



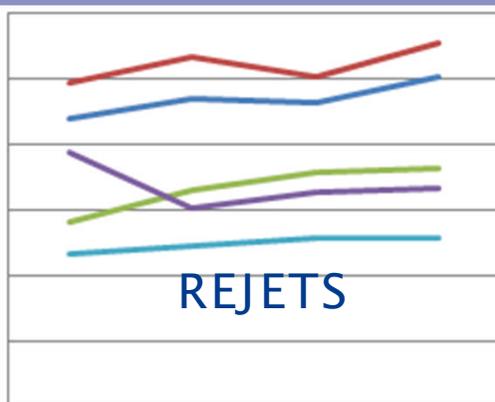
Démarche biosphère pour la sûreté en exploitation

Application au Centre de Stockage de l'Aube

SFRP - 6 novembre 2015

Le modèle biosphère

Application au centre de stockage de l'Aube



Rejets ACD (GBq/an) :
Atelier de Compactage des Déchets

- ^3H 50
- ^{14}C 5
- Iodes 2.10^{-2}
- Beta 2.10^{-4}
- Alpha 2.10^{-5}

Paramètres contextuels biosphère ou d'exposition

MODELE biosphère

Paramètres de transfert

Facteurs de dose

f(RN)



- Contrôle des poussières atmosphériques et de la radioactivité ambiante
- Contrôle de l'eau
- Contrôle du lait
- Contrôle de l'herbe

2004 : Rapport de sûreté et DARPE CSA  2016 : Réexamen de sûreté

Directive 2013/59/Euratom

- ◆ Les doses calculées de façon aussi réaliste que possible

Arrêté INB du 7 février 2012, chapitre III (*situations incidentelles et accidentelles*)

- ◆ Hypothèses de rejets raisonnablement pessimistes
- ◆ Scénarios d'exposition fondés sur des paramètres réalistes
- ◆ Données à jour et référencées
- ◆ Méthodes validées intégrant les hypothèses et incertitudes
- ◆ Outils de calcul et de modélisation qualifiés

Arrêté du 9 août 2013 portant homologation de la décision n° 2013-DC-0360 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013

- ◆ L'estimation des doses reçues par la population est réalisée sur des hypothèses aussi réalistes que possible. Elle est effectuée pour les groupes de référence pour au moins trois classes d'âge
- ◆ L'estimation des doses est accompagnée du recensement des principaux facteurs d'incertitudes associés au calcul de dose et d'études de sensibilité pour les facteurs qui concourent le plus à l'incertitude

Etape 1

Définition du contexte

- 1) Le type de stockage (ou projet) concerné incluant la durée de vie des déchets (vie longue ou non),
- 2) Les échelles de temps relatives aux différentes phases de vie du stockage et leur durée (*incluant les dates de sortie aux exutoires si celles-ci sont connues*)
- 3) Les référentiels applicables,
- 4) Le ou les objectifs de l'évaluation,
- 5) Le ou les indicateurs retenus.

1) Stockage de surface, Faible et Moyenne Activité

2) Vie courte ($T \leq 31$ ans)

3) Arrêté du 21 août 2006, rejets CSA

4) Impacts dus aux rejets atmosphériques chroniques canalisés (cheminée ACD)

5) Dose à l'Homme -populations - 3 classes d'âge, réaliste

Etape 2

Choix des biosphères à retenir pour les évaluations

- 1) Justification de la biosphère tempérée pour les phases d'exploitation et de surveillance
- 2) Identification et justification des biosphères types à long terme, phase après fermeture
- 3) Description phénoménologique de la ou des biosphère(s) type(s) retenue(s)

Phase exploitation : biosphère actuelle

Etape 3

Identification et justification des compartiments du modèle conceptuel d'une biosphère

- 1) Choix du ou des exutoires
- 2) Choix du ou des groupes de référence (actuel(s) ou hypothétique(s))
- 3) Choix des composantes sol, animaux, végétaux et climat local

Exutoires=cheminée & récepteurs
Composantes biosphère

Multiactivités et groupes particuliers

Site et activités locales actuelles

Etape 4

Modélisation des transferts de radionucléides ou toxiques entre compartiments du modèle

- 1) Identification des interrelations entre les composantes
- 2) Description afin de 'visualiser' les voies de transfert potentielles

Matrices de relations et voies de transfert

Etape 5

Développement du modèle numérique pour la quantification

- 1) Choix des modèles de transfert
- 2) Principe de sélection des données

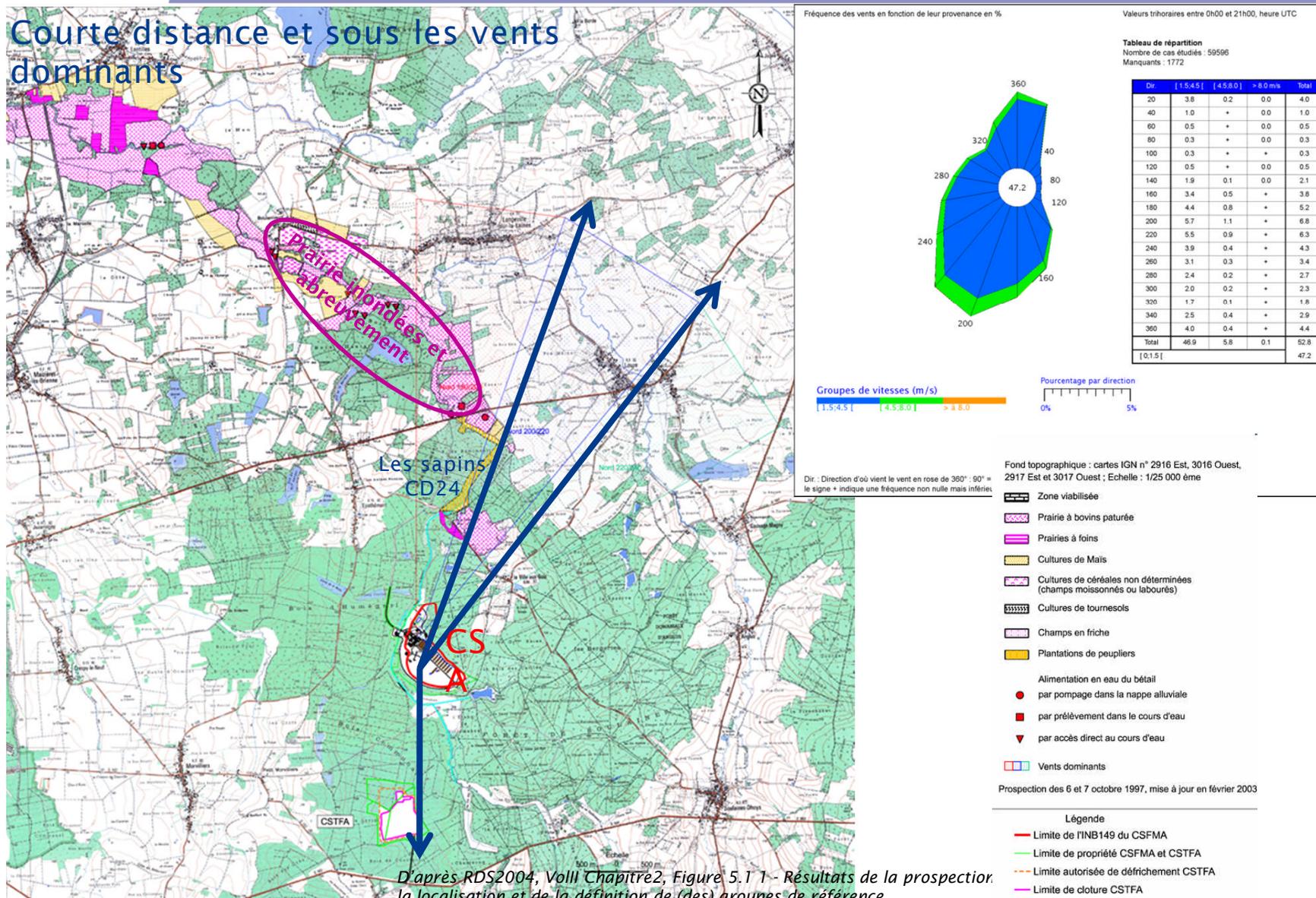
Choix du modèle de transfert atmosphérique et du calcul de dose

Principe de sélection des données

Climat	Géologie Géomorphologie	Sols	Hydrologie Hydrogéologie	Végétation	Faune	Activités humaines Exploitation du milieu
<p>Climat tempéré océanique humide Observations locales actuelles (Saint-Dizier et CSA) : Tan : 10,8°C Tmoy.min. : 6,5°C Tmoy.max. : 14,8°C Pan : 834 mm (530-1107) ETP : 737 mm/an</p> <p>Facteurs climatiques favorables au bon développement des organismes vivants et à la biodiversité.</p>	<p>sables et argiles du Crétacé inférieur (Aptien et Albien).</p> <p>Substratum assez imperméable ou peu perméable.</p> <p>Relief faiblement vallonné (pentes < 7-8 %) avec nombreux et larges talwegs souvent humides.</p> <p>Erosion négligeable du relief et dépôt limoneux remaniés en fonds de vallées.</p>	<p><u>Sur les plateaux et les pentes</u>: Sols bruns lessivés à pseudogley (60 % du territoire). Les horizons supérieurs sont majoritairement limoneux à limono-sableux avec un pH neutre à légèrement acide. Excès d'eau temporaire.</p> <p><u>Dans les vallées</u> : Pseudogleys (18 % du territoire). Sols peu évolués, hydromorphes.</p>	<p><u>Sur les plateaux</u>: ruissellement local en surface en saison humide.</p> <p><u>Dans les vallées</u> : Possibilité d'inondation en hiver, et d'étiage sévère en été, avec zones humides subsistant aux zones d'exhaure des aquifères. L'aquifère des sables de l'Aptien est peu exploitée localement.</p>	<p><u>Sur les plateaux et pentes</u> : Milieu naturel : futaies de chênes et de taillis (chênaies-charmaies). Aires cultivées : Céréales (maïs, blé, orge, betteraves) <u>En fonds de vallées</u> : Milieu naturel : forêt riveraine, aulnaies-frênaies et peupleraies. Prairies permanentes (zones inondables et mal drainées).</p>	<p><u>Sauvage</u> : Sangliers, cervidés, Lapins, lièvres Faisans, perdrix, canards</p> <p><u>Domestique</u> : Bovins. Basse-cour (poules, canards, lapins).</p>	<p>Polyculture intensive, principalement céréalières et fourragères (maïs, blé, orge) ; cultures potagères locales classiques.</p> <p>Elevage bovin pour la viande et le lait sur les prairies permanentes dans les vallons et vallées.</p> <p>Chasse, pêche (étangs), cueillette et exploitation forestière. ICPEs</p>

Choix de la localisation des récepteurs (activités du groupe de référence) en lien le modèle de dispersion (CTA)

Courte distance et sous les vents dominants



D'après RDS2004, VoIII Chapitre2, Figure 5.1 1 - Résultats de la prospection la localisation et de la définition de (des) groupes de référence
Ce document est la propriété de l'Andra.

Prospections de terrain

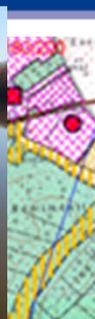
Localisation des activités



Forêts : chasse, cueillette



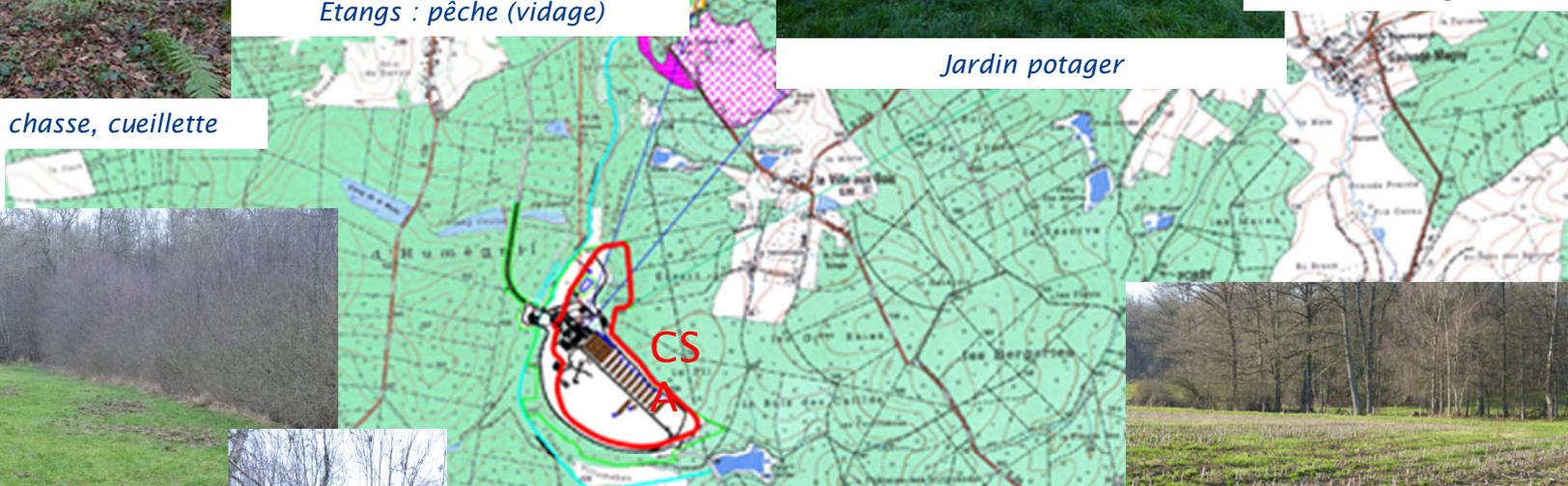
Etangs : pêche (vidage)



Jardin potager



Elevage bovin



Prairies : foin ou
pâturage
abreuvement



CIRES Andra : travail salarié



Culture de maïs sur les plateaux



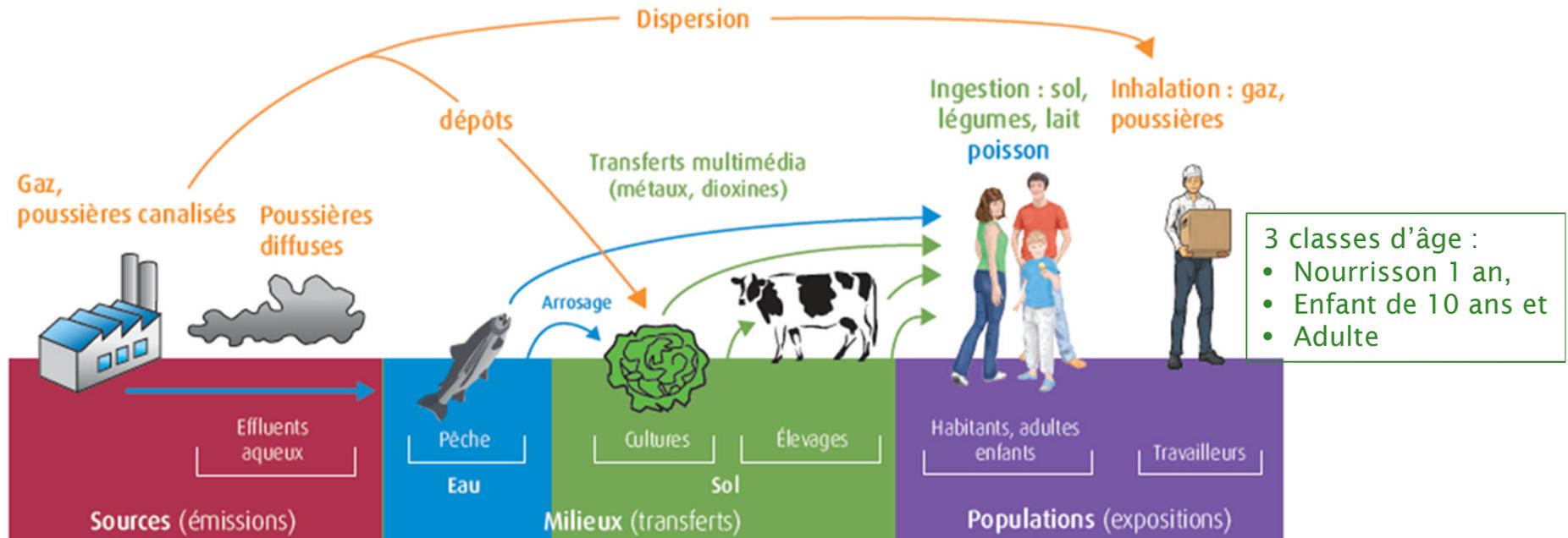


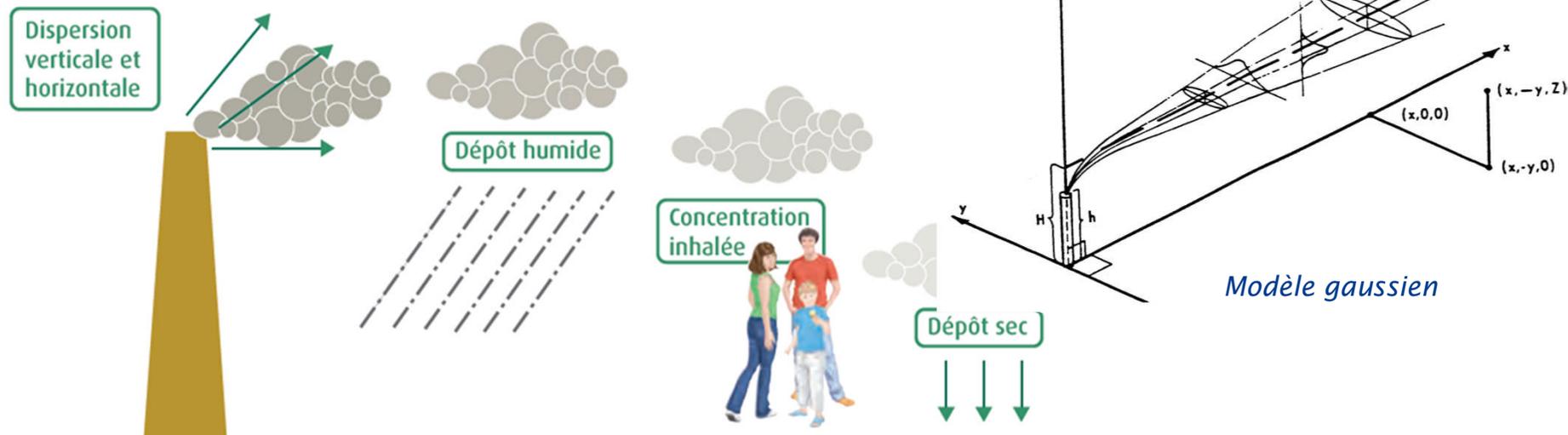
Schéma conceptuel des transferts de rejets à partir d'une installation (INERIS, 2013)

Rejets atmosphériques

- Exposition externe par immersion dans le panache extérieur;
- Exposition externe secondaire due à l'activité des sols suite aux dépôts atmosphériques en extérieur ;
- Inhalation du panache et de sol mis en suspension (présence extérieure) ;
- Passage transcutané pour le tritium (en extérieur) ;
- Ingestion de produits végétaux (produits du jardin potager) et animaux (bovins, volaille) contaminés via leur ration alimentaire (céréales, herbe/foin, eau, sol).

Activité potentielle	Activités amenant à une exposition potentielle	Abréviation du groupe de référence	Activité retenue Pertinence vis-à-vis du CSA
Toute activité	Ingestion d'eau contaminée	E pour Eau de boisson	Non pertinent
Agriculteur	Grandes cultures (céréales...)	A	Non pertinent car Autarcie nulle pour les grandes cultures (céréales)
Eleveur	Tout élevage (bovins, ovins, caprins, porcins, rennes, chevaux, ...)	Eleveur bovin Eb	Retenu
Villageois	Jardin potager, bassecour, résidence	Vj pour Villageois jardinier	Retenu Bassecour retenue pour la voie atmosphérique, pas de porc
Pêcheur	Poissons (eau douce ou pas), Crustacés, mollusques	Pe pour Pêcheur étang	Retenu Les étangs proches sont vidés tous les 3 ans, les poissons sont mangés ou conservés
Chasseur	Gibier	C pour Chasseur	Retenu vis-à-vis du transfert atmosphérique
Cueilleur	Champignons, baies	Cc pour Cueilleur	Idem chasseur
Touriste	Occasionnel (baignade, promenade, pique-nique)	L comme loisirs	Non pertinent car pas de baignade dans les lacs et rivières avoisinantes
Activité spécifique	Viticulture, scierie, carrière...sur la base des observations locales	T pour Travailleur	Retenu Andra-Cires (Morvilliers) Holcim-béton (Epothémont)
Multi-activités	Regroupe les activités d'agriculture, d'élevage, de jardin potager, bassecour, de chasse, pêche et loisirs	M pour Multi-activité (moyen)	Retenu

5 groupes retenus : M, Vj, Eb, CC, T



Phénomènes pris en compte dans une modélisation de dispersion atmosphérique (INERIS, 2013)

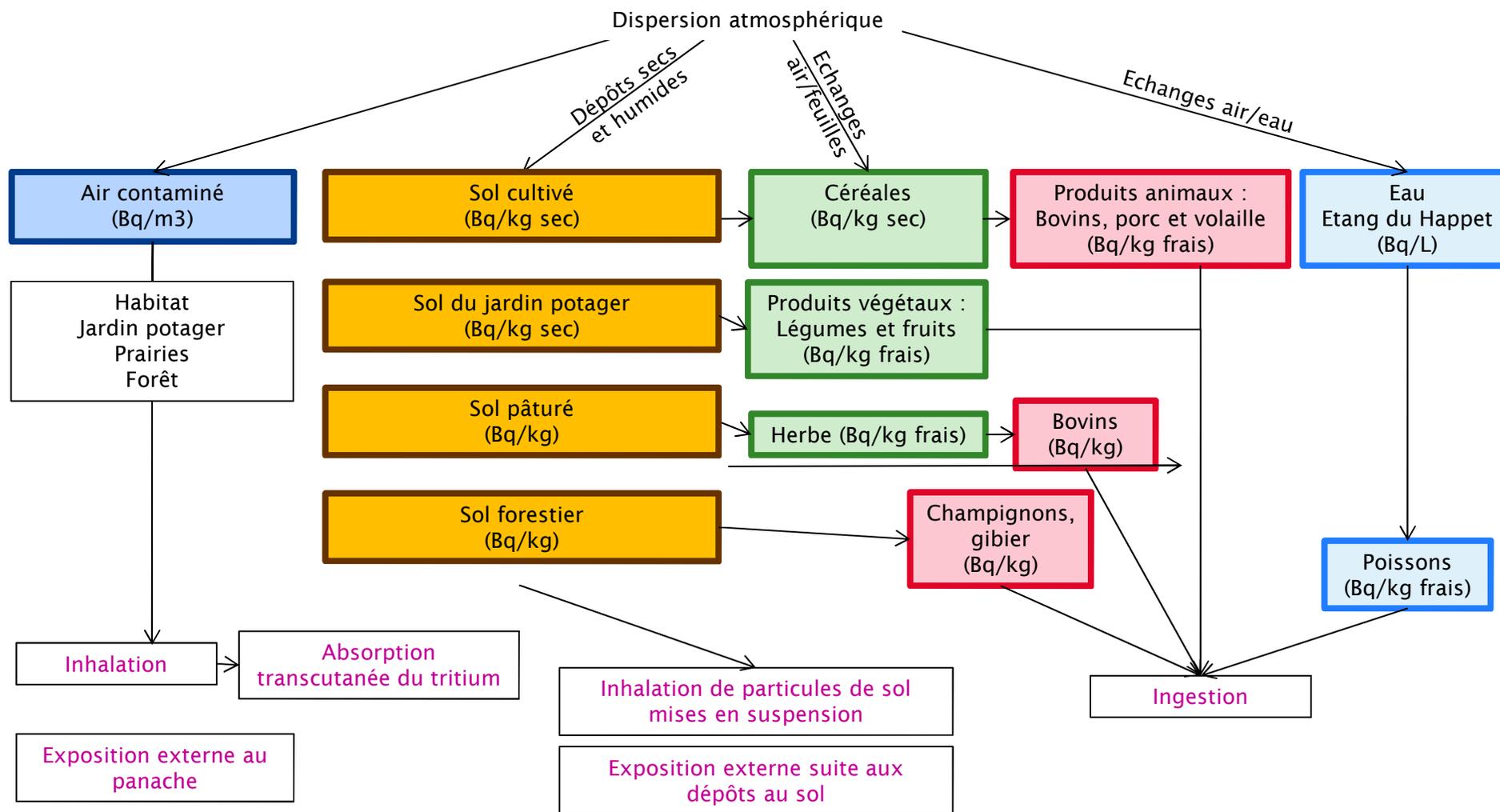
Modèle

- ◆ Gaussien 2D (code IMPACT 1.8 développé par Aria Technologies)
- ◆ Stabilité atmosphérique : Méthode dite « gradient vertical de température-humidité », la station sur site mesurant la température à 4 hauteurs (1, 10, 17 et 48m)
- ◆ Ecart types de Pasquill correspondant à des sites représentatifs d'un milieu rural de prairie

Données météorologiques

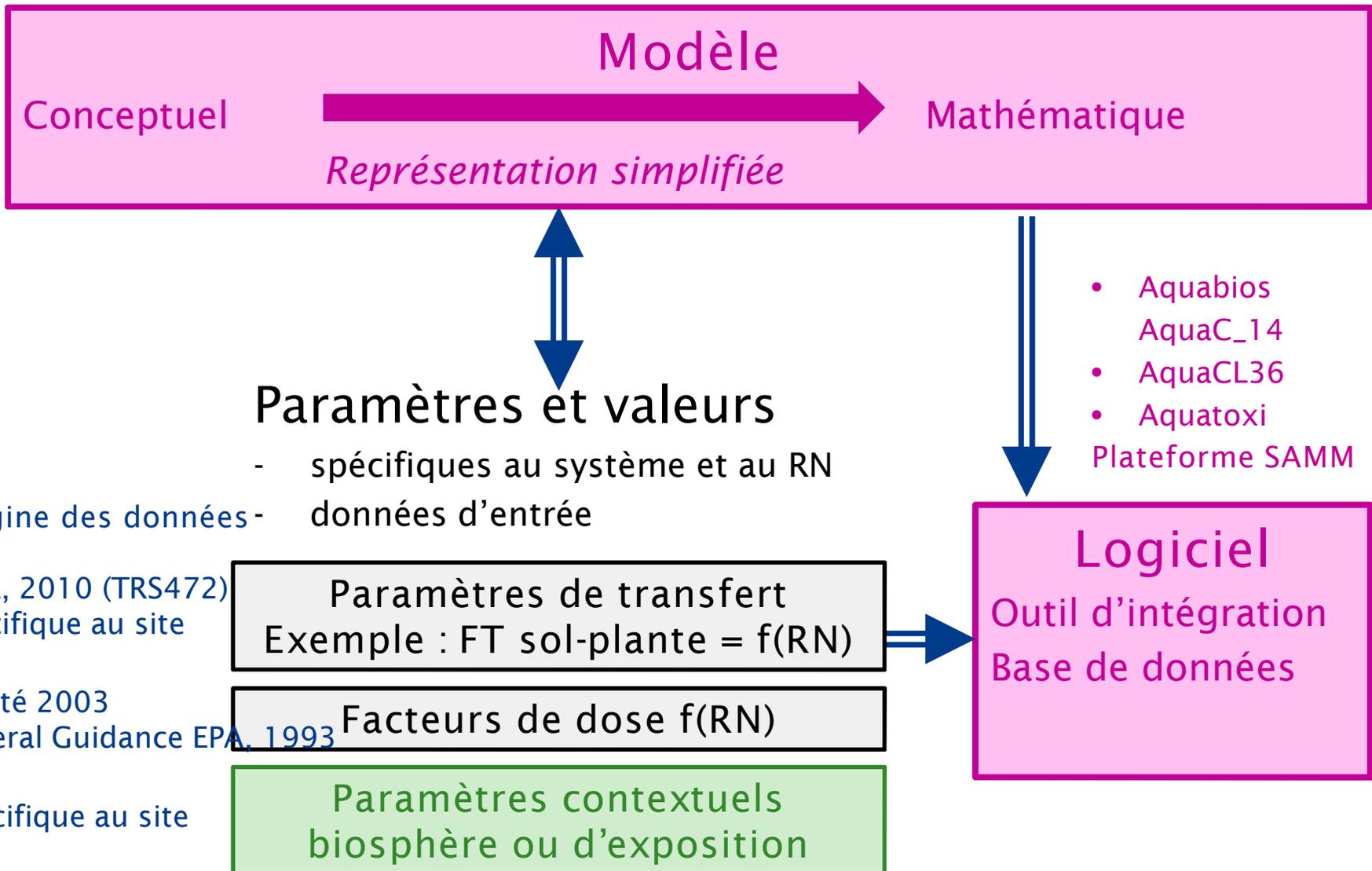
- ◆ Station de Soulaines
- ◆ Chronique minimale de 5 ans
- ◆ Données au pas de temps minute

Activité annuelle rejetée à la cheminée de l'ACD (Bq/an)



Dose efficace engagée de l'ordre du nSV/an

Atmosphère, Particules en suspension	Dépôt	Transfert foliaire Dépôt		Inhalation Mise en suspension de particules Passage transcutané
Mise en suspension	Sol (prairie, jardin potager, culture) Etang	Transfert racinaire	Ingestion de sol Eau-poisson	Ingestion de sol
Evapotranspiration	Lessivage	Végétaux	Ingestion	Ingestion
			Animaux et produits animaux	Ingestion
				Etre humain



Budget temps (CIPR 89) et habitudes alimentaires (enquête alimentaire 2013 OPE Meuse/Haute-Marne) - Adulte

Exposition	h/jour	Activité
Baignade	0	
Présence sur les terres contaminées (prairie, jardin)	1 sur cultures (labour) 2 sur jardin potager 2 sur prairie	Forte Forte Légère
Présence hors zone contaminée	3.5	
Présence dans la maison	15,5	Repos
Total (heures/jour)	24	

Adulte
Multi-activités
Comportement moyen

Catégorie d'aliment	g/jour	kg/an	Taux d'autoconsommation (g/j)	Taux d'autoconsommation (%)
Légumes feuilles	99,92	36	77,72	78
Légumes racines	62,16	23	42,63	69
Pommes de terre	130,93	48	83,64	64
Légumes fruits et fruits	170,98	62	80,57	47
Champignons sauvages	6,98	3	6,82	98
Lait et yaourts	278,02	102	34,36	12
Fromage de vache	46,10	17	4,4	10
Bœuf-vache	46,03	17	10,57	23
Porc	49,18	18	12,75	26
Charcuterie	45,62	17	4,46	10
Gibier	13,87	5	13,87	100
Volailles	60,45	22	22,87	38
Œufs	32,61	12	26,38	81
Poissons de rivière	2,87	1	2,87	100

Consommation et niveau d'autoconsommation majorés pour trois catégories d'aliments

- ◆ la viande de vache
- ◆ le lait et yaourts
- ◆ les produits laitiers (fromage)

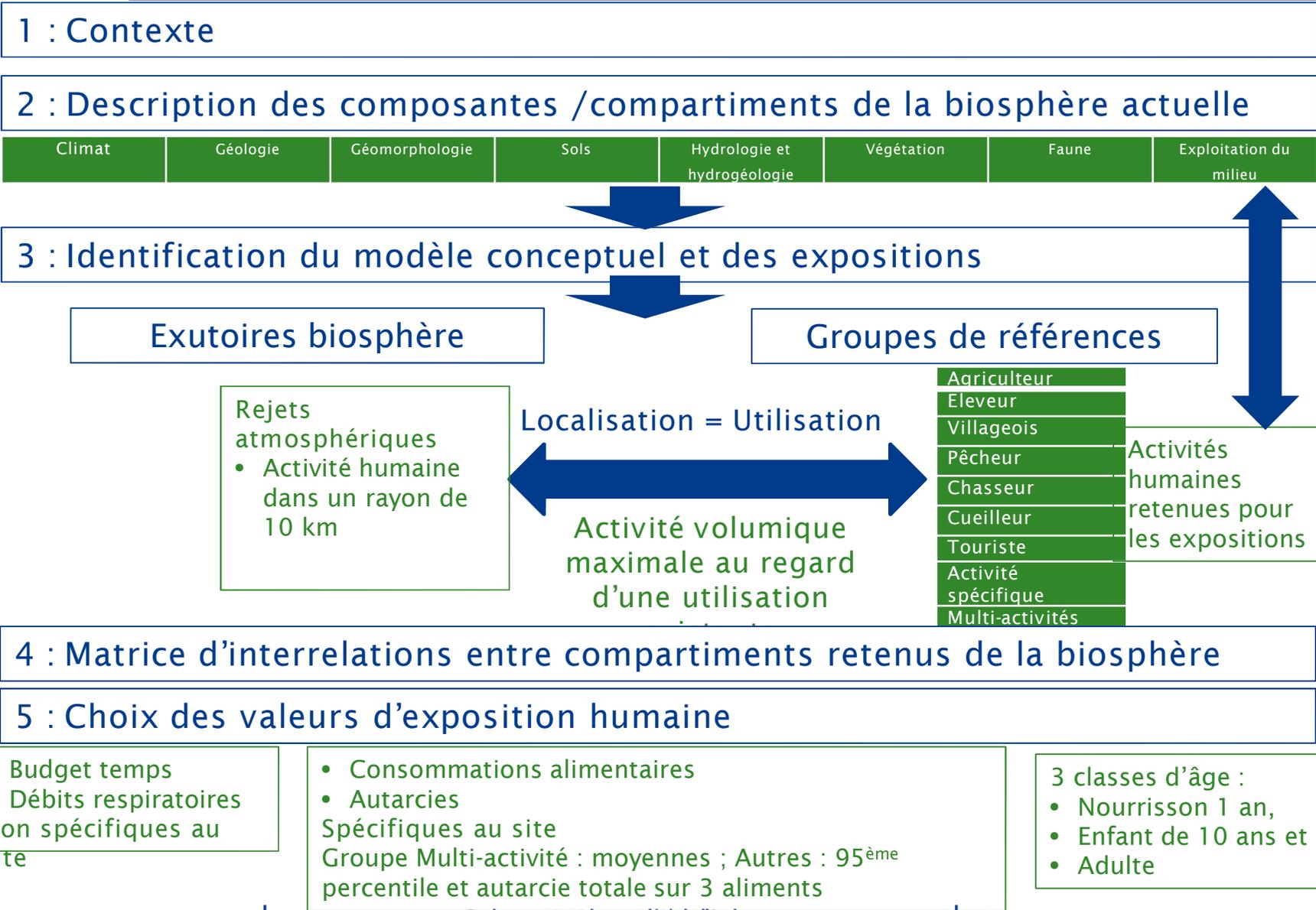
Analyse statistique réalisée dans le cadre de l'enquête alimentaire OPE en 2013

- ◆ 95ème percentile à savoir la valeur de la moyenne plus deux écart-types
- ◆ moyenne pour les autres catégories d'aliment

Aliment		Min.	Max.	Moyenne		Ecart type	95ème percentile Moyenne + 2 écart types	
				g/j	kg/an		g/j	kg/an
Lait	Consommation	0	965,52	208,02	76	173,32	554,66	203
	Autoconsommation	0	705,88	34,36		114,23	262,82	47%
Viande	Consommation	0	133,88	46,03	17	33,15	112,33	41
	Autoconsommation	0	102,93	10,57		24,02	58,61	52%
Fromage	Consommation	7,94	121,54	46,1	17	24,78	95,66	35
	Autoconsommation	0	71,54	4,4		13,72	31,84	33%

Valeurs de consommation et d'autoconsommation retenues pour le groupe éleveur bovin

Les budgets temps et débits respiratoires sont les mêmes que ceux du groupe multi-activités : les deux heures extérieures sont considérées passées sur les prairies.



Enquête locale

- ◆◆ Données enfants
- ◆◆ Autres habitudes de vie (activités extérieures, pêche, chasse...)

Etudes sur la modélisation de certaines voies de transfert

- ◆◆ Transfert aux yaourts
- ◆◆ Transfert aux fruits du verger
- ◆◆ Transfert aux espèces forestières (champignon, gibier)
- ◆◆ Transfert aux poissons d'étang
 - Besoins génériques niveau national et international
 - Sans remettre en cause les calculs de doses, ces études complémentaires pourront être menées ultérieurement, en fonction
 - » *Des conditions économiques*
 - » *De la faisabilité technique de réalisation*
 - » *De leur sensibilité (importance dans le résultat)*