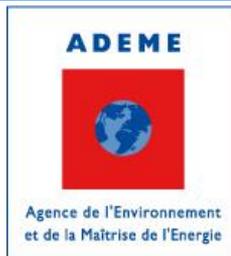


Journées techniques  
28 et 29 mai 2013

Gestion des sites et sols  
pollués



# Les substances volatiles : caractérisation, modélisation des transferts, surveillance

*Retour d'expérience des projets CITYCHLOR, FLUXOBAT et ATTENA*

## Présentation du volet modélisation du guide FLUXOBAT

*Sylvie TRAVERSE (coordinatrice du projet)*



# Les différents modèles et leur couplage

## MODÈLE 3

*Analytique milieu souterrain +  
Modélisation numérique de l'air  
intérieur en nodal (transitoire)*

## MODÈLE 4

*Analytique milieu souterrain +  
Modélisation numérique de l'air  
intérieur en CFD (maillage)*

## MODÈLE 1

Interprétation empirique des  
concentrations

## MODÈLE 2

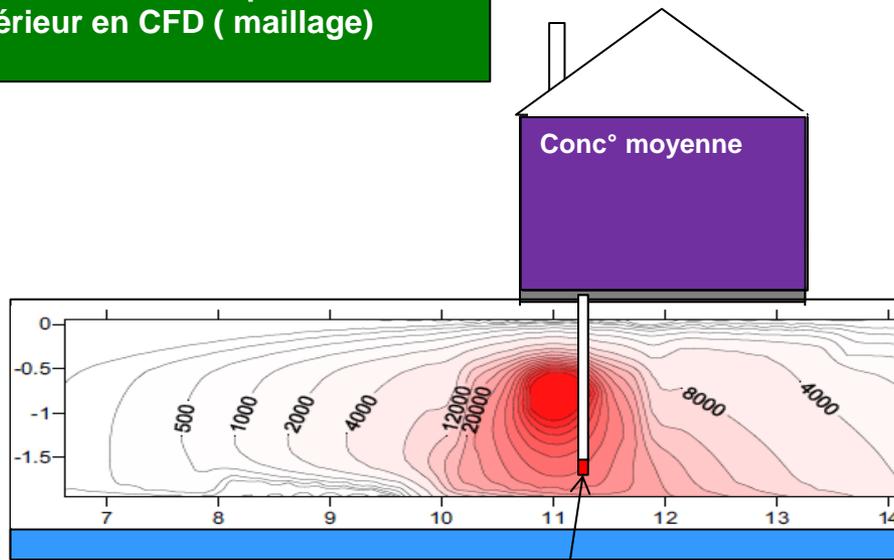
Modélisation analytique des transferts

## MODÈLE 5

*Analytique Air intérieur +  
Modélisation numérique du milieu  
souterrain + dalle (maillage et  
fonctionnalités)*

## MODÈLE 6 ET 7

Modélisation numérique du milieu  
souterrain + dalle +  
Modélisation numérique air intérieur



# Modélisations mises en œuvre

LABORATOIRE



MODÈLE 7

MAISON MARIA  
BASSIN SCERES



MODÈLES  
2, 3, 5, 7

SITE ATELIER



MODÈLES  
1, 2, 3, 4, 5, 7

# Zoom sur les modèles empiriques : $\alpha = C_{ai}/C_{air-sol}$

- > Multiples sources de données de ces facteurs d'atténuation
- > Existence d'une base de données des coefficients d'atténuation mesurés (EPA OSWER Vapor Intrusion Database, 2012)
- > Recommandations d'utilisation (Santé Canada, 2010, DTSC, 2011, MADEP, 2011, EPA, 2012, EPA OSWER, 2013 à paraître)

## > Santé Canada (2010)

Le facteur d'atténuation  $\alpha$  de 0,02

(percentile 90 des valeurs observées entre l'air des sols et l'air intérieur)

## > DTSC (2011)

Ces facteurs sont établis soit à partir des mesures synthétisées par l'EPA (EPA, 2008) soit à l'aide du modèle de Johnson and Ettinger (1991)

Milieu échantillonné	Bâtiment existant		Bâtiment futur	
	résidentiel	commercial	résidentiel	commercial
Source de contamination	0.002	0.001	0.001	0,0005
Gaz sous dalle	0.05	0.05	-	-
Air du vide sanitaire	1	-	-	-

## > MADEP (2011)

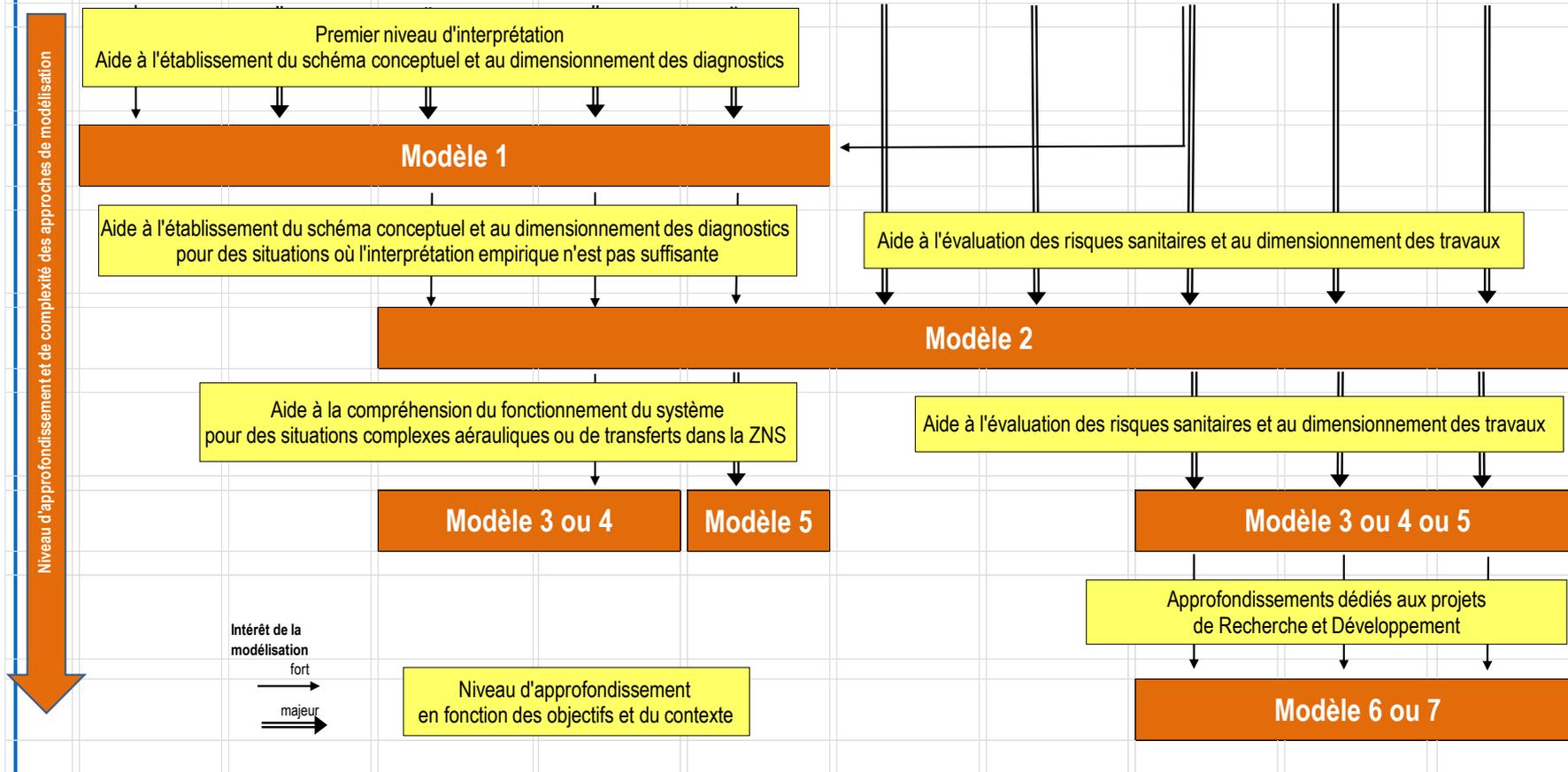
Le facteur d'atténuation  $\alpha$  de 0,014 (air des sols sous dalle)

(percentile 80 des valeurs observées entre l'air des sols et l'air intérieur)

# Choix de l'outil de modélisation

## OBJECTIFS SPECIFIQUES (postes de la NF 31-620)

EGAL	LEVE	IEM*	CPIS (surveillance)	PG	EGAL	EGAL	PG	PG	PG
Premier schéma conceptuel	Premier schéma conceptuel et dimensionnement de diagnostics	Estimation des liens entre les sources secondaires* et les milieux d'exposition	Conception du programme de surveillance & interprétation	Localisation de la source de pollution	Estimation de l'impact sur l'air intérieur ou extérieur	Evaluation financière des travaux de dépollution	Identification des zones participant à la dégradation de l'AI/AE	Estimation de l'impact sur l'air intérieur ou extérieur	Etude et dimensionnement des mesures de gestion



# Des fonctionnalités au choix de l'outil

Approche de modélisation	Fonctionnalités nécessaires du modèle				Exemple d'outils	
	en zone non saturée (ZNS)	pour la dalle de béton (DB)	pour l'air intérieur (AI)	pour l'air extérieur (AE)	Compartment concerné	Noms
<b>Modèle 2</b>  Modélisation analytique intégrale (ZNS+dalle+AE+AI)	Fonctionnalités 2-ZNS 1D multicouche RP écoulement G, (O immobile), profil hydrique fixe  diffusion (G) et convection (G)  sorption, (biodegradation)  équilibre local entre phases (EL)	Fonctionnalités 2-DB 1D monocouche RP écoulement G, teneur en eau fixe  convection (G) et évent diffusion (G)  -  -	Fonctionnalités 2-AI modèle boîte RP  monophasique G  convection  -  -	Fonctionnalités 2-AE modèle boîte ou 1D RP  monophasique G  convection (évent diffusion ds couche limite)  -  -	ZNS+dalle+AE+AI	Outils 2  J&E, VOLASOIL, RVM 2008 etc.
<b>Modèle 5</b>  Couplage ZNS +dalle : numérique AI/AE : nodal 1 nœud/analytique	Fonctionnalités 5-ZNS 1D à 3D RP ou RT  mono à triphasique G+W+O écoulement 1 à 3 Phases :G+W+O convection:G+W diffus°, sorpt°, biodegradat°  équilibre local (EL) ou non (NEL) entre phases	Fonctionnalités 5-DB 1D à 3D (m. p. equ. / fissures) RP. RT  mono à diphasique G+W écoulement G (+évent W) convection G (+ évent W)  diffusion, sorption,  -	Fonctionnalités 5-AI modèle boîte, monozone ou multizone RP ou RT  monophasique G  convection G  -  -	Fonctionnalités 5-AE modèle boîte ou 1D RP  monophasique G  convection (évent diffusion dans couche limite)  -  -	ZNS+dalle  AI  AE	Outils 5  Modflow surfact, Utchem/Simuscopp, CUBIC M, TOUGH, MUFTU_UG, NAPL3D, PORFLOW, VAPOURT, STOMP, AIR-3D  COMIS, CONTAM, SIREN  simple boîte, etc.

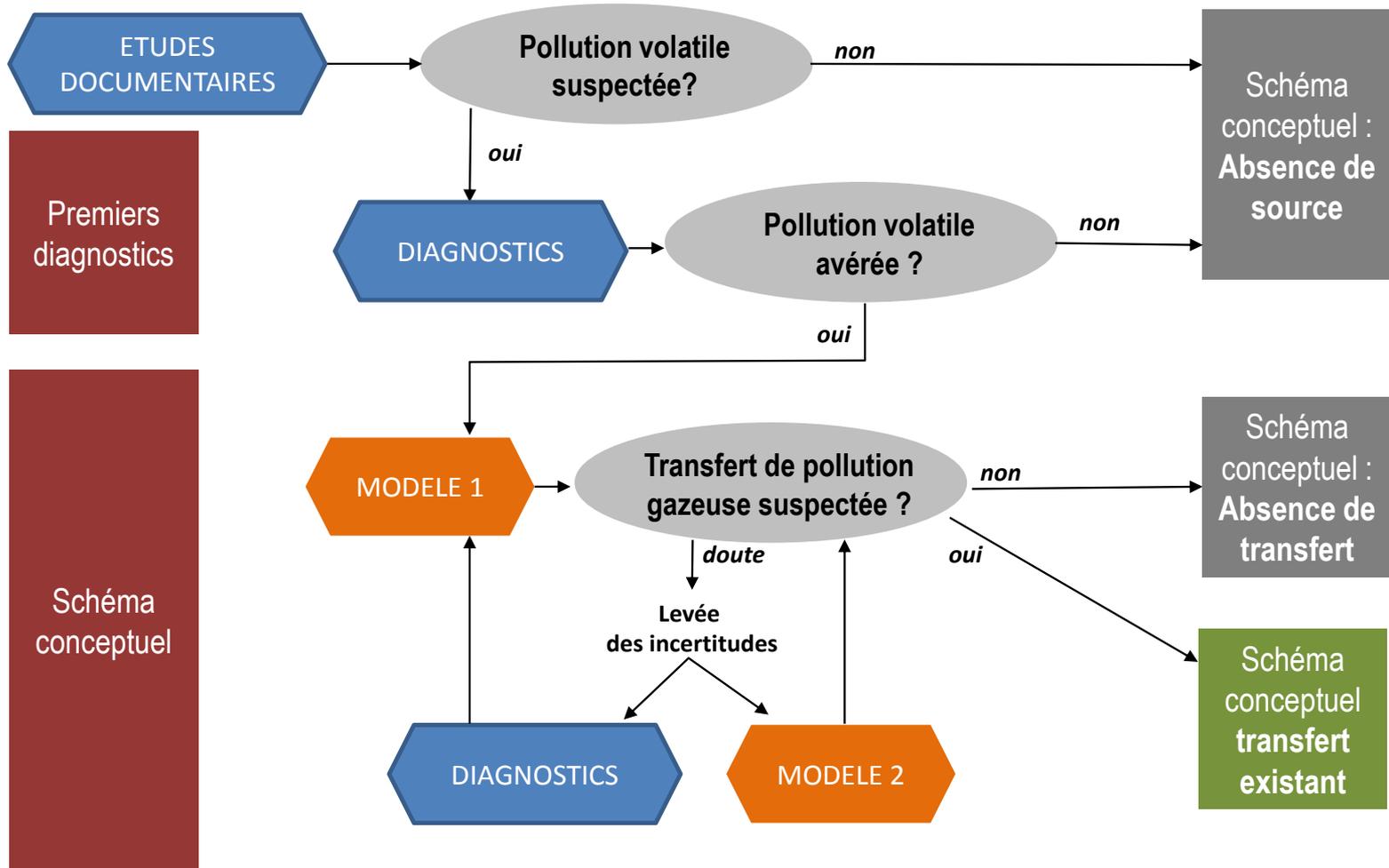
# Avantages – inconvénients des approches

	<b>AVANTAGES</b>	<b>INCONVENIENTS</b>	<b>Budget temps *</b>	<b>Technicité **</b>
<b>Modèle 1</b> Interprétation empirique des mesures dans le milieu souterrain	-rapidité -permet d'identifier les sites sans problème	- empirique - sans considération des sols, dalle et du bâti - hypothèses majorantes sur les transferts	heure	aucun
<b>Modèle 2</b> Modélisation analytique intégrale (ZNS+dalle+AE+AI)	-rapidité -possibilité de traiter différentes fondations	- modèle 1D uniquement -non prise en compte des hétérogénéités de pollution et de transfert vers et dans le bâti	quelques jours	faible
<b>Modèle 3</b> Couplage ZNS+dalle : analytique AI:nodal AE : analytique	- traiter les situations complexes aérodynamiques nécessitant la modélisation en régime transitoire	- identique au modèle 2 pour le milieu souterrain et la dalle	quelques jours	Elevé
<b>Modèle 4</b> Couplage ZNS+dalle : analytique AI/AE : multiphysique (CFD)	- traiter les situations complexes aérodynamiques nécessitant la modélisation par discrétisation de l'espace intérieur	- identique au modèle 2 pour le milieu souterrain et la dalle	quelques semaines	Elevé
<b>Modèle 5</b> Couplage ZNS +dalle : numérique AI/AE : nodal 1 nœud/analytique	- modèle 3D pour la ZNS et la dalle - fonctionnalités - modélisation des impacts hors site	- simple mélangeur dans l'air	quelques semaines	Elevé
<b>Modèle 6</b> Couplage ZNS+dalle : numérique AI/AE : multiphysique (CFD)	Avantages des modèles 4 et 6	- budget temps nécessaire	quelques semaines	Expert
<b>Modèle 7</b> Modélisation multiphysique intégrale (ZNS+dalle+AE+AI)	- Avantages des modèles 4 et 6 - intégration de l'ensemble de la physique couplée	- budget temps nécessaire	quelques semaines à plusieurs mois	Expert

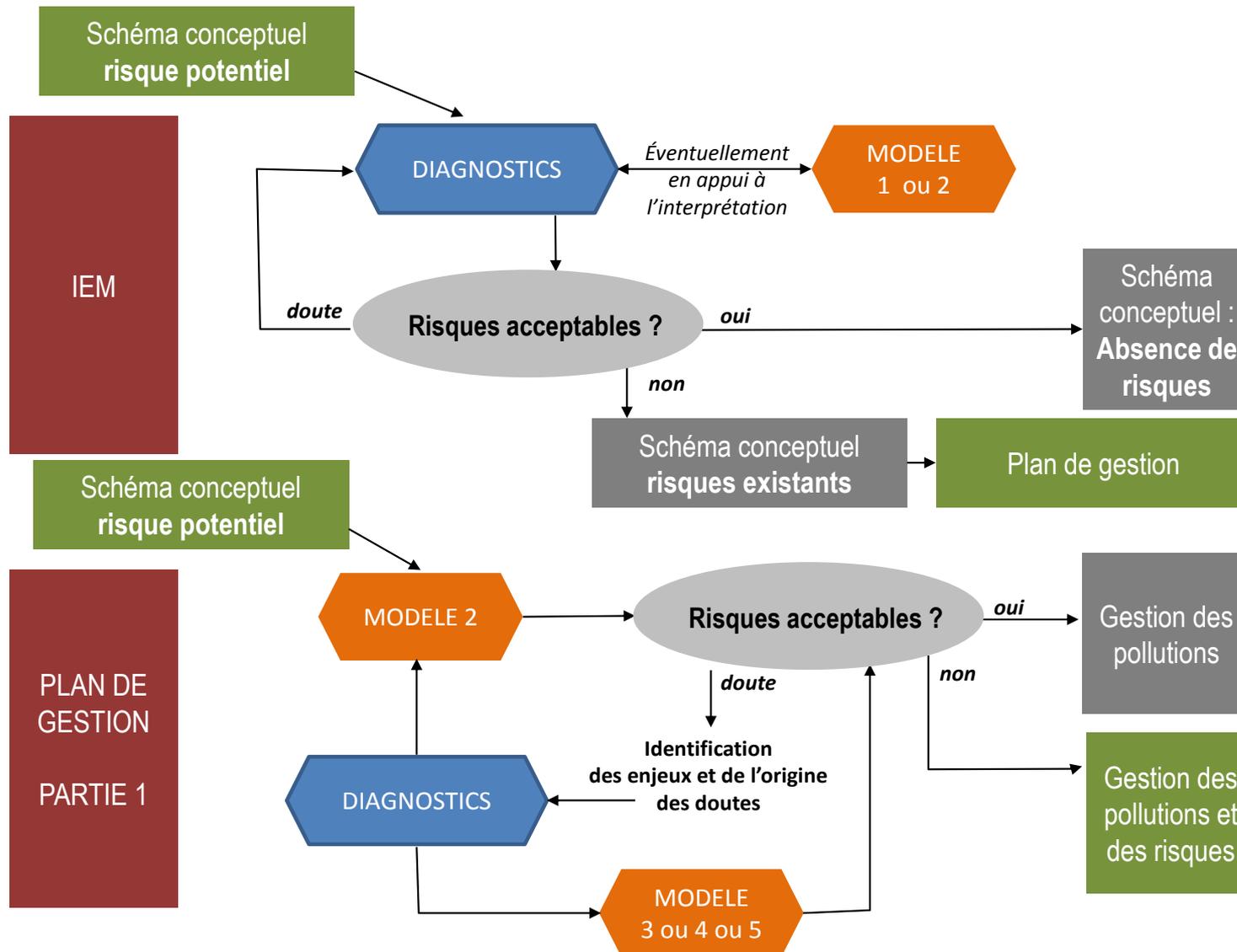
\* : hors diagnostics. Inclus toutes les étapes de la modélisation

\*\* parallèlement, les diagnostics peuvent également nécessiter un niveau de technicité.

# Interactions mesures – modèles (1/3)

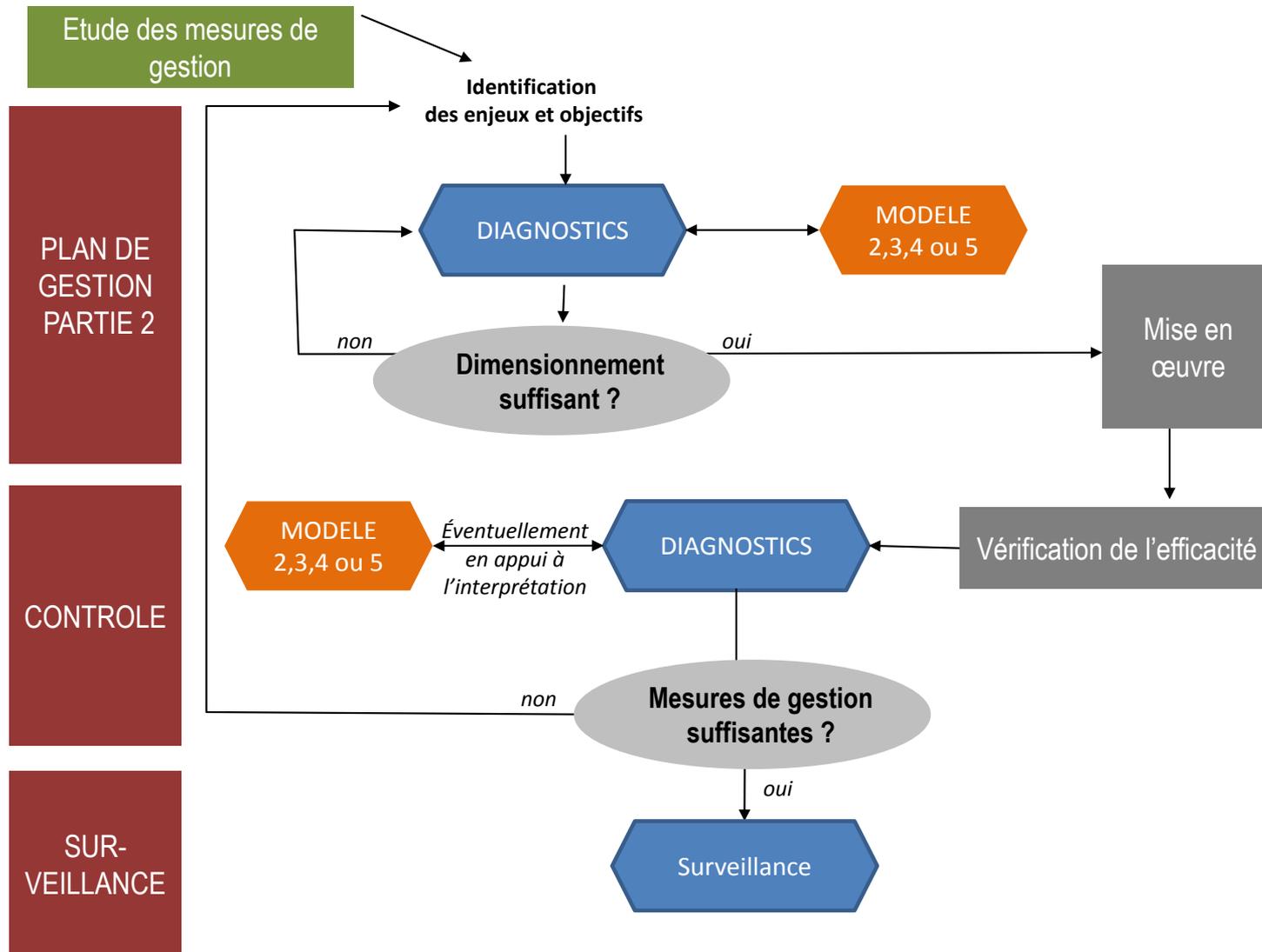


# Interactions mesures – modèles (2/3)



NB : la notion d'acceptabilité des risques n'est pas abordé dans le guide méthodologique, se référer aux documents méthodologiques du Ministère en charge de l'environnement et en particulier les circulaires de janvier 2007

# Interactions mesures – modèles (3/3)



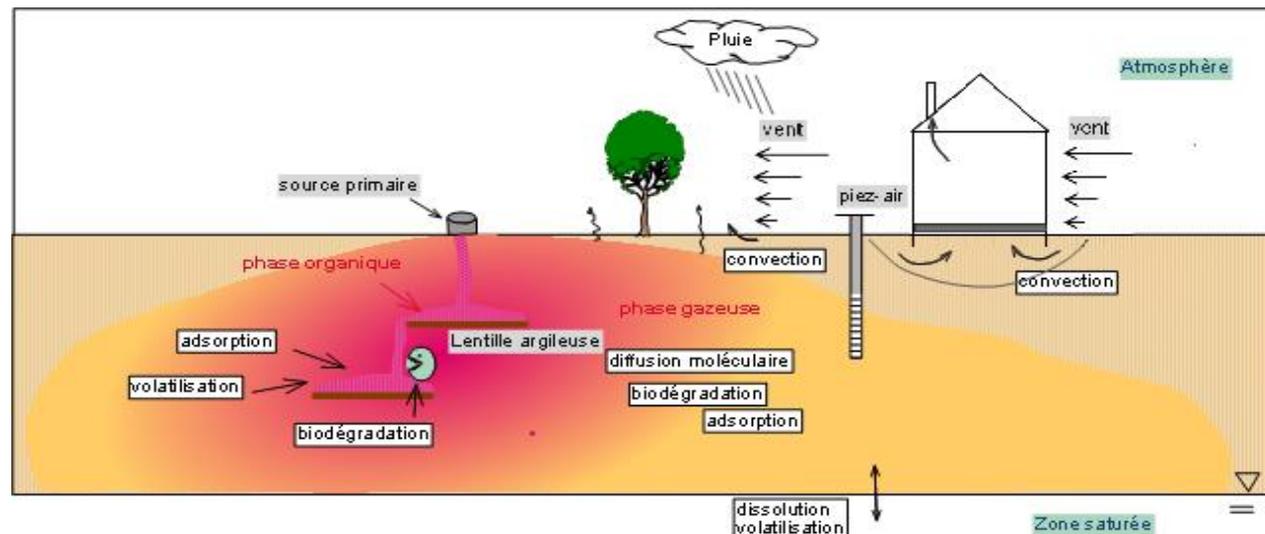
# Pour aller plus loin

## Guide méthodologique à paraître (septembre 2013)

➤ Mécanismes et paramètres de transfert

➤ Chapitres dédiés à la modélisation

- Éléments pour le choix de l'outil
- Paramètres nécessaires et sources (mesures, bibliographie...)
- Etapes des modélisations



<http://www.burgeap.fr/page/fr/fluxobat>