

ETAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES CONCERNANT LES TRAVAUX MENES EN FRANCE DANS LE DOMAINE DE LA POLLUTION DE L'AIR INTERIEUR LIEE AUX SITES ET SOLS POLLUES

RAPPORT FINAL

décembre 2014
DSC PST 14 081aR

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par le CSTB (Bernard COLLIGNAN)
en collaboration avec le BURGEAP (Sylvie TRAVERSE).

Décision de financement n°1472C0023

Coordination technique :

Yves DUCLOS– Service Friches Urbaines et Sites Pollués - SFUSP – ADEME (Angers)

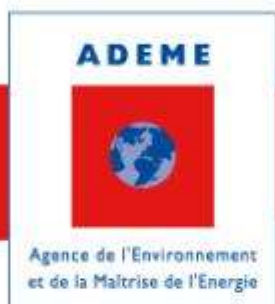


Table des matières

SYNTHESE	3
1 INTRODUCTION	6
2 INVENTAIRE DES ETUDES FRANÇAISES	8
2.1 TABLEAU DE SYNTHESE DES ETUDES	8
2.2 IDENTIFICATION DES SUJETS TRAITES	10
3 ETAT DES TRAVAUX R&D	12
3.1 GAZ DU SOL	12
3.2 AIR INTERIEUR	12
3.3 TRANSFERT SOL-BATIMENT	13
3.4 PROTECTION DES BATIMENTS.....	15
4 PERSPECTIVES D’ACTIONS	16
4.1 GAZ DU SOL.....	16
4.2 AIR INTERIEUR	17
4.3 TRANSFERT SOL-BATIMENT.....	17
4.4 PROTECTION DES BATIMENTS.....	19
4.5 CADRAGE DES PRESTATIONS, TEMPORALITE DES ETUDES	20
4.6 FORMATIONS, COMMUNICATION ET PLURIDISCIPLINARITE.....	20
ANNEXE A : SYNTHÈSE DU CONTENU DES PROJETS	22
A1 - ATTENA	23
A2 - CITYCHLOR/CARACITYCHLOR	24
A3 - FLUXOBAT (projet R&D).....	25
A4 - AGIR – QAI.....	27
A5 - PassSolAir.....	28
A6 - TEMPAIR.....	29
ANNEXE B : SYNTHÈSE DU CONTENU DES GUIDES	30
B1 – Guide méthodologique FLUXOBAT.....	31
B2 - Guides relatifs aux dispositions constructives	33
B2.1 - Guide sur la protection des bâtiments vis-à-vis du radon (CSTB, 2008)	33
B2.2 - Guide relatif aux mesures constructives utilisables dans le domaine des SSP (BRGM, 2014).....	33
B3 - Caractérisation de la qualité de l'air ambiant intérieur en relation avec une éventuelle pollution des sols par des COV (INERIS, 2010).....	34
B4 - « Etablissements sensibles » : Diagnostics des sols dans les lieux accueillant enfants. 2011.....	35
B5 - Guide sur l'échantillonnage dans l'air intérieur et les gaz du sol dans le cadre de la problématique SSP (prévu en 2015).....	36
ANNEXE C : SYNTHÈSE DU CONTENU DES NORMES	37
C1 - NF ISO 10381-7. Qualité du sol – échantillonnage. Partie 7 : lignes directrices pour l'échantillonnage des gaz du sol. janvier 2006.....	38
C2 - Norme méthodologies appliquées aux investigations initiales et complémentaires dans les bâtiments vis-à-vis du radon.....	39
C3 - Norme Référentiel de diagnostic technique relatif à la présence de radon dans les immeubles bâtis	39

SYNTHESE

Cet état des lieux présente les acquis et évalue les perspectives de recherche et démonstration, de formation et de diffusion des connaissances vers les acteurs opérationnels dans le domaine de la pollution de l'air intérieur liée aux sites et sols pollués.

Il est présenté par compartiment (gaz du sol/ air intérieur), vis-à-vis de l'évaluation du transfert entre ces compartiments et des dispositions constructives sur le bâtiment.

Ce document a été établi pour le compte de l'ADEME dans le cadre des troisièmes rencontres nationales de la recherche sur les sites et sols pollués (18 et 19 novembre 2014). Il a été réalisé par le CSTB en collaboration avec le BURGEAP, sur la base d'un recensement des récents projets et guides nationaux et associé à un recueil d'information auprès des différents acteurs du domaine.

Principaux acquis :

Les principaux résultats de R&D sont présentés ci-dessous par compartiment étudié.

- Gaz du Sol et air intérieur

Les travaux réalisés ces dernières années permettent une meilleure compréhension des phénomènes et fournissent des éléments méthodologiques pour la conduite des diagnostics (guide FLUXOBAT).

Il a été mis en évidence un impact important des variabilités spatiales et temporelles pouvant rendre délicat l'interprétation des mesures.

Si des recommandations ont pu être formalisées pour la conduite des diagnostics (types d'ouvrages, procédures de prélèvement, de dimensionnement et d'interprétation en fonction de l'objectif recherché), néanmoins et du fait de la spécificité du site (lithologie, localisation et caractéristiques des sources de pollution...), la traduction opérationnelle n'est pas toujours aisée pour les bureaux d'étude ou gestionnaires de site.

- Transfert sol-Air Intérieur

Pour des bâtiments existants, l'évaluation du transfert, nécessaire au dimensionnement des mesures de gestion, est souvent réalisée en confrontant les mesures de concentration dans les gaz du sol à celles de l'air intérieur. En complément, des outils de modélisation peuvent aider à interpréter ces transferts. Il est à noter par ailleurs que le diagnostic des transferts spécifiques au niveau de points singuliers (traversées de dalle par des réseaux divers, joints de dilatation des dalles) ou par l'intérieur des réseaux eux-mêmes (réseau d'eaux usées, gaines, ...) n'est pas abordé dans les travaux et guides existants.

Pour les bâtiments futurs, seule la modélisation permet d'appréhender ces transferts.

Malgré des travaux ayant permis d'améliorer les modèles analytiques et les protocoles d'utilisation des outils, des incertitudes importantes demeurent quant à l'utilisation des modèles (bonne prise en compte des phénoménologies prépondérantes, maîtrise suffisante des modèles et des paramètres d'entrée).

- Protection des bâtiments

Récemment, un guide (BRGM, 2014) portant sur la protection des bâtiments vis-à-vis des sols pollués présente un état des lieux et des pratiques actuelles dans ce domaine. Par ailleurs, et sur un domaine connexe qui est la problématique de l'exposition au radon dans les environnements intérieurs, il existe également un guide (CSTB, 2008) relatif à la protection des bâtiments dont les préconisations peuvent souvent s'adapter au contexte des sols pollués.

Perspectives

L'analyse des documents consultés et des réponses au questionnaire a permis de dégager un certain nombre de points qui mériteraient d'être approfondis.

- Gaz du Sol et Air intérieur

Concernant les gaz du sol et l'air intérieur, un besoin d'harmonisation des pratiques relatives à la caractérisation et à l'interprétation des résultats paraît nécessaire. La révision de la norme (NF EN ISO 10381-7, 2006) ainsi que la réalisation d'un guide (BRGM, INERIS) à paraître en 2015 pourraient intégrer les avancées de projets R&D récents sur la caractérisation des gaz du sol (ATTENA, CityChlor, PassSolAir, FLUXOBAT) et contribuer ainsi à répondre à cette attente.

Dans le futur, une meilleure compréhension phénoménologique de la variabilité temporelle et spatiale des concentrations et de la biodégradation des polluants en zone non saturée, devrait permettre d'améliorer les pratiques.

En complément, les résultats des travaux de recherche en cours sur les prélèvements passifs (PassSolAir) et la gestion de l'humidité dans les gaz du sol (TEMPAIR), devraient permettre de formuler des recommandations qui pourraient alimenter le cadre méthodologique existant.

- Transfert sol-Air Intérieur

Concernant l'évaluation des transferts gazeux du sol vers des bâtiments, la transposition des éléments méthodologiques issus des travaux de recherche (FLUXOBAT, ...) est souhaitable afin de clarifier les différentes méthodes, alliant mesures et calculs, les plus adaptées à différents contextes et objectifs.

Sur les outils de calcul, au-delà de l'amélioration possible des modèles analytiques (AGIR-QAI) qui serait à poursuivre (prise en compte de la dynamique des transferts, de la réactivité chimique et de la compétition entre espèce, de source latérale), le développement d'approches plus adaptées à certains contextes et objectifs serait pertinent : établissement de facteurs d'atténuation entre les concentrations en polluants des gaz du sol et celles de l'air intérieur, réalisation d'abaques à partir de modèles, établissement de valeurs de référence pour les paramètres d'intérêt (entre autres la localisation et la concentration équivalente à la « source », les paramètres du sol, les paramètres de la dalle).

- Protection des bâtiments

Le choix et la mise en œuvre de solutions de protection des bâtiments, en complémentarité de mesures de gestion du site pollué, nécessiteraient

- D'une part des recherches et développements techniques : amélioration du dimensionnement de solutions sur le bâti, caractérisation des produits et systèmes utilisés ainsi que des investigations sur les actions de limitations de transferts au travers des VRD (voiries et réseaux divers). Une appropriation et une adaptation

des éléments techniques existants dans le domaine du radon semblent pertinentes.

- D'autre part, il serait opportun de définir un cadre permettant de réaliser des bilans coût-avantage intégrant la protection des bâtiments en complémentarité de mesures de gestion globale.

Par ailleurs, des actions visant à préciser les étapes de réception et d'exploitation de ces travaux devraient être menées.

En complément, il paraît utile de capitaliser l'information au travers de retours de terrain sur des bâtiments existants, mais aussi de suivi d'opérations de démonstration sur des projets à venir.

- Perspectives complémentaires pour le transfert des connaissances vers les acteurs opérationnels

Les travaux de recherche récents et la publication à venir de normes et guides permettent de définir les bases des différentes méthodologies de prestation en adéquation avec une pluralité d'objectifs et les contraintes à considérer (niveau de précision attendu, complexité des lithologies, pollutions et bâtiment). Ces travaux pourraient être poursuivis en y intégrant des éléments supplémentaires de contexte (contrainte de temps, de moyens, ...), et en les déclinant vers les différents acteurs concernés.

La réalisation d'un document faisant le lien entre le cadre général de gestion des sites et sols pollués (circulaire de 2007 et norme NFX 31-620) et les guides techniques issus des projets de recherche est souhaitable. Celui-ci permettrait de clarifier le recours à différentes méthodes, alliant mesures et calculs, les plus adaptées à différents contextes et objectifs.

D'une manière générale, il semblerait utile de travailler sur la communication et la formation afin de favoriser l'assimilation de ces cadres méthodologiques pour la conduite des études et la gestion des transferts de polluants volatils du sol vers les environnements intérieurs.

Enfin, d'un point de vue organisationnel et méthodologique, il paraît utile de développer la multidisciplinarité des approches (acteurs des SSP, acteurs du bâtiment). L'information, la formation et la communication à réaliser pour l'ensemble de la chaîne des intervenants, jusqu'à l'utilisateur final du bâtiment est un élément clé du succès de la reconversion durable des sites et sols pollués.

1 INTRODUCTION

Contexte

La présence de nombreuses friches industrielles, notamment en zone urbaine ou péri urbaine constitue un enjeu majeur visant à la reconquête de ces espaces dans le but de leur réutilisation foncière. Le renforcement de la gestion de ces sites constitue d'ailleurs un objectif des pouvoirs publics. Or, la reconversion des friches urbaines polluées nécessite la prise en compte des impacts potentiels de ces pollutions vis-à-vis des futurs usages afin de respecter in fine les normes sanitaires, réglementaires et environnementales en vigueur. De telles études sont encadrées par les documents méthodologiques produits par le ministère en charge de l'environnement (MEDDE, 2007) et des guides pour la réalisation de diagnostics et plus largement du Plan de Gestion.

Néanmoins, des incertitudes sur les outils actuellement utilisés par les acteurs du domaine pour réaliser ces évaluations ne permettent pas toujours une optimisation des mesures de gestion mises en œuvre. Afin de pallier ces manques, notamment sur l'étude de l'impact des sites et sols pollués sur la qualité de l'air des environnements intérieurs, plusieurs initiatives nationales ont été conduites ces dernières années. Ces initiatives visent souvent à améliorer les pratiques actuelles.

Ces différentes études traitent dans le domaine des Sites et Sols Pollués (SSP) des sujets en lien avec l'impact des pollutions gazeuses du sol sur l'air intérieur (gaz du sol, air intérieur, transferts, mesures constructives...), et il peut être difficile pour l'ensemble des acteurs concernés par le domaine des SSP (donneurs d'ordre, bureaux d'étude, Administrations ...) ou du BTP (aménageurs, architectes, constructeurs, ...) d'en évaluer les rendus et leur complémentarité potentielle.

Les 18 et 19 novembre 2014, ont eu lieu, les troisièmes rencontres nationales de la recherche sur les sites et sols pollués organisées par l'ADEME. Ces journées ont été l'occasion de :

- faire le point sur les récents acquis
- mettre en perspective ces travaux pour la définition des besoins de la recherche et les besoins de transferts vers les opérationnels.

Néanmoins, les présentations orales et les posters étaient focalisés sur certains sujets et ne présentaient pas l'ensemble du champ thématique et scientifique lié aux liens entre la qualité de l'air et les SSP.

Objectif de l'étude

Aussi et à la demande de l'ADEME, il est apparu opportun et pertinent de dresser un état des lieux relatif à la connaissance actuelle sur les transferts de polluants gazeux vers l'air intérieur des bâtiments. Cet état des lieux a été réalisé par le CSTB en collaboration avec le BURGEAP, sur la base d'un recensement des récents projets et guides nationaux et associé à un recueil d'information auprès des différents acteurs du domaine.

L'objectif de ce travail est notamment d'évaluer les acquis, les manques, les lacunes méthodologiques, les besoins de recherche et démonstration, de formation et de diffusion des connaissances vers les acteurs opérationnels.

Périmètre

Le Périmètre expertisé a concerné :

- les gaz du sol et l'air intérieur: mesures de concentrations (protocoles, interprétation, ...) et de paramètres physiques nécessaires à l'interprétation ;
- les transferts dans le sol, vers le bâtiment et dans l'air intérieur : mesures et modélisation (choix des outils, protocoles, interprétation...);

- les bâtiments, notamment au regard de l'impact de leurs caractéristiques typologiques (soubassement, systèmes, ...) sur les transferts de polluants gazeux du sol et des mesures spécifiques de protection qui peuvent y être intégrées.

Cet état des lieux permet de constituer un recueil de synthèse pour informer l'ensemble des acteurs (Administrations, Maîtrise d'Ouvrage, chercheurs, Centres Techniques, Bureaux d'Etudes) sur les récents acquis français réalisés et de donner des axes de réflexion pour identifier les manques ou les faiblesses dans les sujets en vue de recommandations sur les orientations de recherche.

Cet état des lieux a été volontairement limité (pour des questions de délais et de moyens) au niveau national. Il est toutefois noté que les projets de recherche et références normatives s'appuient eux-mêmes sur des travaux de recherche et connaissances issus du niveau international.

Méthode

Le travail a tout d'abord consisté à dresser un inventaire français des études R&D, des guides, normes et autres documents techniques récemment réalisés ou en cours sur les sujets du périmètre à expertiser.

Une identification des travaux réalisés dans chaque projet a été conduite afin de pouvoir faire un état des connaissances final par sujet

Pour compléter ce travail, un questionnaire a été établi et envoyé à différents acteurs nationaux institutionnels, scientifiques et techniques (MEDDE, ADEME, INERIS, BRGM, CSTB, Maîtres d'Ouvrage, Bureaux d'études) afin de recueillir leur avis sur les besoins en R&D, les lacunes méthodologiques ainsi que sur le besoin de transfert de connaissance. Plus de 80 sollicitations (et relais auprès des adhérents de l'UPDS) ont abouti à 13 retours de questionnaire. Ce taux de réponse d'environ 15% correspond à celui des personnes possédants une expertise et expérience à partager sur le sujet. Parmi ces réponses figurent les représentants de 6 Bureaux d'Etude, 5 Maîtrises d'ouvrage public, 1 Institutionnel et 1 Centre technique. Ce recueil d'information par questionnaire a été complété par un entretien auprès de trois des acteurs clés du domaine (MEDDE, INERIS, BRGM), notamment sur des questionnements amont, sur les axes de travaux initiés (exploitation des données sur les diagnostics réalisés sur les Etablissements Sensibles, normes en cours de révision...).

Les enseignements des retours de questionnaire ainsi que de l'entretien sont intégrés au présent document

Fondé sur l'ensemble des informations recueillies (projets nationaux, questionnaires, interviews), ce document comprend :

- un état des travaux R&D sur le périmètre défini, (Chapitre 1). Des synthèses du contenu des projets, des guides et des normes d'intérêts ont été portées respectivement dans les Annexes A, B et C.
- une synthèse sur les acquis nationaux réalisés et en cours organisée par compartiment (gaz du sol/ air intérieur) vis-à-vis de l'évaluation du transfert entre ces compartiments et des dispositions constructives sur le bâtiment, (Chapitre 2)
- une identification de perspectives scientifiques, techniques ainsi que méthodologiques concernant la problématique des pollutions de l'air intérieur en lien avec des sites et sols pollués (Chapitre 3).

Livrable et lectorat ciblé

Ce recueil est destiné à informer l'ensemble des acteurs des sites et sols pollués (Administrations, Maîtres d'Ouvrage, chercheurs, Centres Techniques, Bureaux d'Etudes), mais également ceux des bâtiments. Il contribue à orienter les recommandations sur les perspectives de la recherche, les besoins des acteurs opérationnels et les pistes de transferts des connaissances vers ces derniers.

2 INVENTAIRE DES ETUDES FRANÇAISES

Il existe de nombreuses études et initiatives françaises depuis les textes réglementaires de 2007 qui ont mis accent sur la problématique associée à un impact sur la qualité de l'air intérieur des pollutions présentes dans les sols ; que ce soit au niveau de la zone non saturée du sol, à l'interface entre le sol et le bâtiment ou au niveau du bâtiment lui-même.

Le paragraphe 1.1 synthétise les projets de R&D, les guides et normes, existants ou en cours de finalisation sur ces sujets en France. Les annexes de ce document résument chaque action et donnent les références associées.

Le paragraphe 2.2 représente ces études selon les sujets abordés (compartiments gaz du sol / air intérieur / transferts sol-bâtiment / mesures de protection des bâtiments) et identifie ainsi leurs complémentarités.

2.1 TABLEAU DE SYNTHÈSE DES ETUDES

Principaux projets de R&D passés ou en cours¹

Acronyme	Titre	Période	Acteurs	Co-Financement
ATTENA Voir A.1	Protocole opérationnel de gestion de sites par ATTEnuation NATurelle dans le contexte réglementaire français	2008 - 2013	BRGM + partenariat (INERIS, l'IFP, APESA, Arcelor Real Estate France, TOTAL, Rhodia et BURGEAP)	ADEME
CITYCHLOR/ CARACITYCHLOR Voir A.2	Tackling urban soil and ground water contamination caused by Chlorinated solvents – Integrated approach.	2010– 2014	OVAM (BE) ADEME (Fr) City of Stuttgart (DE) Senter Novem – Bodem+(NL) INERIS (Fr) ITVA (DE) Utrecht (NL) Gent (BE) Mortsel (BE)	Projet européen interreg IVB-NWE/ADEME
FLUXOBAT Voir A.3	Développement d'outils optimisés pour l'évaluation des transferts de composés organiques volatils depuis une source dans le sol vers l'air atmosphérique et l'air intérieur des bâtiments	2009- 2013	BURGEAP + IMFT, LHYGES, CSTB, INERIS, TERA Environnement, Grand Lyon	ANR
AGIR – QAI Voir A.4	Amélioration des outils de Gestion de l'Impact des polluants gazeux des sols en Relation avec la Qualité d'Air Intérieur des bâtiments	2011- 2013	CSTB Thèse en collaboration avec le LaSIE	ADEME
PassSolAir Voir A.5	échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur	2012- 2014	INERIS	ADEME – MEDDE -
TEMPAIR Voir A.6	Variabilité temporelle des concentrations dans les gaz du sol et dans l'air intérieur. Etude des facteurs d'influence et recommandations en termes de prélèvement	2014- 2016	BURGEAP + INERIS	ADEME

Note : ce tableau ne prétend pas à l'exhaustivité des actions de recherche sur le domaine.

¹ Les lauréats du dernier appel à proposition GESIPOL 2014 ne sont pas intégrés dans cette étude

Guides existants ou à paraître.

Guides existants
Guide méthodologique FLUXOBAT, 2014, Evaluation des transferts de COV du sol vers l'air intérieur et extérieur. Novembre 2013 Voir B.1
Guide CSTB sur la protection des bâtiments vis-à-vis du radon ² juillet 2008 Voir B.2.1
Guide BRGM relatif aux mesures constructives utilisables dans le domaine des SSP – Août 2014 Voir B.2.2
Guide INERIS sur la caractérisation de la qualité de l'air ambiant intérieur en relation avec une éventuelle pollution des sols par des substances chimiques organiques volatiles, juin 2010 Voir B.3
Projet ATTENA : mode opératoire –apports et limitations de l'analyse des Gaz du Sol. Janvier 2013. Voir A.1
Etablissements Sensibles : Diagnostics des sols dans les lieux accueillant enfants & adolescents. Gestion des résultats des diagnostics. 2011 (BRGM, INERIS, InVS). Voir B.5
Guide à Paraitre
Guide BRGM-INERIS sur l'échantillonnage dans l'air intérieur et les gaz du sol dans le cadre de la problématique SSP à paraître en 2015. Voir B.6

Normes existantes ou à paraître

L'ensemble des normes traitant de la mesure et de l'échantillonnage dans l'air intérieur des COV ne sont pas reprises ici car elles sont nombreuses traitant de la méthode d'échantillonnage et de la méthode d'analyse. Celles-ci sont présentées dans le guide INERIS de 2010 précité. Elles ne traitent pas des sources de pollution provenant du milieu souterrain et n'ont ainsi pas vocation à être présentées ici.

Ainsi, concernant les COV, seule la norme NF EN ISO 10381-7 (2006) sur l'échantillonnage des gaz du sol est présentée même si celle-ci est en cours de révision.

Par ailleurs, et de par son analogie avec la problématique des sols pollués en termes de transfert gazeux des sols vers le bâtiment et pour les mesures constructives de protections des bâtiments, il a été jugé intéressant de citer les normes relative à la gestion du radon².

Normes gaz du sol
NF ISO 10381-7. Qualité du sol – échantillonnage. Partie 7 : lignes directrices pour l'échantillonnage des gaz du sol. janvier 2006) Voir C.1
Future norme ISO_18400-204 (en cours de rédaction) remplacera L'ISO 10381-7 à terme Voir C.1
Normes radon
NF ISO 11665-8 :2013. Mesurage de la radioactivité dans l'environnement - Air : radon 222 - Partie 8 : méthodologies appliquées aux investigations initiales et complémentaires dans les bâtiments Voir C.2
NF X46-040 :2011 Traitement du radon dans les immeubles bâtis - Référentiel de diagnostic technique relatif à la présence de radon dans les immeubles bâtis - Mission et méthodologie Voir C.3

² Le radon est un gaz radioactif naturel présent dans les sols et pouvant présenter un risque sanitaire du fait de son accumulation dans les environnements intérieurs.

2.2 IDENTIFICATION DES SUJETS TRAITES

Pour l'ensemble des documents identifiés ci-dessus, le tableau et le schéma suivants permettent de situer les sujets abordés (compartiments gaz du sol / air intérieur / transferts sol-bâtiment / mesures de protection des bâtiments) ainsi que la complémentarité entre projets et guides.

A noter, qu'hormis pour la problématique du radon qui est mentionnée de par son analogie en termes de transfert gazeux des sols vers le bâtiment et pour les mesures constructives de protections des bâtiments, les textes normatifs se référant aux aspects de mesures des polluants dans les environnements intérieurs ne sont pas abordés.

Projets	Année	Gaz du sol		Air intérieur		Transferts à l'interface sol-bâtiment		Mesures de protection des bâtiments
		Mesures	Modélisation	Mesures	Modélisation	Mesures	Modélisation	
ATTENA - Voir A.1	2013	X				X		
CITYCHLOR/CARACITYCHLOR - Voir A.2	2010-2014	X		X				
FLUXOBAT - Voir A.3	2009-2013	X	X	X	X	X	X	
AGIR - QAI - Voir A.4	2011-2013				X		X	X
PassSolAir - Voir A.5	2012-2014	X		X				
TEMPAIR - Voir A.6	2014-2016	X	X	X	X		X	
Guides								
Guide méthodologique FLUXOBAT. Evaluation des transferts de COV du sol vers l'air intérieur et extérieur - Voir B.1	2014	X	X	X	X	X	X	
Guide du CSTB sur la protection des bâtiments vis-à-vis du radon - Voir B.2.1	2008							X
Guide BRGM relatif aux mesures constructives utilisables dans le domaine des SSP Voir B.2.2	2014							X
Guide INERIS sur la caractérisation de la qualité de l'air ambiant intérieur en relation avec une éventuelle pollution des sols par des substances chimiques organiques volatiles - Voir B.3	2010			X				
Guide BRGM-INERIS sur l'échantillonnage dans l'air intérieur et les gaz du sol dans le cadre de la problématique SSP - Voir B.5	A paraître en 2015	X		X				
Guide BRGM établissements sensibles - Voir B.4	2011	X		X			X	X
Normes								
NF ISO 10381-7. Qualité du sol – échantillonnage. Partie 7 : lignes directrices pour l'échantillonnage des gaz du sol - Voir C.1	2006	X						
+ Future norme ISO 18400-204 - Voir C.1	à paraître en 2015	X						
NF ISO 11665-8. méthodologies appliquées aux investigations initiales et complémentaires dans les bâtiments - Voir C.2	2013			X				
NF X46-040 Référentiel de diagnostic technique relatif à la présence de radon dans les immeubles bâtis - Mission et méthodologie - Voir C.3	2011			X		X		X

AIR INTERIEUR - Métrologie

Protocoles de prélèvements

FLUXOBAT (2013) : Recommandations incluant normes COV et radon, travaux et guides antérieurs

Nombreuses normes et guides pour les COV ***

Normes radon ***

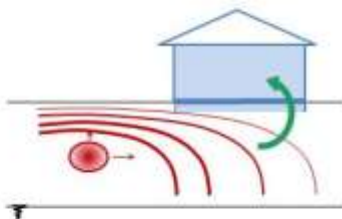
Guide INERIS (2010) remplacé par le guide MEDDE à paraître

Guide MEDDE à paraître reprenant a priori les travaux R&D, normes et guides antérieurs

Paramètres d'influences (météo et chauffage)

FLUXOBAT (2013) incluant CityChlor

TEMPAIR (en cours)



GAZ DU SOL - Métrologie

Ouvrages et protocoles de prélèvements

FLUXOBAT (2013) : Recommandations incluant normes et travaux antérieurs (dont CityChlor et ATTENA)

Norme NF ISO 10381-7 (2006) remplacée par Norme ISO 18400-204 (à paraître)

Guide MEDDE (à paraître) reprenant a priori les travaux R&D, normes et guides antérieurs

TEMPAIR (en cours)

GAZ DU SOL - Mécanismes

Transferts diffusifs et convectifs

FLUXOBAT (2013)

Biodégradation

ATTENA (2013) : hydrocarbures

CityChlor (2013) : chlorure de vinyle

Paramètres d'influence

FLUXOBAT (2013) incluant CityChlor

TEMPAIR (en cours)

Mesures de protection des bâtiments

Guide CSTB (2008) à destination des professionnels du bâtiment

Principes des dispositifs pour la remédiation et la prévention liées au radon

Guide BRGM ** (2014) à destination des professionnels des SSP

Etat des pratiques et éléments de coût

Transferts sol-bâtiment

Mesures des transferts

Indirectes par des concentrations dans l'air (voir métrologie dans l'air intérieur)

FLUXOBAT (2013), ATTENA (2013) : Chambre à Flux

Typologies de modèles permettant l'estimation des transferts

FLUXOBAT (2013) : Descriptions, avantages et limites, choix du modèle en fonction de l'objectif et étapes de modélisation

Facteurs d'atténuation entre les gaz des sols et l'air intérieur

FLUXOBAT (2013) : Valeurs de la littérature et recommandations d'usage

Guide ETS (2010) : Principes d'utilisation

Paramètres des modèles

FLUXOBAT (2013)

Modèles 2D-3D

FLUXOBAT (2013)

Modèles analytiques

FLUXOBAT (2013) : Confrontation à des mesures et modèle numérique 3D (ZNS), analyse des divergences et étude de sensibilité

CityChlor (2013) : Application à un site atelier et étude de sensibilité

AGIR QAI (2013) : Développement de nouveaux modèles analytiques

GAZ DU SOL et AIR - Supports de prélèvement

Norme ISO 18400-204 (à paraître)

Guide MEDDE (à paraître) reprenant a priori les travaux R&D, normes et guides antérieurs

Supports de prélèvement

ATTENA (2013) : dont analyse coût - avantage - inconvénient de méthodes actives

FLUXOBAT (2013) reprenant les travaux de ATTENA et le Guide INERIS (2010)

Utilisation de préleveurs passifs

PassSolAir (2013) : Intercomparaison avec méthodes actives en laboratoire et sur site atelier CityChlor

TEMPAIR (en cours) Intercomparaison sur un site atelier **

* En lien avec les objectifs de screening des Gaz Des Sols (GdS) et de mesure quantitative des concentrations (GdS et Air Intérieur), les recommandations issues de ces travaux seront complémentaires à celles de PassSolAir

** Ce guide traite également i) du transfert des polluants du sol vers l'eau de canalisation et ii) de l'exposition par contact direct avec les sols et l'accumulation dans les végétaux cultivés sur ces sols

*** Pour les COV, en dehors de la prise en compte de la source spécifique provenant du sol, de nombreuses normes existent traitant de prélèvement et de mesure dans l'air intérieur. Concernant les guides, plusieurs documents récents reprennent les grandes lignes de la mesure de la QAI sans lien avec les polluants provenant du sol. Pour le radon, deux normes encadrent la méthodologie de mesure dans l'air intérieur et le diagnostic technique du bâtiment : NF ISO 11665-6 (2013) et NF X45-040 (2011)

3 ETAT DES TRAVAUX R&D

3.1 GAZ DU SOL

Les résultats de différents projets de recherche et développement, portent sur la compréhension des mécanismes de transfert des pollutions volatiles : transferts diffusifs et convectifs, méthodes de mesure des paramètres physiques et des variables ayant une influence sur la migration de ces pollutions ainsi que sur l'identification de la biodégradation des pollutions de type hydrocarbures (ATTENA). On note également des premiers résultats portant sur la présence de chlorure de vinyle dans les gaz du sol en zone non saturée (CityChlor). Par ailleurs, les travaux réalisés ont permis d'illustrer la variabilité spatiale et temporelle des concentrations dans ce milieu (FLUXOBAT et CityChlor).

Si des recommandations ont pu être formalisées pour la conduite des diagnostics (types d'ouvrages, procédures de prélèvement, de dimensionnement et d'interprétation en fonction de l'objectif recherché), néanmoins et du fait de la spécificité du site (lithologie, localisation et caractéristiques des sources de pollution...), la traduction opérationnelle n'est pas toujours aisée pour les bureaux d'étude ou gestionnaires de site. La révision de la norme 10381-7 sur l'échantillonnage des gaz du sol, réalisée conjointement avec la production d'un guide méthodologique (voir A.10) devrait permettre du point de vue de l'échantillonnage une lecture plus aisée des bonnes pratiques et ce faisant devrait tendre vers leur harmonisation.

Vis à vis du dimensionnement du diagnostic en fonction de l'objectif et de son interprétation, le guide méthodologique FLUXOBAT présente la synthèse la plus aboutie. En effet, au-delà de l'exploitation des travaux spécifiques au projet, ce guide méthodologique s'appuie également sur les résultats de projets antérieurs (en dehors des aspects de biodégradation). Il présente par ailleurs les méthodes de mesure des différents paramètres et variables nécessaires à la compréhension et à la modélisation des transferts des polluants en zone non saturée (perméabilité, porosité,...).

Pour le compartiment des gaz du sol, seul un projet de recherche est en cours en France (TEMPAIR) concernant :

- L'influence de l'humidité des gaz du sol sur la mesure des concentrations (et l'influence des dessiccateurs) ;
- L'analyse de la corrélation entre les paramètres (lithologie, ...) et variables (météo, profils de saturation en eau...) et la variabilité spatiale et temporelle des concentrations ;
- L'utilisation des échantillonneurs passifs (travaux complétant le projet PassSolAir) pour la caractérisation des pollutions.

3.2 AIR INTERIEUR

Pour les bâtiments existants, les enjeux liés à la qualité de l'air intérieur ont conduit à de nombreux travaux, normes et guides traitant au sens large des protocoles de de mesures et d'évaluation des impacts. Concernant la dégradation de la qualité de l'air intérieur induite par la présence de pollution dans le sol, les travaux de recherche sont moins nombreux.

Sur les dispositifs de prélèvement et d'analyse, les projets PassSolAir (préleveurs passifs) et ATTENA (tout type de dispositif) ont permis d'apporter des éléments complémentaires

au guide INERIS (2010). Le futur guide BRGM-INERIS (2015), qui intégrera la problématique « gaz du sol » et « air intérieur », devrait rendre compte de l'ensemble des avancées et recommandations en cohérence d'une part avec la source spécifique provenant du sol et d'autre part avec les pratiques dans le domaine de la QAI.

Dans le domaine des SSP, les différents objectifs de diagnostic de la qualité de l'air présentés dans la majorité des guides produits (FLUXOBAT, Guide ETS, CityChlor, Guide INERIS, 2010) sont :

- l'évaluation des expositions,
- l'évaluation des transferts,
- l'établissement de la relation causale entre la pollution du sol et la qualité de l'air intérieur.

Le dimensionnement des diagnostics en fonction de l'objectif est actuellement largement partagé, les guides de visite de site (FLUXOBAT ayant repris et complété celui du guide INERIS 2010 ; le prochain guide BRGM-INERIS, 2015 devrait en proposer une version actualisée) alimentant cette phase.

Concernant l'interprétation des mesures, le projet FLUXOBAT a mis en évidence la variabilité spatiale et temporelle de ces concentrations et ainsi la nécessité d'analyser le contexte pour apprécier la représentativité des mesures. Les paramètres d'influence sont connus (météorologie, dimension et configuration de locaux, caractéristiques du bâtiment, systèmes de ventilation, de chauffage et systèmes de gestion, comportement des occupants) et leur incidence sur les concentrations illustrées (FLUXOBAT, CityChlor) mais les conséquences qui sont propres à chaque bâtiment et typologie de pollution ne peuvent être généralisées.

A l'heure actuelle, peu de bâtiments ont été instrumentés pour permettre d'avoir un recul sur cette variabilité. Parmi les travaux de R&D en cours, le projet TEMPAIR inclut une analyse de variabilité sur le même site atelier que celui du projet FLUXOBAT.

3.3 TRANSFERT SOL-BATIMENT

Les transferts sols-bâtiment sont ici présentés sous l'angle des mesures et de la modélisation.

Sur les aspects de mesures

Les mesures de flux, présentées dans les guides FLUXOBAT et dans une moindre mesure le projet ATTENA, sont pertinentes pour l'évaluation des flux diffusifs vers l'air extérieur. Si la possible prise en compte du flux convectif a été montrée dans le projet FLUXOBAT (spécificité requise pour des mesures dans l'environnement intérieur), les méthodes ne sont à l'heure actuelle pas suffisamment étudiées dans ce contexte pour être applicables. D'autres méthodes plus qualitatives d'estimation des transferts pour des bâtiments existants à partir de la visite détaillée et de mesures d'impact dans les zones d'accumulation existent (FLUXOBAT, 2013, Guide INERIS, 2010). Leur intérêt réside dans la discrimination des situations et le dimensionnement de diagnostics de la qualité de l'air intérieur.

In fine, à l'heure actuelle, pour les bâtiments existants, l'évaluation du transfert (nécessaire pour le dimensionnement des mesures de gestion) repose majoritairement sur la confrontation de mesures de concentrations dans le milieu souterrain et dans l'air. Il est à noter en particulier que le diagnostic des transferts spécifiques au niveau des points

singuliers (traversées de dalle par des réseaux divers, joints de dilatation des dalles) et des intérieurs des réseaux (eaux usées, gaines...) n'est pas abordé dans les travaux et guides existants. L'importance des contributions de ces transferts spécifiques restent mal appréciées et absentes des démarches de modélisation.

Sur les aspects de modélisation

En règle générale, la modélisation est utilisée dans le cadre de bâtiments futurs. Elle peut également être pertinente pour aider à l'interprétation de mesures dans des bâtiments existants.

L'estimation des transferts reposent sur l'interprétation des mesures de concentrations dans le milieu souterrain à l'aide de la modélisation.

Les aspects de modélisation peuvent être abordés suivant trois niveaux :

- l'interprétation a priori des concentrations mesurées dans les gaz du sol sans connaissances spécifiques du bâtiment (facteurs d'atténuation) ;
- l'estimation des transferts vers l'air intérieur (modèles analytiques correspondant généralement à une schématisation monodimensionnelle et verticale) ;
- les approfondissements des transferts et des impacts pour des situations complexes où les enjeux nécessitent de dépasser les simplifications et incertitudes des modèles analytiques.

Pour les premières interprétations, depuis quelques années, à l'instar des développements aux Etats Unis, l'utilisation de facteurs d'atténuation pour la discrimination des situations (impact potentiel ou non) tend à être de plus en plus employée. Le guide FLUXOBAT (2013) présente les facteurs mesurés et recommandés aux Etats Unis et, reprenant en cela le guide sur les ETS (2010), recommande leur utilisation pour le premier niveau d'interprétation.

Concernant la modélisation analytique 1D verticale largement déployée en France pour l'évaluation des transferts, de nombreux modèles existent et sont présentés dans les documents de recherche CityChlor et FLUXOBAT en précisant les simplifications et la phénoménologie considérée. Ils ont été complétés par les travaux réalisés dans le cadre du projet AGIR QAI qui ont permis de développer de nouveaux modèles analytiques pour prendre en compte l'ensemble des typologies de soubassement ainsi que les transferts couplés de diffusion et de convection proches du soubassement associés à des effets bidimensionnels.

Néanmoins, l'emploi de ces modèles présuppose une bonne connaissance du sol et du bâtiment sans quoi les évaluations demeurent trop incertaines pour aider à la gestion des situations. Les illustrations présentées dans le guide FLUXOBAT et CityChlor des écarts entre les résultats des modèles en fonction de la concentration à la source considérée, des paramètres de transferts dans les sols ou à travers les soubassements de bâtiment, etc. justifient la défiance des professionnels, exprimée à travers les questionnaires, envers les concentrations modélisées dans l'air intérieur.

Concernant les modèles plus spécifiques permettant de représenter plus finement la ZNS ou l'Air Intérieur, le guide FLUXOBAT en présente leur mode d'utilisation et les couplages envisagés entre modèles. L'utilisation de tels modèles demande une expertise plus importante de l'utilisateur et que la problématique de la précision des données d'entrée nécessaire reste la même que celle évoquée précédemment. Néanmoins, dans certaines situations complexes (panaches de pollution dans les sols, ...), leur utilisation peut contribuer à la compréhension des transferts, préalable nécessaire à l'étude des mesures de gestion. On peut noter en particulier que les travaux réalisés dans FLUXOBAT ont montré que les dalles plus ou moins fissurées des bâtiments peuvent être, selon les

situations, considérées comme un milieu poreux équivalent et que les variations des conditions météorologiques et de la couverture du sol influent sur la géométrie du panache.

3.4 PROTECTION DES BATIMENTS

Il existe actuellement deux guides relatifs à la protection des bâtiments vis-à-vis des pollutions provenant du sol. Ces deux guides sont complémentaires.

Le premier date de 2008 (CSTB) et traite de cette problématique vis-à-vis du radon. Il est plus particulièrement à destination des professionnels du bâtiment. Il détaille les principes de ces mesures de protection, leurs avantages et limites théoriques en déclinant notamment l'approche au regard de la protection des bâtiments existants et la prévention des bâtiments neufs.

Le deuxième guide date de 2014 (BRGM). Il correspond avant tout un état des pratiques actuelles pouvant être appliquées à la problématique des sols pollués (Etat de l'Art). Les mesures constructives concernées sont celles vis-à-vis des transferts de polluants gazeux où le guide donne des notions de coûts pour certaines des mesures constructives. Il précise également les mesures de protection associées aux transferts de polluants du sol vers les canalisations enterrées d'eau potable. A noter que la présentation de cette dernière problématique est faite vis-à-vis de ses impacts sur la qualité de l'eau distribuée et non en lien avec la dégradation éventuelle de la qualité de l'air intérieur. Enfin la protection vis-à-vis du contact direct avec les sols et le transfert via les cultures est présentée.

4 PERSPECTIVES D' ACTIONS

4.1 GAZ DU SOL

Les retours du questionnaire mettent en avant un besoin d'harmonisation des pratiques pour la caractérisation des pollutions gazeuses dans le sol et de cadrage des investigations nécessaire pour obtenir une bonne représentativité sur un site. La révision de la norme (NF EN ISO 10381-7, 2006) ainsi que la réalisation d'un guide (BRGM, INERIS) à paraître en 2015 pourraient intégrer les avancées de projets R&D récents sur la caractérisation des gaz du sol (ATTENA, CityChlor, PassSolAir, FLUXOBAT) et contribuer ainsi à répondre à cette attente³.

En termes d'interprétation des mesures de concentration, le recours à des valeurs de référence dans les gaz du sol est parfois mentionné par les personnes sondées pour aider à l'interprétation. Cependant, en cohérence avec les choix nationaux de gestion spécifique des sites et l'absence de valeurs comparatives dans les sols, de telles valeurs ne sont vraisemblablement pas à établir. Dans tous les cas, une telle décision est du ressort du ministère en charge de l'environnement.

L'utilisation de mesures de concentrations dans les gaz du sol pour la modélisation des transferts vers l'air intérieur est également un point de difficulté parfois soulevé. Sous-jacent à cela se trouvent deux questions :

- la représentativité de la(les) mesure(s) comme condition à la limite (terme source) pour la modélisation des transferts. Il s'agit d'une question majeure, particulièrement dans le cas de mesures sur des sites où la construction future peut modifier sensiblement le panache de pollution gazeuse ou encore en présence d'une biodégradation des pollutions en zone non saturée. Le premier sujet, abordé dans le projet FLUXOBAT⁴, demeure cependant à être approfondi. Le second, abordé dans le projet ATTENA, n'a pas conduit à des recommandations spécifiques en termes de diagnostic (en lien avec la mention faite au § 4.5 d'un guide de bonnes pratiques), il est également cité au § 4.3.
- Comment, compte tenu de la variation temporelle des concentrations dans les gaz du sol, s'assurer que les mesures retenues sont bien représentatives ? Le sujet de la variabilité abordé dans plusieurs projets a conduit à des recommandations : réalisation de plusieurs campagnes (CityChlor, FLUXOBAT) et leur interprétation en lien avec les conditions environnementales. Il demeure à l'heure actuelle des contraintes de temps à la gestion du site, pour la conduite de ces campagnes (voir § 4.5) et des difficultés techniques dans cette interprétation.

Concernant de nouveaux dispositifs de mesure qui pourraient intégrer dans le temps les concentrations dans les gaz du sol, la finalisation des travaux de PassSolAir et TEMPAIR sur les prélèvements passifs devrait permettre de mieux préciser les avantages et limites de tels dispositifs et les points d'attention sur leur mise en œuvre et interprétation.

Enfin, l'humidité dans les Gaz du sol peut avoir une incidence sur les masses adsorbées lors des prélèvements ou plus largement sur les concentrations mesurées. En l'absence de connaissance actuelle sur l'importance de cette influence, les pratiques ne sont pas harmonisées. Si les travaux en cours dans le cadre du projet TEMPAIR devraient

³ Les organisations professionnelles sont consultées pour la révision de la norme et le seront également pour le futur guide.

⁴ Dans FLUXOBAT, une modélisation numérique montre en effet que le recouvrement pour une source à 5 mètres de profondeur conduit à la modification de 2 ordres de grandeur des concentrations à 50 cm de profondeur.

permettre d'apporter des éléments sur un site atelier en particulier, des travaux de recherche en laboratoire dans des conditions contrôlées et d'autres retours d'expérience pourraient conforter ou conduire à adapter les pratiques actuelles.

4.2 AIR INTERIEUR

Vis-à-vis des diagnostics de la qualité de l'air intérieur et de la gestion des résultats de mesure, deux points ont été soulevés dans les questionnaires.

D'une part, le manque d'harmonisation des valeurs toxicologiques de référence et des valeurs guides pour la qualité de l'air intérieur et l'absence de telles VGAI pour certains polluants présents dans les sols et pouvant impacter la QAI. Depuis ce retour, la note d'information de la direction générale de la santé n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 remplaçant la Circulaire DGS/SD. 7B no 2006-234 du 30 mai 2006 devrait permettre l'homogénéisation des pratiques de choix des substances et de VTR.

Il a également été mentionné la difficulté d'interprétation des mesures dans l'air intérieur. Ce besoin d'aide à l'interprétation des mesures en lien avec la variabilité spatiale et temporelle qui a pu être mise en évidence dans les projets de R&D nécessite, au-delà de la compréhension des phénomènes physiques, des actions de communication et de formation mentionnés au § 4.6. Sur la compréhension des phénomènes physiques, un projet R&D est en cours (TEMPAIR) qui devrait contribuer à fournir des éléments complémentaires de compréhension au guide FLUXOBAT traitant de ces aspects.

Par ailleurs, comme mentionné dans le § 4.5, la difficulté d'interprétation peut être liée à la réalisation d'un nombre de campagnes restreint compte tenu de contraintes de durée de l'étude.

Une réflexion doit alors être conduite afin de, soit modifier les contraintes temporelle de l'étude, soit limiter la portée des interprétations des diagnostics réalisés.

Enfin, à l'heure actuelle, les mesures ayant pour objectifs de vérifier l'efficacité des mesures de gestion mises en œuvre ou de s'assurer de leur pérennité ne sont qu'insuffisamment cadrées dans les guides et normes existantes. Leur faisabilité et mise en œuvre nécessite de réfléchir aux verrous actuels qu'ils soient temporels, techniques ou opérationnels (perte de l'information, responsabilité des acteurs...).

4.3 TRANSFERT SOL-BATIMENT

Sur les aspects de mesures

Actuellement, l'estimation du transfert vers l'air intérieur repose pour les bâtiments futurs sur des diagnostics dans les sols (panache de concentrations, lithologie, ...) puis sur la modélisation prospective des émissions de ces sols vers l'air intérieur. Une des hypothèses fortes de ce couplage mesure-modèle repose sur l'absence de modification des concentrations « source » par la couverture des sols liée à la mise en place du bâtiment. Des travaux de recherche visant d'une part à préciser la fiabilité de cette hypothèse et d'autre part à développer des dispositifs de mesure pouvant s'affranchir de cette question semblent pertinents.

Il est à noter que les transferts spécifiques au niveau de points singuliers (traversées de dalle par des réseaux divers, regards, trappes...) et intérieurs des réseaux (eaux usées, tuyauteries, gaines ...) est peu abordé dans les travaux et guides existants. L'importance relative de ces transferts mériterait d'être étudiée à la fois pour apprécier la justesse des outils actuellement utilisés pour l'évaluation des transferts vers l'air intérieur et pour

préciser en conséquence les points d'attention des dispositifs de protection des bâtiments.

Enfin, la question de la biodégradation aérobie des hydrocarbures dans les sols sous le bâtiment devrait être plus largement posée dans l'étude des transferts et in fine le choix de mesures de gestion.

Sur les aspects de modélisation

✓ Facteurs d'atténuation

Dans la gestion des transferts potentiels entre le sol et l'air intérieur, l'utilisation de facteurs d'atténuation n'est pas, en France, rentrée dans les pratiques des prestataires. Si elle est mentionnée dans le guide ETS, 2010 et le guide FLUXOBAT (2013), les textes de gestion (annexes aux circulaires de 2007 révisées, norme NF X 31-620) ne les reprennent pas. Il apparaît nécessaire que la place de cette méthode d'interprétation (sans doute limitée à des objectifs spécifiques) soit clarifiée afin de la promouvoir (ou non) et d'uniformiser les pratiques.

L'ensemble des mesures faites dans le cadre des diagnostics de plus de 900 établissements sensibles en France par le BRGM n'est à l'heure actuelle pas encore exploité. Leur analyse pourrait permettre d'éclairer davantage la pertinence de l'emploi de facteurs d'atténuation.

✓ Modèles analytiques

Les réponses aux questionnaires traduisent une défiance importante vis-à-vis de l'utilisation de ces modèles. Ils sont jugés trop sécuritaires, peu représentatifs et peu fiables (difficulté de connaître l'ensemble des paramètres, ...).

Les axes d'amélioration cités visent à simplifier l'approche :

- Une harmonisation des paramètres d'entrée des modèles avec en particulier les transferts internes dans les bâtiments (abattement entre niveaux du bâtiment, du sous-sol vers les pièces habitées...).
- Création d'abaques en fonction des lithologies, des modes constructifs, des caractéristiques de la source... afin de remplacer les modèles quand les paramètres nécessaires à leur mise en œuvre ne sont pas ou pas assez connus ;

Sur la base des dernières avancées relatives à une meilleure prise en compte des phénoménologies rencontrées à l'interface avec le bâtiment, dans les derniers modèles développés dans le cadre de l'étude AGIR-QAI, les résultats prometteurs obtenus avec ces derniers modèles demandent maintenant à être conforter pour vérifier leur apport en termes de représentativité. Sur ces bases, il pourrait être utile d'évaluer la pertinence de continuer à travailler à l'amélioration de ces modèles (prise en compte de la dynamique des transferts, de la réactivité chimique et de la compétition entre espèce, de source latérale) et ensuite de les mettre à disposition des acteurs des SSP.

Que ce soit vis-à-vis des modèles analytiques existants et de ceux en cours de développement (AGIR QAI), le besoin de confrontation avec des mesures et de la modélisation numérique intégrant la complexité des panaches, des transferts et des modes constructifs est également exprimé. Si de telles confrontations ont été réalisées dans le cadre des projets FLUXOBAT, AGIR QAI et CityChlor basés pour chacun des projets sur un ou deux sites, l'application à une pluralité de bâtiments où la pollution, les sols, la dalle et le bâtiment sont suffisamment connus permettrait de préciser davantage l'intérêt et les limites des différents modèles.

La défiance dans les modélisations a trait d'une part au choix de l'outil parmi l'ensemble des modèles analytiques, et d'autre part au choix des paramètres d'entrée au modèle. Les études de sensibilité conduites dans le cadre de FLUXOBAT, CityChlor ou AGIR QAI (entre autres sur la localisation et la concentration équivalente à la « source », les paramètres du sol, les paramètres de la dalle) montrent l'influence parfois significative de ces différents paramètres sur les concentrations calculées. Ainsi, de manière complémentaire au point précédent, il paraît nécessaire d'approfondir ces aspects afin d'être à même de déterminer ou de pondérer la pertinence de résultats obtenus avec ces modèles au regard du niveau de connaissance des paramètres d'entrée du modèle.

4.4 PROTECTION DES BATIMENTS

On constate que la mise en place de dispositions constructives préventives dans les bâtiments construits sur d'anciens sites pollués commence à se développer, en complémentarité de mesures de gestion des pollutions. Cependant, il existe aujourd'hui peu de retour sur les pratiques actuelles ainsi que sur les règles de dimensionnement ou les produits et matériaux adaptés à utiliser.

Si les principes des règles constructives sont connus, ils proviennent de la capitalisation faite dans le domaine du radon (guide CSTB 2008), mais sont peu diffusés dans le domaine des SSP. Un guide récent du BRGM (BRGM, 2014) présente un état des pratiques actuelles pouvant être appliquées à la problématique des sols pollués mais constitue avant tout un état de l'art. En tout état de cause, la présentation des techniques préventives à travers ces différents guides reste avant tout sur les principes à mettre en œuvre, demeure générale et manque d'opérationnalité vis-à-vis des acteurs qui doivent se les approprier.

Aussi, il paraît utile, compte tenu d'un retour d'expérience aujourd'hui parcellaire sur la mise en œuvre de ces techniques dans le domaine des sites et sols pollués, de capitaliser l'information au travers de retours de terrain sur des bâtiments construits avec des dispositifs de protection (techniques employées, coûts, efficacité, pérennité, maintenance, ...).

Il est également important de poursuivre le développement de la connaissance technique, notamment vis-à-vis des solutions spécifiques de protection des bâtiments : dimensionnement, mise en œuvre, niveau de performance, maintenance, caractéristiques des produits et systèmes, comme par exemple la connaissance des caractéristiques des membranes vis-à-vis de transferts et de rétention de COV, à travers des travaux de recherche, mais aussi avec des opérations de démonstration permettant d'évaluer in situ la faisabilité des mises en œuvre.

Parmi les verrous actuels identifiés, la surveillance de l'efficacité des mesures constructives dans le temps mériterait d'être étudiée. En effet, à l'heure actuelle, en l'absence de cadre méthodologique, le suivi dans le temps de l'efficacité des solutions n'est a priori pas réalisé. Des actions visant à préciser les étapes de réception et d'exploitation des travaux de protection spécifiques (qui ? comment ? durant combien de temps ?) devraient être menées.

Ce dernier point repose la question de la communication et de la responsabilité de la chaîne d'acteurs afin de sécuriser la période « après plan de gestion ».

Enfin, il apparaît important de prendre en compte la spécificité des connexions entre le bâtiment et le sol sous-jacent liées à la spécificité des réseaux VRD (Voiries, Réseaux,

Divers), que l'on soit dans une approche préventive (conception de ces réseaux visant à minimiser les risques de transferts) ou dans une approche de remédiation sur des bâtiments existants pour pouvoir apporter des solutions de protection adaptées..

4.5 CADRAGE DES PRESTATIONS, TEMPORALITE DES ETUDES

Les questionnaires font ressortir un besoin de cadrage des prestations spécifiques sur les aspects de diagnostics et de conduite de plan de gestion. Une des réponses à cette attente pourrait se trouver dans le développement de méthodologies, à adapter selon les besoins et les contraintes, et permettant de positionner les outils de diagnostics ou de modélisation disponibles, et en définissant les limites et les pertinences associées aux différentes approches. Les propositions faites dans le guide FLUXOBAT, répondent en grande partie à ce besoin et notamment sur les aspects techniques. En y intégrant des éléments de contexte (contrainte de temps, de moyens, ...), ces travaux pourraient constituer la base d'une déclinaison plus systématique vers les différents acteurs.

En particulier, les méthodologies à mettre en place pour le contrôle de l'efficacité des mesures de gestion et la surveillance de leur évolution devraient être clarifiées.

Aussi, il a été exprimé l'intérêt d'une grille d'aide pour la conduite des diagnostics, des modélisations et leur interprétation qui permettrait par la formalisation des erreurs à éviter, d'accorder davantage de confiance aux conclusions des prestations réalisées.

Un point important qu'il convient de soulever dans les difficultés d'interprétation des mesures et ainsi le déficit de confiance dans les résultats d'évaluation des transferts est la contrainte temporelle des études, induite par des processus de gestion/reconversion/vente des sites. En effet, la durée des diagnostics demandés est parfois inconciliable avec la nécessité de réaliser plusieurs campagnes de diagnostic dans les gaz du sol ou l'air intérieur, telles que recommandées dans les normes et guides actuels.

Enfin, il est nécessaire de diffuser la connaissance relative à la protection des bâtiments auprès des acteurs concernés et de faire le lien entre ces différents professionnels : maîtres d'ouvrage, BE des sols pollués, BE du bâtiment. Pour ces derniers, il est en effet important de les impliquer le plus tôt possible dans la démarche.

Le cloisonnement des approches de gestion de la pollution du sol d'un côté et de celles faisant intervenir des dispositifs constructifs est vraisemblablement induit par un déficit de pluridisciplinarité pour la gestion globale de la problématique. Cette pluridisciplinarité est difficile à construire du fait de physiques très différentes entre le milieu souterrain d'un côté et le bâtiment de l'autre. Cette difficulté est par ailleurs accentuée par l'absence d'outil méthodologique permettant de prendre en compte de manière concomitante l'influence d'une gestion de la pollution (dépollution, confinement ...) et celles de mesures constructives. Une aide à la réalisation du bilan coût-avantage (cf. NF X 31-620), préalable au choix des mesures de gestion et intégrant ces aspects, pourrait être développée.

4.6 FORMATIONS, COMMUNICATION ET PLURIDISCIPLINARITE

Nombre des retours du questionnaire font état d'un besoin de formation des bureaux d'études pour acquérir les compétences nécessaires à la gestion des transferts des pollutions gazeuses du sol vers l'air intérieur afin de réaliser le bilan coût-avantage permettant la recommandation de telle ou telle technique de protection des bâtiments (en complément ou non de mesures de gestion spécifiques sur les pollutions en place) et son dimensionnement.

Ce constat peut être associé d'une part au fait que l'étude et le déploiement des mesures constructives sont assez récents dans la gestion des pollutions volatiles dans le domaine des SSP et d'autre part que les domaines du bâtiment et du sol reposent sur des physiques et des dynamiques sensiblement différentes. Ce second point mal intégré à l'heure actuelle dans les projets devrait être favorisé par une multidisciplinarité des équipes travaillant sur les sujets. Aller dans ce sens nécessite la prise de conscience des limites des uns et des autres et la création de ponts entre les métiers du bâtiment d'un côté et des sites et sols pollués de l'autre. Cette multidisciplinarité devant être encouragée par la maîtrise d'ouvrage. Sa sensibilisation à ces aspects est également nécessaire.

Au-delà des aspects de formation nécessaires pour que les différents acteurs aient une vision commune du « pourquoi » et du « comment », lors de la conduite d'un projet de reconversion d'un site ou de la gestion d'une situation dégradée, le besoin de communication est également un élément clé. En effet, compte tenu de la pluralité des acteurs avec des métiers et des préoccupations multiples, une communication accrue est nécessaire. Elle touche la chaîne des acteurs lors de :

- la phase de programmation (aménageurs, architectes, promoteurs, assistants à maîtrise d'ouvrage en SSP, BE qualité environnementale du bâti,...),
- les phases de conception et la construction du bâtiment (sans oublier ici la communication nécessaire entre l'AMO SSP, la maîtrise d'œuvre et les bureaux d'études techniques du bâtiment, structures et systèmes),
- les phases de réception et d'exploitation du bâtiment : communication sur les mesures de gestion mises en œuvre et *in fine* les exigences et responsabilités en termes de vérification, de maintenance et de surveillance. Les acteurs impliqués sont les promoteurs, les différentes AMO, les propriétaires futurs, les gestionnaires du bâtiment ainsi que les utilisateurs.

ANNEXE A :

SYNTHESE DU CONTENU DES PROJETS

A1 - ATTENA	23
A2 - CITYCHLOR/CARACITYCHLOR	24
A3 - FLUXOBAT (projet R&D)	25
A4 - AGIR – QAI	27
A5 - PassSolAir	28
A6 - TEMPAIR	29

A1 - ATTENA

<http://attena.org>

Le projet de recherche ATTENA a été co-financé par l'ADEME, coordonné par le BRGM, avec un partenariat public (ADEME, INERIS, IFP) et industriel (APESA, Arcelor Real Estate France, TOTAL, Rhodia et BURGEAP).

ATTENA est un projet de recherche sur l'**ATTÉnuation NATurelle**. L'objectif du projet était d'aboutir à la mise à disposition des décideurs d'un outil méthodologique permettant d'utiliser l'Atténuation Naturelle (AN) contrôlée dans le contexte réglementaire français.

Il s'est décliné en plusieurs phases, les livrables concernant l'atténuation naturelle essentiellement avec un guide de mise en œuvre et des rapports de démonstration sur trois sites.

En premier lieu, il s'est agi de développer un protocole opérationnel d'utilisation de l'atténuation naturelle permettant une gestion proportionnée et raisonnée des sites pollués par certains polluants organiques (solvants chlorés, hydrocarbures pétroliers, HAP) dans le contexte réglementaire et méthodologique français actuel. Dans un second temps, il s'est agi de confronter ce protocole sur 3 sites, mis à disposition par les partenaires du projet, afin de tester ses possibilités d'application sur des cas réels et d'apporter des améliorations pratiques pour l'utilisation de l'atténuation naturelle dans la gestion des sites.

Enfin, le projet ATTENA a visé à développer et/ou tester des outils de caractérisation dans l'objectif de faciliter la mise en évidence de l'efficacité de l'AN sur un site. Ces outils (géophysique, isotopie, analyse de gaz, échantillonneurs passifs dans les eaux souterraines) étaient destinés à améliorer la caractérisation des zones sources et panache, où à faciliter l'identification des mécanismes contribuant à l'atténuation naturelle, en particulier des processus de biodégradation. Des modes opératoires de l'utilisation de ces outils ont été rédigés au cours du projet dans l'objectif de permettre aux professionnels une appropriation facilitée.

Parmi ces différents livrables, seul celui traitant du mode opératoire de l'analyse des gaz du sol est synthétisé ci-dessous. Ne sont pas repris les éléments concernant l'Atténuation naturelle en zone saturée dont les approches isotopiques, géophysiques et par échantillonnage passif.

Intérêt des mesures des concentrations des gaz du sol dans le domaine pollué, issu de l'activité microbologique, de la minéralisation de polluants (production de CH₄, CO₂) et/ou de la consommation d'accepteurs d'électrons (production de CH₄, CO₂, H₂S). De fortes concentrations (anomaliques) de ces gaz et leur zonage autour du domaine pollué peuvent être un indice supplémentaire d'occurrence de mécanismes de biodégradation efficaces des polluants des sols et/ou la nappe. Dans le cadre du projet ATTENA, un mode opératoire a été réalisé sur l'analyse de gaz pour la démonstration de l'AN (mise en évidence de la dégradation et/ou quantification du panache de gaz) (Bour et al., 2013).

Le mode opératoire d'analyse des gaz du sol (Bour et al, 2013) reprend pour 3 objectifs (screening de sources, délimitation de panaches, bilan et suivi des gaz du sol) les types d'ouvrages et de prélèvements recommandés, ainsi que les types d'analyses possibles. Allant au-delà des seuls indicateurs d'atténuation naturelle, les analyses traitent également des COHV et BTEX. Sont ainsi décrits les différents ouvrages de mesure, les supports de prélèvement (adsorbants, conteneurs). Il est à noter que pour l'objectif de bilan et suivi des gaz du sol, les mesures de flux sont également proposées. Des éléments d'interprétations de l'ensemble des mesures (hors flux) en lien avec les objectifs ci-dessus mentionnés sont présentés dans ce document, ainsi que des tableaux avec avantages, limites et ordres de grandeur de coût des supports.

Référence :

- Bour O., Saada A., Hulot C., Hazebrouck B. (2013) Projet ATTENA – Mode opératoire pour l'analyse de gaz dans le cadre de la démonstration d'atténuation naturelle, ADEME, rapport final, 62 p.

A2 - CITYCHLOR/CARACITYCHLOR

<http://www.citychlor.eu/>

CityChlor est un projet européen mené conjointement par 9 partenaires répartis dans 4 pays européens de 2010 à 2013. D'un budget de 5,2M€ (financement de moitié par le programme INTERREG IV B), il a été coordonné par l'OVAM et, pour le volet français, par l'ADEME et l'INERIS. Le projet Caracitychlor mené par l'INERIS et adossé aux travaux de CityChlor, a permis certains approfondissements sur les sites d'études pour certaines questions scientifiques, techniques et méthodologiques.

Le projet avait pour objectifs de rassembler des connaissances techniques sur la caractérisation des pollutions et la dépollution en zone urbaine et d'élaborer des processus méthodologiques en intégrant les aspects organisationnels, socio-économiques et de communication. De nombreux livrables ont été publiés et sont accessibles sur le site du projet. Vis-à-vis des transferts de COV du milieu souterrain vers l'air intérieur, de nombreux livrables apportent un éclairage et des outils méthodologiques sur des aspects techniques (caractérisation, dépollution), mais également sur les aspects socio-économiques et de communication.

Sans pouvoir être exhaustive, la synthèse ci-dessous reprend les documents qui nous semblent utiles pour contribuer à établir l'état des lieux et les perspectives en France vis-à-vis de la problématique de migration de pollution volatile des sols vers l'air intérieur.

Plusieurs documents techniques produits dans le cadre du projet CityChlor apportent des éléments concernant la caractérisation des pollutions (Lemoine et Hulot, 2013 ; Bour et Albrecht, 2013, INERIS, 2013) et la modélisation des transferts vers l'air (Gay et Hulot, 2013). Ceux-ci sont synthétisés dans le Technical Book (Michel, 2013).

- Sur les aspects modélisation, les modèles analytiques de Johnson et Ettinger, 1991, Waitz et al, 1996 et Bakker et al. 2008 sont décrits, mais leur application au site atelier français de CityChlor n'est pas publiée ;
- Concernant la caractérisation des concentrations dans les gaz du sol, à partir des travaux conduits sur le site atelier, des recommandations sont formulées dans Lemoine et Hulot (2013) quant à la géométrie des piézaires, la purge et la mesure des conditions météorologiques. Par ailleurs, un état de l'art des techniques de prélèvement (sacs, tubes adsorbants et canister) est présenté.
- Concernant la dégradation du Chlorure de Vinyle (CV) en zone non saturée, les travaux ont permis de la mettre en évidence sur le site atelier français et en microcosme. Ces travaux nécessitent cependant d'être poursuivis compte tenu du caractère hautement toxique de ce métabolite de dégradation des solvants chlorés.
- Concernant la caractérisation de l'air intérieur en lien avec les sols pollués, le document INERIS (2010) (DRC-10-109454-02386B référencé ci-avant) traduit en anglais constitue le livrable accessible sur le site Citychlor et ainsi les recommandations concernant cette matrice.

Le rapport appliqué sur le site atelier (INERIS, 2013) présente les mesures réalisées à l'échelle du site atelier dans les sols, les gaz du sol et l'air intérieur. Les conclusions sont formulées vis-à-vis de la purge au PID (à promouvoir), la pertinence de certains designs de piézaires et l'abattement mesuré entre les gaz du sol et l'air intérieur d'au minima un ordre de grandeur.

Le rapport final du projet CaracityChlor (INERIS, 2014) intègre dans une rédaction en français les acquis de l'INERIS dans le cadre du projet Européen CityChlor dans le domaine des caractérisations et suivi des gaz du sol.

Références :

- INERIS, ADEME (2011) Solvants chlorés en milieu urbain. Quelle situation en France ? 2011. Projet européen CityChlor
http://www.citychlor.eu/sites/default/files/CityChlor_Etat_des_lieux_francais_VF.pdf

- G GAY.,C HULOT (2013). Models for predicting transfers t indoor air. INERIS DRC-13-114341-04103A. Projet européen CityChlor http://www.citychlor.eu/sites/default/files/models_for_predicting_transfers_to_indoor_air.pdf
- M LEMOINE.,C HULOT (2013). Soil gas monitoring : soil gas well designs and soil gas sampling techniques. INERIS DRC-13-114341-03542A. . Projet européen CityChlor
- O BOUR, R ALBRECHT (2013) Attenuation of the vinyl Chloride in the Vadose zone – study of VC degradation in the unsaturated zone at different scales. INERIS, DRC-13-114341-03490A. Projet européen CityChlor
- J MICHEL (2013). Groundwater, soil, soil gas and indoor air characterization – Technical Book INERIS, DRC-13-114341-03550A. Projet européen CityChlor
- INERIS (2013). Utilisation d'outils de caractérisation des eaux souterraines, des sols, des gaz du sol et de l'air intérieur de sites contaminés par des solvants chlorés en milieu urbain. Projet CaracityChlor. Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par l'INERIS (J Michel, M Lemoine, F Quiot). Rapport final (juin 2013)
- INERIS (2014). Caractérisation et suivi des gaz du sol, design des ouvrages permanents (piezairs) et techniques de prélèvement. Projet CaracityChlor. INERIS, DRC-14-114341-01165A (M Lemoine, O Bour, C Hulot). Rapport final (janvier 2014)

A3 - FLUXOBAT (PROJET R&D)

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

Projet financé par l'ANR (2009-2013). Coordination BURGEAP,
Partenaires : INERIS, CSTB, TERA Environnement, IMFT, LHYGES

Les transferts de COV des sols vers l'air intérieur et extérieur font intervenir des mécanismes physiques dont les dynamiques sont sensiblement différentes entre le sol, le soubassement (et plus particulièrement la dalle en béton) et l'air. La complexité du problème nécessite la clarification des avantages et limites des outils de diagnostics et de modélisation à mettre en œuvre. Les travaux du projet FLUXOBAT ont été menés à trois échelles afin de chercher à lever les nombreux verrous préalablement identifiés. Il s'agit de verrous scientifiques, techniques ou méthodologiques à la fois sur les mesures de concentrations dans les différents milieux (conduisant à des difficultés de dimensionnement, de mise en œuvre et d'interprétation) mais également sur la modélisation (simplifications des modèles, schématisation, choix des conditions limites, stationnarité...).

Ont ainsi été réalisés des travaux :

- A l'échelle du laboratoire (transferts en colonne de TCE gazeux à travers des sables surmontés d'un béton vieilli) qui s'intéresse plus particulièrement à la caractérisation des transferts à travers les bétons et sa modélisation ;
- A l'échelle de deux plateformes expérimentales :
 - ✓ le bassin SCERES du LHYGES ayant permis de comprendre les transferts de TCE gazeux au sein de la ZNS, vers l'air intérieur d'un volume réduit (caisson surmontant une dalle de béton vieillie de 1,6 m² mis en dépression afin de simuler l'action du tirage thermique dans un bâtiment) et vers l'air atmosphérique (intercomparaison de différentes méthodes et dispositifs de mesures de flux) ainsi que l'interprétation d'expérimentations existantes ;
 - ✓ la maison expérimentale MARIA du CSTB sur laquelle des mesures d'abattement à travers la dalle ont été mesurés et des modélisations réalisées pour apprécier la variabilité spatiale dans l'air intérieur ;
- A l'échelle d'un site atelier où une pollution concentrée en PCE est présente dans les sols. Les difficultés inhérentes aux hétérogénéités de sol, de dalle et de renouvellement d'air ont ici été interprétées à travers les diagnostics et modélisations conduites.

A chacune de ces échelles ont été mises en œuvre des outils de modélisation (numérique intégral, numérique découplé ZNS+dalle/air et analytiques 1D verticaux) et des outils de

diagnostics permettant de lever les verrous techniques (faisabilité de diagnostics, représentativité des mesures), et les verrous méthodologiques concernant d'une part le dimensionnement, la mise en œuvre et l'interprétation des diagnostics et d'autre part le choix des outils de modélisation et des paramètres nécessaires à leur mise en œuvre.

Le guide méthodologique, relatif à ***l'évaluation des transferts de COV du sol vers l'air intérieur et extérieur***, rédigé dans le cadre du projet de recherche FLUXOBAT, formalise à partir des travaux réalisés les recommandations en termes de diagnostic et de modélisation. Ce guide et ses annexes sont présentés en annexe B1.

Quelques références ci-dessous, l'intégralité des publications et communications étant présentée sur le site internet du projet

- Traverse S., Schäfer G., Chastanet J., Hulot C., Perronnet K., Collignan B., Cotel S., Marcoux M., Côme J.M., Correa J, Quintard M, Pepin L.. Projet FLUXOBAT, Evaluation des transferts de COV du sol vers l'air intérieur et extérieur. Guide méthodologique. Novembre 2013. 263 pp + volume d'annexes. www.fluxobat.fr
- Marzougui Jaafar S. (2013) *Transfert de composés organo-chlorés depuis une zone source localisée en zone non saturée d'un aquifère poreux vers l'interface sol-air : expérimentations et modélisations associées*. Thèse de doctorat. Université de Strasbourg. Janvier 2013
- Musielak M (2012) *Etude numérique et Expérimentale des transferts de Composés Organiques Volatils du sol à l'air ambiant, en passant au travers du béton*. Thèse de doctorat. Université de Toulouse. Institut National Polytechnique de Toulouse. 19 novembre 2012.
- Abdelouhab M. (2011). *Contribution à l'étude du transfert des polluants gazeux entre le sol et les environnements intérieurs des bâtiments*. Thèse de doctorat, Université de La Rochelle, juillet 2011.

A4 - AGIR – QAI

Projet financé par l'ADEME (2011-2013). Coordination : CSTB

Partenaires : Thèse en collaboration avec le LaSIE

Ces travaux de recherche entrent dans le cadre d'une thèse qui a été soutenue en octobre 2013 par T.M.O. Diallo (voir références). Une synthèse a également été rédigée pour l'ADEME (voir références). Ils comportent deux volets :

- l'un visant à l'amélioration des modèles analytiques d'évaluation de l'exposition aux polluants gazeux des sols dans les environnements intérieurs ;
- l'autre visant à proposer un modèle permettant de dimensionner les Systèmes de Dépressurisation des Sols, intégrés dans les soubassements de bâtiments comme moyens de protection des remontées gazeuses.

- Volet 1 : Modèles analytiques d'évaluation de l'exposition aux polluants gazeux des sols dans les environnements intérieurs

L'amélioration des modèles analytiques a consisté à mieux considérer la prise en compte des transports convectifs et diffusifs des polluants dans la zone d'influence du bâtiment, en tenant compte de leur particularité : dalle portée, dallage indépendant, vide sanitaire, murs enterrés, lit de gravier sous les fondations.

Les premières confrontations de ces lois semi-empiriques réalisées, tant vis-à-vis des modèles existants (Johnson et Ettinger, Volasoil), que de certaines expérimentations disponibles, ont globalement donné satisfaction sur le fait que les lois semi-empiriques développées semblent améliorer l'évaluation des concentrations intérieures liées aux polluants gazeux du sol et donnent le même ordre de grandeur que les mesures.

Ces lois semi-empiriques ont été intégrées dans un code thermo-aéraulique multizone pour étudier l'impact du transfert des polluants du sol sur la qualité de l'air intérieur. Cette étude a montré que la concentration intérieure résultante dépend fortement de la typologie du soubassement. Cette intégration a aussi démontré la robustesse des lois développées et leur facilité d'utilisation pour être associées à un code de ventilation.

- Volet 2 : dimensionnement des Systèmes de Dépressurisation des Sols

Un outil de dimensionnement d'un système de dépressurisation du sol passif afin de réduire le flux d'entrée des polluants dans le bâtiment a été développé afin de pouvoir évaluer analytiquement les débits d'air entrant dans le système et traversant les différents milieux considérés. Il a ensuite été couplé à un modèle aéraulique du bâtiment afin de pouvoir étudier son fonctionnement mécanique naturel tout au long de l'année. Il a ensuite été confronté à des résultats expérimentaux obtenus dans la maison expérimentale MARIA du CSTB et dans le cadre de travaux de recherche précédents (thèse de Malya Abdelouhab – voir références ci-dessous). Sur cette base, la contribution a été la proposition d'un modèle de dimensionnement du SDS à la fois passif et actif. Le modèle a été utilisé pour réaliser de premières études de sensibilité, notamment sur l'impact de la météorologie sur le fonctionnement du SDS, l'impact de l'éventuel flux diffusif qui pourrait entrer dans le bâtiment quand le SDS est en fonctionnement et finalement l'influence des systèmes de ventilation sur le fonctionnement du SDS.

Ces études exploratoires ont montré que :

- le fonctionnement du SDS dépend du site d'implantation car il est très lié aux forces naturelles : le vent et le tirage thermique,
- le fonctionnement du SDS dépend aussi de la saison (été, hiver), le SDS est généralement plus efficace en hiver à cause du tirage thermique plus important,
- la hauteur du bâtiment et le diamètre du conduit de l'extraction du SDS jouent un rôle dans l'efficacité du système,
- quand le SDS est en fonctionnement, un flux diffusif peut encore entrer dans le bâtiment,

- le système de ventilation du bâtiment peut affecter le fonctionnement du SDS, notamment en présence d'un plancher bas plutôt perméable à l'air.

Références :

- AGIR - QAI : amélioration des outils de gestion de l'impact des polluants gazeux des sols en relation avec la qualité de l'air intérieur des bâtiments. Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par le CSTB. Décision de financement n°1072C0064. Document de synthèse. 15 octobre 2013. DSC PST 13 128R.
- DIALLO Thierno Mamadou Oury. Impact des polluants gazeux du sol sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments. Thèse de l'Université de La Rochelle, présentée par 10 octobre 2013 pour obtenir le grade de Docteur, spécialité : génie civil.
- ABDELOUHAB Malya. Contribution à l'étude du transfert des polluants gazeux entre le sol et les environnements intérieurs des bâtiments. Thèse de l'Université de La Rochelle, présentée par 4 juillet 2011 pour obtenir le grade de Docteur, spécialité : génie civil.
- 2 D semi-empirical models for predicting the entry of soil gas pollutants into buildings. Diallo T.M.O., Collignan B., Allard F. Building and Environment 85 (2015) 1-16. doi:10.1016/j.buildenv.2014.11.013.
- Analytical quantification of air flows entering through building substructures for the assessment of soil gas pollutant impact on indoor air quality. Diallo T. M. O., Collignan B., Allard F. Building Simulation International Journal, 6/1, March 2013, p. 81-94 [doi:10.1007/s12273-012-0095-2]
- Experimental study on passive Soil Depressurization System to prevent soil gaseous pollutants into building, Abdelouhab M, Collignan B, Allard F. Building and Environment 45, 2400 – 2406, May 2010.
- Impact assessment of soil gas pollutant on indoor air quality: Development of analytical models to quantify air flow entering through building substructures. T.M.O. Diallo, B. Collignan, F. Allard. Healthy Buildings 2012, 10th International conference, July 8-12, 2012, Brisbane, Australia.
- Air flow model for sub-slab depressurization systems design. T.M.O. Diallo, B. Collignan, F. Allard. , 34th Conference on Air Infiltration and Ventilation Centre. 25-26 September 2013, Athens, Greece

A5 - PASSSOLAIR

Financement MEDDE/ADEME/Interreg. Réalisation : INERIS.

Echantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur

Période : 2012-2014.

L'objectif du projet est l'acquisition d'un retour d'expérience concernant l'utilisation des échantillonneurs passifs pour le prélèvement de COV dans les gaz du sol et dans l'air intérieur.

Un état des lieux des échantillonneurs passifs existants et leurs différenciations vis-à-vis des mesures quantitatives (en concentration) ou seulement qualitatives (en masse). Actuellement, sont principalement commercialisés, les supports américains suivants, en termes de d'échantillonneurs passifs (EP) utilisables au sein d'ouvrages de types permanents (piézair), le tube passif BEACON Environmentals, l'AGI passive samplerr® et le BeSure® Sampler pour lesquels les fabricants annoncent une utilisation tant pour l'air intérieur que les gaz du sol, avec des durées d'exposition de quelques jours à quelques semaines.

Des tests de ces différents échantillonneurs en atmosphère contrôlée sont réalisés pour différents polluants (solvants chlorés) pour inter-comparer les dispositifs pour différents niveaux de concentration (0,1 à 500 mg/m³), de température (10-20°C) et d'humidité (80-90 %).

Parallèlement, leur utilisation sur un site pilote (celui retenu par l'INERIS dans le cadre de CityChlor), avec ses spécificités, lors de deux campagnes tenant compte des recommandations des fabricants à l'issue d'échanges vis-à-vis des spécificités du site et des concentrations attendues en PCE, TCE et cis DCE ont été conduites.

Les résultats de PAssSolAir devraient être intégrés dans le futur guide BRGM/INERIS sur l'échantillonnage des gaz du sol et l'air intérieur.

Référence.

- Marie Lemoine, C Hulot, S Fable, F Guillot, F Richez (2013). Echantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur. INERIS. Présentation orale dans le cadre des journées techniques MEDDE des 28 et 29 mai 2013.

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/14-JT1_Ineris_28mai_2013_Echantillonneurs_passifs_gaz_du_sol_air_interieur.pdf

A6 - TEMPAIR

Cofinancement ADEME. Partenaires : BURGEAP-INERIS

Période 2014-2016 (27 mois)

Variabilité temporelle des concentrations dans les gaz du sol et dans l'air intérieur. Etude des facteurs d'influence et recommandations en termes de prélèvement.

La littérature et les guides français traitant de la mesure des concentrations dans les gaz du sol et l'air intérieur (FLUXOBAT, ATTENA, INERIS, 2010, etc.) mettent en exergue la forte variabilité temporelle (niveaux horaire, journalier diurne/nocturne, pluri-journalier et en fonction des saisons) des concentrations dans ces milieux.

Les travaux de TEMPAIR visent à documenter sur un site atelier le lien de causalité entre d'un côté les facteurs d'influence regroupant les conditions météorologiques (vent, pression, pluie, température, humidité) et du bâtiment (dépression, gradient thermique, renouvellement d'air) et d'un autre côté la variabilité temporelle des concentrations dans les gaz de sol et dans l'air intérieur d'un bâtiment. Les expérimentations seront interprétées avec des outils de modélisation adaptés en régime instationnaires (numérique pour les gaz du sol et nodal pour l'air intérieur).

Vis-à-vis des gaz du sol, les expérimentations sur le site atelier seront également conduites afin :

- en complément des travaux menés dans le cadre du projet PassSolAir, d'évaluer les performances des échantillonneurs passifs commercialisés outre-Atlantique et également ceux de type Radiello suivant les paramètres de durée d'exposition, de conditions d'humidité des gaz du sol et de gamme de concentrations rencontrées, dans des conditions réelles de terrain. La complémentarité avec les travaux conduits dans PassSolAir repose sur l'importance pour ces sujets de disposer de retours d'expérience sur des terrains présentant d'autres caractéristiques en termes de lithologie et de concentrations. Par ailleurs seront analysés l'intérêt technique (performance, facilité d'utilisation, acquisition d'information sur des temps longs...) et financier du recours aux échantillonneurs passifs dans une démarche de screening sur site pour les gaz du sol, notamment en comparaison de méthodes plus traditionnelles, ce second point n'ayant pas été traité dans le projet PassSolAir.
- d'évaluer selon différents niveaux d'humidité et de concentration, l'influence sur les masses adsorbées (et donc les concentrations mesurées) de la mise en place sur la ligne de prélèvement, en amont du support adsorbant, d'un dispositif permettant de capter cette humidité.

Absence de publication actuellement

ANNEXE B :

SYNTHESE DU CONTENU DES GUIDES

B1 – Guide méthodologique FLUXOBAT	31
B2 - Guides relatifs aux dispositions constructives	33
B2.1 - Guide sur la protection des bâtiments vis-à-vis du radon (CSTB, 2008)	33
B2.2 - Guide relatif aux mesures constructives utilisables dans le domaine des SSP (BRGM, 2014)	33
B3 - Caractérisation de la qualité de l'air ambiant intérieur en relation avec une éventuelle pollution des sols par des COV (INERIS, 2010)	34
B4 - « Etablissements sensibles » : Diagnostics des sols dans les lieux accueillant enfants. 2011	35
B5 - Guide sur l'échantillonnage dans l'air intérieur et les gaz du sol dans le cadre de la problématique SSP (prévu en 2015).	36

B1 – GUIDE METHODOLOGIQUE FLUXOBAT

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

L'ensemble des résultats obtenus dans le cadre du projet de recherche et développement FLUXOBAT présenté en annexe A3 ont été exploités afin d'établir des recommandations méthodologiques pour l'évaluation des transferts et des impacts des pollutions volatiles des sols sur l'air. Celles-ci ont été formulées d'une part pour les différents outils de diagnostics et de modélisation. D'autre part, des recommandations plus globales sur la conduite des études et prestations en lien avec la norme NF X 31-620 (2011) ont été formulées afin d'intégrer l'ensemble des leviers permettant une meilleure appréhension de la problématique. L'articulation proposée répond au principe de proportionnalité des investissements au regard des enjeux intégrant également la nécessité d'une approche progressive et au principe de spécificité des sites sur lesquels les impacts sont suspectés ou avérés.

Dans le guide, des recommandations sont formulées sur le dimensionnement, la mise en œuvre et l'interprétation des diagnostics :

- de **concentrations dans les gaz du sol** : mise en place d'ouvrages, positionnement en fonction des objectifs (profondeur et hauteur de la crépine), purges, débits de prélèvements, périodes de prélèvements et facteurs d'influence à nécessairement connaître pour l'interprétation de mesures... ;
- de **concentrations dans l'air intérieur**. Les recommandations sont formulées en référence aux objectifs des mesures et en lien avec les facteurs d'influence. Elles concernent i) la réalisation de diagnostic préalable (visite, questionnaire et mesures PID), ii) la période, la fréquence et la durée des prélèvements iii) la densité de points de mesure et leur positionnement et enfin iv) l'interprétation et la valorisation des mesures ;
- des **mesures d'émission vers l'air** (intérieur et extérieur). Après la présentation des différentes méthodes existantes et des facteurs influençant le flux à l'interface sol-air ou dalle-air, des recommandations sont formulées sur les méthodes en fonction des objectifs, les périodes, la densité de points,... *In fine* l'intérêt et les limites de telles mesures sont présentés.

Les recommandations formulées reposent sur la réglementation, les méthodes et normes existantes, ainsi que sur les enseignements des travaux menés qui viennent les illustrer.

Concernant les aspects de modélisation dans les compartiments du sol et de l'air intérieur, une typologie des modèles a été établie et leur utilisation pour différents objectifs précisée. Après une présentation des données nécessaires aux différents types de modélisation et les sources de données, les étapes de modélisation sont présentées.



Chapitre 1

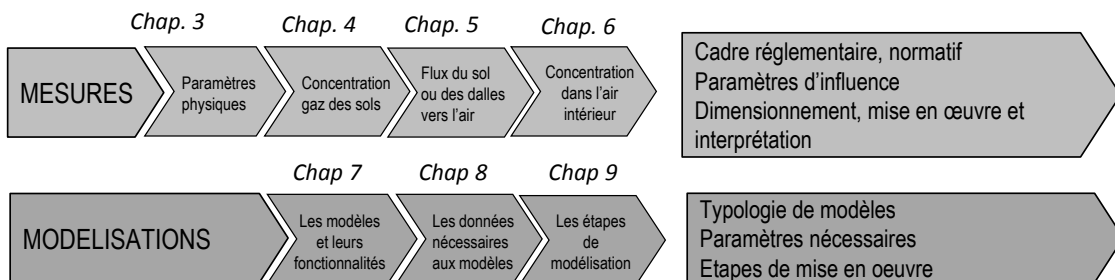
MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

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



Dans les annexes du guide sont présentés entre autres :

- ✓ les COV d'intérêt dans le cadre de l'évaluation des transferts,
- ✓ un questionnaire de visite de site et d'enquête pour les mesures de concentrations dans l'air intérieur (annexe 3) qui a été réalisé à partir de celui du guide de l'INERIS (2010) ;
- ✓ Les différents types de supports ou conteneurs de prélèvement pour les gaz du sol (hors passifs) et l'air intérieur ainsi que les interprétations en concentrations, l'influence de l'humidité et les échantillons de l'assurance qualité (annexe 5). Cette annexe reprend des éléments du guide INERIS (2010) et du rapport du projet ATTENA sur les modes opératoires (INERIS, 2013) ;
- ✓ Sur les aspects de modélisation (1D verticale et modélisation numérique ZNS) l'application du modèle analytique de Bakker et al. (2008) sur le bassin expérimental SCERES est présentée en annexe 7 montrant la bonne reproduction des mesures faite en intérieur du caisson mis en dépression. A l'échelle du site atelier, différents modèles analytiques (Bakker et al. 2008, Johnson et Ettinger, 1991) sont comparés à des modélisations numériques et aux mesures en annexe 9 permettant de faire ressortir les points clés de la schématisation et du calage. Sont également présentés les études de sensibilité conduite sur les modèles analytiques ;
- ✓ Enfin, l'ensemble des instrumentations réalisées sur le site atelier du projet sont présentées en annexe 8 : i) caractérisation du panache de pollution gazeuse dans le sol et de sa variabilité temporelle, ii) diagnostic des paramètres et variables du transfert vers l'air intérieur et des impacts, iii) diagnostics des émissions vers l'air intérieur et iv) des concentrations dans l'air intérieur ayant permis d'illustrer sa variabilité temporelle et spatiale.

Références

Traverse S., Schäfer G., Chastanet J., Hulot C., Perronnet K., Collignan B., Cotel S., Marcoux M., Côme J.M., Correa J., Quintard M, Pepin L.. Projet FLUXOBAT, Evaluation des transferts de COV du sol vers l'air intérieur et extérieur. Guide méthodologique. Novembre 2013. 263 pp + volume d'annexes. www.fluxobat.fr

Etat des lieux et perspectives concernant les travaux nationaux dans le domaine de la pollution de l'air intérieur liée aux sites et sols pollués

B2 - GUIDES RELATIFS AUX DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Il existe actuellement deux guides complémentaires et présentés ci-dessous, relatifs à la protection des bâtiments vis-à-vis des gaz du sol.

Le premier date de 2008 (CSTB) et traite de cette problématique vis-à-vis du radon. Il est plus particulièrement à destination des professionnels du bâtiment.

Le deuxième date de 2014 (BRGM). Il correspond avant tout un état des pratiques actuelles pouvant être appliquées à la problématique des sols pollués (Etat de l'Art). Les mesures constructives concernées sont celles vis-à-vis des transferts de polluants gazeux mais également celles associées aux transferts de polluants vers les canalisations enterrées d'eau potable ainsi que le contact direct avec les sols et le transfert via les cultures.

B2.1 - Guide sur la protection des bâtiments vis-à-vis du radon (CSTB, 2008)

Titre complet :

Le radon dans les bâtiments : Guide pour la remédiation des constructions existantes et la prévention des constructions neuves. Guide technique CSTB, Collignan B., Sullerot B. juillet 2008.

<http://ese.cstb.fr/radon>

Le radon est un gaz radioactif qui provient de la dégradation de l'uranium et du radium présents dans la croûte terrestre. A partir du sol et de l'eau, le radon diffuse dans l'air et se trouve, par effet de confinement, à des concentrations plus élevées à l'intérieur des bâtiments qu'à l'extérieur. Le radon constitue la part la plus importante de l'exposition aux rayonnements naturels reçus par l'homme, en France, de même que dans le monde et constitue la deuxième cause, après le tabac, des cancers du poumon.

Ce guide est à destination des architectes, bureaux d'études, entreprises du bâtiment et tout autre acteur du bâtiment ou particulier.

Son objet est d'informer sur la problématique du radon dans les bâtiments, de présenter des exemples de moyens curatifs pour les constructions existantes et de moyens préventifs pour les constructions neuves afin de réduire la présence en radon provenant du sol dans les bâtiments. Il ne revêt aucun caractère réglementaire, les solutions sont données à titre illustratif. Au-delà des principes de solutions à appliquer au bâtiment, ce guide se décline en deux volets principaux. L'un présente l'approche liée à la protection de bâtiments existants où il est alors nécessaire de dimensionner des solutions en fonction de la situation considérée. Cette adaptation passe notamment par un diagnostic technique du bâtiment visant à donner les éléments techniques nécessaires. L'autre volet présente l'adaptation des solutions aux constructions neuves. Dans ce cas, l'intégration préventive de solutions de protection au projet de bâtiment permet en général d'obtenir des résultats efficaces.

Un chapitre illustre également les produits et systèmes à mettre en œuvre. Enfin, un dernier chapitre mentionne l'impact potentiel de ces solutions sur les règles générales de conception et de mise en œuvre des bâtiments.

B2.2 - Guide relatif aux mesures constructives utilisables dans le domaine des SSP (BRGM, 2014)

Titre complet : Guide relatif aux mesures constructives utilisables dans le domaine des SSP. Rapport final BRGM/RP-63675-FR. Août 2014

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/RP-63675-FR_Guide_mesures_constructives_en_SSP.pdf

Ce guide a pour objectif de présenter les principales mesures constructives pouvant être mises en œuvre dans le domaine des sites et sols pollués en regard des problématiques liées aux remontées de gaz de sols en provenance de la sub-surface, à la perméation de

Etat des lieux et perspectives concernant les travaux nationaux dans le domaine de la pollution de l'air intérieur liée aux sites et sols pollués

composés volatils au travers d'une canalisation, à la pollution des sols de surface et la corrosion de biens matériels. Dans chacun de ces cas, le retour d'expérience montre que les mesures constructives sont d'autant plus efficaces, plus simples et moins coûteuses, qu'elles sont étudiées en amont d'un projet et intégrées à sa réalisation.

Ce premier guide français sur le sujet, rédigé par le BRGM, vient compléter les outils développés dans le cadre de la méthodologie nationale. Il décrit :

- les mesures constructives pouvant être mises en œuvre sur un site pollué face à des remontées de gaz de sols, à la perméation de composés volatils dans les canalisations, à la pollution des sols de surface et à la corrosion des infrastructures ;
- les modalités de leur contrôle et de leur surveillance ;
- les ordres de grandeurs des coûts associés ;
- les bonnes pratiques à suivre au cours de leur conception, de leur application et de la réception des travaux.

B3 - CARACTERISATION DE LA QUALITE DE L'AIR AMBIANT INTERIEUR EN RELATION AVEC UNE EVENTUELLE POLLUTION DES SOLS PAR DES COV (INERIS, 2010)

<http://www.ineris.fr/centredoc/ineris-drc-10-109454-02386b-rapport-final-28juin2010.pdf>.

Note :

Ce guide sera rendu caduque par l'édition d'un prochain guide réalisé conjointement par le BRGM et l'INERIS, le BRGM rédigeant la partie en lien avec les gaz du sol et l'INERIS celle en lien avec l'air intérieur. Ce guide reprendra pour ces deux matrices les protocoles de mesures (localisation, périodicité, fréquence...) et la stratégie d'échantillonnage (support, durée...). Il s'appuiera sur l'ensemble des travaux existants (citychlor, FLUXOBAT, ATTENA...).

Ce document a été réalisé pour la caractérisation de la qualité de l'air intérieur dont la dégradation éventuelle est associée spécifiquement à la présence d'une pollution dans le milieu souterrain. Il est considéré en effet que pour des bâtiments existants, en référence aux outils méthodologiques du MEDDE (circulaires et annexes de 2007), la mesure est à privilégier par rapport à une valeur prédite par un modèle de transfert.

L'objectif de la caractérisation de la qualité de l'air intérieur traitée dans ce document est l'évaluation des expositions des populations. Les recommandations en termes de localisation de mesure, de durée et de période de mesure sont donc présentées en lien avec cet objectif. Les supports de prélèvement et leur mise en œuvre est présentée par type (actif par pompage sur support adsorbant, actif par aspiration naturelle en canister, passif). Ne sont pas traités dans ce document les expositions des populations concernées par la réglementation en termes d'hygiène du travail. Par ailleurs, les étapes amont (diagnostics des sols, des eaux souterraines et des gaz de sol) ne sont pas traitées.

Un questionnaire de visite de site reprenant les renseignements sur le bâtiment, les activités et les conditions de mesure est proposé, permettant de dimensionner la campagne et aider à son interprétation.

Une matrice présentant, pour les polluants communément rencontrés dans les sols, les sources internes potentielles est présentée en annexe.

Référence :

INERIS (2010) Caractérisation de la qualité de l'air ambiant intérieur en relation avec une éventuelle pollution des sols par des substances chimiques organiques volatiles. Rapport d'étude INERIS, juin 2010. DRC-10-109454-02386B

B4 - « ETABLISSEMENTS SENSIBLES » : DIAGNOSTICS DES SOLS DANS LES LIEUX ACCUEILLANT ENFANTS. 2011

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Gestion-des-resultats-des.html>

Ce guide fait suite à la demande ministérielle (Circulaires du 8 août 2007 et du 4 mai 2010) de réaliser des diagnostics de repérage sur les établissements construits sur des anciens sites industriels et accueillant les enfants et les adolescents. Il a été élaboré de manière concertée par l'ADEME, le BRGM, l'INERIS et l'InVS et constitue une aide à la gestion des résultats réalisés dans ce cadre, à l'intention des gestionnaires de ces établissements.

Ce guide décrit tout d'abord les missions des différents acteurs impliqués dans la gestion des résultats des diagnostics (Bureaux d'études, centres techniques, organismes institutionnels). Il décrit par la suite la démarche de diagnostic proposée, visant à contrôler que les pollutions éventuellement présentes dans les sols ne dégradent pas la qualité d'air dans les environnements occupés ni le réseau d'eau potable. Enfin, les principes retenus pour la gestion des résultats ainsi que le classement des établissements et les mesures de gestions associées sont déclinées.

Les diagnostics ont pour objectifs de contrôler que les pollutions éventuelles présentes ne dégradent pas l'air intérieur des locaux, les aires de jeux et le réseau d'eau potable.

Les diagnostics sont réalisés en 3 étapes pour les polluants volatils : 1/ documentaire et visite, 2/ l'air sous les fondations et planchers de bâtiments, 3/ « si des fortes concentrations de polluants sont constatées sous les fondations et les planchers (...), l'air intérieur des locaux devra être contrôlé ».

L'annexe 2 renvoie au document de 2011 pour la gestion des résultats et la classification des sites, elle précise que la mesure technique de gestion se basant sur l'expérience acquise de mise en place d'une « aération régulière et/ou une ventilation permanente des locaux, des vides sanitaires et des sous-sol » s'avère dans la plupart des cas suffisante. La mise en œuvre de mesures plus lourdes telles que la remise en état des planchers des bâtiments, voire le traitement des pollutions n'est cependant pas à exclure.

L'étape 2 de recherche des COV sous les fondations, planchers ou dans le vide sanitaire est privilégiée à une recherche directe des COV dans l'air intérieur car elle permet de s'affranchir des impacts des conditions météorologiques, de chauffage ou d'éventuelles sources de pollutions internes.

L'interprétation des concentrations dans les gaz du sol est faite pour celles présentant des teneurs supérieures à la LQ ou aux VGAI par une modélisation simple des concentrations dans l'air intérieur par l'application d'un facteur d'atténuation. Le document de gestion des diagnostics pour ces établissements (ADEME, 2011) présente à ce titre 4 facteurs de dilution ($1/\alpha$) pouvant être appliqués aux résultats dans les gaz du sol de 1, 10, 100 et 1000 en fonction des constats réalisés au cours de la visite approfondie du site. La traduction de ces constats en facteurs de dilution n'est cependant pas donnée.

Références :

- Circulaire du 4 mai 2010 relative aux diagnostics des sols dans les lieux accueillant les enfants et les adolescents [NOR: DEVP1010635C]
- Annexe 2 de la Circulaire du 4 mai 2010 relative aux diagnostics des sols dans les lieux accueillant les enfants et les adolescents. 3 pp
- ADEME, BRGM, INERIS, INVS (2011). Gestion des résultats de diagnostics réalisés dans les lieux accueillant enfants et adolescents. 30 juin 2011. 16 pp

B5 - GUIDE SUR L'ÉCHANTILLONNAGE DANS L'AIR INTÉRIEUR ET LES GAZ DU SOL DANS LE CADRE DE LA PROBLÉMATIQUE SSP (PREVU EN 2015).

Un seul guide sera réalisé conjointement par le BRGM et l'INERIS, le BRGM rédigeant la partie en lien avec les gaz du sol et l'INERIS celle en lien avec l'air intérieur. Le choix d'un seul document repose sur les connexions fortes sur les aspects analytiques. Il reprendra pour ces deux matrices, les protocoles de mesures (localisation, périodicité, fréquence...) et la stratégie d'échantillonnage (support, durée...). Ce document s'appuiera sur l'ensemble des travaux existants (citychlor, FLUXOBAT, ATTENA...) et rendra caduque le guide INERIS (juin 2010 : DRC-10-109454-02386B) sur l'échantillonnage de l'air intérieur en lien avec la problématique SSP.

Planning : La version projet du guide devrait sortir fin 2014, sera suivie d'une consultation des acteurs nationaux de 3 à 6 mois et sera édité en version définitive mi 2015.

ANNEXE C :

SYNTHESE DU CONTENU DES NORMES

C1 - NF ISO 10381-7. Qualité du sol – échantillonnage. Partie 7 : lignes directrices pour l'échantillonnage des gaz du sol. janvier 2006	38
C2 - Norme méthodologies appliquées aux investigations initiales et complémentaires dans les bâtiments vis-à-vis du radon	38
C3 - Norme Référentiel de diagnostic technique relatif à la présence de radon dans les immeubles bâtis	39

C1 - NF ISO 10381-7. QUALITE DU SOL – ECHANTILLONNAGE. PARTIE 7 : LIGNES DIRECTRICES POUR L'ECHANTILLONNAGE DES GAZ DU SOL. JANVIER 2006

L'ISO 10381-7 sera remplacée par la future norme ISO_18400-204 (en cours de rédaction)

Comme la future norme ISO (18400-204) ne sera pas approuvée avant 2015, il est utile de mentionner le contenu de la norme NF ISO 10381-7 de 2006 toujours en vigueur pour laquelle un certain nombre de points ne seront pas modifiés ou de manière marginale. La France (BRGM) étant pilote de la future norme ISO 18400-204 qui remplacera celle de 2006, le projet (état d'avancement en aout 2014) est également décrit ci-dessous.

Il est à noter qu'en France (à la différence de l'Allemagne), les normes sont d'application volontaire et ne sont pas obligatoires.

Les normes concernent les gaz permanent (biogaz) et les COV.

Seront présentés :

- dans la version en projet les différents objectifs des diagnostics dans les gaz du sol,
- les paramètres d'influence qu'il convient de connaître lors de l'échantillonnage (de manière plus détaillée dans la version en projet),
- les différents dispositifs pérennes ou non permettant l'échantillonnage dans un tableau présentant les avantages et inconvénients de ces dispositifs, ont été intégrés dans la version en projet les dispositifs sous dalle et les échantillonneurs passifs
- les différents conteneurs et adsorbants pour les COV dans un tableau présentant les avantages et inconvénients de ces dispositifs,
- les protocoles pour les échantillonnages actifs, passifs et avec des analyses sur site (localisation, purge préalable au prélèvement, mesure du débit, utilisation de dispositifs permettant de limiter l'influence de l'humidité du sol,...).
- les échantillons associés à l'assurance qualité des mesures sont recommandés (blancs de terrain, de transport...).

Dans la version en projet, la nécessité de conduire a minima deux campagnes dans des conditions contrastées (par exemple été/hiver) est précisée ainsi que la nécessité d'une interprétation des mesures en lien avec les facteurs d'influence (dont les conditions météorologiques), cette recommandation étant cohérente avec celle du guide FLUXOBAT.

Référence

AFNOR (2006) NF ISO 10381-7. Qualité du sol – échantillonnage. Partie 7 : lignes directrices pour l'échantillonnage des gaz du sol. janvier 2006

Aucun document n'est public pour le projet de norme ISO 18400-204. ISO/TC 190 /SC 2N. Soil quality – sampling – part 204 : Guidance on sampling of soil gas (informations générales : http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=65224). BURGEAP, comme l'ensemble des membres de l'UPDS, est sollicité pour donner un avis au BRGM, d'où la connaissance de la version projet de ce document qui a été proposé au Groupe de travail ISO.

C2 - NORME METHODOLOGIES APPLIQUEES AUX INVESTIGATIONS INITIALES ET COMPLEMENTAIRES DANS LES BATIMENTS VIS-A-VIS DU RADON

Titre : complet :

AFNOR (2013) Norme NF ISO 11665-8 :2013. Mesurage de la radioactivité dans l'environnement - Air : radon 222 - Partie 8 : méthodologies appliquées aux investigations initiales et complémentaires dans les bâtiments – janvier 2013. Remplace la norme NF M 60-771 de 2011.

Contenu :

Cette norme spécifie les exigences applicables à la détermination de l'activité volumique du radon dans tout type de bâtiment. Les bâtiments peuvent être des habitations privées, bâtiments publics, bâtiments industriels, bâtiments souterrains, etc.

Elle décrit les méthodes de mesure utilisées pour évaluer l'activité volumique moyenne annuelle du radon dans les bâtiments, lors de la phase de dépistage. Elle traite également des actions à entreprendre pour identifier la source, les voies d'entrée et de transfert du radon dans le bâtiment (investigations complémentaires). Elle développe également les exigences applicables à la vérification immédiate des solutions techniques mises en œuvre, au contrôle de leur efficacité ainsi qu'au contrôle, de la pérennité de la situation du bâtiment vis-à-vis du radon. Elle ne traite ni du diagnostic technique ni de la spécification de travaux de remédiation.

C3 - NORME REFERENTIEL DE DIAGNOSTIC TECHNIQUE RELATIF A LA PRESENCE DE RADON DANS LES IMMEUBLES BATIS

Titre : complet :

AFNOR (2011) Norme NF X46-040 : Traitement du radon dans les immeubles bâtis - Référentiel de diagnostic technique relatif à la présence de radon dans les immeubles bâtis - Mission et méthodologie – février 2011

Contenu :

Cette norme traite des exigences applicables au diagnostic technique dans les immeubles bâtis existants relatif à la présence de radon. Il spécifie :

- le contenu général du diagnostic technique dans les immeubles bâtis existants ;
- les règles et compétences professionnelles requises pour la réalisation du diagnostic technique de l'immeuble bâti ;
- les obligations du donneur d'ordre ;
- les éléments devant figurer dans le rapport de diagnostic technique ;
- les principes de remédiation pouvant être mises en œuvre vis-à-vis du radon venant du sol et la méthodologie générale de choix et d'adaptation de techniques de remédiation.

Le diagnostic technique concerne l'immeuble bâti dans sa globalité (ensemble des parties privatives et communes, ainsi que les interfaces sol-bâtiment).

Le diagnostic technique est réalisé à l'issue du dépistage du radon effectué selon la norme NF ISO 11665-8 lorsque ce dépistage fait apparaître des valeurs supérieures aux valeurs d'intérêt.

Ce document ne traite pas du mesurage du radon ni de la prescription de travaux de remédiation.

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) est un établissement public sous la triple tutelle du ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et du ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie. Elle participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable.

Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.



ADEME
20, avenue du Grésille
BP 90406 149004 Angers Cedex 01