PRECODD

PRogramme de recherche
ECOtechnologies et Développement Durable

UCIE

Conférence–Débat

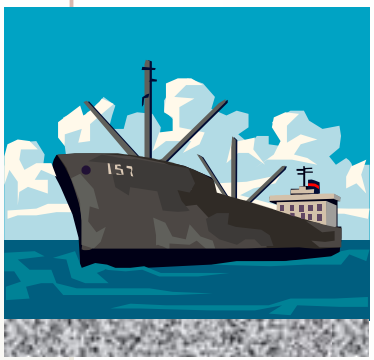
« Les Sédiments »

29 Septembre 2011

Présentation du Programme SEDIGEST

Bernard Clément et Yves Perrodin, ENTPE
Robert Moretto, EEDEMS

Contexte



- 25 à 40 millions de tonnes draguées chaque année dans les ports français
- en 2000 : seuils Ifremer pour l'autorisation du clapage en mer ➔ 10 millions de tonnes de sédiments contaminés « orphelins » de filières de traitement

Programme SEDIMARD : pilotes de traitement
➔ Devenir des sédiments traités ?

Plusieurs filières envisagées suite à SEDIMARD,
dont le remblaiement de cavités terrestres : d'où SEDIGEST

Filière étudiée et objectifs du programme SEDIGEST

Filière étudiée

Remblaiement de cavités terrestres (carrières,….) de la bande littorale avec des sédiments pré-traités.

Intérêts

- Filière à l'échelle du problème concernant les capacités de traitement,

- Restauration des paysages, récupération d'espaces utilisables, reconquête de la biodiversité.

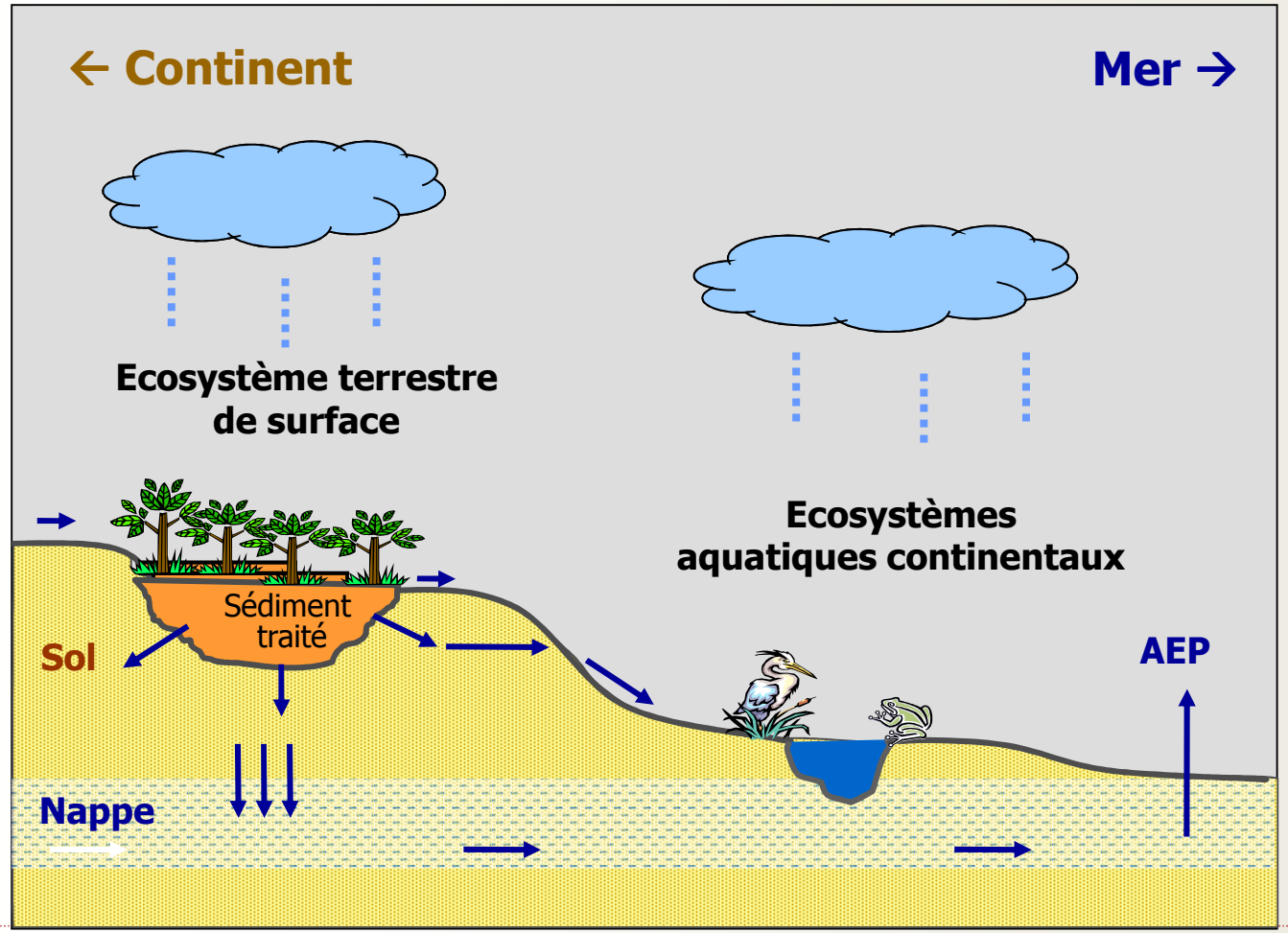
Nécessité

Validation de la compatibilité à long terme du dépôt avec les écosystèmes continentaux.

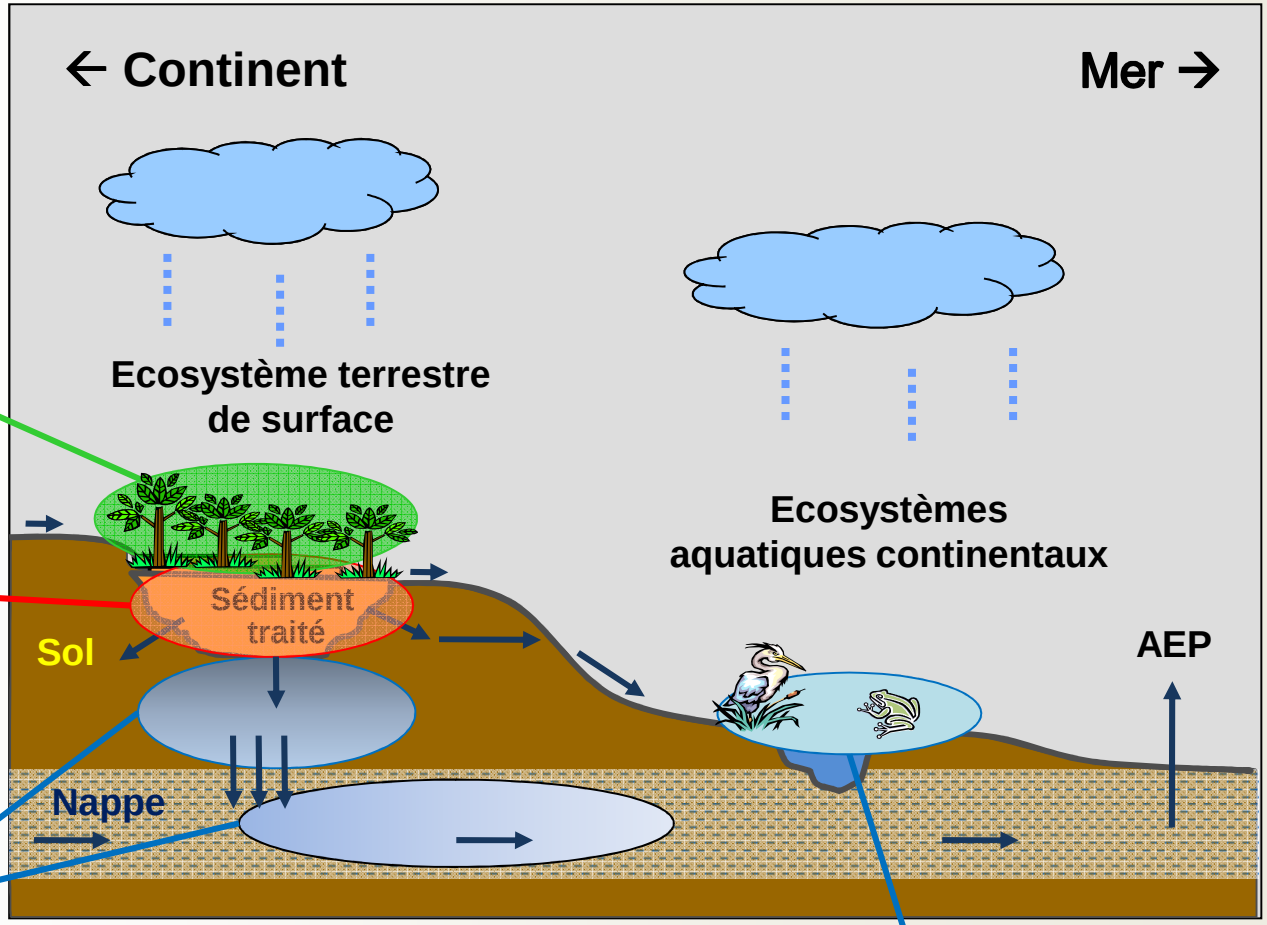
Objectifs du projet ANR

Elaboration d'une méthodologie d'évaluation des risques écologiques adaptée.

Scénario étudié



Travaux effectués



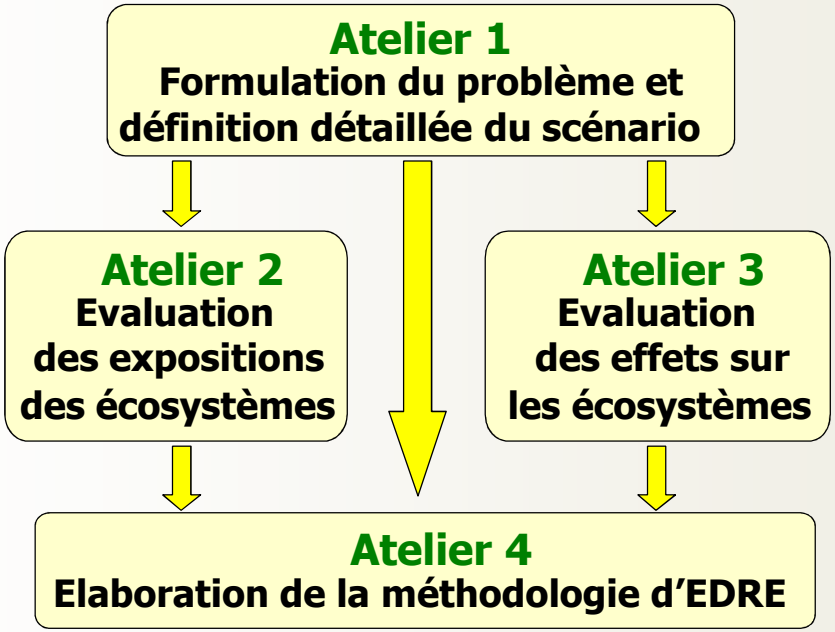
Evaluation de l'impact sur les végétaux de surface

Caractérisation chimique des sédiments
Etude paramétrique des émissions
Modélisation des émissions

Comportement des eaux de percolation
Transfert *per descensum*
Transfert dans la nappe

Evaluation de l'impact sur les organismes aquatiques

Organisation du programme



→ **3 matrices sédimentaires** à sélectionner pour les essais
→ **2 sites ateliers** à choisir dans les 2 départements pilotes retenus pour l'étude (Var et Finistère)

Choix des sédiments étudiés

Sédiment 1 initial : Bassin Vauban Toulon initial
Sédiment 1 prétraité : Bassin Vauban Toulon ressuyé et aéré pendant 5 mois

Sédiment brut Arsenal de Toulon

Echantillonnage sédiment brut Arsenal de Toulon pour référentiel

Aération sédiment brut Arsenal de Toulon

Livraison à EEDEMS
Début Octobre 2008

Echantillon moyen issu du sédiment brut Arsenal de Toulon bioremédié 4 mois et criblé 0-20 mm

SEDIMENT 2 : Fines Bassin Vauban Toulon ressuyées et aérées pendant 5 mois

Fines Arsenal de Toulon

Fines Arsenal de Toulon pré-traitées

Echantillon moyen Fines Arsenal de Toulon prétraitées (boulettes)

SEDIMENT 3 : Guilvinec ressuyé et aéré 5 mois, puis stabilisé

Etape 1 : Criblage 0-20 mm sur le sédiment du Guilvinec pré-traité

Etape 2 : Chaulage du sédiment du Guilvinec pré-traité

Etape 3 : Mise en œuvre du liant sur le sédiment du Guilvinec pré-traité

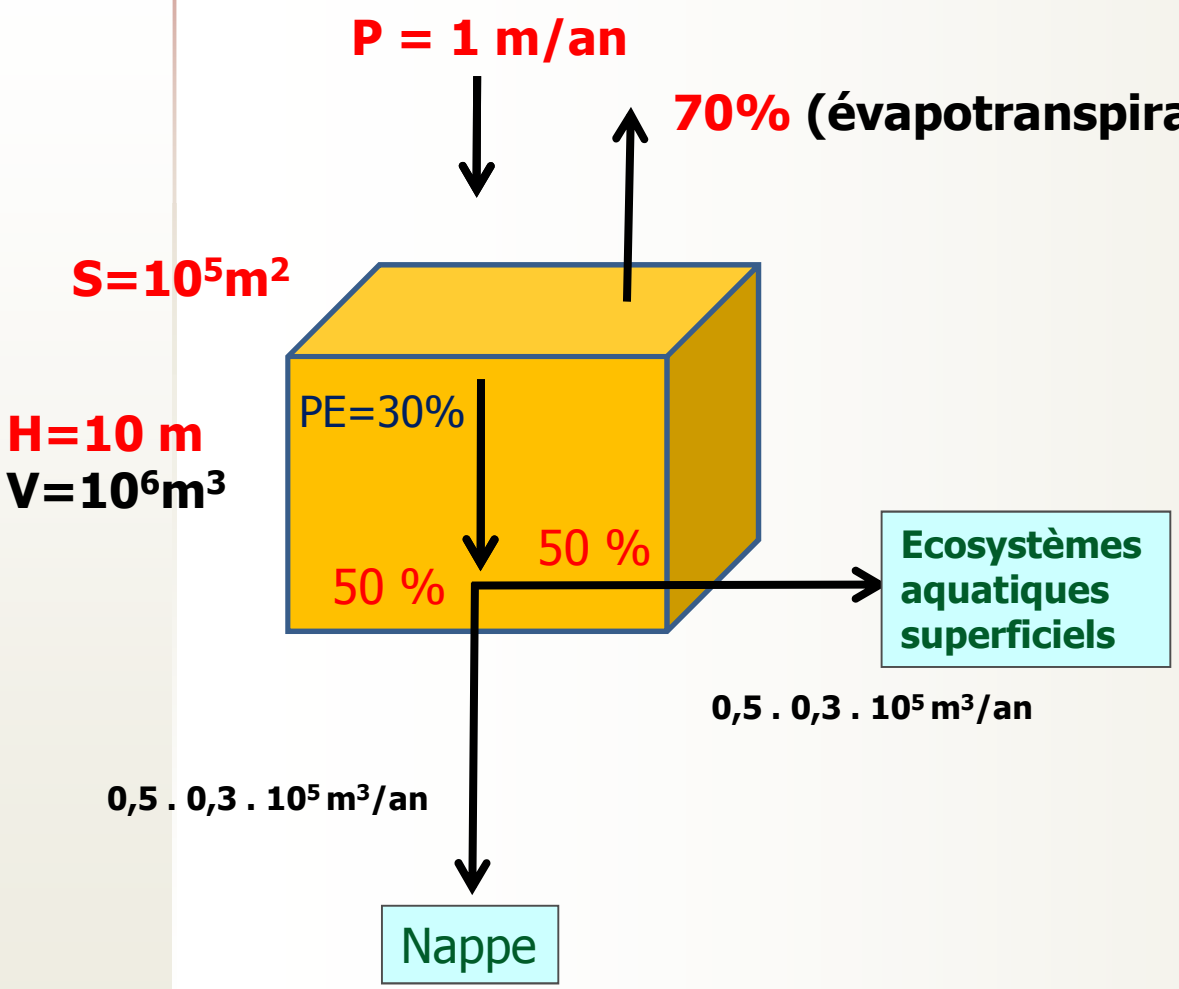
Etape 3 : Séchage du sédiment du Guilvinec pré-traité et chaulé après incorporation de liant

Etape 4 : Concassage 0-20 mm du sédiment du Guilvinec prétraité/chaulé/lié après séchage

Echantillon moyen issu du sédiment du Guilvinec pré-traité/ stabilisé

Scénario de référence (données quantitatives et ratios expérimentaux)

Scénario de référence et ratios expérimentaux



L = 0,3 m / an . 10^5 m^2
L = 0,3 . 10^5 m^3 /an
L /V = 0,3.10^5 m^3 / 10^6 m^3 /an
L/V = 0,3 . 0,1 /an
L/V = 0,03 /an
L/V = 3/siècle

L vers Ecosys. Sup. = 0,15 . 10^5 m^3 / an
L vers Ecosys. Sup. = 15 000 m^3 / an
L vers Ecosys. Sup. = 41 m^3 / jour

L vers Nappe = idem

Débit Rivière = 1 m^3 / s = 86400 m^3 / jour
L dans Rivière = 0,047 %

EVALUATION DES EXPOSITIONS DES ÉCOSYSTÈMES

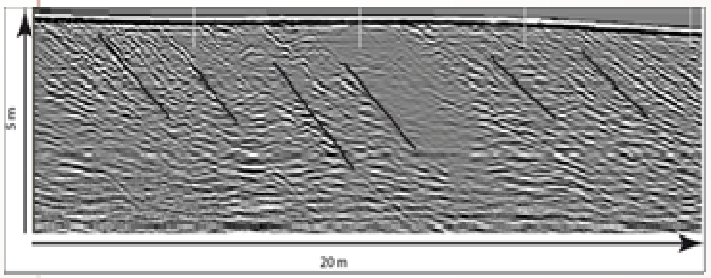
= ÉVALUATION DES ÉMISSIONS + ÉVALUATION DES TRANSFERTS

EVALUATION DES ÉMISSIONS

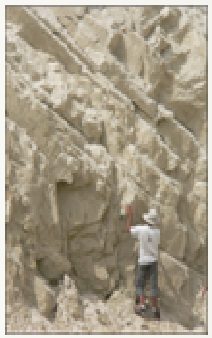
Lysimètres

EVALUATION DES TRANSFERTS (ZNS + ZS)

Investigations sur site



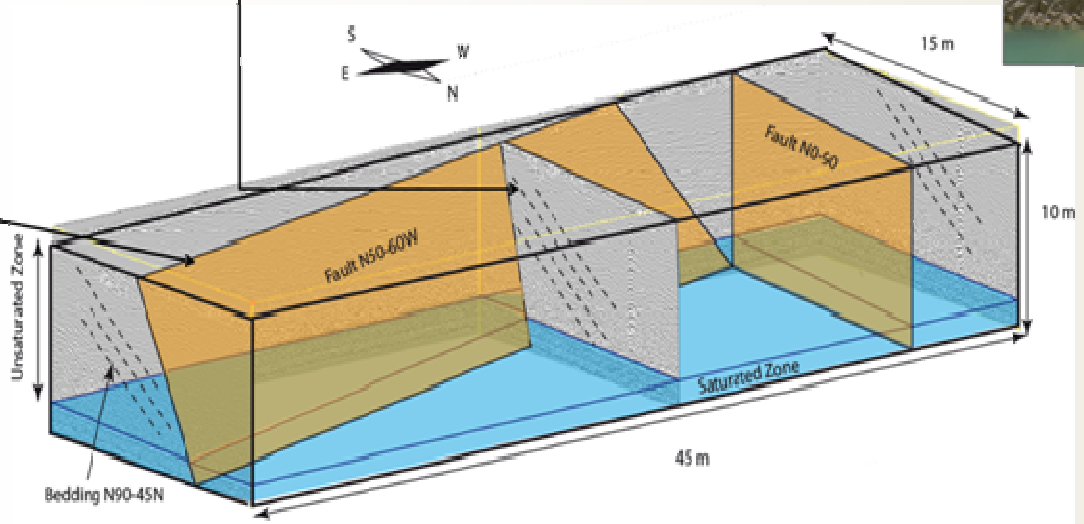
Example of bedding measured by GPR profile (direction S-N)

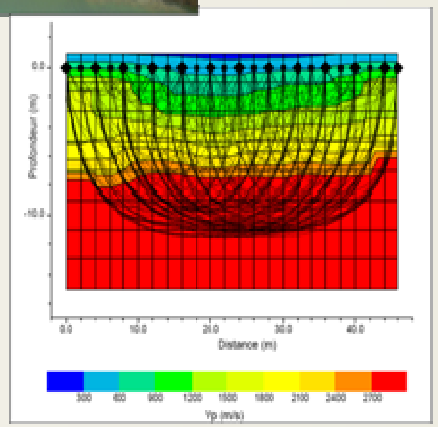


Bedding N90-45N

Fault N0-90 and groundwater table

Faults N50-60W

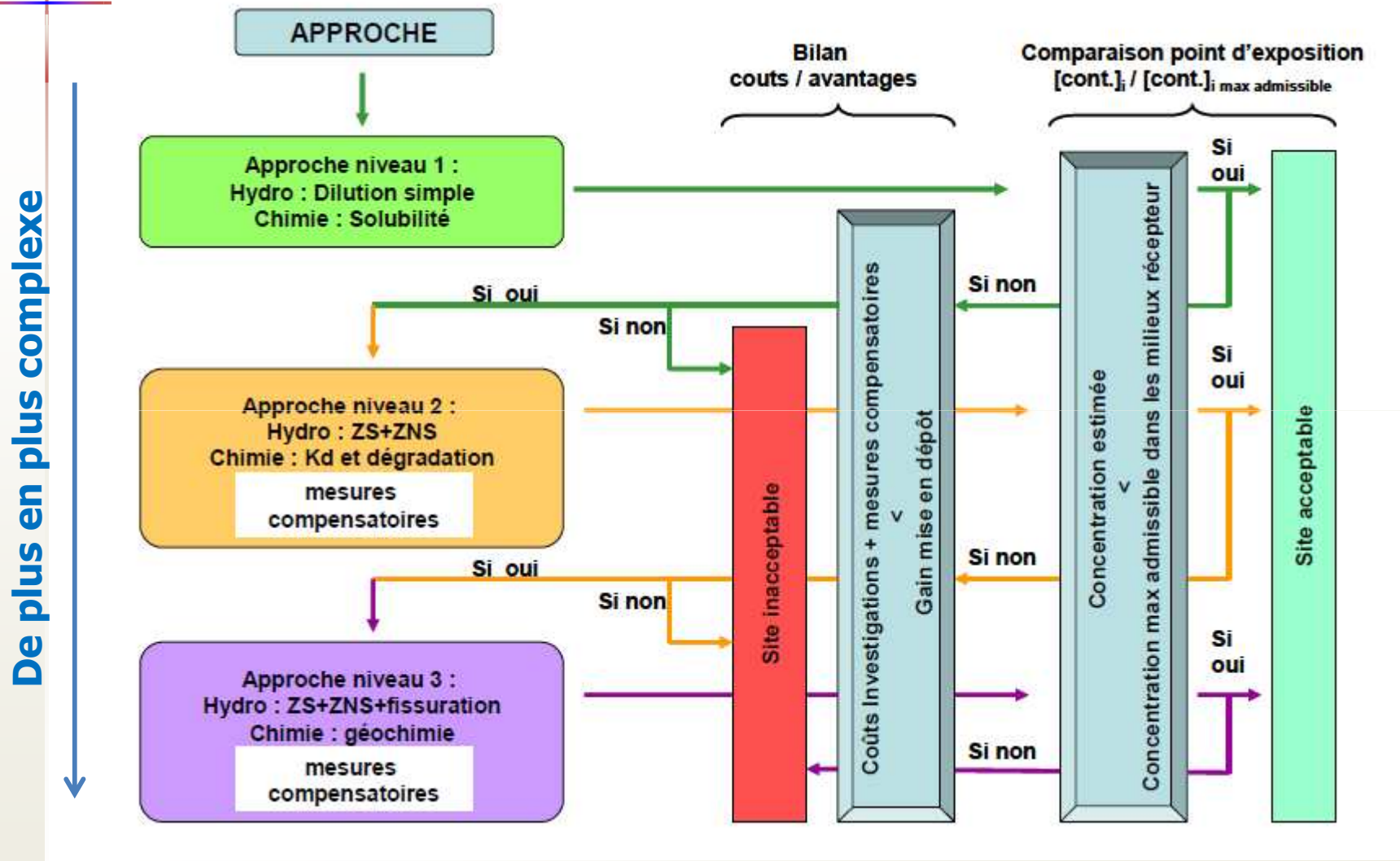




Groundwater level measured by Seismic tomography (Vp)

Exemple de Modèle conceptuel géométrique proposé suite aux investigations menées sur une carrière du Var (analyse structurale, prospection radar,…)

Notions de risques acceptables



EVALUATION DES EFFETS SUR LES ÉCOSYSTÈMES

Caractérisation de l'impact des sédiments marins prétraités sur l'écosystème terrestre situé à la surface du dépôt

Ecotoxicité terrestre : approches

Tâche 7.1 : Caractérisation de l'impact des sédiments marins prétraités sur l'écosystème terrestre via des essais monospécifiques

Test de germination Phytotoxkit® (cresson des fontaines, moutarde blanche et ray grass)

Test d'évitement ver de terre (*Eisenia fetida*)

Tests appliqués sur les sédiments dilués avec substrat ISO (0, 50, 90%) et vieillis par lessivage en colonne flux ascendant (1 à 16 mois)

Tâche 7.2 : Biodisponibilité et impact des polluants métalliques sur des plantes « représentatives » lors de leur croissance et de leur sénescence sur ces sédiments.

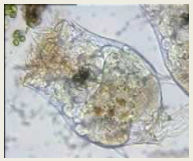
Potentiel de végétalisation des sédiments par des espèces adaptées (halophytes tels qu'*Armeria maritima, Anthemis maritima, Plantago coronopus*)

Ecotoxicité terrestre : conclusions

- Les tests standard utilisés (germination et évitement ver de terre) sont adaptés à l'évaluation des effets sur l'écosystème terrestre de surface dans ce type de scénario
- La germination est très variable selon l'espèce testée
- Il est utile de compléter par un suivi du développement précoce
- Le pH élevé du sédiment et de ses percolats, pour un traitement par chaulage, pose un problème
- Le lessivage accéléré du sédiment en colonne permet de connaître l'évolution dans le temps de sa toxicité (vieillissement)
- Ce lessivage permet de diminuer la phytotoxicité et d'envisager la colonisation du sédiment par des espèces adaptées, mais seulement au bout de plusieurs dizaines d'années dans le cas des sédiments étudiés

Impact sur les écosystèmes aquatiques périphériques

Ecotoxicité aquatique : approches

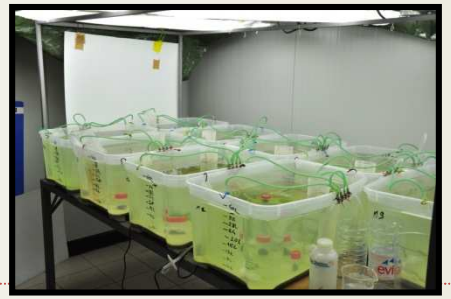


* Tests monospécifiques normalisés : bactéries luminescentes 30 mn, algues 72 h, rotifère 48 h, daphnie 24 h (2 essais aigus, deux essais chroniques, et trois niveaux trophiques différents)

* Tests monospécifiques non normalisés : tests sur lignées cellulaires de poissons (cyto- et génotoxicité)

* Essais en microcosmes 2 et 40 L sur durées d'exposition respectives 21 et 60 jours

Essais appliqués sur percolats de lysimètres collectés 1 fois/semaine sur 18 semaines (tests mono standard) et sur percolats 1er mois (autres essais)



Ecotoxicité aquatique : conclusions

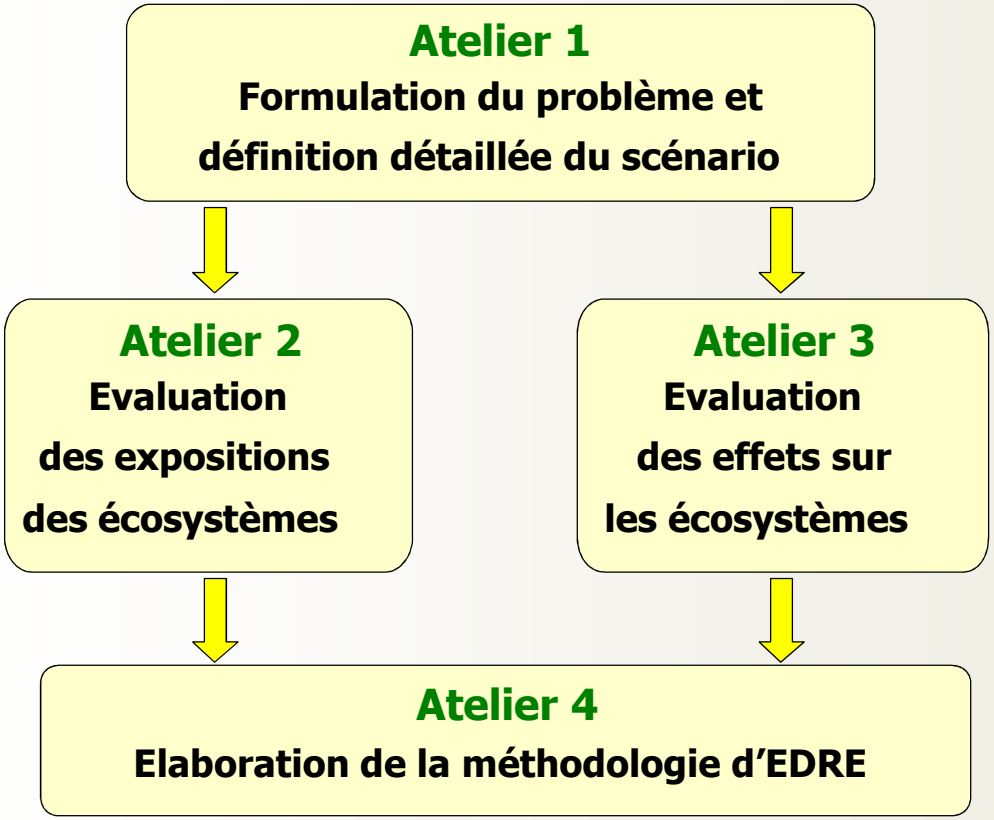
- Batterie de bioessais monospécifiques standard adaptée à l'étude du scénario et préalable à la mise en œuvre de démarches plus complexes mais plus proches des écosystèmes naturels (microcosmes)
- Tests sur lignées cellulaires pas adaptés en l'état aux percolats de sédiments marins (salinité, bactéries, pH), méthodologie à finaliser
- Microcosmes 2 L :

  . Suivi possible de certains organismes parmi ceux introduits

  . Suivi du devenir des polluants (colonne d'eau/sédiment)

  . Jusqu'à 30 systèmes possibles
- Microcosmes 40 L : protocole complexe et non stabilisé mais méthodologie pouvant être utile à mettre en oeuvre dans certains cas (espèces cibles locales, apports répétés, ...)

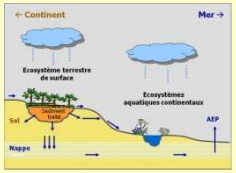
GUIDE MÉTHODOLOGIQUE RÉDIGÉ À L'ISSUE DU PROGRAMME

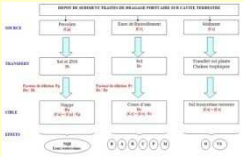


Formulation du problème ➔ 4 niveaux de complexité de méthodologie

Méthode simplifiée « substances »

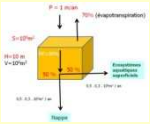
Formulation du problème





Evaluation des expositions

- Lysimètre (=> percolats)
- Analyse percolats (identification du percolat « critique »)
- Bilan hydrique,
- Hypothèses simplificatrices,
- Calculs dilutions



PEC (mg/l)

Predicted Environmental Concentration

Evaluation des effets

- Interrogation bases de données (Inéris, EPA,…),
- Identification des PNEC.

PNEC (mg/l)

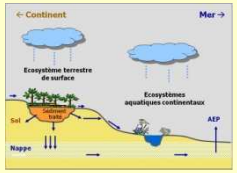
Predicted No Effect Concentration

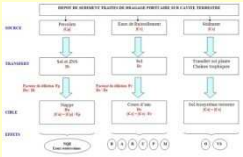
Evaluation des risques

PEC/PNEC > 1 ?

Méthode simplifiée « matrice »

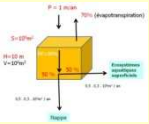
Formulation du problème





Evaluation des expositions

- Lysimètre (=>percolats)
- Bilan hydrique,
- Hypothèses simplificatrices,
- Calculs de dilutions



PEC (%)

Evaluation des effets

- Bio-essais mono-spécifiques

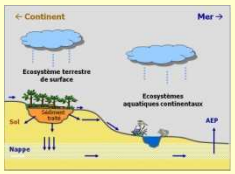
PNEC (%)

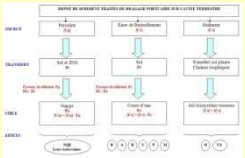
Evaluation des risques

PEC/PNEC > 1 ?

Méthode approfondie « substances »

Formulation du problème

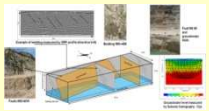




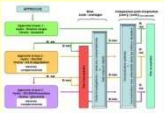
Evaluation des expositions

Emissions
- Etude paramétrique
- Modèle d'émission

Transferts ZNS
- Etude d'hétérogénéité



Transferts ZS
- Modélisation approfondie



PEC approfondie (mg/l)

Evaluation des effets

- Interrogation bases de données (Inéris, EPA,…),
- Identification des PNEC,

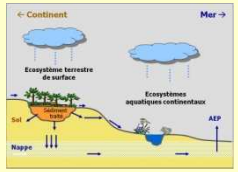
PNEC (mg/l)

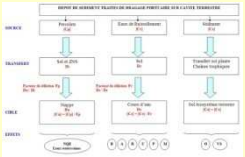
Evaluation des risques

PEC/PNEC > 1 ?

Méthode approfondie « matrice »

Formulation du problème





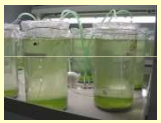
Evaluation des expositions

- Lysimètre (=>percolats)
- Bilan hydrique,
- Hypothèses simplificatrices,
- Calculs de dilutions

PEC (% percolat)

Evaluation des effets

- Bio-essais mono-spécifiques sur percolat,
- Microcosmes :
  - microcosmes 2L,



  - microcosmes 40 L (consolidation)

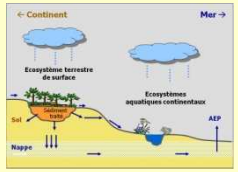
PNEC (% de percolat)

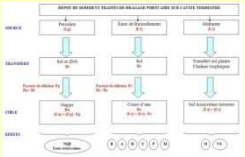
Evaluation des risques

PEC/PNEC > 1 ?

Méthode approfondie « matrice » pour écosystème de surface

Formulation du problème





Evaluation des expositions

- Sédiment non dilué (100%),
- Evolution du sédiment de surface au cours du temps par lessivage

Evaluation des effets

Bio-essais sur sédiments lessivés

Estimation du temps nécessaire à l'absence d'effets

Evaluation des risques

Durée nécessaire à l'atteinte d'un niveau de risques acceptable

Sommaire

1. INTRODUCTION **8**

2. CONTEXTES D'UTILISATION **10**

3. PRINCIPES GENERAUX DE L'ERE **12**

3.1 GENERALITES 12
3.2 METHODOLOGIE D'ERE DU GUIDE 12

4. METHODE DE TRAVAIL ADOPTEE POUR L'ETUDE DETAILLEE **14**

5. FORMULATION DU PROBLEME **16**

5.1 ENONCE 3R DE LA FORMULATION DU PROBLEME 16
5.2 ACTIONS A MENER POUR LA FORMULATION DU PROBLEME 16
5.2.1. Inventaire des données initiales *16*
5.2.2. Schéma du scénario *17*
5.2.4. Liste des voies d'exposition *19*
5.2.5. Tableau des écosystèmes et des organismes susceptibles d'être affectés *20*
5.2.6. • Identification des polluants susceptibles d'impacter significativement les écosystèmes *20*
5.2.7. Choix de l'approche d'évaluation de l'exposition et des effets *21*
5.2.8. Choix d'une batterie de bio-essais *24*
5.2.9. Elaboration du modèle conceptuel *25*

6. CARACTERISATION DES DANGERS **29**

6.1 ENONCE 3R DE L'IDENTIFICATION DES DANGERS 29
6.2. ACTIONS A MENER POUR LA CARACTERISATION DES DANGERS 30
6.2.1. Approche « substances » : recherche des valeurs de PNEC *30*
6.2.2. Approche « matrice » : exploitation des tests d'écotoxicité *31*

7. CARACTERISATION DE L'EXPOSITION **34**

7.1 ENONCE 3R DE LA CARACTERISATION DE L'EXPOSITION 36
7.2 ACTIONS A MENER POUR LA CARACTERISATION DES EXPOSITIONS SELON L'APPROCHE DE NIVEAU 1 37
7.2.1. Calcul du quotient de dilution du percolat dans le cours d'eau *37*
7.2.2. Calcul du quotient de dilution des percolats dans la nappe *37*
7.2.3. Approche « substances » : calcul des PEC niveau 1 ..... *37*
7.2.4. Approches « matrice » : calcul des PEC niveau 1 ..... *39*
7.3 ACTIONS A MENER POUR LA CARACTERISATION DES EXPOSITIONS SELON L'APPROCHE DE NIVEAU 2 .....
7.2.5. Approche « substances » : modélisation des transferts dans la ZNS et la nappe ..

8. CARACTERISATION DES EFFETS **43**

8.1 ENONCE 3R DE LA CARACTERISATION DES EFFETS 44
8.2 ACTIONS A MENER POUR L'ETAPE CARACTERISATION DES EFFETS 44
8.2.1. Approches « substances » *44*
8.2.2. Approches « matrice » *44*

44

8. EVALUATION DES RISQUES **44**

Guide mis en ligne
sur le site de Sédigest
en octobre 2011

http://sedigest.org