



Pourquoi et comment mener des calculs de risques sanitaires en fonction du contexte de gestion?

- dans l'IEM**
- dans le plan de gestion depuis son élaboration jusqu'à sa mise en œuvre**

2^{ème} Journée technique d'information et de REX de la gestion des sols pollués - 10 juin 2008

La démarche du Plan de Gestion et la gestion en l'absence de valeurs VCI-VDSS

// 1/40

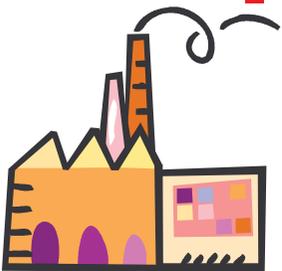
DRC-08-96568-07777B - Présentation_CHu

INERIS

maîtriser le risque
pour un développement durable

Plan

- Pourquoi et comment mener des calculs de risques sanitaires en fonction du contexte de gestion
 - dans l'IEM
 - dans le plan de gestion depuis son élaboration jusqu'à sa mise en œuvre (ARR prospective(s) et ARR finale)
- Rappel méthodologique général des deux démarches de gestion, y compris de l'ARR
- Rappel méthodologique général sur l'évaluation quantitative des risques
- Illustration par le cas d'un site industriel en activité avec mise en évidence d'une contamination des sols et de la nappe par des hydrocarbures (cf. présentation 1^{er} cas de la matinée)



Préambule (1/2)

- **Gestion des sites et sols pollués avant « 2006-2007 » et après**
 - 1996 : outils de hiérarchisation et de classification des sites
 - objectif : trouver les sites pollués
 - diagnostic initial et évaluation simplifiée des risques
 - pas de calculs directs d'évaluation quantitative des risques sanitaires (intégrés dans le calcul de VCI)
 - 1999 : politique de gestion des risques suivant l'usage
 - diagnostic approfondi et évaluation détaillée des risques pour la santé humaine, pour les ressources en eau, pour les écosystèmes, pour les biens matériels
 - **les calculs d'évaluation quantitative des risques au cœur des études**

Préambule (2/2)

- Gestion des sites pollués 2006 - 2007 : deux démarches différentes

- Logique de dépollution
 - changement d'usage
 - IEM « problématique »
 - * quelles techniques, à quels coûts : bilan coûts-avantages

Validation « sanitaire » de la suffisance des mesures de gestion

Le plan de gestion

- Vérifier la compatibilité des milieux
 - air ambiant
 - aliments
 - eau
 - sol

Gestion basée sur les valeurs de gestion réglementaire, comparaison aux concentrations de l'environnement témoin (OQAI, etc.)

L'interprétation de l'état des milieux

- Les calculs d'évaluation des risques quantitatifs sanitaires un outil parmi d'autres

Rappel général des démarches de gestion (1/2)

- La démarche d'interprétation de l'état des milieux (IEM) : 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
 - l'ARR est une EQRS qui valide le plan de gestion en montrant l'acceptabilité des risques liés aux expositions résiduelles en cohérence avec les mesures de gestion proposées et les objectifs de réhabilitation associés

Rappel général des démarches de gestion (2/2)

▪ Etapes amonts de la démarche d'ARR

- un diagnostic du site (et de ses environs dans le cadre de la caractérisation de l'environnement témoin et/ou bruit de fond) afin de déterminer l'état des milieux et leurs caractéristiques
- une sélection de techniques de gestion et de dépollution appropriées à la situation qui permettent de supprimer ou diminuer les pollutions sur la base des performances techniques et du bilan coûts-avantages
- la prise en compte des dispositions constructives du projet de réhabilitation
- des calculs itératifs de vérification de l'acceptabilité des objectifs de réhabilitation par la conduite d'analyses quantitatives des risques sanitaires, ce dernier outil étant *in fine* un outil de validation

Des calculs de risques sanitaires, pourquoi ? (1/2)



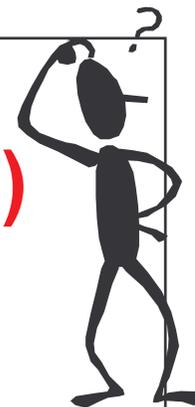
Dans les étapes de la démarche de gestion, comparaison des concentrations dans les milieux investigués :

- aux concentrations des milieux naturels ou de l'environnement témoin local
- aux valeurs de gestion réglementaires

⇒ **en cas de dégradation des milieux et absence de valeurs de gestion réglementaires**

- parmi d'autres outils de gestion, recours à l'EQRS, pour apporter des éléments de jugement pour orienter la gestion en l'absence de critères de comparaison pertinents

Des calculs de risques sanitaires, pourquoi ? (2/2)



La démarche du plan de gestion, en cas :

- de changement d'usages
- d'IEM « problématique »

⇒ recours potentiel à l'EQRS à plusieurs stades de la démarche et dans plusieurs situations

- EQRS sur pollution brute (informations pour orienter le choix des dispositifs de maîtrise des sources, des impacts, ...)
- EQRS pour le calcul de seuils de dépollution
- EQRS pour le calcul de seuils de surveillance

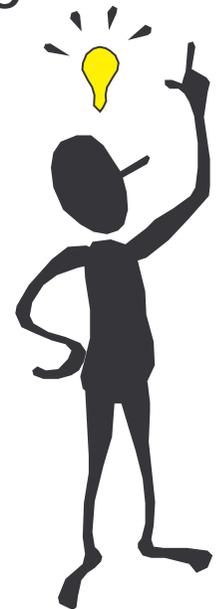
Quelles techniques, quelles performances, quels coûts ?

- ARR prospective sur les milieux sources et/ou transferts
- ARR finale sur les milieux d'exposition résiduelle

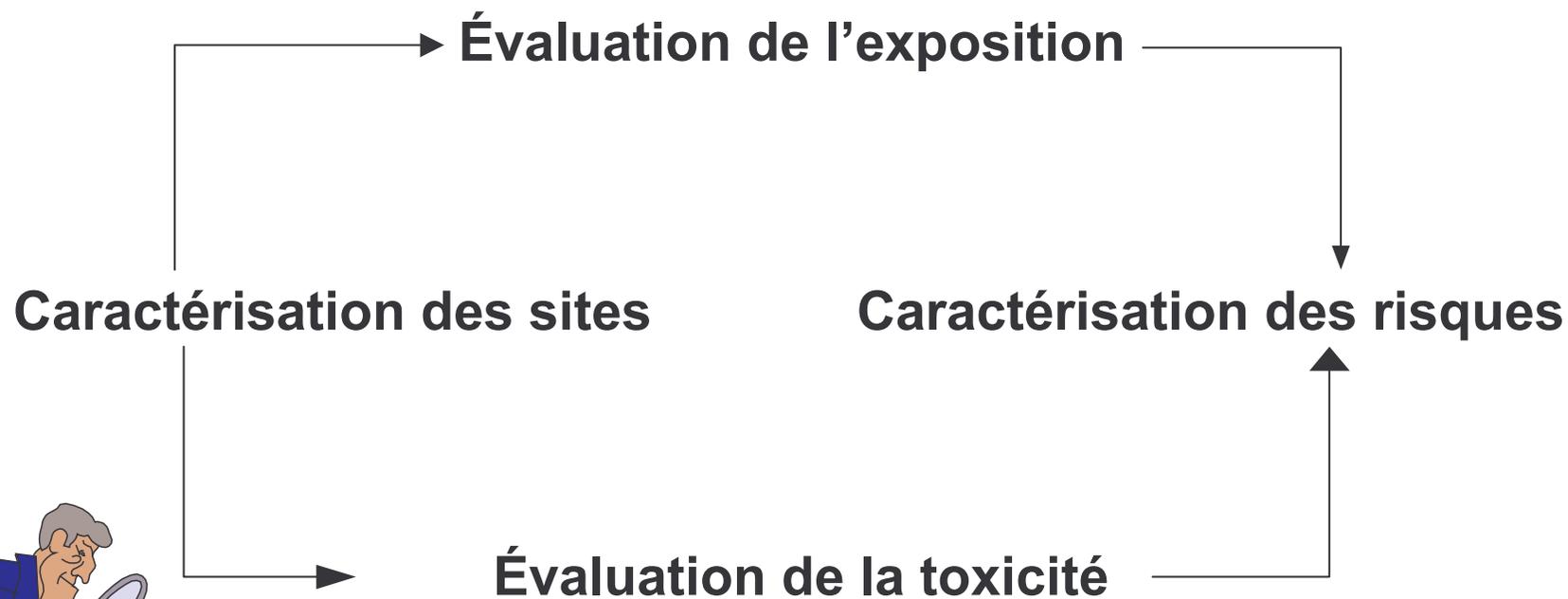
restitution à l'Administration d'un dossier avec *a minima* 2 scénarios de gestion avec bilan coûts/avantages et ARR finale

Des calculs de risques sanitaires, comment?

- Suivant les connaissances scientifiques actuelles et les bonnes pratiques actuelles associées
- Sur la base de l'étude documentaire, d'un schéma conceptuel préliminaire, des résultats de diagnostics ...
- Rappels méthodologiques, conventionnellement dans une EQRS,
 - l'étape de caractérisation du site
 - et les étapes
 - d'identification des dangers
 - de la définition des relations dose-effet et/ou dose-réponse
 - d'évaluation de l'exposition
 - de caractérisation du risque
 - avec l'analyse des diverses incertitudes inhérentes à ces étapes
 - étapes conduites de manière progressive et réfléchie



Rappels méthodologiques sur l'EQRS



Rappels méthodologiques axés sur quelques points majeurs

Rôle du (des) diagnostic(s)

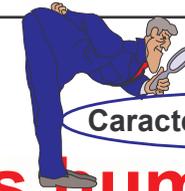


- **Sur la base d'une étude documentaire**
- **Objectifs**
 - constat de l'état du site et hors site
 - identification et caractérisation précises de l'ensemble des sources de pollutions
 - mesure de l'extension latérale et verticale de la pollution
 - compréhension des mécanismes de transfert
 - constat des impacts potentiels sur l'Homme et l'environnement
 - ! choix pertinent des limites de quantification et détection en cohérence avec les objectifs (valeurs réglementaires, EQRS,...)

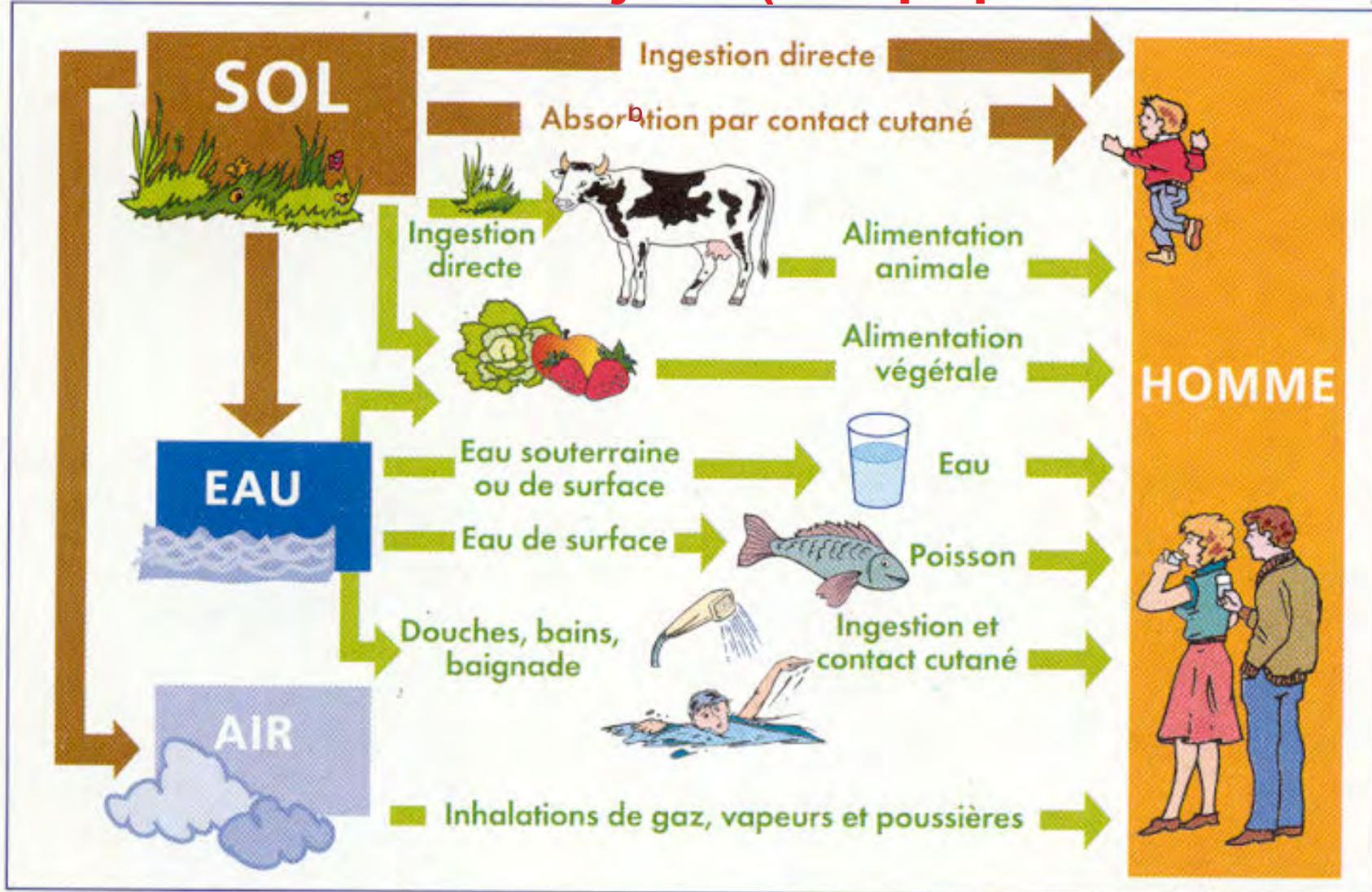
Objectif du schéma conceptuel



- **Préciser les relations entre**
 - les sources de pollution
 - les milieux de transfert
 - les enjeux à protéger
- **Collecter des informations par**
 - des recherches documentaires
 - des enquêtes auprès des utilisateurs du site ou des milieux
 - des campagnes de mesures
- **Sur la base**
 - des usages constatés (IEM)
 - des usages qui peuvent être choisis (plan de gestion)

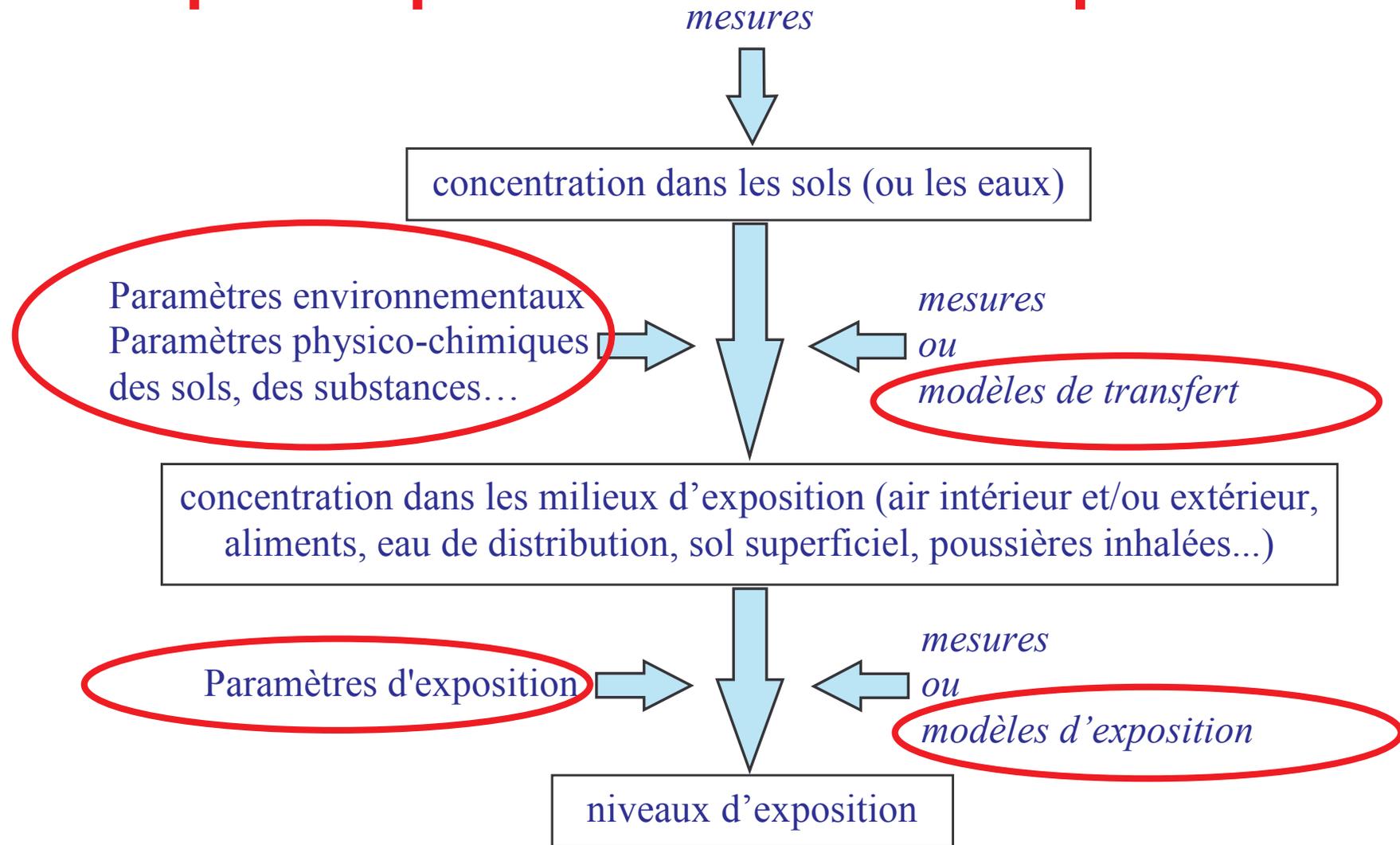


Sources - Transferts - Enjeux (cas populations humaines)





Principe de quantification de l'exposition





Modélisation dans la quantification de l'exposition

Mesures ou modélisations ?

Mesures

- ☺ intégration de la complexité de la réalité
- ☹ limite des seuils de détection et de quantification
- ☹ campagnes de mesures parfois lourdes pour obtenir un échantillonnage représentatif
- ☹ investigations coûteuses

Modélisations



- ☹ simplification de la réalité
- ☺ représentation des phénomènes (chimiques, hydrogéologiques, biologiques...) dans le long terme
- ☺ simulations de situations envisagées

■ Deux approches complémentaires

- à combiner selon le principe de proportionnalité
- privilégier la mesure (sous réserve de représentativité)



Choix des modèles



- **Critères à vérifier**
 - respect du schéma conceptuel
 - type de substances à prendre en compte
 - moyens disponibles et niveau de précision ou de « réalisme » exigé

- **Connaître et prendre en compte leurs limites**
 - hypothèses simplificatrices (parfois nombreuses)
 - paramètres d'entrée parfois difficilement renseignables
 - manque d'adaptabilité et de souplesse par rapport aux spécificités du cas traité



Paramètres d'entrée des modèles

■ priorité aux valeurs de paramètres

- spécifiques au site étudié
- quantifiées par une méthode de mesure adaptée
- déterminées dans les conditions du site

- Usage du site
- Habitat
- Environnement du site
- Climat
- Caractéristiques physiques du récepteur
- Consommation alimentaire

■ à défaut : bases de données et enquêtes génériques

- bases de données : HSDB, IUCLID, STF...
- publications : US EPA, OMS, ATSDR...
- littérature scientifique
- fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques de l'INERIS
- enquêtes INSEE, études CIBLEX (ADEME-IRSN)
- données Météo France, données climatiques spécifiques au site

Évaluation de la toxicité



- Différents types d'effets cancérigènes, mutagènes, sur la reproduction et le développement, systémiques
 - cumul ou non des risques liés aux substances avec effets à seuil
 - sommation des QD des substances ayant le même même effet sur le même organe cible via le même mécanisme d'action
 - dans la pratique, sommation des risques tous effets confondus dans une première approche ; dans certains cas approfondissement nécessaire au vu des résultats en termes de performances techniques et de bilan coûts / avantages
- Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)
 - choix (Circulaire de la DGS de mars 2006, consultation des bases des organismes et agences reconnues, rapports INERIS, FURETOX, etc.)

Caractérisation du risque



■ Etapes

- mise en adéquation des données de l'évaluation de la toxicité et de l'évaluation de l'exposition
- quantification du risque
 - une substance peut avoir plusieurs effets, ne pas considérer uniquement les effets sans seuil
 - règles d'additivité des risques
- analyse des incertitudes finales (également analyse des incertitudes lors des étapes antérieures)

■ Critères d'acceptabilité pour les effets à seuil (QD) et sans seuil (ERI)

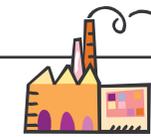
- dans le plan de gestion, $QD < 1$ et $ERI < 10^{-5}$
- *! dans l'IEM, interprétation des résultats à l'aide des **intervalles d'appréciation des risques** définis spécifiquement pour cette démarche (démarche par substance et sans additivité des voies d'exposition)*

Incertitudes



- Evaluation des impacts potentiels liés aux incertitudes de chacune des étapes
 - **ce n'est pas :**
 - une analyse purement qualitative
 - une analyse quantitative avec des variations des paramètres entre deux valeurs extrêmes trouvées « au hasard » dans des bases de données
 - **c'est :**
 - une réflexion argumentée sur le degré de vraisemblance et de précaution des éléments de l'étude les plus sensibles (par rapport au risque défini)

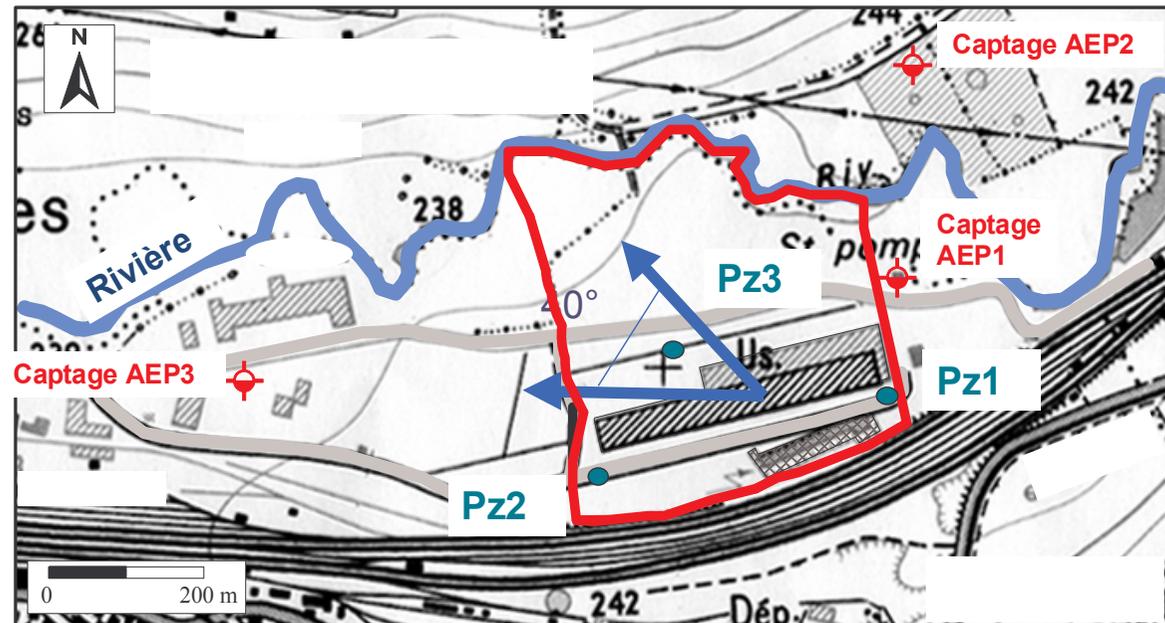
⇒ **Prise en compte nécessaire des incertitudes, par exemple, par le choix d'objectifs de réhabilitation plus contraignants, de mesures d'aménagement ou constructives adaptées,**



Etude de cas

Rappel du cas présenté en matinée :

- site industriel en exploitation (laminage à froid, étirage)
- surveillance environnementale : surveillance des eaux souterraines
- pollution aux hydrocarbures : BTEX, HAP et coupes aromatiques et aliphatiques (TPHCWG)
- captages AEP en amont (abandonné) et aval (en usage)
- proximité d'une rivière



—●— : Captage d'eau potable



: Sens d'écoulement des eaux souterraines

● : Piézomètre

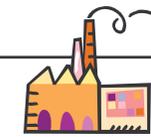
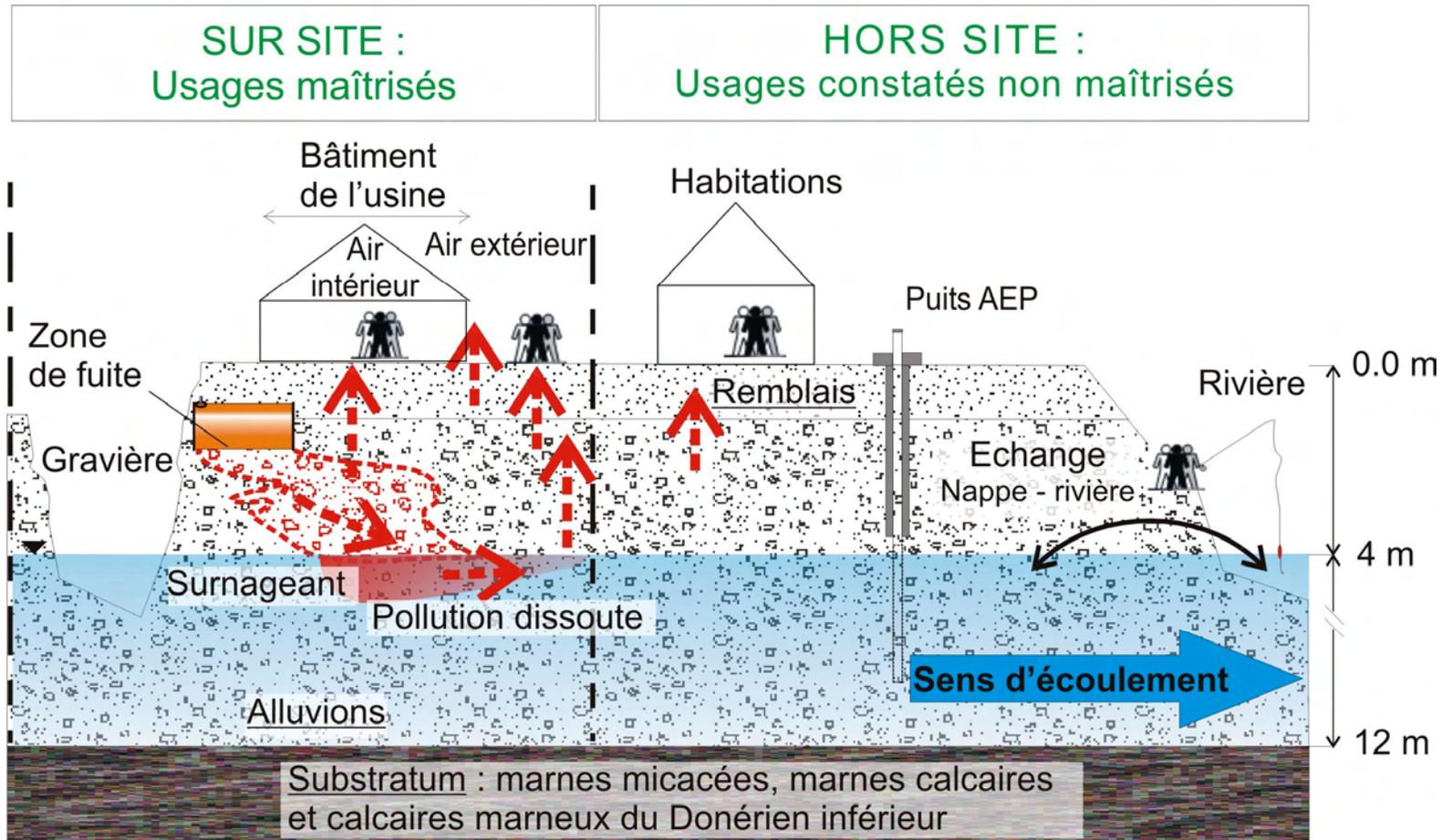
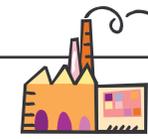


Schéma conceptuel

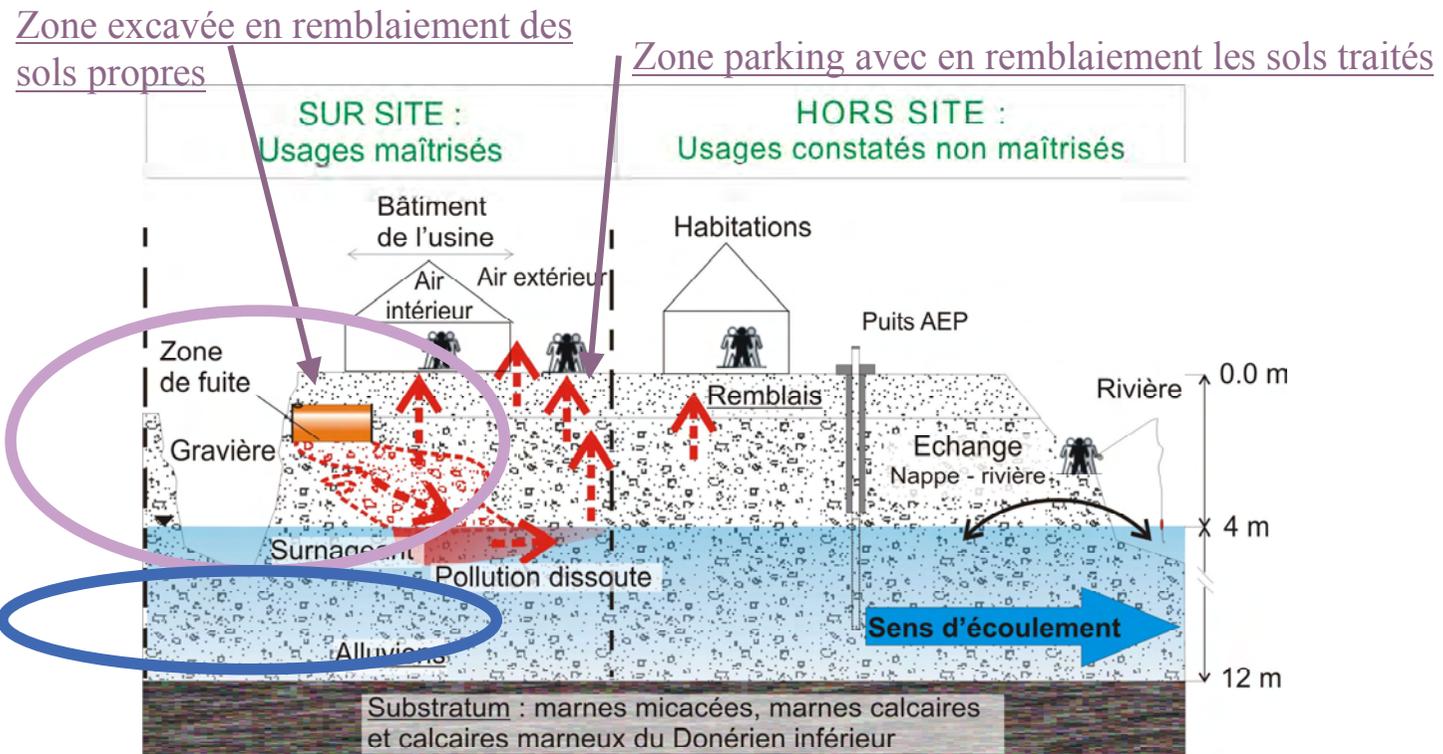


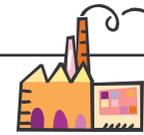


Maîtrise de la source et des impacts, mesures de gestion

■ Maîtrise de la source et des impacts, mesures de gestion

- excavation des sols en périphérie du bâtiment avec remblaiement avec des terres propres
- traitement des sols pollués en biotertre sur site et utilisation en horizon sous-jacent à une zone de parking et espace vert
- traitement de la nappe par pompage-écrémage

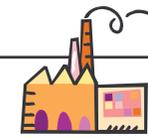




Maîtrise de la source et des impacts, mesures de gestion

■ sur la base

- des spécificités du site
- des performances techniques et du bilan coût / avantage (cf. exposé de ce matin)
- de la réalisation de plusieurs EQRS et *in fine* ARR
 - EQRS pour le choix de la méthode de traitement en biotertre et l'élaboration de seuils dans les sols lors de son traitement
 - EQRS pour le choix de la méthode de traitement de la nappe et l'élaboration de seuils dans la nappe lors de son traitement
 - EQRS pour les travailleurs fréquentant le site (bâtiment, zone décontaminée, zone du nouveau parking), avec *in fine* ARR...



Maîtrise de la source et des impacts, mesures de gestion Cas sur site avant mise en œuvre de travaux

Evaluation de l'impact sur le milieu d'exposition air ambiant intérieur et extérieur du bâtiment industriel

Rappel : site en exploitation, la santé du personnel relève du code du travail, appréciation des risques et mise en œuvre de mesures de prévention / protection fondées sur les dispositions du code du travail



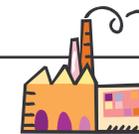
⇒ mesures de la qualité de l'air

- comparaison aux valeurs liées aux code du travail (VLE/VME) si personnel avec un suivi médical pour **une/des substances mises en œuvre dans les installations**
- si autres types de travailleurs (personnels administratifs) : usage possible de l'IEM, mais pas conçue pour cela
 - comparaison aux concentrations de l'environnement témoin local, aux valeurs de l'OQAI
 - si dégradation des milieux et absence de valeurs de gestion réglementaires : EQRS

▪ résultats des mesures d'air ambiant :

⇒ acceptabilité en terme sanitaire, ne nécessitant pas la mise en œuvre de mesure de gestion vis-à-vis des vapeurs (venting, ...)

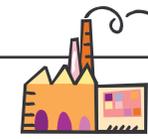
(en parallèle, réalisation et interprétation des mesures de gaz des sols au droit de la source de pollution)



Maîtrise de la source et des impacts, mesures de gestion

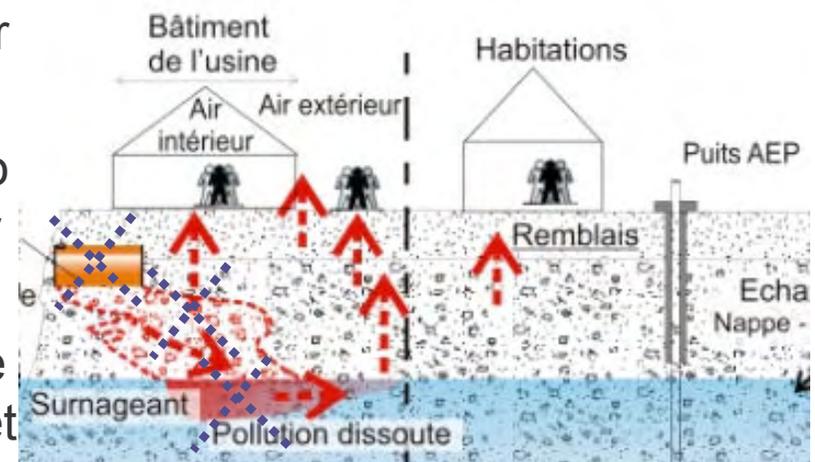
Cas sur site

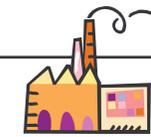
- Traitement des sols pollués sur site (biotertre) et réutilisation des terres sur le site (horizon de surface d'une zone aménagée en parking et espace vert avec horizon superficiel de terre propre)
 - ⇒ EQRS pour l'évaluation de la pertinence du choix de la méthode en termes d'abattement des concentrations et sanitaires et pour le calcul de concentrations seuils dans les sols traités pour assurer l'acceptabilité sanitaire au droit de la future zone de parking
 - ⇒ ARR prospective sur la base des concentrations mesurées dans les sols après traitement
 - ⇒ ARR finale sur la base des concentrations mesurées dans l'air après les travaux de la zone de parking (! représentativité des mesures dans l'air)
- Traitement de la nappe
 - ⇒ EQRS pour l'évaluation de la pertinence du choix de la méthode de traitement et pour le calcul de concentrations seuils dans la nappe pour assurer l'acceptabilité sanitaire au droit du site industriel et en périphérie pour l'usage AEP
 - ⇒ ARR finale sur la base des concentrations *in fine* mesurées après traitement dans la nappe



EQRS pour le calcul de concentrations seuils dans la nappe pour assurer la compatibilité au droit du site et hors site pour l'usage AEP (1/3)

- Pour les substances pour lesquelles des valeurs réglementaires « eau potable » existent, les concentrations observées en bordure du site industriel, à l'issue du traitement seront inférieures à ces dernières
- Hypothèse de travail de l'EQRS sur site et hors site
 - Scénario d'exposition des travailleurs en extérieur et intérieur (inhalation de vapeurs) sur site
 - Usage AEP (scénario ingestion d'eau) et scénario d'exposition aux vapeurs issues de la nappe pour les riverains
 - Modélisation sur site et hors site des transferts de substances volatiles par diffusion et convection, et dispersion
 - Choix des paramètres toxicologiques, d'exposition humaine, des modèles de transfert (physico-chimiques des substances, des sols, environnementaux)





Contamination par des hydrocarbures

- ⇒ Prise en compte des BTEX, HAP et des coupes aromatiques et aliphatiques
- ⇒ Fractionnement des « total petroleum hydrocarbons », approche du TPHCWG

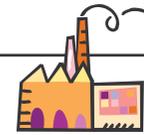
Table 8. Fraction-Specific Physical-Chemical Properties

Fraction	BP (°C)	EC	MW (g/mole)	S (mg/L)	VP (atm)	H (cm ³ /cm ³) ^b	log K _{oc}
ALIPHATICS							
EC 5-6	5.1E+01	5.5E+00	8.1E+01	3.6E+01	3.5E-01	3.3E+01	2.9E+00
EC >6-8	9.6E+01	7.0E+00	1.0E+02	5.4E+00	6.3E-02	5.0E+01	3.6E+00
EC >8-10	1.5E+02	9.0E+00	1.3E+02	4.3E-01	6.3E-03	8.0E+01	4.5E+00
EC >10-12	2.0E+02	1.1E+01	1.6E+02	3.4E-02	6.3E-04	1.2E+02	5.4E+00
EC >12-16	2.6E+02	1.4E+01	2.0E+02	7.6E-04	4.8E-05	5.2E+02	6.7E+00
EC >16-21	3.2E+02	1.9E+01	2.7E+02	2.5E-06	1.1E-06	4.9E+03	8.8E+00
AROMATICS							
Benzene (EC 5-7) ^a	8.0E+01	6.5E+00	7.8E+01	1.8E+03	1.3E-01	2.3E-01	1.9E+00
Toluene (EC >7-8) ^a	1.1E+02	7.6E+00	9.2E+01	5.2E+02	3.8E-02	2.7E-01	2.4E+00
EC >8-10	1.5E+02	9.0E+00	1.2E+02	6.5E+01	6.3E-03	4.8E-01	3.2E+00
EC >10-12	2.0E+02	1.1E+01	1.3E+02	2.5E+01	6.3E-04	1.4E-01	3.4E+00
EC >12-16	2.6E+02	1.4E+01	1.5E+02	5.8E+00	4.8E-05	5.3E-02	3.7E+00
EC >16-21	3.2E+02	1.9E+01	1.9E+02	6.5E-01	1.1E-06	1.3E-02	4.2E+00
EC >21-35	3.4E+02	2.8E+01	2.4E+02	6.6E-03	4.4E-10	6.7E-04	5.1E+00

^a Actual values of benzene and toluene, not based on correlation.

^b Calculated Henry's law constant based on vapor pressure, solubility, and molecular weight relationship.

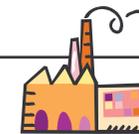
Extrait du TPHCWG, volume 3, 1997



Contamination par des hydrocarbures

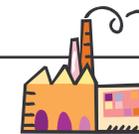
Valeurs toxicologiques de référence

- Circulaire de la DGS de mars 2006 concernant le choix des VTR
- Consultation des bases des 6 organismes et agences reconnues (ATSDR, OMS, US EPA et OEHHA, RIVM, Santé Canada et TPHCWG)
- Prise en compte de choix de VTR ou de facteurs d'équivalence toxique (cas de HAP) effectués par l'INERIS dans le cadre de ses études
- Approche TPHCWG : VTR attribuée à chacune des coupes, par ailleurs des VTR spécifiques aux BTEX et HAP
 - ⇒ lors de la prise en compte des concentrations associées à chacune des coupes : soustraire la concentration de chacun des BTEX et HAP analysés par ailleurs
 - ⇒ dans l'étude de cas, approche avec « soustraction » est non suivie pour les sols et nappe : évaluation conservatoire pour les effets à seuil



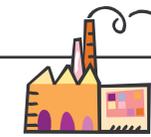
EQRS pour le calcul de concentrations seuils dans la nappe pour assurer la compatibilité au droit du site et hors site pour l'usage AEP (2/3)

- Valeurs de gestion réglementaires mises en place par les pouvoirs publics (critères de potabilité des eaux)
 - [benzène] < 10 µg/l
 - [benzo(a)pyrène] < 0,01 µg/l
 - somme benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)fluoranthène, indéno(1,2,3, cd)pyrène < 0,1 µg/l
- Résultats de l'EQRS
 - relations à respecter :
 - avec [X] = concentration de la substance X en µg/L dans la nappe
 - QD = niveau de risque associé à 1 µg/ L de substance X dans la nappe
 - ERI = niveau de risque associé à 1 µg/ L de substance X dans la nappe
 - effet à seuil, dans le cas d'une approche précautionneuse pour QD (somme systématique) :
$$QD * [Aro C>8-10] + \dots + QD * [Aro C>10-12] + \dots + QD * [Ali C>8-10] + QD * [Ali C>10-12] + \dots + QD * [toluène] + \dots + QD * [naphthalène] + QD * [pyrène] + \dots < 1$$
 - effet sans seuil :
$$ERI * [naphthalène] + ERI * [pyrène] + ERI * [b(a)anthracène] + \dots < 10^{-5}$$
- évaluation et prise en compte des incertitudes



EQRS pour le calcul de concentrations seuils dans la nappe pour assurer la compatibilité au droit du site et hors site pour l'usage AEP (3/3)

- Autre approche pour les effets à seuil : approfondissement de la démarche de sommation systématique des QD si nécessaire au vu des résultats des études de faisabilité et du bilan coûts/avantages
- Résultats de l'EQRS
 - relations à respecter :
 - avec $[X]$ = concentration de la substance X en $\mu\text{g/L}$ dans la nappe
 - QD = niveau de risque associé à 1 $\mu\text{g/L}$ de substance X dans la nappe
 - ERI = niveau de risque associé à 1 $\mu\text{g/L}$ de substance X dans la nappe
 - effet à seuil : sommation des QD calculés avec des VTR dont l'organe cible est identique, par exemple :
 - Effet sur le foie : $QD * [acénaphène] + QD * [] + \dots < 1$
 - Effet hématologique : $QD * [fluorène] + QD * [] + \dots < 1$
 - Rein : $QD * [pyrène] + QD * [] + \dots < 1$
 - effet sans seuil :
 - $ERI * [naphthalène] + ERI * [pyrène] + ERI * [b(a)anthracène] + \dots < 10^{-5}$

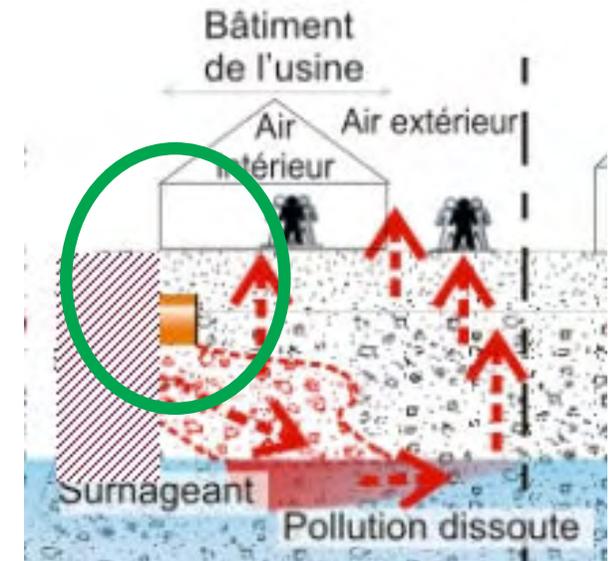


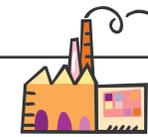
Maîtrise de la source et des impacts, mesures de gestion Cas sur site lors de la mise en œuvre des travaux

EQRS pour le contrôle des concentrations dans le sol en fond de fouille suite aux travaux d'excavation des sols en bordure du bâtiment ?

■ EQRS ?

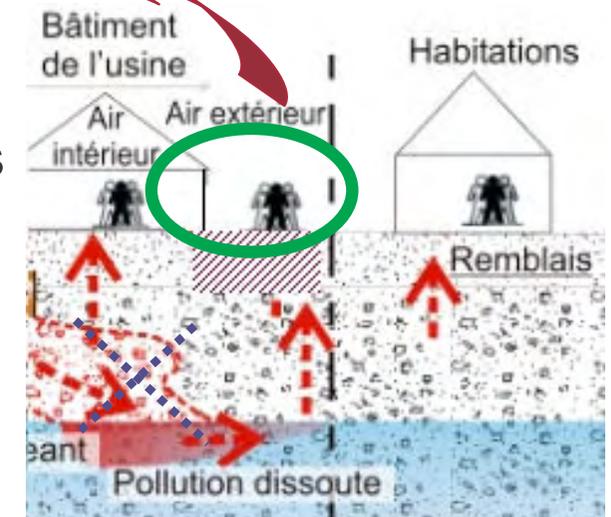
- pas nécessaire car excavation des sols jusqu'au toit de la nappe
- et autres éléments indiquant :
 - l'absence d'impact des sols en bordure sous-jacente du bâtiment (cf. résultats air ambiant et gaz du sol)

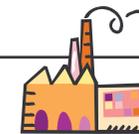




Future zone de parking sur site EQRS pour le calcul de concentrations seuils dans les sols traités

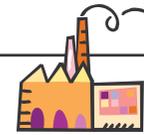
- EQRS pour la vérification de la pertinence du choix de la méthode de traitement en termes de concentrations atteignables et d'acceptabilité sanitaire
- Hypothèse de travail
 - Scénario d'exposition des travailleurs en extérieur (inhalation de vapeurs issues du sol)
 - Modélisation des transferts de substances volatiles par diffusion dans les sols et dispersion dans l'air (modèle « boîte »)
 - Choix des paramètres toxicologiques, d'exposition humaine, des modèles de transferts (physico-chimiques des substances, des sols, environnementaux)
- Résultats de l'EQRS
 - relations à respecter (cf. approche précédente pour l'ingestion d'eau) 🔍
- Evaluation et prise en compte des incertitudes (modélisation du transfert de vapeurs : paramètres physico-chimiques des sols, ...)





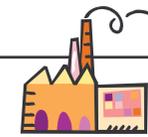
Future zone de parking sur site ARR sur la base de concentrations mesurées dans les sols après traitement pour remise en horizon de remblaiement

- Vérification de l'absence de relargage vers la nappe (cf. exposé de ce matin)
- EQRS pour la vérification de l'acceptabilité sanitaire
- Hypothèse de travail
 - Scénario d'exposition des travailleurs en extérieur (inhalation de vapeurs issues du sol)
 - Concentrations mesurées dans les sols à l'issue du traitement des sols
 - des substances avec des concentrations < LD (benzène, coupes Ali C>6-10...)
 - pour les autres substances vérification des risques associés avec utilisation des « formules »
 - Modélisation des transferts de substances volatiles par diffusion dans les sols et dispersion dans l'air (modèle « boîte »)
 - Choix des paramètres toxicologiques, d'exposition humaine, des modèles de transferts (physico-chimiques des substances, des sols, environnementaux)
- Résultats avec évaluation des incertitudes
 - risques inférieurs aux valeurs de référence



Future zone de parking sur site ARR finale sur la base de concentrations mesurées dans l'air extérieur au droit du parking

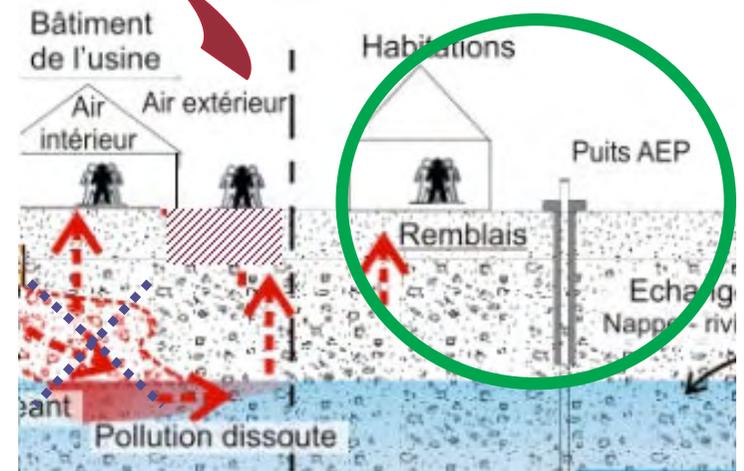
- ARR finale ? Pertinence au vu des informations déjà acquises ?
 - pertinence au vu des informations déjà acquises? représentativité des mesures d'air ambiant au droit du parking et espace vert
- Si ARR finale
 - hypothèse de travail
 - concentrations mesurées dans l'air ambiant extérieur (! représentativité des mesures)
 - scénario d'exposition des travailleurs en extérieur (inhalation)
 - choix des paramètres toxicologiques, d'exposition humaine, des modèles de transferts (physico-chimiques des substances, des sols, environnementaux)
 - concentration mesurée dans la nappe avec contrôle au vu des valeurs précédemment établies
 - résultats
 - concentrations non significatives
 - ⇒ acceptabilité en terme sanitaire



Cas hors site

Rappel sur site :

- impact sur les sols et la nappe
- traitement des sols et de la nappe avec mise en place de la surveillance de la nappe (acceptabilité en terme sanitaire avec l'usage AEP des eaux souterraines en aval hydraulique)



Hors site :

- Pas d'impact significatif observé dans la nappe en limite aval hydraulique extérieur du site
 - ⇒ absence de mise en œuvre d'une IEM hors site
- Pas d'impact futur significatif en raison des mesures de gestion mises en place sur site (cf. surveillance...)

Conclusions

■ Gestion des sites pollués : deux démarches différentes

- Logique de dépollution
 - changement d'usages
 - IEM « problématique »
 - * quelles techniques, à quels coûts : bilan coûts-avantages

- Vérifier la compatibilité des milieux
 - air ambiant
 - eau
 - sol

Validation « sanitaire » de la suffisance des mesures de gestion

Gestion basée sur les valeurs de gestion réglementaire, comparaison aux concentrations de l'environnement témoin (OQAI, etc.)

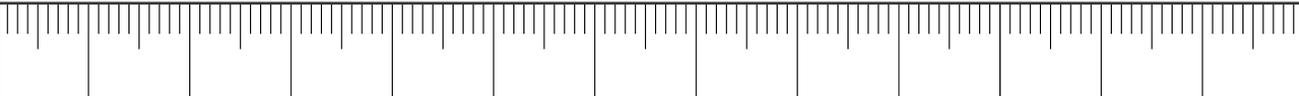
Le plan de gestion

L'interprétation de l'état des milieux

⇒ Recours à l'EQRS, un outil parmi d'autres, pour apporter des éléments de jugement pour orienter la gestion en l'absence de critères de comparaison pertinents

⇒ Un mode d'emploi du calcul sanitaire a été défini en fonction de la démarche de gestion

Merci de votre attention



Annexes si nécessaire durant présentation ...



Future zone de parking sur site EQRS pour le calcul de concentrations seuils dans les sols traités

■ Résultats de l'EQRS (voie inhalation)

• relations à respecter :

avec [X] = concentration de la substance X en mg/kg dans le sol

QD = niveau de risque associé à 1 mg/kg de substance X dans le sol

ERI = niveau de risque associé à 1 mg/kg de substance X dans le sol

- effet à seuil, dans le cas d'une approche précautionneuse pour QD (somme systématique) :

$$QD * [benzène] + QD * [naphtalène] + QD * [Aro C>8-10] + \dots + QD * [Aro C>10-12] + \dots + QD * [Ali C>8-10] + QD * [Ali C>10-12] + \dots + QD * [toluène] + \dots + QD * [naphtalène] + QD * [pyrène] + \dots < 1$$

- effet sans seuil :

$$ERI * [benzène] + ERI * [benzo(a)pyrène] + ERI * [naphtalène] + ERI * [pyrène] + ERI * [b(a)anthracène] + \dots < 10^{-5}$$



Future zone de parking sur site

EQRS pour le calcul des concentrations seuils dans les sols traités

- Autre approche pour les effets à seuil : approfondissement de la démarche de sommation systématique des QD si nécessaire au vu des résultats des études de faisabilité et du bilan coûts / avantages
- Relations à respecter :
 - avec [X] = concentration de la substance X en mg/kg dans le sol
 - QD = niveau de risque associé à 1 mg/kg de substance X dans le sol
 - ERI = niveau de risque associé à 1 mg/kg de substance X dans le sol
- effet à seuil : sommation des QD calculés avec des VTR dont l'organe cible est identique via le même mécanismes d'action :
 - Effet sur le foie : $QD * [éthylbenzène] + QD * [Ali C>8-10] + QD * [Ali C>10-12] + QD * [Ali C>12-16] + QD * [acénaphène] + QD * [fluoranthène] + QD * [fluorène] + QD * [phénanthrène] \dots < 1$
 - Effet hématologique : $QD * [benzène] + QD [Ali C>8-10] + QD * [Ali C>10-12] + QD * [Ali C>12-16] + QD * [anthracène] + QD * [fluorène] + QD * [phénanthrène] \dots < 1$
 - Rein : $QD * [éthylbenzène] + QD * [pyrène] \dots < 1$
 - Syst. Nerveux central : $QD * [xylènes] + QD * [anthracène] \dots < 1$
 - Syst. Respiratoire : $QD * [fluorène] + QD * [phénanthrène] \dots < 1$
 - « diminution de poids » : $QD * [Aro C>8-10] + QD * [Aro C>10-12] + QD * [Aro C>12-16] \dots < 1$
- effet sans seuil : $ERI * [naphtalène] + ERI * [pyrène] + ERI * [b(a)anthracène] + \dots < 10^{-5}$