



La démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux

INDICE	ETAT	MODIFICATIONS	DATE approbation MEDD	DATE mise en application
V0	opérationnel		08/02/07	08/02/07

SOMMAIRE

PREAMBULE	5
1 Introduction	7
1.1 Deux démarches bien distinctes	7
1.2 Les objectifs de l'IEM	8
1.3 Le périmètre	8
2 Les caractéristiques de la démarche	11
2.1 L'identification des voies et des milieux d'exposition pertinents	11
2.2 Une démarche progressive et réfléchie	11
2.3 Des campagnes de mesures appropriées	13
3 Les critères de gestion du risque	15
3.1 La comparaison à l'état initial de l'environnement	16
3.2 La comparaison aux milieux naturels	16
3.3 La comparaison aux valeurs de gestion réglementaires	17
3.4 Interpréter en l'absence de valeur de gestion réglementaire	18
4 Les actions à engager	21
4.1 Les milieux qui permettent la jouissance des usages constatés	22
4.2 Les milieux qui nécessitent un plan de gestion	22
4.3 Interpréter dans la zone d'incertitude	22
4.4 La conservation de la mémoire	23
4.5 Synthèse	24
5 Un exemple pratique d'IEM	25
5.1 Rappel du contexte	25
5.2 Le schéma conceptuel	26
5.3 L'interprétation de l'état des milieux	27

FIGURES

Figure 1 : Les deux démarches de gestion possibles	7
Figure 2 : La démarche d'interprétation de l'état des milieux	9
Figure 3 : Les critères de gestion du risque de l'IEM	15
Figure 4 : Intervalles de gestion des risques dans le cadre de l'IEM	20
Figure 5 : Les intervalles de gestion donnés par la grille de calculs de l'IEM	21
Figure 6 : Schéma conceptuel du cas étudié	26
Figure 7 : Grille de calculs des niveaux de risques théoriques pour le scénario « enfant fréquentant le jardin »	28
Figure 8 : Fac-simile de la feuille de calculs des quotients de danger théoriques et des excès de risque théorique liés à l'ingestion de sol	38
Figure 9 : Fac-simile de la feuille de calculs des expositions théoriques par inhalation	39
Figure 10 : Fac-simile de la feuille de calculs des expositions théoriques par ingestion de végétaux	41

ANNEXES

ANNEXE 1 : Description de la grille de calculs	33
ANNEXE 2 : Utilisation de la grille de calculs	37

PREAMBULE

Les pouvoirs publics ont mis en œuvre une gestion des risques pour l'ensemble de la population française. Des valeurs de gestion réglementaires sur les eaux de boisson, les denrées alimentaires, l'air extérieur sont ainsi en vigueur. Généralement issues de recommandations émises par l'Organisation Mondiale de la Santé ou de Directives européennes, ces valeurs correspondent au niveau de risque accepté par les pouvoirs publics pour l'ensemble de la population. En complément, la préservation de la biodiversité bénéficie de plusieurs dispositifs de gestion spécifiques : Directive « Habitats » (92/43/CEE), Directive « Oiseaux » (79/409/CEE), Réseau et sites « Natura 2000 », ZNIEFF...

En ce qui concerne les milieux et les sites pollués, en cohérence avec ces dispositifs de gestion sanitaire et environnementale, et en application des principes de la politique de gestion des risques suivant l'usage, deux démarches de gestion sont désormais définies .

On distingue :

- **la démarche d'interprétation de l'état des milieux (IEM)** : il s'agit de s'assurer que l'état des milieux est compatible avec des usages déjà fixés,

- **le plan de gestion** : lorsque la situation permet d'agir aussi bien sur l'état du site (par des aménagements ou des mesures de dépollution) que sur les usages qui peuvent être choisis ou adaptés.

Les objectifs de l'**IEM** sont de s'assurer que l'état des milieux étudiés ne présente pas un écart significatif par rapport à la gestion sanitaire mise en place pour l'ensemble de la population française. Ainsi, en cohérence avec les dispositifs de gestion sanitaire et environnementale en place, la démarche d'interprétation de l'état des milieux vise à différencier les situations qui permettent une libre jouissance des milieux, de celles qui sont susceptibles de poser un problème et de nécessiter des actions à envisager dans le cadre du plan de gestion.

L'**IEM** est une démarche de gestion à part entière, progressive et réfléchi à toutes ses étapes. Elle se base sur des campagnes de mesures réalisées dans les différents milieux d'expositions susceptibles de poser problème. La définition de ces campagnes de mesure, leur mise en œuvre puis leur exploitation peut nécessiter plusieurs années qui font parties intégrantes de la démarche de gestion.

L'état des milieux d'exposition mis en évidence à travers ces campagnes de mesure est ensuite comparé à la fois à l'état initial de l'environnement ou à l'état des milieux naturels voisins ainsi qu'aux valeurs de gestion et aux dispositions réglementaires en vigueur.

Lorsqu'il s'avère que l'état des milieux d'exposition est dégradé, en l'absence de valeur réglementaire de gestion sur les milieux d'exposition, une évaluation quantitative des risques sanitaires doit alors être menée. Les résultats sont interprétés à l'aide des intervalles d'appréciation des risques qui ont été définis spécifiquement pour cette démarche.

Précisons que la méthodologie d'acquisition de l'état des milieux conduit nécessairement à déterminer les usages réels des milieux, à connaître les modes de contaminations plausibles, et donc à identifier de manière précise les enjeux à protéger. **L'IEM constitue donc bien une démarche de gestion adaptée aux situations où les usages des milieux sont fixés : découverte de milieux pollués, impacts hors site des installations classées.**

Le présent document a pour objectif de préciser les différentes composantes de la démarche d'interprétation de l'état des milieux. Complété de la partie calculatoire (cf. Annexes), il constitue l'**outil I.E.M.** Afin de rendre la démarche plus concrète, un cas d'application (réhabilitation d'un ancien site industriel) illustre les différentes parties du guide et est repris en détail dans la quatrième partie.

1 Introduction

1.1 Deux démarches bien distinctes

En application des principes de la politique de gestion des risques suivant l'usage et en considérant les potentialités d'action sur les usages et sur l'état des milieux, deux démarches de gestion sont désormais définies (Figure 1).

On distingue :

- la démarche d'interprétation de l'état des milieux (IEM) : il s'agit de s'assurer que l'état des milieux est compatible avec des usages déjà fixés, c'est à dire les usages constatés ;
- le plan de gestion : lorsque la situation permet d'agir aussi bien sur l'état du site (par des aménagements ou des mesures de dépollution) que sur les usages qui peuvent être choisis ou adaptés.

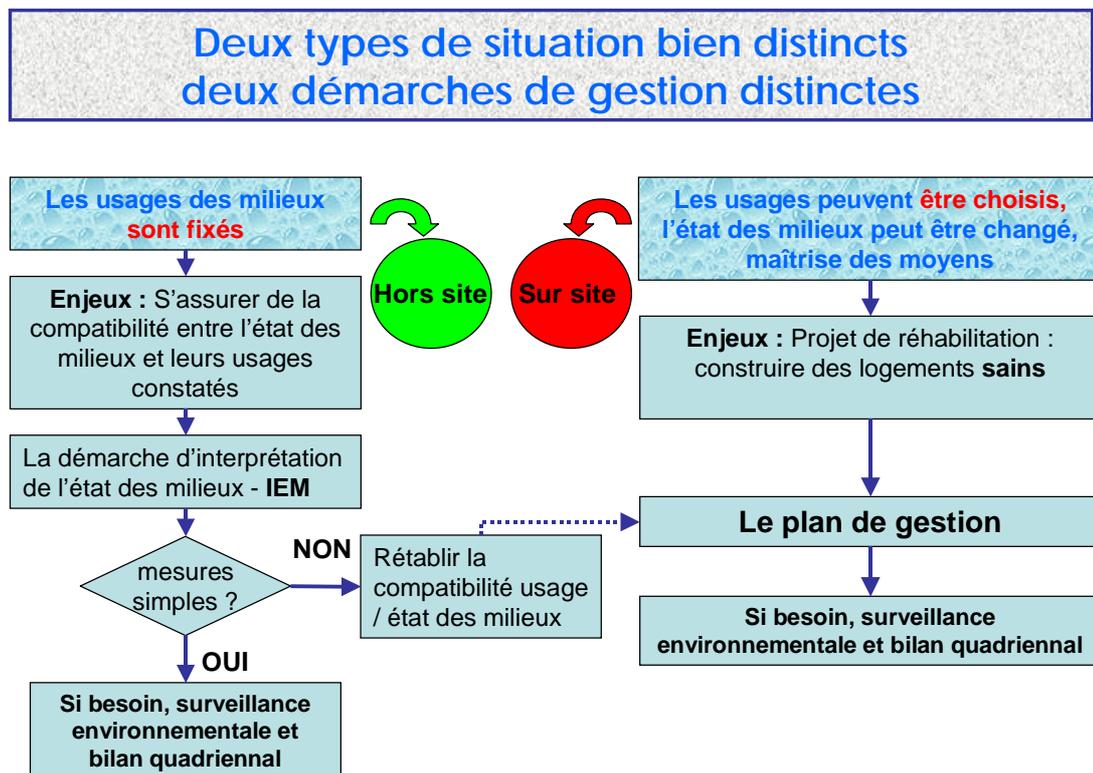


Figure 1 : Les deux démarches de gestion possibles

Ces deux démarches ne sont pas nécessairement exclusives l'une de l'autre : selon le cas, elles peuvent être mises en œuvre indépendamment l'une de l'autre, simultanément ou successivement, selon les modalités et les limites explicitées dans la suite de ce document.

1.2 Les objectifs de l'IEM

La démarche de gestion de sites et sols pollués n'ayant pas vocation à être appliquée sans discernement et systématiquement sur l'ensemble du territoire français, la question de la compatibilité entre l'état des sols et des milieux et leurs usages constatés ne se pose qu'à certaines occasions.

La démarche d'interprétation de l'état des milieux a pour objectif de distinguer :

- les milieux qui ne nécessitent aucune action particulière, c'est-à-dire ceux qui permettent une libre jouissance des usages constatés sans exposer les populations à des niveaux de risques excessifs ;
- les milieux qui peuvent faire l'objet d'actions simples de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et leurs usages constatés ;
- les milieux qui nécessitent la mise en œuvre d'un plan de gestion. La zone concernée devient alors un site au sens du plan de gestion.

Les objectifs de cette démarche sont de pouvoir distinguer les situations qui ne posent pas de problème particulier de celles qui sont susceptibles d'en poser et donc de faire l'objet de mesures de gestion appropriées.

Le principe est de s'assurer que les milieux étudiés ne présentent pas d'écarts par rapport à la gestion sanitaire mise en place pour l'ensemble de la population française. Pour le milieu étudié, l'état naturel de l'environnement et les valeurs de gestion réglementaires en vigueur deviennent désormais les références premières pour la gestion des risques.

1.3 Le périmètre

Typiquement, plusieurs situations peuvent être à l'origine d'une telle question et donc de la réalisation d'une démarche d'IEM :

- la découverte d'un milieu suspect, c'est-à-dire un milieu où la mise en évidence d'une pollution conduit à se poser la question des risques pour les populations riveraines. Une telle situation n'implique pas nécessairement la présence d'une installation relevant de la législation sur les installations classées ;
- pour des installations classées en fonctionnement, les dispositions réglementaires en vigueur peuvent conduire à réaliser un contrôle ponctuel ou à mettre en œuvre une surveillance dans l'environnement d'un site en activité au sens de l'étude d'impacts défini à l'article 3-4 b du décret du 21 septembre 1977 modifié. Il s'agit alors d'apprécier l'acceptabilité des impacts pour les populations à l'extérieur du site, du fait de son fonctionnement passé ou actuel ;
- lorsque l'état initial de l'environnement n'a pas été réalisé ou qu'une évolution défavorable est constatée par comparaison à l'état initial réalisé au moment de la demande d'autorisation, cette démarche peut être mise en œuvre pour apprécier l'acceptabilité des impacts ;
- dans le cadre de la réalisation de l'état initial de l'environnement prévu par le décret du 21 septembre 1977 lors de la constitution d'un dossier de demande d'autorisation d'exploiter une installation classée ;
- à la suite d'un signal sanitaire, comme la découverte d'un groupement de cas pour une pathologie donnée, la mise en œuvre d'une IEM peut être engagée sous l'autorité des pouvoirs publics.

La démarche d'IEM n'a pas lieu d'être :

- lorsqu'un plan de gestion est d'emblée requis ;
- à l'issue d'un plan de gestion, pour vérifier l'efficacité des mesures mises en œuvre (la définition des modalités de surveillance, éventuellement nécessaires, relève du plan de gestion) ;

- sur l'emprise d'un site industriel en exploitation pour apprécier l'acceptabilité des expositions des personnels qui relève des seules dispositions du code de travail.

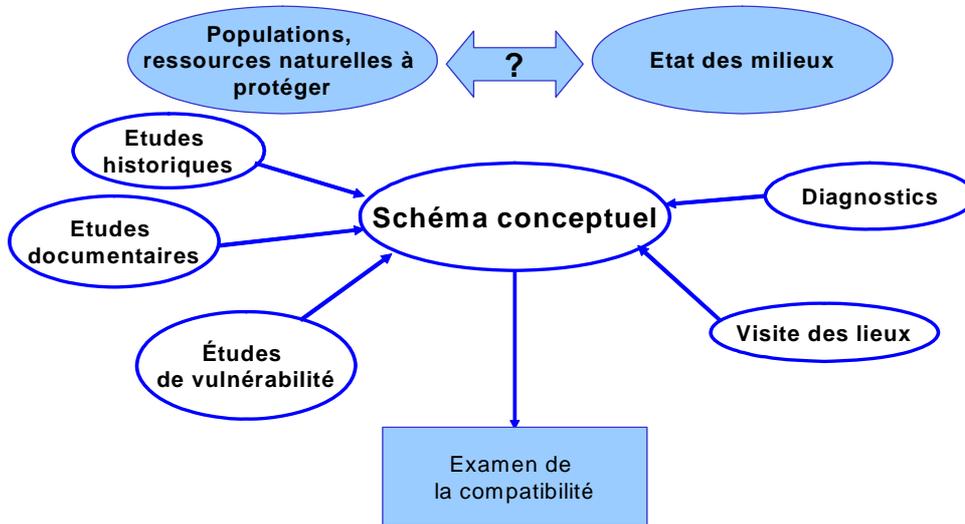


Figure 2 : La démarche d'interprétation de l'état des milieux

2 Les caractéristiques de la démarche

2.1 L'identification des voies et des milieux d'exposition pertinents

Au regard des usages constatés des milieux concernés, la réalisation du schéma conceptuel devra donc s'attacher à identifier l'ensemble des modes d'exposition pertinents, notamment :

- la consommation d'eau de la nappe, si des captages ou des puits sont constatés ;
- l'ingestion de légumes exposés aux polluants (par l'air, l'eau ou le sol) ;
- l'ingestion de terres par les enfants ;
- l'inhalation de poussières ;
- l'inhalation de substances toxiques émises par les nappes ou les terres polluées ;
- le contact cutané.

Ces modes d'exposition permettent une réelle appréciation des risques potentiels.

Lorsque des scénarii d'ingestion de produits de consommation susceptibles d'être eux-mêmes pollués, comme les produits du jardin, sont identifiés, il apparaît alors souhaitable de s'assurer que les modes d'exposition et les quantités de produits consommés ne diffèrent pas notablement de ceux généralement observés pour la population générale. La construction du schéma conceptuel doit permettre d'identifier de telles situations.

2.2 Une démarche progressive et réfléchie

Qu'il s'agisse de caractériser l'état des milieux d'exposition, d'interpréter le schéma conceptuel et d'analyser les risques liés aux usages des milieux, la démarche d'interprétation de l'état des milieux est progressive et réfléchie à toutes ses étapes.

La localisation des investigations pourra commencer par les zones les plus facilement accessibles (jardins ou bâtiments publics...), dans la mesure où elles seront représentatives des milieux d'exposition des populations susceptibles d'être concernées.

Lorsque cette démarche a été retenue et que des premiers résultats acquis sur ces zones conduisent à se préoccuper de l'état des milieux, des investigations plus ciblées au droit des milieux d'exposition des populations devront être menées sans tarder. La mise en œuvre des modalités appropriées de gestion et de communication est de la responsabilité du demandeur ; cependant, l'administration doit apporter son soutien lorsque celui-ci est nécessaire.

Ainsi, s'agissant des eaux souterraines, des mesures sur la qualité de ce milieu seront d'abord privilégiées. Si les résultats du contrôle mettent en évidence des anomalies pour des substances volatiles par exemple, de nouvelles campagnes de contrôle au plus près des habitations pourront ensuite avoir lieu avant d'engager, en ultime recours, des analyses de l'air intérieur des habitations.

Une information des populations et des élus peut être un préalable nécessaire pour connaître les usages des sols et des milieux et pour accéder aux milieux d'exposition afin d'y réaliser les diagnostics appropriés. Il s'agit d'un aspect important qu'il ne faut surtout pas négliger. Lorsque de telles campagnes d'information sont décidées, celles-ci seront menées sous l'autorité des pouvoirs publics.

Outre l'analyse des caractéristiques physico-chimiques, toxicologiques ou radioactives des polluants eux-

mêmes qui permet la compréhension et l'interprétation du schéma conceptuel, la démarche consiste à analyser les risques en partant du milieu source de la pollution pour progresser vers les milieux susceptibles d'être pollués, directement ou indirectement.

Ainsi, si l'état des milieux est comparable à celui d'un milieu naturel ou à l'état initial de l'environnement, il n'est pas pertinent de poursuivre une démarche de gestion. De même, si la qualité des eaux souterraines au droit des milieux étudiés est comparable à celle de l'environnement naturel, voire des critères de l'eau potable, il apparaît également peu pertinent de caractériser l'état des milieux confinés, l'état des sols ou des végétaux.

S'agissant des risques liés aux usages des milieux, si un sol pollué ne présente pas de risques par ingestion directe, il apparaît peu pertinent de caractériser l'état des végétaux qui y sont cultivés pour évaluer les risques liés à leur ingestion.



IEM et/ou Plan de gestion ?

Un projet immobilier conduit à la réalisation de diagnostics sur l'emprise d'un ancien site industriel mis à l'arrêt depuis plusieurs dizaines d'années. Des substances telles que du tétrachloroéthylène, du trichloroéthylène et du chlorure de vinyle sont découvertes dans la nappe souterraine superficielle. Par ailleurs, les activités passées du site ont conduit à émettre des métaux lourds tels que du plomb ainsi que de l'arsenic.

Des habitations individuelles sont situées à proximité immédiate du site, en particulier à l'aval hydraulique et éolien. La question des risques liés aux milieux pollués par les activités passées du site pour les populations riveraines du site se pose alors.

Sur l'emprise de l'ancien site industriel, s'agissant d'un projet de réhabilitation, le responsable du projet détient à la fois la maîtrise des usages des sols et la maîtrise des moyens d'action sur l'état des milieux. **La démarche consiste à élaborer d'emblée un plan de gestion** prenant en compte l'ensemble des contraintes de tels projets : l'état des milieux, les volumes de terres excavées et leur devenir, les techniques de traitement des sols, l'objectif étant de garantir des aménagements qui préservent leurs occupants des pollutions susceptibles d'être présentes dans les sols. Dans ce cas de figure, l'un des enjeux du projet de réhabilitation est de supprimer les sources de pollutions ou les voies de transfert. S'il n'est pas techniquement possible de supprimer la totalité des sources ou de maîtriser la totalité des voies de transfert, il convient de s'assurer que les expositions résiduelles associées sont acceptables, sinon les usages initialement prévus doivent être revus, et le projet de réhabilitation doit être modifié. Dans ce cadre, l'IEM n'a pas de raison d'être, mais c'est l'Analyse des Risques Résiduels (ARR) qui permet de démontrer l'acceptabilité des expositions résiduelles.

A l'extérieur du site, par contre, se pose la question de la compatibilité entre :

- l'état de pollution de la nappe à l'origine d'émissions de vapeurs de solvants chlorés et les risques liés à l'occupation des milieux confinés susceptibles d'accumuler ces vapeurs toxiques provenant de la nappe polluée,
- l'état de pollution de la nappe et les usages des eaux souterraines, c'est-à-dire, par exemple, les risques liés à l'usage des eaux souterraines pour l'arrosage de jardins potagers, ou, le cas échéant, le remplissage de piscines privées,
- l'état des sols qui ont pu être pollués au plomb et à l'arsenic par les émissions passées des installations et les risques liés à l'ingestion directe de sols par les enfants, l'inhalation des poussières de plomb par ré-envol de particules de sol pollué...

L'outil IEM est donc proposé pour analyser et statuer sur la compatibilité entre l'état des milieux et leurs usages.

2.3 Des campagnes de mesures appropriées

La démarche d'IEM se base sur une caractérisation de l'état des milieux par des campagnes de mesures adaptées, réalisées sur le terrain, représentatives, autant que faire se peut, et proportionnées aux seules voies d'expositions pertinentes identifiées au travers du schéma conceptuel. Ces campagnes de mesures doivent être adaptées au site, aux conditions environnementales et météorologiques et aux milieux concernés conformément au schéma conceptuel.

Même si la réalisation de campagnes de mesures peut sembler, par rapport à une modélisation, retarder la décision à prendre dans le cadre d'un plan de gestion, il faut garder à l'esprit que les situations en cause existent souvent depuis de nombreuses années, voire des décennies, et que rares sont les cas où l'urgence se justifie.

Lorsque des milieux d'exposition ne sont pas directement accessibles pour y réaliser des mesures in situ, la question de l'utilisation d'un modèle permettant de calculer les concentrations de polluants dans ces milieux à partir des données disponibles sur d'autres milieux se pose alors. Cela concerne notamment les milieux confinés susceptibles d'être pollués par des vapeurs provenant des eaux souterraines polluées ou des sols.

Les modélisations empiriques utilisées pour évaluer de manière prédictive la diffusion des polluants et leur accumulation dans les végétaux ou les lieux confinés, peuvent conduire à estimer des niveaux de pollution des milieux qui ne reflètent pas la réalité.

En revanche, l'utilisation des modèles de dispersion peut permettre d'identifier les zones susceptibles d'avoir été impactées et sur lesquelles il sera nécessaire de réaliser des campagnes de mesures. Une fois les campagnes réalisées, l'état des lieux obtenu pourra servir à alimenter des modèles dont les résultats pourront contribuer à construire ou à valider différentes options possibles de gestion du site.

Des campagnes de mesures adaptées aux situations

Dans le cas de notre exemple, la démarche consiste d'abord, **par des campagnes de mesures appropriées** :



- à caractériser de manière réfléchie l'état de pollution de la nappe souterraine superficielle au droit des habitations représentatives des cas potentiellement les plus problématiques,
- à caractériser la qualité ou l'état de contamination de l'air des milieux confinés,
- à caractériser l'état de pollution des sols au plomb et à l'arsenic dans les zones d'habitation.

Il convient alors d'interpréter les résultats et d'évaluer les niveaux de risques correspondants. Notons que cette démarche est faite en toute cohérence avec celle préconisée dans la circulaire relative à l'action nationale sur les sites pollués au plomb¹.

¹ Circulaire 04-306 du 26 novembre 2004 « inspection des Installations Classées – action sites pollués au plomb » et ses guides techniques d'accompagnement

3 Les critères de gestion du risque

La démarche d'IEM s'appuie sur la gestion effective des risques mise en œuvre par les pouvoirs publics pour la population française.

Comme le schématise la figure ci-dessous (Figure 3), elle conduit ainsi à comparer l'état des milieux :

- à l'état des milieux naturels voisins de la zone d'investigation, à l'état initial de l'environnement pour les installations classées ;
- aux valeurs de gestion réglementaires mises en place par les pouvoirs publics. Ces valeurs de gestion réglementaires correspondent au niveau de risque accepté par les pouvoirs publics pour l'ensemble de la population française.

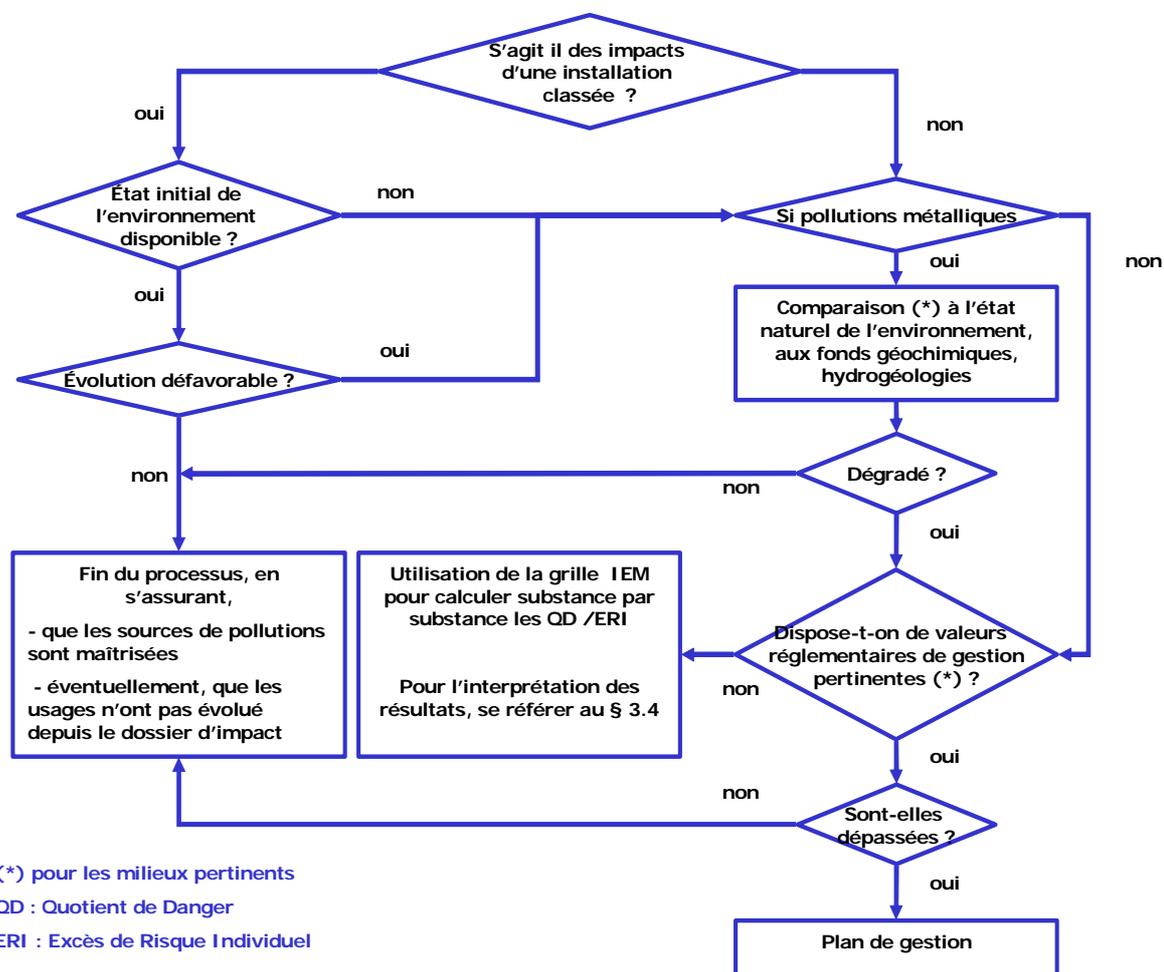


Figure 3 : Les critères de gestion du risque de l'IEM

3.1 La comparaison à l'état initial de l'environnement (Installations classées)

Pour les installations classées qui en disposent, la comparaison des résultats à ceux donnés par l'état initial de l'environnement, permet de connaître l'évolution des milieux hors site depuis la mise en service des installations.

Lorsque qu'aucune évolution n'est constatée, dans la mesure où les usages des milieux sont comparables à ceux de l'étude d'impacts, la démarche n'a pas lieu d'être poursuivie.

Lorsqu'une dégradation est constatée, il convient alors de comparer les résultats aux valeurs de gestion réglementaires et, le cas échéant, de réaliser une évaluation quantitative des risques sanitaires.

3.2 La comparaison aux milieux naturels

La démarche conduit à comparer l'état des milieux considéré à l'état des milieux naturels voisins de la zone d'investigation.

Pour ce faire, la connaissance des fonds géochimiques naturels, notamment des anomalies géochimiques locales et la connaissance de la qualité des eaux superficielles ou souterraines du lieu considéré comme exempt de toute pollution anthropique, sont des éléments essentiels.

De même, la caractérisation des pollutions attribuables au site, pour les distinguer des pollutions anthropiques n'impliquant pas le site, est un élément essentiel complémentaire à la connaissance de l'environnement naturel du lieu.

En cohérence avec la gestion des terres excavées, une terre (ou une nappe) est considérée comme non polluée dès lors que ses caractéristiques sont cohérentes avec le fond géochimique/hydrogéologique naturel local.



Une comparaison riche en enseignements

Pour poursuivre notre exemple précédent, s'agissant de l'appréciation des risques pour les riverains, la comparaison avec l'état initial de l'environnement va permettre de savoir, pour l'arsenic et le plomb, si l'état des sols des jardins est comparable aux résultats donnés par l'état initial de l'environnement.

Dans le cas présent, il ressort que les niveaux de pollution en arsenic sont du même ordre de grandeur. Par contre, le niveau en plomb, de l'ordre de 150 mg/kg, est trois fois plus élevé que celui des échantillons témoins. Ce simple constat suffit, au niveau de l'IEM, à justifier la préparation d'un scénario de gestion, visant à vérifier si l'état des sols est de nature à remettre ou non en cause les usages qui leur sont attachés.

En accord avec les prescriptions du guide national d'action sur le plomb², le scénario de gestion consisterait à procéder à des investigations spécifiques permettant de définir les conditions d'une jouissance normale du sol.

² Guide technique d'accompagnement de la circulaire 04-306 du 26 novembre 2004 « Inspection des Installations Classées – action sites pollués au plomb ».

3.3 La comparaison aux valeurs de gestion réglementaires

Pour les voies et les scénarii d'exposition pertinents identifiés dans le schéma conceptuel (usages effectivement constatés, programmés ou potentiels à préserver), la démarche d'IEM va alors s'appuyer sur les valeurs de gestion réglementaires et les objectifs de qualité des milieux en vigueur, que ces valeurs concernent la protection de la santé des populations ou la préservation de la biodiversité. Ces valeurs de gestion sont notamment les suivantes :

- les contraintes fixées par les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) ou le cas échéant sous forme de valeurs réglementaires nationales, qui définissent les orientations nécessaires pour une gestion équilibrée de la ressource en eau, intégrant par ailleurs les mesures nécessaires à la préservation de la biodiversité (notamment les critères issus de la directive cadre sur les eaux 2000/60/CE, de la directive sur la protection des eaux souterraines 2006/118/CE et des circulaires nationales associées, notamment la circulaire n°18 du 21/12/06 fixant différentes valeurs-seuils pour le bon état des eaux souterraines) ;
- les critères de qualité des eaux pour les usages d'irrigation et d'abreuvement, issus des systèmes d'évaluation de la qualité des eaux –SEQ– élaborés pour tenter d'évaluer la qualité des eaux selon leurs usages au moyen d'indices de qualité ; on distingue le SEQ – Eaux Souterraines (Les études des Agences de l'Eau n°80, ISSN : 1161– 0425 de mars 2002 et Rapport de présentation Version 0.1 –Agences de l'Eau, MEDD, BRGM– d'août 2003) et le SEQ – Cours d'eau (Les études des Agences de l'Eau n°64 et Grilles d'évaluation SEQ-eau, version 2, MEDD et Agences de l'Eau de mars 2003),
- les critères de potabilisation des eaux, s'il s'agit d'évaluer un site par rapport à une ressource non encore utilisée mais destinée à être préservée en vue d'un usage d'eau potable ; l'annexe 13-1, partie III du Code de la Santé Publique (codifiant l'annexe I-3 du décret n°2001-1220 modifié) présente les valeurs réglementaires applicables aux eaux douces superficielles destinées à la production d'eau pour la consommation humaine et l'annexe 13-3 du Code de la Santé Publique (codifiant l'annexe III du décret n°2001-1220 modifié) donne les limites de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine ;
- dans la seule mesure où un usage pour la consommation humaine est constaté, les critères de potabilité des eaux ; une eau potable est réputée saine pour la consommation humaine et pour tous les autres usages domestiques ou assimilés selon le Code de santé publique (partie codifiant le Décret n° 2001-1220);
- les critères de qualité de l'air extérieur : les valeurs limites et les valeurs cibles sont toutes les deux des valeurs réglementaires (cf. directive 96/62/CE du Conseil du 27 septembre 1996, 12 février 2002, 15 décembre 2004). Cette directive ne comporte pas de valeur de gestion réglementaire (voir décrets du 15/02/02, du 12/11/03). Il convient au cas par cas, de mettre en perspective les résultats des mesures des milieux d'exposition avec les valeurs cibles ;
- les critères de qualité des denrées alimentaires destinées à la consommation humaine ; les valeurs sont fixées par les règlements européens applicables en droit français sans transposition (Règlement Européen (CE) N° 466/2001 du 8 mars 2001 et règlements modificateurs, portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires).

Pour la connaissance des valeurs de gestion en vigueur, il convient de se reporter au rapport d'étude de l'INERIS intitulé « *Synthèse des valeurs de gestion réglementaires pour les substances chimiques en vigueur dans l'eau, l'air et les denrées alimentaires en France au 1er mars 2006* » (Réf. N°DRC-06-75999/DESP-R2a - Juin 2006).

Lorsque la caractérisation des expositions effectuée dans le cadre du schéma conceptuel met en évidence des comportements locaux particuliers, il convient alors de s'assurer que les valeurs de gestion

réglementaires définies pour la population générale restent pertinentes pour la gestion du cas particulier étudié. Le rapport d'étude de l'INERIS « *Origine et mode d'élaboration des valeurs de gestion réglementaires des milieux d'exposition humaine* » (Réf. N°DRC-06-75999/DESP-R1a - Juin 2006) comporte des précisions à cet effet.

Dans le cas où une substance détectée dans de l'eau destinée à la consommation humaine ne possède pas de limite de potabilité, un plan de gestion sera requis dès lors que cette substance est toxique pour la santé humaine. En revanche, une eau saumâtre qui n'est pas potable mais qui n'est pas toxique ne nécessitera pas de plan de gestion.



Quid de la potabilité des eaux souterraines ?

Dans le cas de notre exemple, les niveaux de concentration mesurés sur les eaux souterraines à l'extérieur du site au niveau de la zone pavillonnaire sont respectivement 1,1 µg/l pour le chlorure de vinyle, 1,5 µg/l pour le tétrachloroéthylène et 8 µg/l pour trichloroéthylène. Les concentrations en plomb et en arsenic sont inférieures à la limite de détection.

Au regard des valeurs réglementaires en vigueur cette eau n'est pas potable. Des restrictions d'usage pour interdire la consommation humaine ou animale, l'usage pour l'arrosage et pour les usages domestiques doivent être mises en place, si ces usages ont été identifiés. Un scénario de gestion devra alors définir les mesures correctrices éventuellement nécessaires à mettre en place pour rendre aux milieux leurs usages initiaux.

3.4 Interpréter en l'absence de valeur de gestion réglementaire

Lorsque la comparaison à l'état des milieux naturels voisins du site ou à l'état initial de l'environnement (cas des installations classées qui en disposent) montre une dégradation des milieux et que des valeurs de gestion ne sont pas disponibles, la question de savoir dans quelle mesure cet état dégradé des milieux peut compromettre ou non son usage se pose alors.

Dans ce cas, l'outil IEM qui est adossé à la démarche comporte une grille de calculs (dont la description et l'utilisation sont détaillées en annexes) permettant une évaluation quantitative des risques sanitaires pour les substances et les milieux qui n'ont pu être comparés aux milieux naturels ou à l'état initial de l'environnement ou à des valeurs de gestion réglementaires.

Basée sur les scénarii et les modes d'exposition identifiés dans le schéma conceptuel, la grille est proposée pour apporter des éléments de jugement quand on ne dispose pas de critères de comparaison pertinents.

Pour effectuer les calculs, les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR³) seront choisies conformément aux instructions de la circulaire du 30 mai 2006 du ministère en charge de la santé.

En outre, en l'absence à ce jour de procédure établie pour la construction d'une VTR pour la voie cutanée, il ne peut pas être envisagé une transposition pour cette voie à partir de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire.

³ VTR : Valeur Toxicologique de Référence. La VTR est une appellation générique regroupant toutes les valeurs qui permettent d'établir une relation entre une exposition et un effet.

En revanche, l'absence de valeur de référence pour le calcul des risques liés aux expositions cutanées n'empêche en aucune manière de prendre les mesures de gestion appropriées pour limiter, voire supprimer ce risque.

Pour rester cohérent avec la gestion effective des risques mise en œuvre par les pouvoirs publics pour la population française, l'utilisation de cette grille conduit à considérer les substances isolément :

- sans procéder à l'additivité des risques liés aux différentes substances d'une même voie d'exposition ;
- ni à l'additivité des risques entre les différentes voies d'exposition.

En effet, le retour d'expériences montre que l'additivité des risques peut faire varier d'un ordre de grandeur les résultats des niveaux de risques calculés. Ceci intervient lorsque la démarche d'évaluation quantitative des risques est menée suivant la démarche scientifique et les règles de l'art adoptées par les organismes spécialisés, tant sur les aspects toxicologiques que sur les aspects calculatoires liés aux modèles d'exposition.

Aussi, pour résoudre le problème de l'additivité des risques et en cohérence avec les objectifs mêmes de la démarche d'interprétation des milieux, des intervalles de gestion des risques ci-dessous sont fixés pour interpréter les résultats des calculs de niveaux théoriques de risques.

L'appréciation de l'acceptabilité des risques de part et d'autre des limites relève toujours du bon sens et du professionnalisme.

Les intervalles de gestion présentés ci-dessous (Figure 4) ont été définis pour interpréter les résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires menée dans le seul cadre de cette démarche. Ces intervalles ne sont pas adaptés au plan de gestion.

La démarche d'Interprétation des Milieux

Intervalle de gestion des risques Substances		L'interprétation des résultats	Les actions à engager	
à effet de seuil	sans effet de seuil		Sur les milieux	Sur les usages
Inférieur à 0,2	Inférieur à 10^{-6}	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés	S'assurer que la source de pollution est maîtrisée	la mémorisation des usages peut être nécessaire pour s'assurer de la pérennité des usages actuels qui sont compatibles avec l'état des milieux
Compris entre 0,2 et 5	Compris entre 10^{-4} et 10^{-6}	Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion	Le retour d'expériences La mise en œuvre de mesures de gestion simples et de bon sens La réalisation d'une évaluation quantitative des risques réfléchie peut permettre de gérer la situation sans mener des actions lourdes	la mémorisation des usages peut être nécessaire pour s'assurer de la pérennité des usages actuels qui sont compatibles avec l'état des milieux
Supérieur à 5	Supérieur à 10^{-4}	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages	La définition et la mise en œuvre d'un plan de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages	
Dans tous les cas, il convient de s'assurer que la source de pollution est maîtrisée				

Figure 4 : Intervalles de gestion des risques dans le cadre de l'IEM

4 Les actions à engager

Une démarche d'interprétation de l'état des milieux permet de distinguer :

- les milieux qui permettent la jouissance des usages constatés sans exposer les populations à des niveaux de risques excessifs ;
- les milieux qui peuvent faire l'objet d'actions simples de gestion ;
- les milieux qui nécessitent la mise en œuvre d'un plan de gestion. La zone concernée devient alors un site au sens du plan de gestion.

Les différents cas de figure sont schématisés ci-dessous (Figure 5). En tout état de cause, dans le cas où la source de pollution ne serait pas encore maîtrisée, même si les impacts se révélaient acceptables au regard des usages constatés, un plan de gestion apparaît tout de même nécessaire pour maîtriser, voire supprimer la source en question.

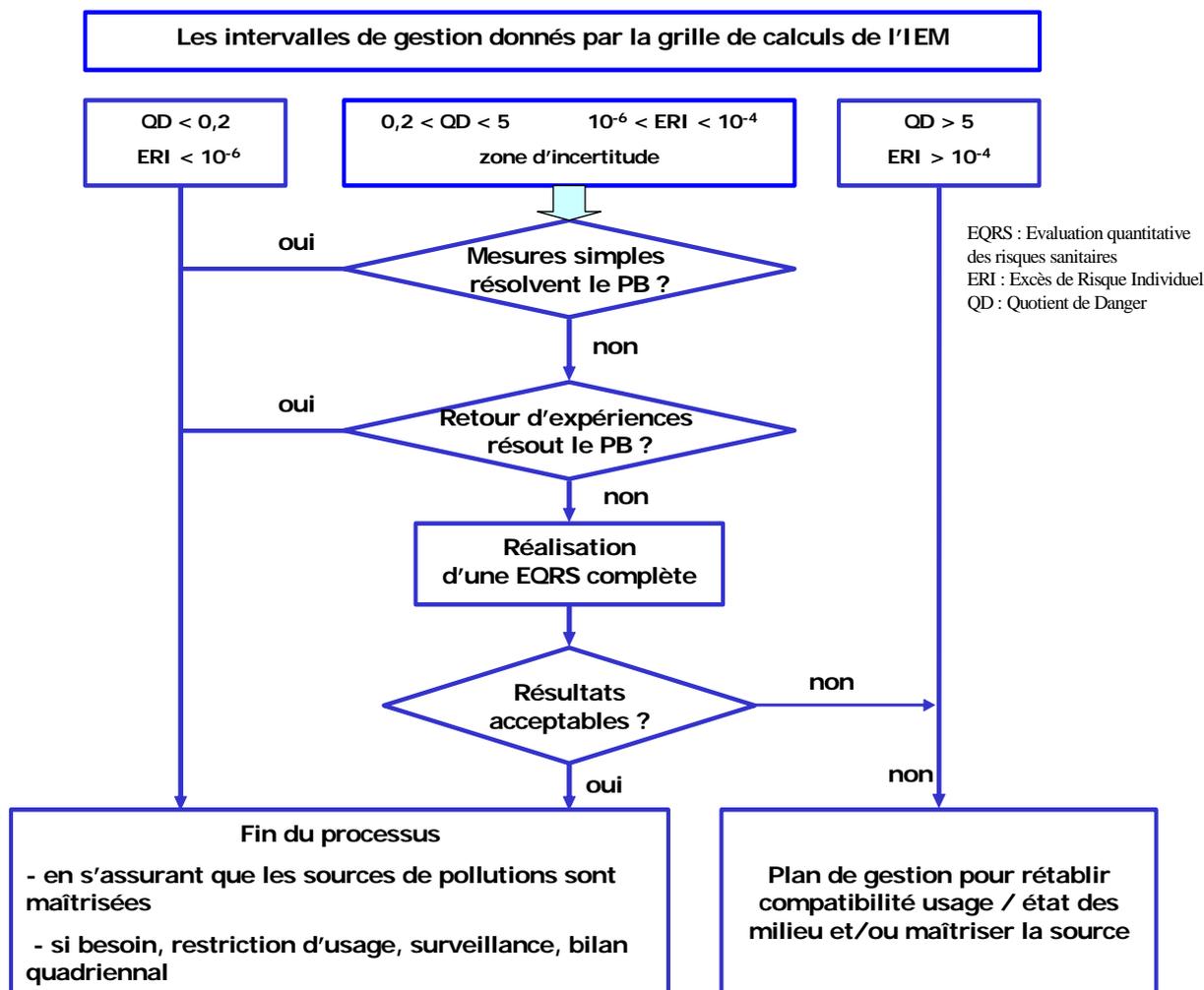


Figure 5 : Les intervalles de gestion donnés par la grille de calculs de l'IEM

4.1 Les milieux qui permettent la jouissance des usages constatés

Si l'état des milieux est comparable à celui d'un milieu naturel ou à l'état initial de l'environnement, ou qu'il répond aux exigences réglementaires pour l'usage qui en est fait et dès lors que l'on est assuré que la source de pollution est tarie ou maîtrisée, le processus conduit à conclure que le site ne pose pas de problèmes particuliers.

De même, en l'absence de valeur de gestion, l'évaluation quantitative des risques sanitaires définie par l'outil IEM peut conclure à la compatibilité des usages du site et des milieux.

Dans certain cas, la mise en place d'une surveillance environnementale, voire des voies ou des milieux d'exposition, pour vérifier une absence d'évolution ou une évolution favorable de la situation peut s'avérer nécessaire.

4.2 Les milieux qui nécessitent un plan de gestion

La démarche peut mettre en évidence une incompatibilité manifeste entre l'état des milieux et leurs usages nécessitant alors l'élaboration d'un plan de gestion.

Il s'agit des cas où :

- l'état des milieux, dégradé par rapport à l'état initial ou à l'environnement témoin, ne respecte pas les valeurs de gestion réglementaires en vigueur sur les milieux d'exposition ;
- des substances non réglementées, mais toxiques pour la santé, sont présentes dans de l'eau destinée à la consommation humaine ;
- les niveaux de risques théoriques calculés sont manifestement inacceptables.

La comparaison avec l'état naturel de l'environnement peut conduire à démontrer que les actions de gestion à mettre en œuvre peuvent ne pas se limiter à la seule zone étudiée et ne pas relever de la seule responsabilité du site ou de l'exploitant à l'origine des études.

4.3 Interpréter dans la zone d'incertitude

Cette zone d'incertitude a pour objectif de permettre, par une réflexion approfondie, de résoudre le problème sans avoir à s'engager nécessairement dans un plan de gestion.

4.3.1 Les mesures de gestion simples et de bon sens

Des mesures simples et de bon sens telles que :

- l'enlèvement de taches de pollution concentrées ;
- le recouvrement de terres ;

peuvent être suffisantes pour contrôler un état stabilisé ou une évolution favorable de l'état des milieux et pour résoudre le problème identifié avant toute investigation plus conséquente.

Bien évidemment, ces mesures n'ont de sens que si les sources de pollution sont maîtrisées.

S'agissant des milieux dont l'état est dégradé mais pour lesquels les risques restent acceptables, en référence aux valeurs de gestion réglementaires ou aux niveaux de risques théoriques calculés, la mise en place d'une surveillance environnementale limitée dans le temps (une seule période quadriennale) peut être envisagée pour vérifier la maîtrise de la source de pollution et l'évolution favorable des impacts.

4.3.2 Le retour d'expériences

Le retour d'expériences dans le secteur industriel concerné et la réalisation d'une étude des incertitudes peuvent permettre de justifier la compatibilité entre l'état des milieux et les usages (le retour d'expériences sur les EDR⁴ réalisées sur les sols pollués au plomb en est un exemple).

4.3.3 La réalisation d'une évaluation quantitative des risques sanitaires plus approfondie

S'agissant de lever les doutes dans la zone d'incertitude, une évaluation quantitative des risques sanitaires plus approfondie peut être menée en améliorant, tout en les justifiant, les paramètres qui seront utilisés par rapport à ceux retenus dans la grille IEM.

Les niveaux de risques sont alors calculés en pratiquant l'additivité des risques selon les recommandations des instances sanitaires émises au niveau national. Les critères d'acceptabilité des risques calculés sont alors ceux qui sont usuellement retenus au niveau mondial par les organismes en charge de la protection de la santé : quotient de danger⁵ inférieur à 1 (pour les effets à seuil), excès de risque individuel théorique inférieur à 10^{-5} (pour les effets sans seuil).

Lorsque cela est pertinent, la comparaison des résultats avec ceux donnés par un environnement témoin peut permettre d'apporter des éléments d'appréciation.

Ainsi, cette évaluation plus approfondie pourra permettre de démontrer l'acceptabilité de la situation ou, au contraire, la nécessité de mettre en œuvre un plan de gestion.

Les résultats de cette évaluation peuvent également conduire à identifier des mesures de gestion simples qui peuvent s'avérer suffisantes.

4.4 La conservation de la mémoire

En tout état de cause, lorsqu'un plan de gestion n'est pas engagé, la conservation de la mémoire de l'état des milieux, par la mise en œuvre de servitudes ou de restrictions d'usage, peut s'avérer nécessaire pour garantir la pérennité de l'adéquation entre les usages constatés à un moment donné et l'état des milieux.

La mise en œuvre de dispositifs de restriction d'usage ne peut être instaurée de manière pérenne à l'issue d'une démarche d'interprétation de l'état des milieux, lorsque les sources de pollution ne sont pas encore maîtrisées.

⁴ Etude Détaillée des Risques.

⁵ Le quotient de danger, appelé abusivement indice de risque, correspond au rapport entre la dose ou la concentration d'exposition par la dose ou la concentration de référence.

4.5 Synthèse

Les choix retenus confèrent à la démarche d'IEM un caractère robuste destiné à garantir la santé humaine et à préserver les ressources naturelles, notamment :

- l'élaboration du schéma conceptuel qui permet véritablement d'appréhender l'état des pollutions des milieux et les voies d'exposition pertinentes au regard des activités et des usages qui existent sur le site étudié et dans son environnement ;
- en priorité, la mesure des milieux d'exposition ;
- la prise en compte d'hypothèses et de scénarii réels et explicites ;
- et, en tant que de besoin, la conduite d'une évaluation quantitative des risques à part entière (outil intrinsèquement conservatoire) basée sur l'utilisation de valeurs toxicologiques pertinentes pour les scénarii constatés.

Sur le plan de la santé humaine, l'IEM est une démarche de gestion raisonnablement prudente qui repose aussi bien sur la gestion effective des risques mise en œuvre par les pouvoirs publics pour la population française que sur la comparaison à l'état naturel de l'environnement voisin du site. A défaut de ces valeurs de référence, les intervalles d'interprétation des risques, étendus de part et d'autres des valeurs cibles généralement retenues, permettent d'identifier les situations susceptibles de nécessiter des mesures de gestion.

S'agissant des ressources et des milieux naturels, les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE), les zones nationales d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) et les zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO) définissent à la fois les zones naturelles à protéger et les mesures éventuelles à mettre en œuvre pour assurer leur pérennité.

Dans ce cadre, les contraintes et les dispositions réglementaires en vigueur sont suffisamment fournies et précises pour que la démarche d'IEM s'attache à les prendre en compte en tant que référentiels premiers avant de s'engager dans des études de risques.

5 Un exemple pratique d'IEM

Les parties précédentes de ce guide ont été illustrées par un exemple qui a permis d'apporter un éclairage sur les différents aspects de la démarche. Cette cinquième partie reprend ce cas afin de montrer en détail un exemple d'application de l'IEM.

5.1 Rappel du contexte

Le site en question est un ancien site industriel qui fait l'objet d'un projet de réhabilitation. Un projet immobilier conduit à la réalisation de diagnostics sur l'emprise du site mis à l'arrêt depuis plusieurs dizaines d'années. Des substances telles que du tétrachloroéthylène, du trichloroéthylène et du chlorure de vinyle sont découvertes dans la nappe souterraine superficielle. Par ailleurs, les activités passées du site ont conduit à émettre des métaux lourds tels que du plomb ainsi que de l'arsenic.

Des habitations individuelles sont situées à proximité immédiate du site, en particulier à l'aval hydraulique et éolien. La question des risques liés aux milieux pollués par les activités passées du site pour les populations riveraines du site se pose alors.

Puisqu'il s'agit d'un projet de réhabilitation, le responsable du projet détient à la fois la maîtrise des usages des sols et la maîtrise des moyens d'action sur l'état des milieux. Tel que prévu par l'article 34 du décret modifié (cessation d'activité, avec ou sans changement d'usage du site), la démarche consiste à élaborer d'emblée un plan de gestion qui fera l'objet d'un mémoire remis au préfet.

Les contraintes souvent associées à ce type de projets sont :

- l'état des milieux,
- les volumes de terres excavées et leur devenir,
- les techniques de traitement des sols, l'objectif étant de garantir des aménagements qui préservent leurs occupants des effets des éventuelles pollutions présentes.

Dans ce cas de figure, l'enjeu premier du projet de réhabilitation est de supprimer les sources de pollutions.

Par contre, il se peut qu'il y ait impossibilité (pour des raisons techniques ou économiques) de suppression de ces sources ou qu'il n'apparaît pas souhaitable, dans une logique de développement durable et de bilan environnemental global, de les supprimer. Il s'agit dans ce cas d'examiner les mesures propres à supprimer les voies de transfert.

Enfin, lorsque les voies de transfert ne peuvent toutes être supprimées, il convient de s'assurer que les expositions résiduelles associées sont acceptables. C'est l'Analyse des Risques Résiduels (ARR) qui permet dans ce cas de démontrer l'acceptabilité des expositions résiduelles. Si l'ARR montrait des expositions résiduelles inacceptables, les usages initialement prévus devraient être revus et le projet de réhabilitation devrait alors être modifié.

Dans ce cadre de mise en place de plan de réhabilitation, la démarche d'interprétation des milieux n'a pas de raison d'être à l'intérieur du site. Par contre, à l'extérieur du site, se pose la question de la compatibilité entre :

- l'état de pollution de la nappe à l'origine d'émissions de vapeurs de solvants chlorés et les risques liés à l'occupation des milieux confinés susceptibles d'accumuler ces vapeurs toxiques provenant de la nappe polluée,
- l'état de pollution de la nappe et les usages des eaux souterraines, c'est-à-dire, par exemple, les

risques liés à l'usage des eaux souterraines pour l'arrosage de jardins potagers, ou, le cas échéant, le remplissage de piscines privées,

- l'état des sols qui ont pu être pollués au plomb et à l'arsenic par les émissions passées des installations et les risques liés à l'ingestion directe de sols par les enfants, l'inhalation des poussières de plomb par réenvol de sol pollué...

Pour répondre à cette question, la démarche d'interprétation de l'état des milieux et son outil sont proposés. Ils vont permettre d'analyser et de statuer sur la compatibilité entre l'état des milieux et leurs usages constatés.

Le cas présenté ici illustre que, dans un même dossier, on peut être amené à la fois à élaborer d'emblée un plan de gestion et, au regard des résultats des diagnostics réalisés dans le cadre du plan de gestion, à devoir mettre en œuvre une démarche d'interprétation des milieux. Les milieux à l'extérieur du site objet du projet de réhabilitation sont en effet susceptibles d'avoir été impactés par les activités passées du site, ce que démontrent les résultats des diagnostics dans cet exemple.

Il faut cependant remarquer que, dans tous les cas, ce qui se passe à l'extérieur du site ne doit pas être déconnecté de ce qui se passe au niveau du site, dans le projet de réhabilitation. L'objectif de celui-ci n'est en effet pas seulement de s'assurer que les aménagements prévus ne conduiront pas à des expositions résiduelles excessives, mais également d'agir au niveau des sources pour les supprimer, si cela est techniquement et économiquement réalisable. Le fait qu'une action au niveau de la source, si elle est possible, puisse être de nature à peut-être résoudre des problèmes à l'extérieur du site, est un élément important à prendre en compte dans l'analyse du projet de réhabilitation sur le site, et dans le plan de gestion à l'extérieur du site.

Ainsi, même si les approches sont différentes entre le projet de réhabilitation et le plan de gestion, elles ne sont pas forcément déconnectées les unes des autres dans la pratique.

5.2 Le schéma conceptuel

Le schéma conceptuel permet de placer les différents éléments permettant d'apprécier les enjeux liés à la pollution générée par le site (Figure 6).

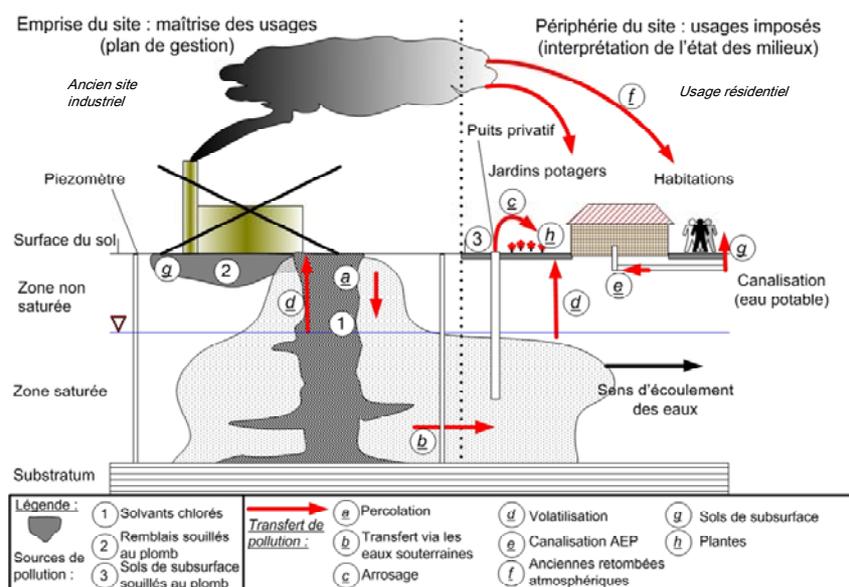


Figure 6 : Schéma conceptuel du cas étudié

Ce schéma conceptuel fait apparaître la partie du site concernée par le plan de gestion et la partie à l'extérieur du site concernée par la démarche d'interprétation de l'état des milieux.

Les sources de pollution sont :

- des anciens déversements de solvants chlorés dans la nappe depuis la surface. Une certaine quantité a pu s'accumuler en fond de nappe. Cette pollution est exportée vers l'extérieur du site, où elle peut concerner les habitants du lotissement voisin, par des dégazages de produits volatils qui peuvent s'accumuler dans les lieux clos des habitations, et par l'irrigation des jardins à partir de puits privés ;
- une autre source de pollution maintenant arrêtée, mais qui a provoqué un impact sur les sols du lotissement voisin. Il s'agit de la cheminée de l'usine, dont les rejets mal maîtrisés lorsque l'installation était en activité ont provoqué des retombées de poussières chargées de plomb.

Les enjeux concernent donc l'environnement du site objet du plan de gestion. Il s'agit plus précisément des jardins dont les sols contiennent du plomb, de la nappe du fait de l'utilisation de puits privés pour l'irrigation des jardins, et des espaces clos des bâtiments (sous-sols, caves, vides sanitaires...) susceptibles d'être concernés par le dégazage et l'accumulation de substances volatiles.

5.3 L'interprétation de l'état des milieux

5.3.1 Les sols

Pour déterminer l'étendue de la zone potentiellement contaminée, une modélisation des émissions atmosphériques peut être réalisée, dans la mesure où les études historiques permettent le recueil des paramètres nécessaires au modèle de dispersion.

Les sols alentours du site sont contaminés par des retombées de poussières chargées en plomb. Les mesures effectuées dans la zone potentiellement la plus polluée montrent en effet des concentrations trois fois supérieures à celles de zones non concernées par ces retombées. Cela est suffisant pour mettre en évidence un impact.

Ne disposant pas de valeurs réglementaires de gestion sur les sols, une interprétation de l'état des milieux en termes de niveaux d'exposition théorique au plomb peut apporter des éléments de jugement intéressants.

Pour cela, on a recours à la grille de calculs qui permet l'évaluation du niveau de risque sanitaire des populations pour les différents scénarii d'exposition identifiés par le schéma conceptuel.

L'état des sols étant le résultat d'un processus ancien datant de l'époque d'activité du site, la situation n'impose pas d'action immédiate ou à caractère d'urgence, les expositions éventuelles n'étant pas apparues au moment où on a pris connaissance de l'état des sols lors des diagnostics appropriés.

On dispose ainsi d'un délai suffisant pour procéder aux contrôles complémentaires éventuellement jugés nécessaires, comme par exemple, un contrôle des teneurs en plomb dans les légumes récoltés si la consommation de légumes du jardin par les riverains du site est une voie d'exposition pertinente et si l'état de contamination des milieux peut conduire à une contamination des légumes.

La progressivité de la démarche conduit d'abord à évaluer les risques théoriques liés à l'ingestion de sol par les enfants jouant dans les jardins, scénario d'exposition qui est le plus sensible.

Ce scénario peut être évalué à partir des analyses de sol disponibles. Des campagnes de prélèvements mieux ciblées que celles qui ont été réalisées pour les diagnostics peuvent toutefois être réalisées, si besoin.

La démarche d'Interprétation des Milieux

L'exposition liée à la consommation des légumes produits nécessite de pouvoir échantillonner les productions, d'en évaluer les quantités récoltées et consommées, et d'en déterminer les teneurs en polluant dans les parties consommées. Cette étape, qui nécessite des délais plus importants, peut cependant n'être menée que dans un second temps et seulement si les niveaux de risque calculés par l'IEM pour l'ingestion directe de sols s'avèrent problématiques.

Dans le cas présent, un scénario d'exposition des enfants à la terre du jardin est défini avec ces paramètres :

- quantité de sol ingérée par jour où l'enfant fréquente le jardin : 100 mg ;
- durée d'exposition théorique pour un enfant : 6 années ;
- nombre de jours d'exposition théorique par année (nombre de jours par année où l'enfant fréquente le jardin) : 300 ;
- poids corporel de l'enfant : 15 kg ;
- période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (si l'exposition concerne une substance sans seuil d'effet) : prise conventionnellement égale à 70 ans.

Les paramètres utilisés sont issus d'enquêtes sur le terrain, et complétés, si nécessaire, par des paramètres issus de bases de données de référence sur les budgets espace-temps des populations (CIBLEX, données de recensements...).

Ces données sont ensuite introduites dans la grille de calculs « SOL », complétées par la concentration du sol en plomb (150 mg/kg pour le cas d'illustration, et par les VTR⁶ pour la voie ingestion du plomb (Figure 7).

Voie d'exposition unique : Ingestion de sol									
Facteurs de l'équation :									
Cs	Qs	T	Ef	P	Tm	VTR			
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans le sol	Quantité journalière de sol ingérée	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Poids corporel de l'individu	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	
mg/kg	mg/j	année	jour	kg	année	mg/kg/j	(mg/kg/j) ⁻¹		
Paramètres du scénario	150	100	6	300	15	70	0,0035	pas de VTR	
Substance testée	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain				Quotient de danger : 0,2			
Excès de risque individuel :									

Figure 7 : Grille de calculs des niveaux de risques théoriques pour le scénario « enfant fréquentant le jardin »

Le résultat du calcul affiche un quotient de danger de 0,2 pour ce scénario, correspondant à l'intervalle d'interprétation des critères de l'IEM :

- une action complémentaire sur les risques liés à la consommation de légumes ou de fruits est alors à engager : par mesure de précaution, il est nécessaire de réaliser des prélèvements sur les

⁶ Valeur toxicologique de référence.

légumes et de comparer les résultats aux valeurs de gestion réglementaires pour le plomb (0,1 mg/kg de fruits frais, 0,3 mg/kg de légumes feuilles frais, et 0,1 mg/kg de légumes frais⁷). Les mesures seront réalisées sur les produits récoltés lorsqu'ils seront disponibles ou sur des végétaux témoins ;

- une seconde action complémentaire visant celle-ci, dans l'attente des possibilités de prélèvement de légumes, à prendre connaissance du retour d'expériences fourni sur cette problématique.

5.3.2 Les eaux souterraines

Les eaux souterraines peuvent poser problème du fait de l'irrigation des jardins mais aussi des phénomènes possibles de dégazage des nappes.

Dans tous les cas, s'il existe un doute sur la réalité des usages de l'eau souterraine, des mesures provisoires de restriction d'usage peuvent être mises en place, en attendant de disposer d'éléments tangibles.

A. Irrigation des jardins

Les risques liés à l'irrigation des jardins sont :

- le transfert de solvants chlorés vers les plantes ;
- le dégazage de solvants chlorés lors de l'arrosage et inhalation par l'opérateur.

Dans ce cas, il existe plusieurs possibilités :

- les teneurs en solvants chlorés dans les eaux d'irrigation peuvent être telles qu'un dégazage partiel est susceptible de charger l'air extérieur en quantités dangereuses pour la santé d'un opérateur qui l'inhalerait occasionnellement ;
- la totalité des substances volatiles peut se dégazer lors des opérations d'irrigation, entraînant une charge de l'air extérieur significative. Dans ce cas, les solvants chlorés ne sont plus dans l'eau qui atteint les plantes ;
- à l'inverse du second point, la totalité des solvants chlorés présents dans l'eau peut atteindre les plantes, auquel cas, le scénario d'inhalation par l'opérateur n'est plus pertinent.

Si on a de bonnes raisons de penser que c'est la première proposition qui est pertinente, il est possible de bâtir un scénario d'arrosage permettant de définir le temps d'exposition de l'opérateur et le confronter à des mesures de l'air extérieur pendant l'arrosage au niveau des voies respiratoires. La grille de calculs « AIR » peut alors calculer un niveau de risque théorique, après avoir introduit le scénario d'exposition et la VTR⁸ correspondante.

Dans cette proposition, on a également de bonnes raisons de penser qu'il reste suffisamment de solvants chlorés pour atteindre les plantes : un contrôle des sols, des mesures sur les récoltes permettront de statuer sur ce point.

Si on a de bonnes raisons de penser que c'est la seconde proposition qui est pertinente, seul l'air extérieur en cours d'arrosage fera l'objet d'une évaluation.

Enfin, si la troisième proposition semble être la plus pertinente, seul le sol où se situent les récoltes feront l'objet d'un contrôle.

⁷ Annexe 1, section 3 du Règlement (CE) N° 466/2001 du 8 mars 2001 portant fixation des teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires, JO L 77 du 13 mars 2001, p1.

⁸ Valeur toxicologique de référence.

B. Le dégazage

Le dégazage de solvants chlorés des nappes vers les sous-sols, les caves ou les vides sanitaires des habitations est une voie d'exposition possible au regard du schéma conceptuel.

Si cette voie d'exposition est effective, il est possible de procéder à des mesures dans les lieux concernés. Selon les résultats obtenus, deux cas de figure peuvent se présenter :

- soit les mesures ne détectent rien, auquel cas aucune action particulière n'est à envisager pour cette voie d'exposition ;
- soit les mesures détectent des substances provenant de la nappe, auquel cas les risques liés à l'inhalation doivent être évalués par la grille IEM « AIR ».

Si les risques correspondants sont inacceptables, il s'agit dans un premier temps d'examiner les mesures de gestion simples qui seraient susceptibles de résoudre le problème.

Dans certains cas, des mesures simples de ventilation (naturelle ou provoquée/forcée) des sous-sols peuvent en effet être envisagées, si elles sont techniquement possibles.

Dans les autres cas, si les mesures simples de gestion ne sont pas suffisantes seule une action au niveau de la nappe doit être envisagée : un plan de gestion doit alors être mis en œuvre.



ANNEXES



ANNEXE 1 : Description de la grille de calculs

A. Généralités

La grille de calculs permet de procéder à une évaluation quantitative des risques sanitaires en complément des éléments de comparaison déjà existants. Pour chacun des modes d'exposition considérés et pour chacun des polluants, elle utilise les résultats de la caractérisation de l'état des milieux réalisée par des campagnes appropriées ainsi que des valeurs choisies pour les paramètres généraux (budget espace-temps choisi, quantités consommées...). La grille permet le calcul de la dose ingérée ou inhalée de polluants, c'est à dire les **expositions théoriques**, pour la traduire sous forme de **niveaux de risques associés**.

Cette grille de calculs n'a pas vocation et ne doit pas être utilisée pour définir des seuils de dépollution en calculant par itération les concentrations conduisant à des niveaux de risques acceptables : cette opération, si elle est nécessaire, doit être définie au niveau du plan de gestion qui sera proposé et non pas au niveau de l'IEM.

La grille de calculs se présente sous la forme d'un classeur du logiciel Excel® contenant trois onglets :

- onglet « SOL » : feuille de calculs destinée à l'évaluation des risques liés à la voie d'exposition par ingestion de sol ;
- onglet « AIR » : feuille de calculs pour la voie d'exposition par inhalation. Elle permet, si nécessaire, de distinguer l'exposition à l'air intérieur et à l'air extérieur ;
- onglet « ALIMENTATION » : feuille de calculs pour la voie d'exposition par ingestion de végétaux (de type feuilles, racines, fruits, pommes de terres) cultivés sur un sol potentiellement pollué.

Pour mémoire, les risques liés à la consommation d'eau s'apprécient sur la seule base des valeurs réglementaires en vigueur. Dans le cas où une substance détectée dans de l'eau destinée à la consommation humaine ne possède pas de limite de potabilité, un plan de gestion sera requis dès lors que cette substance est toxique pour la santé humaine. En revanche, une eau saumâtre qui n'est pas potable mais qui n'est pas toxique ne nécessitera pas de plan de gestion.

En outre, en l'absence à ce jour de procédure établie pour la construction d'une VTR pour la voie cutanée, il ne peut pas être envisagé une transposition pour cette voie à partir de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire.

En revanche, l'absence de valeur de référence pour le calcul des risques liés aux expositions cutanées n'empêche en aucune manière de prendre les mesures de gestion appropriées pour limiter, voire supprimer ce risque.

Pour chacune des voies d'exposition calculées, le risque sera caractérisé par le calcul :

- d'un quotient de danger (QD) pour les substances à seuil d'effet ;
- d'un excès de risque individuel théorique (ERI) pour les substances sans seuil d'effet.

Pour des substances ayant à la fois des effets à seuil et des effets sans seuil, le quotient de danger ou l'excès de risque individuel théorique le plus contraignant est affiché en surbrillance jaune pâle.

B. Equations retenues

La forme générale de l'équation retenue est celle qui permet de calculer un quotient de danger théorique, ou un excès de risque individuel théorique, en fonction de la dose journalière d'exposition ou de la concentration moyenne inhalée théorique, et de la valeur toxicologique de référence :

$$QD = \frac{DJE}{VTR \text{ (ingestion)}} \quad \text{ou} \quad QD = \frac{CI}{VTR \text{ (inhalation)}}$$

ou

$$ERI = DJE \times VTR \text{ (ingestion)} \quad \text{ou} \quad ERI = CI \times VTR \text{ (inhalation)}$$

Avec :

QD : quotient de danger, calculé pour des substances à seuil d'effet (sans dimension)

ERI : Excès de risque individuel théorique, calculé pour des substances sans seuil d'effet (sans dimension)

DJE : pour la voie ingestion, dose journalière d'exposition théorique (mg/kg/j)

CI : pour la voie inhalation, concentration moyenne inhalée théorique (mg/m³)

VTR : valeur toxicologique de référence pour la substance testée, correspondant à :

- une dose journalière (mg/kg/j) ou une concentration dans l'air (mg/m³) si la substance testée a un seuil d'action,
- l'inverse d'une dose journalière ((mg/kg/j)⁻¹) ou d'une concentration dans l'air ((mg/m³)⁻¹) si la substance est sans seuil d'effet.

Concernant la définition détaillée des différents paramètres, il conviendra de se référer au guide sur l'Analyse des Risques Résiduels.

Pour chacune des voies d'exposition, la dose journalière d'exposition théorique, ou la concentration moyenne inhalée théorique, est déterminée à partir de paramètres et de données recueillis sur le site et de paramètres généraux empruntés à la littérature spécialisée. Ceux-ci sont explicités dans la description consacrée à chacune des feuilles de calculs.

C. Valeurs toxicologiques de référence

Pour effectuer les calculs, les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR⁹) seront choisies conformément aux instructions de la circulaire du 30 mai 2006 du ministère en charge de la santé. Leur choix sera justifié en fonction de leur pertinence sur la base d'une argumentation appropriée ou selon les recommandations fixées au niveau national par les autorités sanitaires.

⁹ VTR : Valeur Toxicologique de Référence. La VTR est une appellation générique regroupant tous les types d'indices toxicologiques qui permettent d'établir une relation entre une exposition et un effet.



D. Additivité des risques

Le principe retenu pour l'utilisation de cette grille est de procéder substance par substance, sans procéder à l'addition des risques liés aux différentes substances.

La mise en perspective des résultats par rapport à un intervalle de valeurs encadrant les repères d'acceptabilité des risques potentiels visés, plutôt que par rapport à une valeur unique, permet d'adapter l'analyse des résultats aux spécificités des situations. Cette pratique permet par ailleurs d'intégrer la problématique de l'additivité des risques, ceci en tenant compte du retour d'expérience en matière d'évaluation quantitative des risques.



ANNEXE 2 : Utilisation de la grille de calculs

A. Niveaux de risques théoriques liés à l'ingestion de sol

La feuille de calculs permettant de caractériser les risques théoriques liés à l'ingestion de sol est la feuille « SOL » du classeur.

Cette feuille contient des cases grisées ou jaunes, qui ne peuvent être modifiées, et des cases blanches pour entrer les paramètres des calculs (Figure 8).

Les paramètres à entrer dans cette feuille (cases blanches) sont ceux qui permettent de caractériser les risques liés à l'ingestion de sol (un quotient de danger pour les substances à effets à seuil et un excès de risque pour les substances à effets sans seuil), et le nom de la substance pour laquelle le test est réalisé. C'est aussi sur cette feuille que sont entrées les valeurs toxicologiques de référence dont on dispose pour la substance testée.

Remarque : si aucune valeur toxicologique de référence n'est entrée, la feuille n'affiche pas de résultat.

Il suffit d'entrer les paramètres adéquats dans la grille, ainsi que les VTR retenues pour la substance à tester, afin d'obtenir le résultat final, exprimé sous forme d'un quotient de danger, ou d'un excès de risque individuel théorique, selon qu'il s'agit d'une substance à seuil d'effet ou non.

Pour les substances ayant à la fois des effets à seuil et des effets sans seuil, le quotient de danger théorique ou l'excès de risque individuel théorique le plus contraignant est affiché en surbrillance jaune pâle.

L'équation utilisée pour calculer la dose journalière d'exposition théorique (DJE) par ingestion de sol est :

$$DJE = \frac{C_s * 10^{-6} * Q_s * T * E_f}{P * T_m * 365}$$

Avec :

DJE : Dose journalière d'exposition théorique (mg/kg/j)

C_s : concentration de la substance testée dans le sol (mg/kg)

Q_s : quantité journalière de sol ingérée (mg/j)

T : durée d'exposition théorique (année)

E_f : nombre de jours d'exposition théorique annuel (jour)

P : poids corporel (kg)

T_m : période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (année) (pour une substance à seuil d'effet T_m = T ; pour une substance sans seuil d'effet, T_m est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)

10⁻⁶ : facteur de conversion en raison de terme exprimé en mg ou en kg

Voie d'exposition unique : Ingestion de sol									
Facteurs de l'équation :	Cs	Qs	T	Ef	P	Tm	VTR		
<p>Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation</p>	Concentration de la substance dans le sol	Quantité journalière de sol ingérée	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Poids corporel de l'individu	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilée à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	
	mg/kg	mg/j	année	jour	kg	année	mg/kg/j	(mg/kg/j) ⁻¹	
	Paramètres du scénario	220	110	6	340	15	70	0,0003	1,5
Substance testée	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain				Quotient de danger :		5,0	
							Excès de risque individuel :		1,9E-04

Note : les données sont entrées dans les cellules restées blanches.

Figure 8 : Fac-simile de la feuille de calculs des quotients de danger théoriques et des excès de risque théorique liés à l'ingestion de sol

En cas d'ingestion de poussières issues du sol, une démarche similaire devra être réalisée avec les paramètres adéquats.

B. Niveaux de risques théoriques liés à l'inhalation d'air

La caractérisation des risques théoriques liés à l'inhalation d'air nécessite de compléter les données par des données sur le scénario considéré :

- prise en compte (ou non) de la distinction entre l'air extérieur et l'air intérieur ;
- prise en compte du temps passé en extérieur et en intérieur ;
- qualité de l'air intérieur et de l'air extérieur.

Ce dernier paramètre concerne aussi bien la qualité liée à l'empoussièrement de l'air, qu'à la présence de substances volatiles. Dans les deux cas, des mesures sur des prélèvements d'air permettent de déterminer une concentration de substance par mètre cube d'air.



L'équation utilisée pour évaluer la concentration moyenne inhalée théorique est :

$$CI = \frac{\sum_i (C_i * T_i) * T * Ef}{24 * T_m * 365}$$

Avec :

- CI* : concentration moyenne inhalée théorique ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
C_i : concentration de la substance testée dans l'air (intérieur / extérieur) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
T_i : durée d'exposition journalière à la substance dans l'air intérieur/extérieur (heures)
T : durée d'exposition théorique (année)
Ef : nombre de jours d'exposition théorique annuel (jour)
T_m : période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (année) (pour une substance à seuil d'effet $T_m = T$; pour une substance sans seuil d'effet, T_m est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)

Les données nécessaires au calcul de l'évaluation de l'exposition théorique par inhalation sont entrées dans les cellules restées blanches de la feuille de calculs « AIR » (Figure 9).

Le résultat est exprimé en quotient de danger (QD) ou en excès de risque individuel théorique (ERI). Pour les substances ayant à la fois des effets à seuil et des effets sans seuil, le quotient de danger ou l'excès de risque individuel théorique le plus contraignant est affiché en surbrillance jaune pâle (Figure 9).

Voie d'exposition unique : Inhalation										
Facteurs de l'équation :										
	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR		
<p>Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation</p>	Concentration de la substance dans l'air intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : T_m est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	heure	heure	année	jour	an	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	
Paramètres du scénario	0,0326	0,0326	18,5	1,6	6	356	70	0,2	0,0043	
Substance testée	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain					Quotient de danger :		0,1	
						Excès de risque individuel :		9,8E-06		

Note : les données sont entrées dans les cellules restées blanches. Le résultat produit est le niveau de quotient de danger calculé, l'excès de risque individuel théorique calculé, et la concentration résiduelle théorique correspondant aux niveaux d'exposition théorique recherchés.

Figure 9 : Fac-simile de la feuille de calculs des expositions théoriques par inhalation

C. Niveaux de risques théoriques liés à l'ingestion de végétaux

L'ingestion de végétaux est modélisée par l'ingestion de légumes de type feuilles ou racines, de pommes de terre et de fruits (Figure 10). Ces paramètres, ainsi que les quantités journalières moyennes ingérées, et la part de chaque aliment qui est auto-produite, sont entrés dans les cellules restées blanches de la feuille de calculs «ALIMENTATION». La feuille de calculs détermine alors les quantités totales de végétaux ingérées par personne et par jour, de même que les quantités consommées annuellement et les quantités produites annuellement. Ceci aide à vérifier la vraisemblance des hypothèses de consommation du scénario, ainsi que la vraisemblance des quantités effectivement produites sur le site.

L'équation utilisée pour évaluer la dose journalière d'exposition théorique est :

$$DJE = \frac{[\sum i(Cf_i * Qf_i * Af_i) + \sum j(Cr_j * Qr_j * Ar_j) + \sum k(Cfr_k * Qfr_k * Afr_k) + \sum l(Cpt_l * Qpt_l * Apt_l)] * T * Ef * 10^{-6}}{Tm * P * 365}$$

Avec :

DJE : Dose journalière d'exposition théorique (mg/kg/j)

T : durée d'exposition théorique (année)

Ef : nombre de jours d'exposition théorique annuel (jour)

Tm : période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (année) (pour une substance à seuil d'effet $Tm = T$; pour une substance sans seuil d'effet, Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)

Cfi : concentration de la substance dans le légume de type feuilles (salade, choux, ...) (µg/kg poids frais)

Qfi : quantité journalière de légume de type feuilles ingérée (g/j)

Afi : % d'autarcie pour le légume de type feuilles

Cr : concentration de la substance dans le légume de type racines (carotte, radis, ...) hors pomme de terre (µg/kg poids frais)

Qr : quantité journalière de légume de type racines ingérée (g/j)

Ar : % d'autarcie pour le légume de type racines

Cfr : concentration de la substance dans le fruit (µg/kg poids frais)

Qfr : quantité journalière de fruit ingérée (g/j)

Afr : % d'autarcie pour le fruit

Cpt : concentration de la substance dans la pomme de terre (µg/kg poids frais)

Qpt : quantité journalière de pomme de terre ingérée (g/j)

Apt : % d'autarcie pour la pomme de terre

10⁶ : facteur de conversion en raison de terme exprimé en mg ou en kg ou en µg



Le résultat est exprimé en quotient de danger (QD) ou en excès de risque individuel théorique (ERI). Pour les substances ayant à la fois des effets à seuil et des effets sans seuil, le quotient de danger ou l'excès de risque individuel théorique le plus contraignant est affiché en surbrillance jaune pâle.

Voie d'exposition unique : Ingestion de végétaux																			
Facteurs de l'équation :	Cfi	Cfr	Cr	Cpt	Ofi	Ofr	Or	Opt	Afi	Afr	Ar	Apt	Ef	T	P	Tm	VTR		
<p>Cette grille de calcul de l'EM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation</p>	Concentration de la substance dans les légumes de type feuilles	Concentration de la substance dans les fruits	Concentration de la substance dans les légumes de type racines	Concentration de la substance dans les pommes de terre	Quantité de légumes de type feuilles ingérées	Quantité de fruits ingérés	Quantité de légumes de type racines ingérées	Quantité de pommes de terre ingérées	Pourcentage d'autoproduction de légumes de type feuilles ingérées	Pourcentage d'autoproduction de fruits ingérés	Pourcentage d'autoproduction de légumes de type racines ingérées	Pourcentage d'autoproduction de pommes de terre ingérées	Nombre de jours d'exposition théorique annuelle	Durée d'exposition théorique	Poids corporel	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition. (Le paramètre sans seuil d'effet : l'âge conventionnel est égal à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	g/jour	g/jour	g/jour	g/jour	%	%	%	%	jour	an	kg	an	mg/kg/j	(mg/kg/j) ¹	
Paramètres du scénario	164	164	164	164	20	115	18	50	2,6	13	24	24	365	6	15	70	0,0004	1,5	
Substance testée	Donnée du diagnostic			Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain												Quotient de danger :		1,0	
	Total par jour et par personne :				203 g				Détail fruits et légumes consommés				Détail fruits et légumes autoproduits				Excès de risque individuel :		5,1E-05
	Quantités annuelles par personne :				7,3 kg 41,9 kg 6,5 kg 18,2 kg				9,4 kg 4,7 kg 8,7 kg 8,7 kg										

Les valeurs fournies sur les quantités annuelles consommées par personne, ou devant être produites par personne pour assurer le scénario, le sont à titre indicatif, afin d'évaluer la pertinence des choix sur les paramètres de consommation et de production

Note : les données sont entrées dans les cellules restées blanches. Le résultat produit est le niveau de quotient de danger calculé et l'excès de risque individuel théorique calculé.

Figure 10 : Fac-simile de la feuille de calculs des expositions théoriques par ingestion de végétaux

