

LE PHOSPHORE

- L'ENNEMI PUBLIC # 1 DE NOS LACS - UN EFFORT TRÈS PARTICULIER POUR LE RÉDUIRE

25 avril 2015

Par :
Guy Châteauneuf

Yves Comeau
Dominique Claveau-Mallet





Table des matières

- 1.0 Le phosphore, c'est quoi
- 2.0 Sa vie et ces conditions de transformation
- 3.0 Les trois sources qui tuent nos lacs
 - 3.1 Engrais chimiques et naturels
 - 3.2 Savons et urine
 - 3.3 Matière organique et sédiments
- 4.0 Son déplacement dans l'environnement
- 5.0 Mesures de mitigation possibles
- 6.0 Projets de R&D
- 7.0 Compromis à faire pour sauver nos lacs
- 8.0 NOUS sommes la solution

1.0 Le phosphore (P), c'est quoi?

La qualité d'un plan d'eau d'un point de vue scientifique

Les lacs sont classés selon la qualité de leur eau en tenant compte de leur vieillissement naturel ou de leur eutrophisation reliée aux activités humaines. Les lacs et les plans d'eau vieillissent selon un processus naturel qui s'étend sur de très longues périodes, généralement des milliers d'années. Cependant, l'eutrophisation causée par des activités humaines entraîne des effets semblables à celui du vieillissement naturel, mais sur une plus courte période.

Effets de l'eutrophisation :

- L'envasement du fond et du littoral
- Une trop grande concentration de phosphore
- Une présence parfois importante d'algues et/ou de plantes aquatiques
- La diminution de la transparence de l'eau
- Une carence et même parfois une absence d'oxygène dissous dans les eaux profondes du lac.



Les facteurs entraînant le vieillissement prématuré des plans d'eau

Le principal facteur de la dégradation ou du vieillissement des lacs et des autres plans d'eau est l'apport massif de sédiments et de nutriments (sable, argile, matières organiques, phosphore, etc.). Les sédiments qui entrent en trop grande quantité dans les plans d'eau envasent certaines parties de leur littoral (partie peu profonde du plan d'eau) de même que leur fond. À ces sédiments sont attachés du phosphore qui constitue le principal élément nourrissant ou permettant la prolifération des algues et des plantes aquatiques. Dans les plans d'eau, le phosphore est généralement et naturellement présent en faible quantité. Dans ce cas, il sert alors de facteur limitant la croissance des algues et des plantes aquatiques, en ce sens que, si la quantité de phosphore est minime, les algues et les plantes aquatiques ne trouvent pas l'élément clef qui leur est nécessaire pour se développer et se multiplier.

Eutrophisation:

- vase
- P
- algues
- transparence
- O₂

2.0 Vie et conditions de transformation du P

Le phosphore : un engrais trop efficace !

Le phosphore est un élément **nutritif essentiel (nutriment)** nécessaire à l'existence et au développement des organismes vivants. Ce nutriment, normalement peu abondant dans les écosystèmes aquatiques, permet la croissance des plantes aquatiques et des algues.

Fiche technique n° 3
Page A

Cycle du phosphore

1 Sources de phosphore

2 Phosphore total (eau)

3 Phosphore total (sédiments)

4

5

6

Végétaux aquatiques

- Engrais domestiques et agricoles
- Détergents, lessives, savons
- Rejets (sites d'enfouissement, industriels...)
- Coupes forestières abusives (sols mis à nu)
- Eaux usées (domestiques, municipales)
- Érosion amplifiée par la mise à nu des sols

Le **phosphore total** est composé à la fois de **phosphore particulaire** (fixé à des particules) et de **phosphore dissous** (en solution). Dans un lac, il y a du phosphore total autant dans l'eau que dans les **sédiments**.

Les **algues** absorbent le phosphore contenu dans l'eau tandis que les **plantes** absorbent celui contenu dans les sédiments. Lorsqu'ils meurent, ces végétaux se décomposent et libèrent le phosphore qu'ils avaient absorbé.

Le phosphore contenu dans l'eau peut se déposer dans le fond (**sédimentation**). Si l'oxygène est rare, le phosphore fixé aux sédiments peut retourner dans l'eau sous la forme dissoute (**relargage du phosphore**).

NOTE
Les animaux absorbent du phosphore en consommant des végétaux. Ils retournent ce phosphore dans l'eau et les sédiments au moment de leur décomposition ou via leurs déjections.

Ce qu'il faut savoir au sujet du phosphore

La concentration en phosphore total dans l'eau constitue l'un des trois **paramètres physico-chimiques** qui permettent d'évaluer le niveau trophique d'un lac. En effet, les lacs eutrophes possèdent des eaux riches en phosphore comparativement aux lacs oligotrophes.



Avec la participation financière de



Environnement Canada Environnement Canada

Les **phosphates** constituent la forme de phosphore (PO_4^{3-}) la plus fréquente dans les plans d'eau.

Réalisée par :
Camille Rivard-Sirois
RAPPEL, 2005
Tél.: (819) 564-9426
Téloc.: (819) 564-3982
C.P. 732, Sherbrooke
(Québec) J1H 5K7
www.rappel.qc.ca

Excès de P et prolifération de cyanobactéries

- **Sources de phosphore (P) :**

- Fosses septiques (savon avec P)
- Érosion agricole (surtout en zones d'épandage de lisier de porc)
- Déforestation

- **Effets :**

- Toxines émises dans l'eau :
 - interdiction de baignade,
 - traitement d'eau potable + complexe et + \$



3.0 Les trois sources qui tuent nos lacs

- 3.1 Les engrais chimiques et naturels
 - Les engrais chimiques peuvent provenir de trois sources :
 - Agriculteur;
 - Bilan de phosphore équilibré selon la demande annuelle
 - Avant le 15 mai depuis le 5 août 2010
 - PAEF : plan agroenvironnemental de fertilisation
 - Compagnie de fertilisation/gazon/paysagiste
 - Engrais biodégradable
 - Engrais chimiques N: P : K; 10 : 20 : 10
 - On parle en %
 - 20 % = 20 000 000 ug/L
 - un lac = 20 ug/L
 - Donc = 1 000 000 L
 - Équivaut = 1/4 piscine olympique

3.1 Les engrais chimiques et naturels (suite)

- Les engrais chimiques peuvent provenir de trois sources :
 - Achat d'engrais personnel
 - Dans les quincailleries
 - Étendre le jour/la nuit
 - Beau gazon vert style golf
- Les engrais naturels
 - Compost, fumier, mycorhize, poudre d'os, etc.
 - Phosphore organique contenu dans les organismes vivants
 - 8000 fois plus que dans l'eau

3.2 Les savons et l'urine

- Les savons
 - Détergent à vaisselle
 - Savon à lessive
 - Savon à main
 - Shampoing
 - Etc.
- Fosse
 - de 2,2 % \longrightarrow 22 000 000 ug/L
 - De 0,5 % \longrightarrow 5 000 000 ug/L
 - Donc 4,4 fois moins
 - En date du 1^{er} juillet 2010
- L'urine
 - Contient 60 % du phosphore des eaux usées domestiques
 - 5 000 000 ug/L en 24 heures

3.3 Matière organique et sédiments

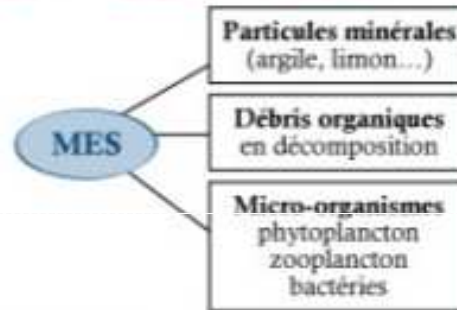
Les matières en suspension (MES), le cholestérol de nos lacs ?



Fiche technique n° 5
Page A

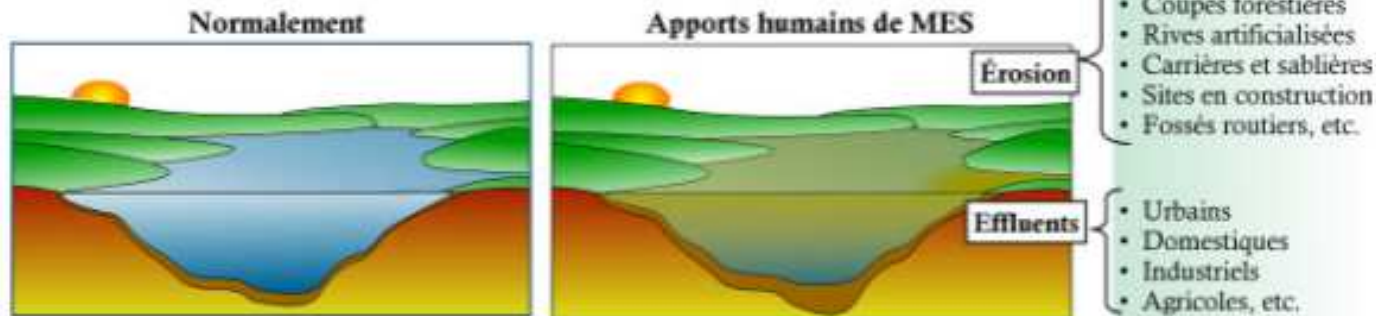
Qu'est-ce que les MES ?

Les matières en suspension (MES) sont des particules solides **inertes** ou **vivantes** de petite taille qui ont la possibilité de se maintenir un certain temps entre deux eaux. Ces matières peuvent changer la coloration et la turbidité de l'eau.



D'où proviennent les MES ?

Les écosystèmes aquatiques contiennent naturellement des MES. Cependant, divers effluents humains ainsi que l'érosion des sols mis à nu dans le bassin versant augmentent grandement les apports de MES.



Quels sont les impacts des MES ?

Apports excessifs de MES

PROPRIÉTÉS DE L'EAU


- Coloration ↑ et turbidité de l'eau (opacité) ↑
- Pénétration de la lumière ↓ et transparence de l'eau ↓
- Transport de nutriments, d'éléments toxiques et de bactéries ↑
- Température de l'eau ↑ (les MES absorbent l'énergie solaire)
 - Activité photosynthétique ↓
 - Oxygène dissous dans l'eau ↓

ORGANISMES VIVANTS

- Stress des poissons ↑ (obstruction des branchies)
- Visibilité ↓ (aptitude à trouver de la nourriture et à fuir les prédateurs)
 - Envasement ↑ (destruction de l'habitat des poissons)
- Mortalité des oeufs et alevins ↑ (compromet leur développement)
- Mortalité organismes benthiques (insectes, mollusques, crustacés) ↑
 - Abondance et diversité des poissons ↓
(perte des espèces exigeantes en O₂)

↑ augmente
↓ diminue

Révisée par :
Cécile Rivard-Sirois
RAPPEL, 2009
Tél. : (819) 564-9426
Télec. : (819) 564-3982
C.P. 732, Ste-Anne
(Québec) J1H 5K7
www.rappel-qr.ca

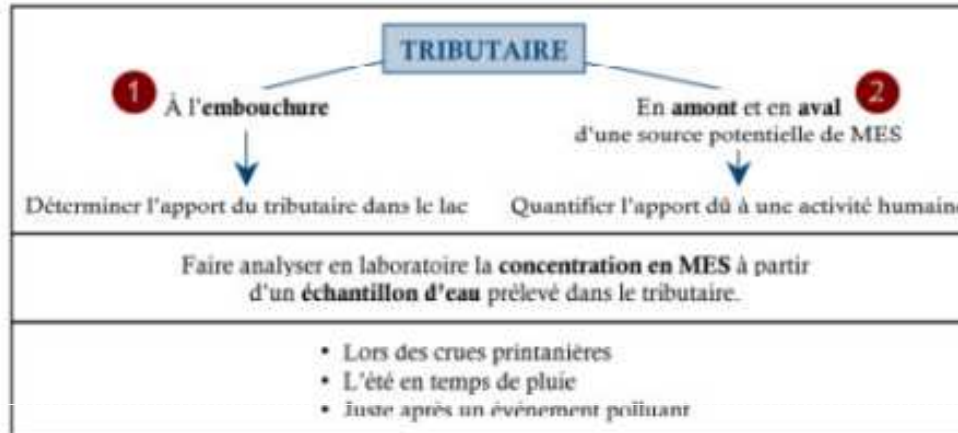
Avec la participation financière de
 Environnement Canada Environnement Québec

Les MES, comment les analyser ?



Fiche technique n° 5

Page 8

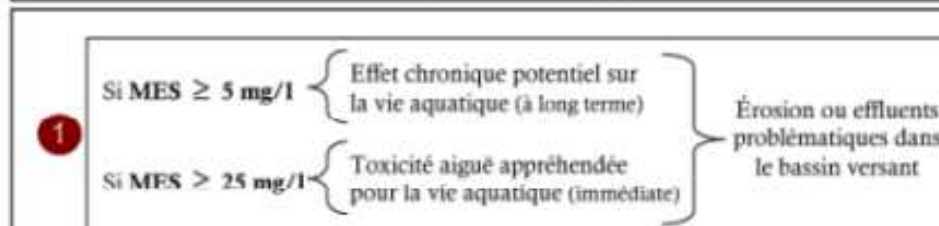


Où ?

Pourquoi ?

Comment ?

Quand ?



Interprétation des résultats

La concentration de MES dans un tributaire varie rapidement lorsque les apports en particules de sol sont modifiés. C'est pourquoi :

- Il faut prélever les échantillons d'eau rapidement après un temps de pluie.
- Il est pertinent de suivre ce paramètre lorsqu'on veut évaluer l'impact de la mise en oeuvre d'actions correctives dans le bassin versant.

3.3 La matière organique et les sédiments

- Dans la matière organique
 - 900 000 ug matière organique / kg matières sèches
- Dans les sédiments
 - 200 à 500 000 ug/kg
 - Donc 3 fois moins

4.0 Leur déplacement dans l'environnement

- Phosphore particulaire peu soluble représente jusqu'à 90 % du phosphore
- Phosphore dissous est soluble donc biodisponible en tout temps pour les plantes aquatiques et les algues
- Phosphore sédimentaire et particulaire si l'eau est oxygénée
 - Devient dissous
 - Absorbé par les plantes aquatiques
 - Algues bleue-vert

Arrêter le phosphore à tout prix - Mettre nos lacs au régime

- Agriculteur = PAEF
- Compagnie de fertilisation = Règlement municipal
- Réglementation en vigueur



RÈGLEMENT NUMÉRO 31-04

CONCERNANT

**L'UTILISATION DE PESTICIDES
ET DE FERTILISANTS CHIMIQUES
DANS LES ZONES DE VILLÉGIATURE
DE LA MUNICIPALITÉ**

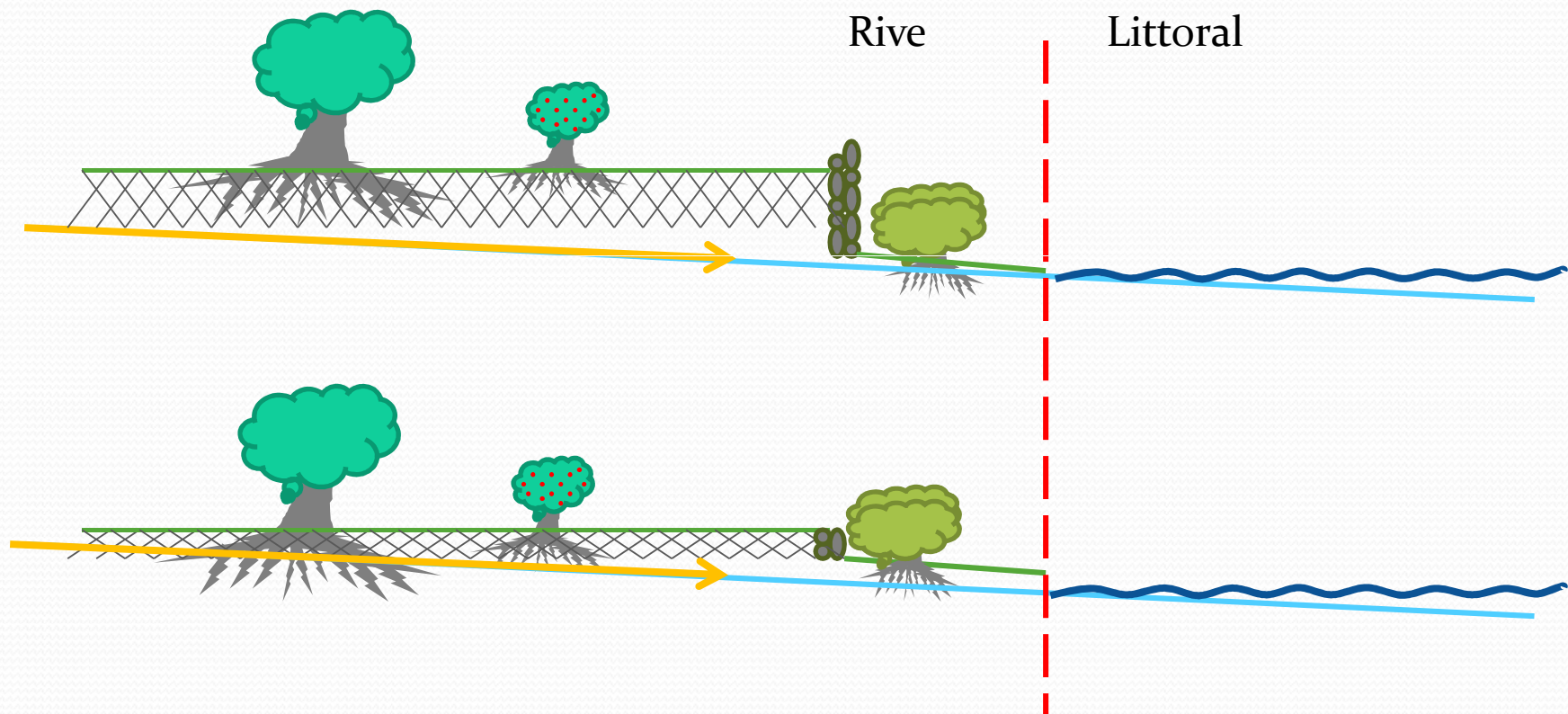
5.0 Mesures de mitigation possibles

- Engrais personnel
 - Information et formation
 - Aviser poliment les récalcitrants
- Engrais naturel
 - Bannir son utilisation dans la bande de 10 m près des lacs
- Savons = choisir des savons sans phosphate

5.0 Mesures de mitigation possibles (suite)

- Mettre nos lacs au régime
 - Urine = boire moins de bière
 - Matières organiques
 - Trappe à sédiments
 - Tiers inférieurs
 - Revégétalisation immédiatement après excavation
 - De l'eau sale ce n'est pas normal
 - 1 mètre linéaire de matière organique au printemps à enlever = 1,5 kg/m
 - Les sédiments
 - Trop tard
 - Donc, empêcher le réchauffement du lac, car chaleur => moins O₂
 - Bordure à revégétaliser
 - Fossé et ruisseau revitalisés

Vue en coupe de la situation réelle



Valeur des propriétés riveraines

- Votre chalet ou résidence permanente
 - Vaut combien ?
 - 100 k\$
 - 300 k\$
 - 500 k\$
 - 1 000 k\$
- Selon votre compte de taxe,
 - Vous payez combien pour la vidange de votre fosse ?
 - 100 \$
 - 200 \$
- Vous avez un chalet pour votre qualité de vie
- Si le lac meurt, la valeur de votre résidence est égale à **0 \$**
- Vous êtes prêt à payer combien par année pour éliminer l'un des principaux ennemis ?
 - 100 \$
 - 200 \$
 - 300 \$
 - 400 \$



Donc, contrôle du phosphore dans les fosses septiques via savons & urine

- Système passif
- Filtres à scories d'aciéries
- Enlèvement
 - Phosphore total $\pm 97 \%$
 - Phosphore soluble $> 98 \%$

6.0 Projets R&D

- Systèmes de déphosphatation pour systèmes autonomes et objectif visé - Cas: Q = 1500 L/d; 3 CÀC

| Technologie | Achat | Opération |
|--|-------------|--------------|
| Établi : FS + Écoflo + enlèvement P (pour rejet en surface) | | |
| DpEC (électrocoagulation) + filtre à sable ou UV | + 11 000 \$ | + 1300 \$/an |
| R&D : FS + Bionest + enlèvement P (pour rejet en surface ou infiltré) | | |
| Filtre à scories | + 2000 \$ | + 250 \$/an |
| Filtre à scories en fosse septique | + 0 \$ | + 150 \$/an |

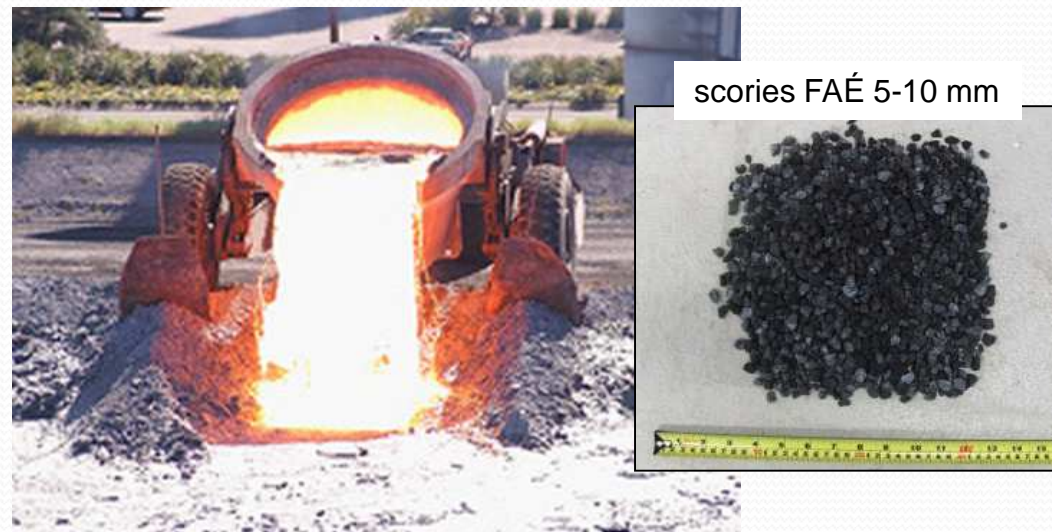
Note: un rejet en surface requiert une désinfection : réalisée par UV, filtre à sable ou filtre à scories

6.0 Projets R&D

- Rétention du phosphore par filtres à scories d'aciéries
- A- Projet à la ferme piscicole des Bobines (East Hereford)
- B- Assainissement autonome



Normand Roy



(Australian steel mill services)

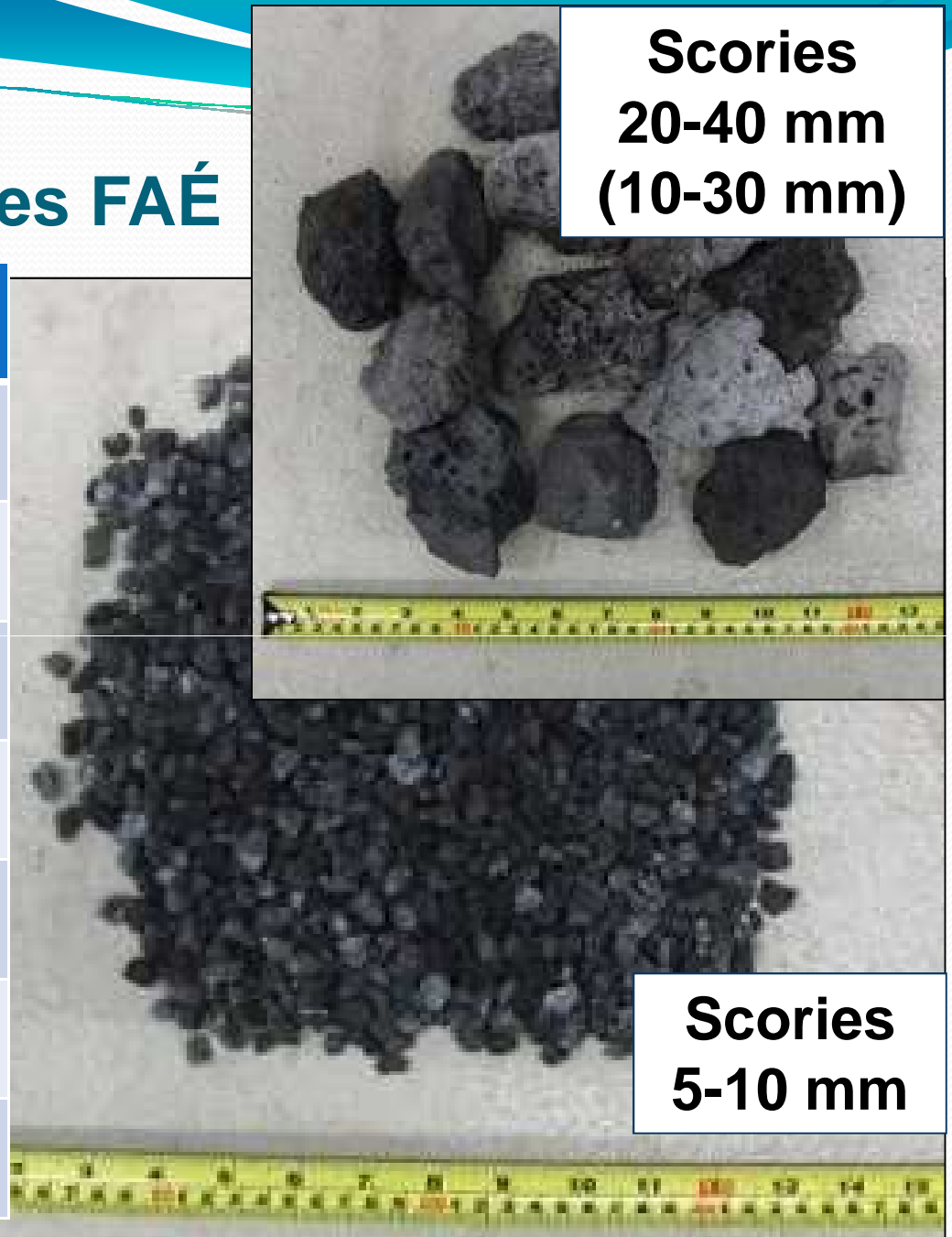


6.0 Projets R&D – Filtres à scories

- Depuis 1998, développement de systèmes autonomes extensifs (passifs) de déphosphatation
- Pour rejets piscicoles
- Plus de 100 matériaux testés contenant Fe, Al, Ca
- Le plus prometteur : scories de four à arc électrique (d'Arcelor Mittal à Contrecoeur)

Composition des scories FAÉ

| Composés | % mass. |
|----------------------------|---------|
| Fe_2O_3 | 39 |
| CaO | 28 |
| MgO | 10 |
| P_2O_5 | 0,24 |
| C (total) in CO_2 | 0,80 |
| S (total) | 0,01 |
| TOC | 0,002 |



A- Projet à la ferme piscicole des Bobines

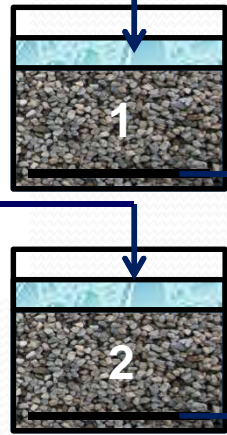
Objectif :

Déterminer les critères de conception pour un système de **lit filtrant aéré** pour l'enlèvement de la matière organique et de **filtres à scories d'aciéries** pour l'enlèvement du **phosphore** du surnageant d'un silo à boues piscicoles

Montage expérimental

(dans une remorque)

Surnageant
de silo de boues piscicoles



Lits filtrants aérés (AFBs)



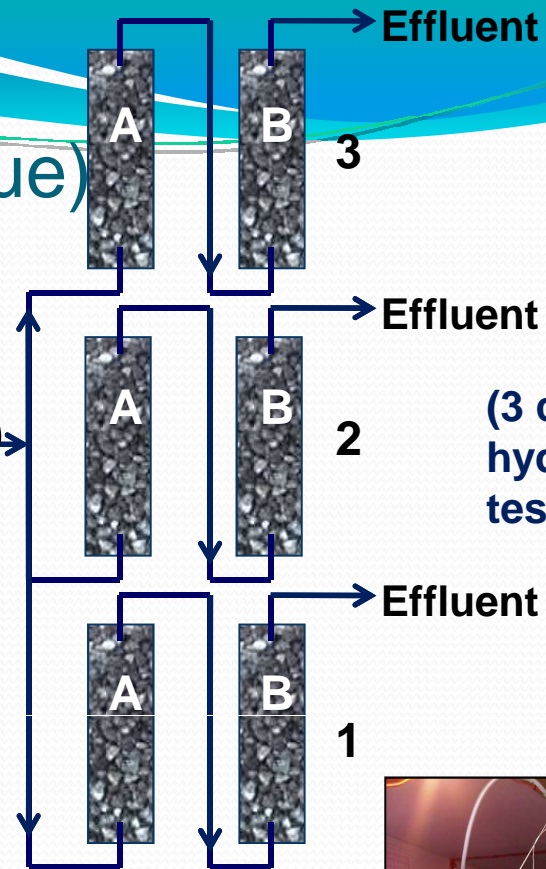
Gravier granit. (10 – 15 mm)
 $V = 1,0 \text{ m}^3$



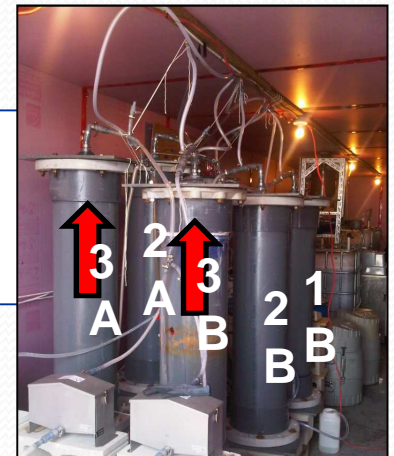
Filtre sacrificiel de scories (SSF)



Scor. (20 – 40 mm) ou (10 – 30 mm)
 $V = 0,13 \text{ m}^3$



Filtres de scories (SC)

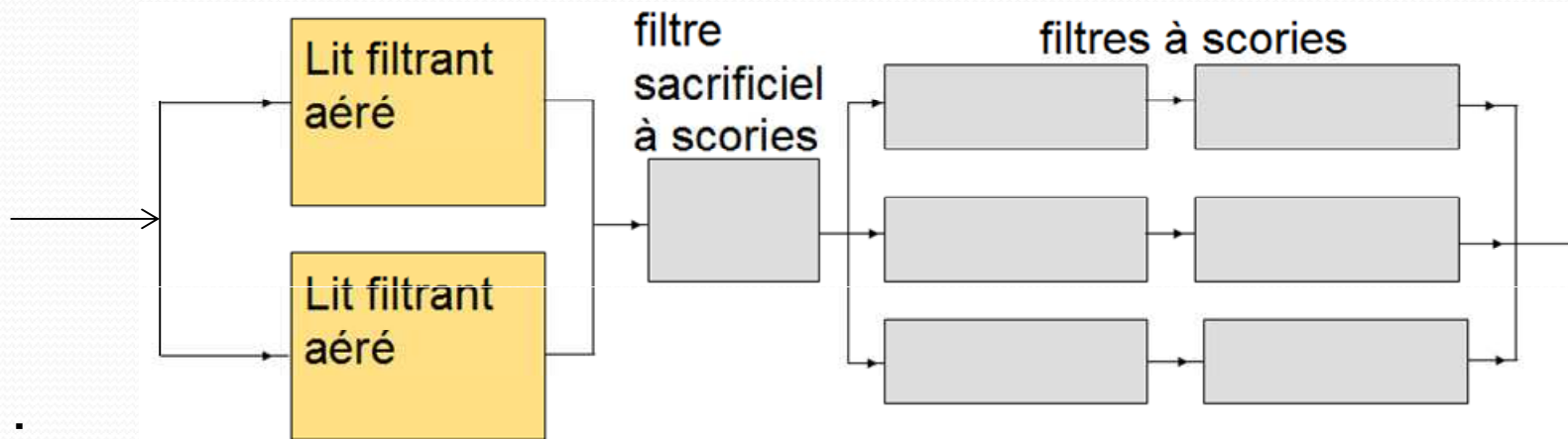


Scories (5 – 10 mm)
 $V = 0,09 \text{ m}^3$

Composition du surnageant

| Paramètres | PHASE 1 | PHASE 2 |
|-------------------------|-----------------|-------------|
| | Moyennes (mg/L) | |
| DCO | 360 | 5400 |
| DBO₅ | 74 | 3010 |
| MES | 140 | 320 |
| MVES | 130 | 290 |
| NTK | 16 | 420 |
| NH₄-N | 2 | 250 |
| NOx-N | 0,1 | 0,1 |
| Ptot | 5,2 | 142 |
| o-PO₄ | 2,1 | 110 |
| pH | 6,6 | 5,4 |

Résumé des résultats obtenus



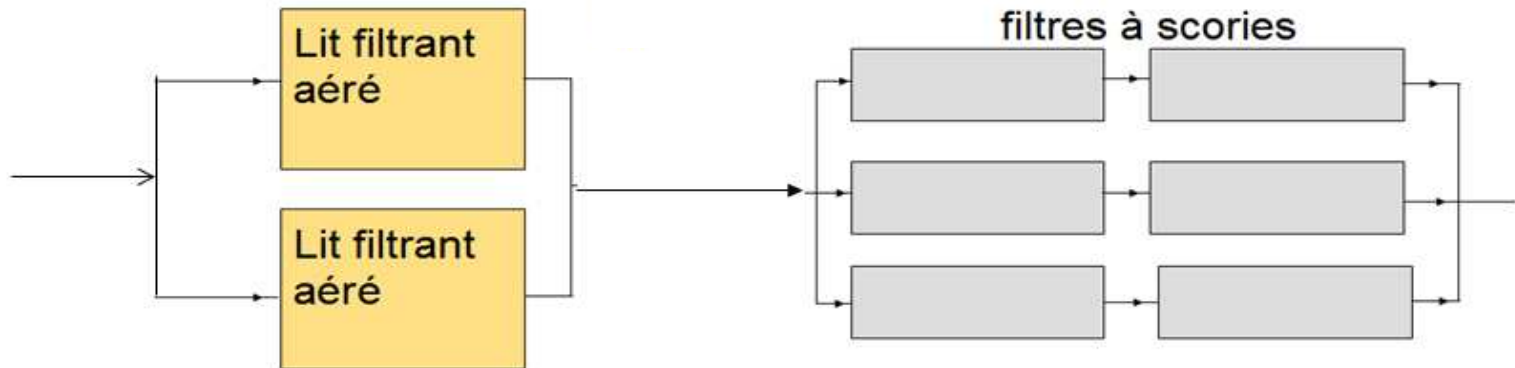
Phase 1 :

| | | | | | |
|----------------------------|-----|-----|-----|--------------|------|
| DBO ₅ (mg/L) | 74 | 2,0 | < 1 | | < 1 |
| Pt (mg P/L) | 5,2 | 2,6 | 2,0 | 97,5% | 0,13 |
| o-PO ₄ (mg P/L) | 2,1 | 2,4 | 1,7 | | 0,04 |

Phase 2 :

| | | | | | |
|----------------------------|------|-------|-------|------------|-----|
| DBO ₅ (mg/L) | 3010 | (740) | (740) | | 740 |
| Pt (mg P/L) | 142 | 31 | 24 | 96% | 6 |
| o-PO ₄ (mg P/L) | 110 | 14 | 9 | | 0,5 |

Dimensionnement du système de traitement proposé



(ou autre procédé biologique
e.g. marais artificiel)

| Paramètre | Unités | Faible conc. | Fort conc. | | Paramètre | Unités | Faible conc. | Fort conc. |
|------------------|---|--------------|------------|--|------------------|----------------|--------------|------------|
| Débit | Q (m ³ /d) | 10 | 50 | | | | | |
| Conc. Ptot | mg P/L | 5.2 | 142 | | | | | |
| % nitrification | % | 90 | 10 | | TRH _v | h | 8 | 30 |
| Volume du filtre | m ³ | 28 | 19 | | Volume | m ³ | 42 | 31 |
| Profondeur | m | 2 | 2 | | Profond. | m | 2 | 2 |
| Aire | m ² | 14 | 10 | | Aire | m ² | 21 | 16 |
| Charge hydraul. | m ³ m ⁻² d ⁻¹ | 3.6 | 1 | | Longévité | années | 10 | 2.1 |
| Charge organique | kg DBO ₅ m ⁻³ d ⁻¹ | 0.13 | 1.6 | | | | | |
| Aération | m ³ /min | 0.8 | 2.9 | | | | | |

Déphosphatation pour assainissement autonome – Démonstration à la station d'épuration de Grandes Piles

**fosse
septique**

**réacteur
Bionest**

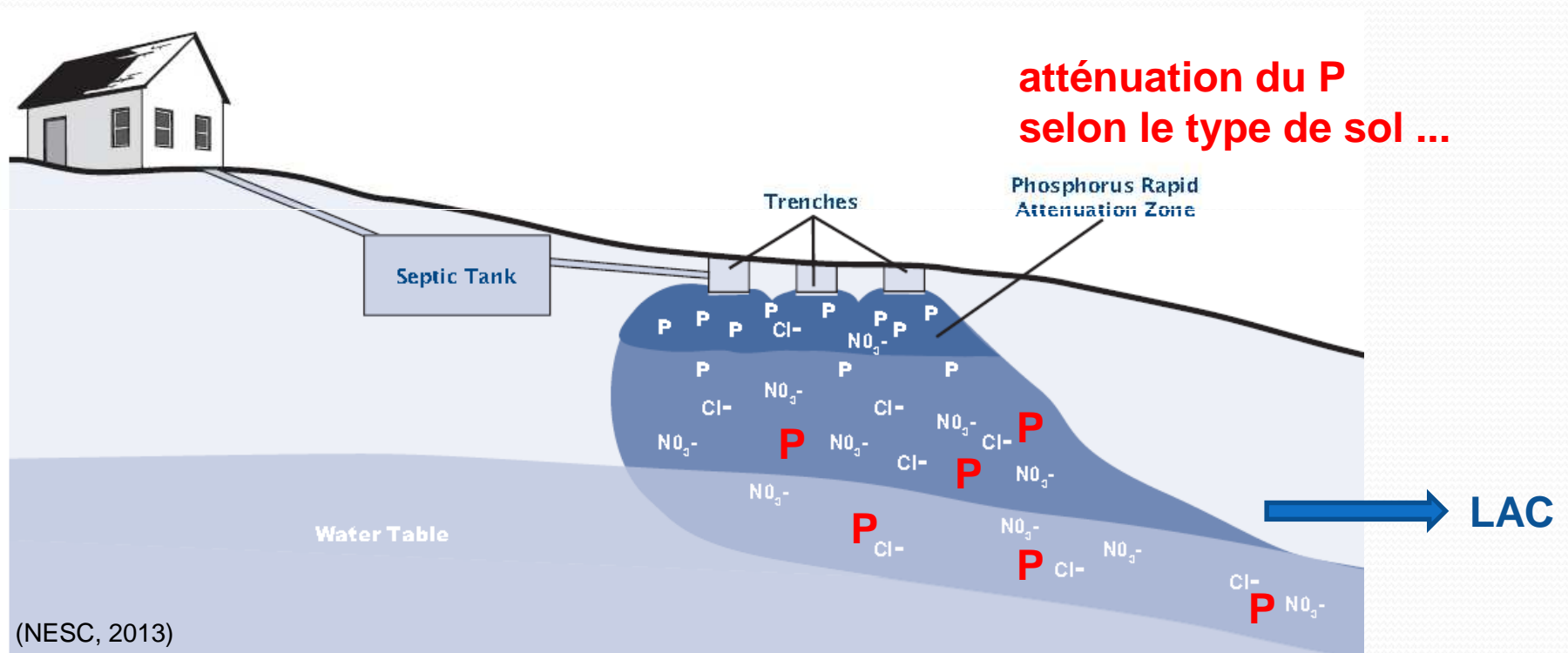
**filtre à
scories**



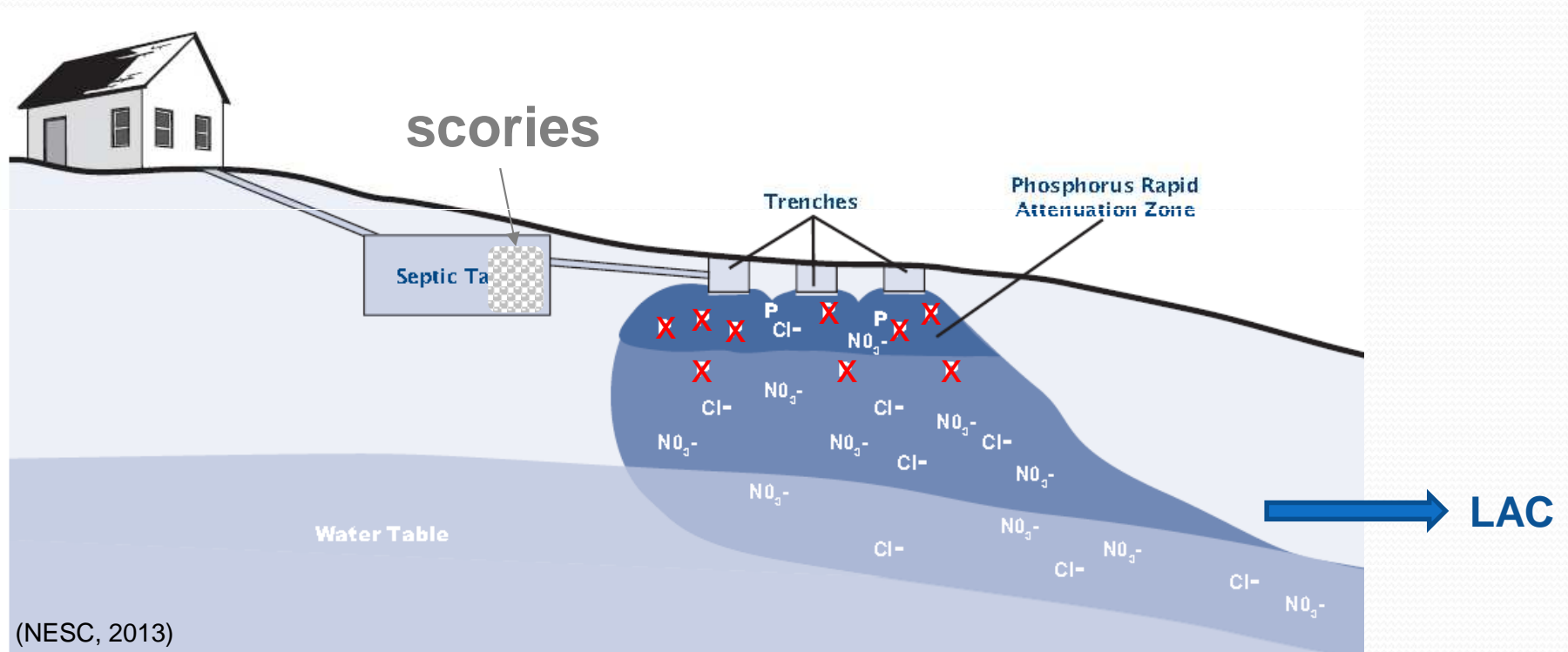
Déphosphatation pour assainissement autonome – Démonstration à la station d'épuration de Grandes Piles

- Résultats attendus:
 - Respecter normes de rejet de 1 mg Pt/L et pH < 9,5
 - Fréquence de remplacement des scories: visé : 4 ans
 - Volume de filtre à scories : ~ Vol. FS
- Depuis janvier 2015, système très efficace pour l'enlèvement du phosphore

Infiltration dans le sol



Scories + Infiltration dans le sol





7.0 Les compromis pour sauver nos lacs

- Aviser
 - Les notaires
 - Les compagnies de fertilisants
 - Les compagnies de traitement
 - Les citoyens riverains
- R&D
 - Créer un filtre efficace que vous pourrez mettre dans toutes les fosses ou en aval
 - Permanent \pm 2 ans
 - Temporaire \pm 4 ans
- Trappes à sédiments partout
- Vidanger les FS régulièrement par la municipalité
- Faire un bilan de masse
- Enlever les laisses en bordure de lac au printemps, faire du compost avec, mais ne pas le mettre en bordure du lac



8.0 NOUS sommes la solution

- On connaît les problèmes
- On connaît les solutions
- On passe à l'action!

MAINTENANT !