

Quelles innovations pour la gestion durable des eaux pluviales en milieu urbain ?

Colloque national

3, 4 et 5 décembre 2013, Nantes

ÉTUDE ÉCOTOXICOLOGIQUE COMPARATIVE DE REJETS URBAINS DE TEMPS DE PLUIE : APPLICATION À LA CONCEPTION DE BIO-INDICATEURS

G. Hubert*, Y. Ferro**, C. Chouteau*, C. Durrieu***

*CETE N.P, **CETE Med, ***ENTPE-LEHNA

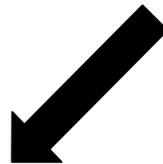


Introduction

Une pollution chronique

- Des polluants minéraux
 - ETM
 - Nanoparticules
- Des polluants biologiques
 - Bactéries (coliformes fécaux)
 - Virus

Particulaire/dissous



Effets de ce cocktail sur le milieu récepteur ?

- Des polluants organiques
 - Nutriments
 - HAP
 - PCB
 - Organoétains
 - Alkylphénols
 - Pesticides
 - Pharmaceutiques
 - ?

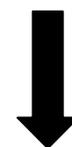
Introduction

Causant des effets sur les milieux récepteurs

- Des effets à court terme
 - Élévation turbidité
 - Chute du taux O₂
 - Bloom algal
 - Dégradation des habitats
- Des effets à long terme
 - Bioaccumulation
 - Dommages à l'ADN
 - Pbs reproduction
 - Mortalité



Effets de choc



Effets différés



Comment anticiper de manière précoce ces dangers ?

Matériel et méthodes

- 2 déversoirs d'orage échantillonnés sur l'agglomération lilloise :
 - un issu du réseau séparatif,



- un issu du réseau unitaire.



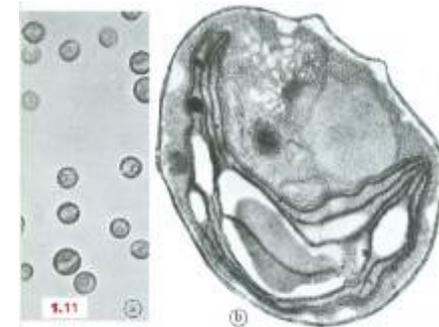
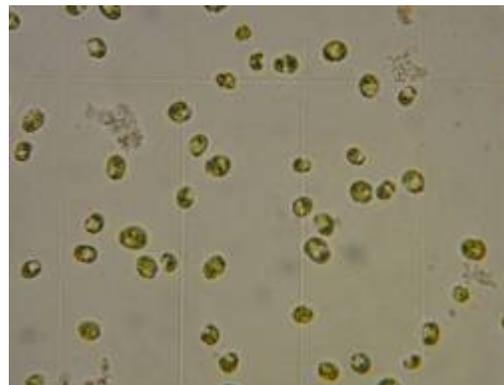
Matériel et méthodes

- 2 bassins de rétention et 1 D.O échantillonnés sur l'agglomération lyonnaise



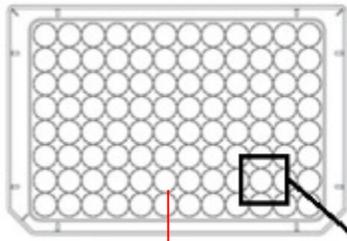
Matériel et méthodes

- ❑ Essais basés sur l'étude du métabolisme de *Chlorella vulgaris*
- ❑ Ubiquiste des eaux douces, facilement cultivable, sensible aux polluants
- ❑ Deux enzymes pariétales intéressantes :
 - les **phosphatases alcalines**, inhibées par les éléments traces métalliques (ETM) ;
 - les **estérases**, inhibées par des molécules organiques, notamment des pesticides.

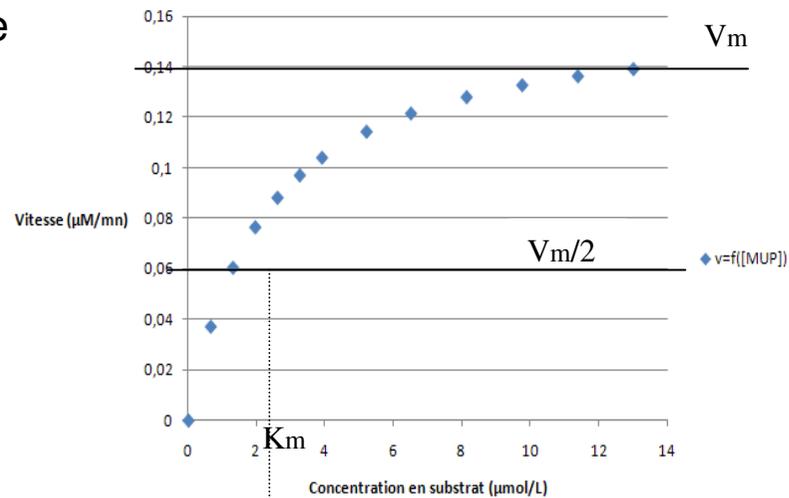


Matériel et méthodes

Un principe de mesure simple

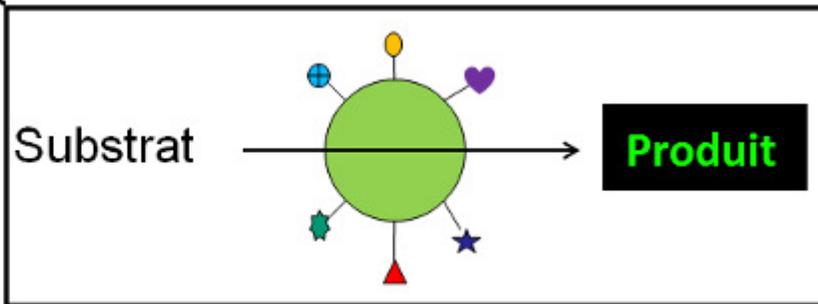


Courbe de Michaelis Menten pour la phosphatase



$$\frac{1}{v} = \frac{1}{V_m} + \frac{K_m}{V_m} * \frac{1}{[S]}$$

$$\frac{K_m}{V_m} : \text{temps spécifique}$$



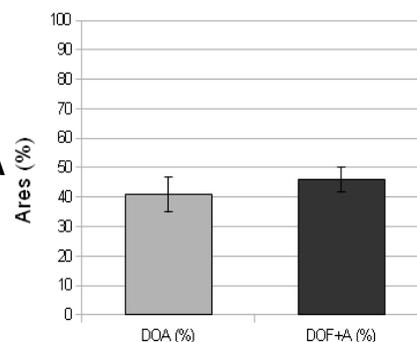
Résultats

❑ Bioessais sur algues libres (exemple temps de pluie, juin 2012) :

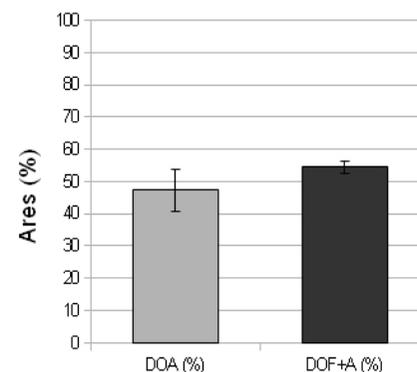
Unitaire

Phosphore total	4,8 mgP/L
Indice hydrocarbures	1,4 mg/l
MEST	50 mg/L
DBO	120 mg/L
DCO	302 mg/L
Azote Kjeldahl	50,4 mgN/L
Ammonium	0,89 mg/L NH4+
Nitrates	<0,5 mg/L NO3-
Orthophosphates	12 mg/L PO4
Azote nitrique	<0,11 mgN/L
Nitrites	<0,02 mg/L NO2-
Azote nitreux	<0,006 mg/L NH4+
Cadmium	<0,002 mg/L
Chrome	0,002 mg/L
Cuivre	0,013 mg/L
Plomb	<0,005 mg/L
Zinc	0,080 mg/L

APA



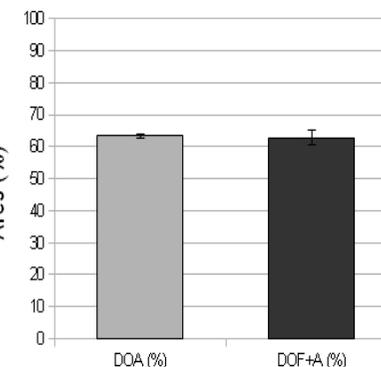
AE



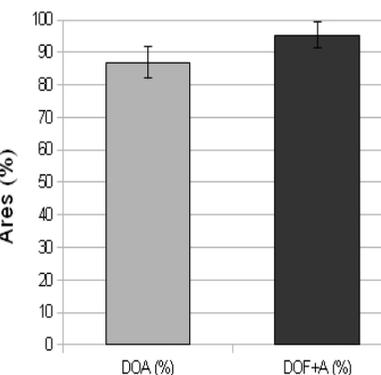
Séparatif

Phosphore total	0,34 mgP/L
Indice hydrocarbures	<0,1 mg/L
MEST	3 mg/L
DBO	1,2 mg/L
DCO	24 mg/L
Azote Kjeldahl	1,3 mgN/L
Ammonium	0,2 mg/L NH4+
Nitrates	0,9 mg/L NO3-
Orthophosphates	0,68 mg/L PO4
Acide nitrique	0,2 mgN/L
Nitrites	0,39 mg/L NO2-
Acide Nitreux	0,12 mg/L NH4+
Cadmium	<0,002 mg/L
Chrome	<0,002 mg/L
Cuivre	0,006 mg/L
Plomb	<0,005 mg/L
Zinc	0,036 mg/L

Ares (%)



Ares (%)



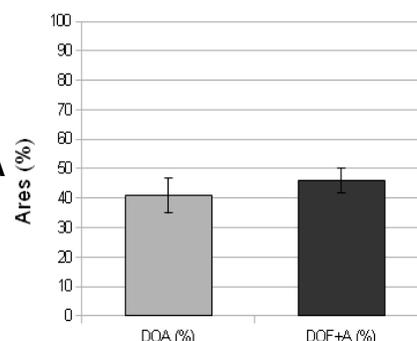
Résultats

Comparaison temps sec/temps de pluie (Réseau unitaire)

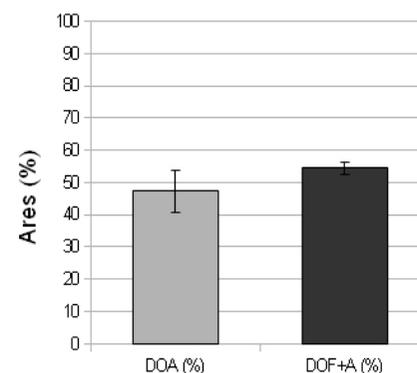
Temps de pluie

Phosphore total	4,8 mgP/L
Indice hydrocarbures	1,4 mg/l
MEST	50 mg/L
DBO	120 mg/L
DCO	302 mg/L
Azote Kjeldahl	50,4 mgN/L
Ammonium	0,89 mg/L NH4+
Nitrates	<0,5 mg/L NO3-
Orthophosphates	12 mg/L PO4
Azote nitrique	<0,11 mgN/L
Nitrites	<0,02 mg/L NO2-
Azote nitreux	<0,006 mg/L NH4+
Cadmium	<0,002 mg/L
Chrome	0,002 mg/L
Cuivre	0,013 mg/L
Plomb	<0,005 mg/L
Zinc	0,080 mg/L

APA



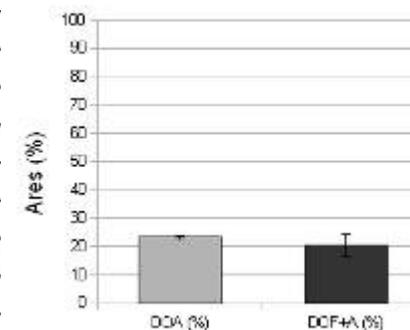
AE



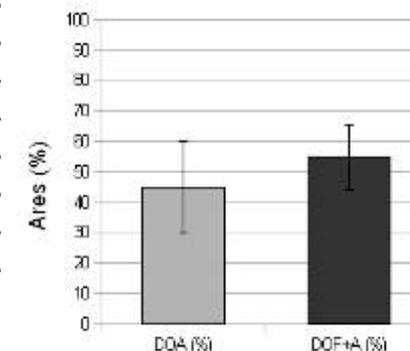
Temps sec

Phosphore total	6,60 mgP/L
Indice hydrocarbures	0,60 mg/l
MEST	88,00 mg/L
DBO	120,00 mg/L
DCO	388,00 mg/L
Azote Kjeldahl	61,00 mgN/L
Ammonium	70,00 mg/L NH4+
Nitrates	<1,0 mg/L NO3-
Orthophosphates	15,00 mg/L PO4
Azote nitrique	<0,23 mgN/L
Nitrites	<0,02 mg/L NO2-
Azote nitreux	<0,006 mg/L NH4+
Cadmium	<0,002 mg/L
Chrome	<0,002 mg/L
Cuivre	0,008 mg/L
Plomb	<0,002 mg/L
Zinc	0,075 mg/L

Ares (%)



Ares (%)



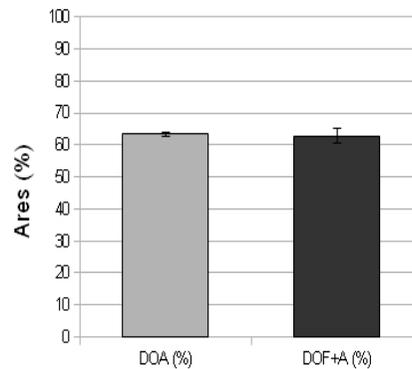
Résultats

Comparaison temps sec/temps de pluie (Réseau séparatif)

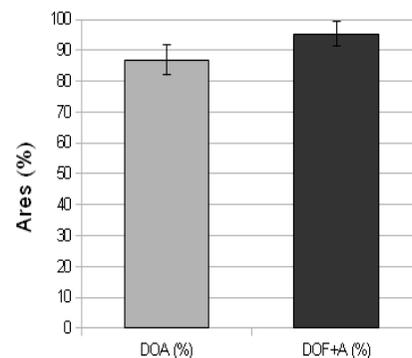
Temps de pluie

Phosphore total	0,34 mgP/L
Indice hydrocarbures	<0,1 mg/L
MEST	3 mg/L
DBO	1,2 mg/L
DCO	24 mg/L
Azote Kjeldahl	1,3 mgN/L
Ammonium	0,2 mg/L NH4+
Nitrates	0,9 mg/L NO3-
Orthophosphates	0,68 mg/L PO4
Acide nitrique	0,2 mgN/L
Nitrites	0,39 mg/L NO2-
Acide Nitreux	0,12 mg/L NH4+
Cadmium	<0,002 mg/L
Chrome	<0,002 mg/L
Cuivre	0,006 mg/L
Plomb	<0,005 mg/L
Zinc	0,035 mg/L

APA

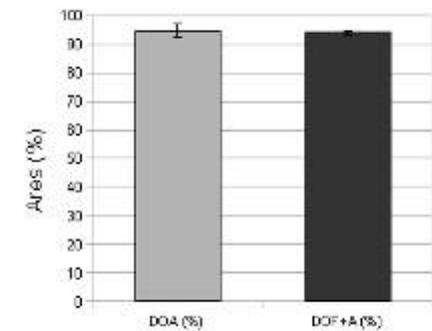
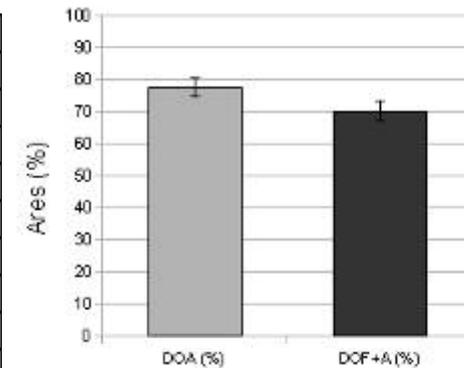


AE



Temps sec

Phosphore total	0,28 mgP/L
Indice hydrocarbures	<0,1 mg/L
MEST	4,00 mg/L
DBO	3,00 mg/L
DCO	48,00 mg/L
Azote Kjeldahl	2,10 mgN/L
Ammonium	0,90 mg/L NH4+
Nitrates	1,10 mg/L NO3-
Orthophosphates	0,60 mg/L PO4
Acide nitrique	0,25 mgN/L
Nitrites	0,99 mg/L NO2-
Acide Nitreux	0,30 mg/L NH4+
Cadmium	<0,002 mg/L
Chrome	<0,002 mg/L
Cuivre	0,011 mg/L
Plomb	<0,005 mg/L
Zinc	0,060 mg/L



Résultats

□ Tableau récapitulatif

Particulaire+soluble			soluble		
APA res (%)	Séparatif	Unitaire	APA res (%)	Séparatif	Unitaire
RUTP	63,5	40,79	RUTP	62,89	45,93
RUTS	77,67	23,25	RUTS	70,3	20,37
Particulaire+soluble			soluble		
AE res (%)	Séparatif	Unitaire	AE res (%)	Séparatif	Unitaire
RUTP	86,95	47,27	RUTP	95,33	54,44
RUTS	94,51	44,83	RUTS	93,89	54,94

- ➔ Mêmes tendances se dégagent entre les deux phases testées.
- ➔ Estérases permettent mieux de distinguer les deux types de réseaux.
- ➔ Phosphatases permettent de mieux distinguer les régimes considérés (notamment dans le cas du réseau unitaire).

Résultats

Sites du Grand Lyon, temps de pluie

Activité estérase

Site	Date	% d'activité résiduelle
		AE 2 h
Chassieu	24/02/2011	87,67
	13/07/2011	90,25
	19/10/2011	114,59
	02/01/2011	159,6
	05/01/2012	63,27
	21/05/2012	89,1
Ecully	24/02/2011	1000,41
	19/10/2011	105,16
	22/05/2012	68,38
Bron	31/05/2011	17,67
	13/07/2011	126,1
	19/10/2011	90,66
	02/01/2012	73,65
	22/05/2012	80,32

Activité phosphatase alcaline

Site	Date	% d'activité résiduelle
		APA 2 h
Chassieu	24/02/2011	97,39
	13/07/2011	98,46
	19/10/2011	/
	02/01/2011	103,26
	05/01/2012	119,82
	21/05/2012	/
Ecully	24/02/2011	55,09
	19/10/2011	85,95
	22/05/2012	128,89
Bron	31/05/2011	84,64
	13/07/2011	105,97
	19/10/2011	98,71
	02/01/2012	90,36
	22/05/2012	93,29

Sur les sites du Grand Lyon

Sites du Grand Lyon, temps sec

Activité estérase

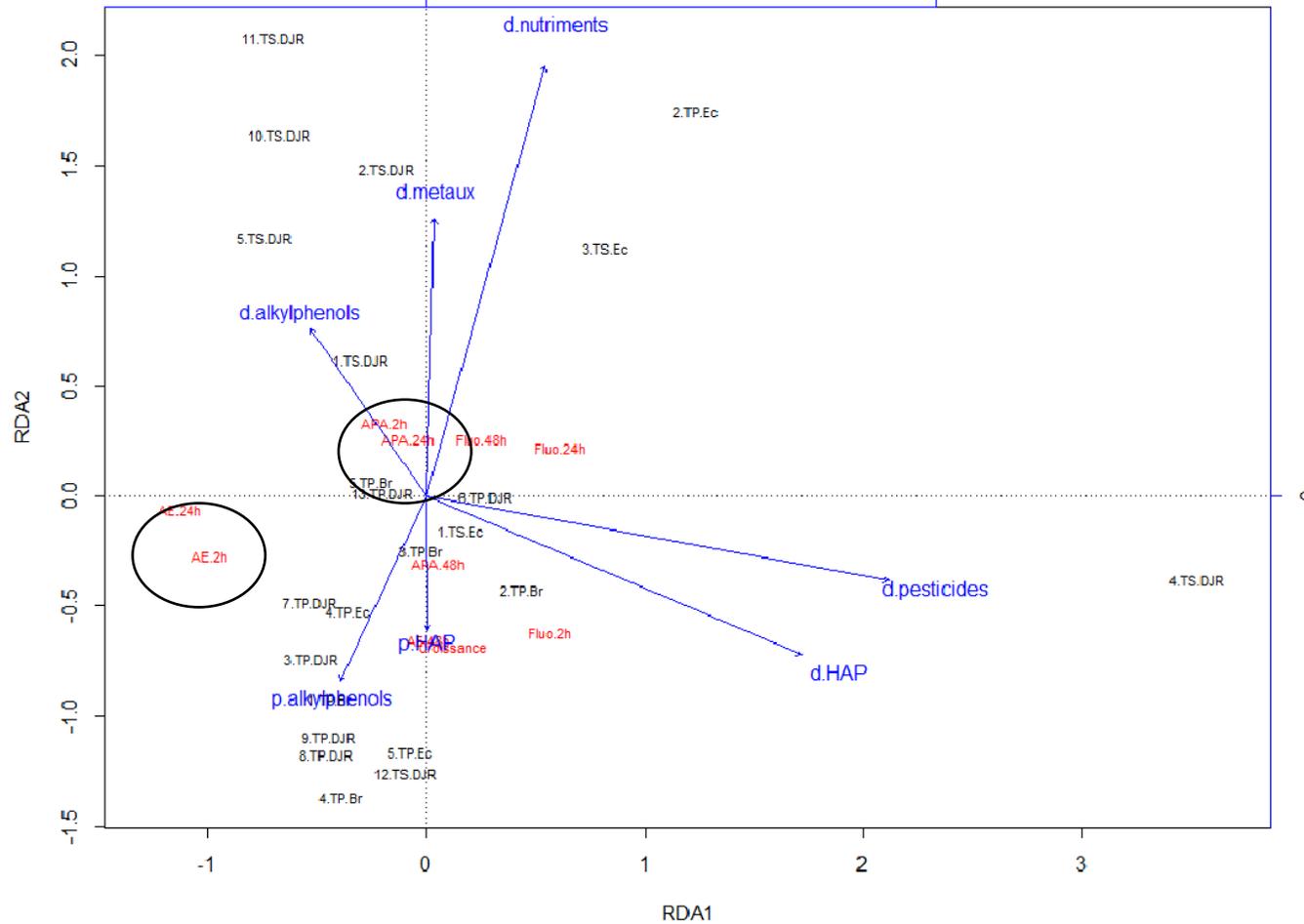
Site	Date	% d'activité résiduelle
		AE 2 h
Chassieu	18/01/2011	1245,66
	03/02/2011	/
	03/03/2011	1034,75
	20/05/2011	111,71
	20/02/2012	19,93
	16/03/2012	20,67
	25/04/2012	119,09
Ecully	03/02/2011	175,44
	03/03/2011	/

Activité phosphatase alcaline

Site	Date	% d'activité résiduelle
		APA 2 h
Chassieu	18/01/2011	244,32
	03/02/2011	/
	03/03/2011	118,53
	20/05/2011	69,83
	20/02/2012	/
	16/03/2012	79,87
	25/04/2012	181,65
Ecully	03/02/2011	/
	03/03/2011	96,45

Liens impacts - polluants

Tous rejets confondus (temps sec/temps de pluie)



Liens impacts - polluants

Tous rejets confondus (temps sec/temps de pluie)

	Coefficient de Pearson - Tous les rejets					
	Croissance	Fluo.2h	AE.24h	AE.48h	Pluvio	JTempsSec
d.nutriments	-0,59	-0,41	-0,18	-0,10	-0,56	0,26
d.metaux	-0,29	-0,12	-0,13	-0,05	-0,39	0,50
d.pesticides	0,28	0,55	-0,89	-0,10	-0,14	-0,06
d.HAP	0,30	0,58	-0,75	-0,06	-0,10	-0,19
d.alkylphenols	0,06	-0,28	0,09	-0,63	-0,11	-0,19

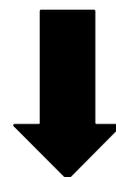
Effet stimulant ?

Effet météo

Discussion - conclusion

- ❑ Grande variabilité des réponses, en lien avec la forte variabilité de la composition.
- ❑ Impact avéré des rejets urbains sur les activités enzymatiques des microalgues.
- ❑ Nécessité d'affiner la sélectivité de l'enzyme en cas de charge polluante importante (cas des orthophosphates).

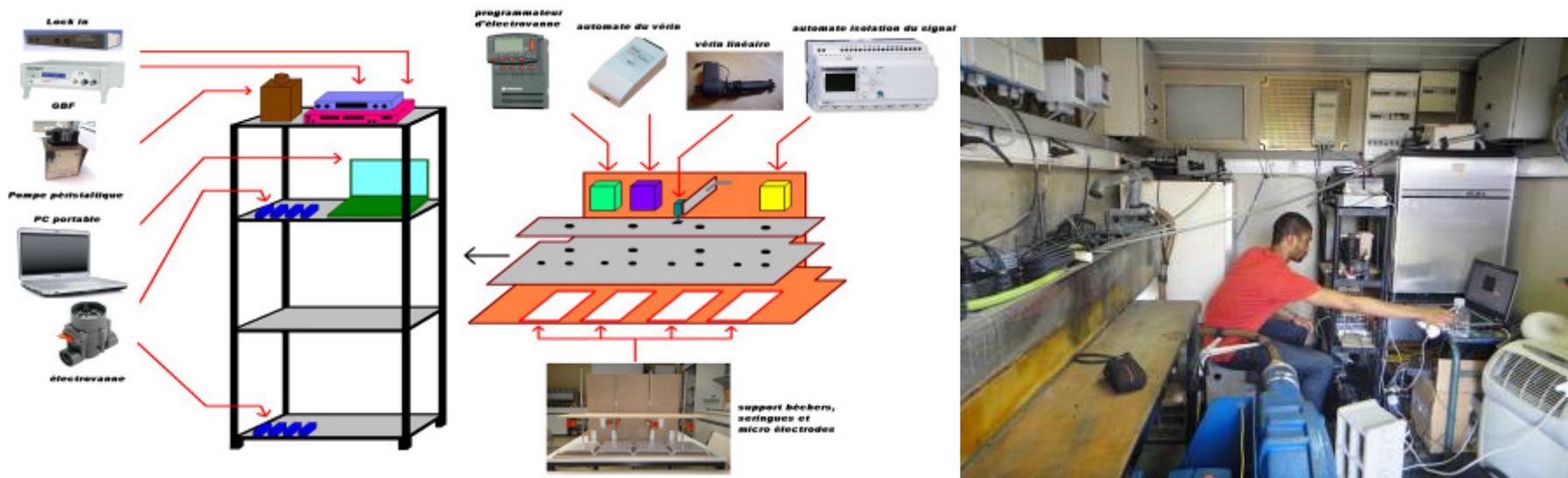
 Difficultés pour identifier les situations prioritaires



Nécessité de travailler sur le terrain, en continu

Perspectives

- Surveillance des milieux *in situ* et en continue
 ➔ Développement de biocapteurs



- Quelle stratégie adopter dans le cas de la surveillance à grande échelle ?

Merci de votre attention