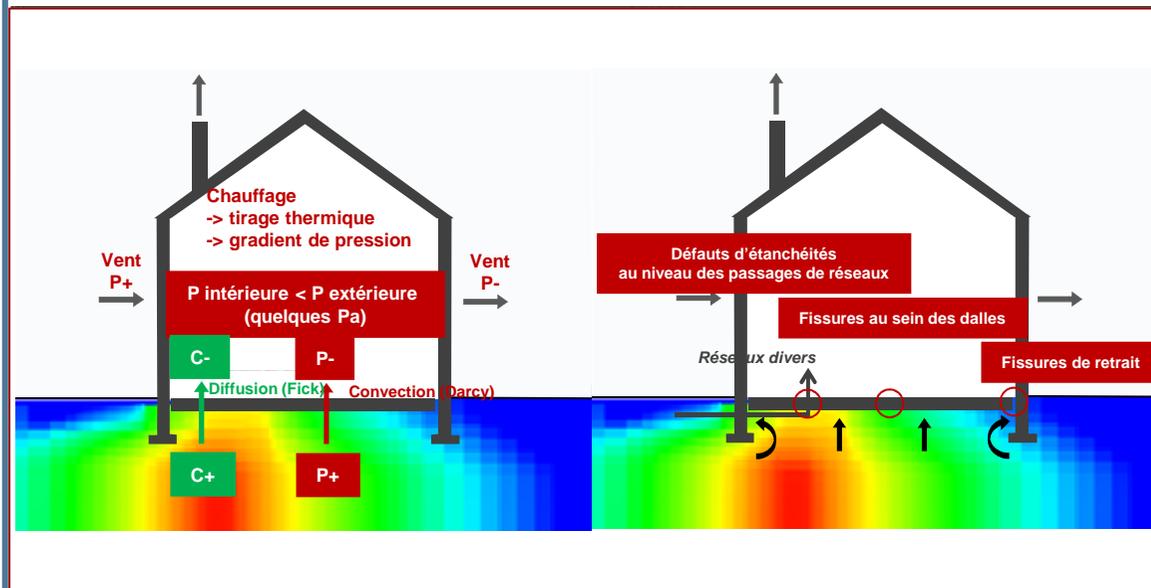


Evaluation des transferts de COV des sols vers l'air intérieur et extérieur

Guide méthodologique

Problématique

- > Existence de pollutions volatiles dans les sols de terrain construits ou à construire
- > Transferts vers l'air intérieur et l'air extérieur



Verrous et attentes des maîtres d'ouvrage
(Gestion des sites suivant l'usage)

- Que faire pour s'assurer de l'absence de pollution par des substances volatiles sur le site (que je gère ou que je souhaite réaménager, acheter ou vendre ?)
- Que faire pour s'assurer que l'état de mon site pollué par des pollutions volatiles reste compatible avec son usage actuel ?
- Que faire pour réaménager mon site pollué avec conservation des bâtiments existants ou construction de bâtiments nouveaux ?
- Que faire pour s'assurer que l'évolution des pollutions résiduelles de mon site ne rende pas son état incompatible avec son usage ?

Partenaires et travaux conduits



> Fiche d'identité

FLUXOBAT	
Coordination	BURGEAP
Partenaires	CSTB
	Grand Lyon
	LHYGES
	IMFT
	INERIS
	TERA environnement
Doctorants	3
Durée	4 ans (2009-2013)
Budget total	1,8 M€
Budget cofinancé	0,9 M€
Cofinancement	ANR PRECODD

> Echelles de compréhension

1-Laboratoire



2-Plateformes expérimentales



3-Site atelier



> Polluants

Trichloroéthylène & Tétrachloéthylène



Structuration du guide méthodologique



Chapitre 1

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

Identification du besoin
Outils et verrous actuels
Déclinaison des outils à chaque étape

Chapitre 2

MÉCANISMES DE TRANSPORT

Mécanismes au sein des différents
compartiments et entre les compartiments

Chapitre 3

Chapitre 4

Chapitre 5

Chapitre 6

MESURES

Paramètres
physiques

Concentration
gaz des sols

Flux du sol
ou des dalles
vers l'air

Concentration
dans l'air
intérieur

Cadre réglementaire, normatif
Paramètres d'influence
Dimensionnement, mise en œuvre et
interprétation

Chapitre 7

Chapitre 8

Chapitre 9

MODELISATIONS

Les modèles
et leurs
fonctionnalités

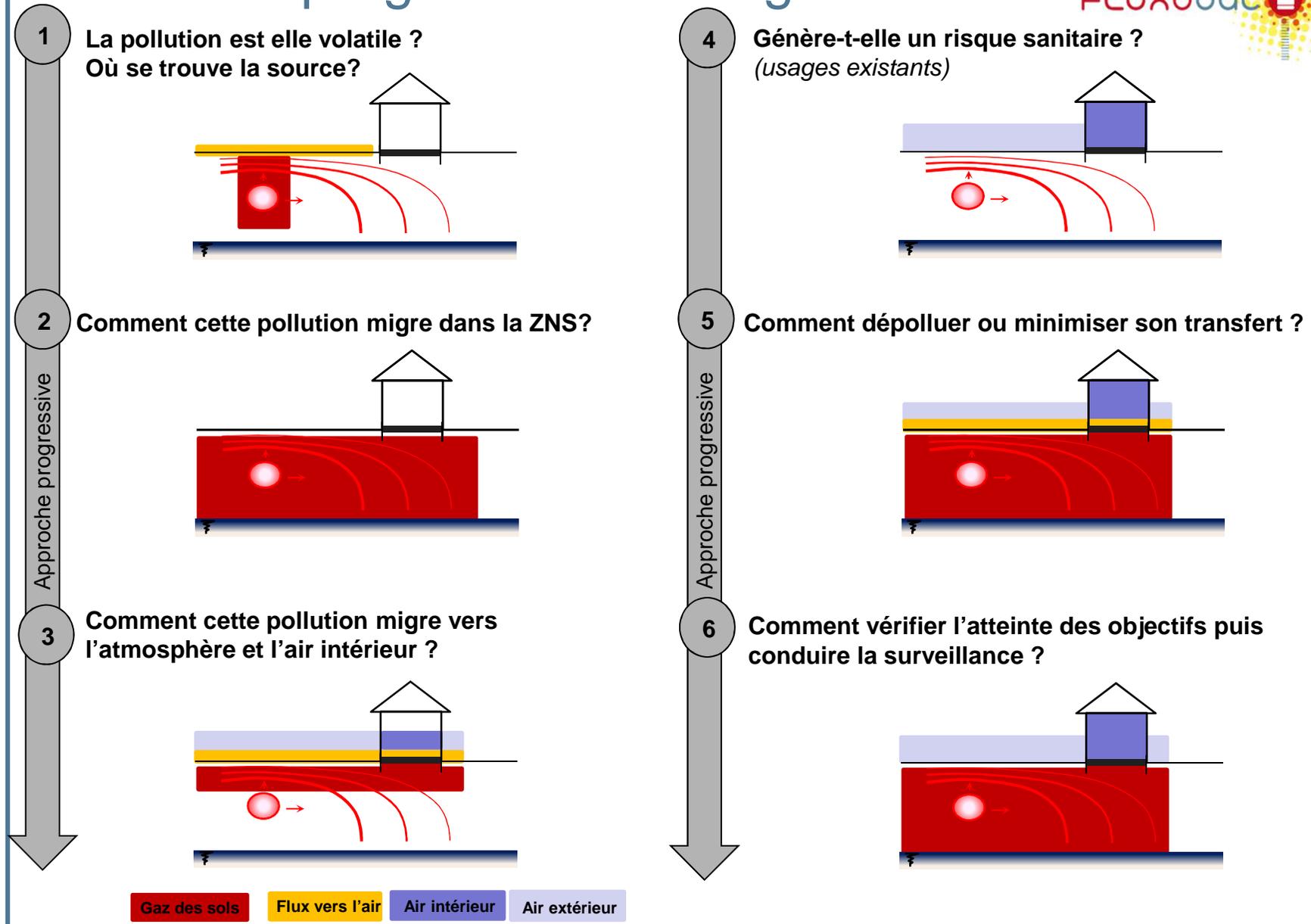
Les données
nécessaires
aux modèles

Les étapes
de
modélisation

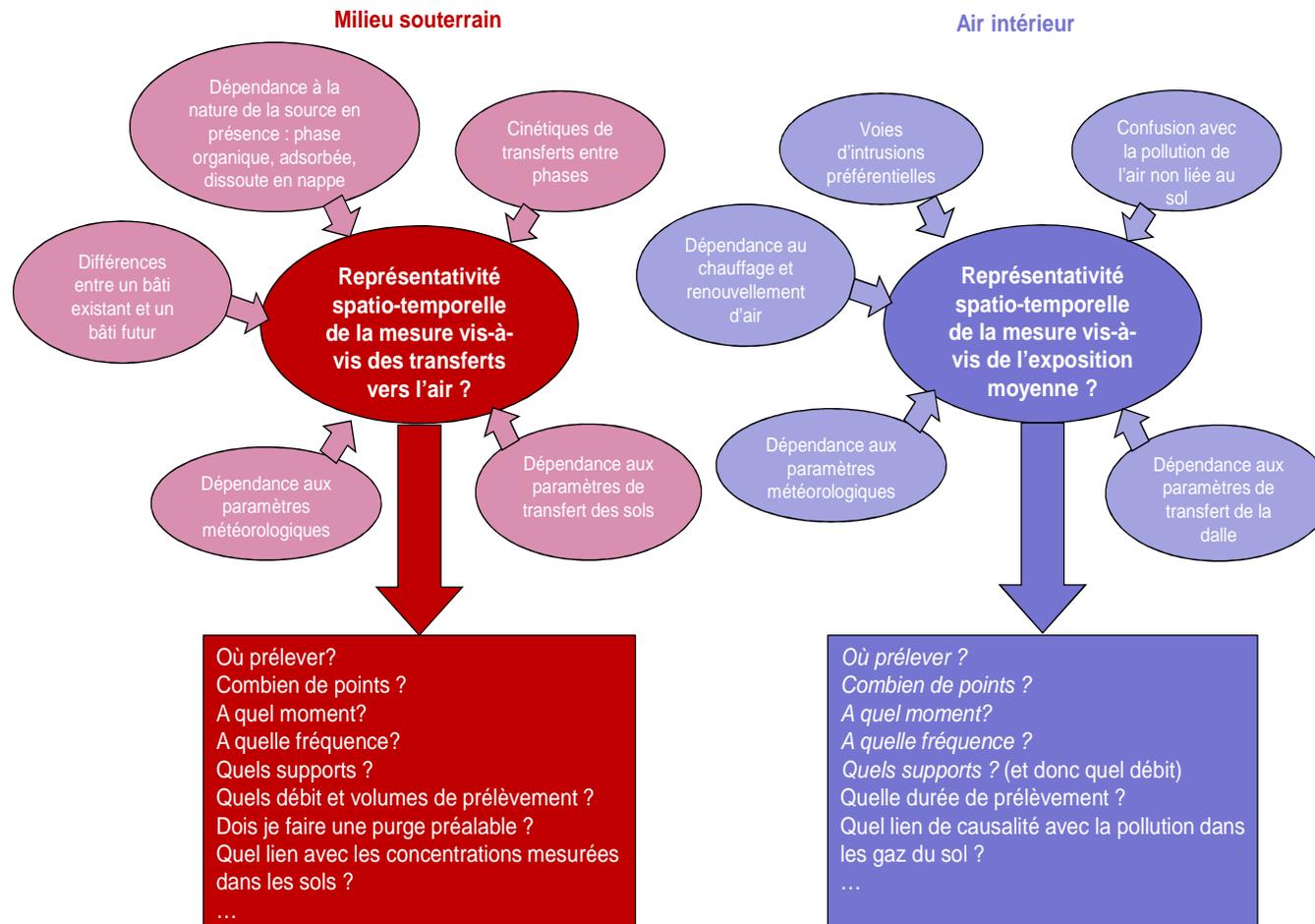
Typologie de modèles
Paramètres nécessaires
Étapes de mise en œuvre

- Recommandations en lien avec les prestations dans le domaine des sites et sols pollués (cadre méthodologique des circulaires de février 2007, norme NF X 31620 de 2011)
- Intégration des recommandations des guides et réglementations existantes pour la qualité de l'air intérieur

Démarche progressive de diagnostic



Dimensionnement des diagnostics



Définition de l'objectif de la mesure

Analyse du contexte spécifique (questionnaire d'enquête)

Air intérieur – Définir les objectifs



Six objectifs bien distincts

- Identifier les zones émissives et d'accumulation
- Etablir le lien entre les concentrations dans l'air intérieur et le sol
- Confirmer l'absence d'impact
- Evaluer les expositions des populations
- Vérifier les concentrations résiduelles dans l'air après travaux
- Vérifier l'évolution de la situation



Méthodologies de mesures spécifiques

- Intégration de la variabilité spatiale et temporelle
- Mesures quantitatives ou semi-quantitatives

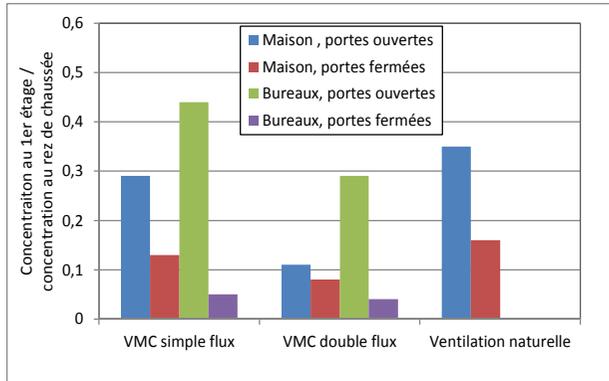
Périodes propices en général

	Air intérieur	
	Plus favorable à des concentrations élevées	Moins favorable à des concentrations élevées
Saison	Fin d'hiver – début de printemps	Eté
Température	$T_{int} > T_{ext}$	$T_{int} < T_{ext}$
Pression	$P_{int} < P_{ext}$	$P_{int} > P_{ext}$
Vent	Stable et relativement élevé <i>(sauf bâtiments non étanches)</i>	Calme
Pluie	les jours précédents les mesures <i>(source sous bâti)</i>	Sec
Niveau de la nappe	Niveau de nappe haut	Niveau de nappe bas
Ouverture des portes et fenêtres vers l'extérieur	Fermées	Ouvertes
Chauffage	En marche	A l'arrêt
Ventilation mécanique	A l'arrêt	En marche

Air intérieur – variabilité

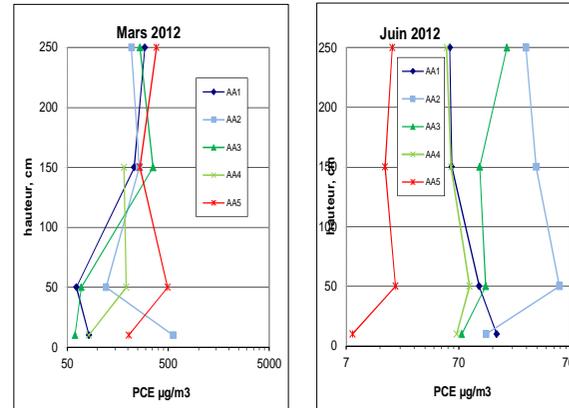


Variabilité spatiale -Modélisations



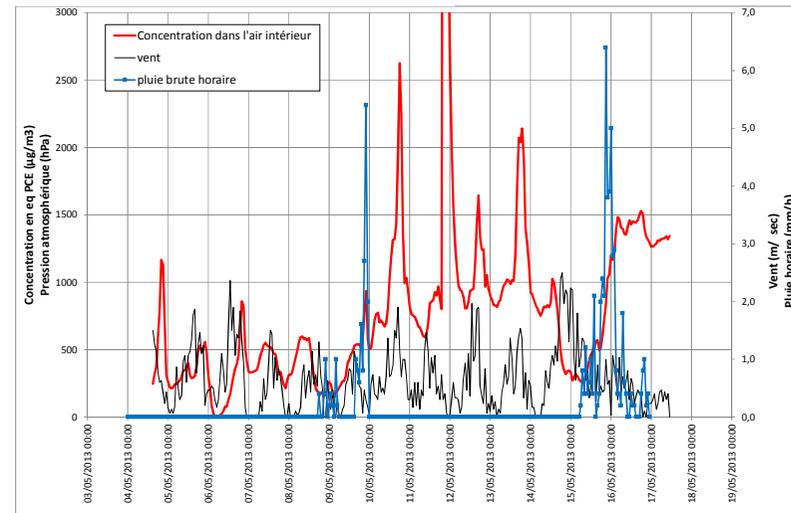
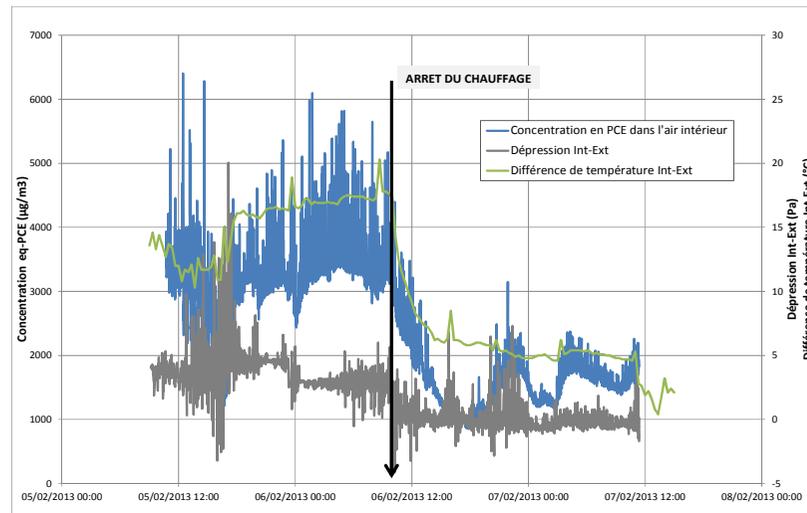
Abattement entre étages lié aux usages, systèmes de ventilation

Illustrations sur le site atelier



Abattement lié aux hétérogénéités de pollution dans les sols et aux écoulements d'air

Variabilité temporelle - illustrations sur le site atelier



Air intérieur –Recommandations



Objectif de la mesure	Périodes de mesure	Type de mesure	Durée d'échantillonnage	Nombre minimal de points de mesures	Nombre minimal de campagnes
(1) Identifier les zones émissives et d'accumulation et établir le lien avec les concentrations dans le sol	Période propice aux transferts	mesures semi quantitatives de type PID avec une sensibilité au ppbV en premier lieu	mesures ponctuelles ou en continu (variations temporelles éventuelles)	Multiples dépendant du site; maillage a minima: au niveau de l'interface avec le sol, des zones préférentielles d'entrées (canalisation, fissures) et dans les zones d'accumulation	2 à 3
		mesures quantitatives	Longues périodes à privilégier si compatible avec l'absence de facteurs d'interférence.	Multiples dépendant du site (dont zones d'accumulation)	1 à 2
(1) Confirmer l'absence d'impact	Période propice aux transferts	mesures quantitatives		Multiples dépendant du site (dont zones d'accumulation)	2 à 3 en l'absence d'impact
(2) Evaluer les exposition des populations	Périodes contrastées (été / hiver)	mesures quantitatives	Représentatif de la fréquentation usuelle des lieux. Longues périodes à privilégier si compatible avec l'absence de facteurs d'interférence.	Multiples dépendant du site (ciblé sur les pièces de vie)	3 (2 en hiver et 1 en été)
(3) Vérifier les concentrations résiduelles dans l'air (après travaux)	Identique à la mesure de référence (pour comparaison). A priori en périodes contrastées	mesures quantitatives	Identique à la mesure de référence (pour comparaison), A priori représentatif de la fréquentation usuelle des locaux.	Identique à la mesure de référence (pour comparaison). Multiples dépendant du site (dont pièces de vies et zones d'accumulation)	2 à 3
(4) Vérifier l'évolution de la situation	Périodes contrastées (été / hiver)	mesures quantitatives	Identique à toutes les campagnes. Représentatif de la fréquentation usuelle des locaux.	Multiples dépendant du site (pièces de vies ainsi que les zones d'accumulation).	hiver et été durant 4 ans (pour bilan quadriennal)

Les différents modèles et leur couplage



MODÈLE 3
Analytique sol+dalle
+
Modélisation numérique de l'air intérieur en nodal (transitoire)

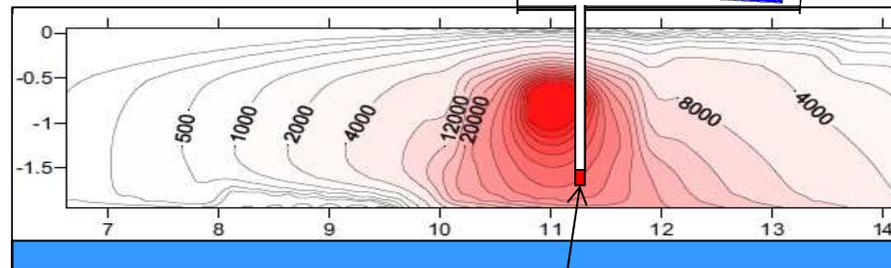
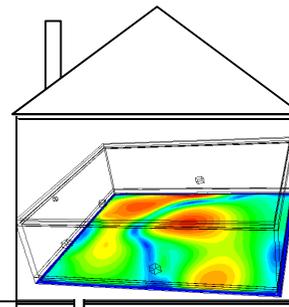
MODÈLE 4
Analytique sol+dalle
+
Modélisation numérique de l'air intérieur en CFD (maillage)

MODÈLE 1
Interprétation empirique des concentrations

MODÈLE 2
Modélisation analytique 1D
Sol+dalle+air

MODÈLE 5
Analytique Air intérieur
+
Modélisation numérique du sol + dalle (maillage et fonctionnalités)

MODÈLE 6 ET 7
Modélisation numérique du sol + dalle
Modélisation numérique air intérieur
CFD couplés ou intégral

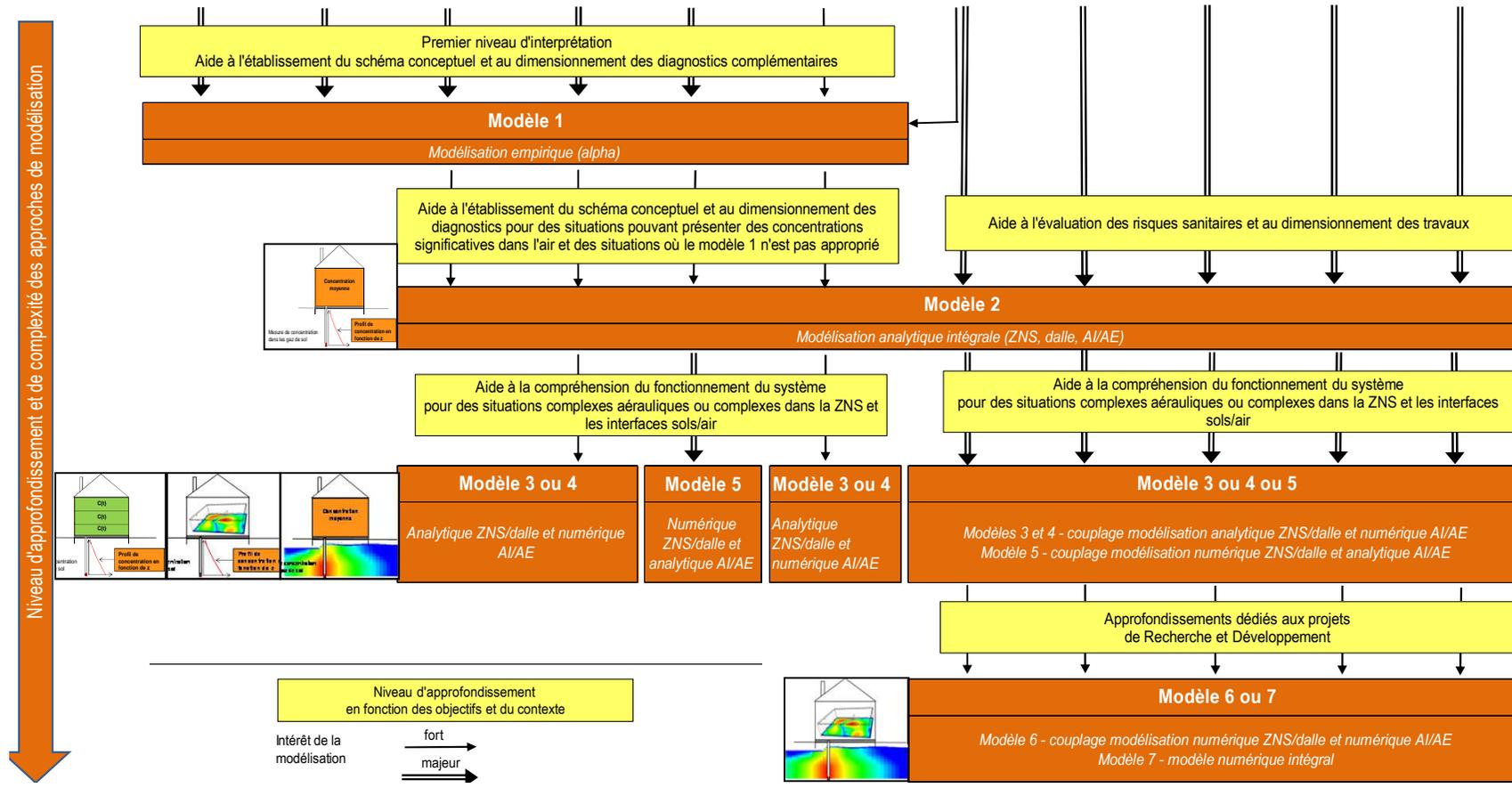


Mesure de concentration dans les gaz de sol

Choix de l'outil de modélisation



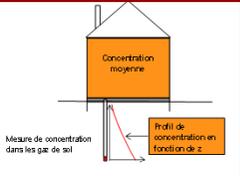
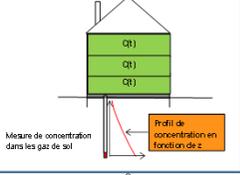
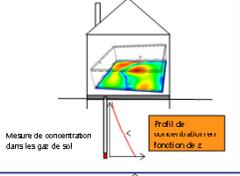
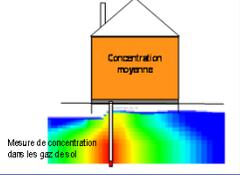
Code de la prestation (NF X 31-620)	LEVE	LEVE	IEM*	CPIS (surveillance)	PG	CPIS (surveillance)	PG	IEM*	PG	PG	PG
Objectifs	Mettre en évidence une éventuelle présence de COV (premier schéma conceptuel)	Dimensionner les diagnostics	Mettre en évidence un transfert vers les milieux d'exposition	Concevoir le programme de surveillance	Cartographier la pollution des sols	Suivre la qualité des milieux et interprétation	Caractériser les émissions vers l'air	Etablir un lien de causalité avec la pollution des sols	Bâtiment futur : Estimer l'exposition future liée à la qualité de l'air intérieur	Estimer l'exposition future liée à la qualité de l'air extérieur	Etudier et dimensionner les mesures de gestion



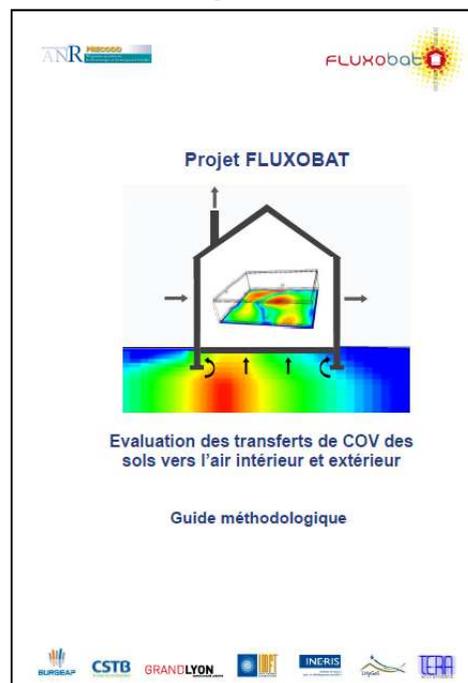
Avantages – inconvénients des modèles



Outils actuellement largement employés

Modèle	Intérêts	Limites	Budget temps*	Technicité
Modèle 1 $C_{\text{air intérieur}} = \alpha \cdot C_{\text{gaz du sol}}$	<ul style="list-style-type: none"> - Rapidité - Discrimination des situations pour lesquelles les concentrations dans l'air intérieur sont significatives ou non 	<ul style="list-style-type: none"> - Approche empirique ne tenant pas compte des spécificités du site - Hypothèses majorantes - Utilisation limitée à l'élaboration du schéma conceptuel 	heure	aucune
Modèles 2 	<ul style="list-style-type: none"> - Rapidité - Possibilité de traiter différents types de fondation - Utilisation à des fins descriptives et prospectives 	<ul style="list-style-type: none"> - Non prise en compte des hétérogénéités de pollution, de lithologie (dans le plan) et de soubassement (Schématisation simplifiée 1 D) - Absence actuelle d'un modèle intégré reprenant tous les mécanismes nécessaires pour une dalle indépendante - Ne permet pas l'évaluation des hétérogénéités dans l'air (concentration moyenne dans un espace correspondant au bâtiment) 	Quelques jours	faible
Modèles 3 	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de traiter des situations complexes aérauliques nécessitant l'évaluation de l'évolution temporelle dans l'air intérieur - Possibilité de discrétiser les espaces intérieurs pour évaluer la variation spatiale et les échanges entre pièces/ niveaux 	<ul style="list-style-type: none"> - Limites identiques à celles formulées pour le modèle 2 pour les compartiments ZNS et dalle - Représentativité des mesures de flux surfaciques si ceux-ci sont mesurés - Diffusion dans l'air intérieur non considérée 	Quelques jours	Moyen / Elevée
Modèles 4 	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de traiter des situations complexes aérauliques nécessitant la discrétisation spatiale intérieure - Prise en compte de l'ensemble de la physique du compartiment air 	<ul style="list-style-type: none"> - Limites identiques à celles formulées pour le modèle 2 pour les compartiments ZNS et dalle - Représentativité des mesures de flux surfaciques si ceux-ci sont mesurés 	Quelques semaines	Elevée
Modèles 5 	<ul style="list-style-type: none"> - Possible intégration de l'ensemble de la physique dans le sol - Prise en compte des hétérogénéités de pollution, de sol et d'interface entre le sol et l'air intérieur - Possibilité de traiter les impacts hors site (géométrie de panaches) et de modéliser les phénomènes transitoires 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne permet pas l'évaluation des hétérogénéités de concentrations dans l'air (concentration moyenne dans un espace correspondant au bâtiment) 	Quelques semaines	Elevée
Modèles 6 Modèles 7 Couplage modèle 4 et 5 Modélisation CFD intégrale	Modèle 6 : Avantages des modèles 4 et 5 Modèle 7 : Intégration de l'ensemble de la physique couplée	Temps nécessaire à sa mise en œuvre	Plusieurs semaines à mois	Experte

A paraître très prochainement



Merci de votre attention
