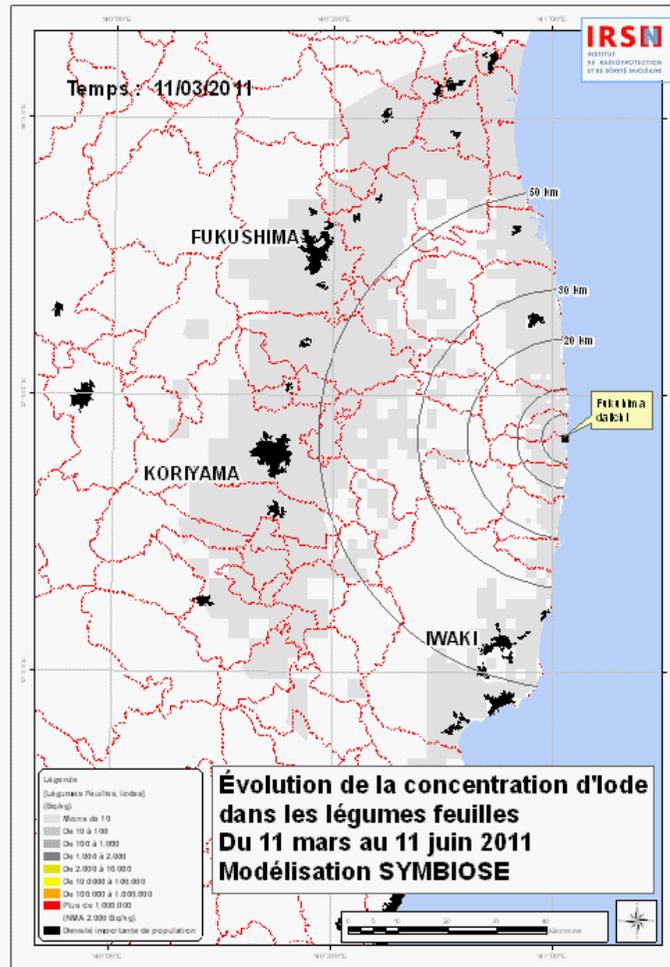
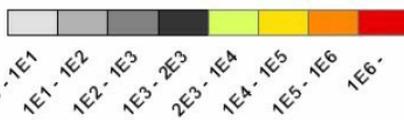
Fukushima Daiichi

Légumes Feuilles - Groupe Iodes

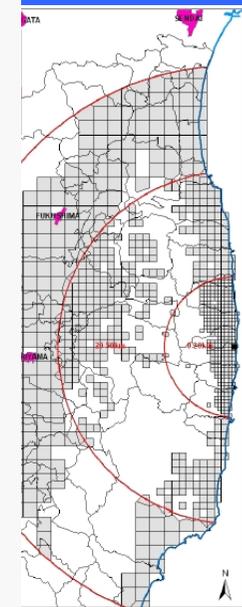


16 mars

Leafy vegetable
Iodine group concentration (Bq/kg)
Day Hour
Japanese Marketing limit : 2000 Bq/kg

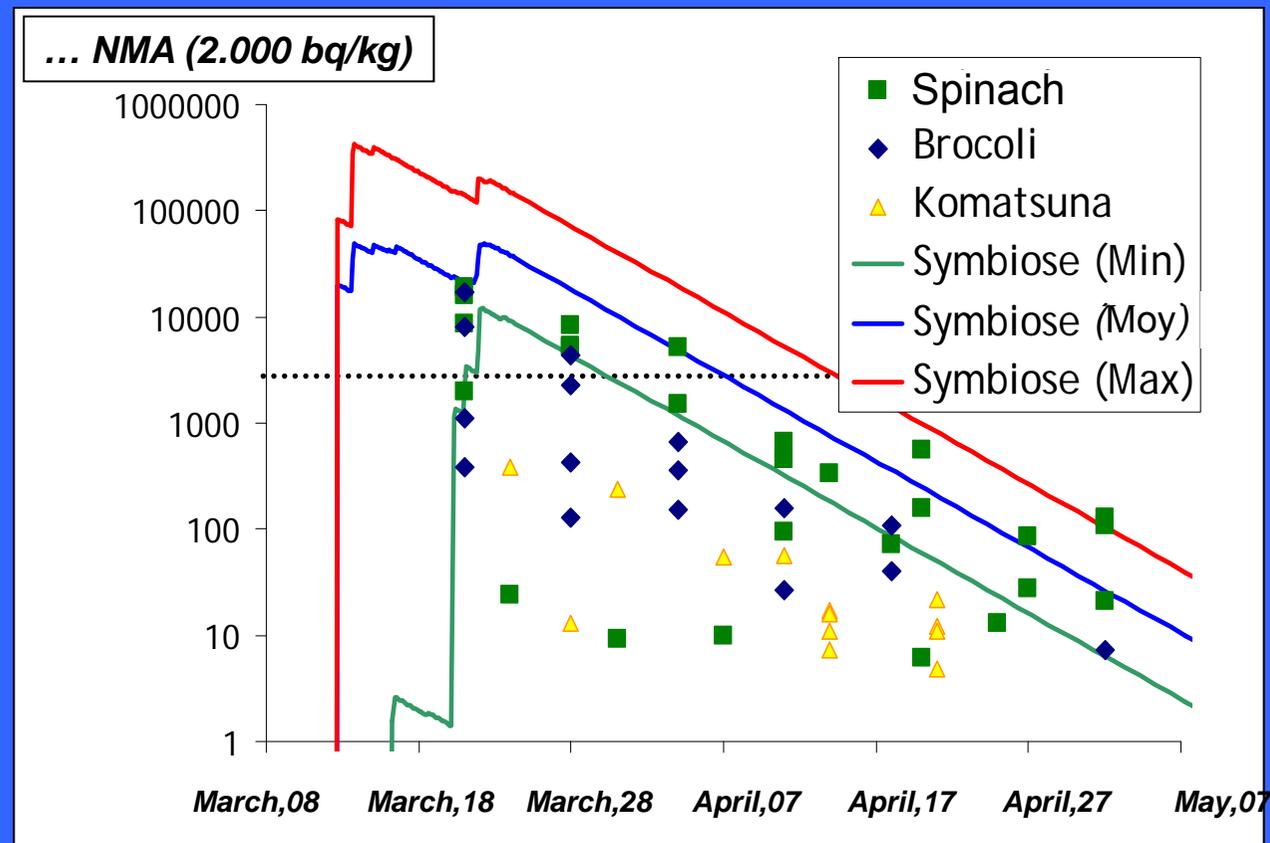


Animation



Fukushima Daiichi

Légumes Feuilles - Groupe Iodes



Conclusion

OCS sur étagère (en France)

multi-, nomenclature simple, entités topologiques*

Supports spatiaux : Point de départ de nos calculs et support aux résultats

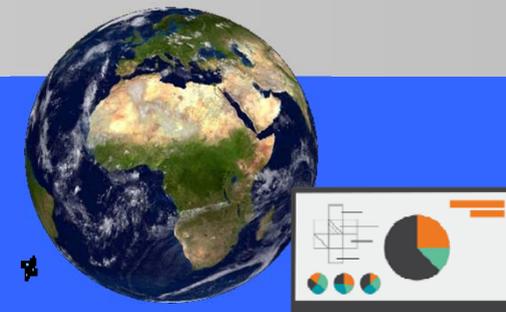
In fine, document d'aide à la décision (Limite de commercialisation, Dose ...)



Perspectives

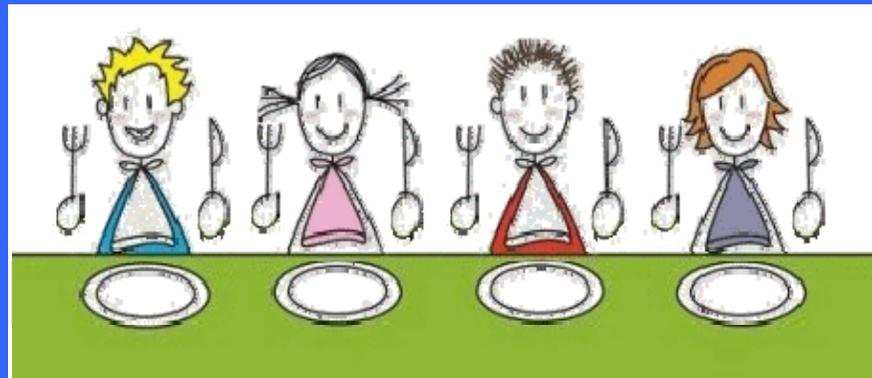
Surface de maraîchage

Télédétection (récent, saison ... phénologie, biomasse)





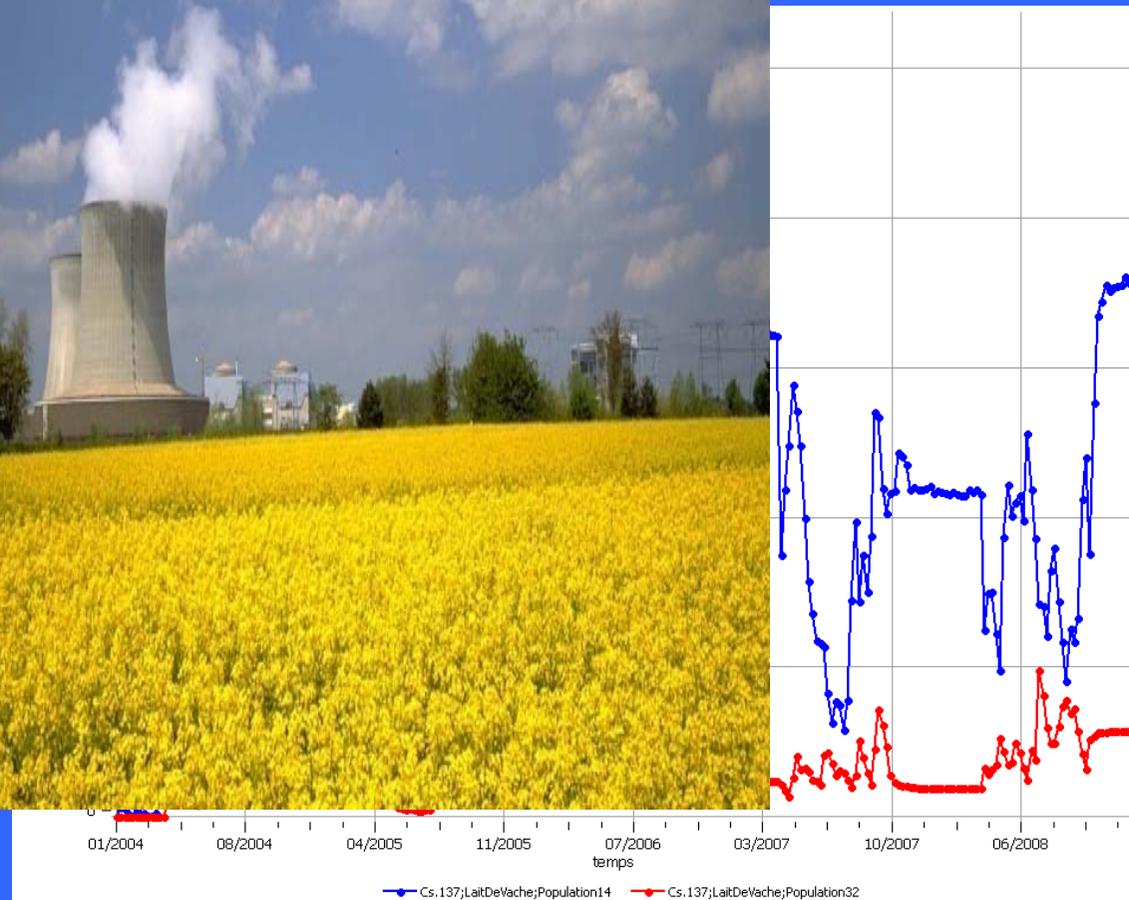
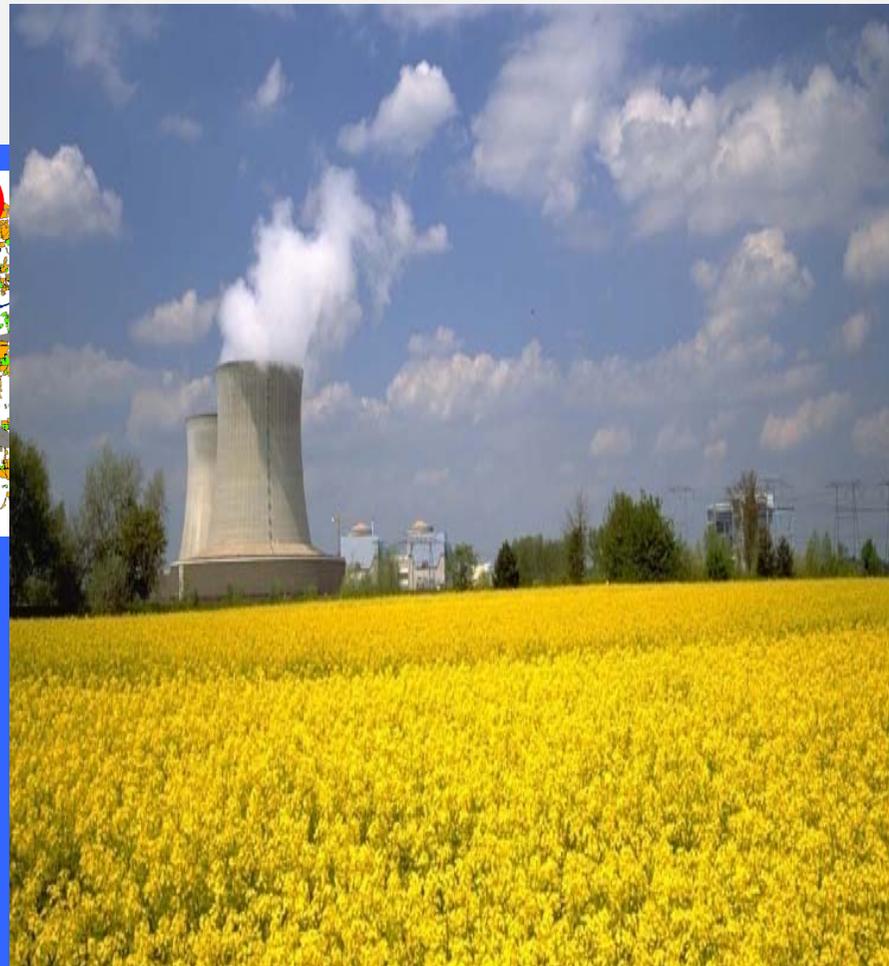
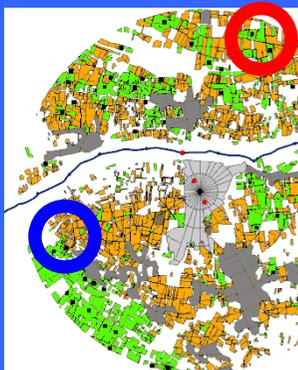
BON APPÉTIT !



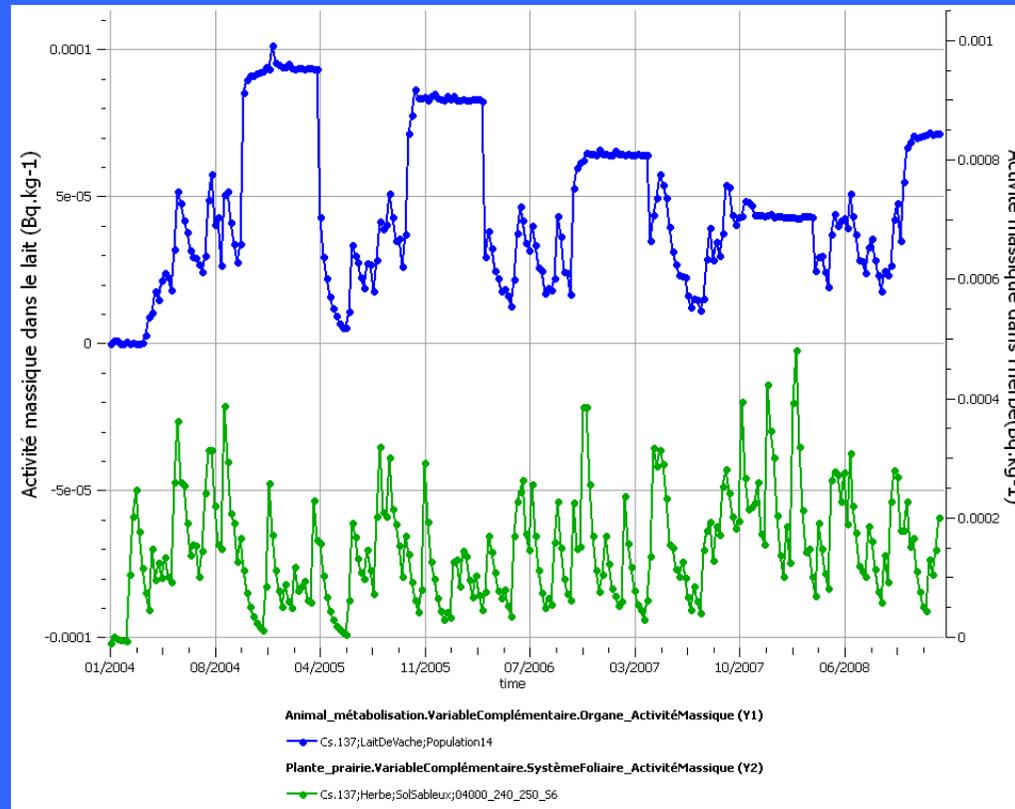
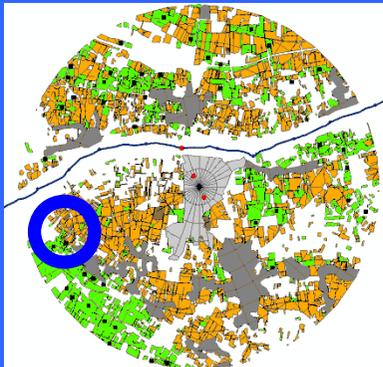


Chinon

■ Contamination en ^{137}Cs du lait de vache, dans deux fermes



Contamination en ^{137}Cs de la prairie et du lait de vache

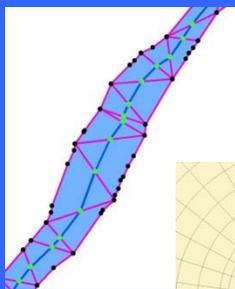


Les données géographiques en amont et en aval de notre métier

En amont, pour identifier et caractériser un territoire

- DCW - Landsat déclassé
- CLC2000Europe (5, 15, 44 postes de niveau 1,2,3)
- CLC2006France (5, 15, 44 postes de niveau 1,2,3)
- OCSOL2006PACA (5, 15, 48 postes de niveau 1,2,3)
- BdCarto® Hydrographie (surfacique et linéaire)
(Gardanne2003)
- Données métier (parcelle agricole - niveau 5)
- BdOrtho®*

... modéliser un territoire (5-10 km ---> «50 km »)

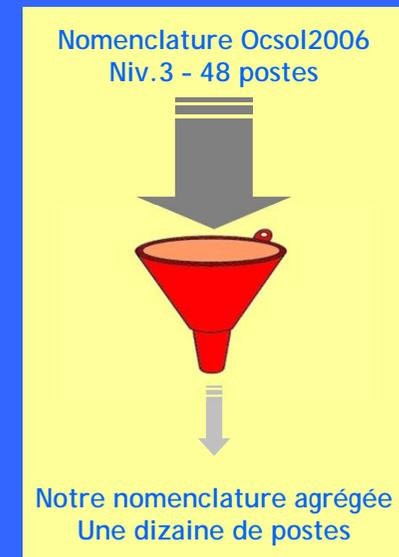
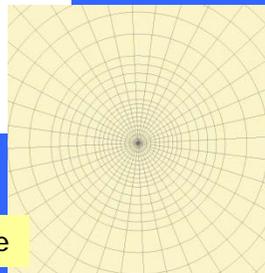


... en l'adaptant à notre métier

- Modélisation du réseau hydrographique
- Croisement spatial de la «grille dépôts» avec le territoire modélisé
- Modèle topologique

Les données géographiques sont alors support des résultats issus des codes

Grille axisymétrique



« À tout endroit ... à tout moment ... et à toute échelle ! »

BESOIN DE DONNÉES SPATIO-TEMPORELLES !!!



« À tout endroit ... à tout moment ... et à toute échelle ! »

BESOIN DE DONNÉES SPATIO-TEMPORELLES !!!

Besoin de connaître

le milieu naturel

le milieu humain et économique

(démographie, agriculture, industries ...)

les spécificités locales

*(météo., hydro., modes de vie, rations alimentaires, loisirs,
calendriers agricoles, calendriers d'affouragement)*



GROS BESOIN DE DONNÉES SPATIO-TEMPORELLES

le milieu naturel

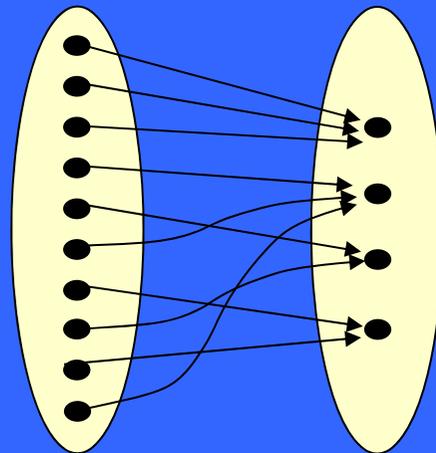
le milieu humain et économique

(démographie, agriculture, industries ...)

les spécificités locales

*(météo., hydro., modes de vie, rations alimentaires, loisirs,
calendriers agricoles, calendriers d'affouragement)*

le terme source (fonctionnement normal et/ou accidentel)

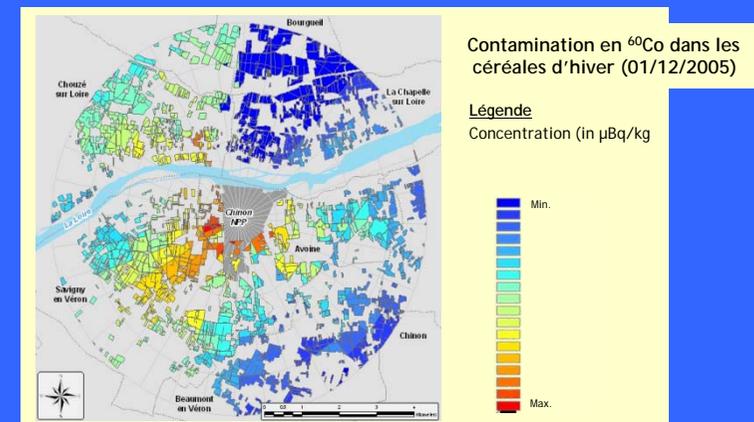
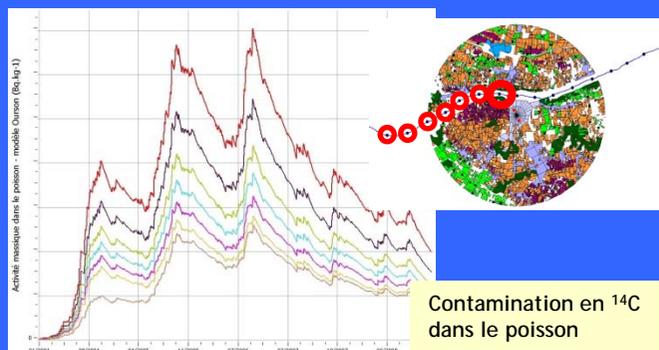


Les données géographiques en amont et en aval de notre métier

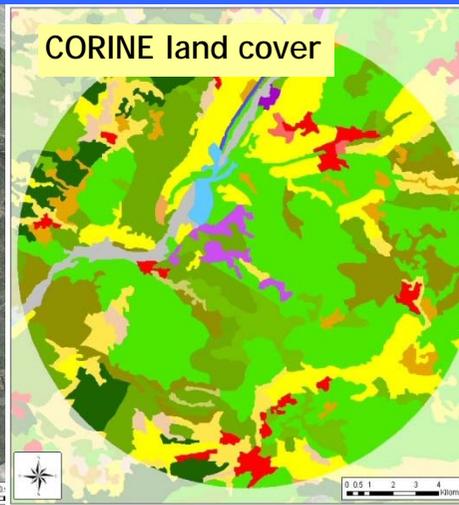
En amont, pour identifier, caractériser et modéliser un territoire



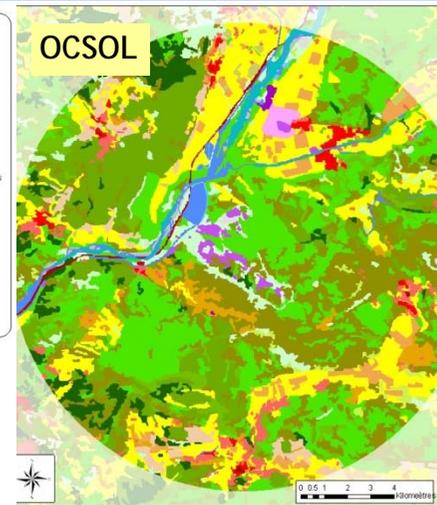
et en aval, pour restituer les résultats issus des codes de calcul



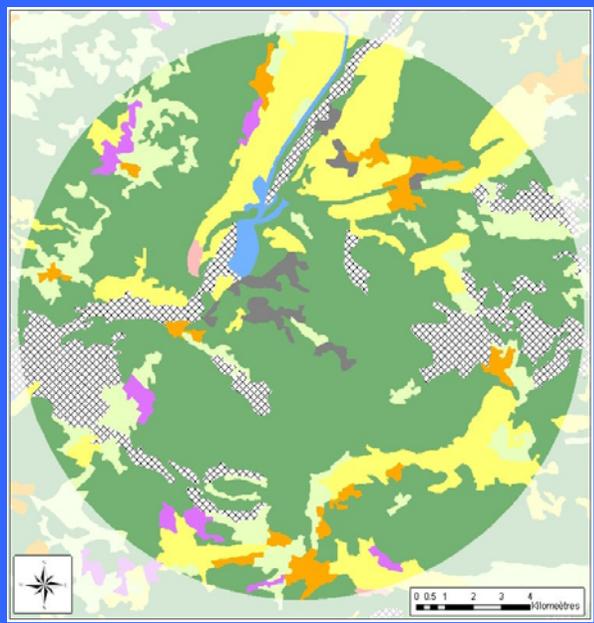
Le site de Cadarache



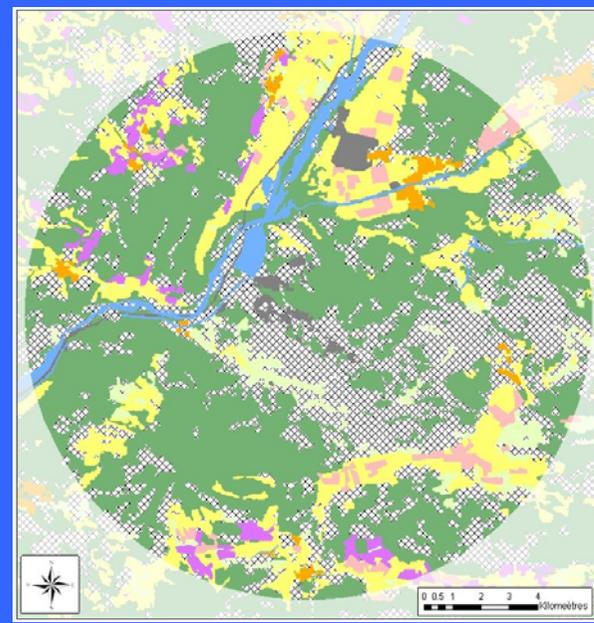
- Légende**
- 112-Tissu urbain discontinu
 - 121-Zones industrielles et commerciales
 - 142-Equipements sportifs et de loisirs
 - 211-Terres arables hors périmètres d'irrigation
 - 221-Vignobles
 - 222-Verger et petits fruits
 - 251-Prairies
 - 242-Systèmes culturaux et parcellaires complexes
 - 243-Surfaces essentiellement agricoles, inter...
 - 311-Forêts de feuillus
 - 312-Forêts de conifères
 - 313-Forêts mélangées
 - 323-Végétation sclérophylle
 - 324-Forêt et végétation arbustive en mutation
 - 331-Plages, dunes et sable
 - 511-Cours et voies d'eau
 - 512-Plans d'eau



- Légende**
- 111-Tissu urbain continu
 - 112-Tissu urbain discontinu
 - 113-"Tissus urbain discontinu"
 - 121-Zones industrielles et commerciales
 - 122-Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés
 - 124-Aéroports
 - 131-Extraction de matériaux
 - 132-Périmètres irrigués en permanence
 - 221-Vignobles
 - 222-Verger et petits fruits
 - 223-Orchardes
 - 231-Prairies
 - 241-Cultures annuelles associées aux cultures permanentes
 - 243-Surfaces essentiellement agricoles, inter...
 - 311-Forêts de feuillus
 - 312-Forêts de conifères
 - 313-Forêts mélangées
 - 321-Pelouses et pâturages naturels
 - 323-Maquis
 - 324-Forêt et végétation arbustive en mutation
 - 331-Plages, dunes et sable
 - 332-Roches nues
 - 333-Végétation clairsemée
 - 334-Zones incendiées
 - 400-Zones inondables
 - 510-Eaux libres
 - 511-Cours et voies d'eau
 - 512-Plans d'eau

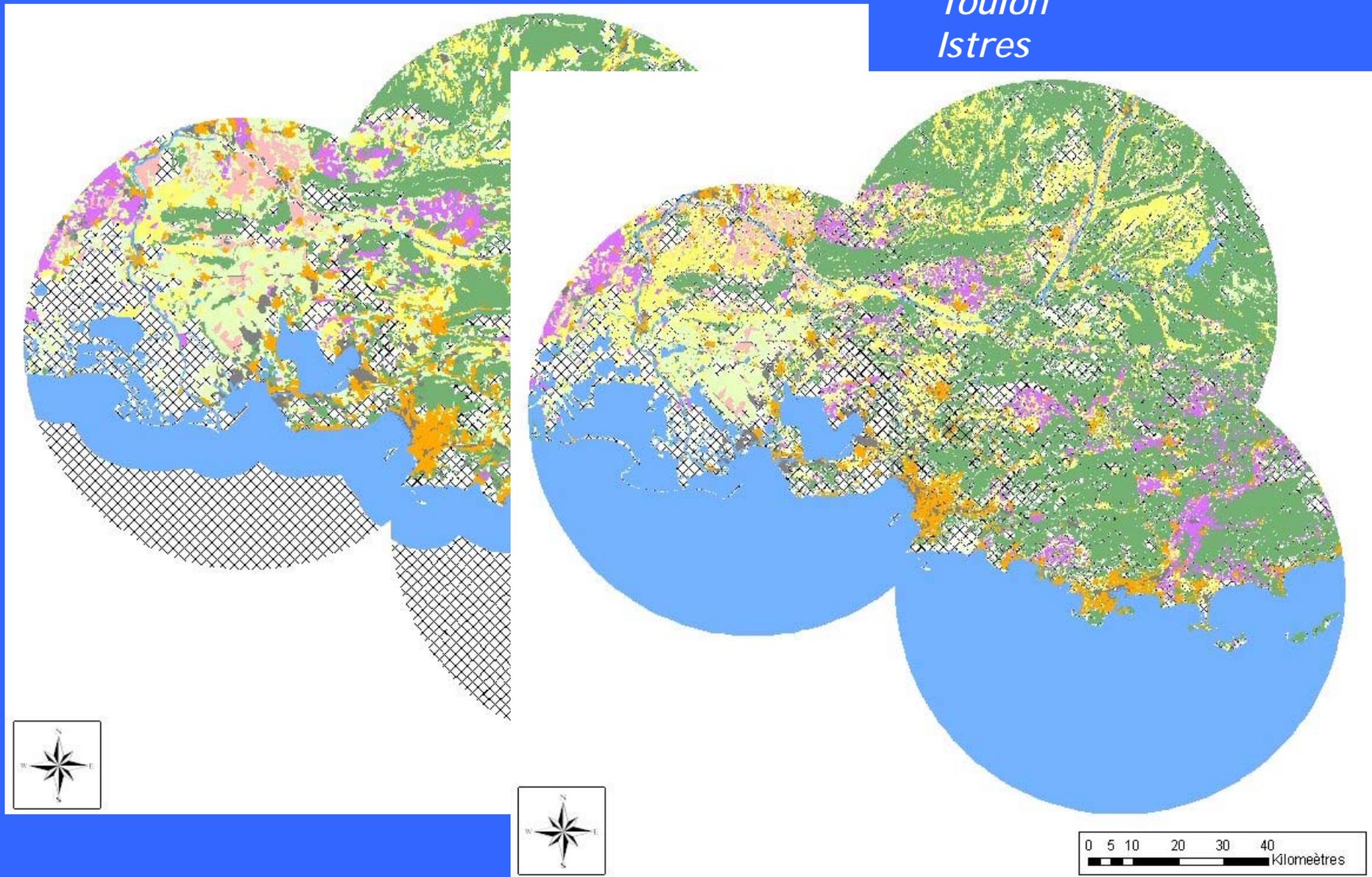


- Légende**
- Libellé Symbiose**
- X_Agri_Zone Grande Culture
 - X_Agri_Prairie
 - X_Agri_Verger
 - X_Agri_Vigne
 - X_Sol Nu
 - X_Forêt
 - X_Homme_Population
 - "X_Eaux"

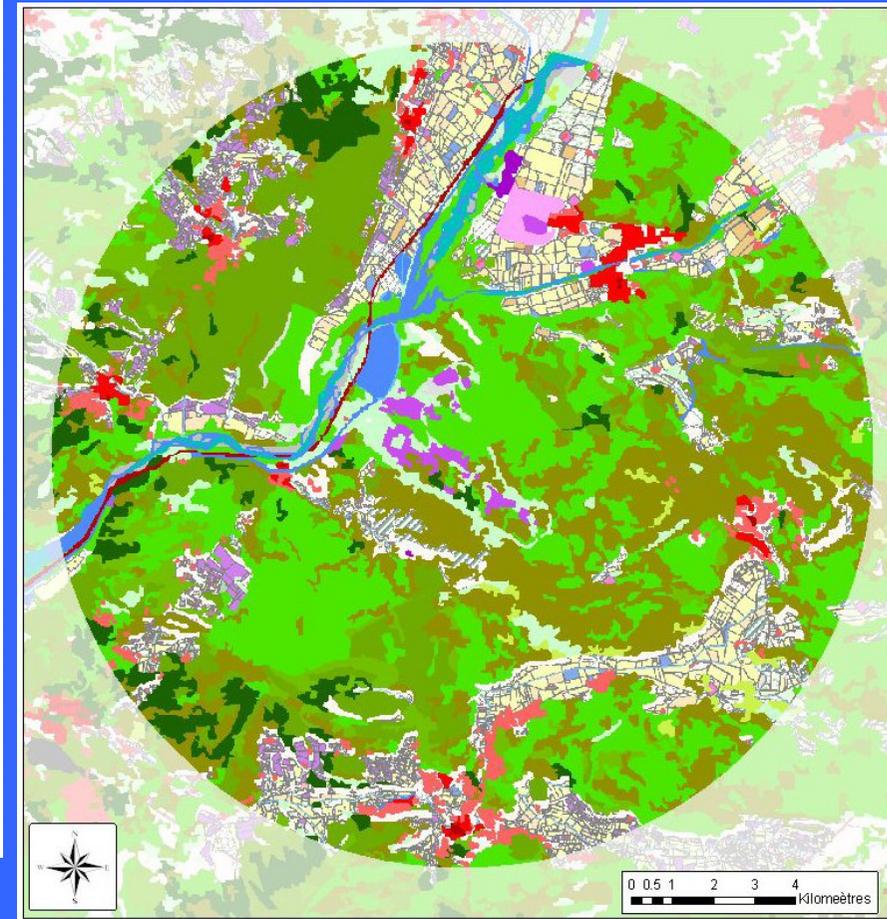
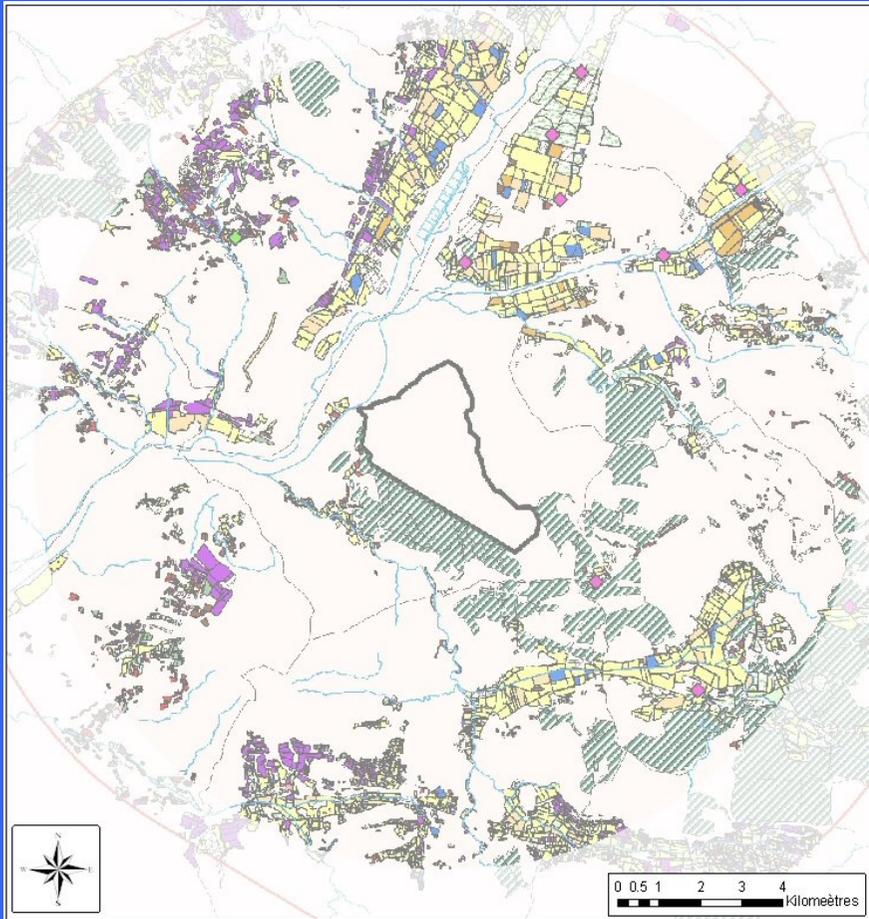


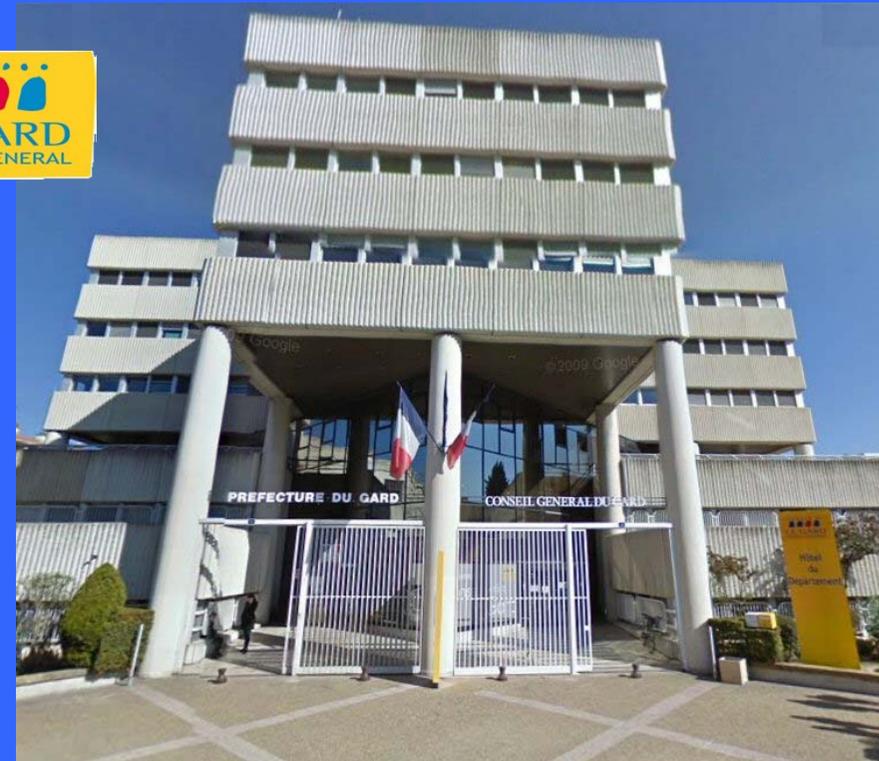
Pré-traitements en PACA

CE Cadarache
Toulon
Istres



Pour les «petites et moyennes échelles»
... mais pour de grandes échelles

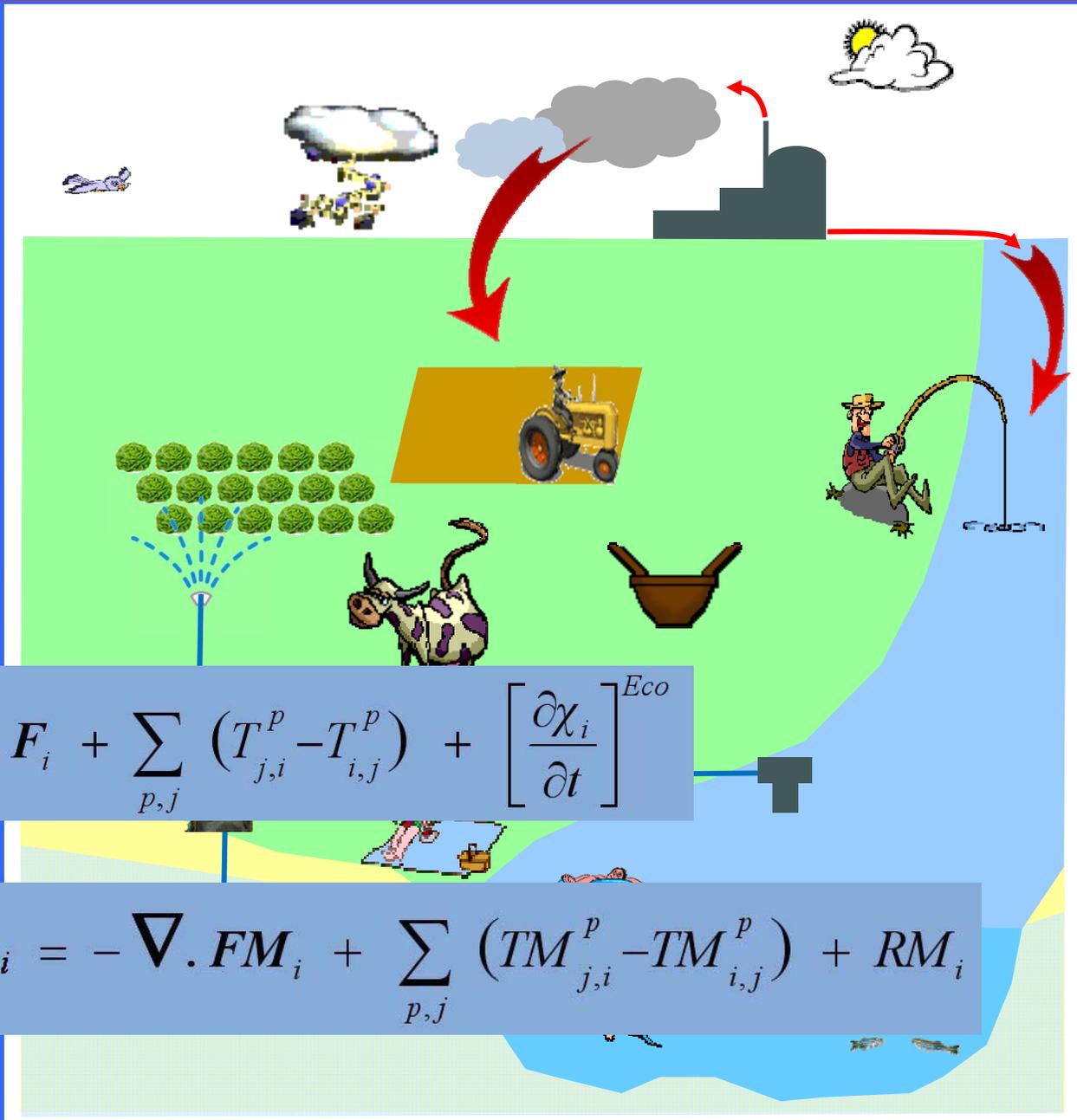




Merci de votre attention !

Installation nucléaire
 Rejets atmosphériques et liquides
 Dispersion et dépôts
 sur sol nu, sur culture, sédiments, MES ...
 Transfert, absorption, désorption
 Flore, faune

Expositions externes
 Expositions internes



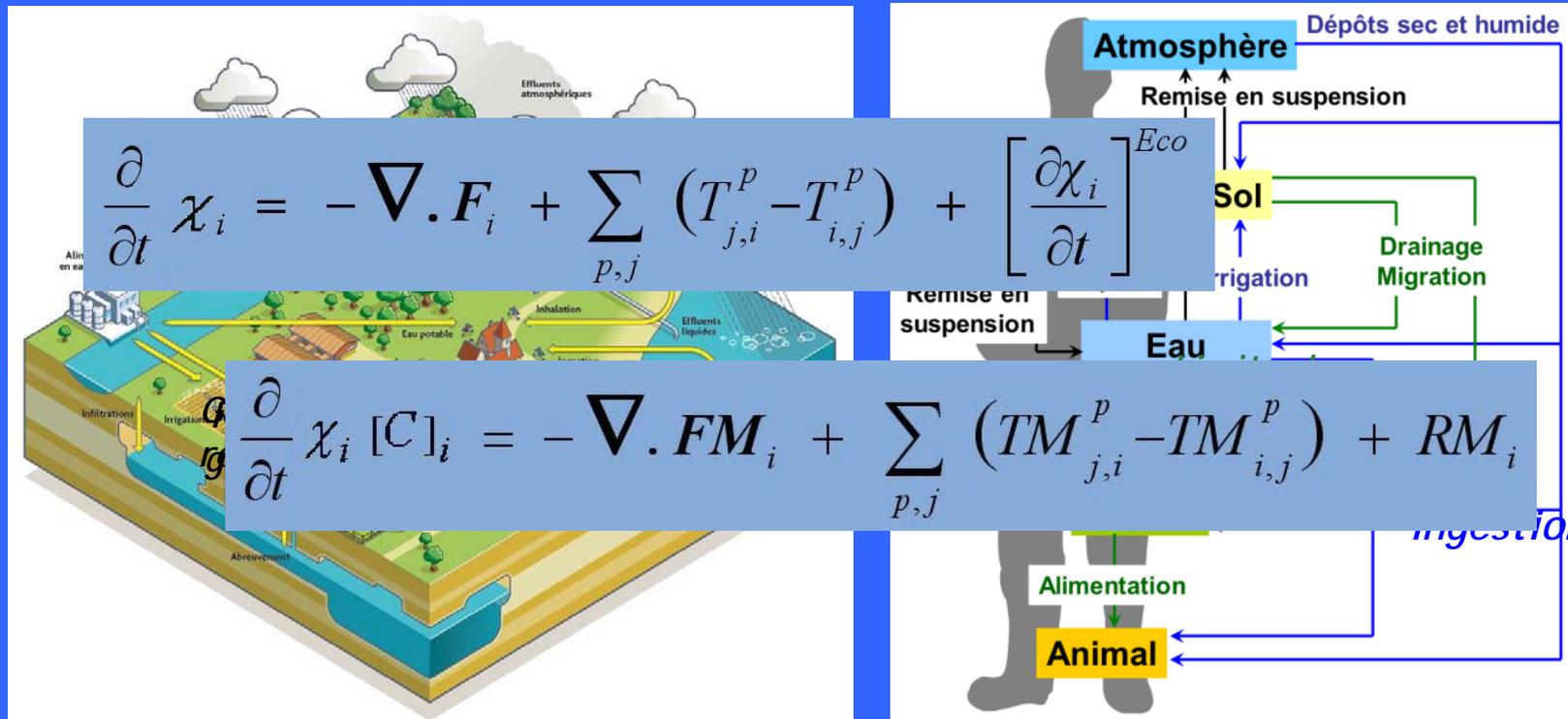
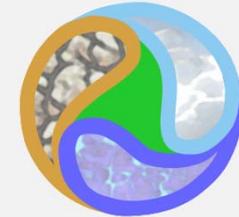
$$\frac{\partial}{\partial t} \chi_i = -\nabla \cdot F_i + \sum_{p,j} (T_{j,i}^p - T_{i,j}^p) + \left[\frac{\partial \chi_i}{\partial t} \right]^{Eco}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \chi_i [C]_i = -\nabla \cdot FM_i + \sum_{p,j} (TM_{j,i}^p - TM_{i,j}^p) + RM_i$$



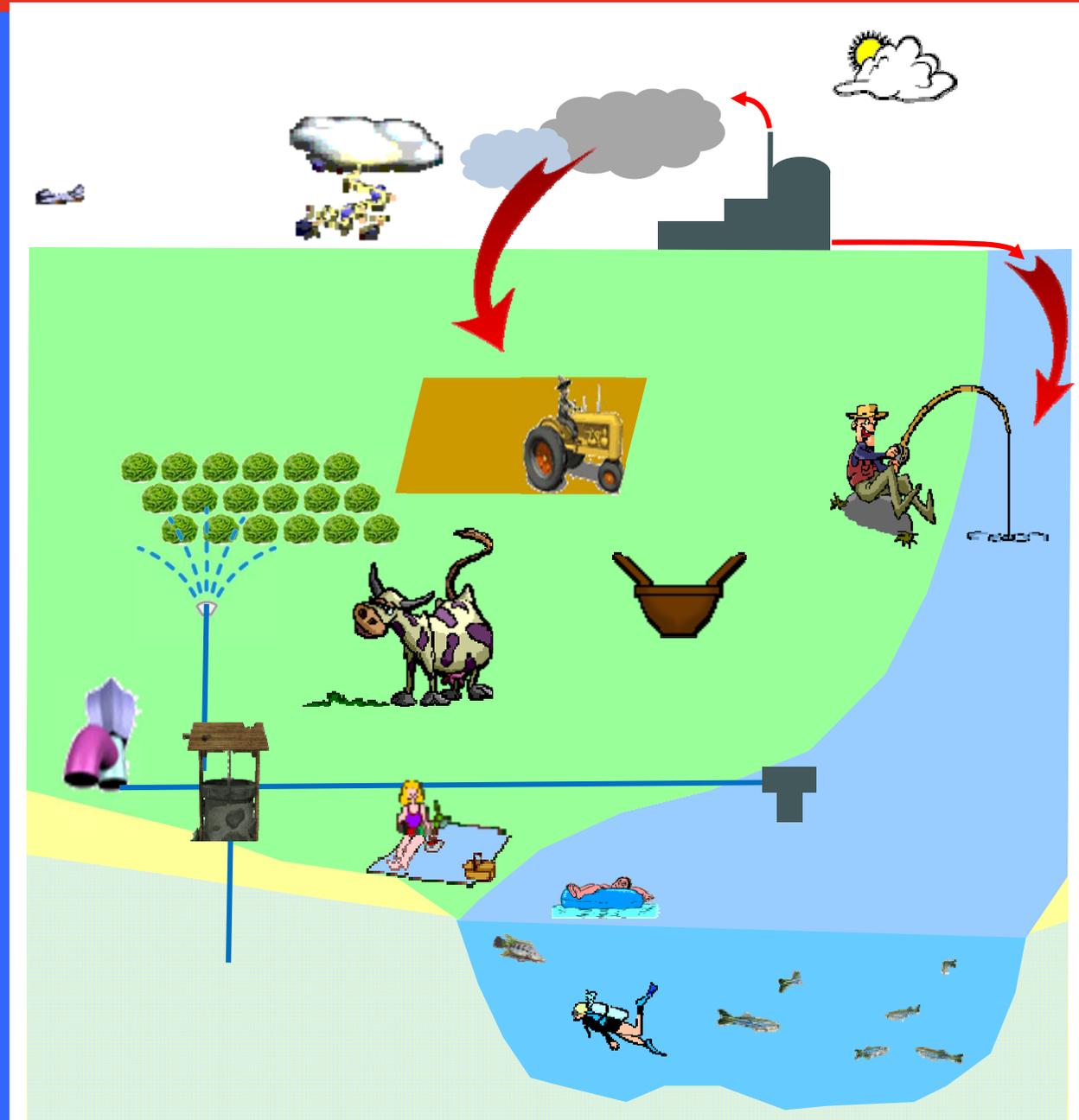
Un outil : SYMBIOSE

Plate-forme de simulation du transfert de radionucléides dans les écosystèmes et calcul de l'impact dosimétrique sur l'homme



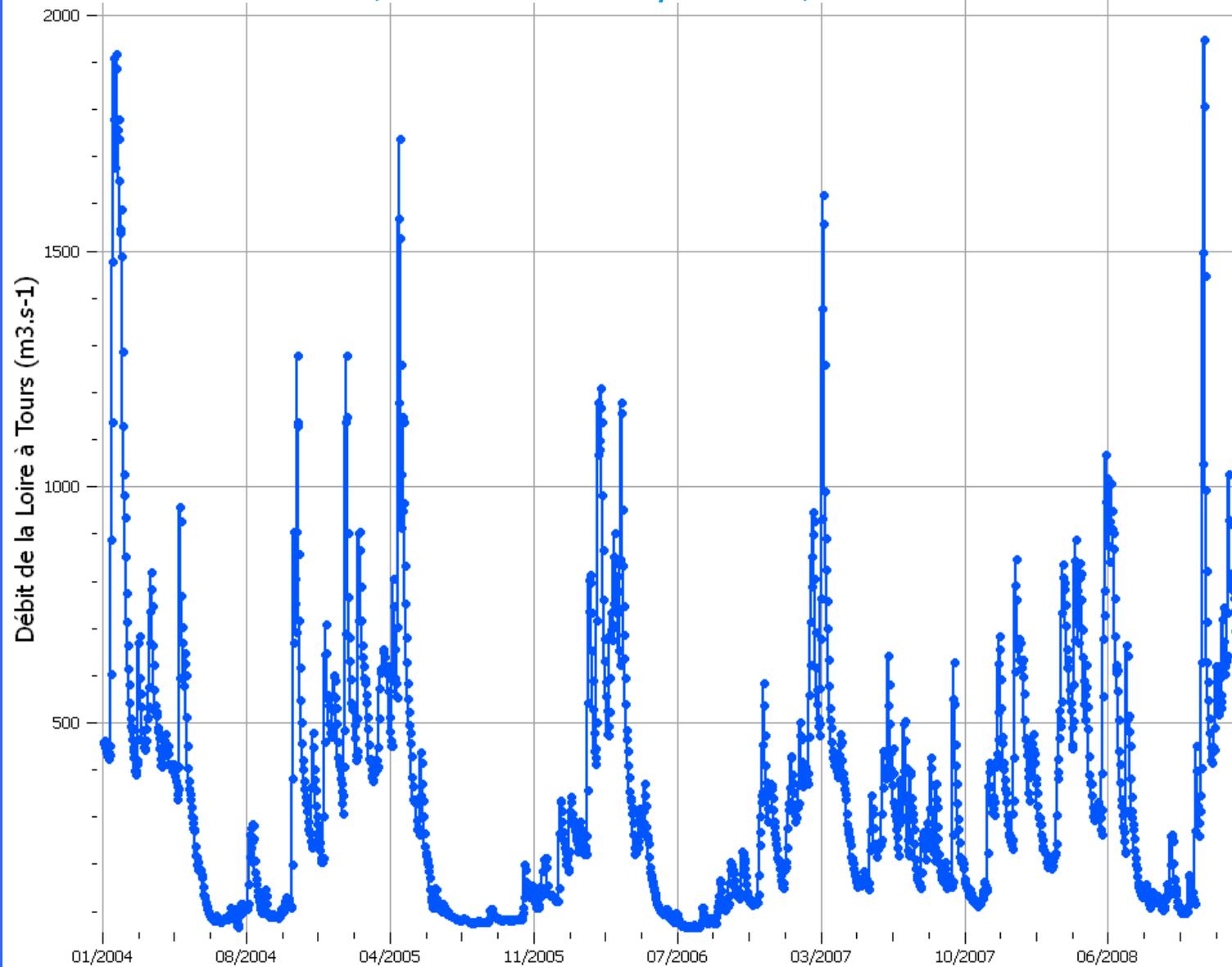
Installation nucléaire
 Rejets atmosphériques et liquides
 Dispersion et dépôts
 sur sol nu, sur culture, sédiments, MES ...
 Transfert, absorption, désorption
 Flore, faune

Expositions externes
 Expositions internes



Données site spécifique

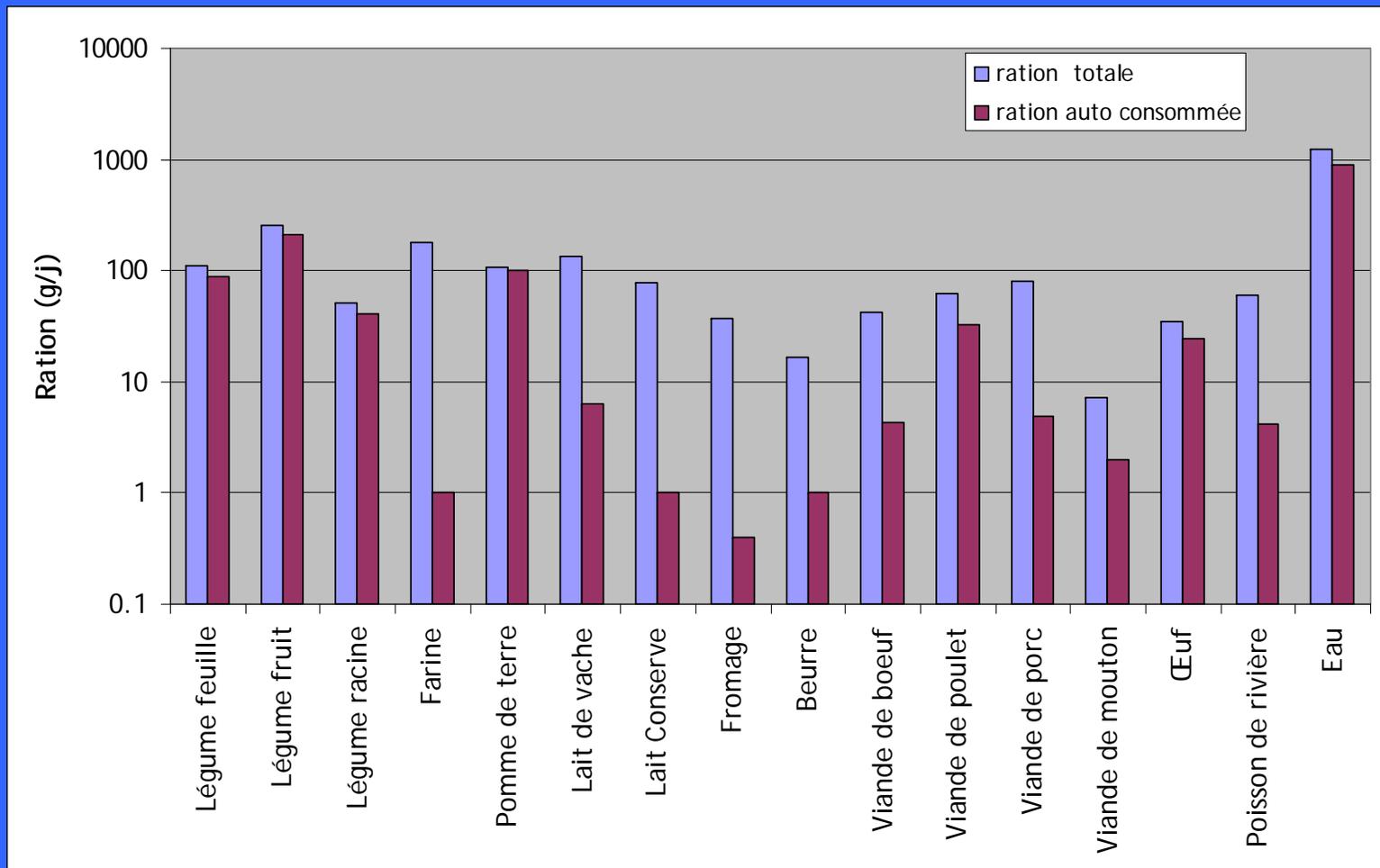
■ Données fluviales (débits, mes, température)



Données site spécifique

Ration alimentaire humaine

- enquête locale de consommation (SENSIB) :
 - ~5% de la population dans les 5km
 - rations totales et auto-consommées



Résultats



■ Contamination en ^{137}Cs de la prairie et flux de dépôt humide

