



Qualité des eaux de surface et spatialisation des sources de pollutions sur un bassin péri-urbain.

Gildas Ratié (Master)

Olivier Radakovitch

Jean Paul Ambrosi

Jules Fleury



CENTRE EUROPÉEN DE RECHERCHE ET D'ENSEIGNEMENT
DE GÉOSCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Nicolas Kaldonski

Laurent Cavalli



institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie
marine et continentale

Introduction

« QUALITÉ » DES EAUX

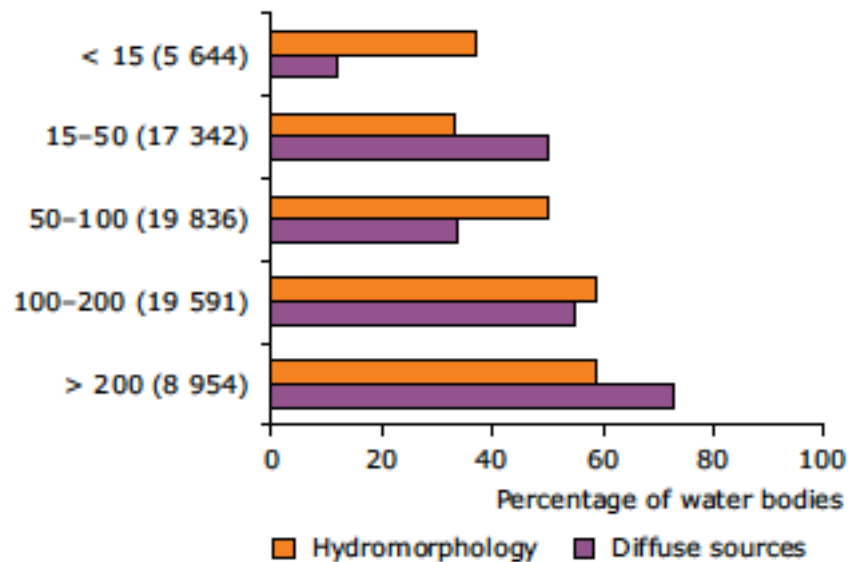


Paramètres physico-chimiques et **écologiques**

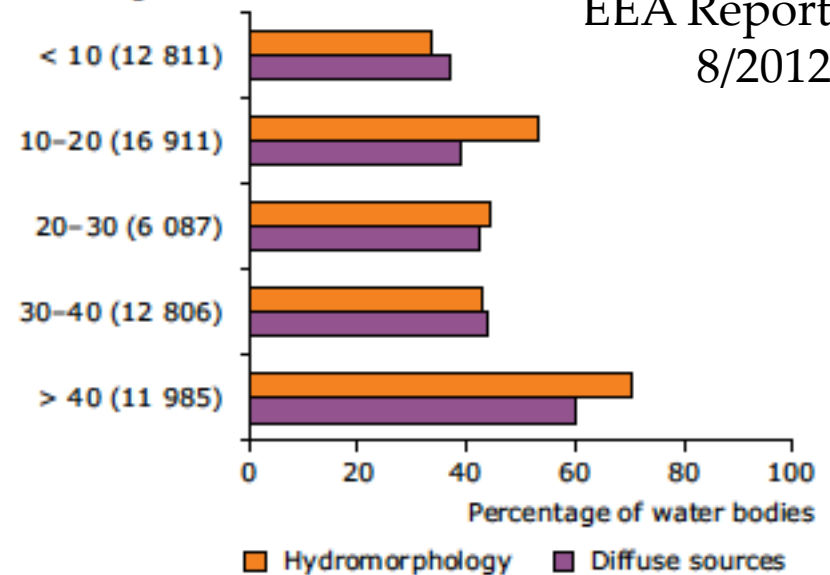


Mis en avant par la Directive Cadre sur l'Eau (2000)
Objectif DCE: bon état écologique de toutes
les masses d'eaux européennes pour 2015

Number of inhabitants per km²



Percentage of arable land

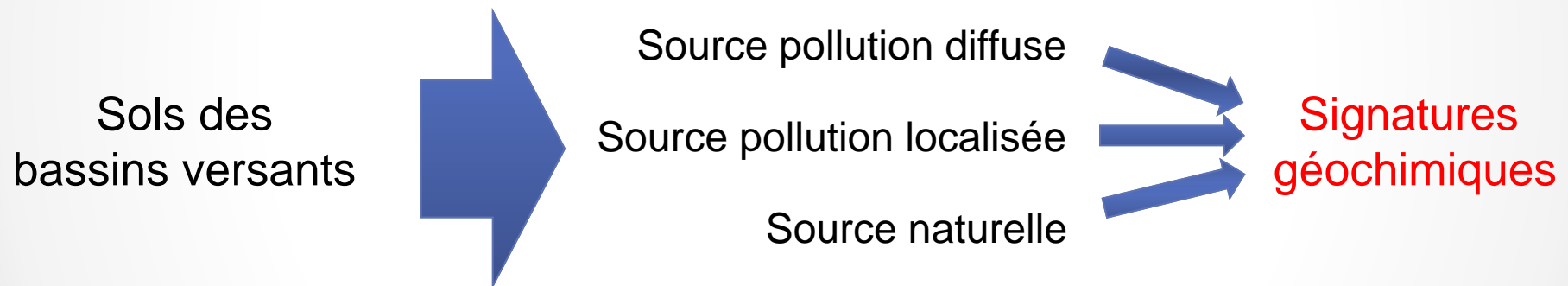


EEA Report
8/2012

Problématique

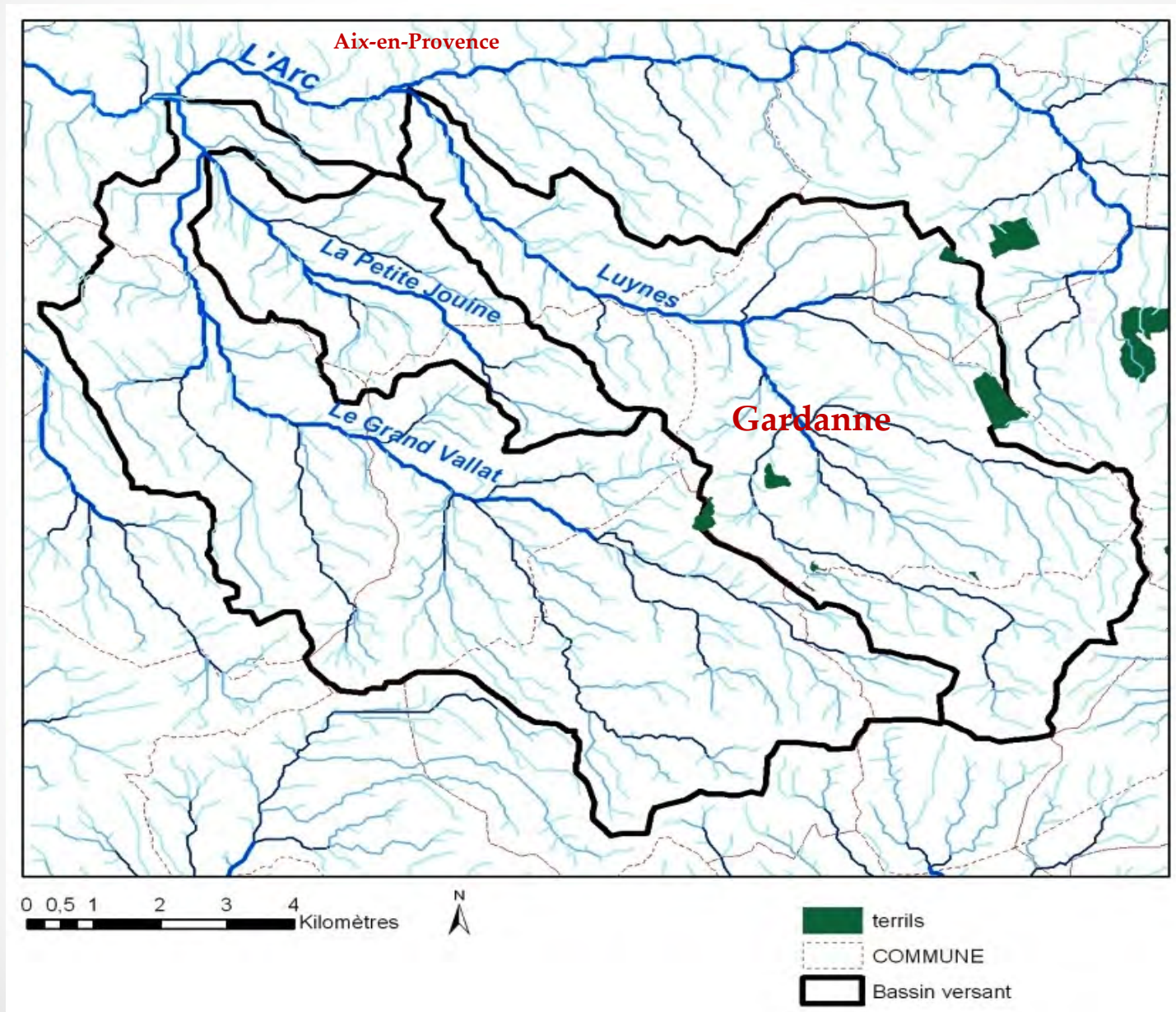
Mieux contraindre les relations entre l'altération des eaux de surface et de leur écosystème et les sources de contaminations possibles sur 3 petits bassins versants de la zone : la Luynes, la Jouine et le Grand Vallat.

- Quelles sont les relations entre utilisation des sols, contaminations (éléments métalliques et organiques) et altération des cours d'eaux à l'échelle de petits bassins versants péri-urbanisés ?



- Comment évolue la qualité chimique des eaux lors d'évènements pluvieux intenses typiques du bassin méditerranéen ?
- Quels impacts la contamination des eaux peut avoir sur l'écosystème aquatique?

Zone d'étude





Petite Jouine



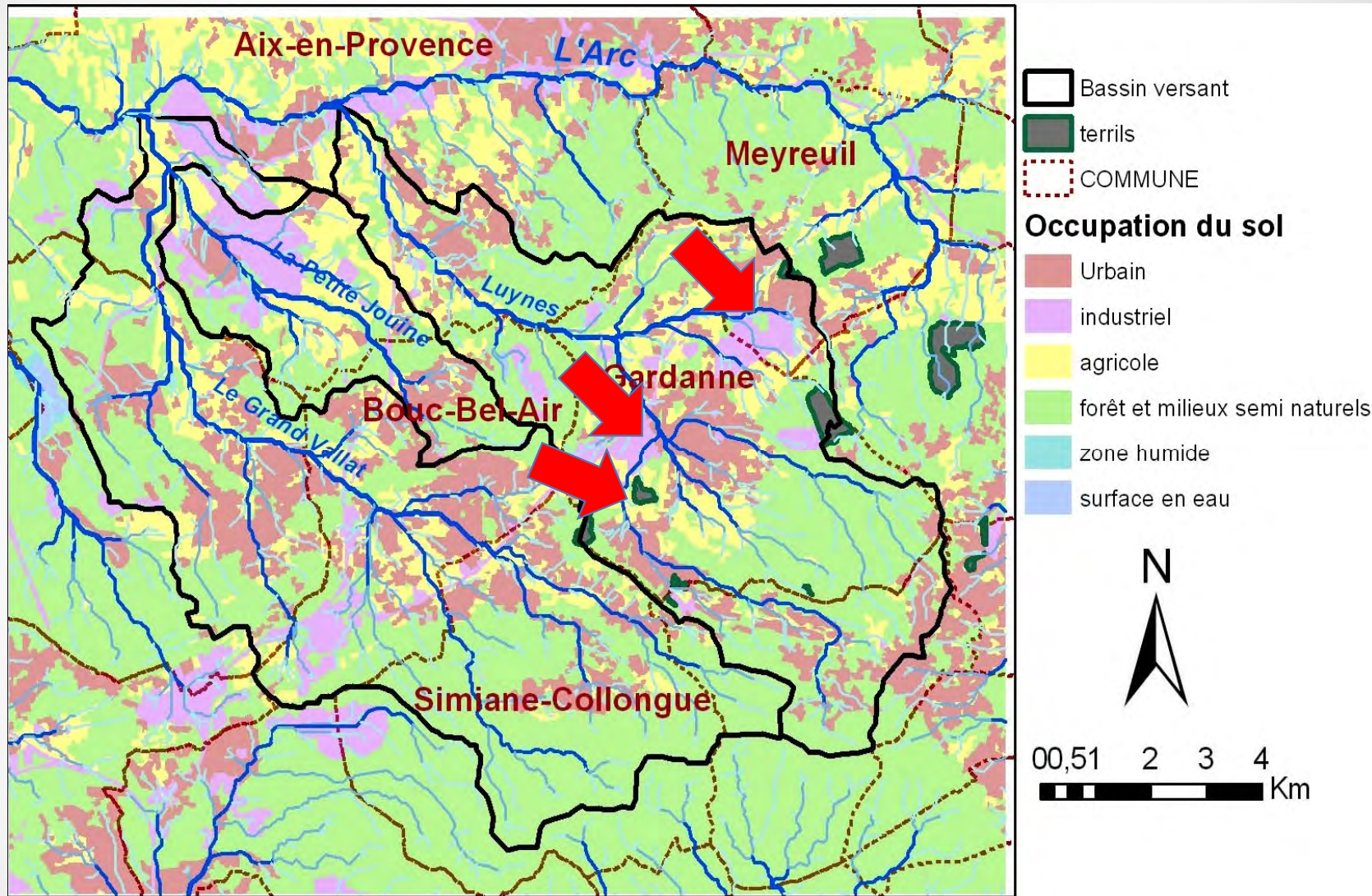
Luyne



Grand Vallat

1 km avant leur confluence avec
l'Arc

Cartographie



Systeme d'information géographique

Sites particuliers



Terrils en amont de Gardanne

*Cendres résiduelles, stériles de mine,
résidus de charbon, ...*



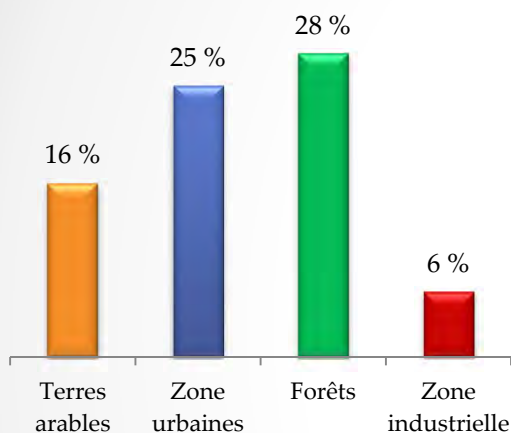
**Usine de traitement de la bauxite et
de fabrication d'alumine**



**Centrale thermique à
charbon de Gardanne**

Bassins versants et occupations des sols

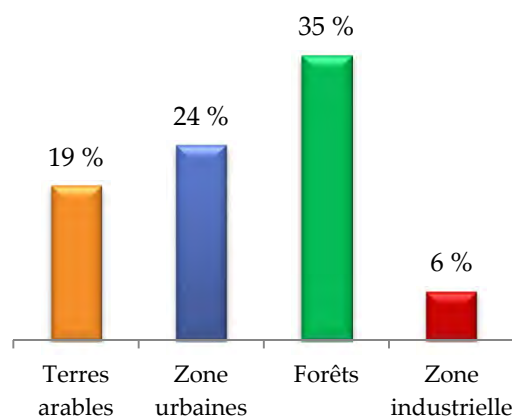
Le Grand Vallat




61 km²
4 affluents

Aucune trace de
contamination

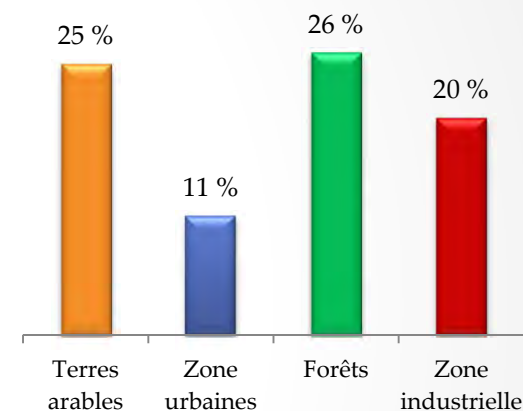
La Luynes



47 km²
5 affluents

 de SO_4^{2-}
depuis les années 80
(Ag. RMC*).

La Petite Jouine

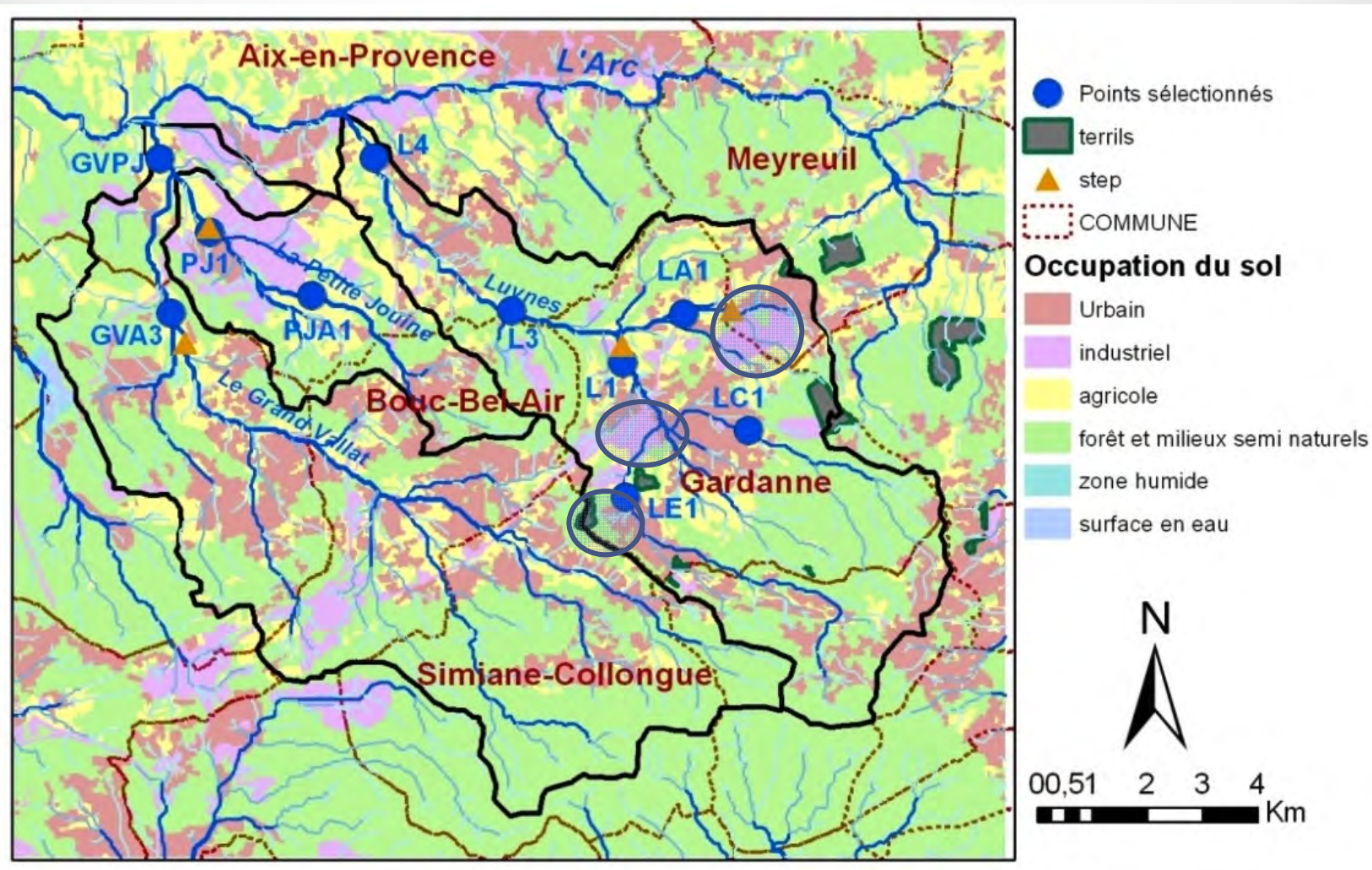


15 km²
2 affluents

Concentration
importante en NH_4^+ et
tous types de **métaux**
(SABA 2009-2012*).

- *Ag.RMC: Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
- *SABA: Syndicat d'Aménagement du Bassin de l'Arc

Campagnes de prélèvements



- Suivi des 10 points sélectionnés: 7 campagnes (Mars-Juillet 2012)
- Evènement pluvieux: 1 campagne (4 avril 2012)

Méthodologie

TERRAIN

Conductivité
pH
Oxygène
Température

FRACTION DISSOUTE

Cations et anions
majeurs
Éléments traces
métalliques
Carbone organique

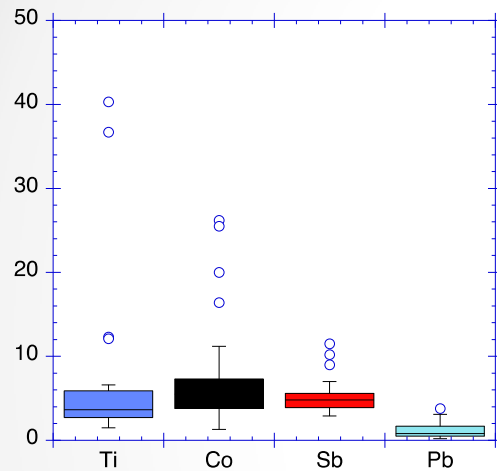
ÉVÉNEMENT PLUVIEUX

Mesures du débit
Collecte eau de pluie

Méthodologie

- Traitements de données

- Boxplots et ACP*.



Exemple de boîtes à moustaches.

↓
Outliers

↓
Sites
caractéristiques

- ACP*: analyse à Composantes Principales

Hétérogénéité de
nos mesures

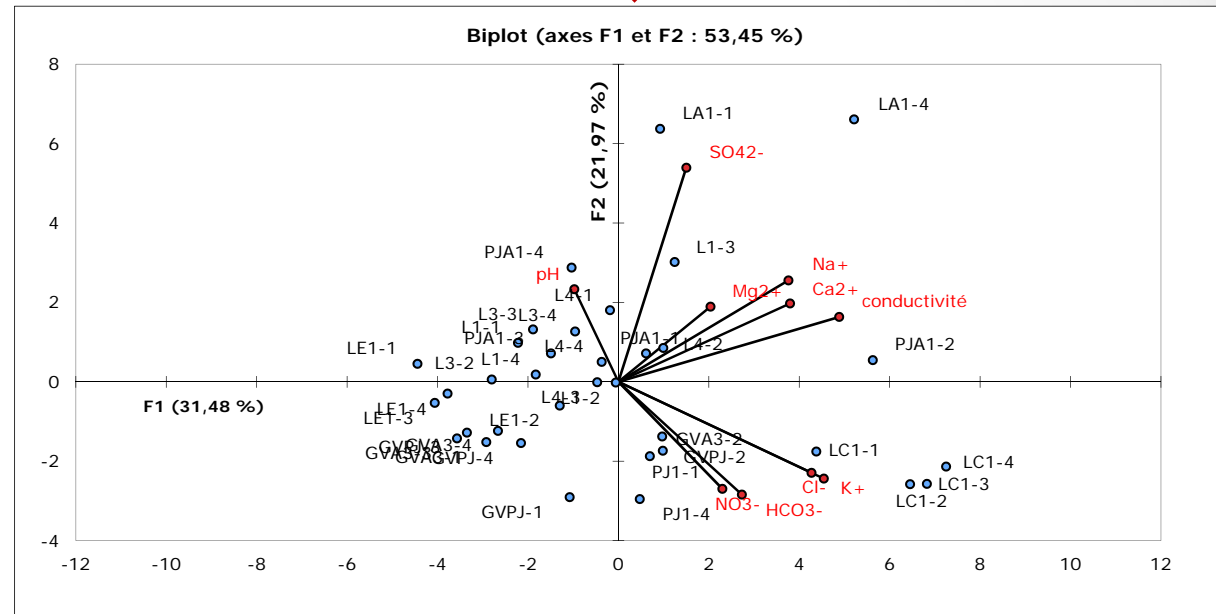
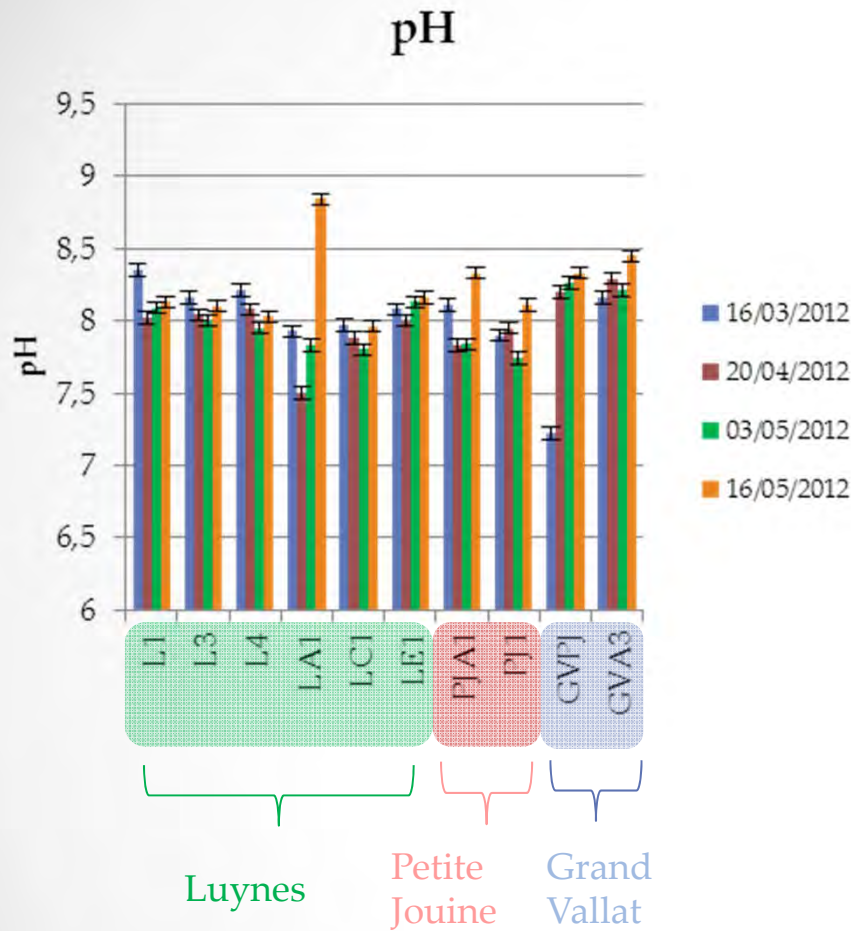


Diagramme biplot (facteur 1, facteur 2) de l'ACP montrant les relations entre les sites de prélèvements et les éléments majeurs/paramètres physico-chimiques.

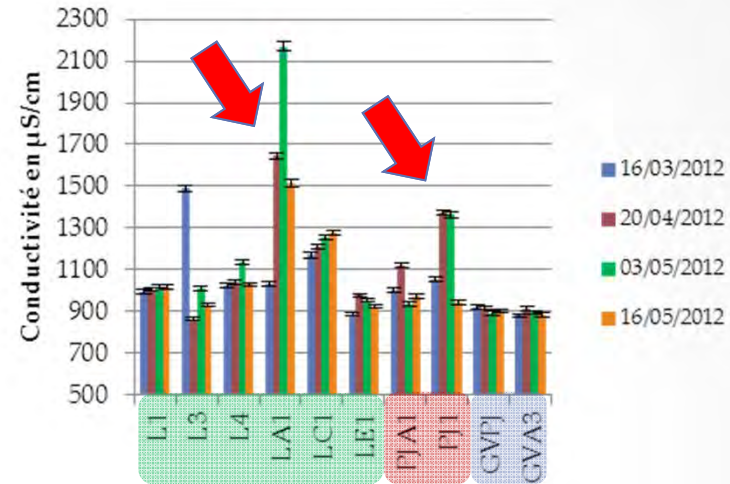
↓
Corrélation multiple
entre éléments sur les
différents sites

Paramètres physico-chimiques

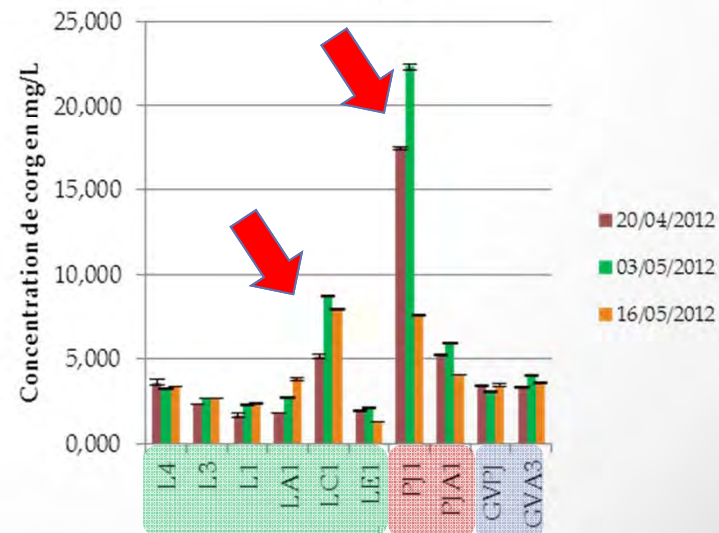


Variabilité temporelle limitée à quelques points

Evolution de la conductivité de mars à mai

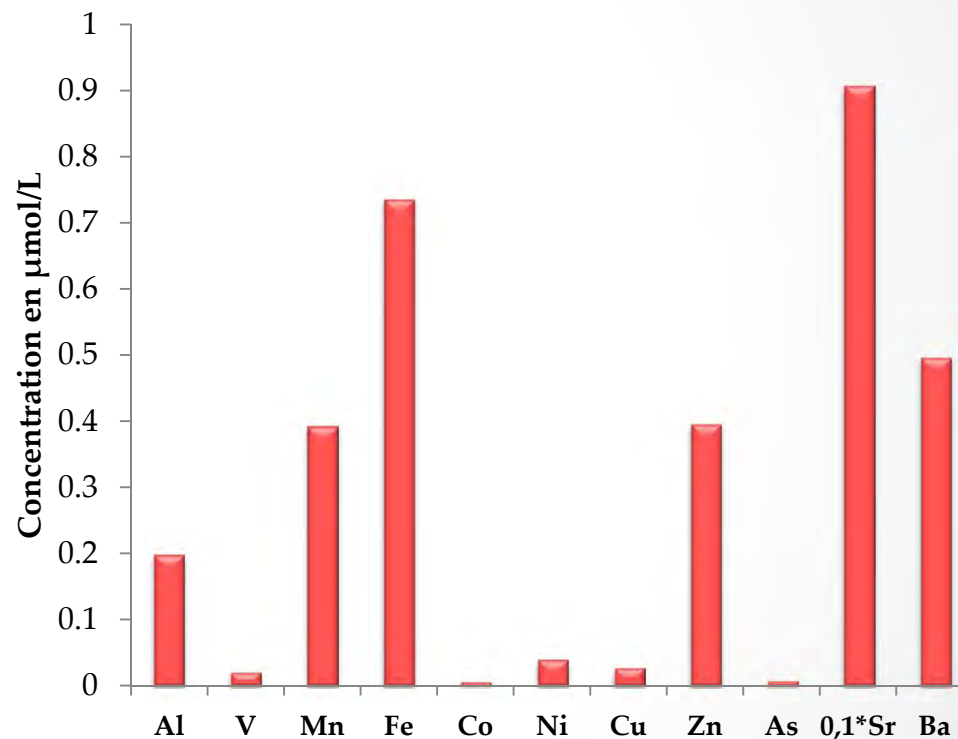
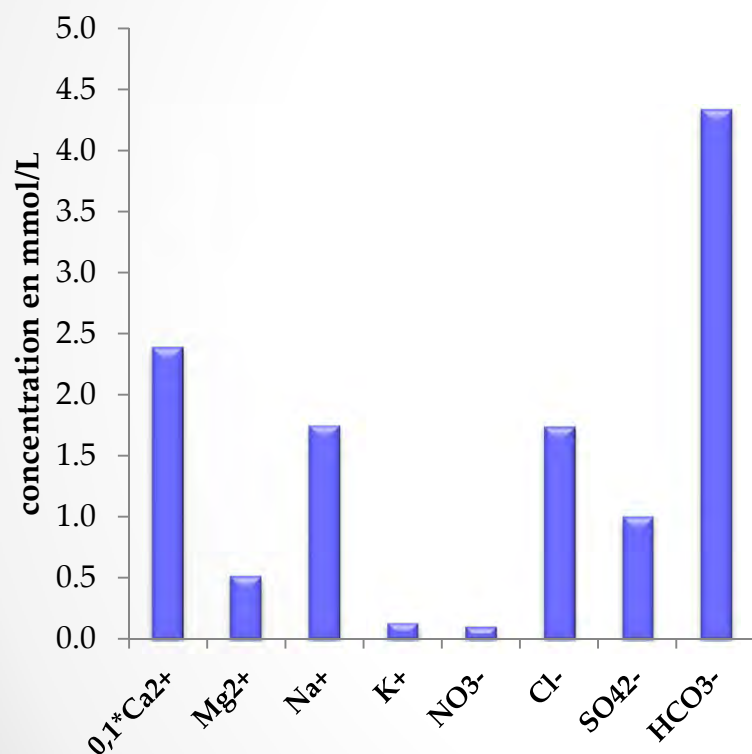


C org



Le Grand Vallat

- Aucune trace de forte contamination
- Pas de grande ville sur son trajet
Il pourrait être considéré comme « Fond géochimique » de la zone d'étude ou référence.



Terrains à majorité calcaire



Eau calcique et carbonatée



(+ Sr, Ba, Mn, Zn)

Signatures « naturelles »
« associées à l'érosion »

Luynes

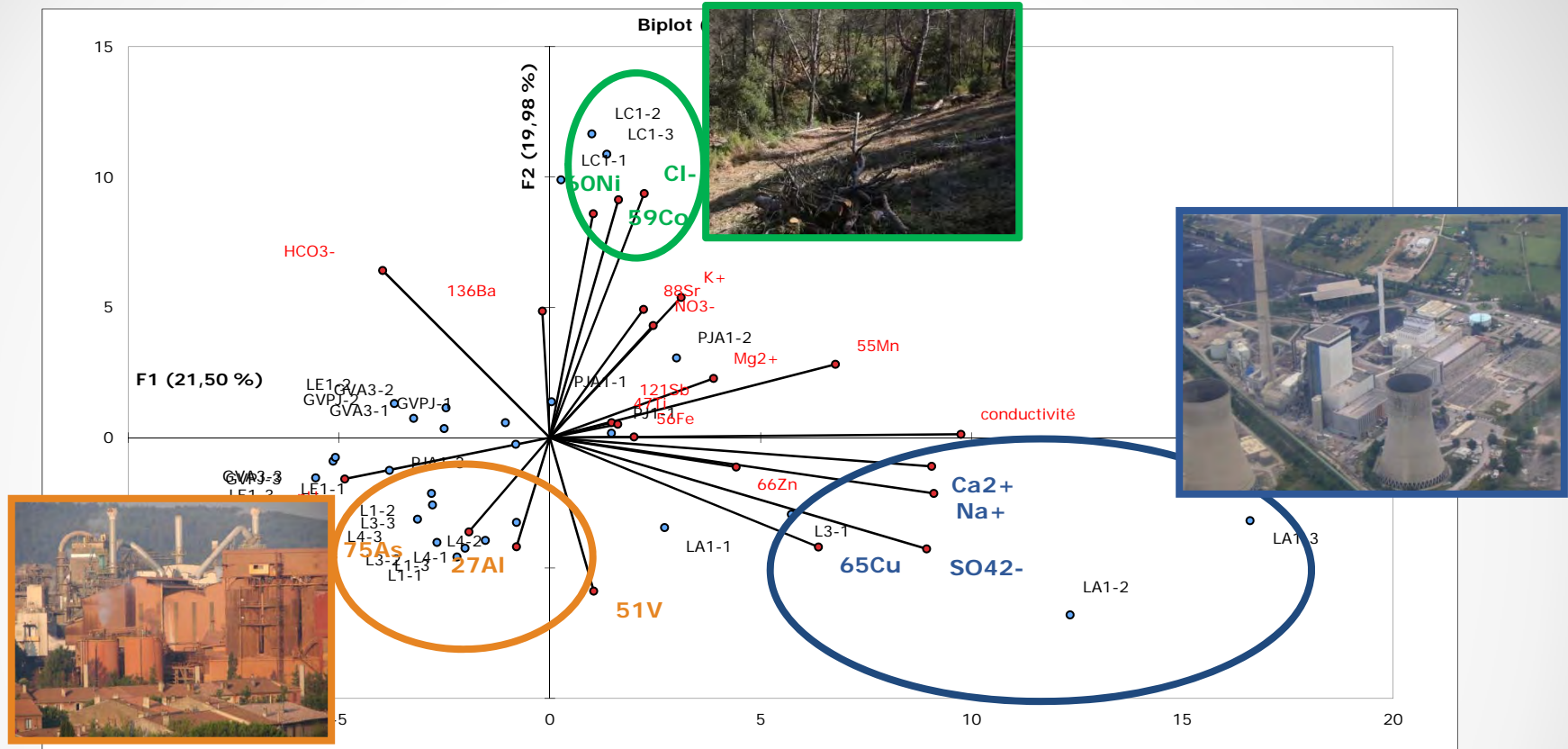
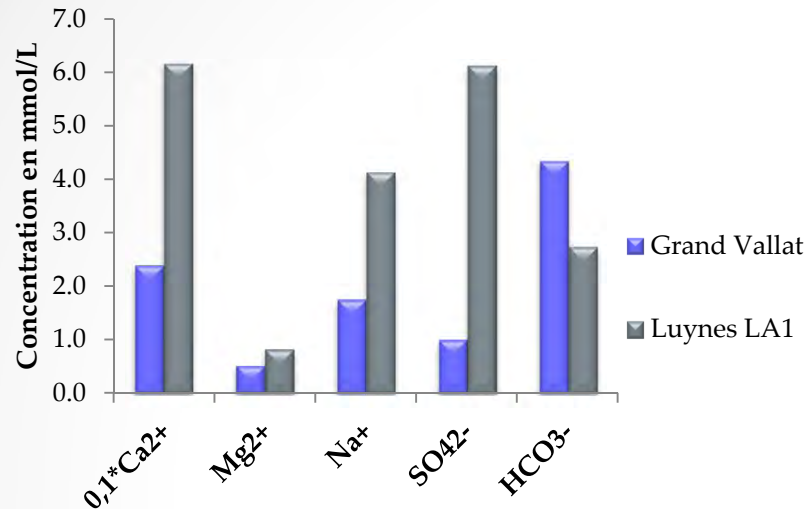
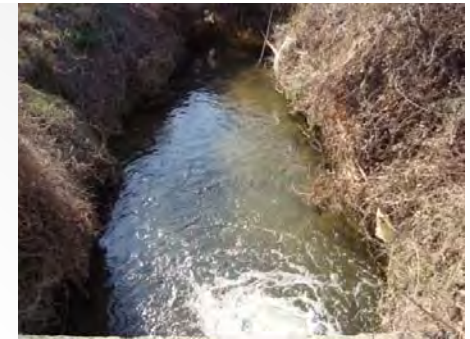


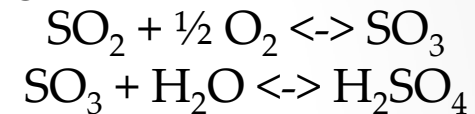
Diagramme biplot (facteur 1, facteur 2) de l'ACP montrant les relations entre les sites d'études, les éléments majeurs et les éléments traces.

- Centrale thermique à charbon ↔ calcium, cuivre, sodium, sulfates.
- Zone urbaine de Gardanne ↔ aluminium, arsenic, vanadium
- Zone forestière ↔ chlore, cobalt, nickel

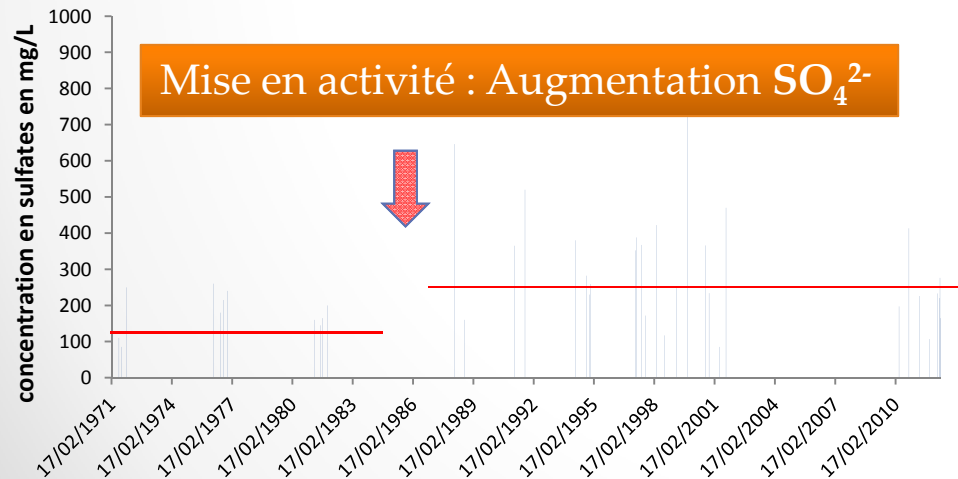
Centrale à charbon (LA1)



- Libération de SO₂ du charbon par combustion (centrale et stockage)



Evolution temporelle des sulfates sur la Luynes




- Teneurs plus fortes de Ca²⁺, Mg²⁺ et Na⁺ associées à l'utilisation de carbonate de calcium pour limiter la production de SO₂ et les pluies acides (formation de gypse CaSO₄).

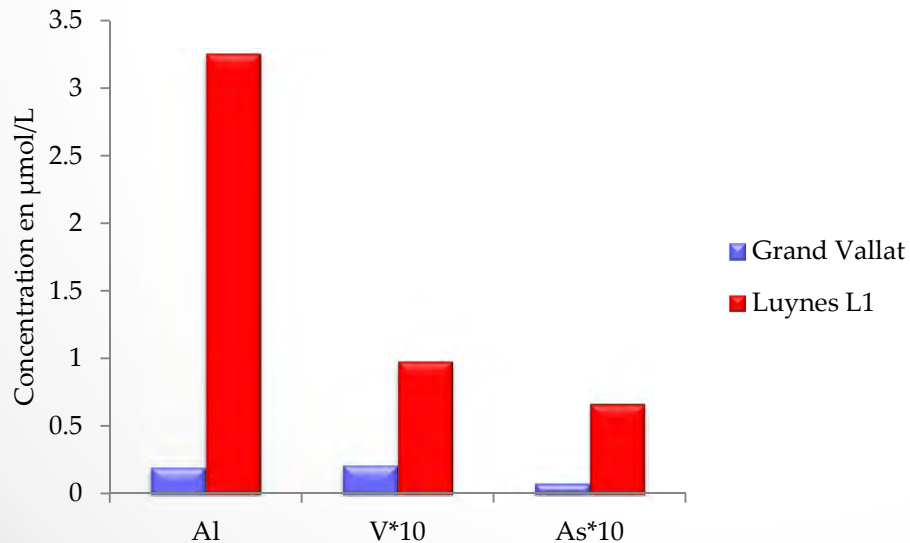
Signature « artificielle » : rejet de STEP et circuit de refroidissement de la centrale

Ag. RMC + nos mesures

Ville de Gardanne (L1)

- **Concentration importante en aluminium, en arsenic et en vanadium.**
 - Traitement de la bauxite  Al et V
- **Provenance de l'arsenic ? Plus fort tout au long de la Luynes**
 - influence des terrils en amont de Gardanne constitués de résidus miniers ?

Signature « urbaine » ou
« industrielle » ?

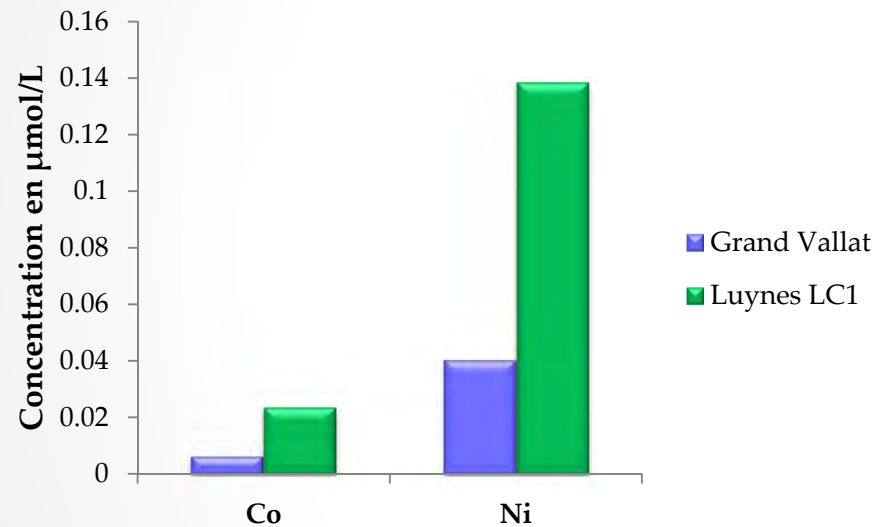


L1

Zone forestière (LC1)

- **Le cobalt et le nickel**

- présent naturellement dans les sols?



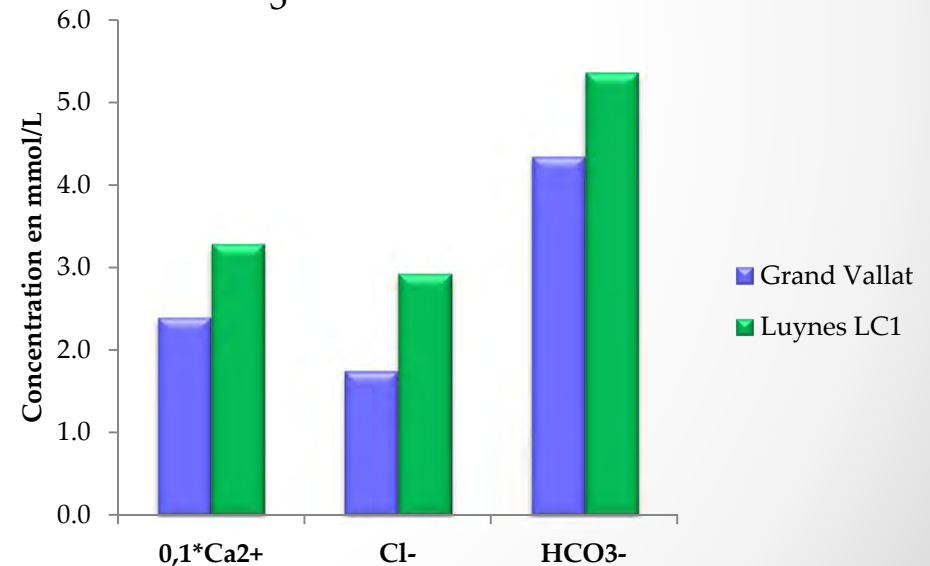
LC1

- **Le chlore**

- Hypothèses:

- Nappes souterraines
- Géologie du territoire
- Pluie et pluviollessivage

- Augmentation modérée de Ca^{2+} et HCO_3^-



Signature naturelle à confirmer

La Petite Jouine

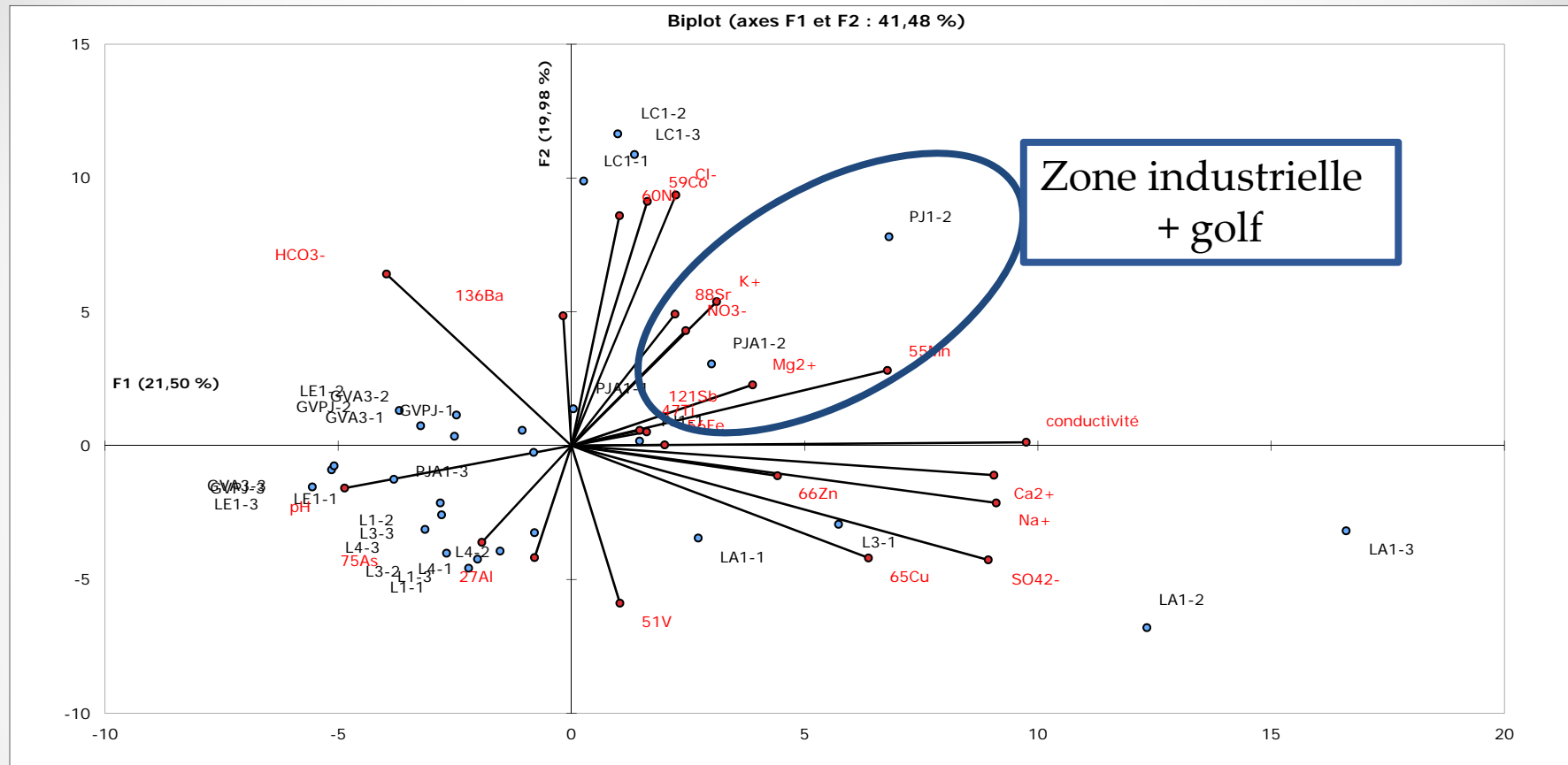


Diagramme biplot (facteur 1, facteur 2) de l'ACP montrant les relations entre les sites d'études, les éléments majeurs et les éléments traces.

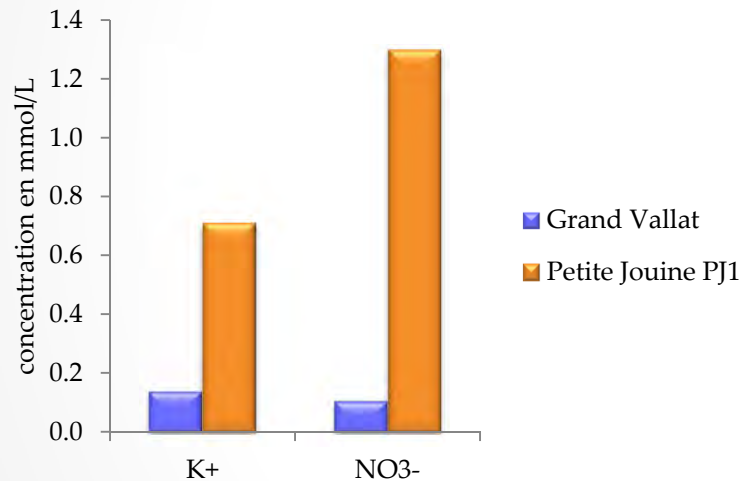
- Concentrations ponctuelles importantes de métaux \longleftrightarrow Zone industrielle
- Forte concentration de potassium, nitrates et chlore \longleftrightarrow Golf et engrais

Zone industrielle et golf (PJ1)

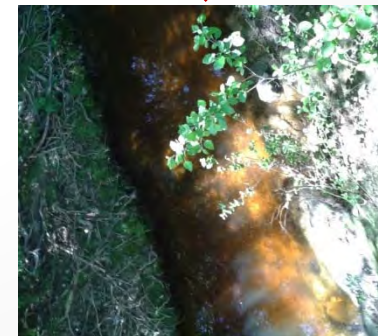
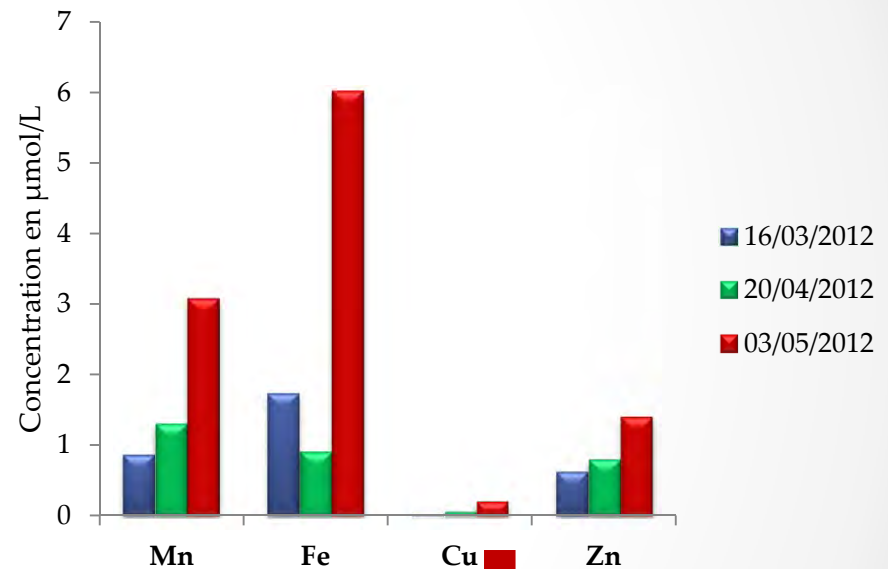
- Concentration importante en Cl^- , NO_3^- et K^+ .
- Rejets ponctuels de métaux

- Epanchages d'engrais

efflorescence algale



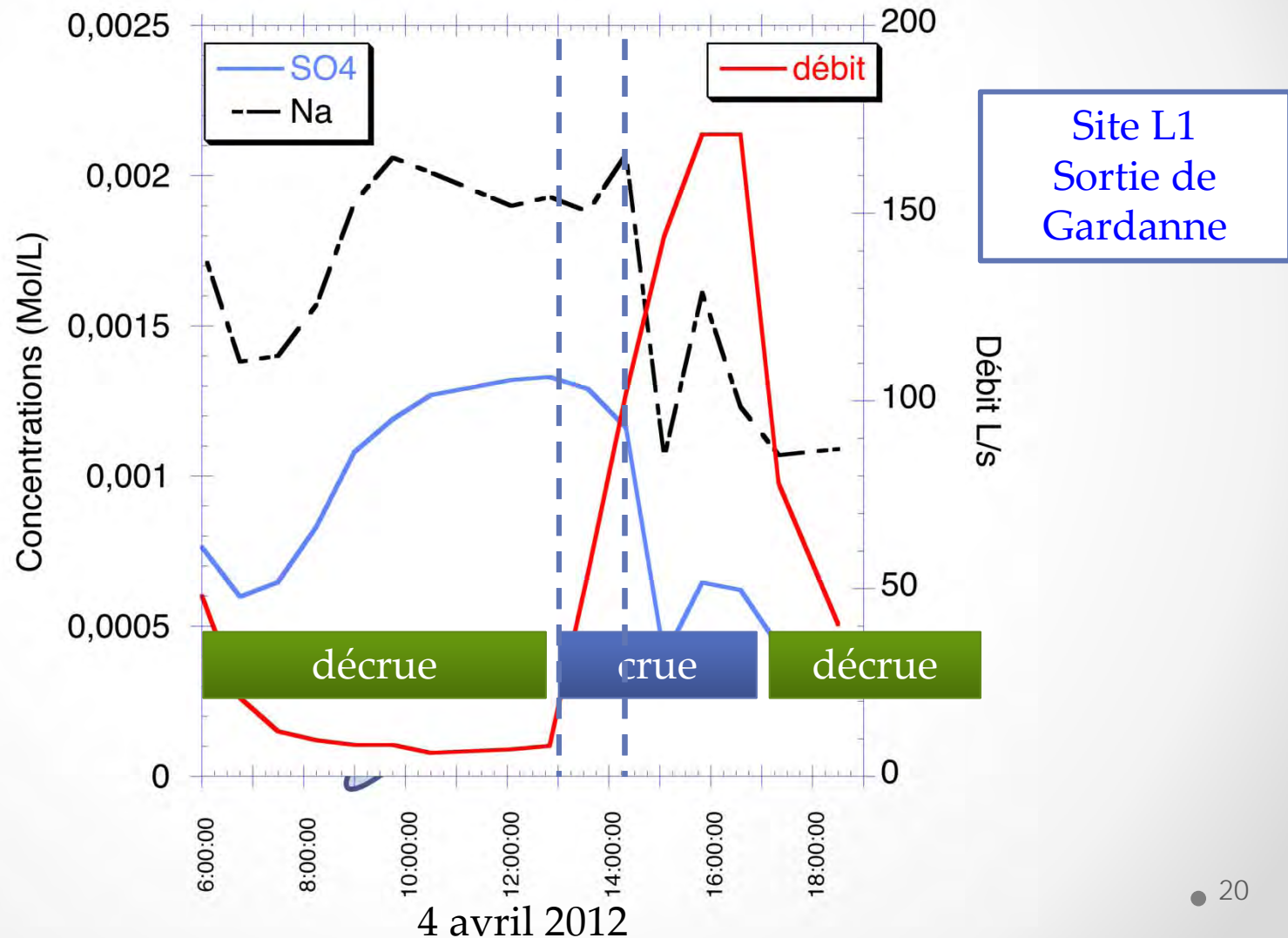
Evolution des concentrations en métaux dans le temps



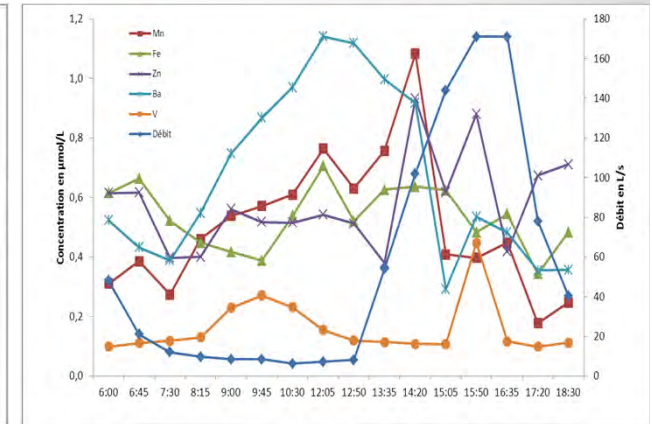
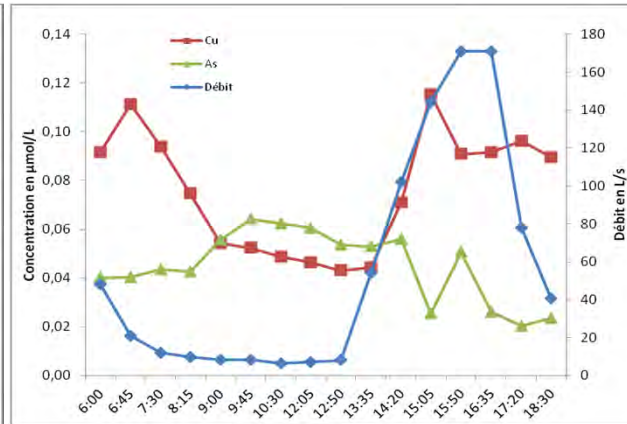
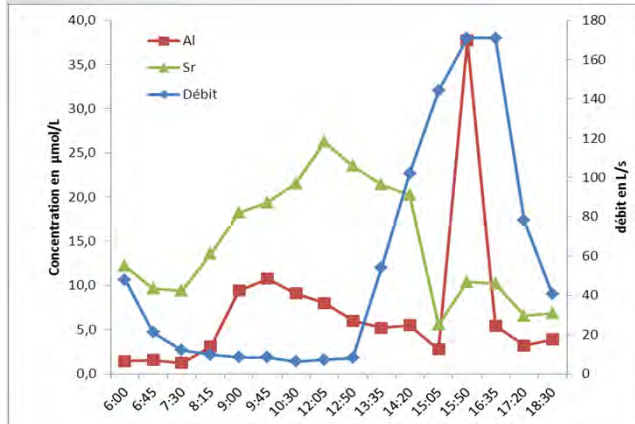
Signatures
sources contamination
localisées

Comportement en événement pluvial

- Dilution directe en crue → pas d'apports autre que la pluie
- Éléments majeurs**
- Retard dans la dilution → Apports autre que pluie



Événement pluvial: éléments traces métalliques



• Quatre comportements pendant la crue

- Dilution: Sr, Al, As, Mn, Ba



Pas d'apports externes et dilution avec la pluie.

- Augmentation: Cu, Zn



Ruissellement sur les zones urbaines (routes, toitures, etc...)

- Augmentation avec retard: Al, As, V



Source de contaminants en amont de Gardanne: terrils?

- Stagnation: Fe



Apport continu

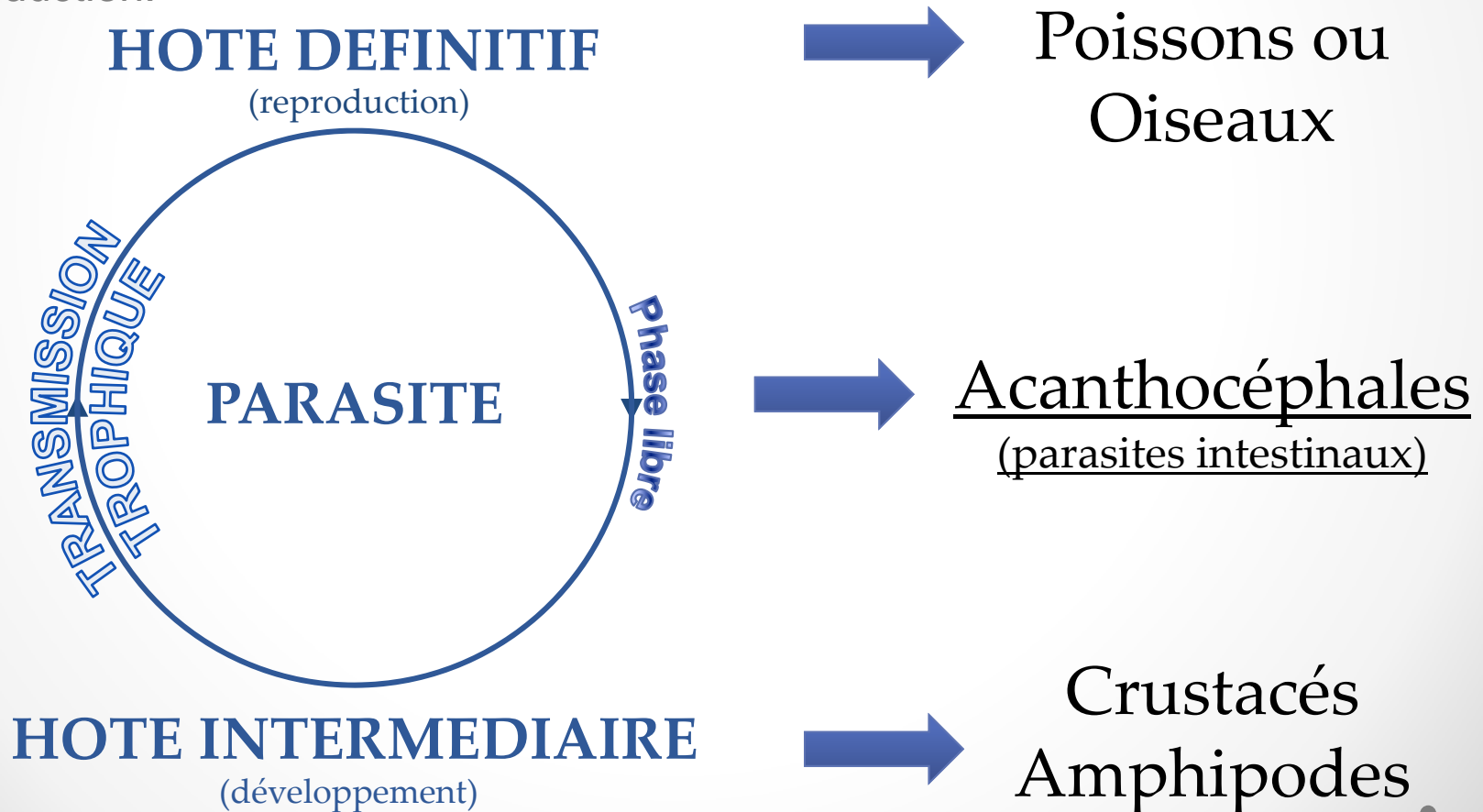
Forte variabilité à courte échelle de temps associée aux effets de dilution, de lessivage et à la localisation des sources

- Quel impact la contamination des eaux peut avoir sur l'écosystème aquatique? Dans quelle mesure limite-t-elle les capacités de zone ressource de cet affluent pour le bassin de l'Arc ?
- Existents ils d'autres **bioindicateurs** d'une pollution métallique que les poissons ?



Parasites à cycle complexe

Doivent passer par au moins deux hôtes pour effectuer leur cycle de reproduction:

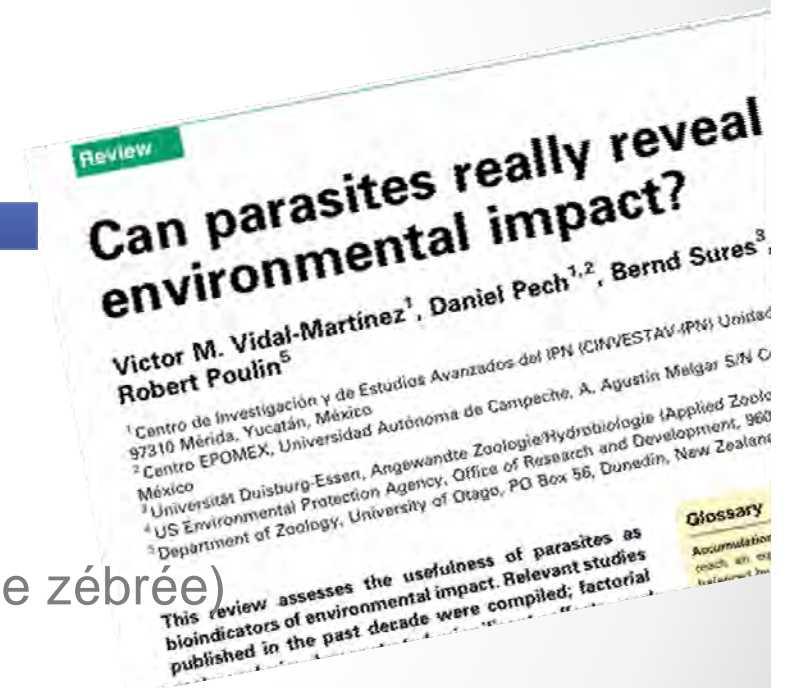


Intérêts des parasites à CC

- **Bio-indicateurs de qualité de milieu:**

- traduisent la présence des hôtes (biodiversité numérique)
- traduisent l'existence interactions trophiques et hôtes-parasites (biodiversité fonctionnelle)

Le présence de parasites est aussi le signe de relations équilibrées entre les organismes

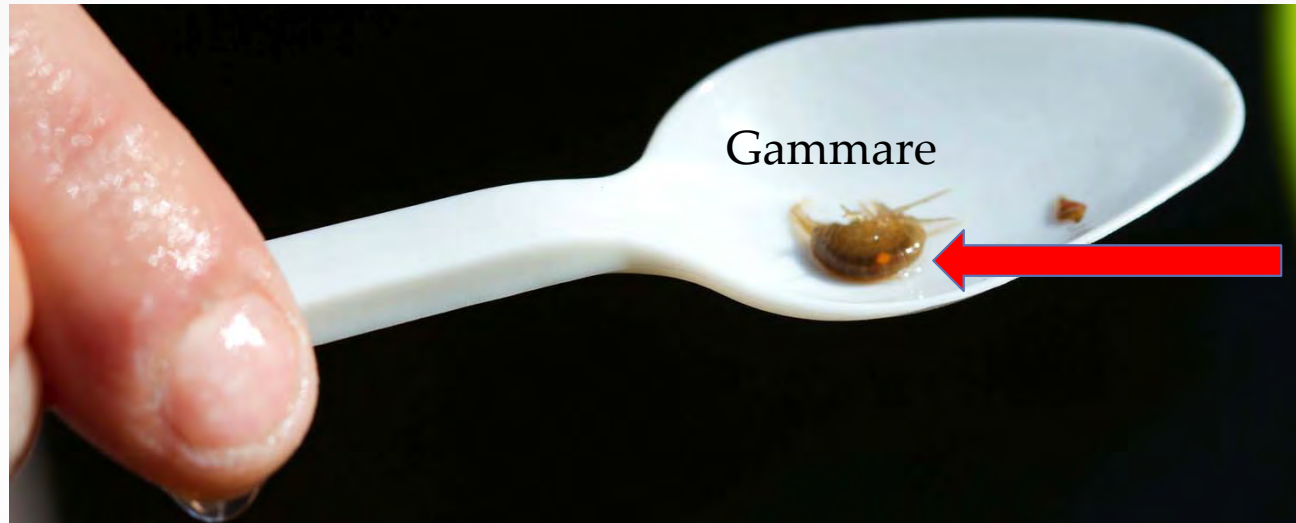


- **Bio-accumulateurs d'éléments métalliques**

- meilleurs que d'autres organismes libres (moule zébrée)
- meilleurs que leurs hôtes définitifs
(concentrations = 2000 fois celles des tissus de l'HD)

Parasites à cycle complexe

En images:



Deux pêches électriques en avril et octobre 2012:

-3 sites en avril (2 Luynes + 1 affluent)

-2 sites en octobre (2 luynes)



TERRAIN

Récolte tous poissons sauf Truite

- détermination spécifique
- mesure longueur



LABORATOIRE

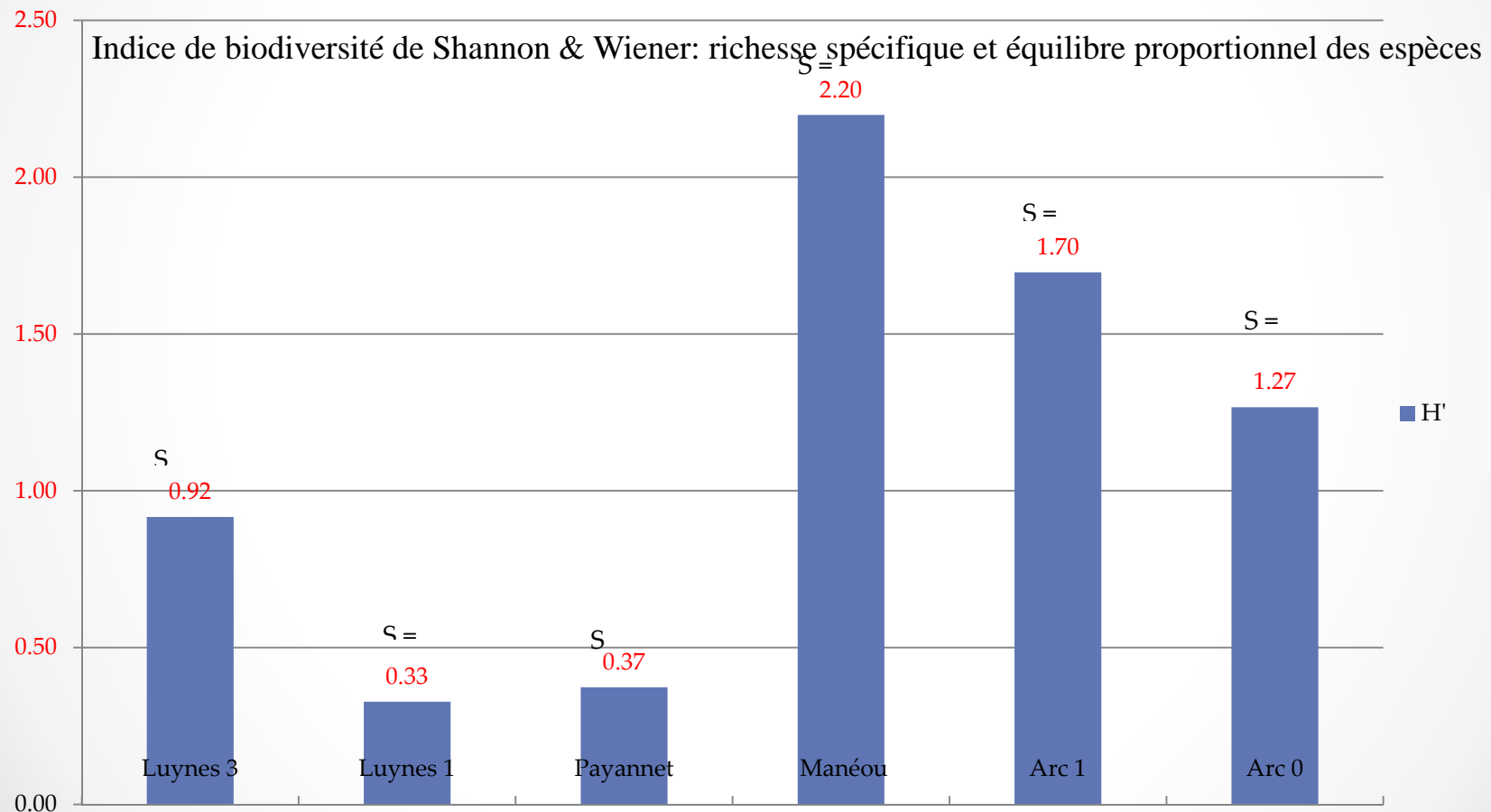
Dissection en laboratoire des chevesnes:

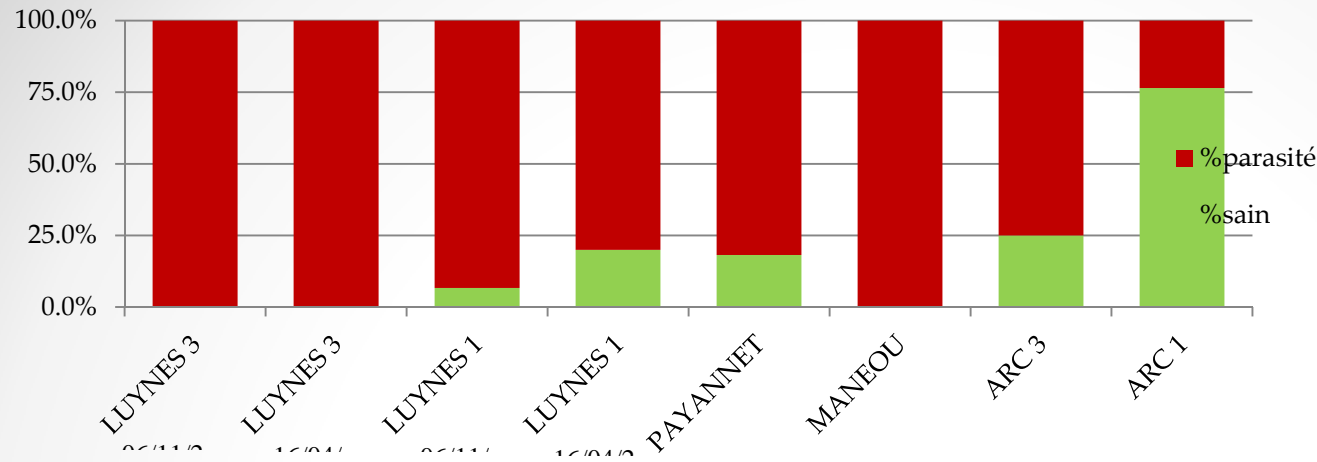
- poids
- sexe
- prévalence (nombre de poissons parasités)
- intensité parasitaire (nombre de parasites par poissons)
- détermination spécifique des parasites
- prélèvement de tissus (écailles et nageoires)
- prélèvement de parasites



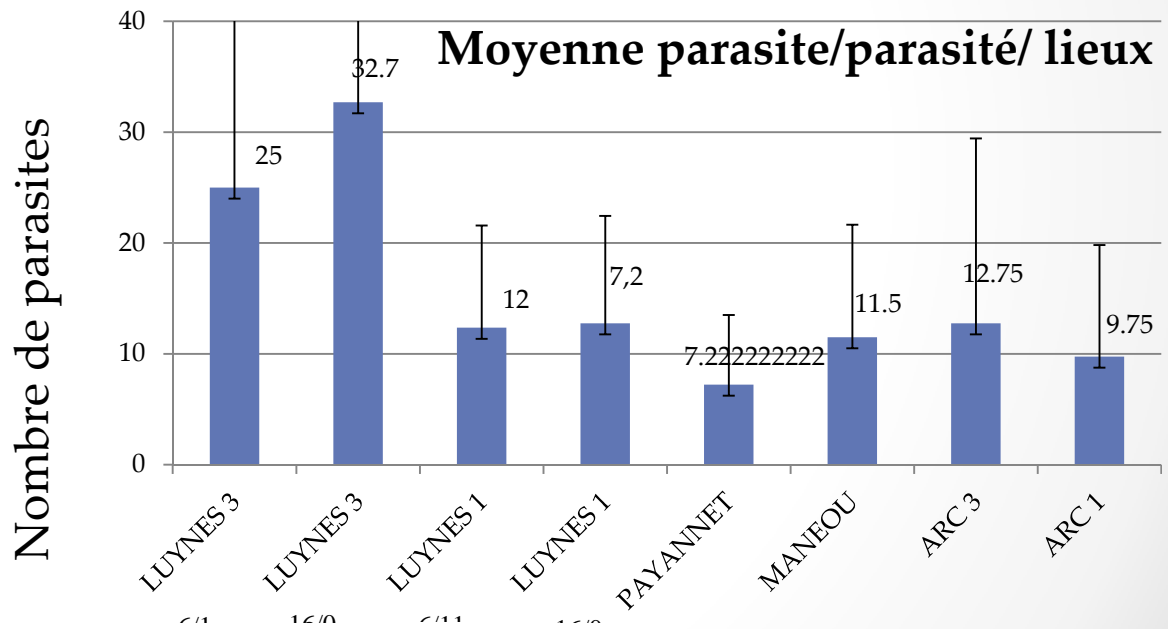
Résultats préliminaires:

La diversité augmente sur l'Arc et le Manéou (mais manque de réplicats)
Diversité (très) basse sur la Luynes, avec beaucoup de chevesne,
très tolérants aux conditions défavorables





Prévalence des parasites et intensités parasitaires augmentent de l'amont vers l'aval (mais manquent de données)

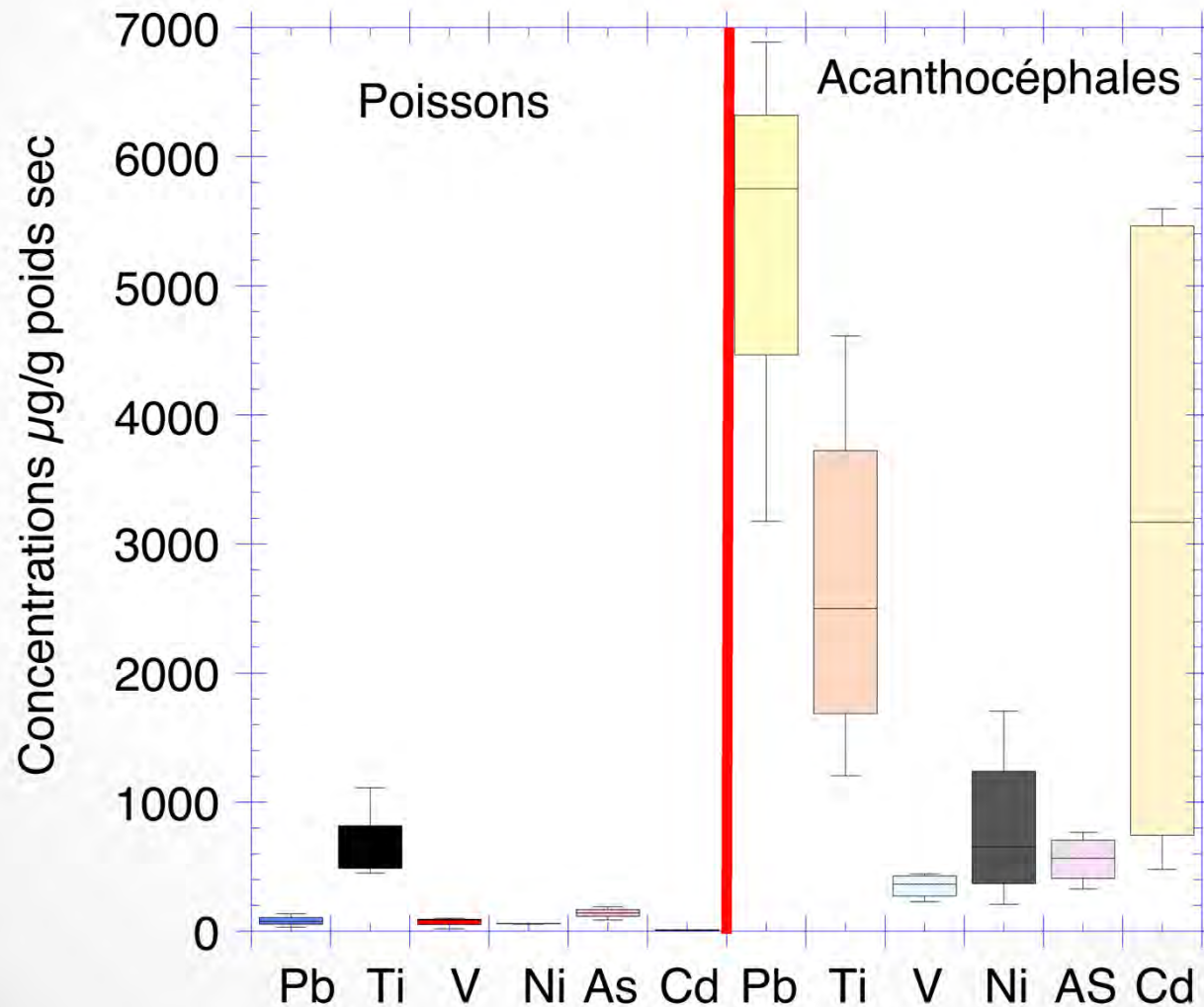


Problème : est ce que les parasites sur lesquels on travaille sont issus du même endroit ou bien sont ils introduits avec les truites d'alevinage ?

Résultats sur les métaux:

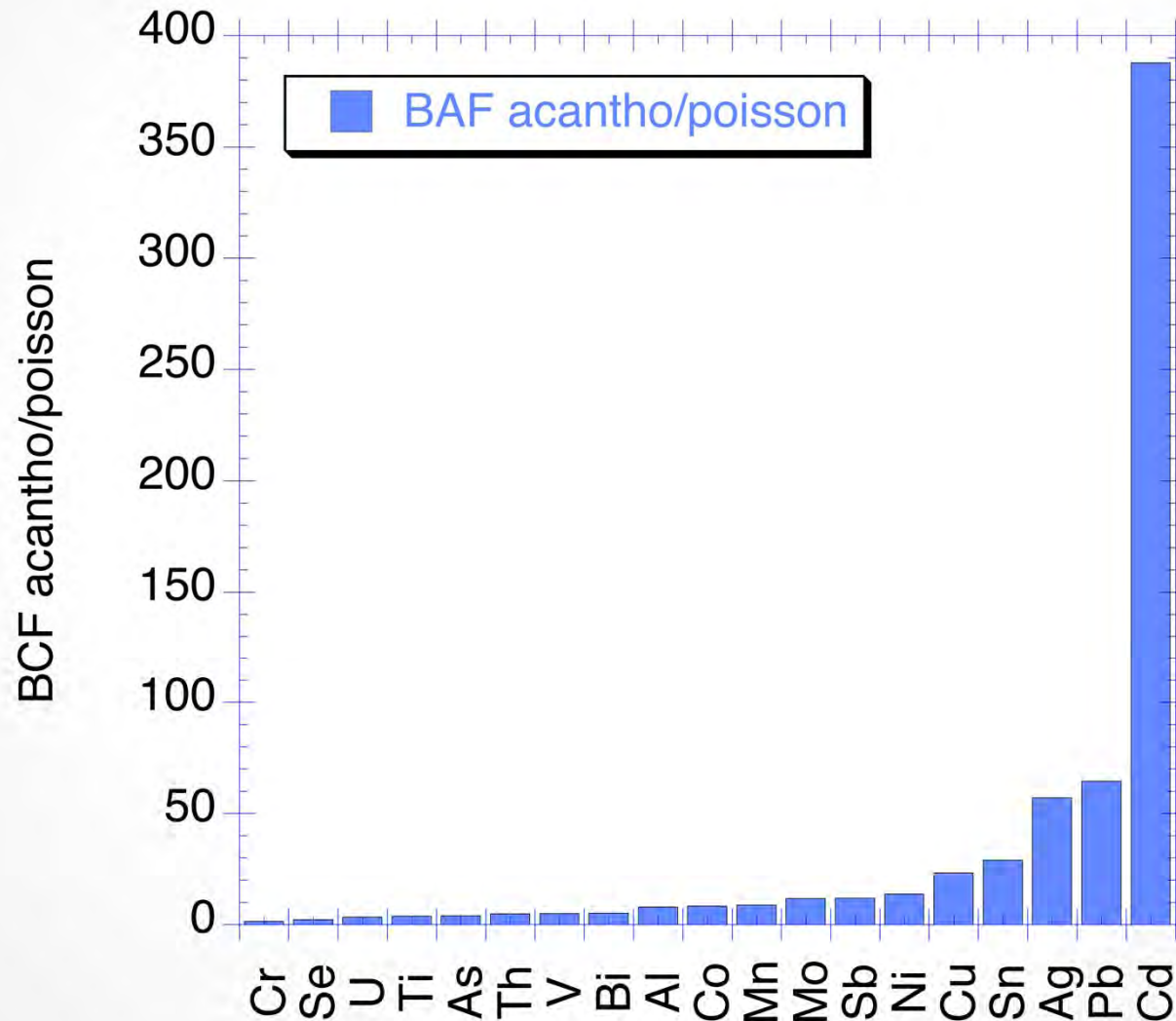
Teneurs plus élevées pour la plupart des métaux dans les parasites que dans les tissus de poissons.

Trop peu de matériel disponible pour une comparaison Luynes-Arc.



Facteur de « bioaccumulation » parasite/poisson:

L'utilisation des parasites comme « bioindicateurs » de la pollution métallique peut être intéressante mais pour certains métaux seulement.



« Conclusions »

- **L'influence de l'occupation des sols ne ressort pas spécifiquement à cette échelle spatiale : les tendances générales des éléments dissous sont masquées par l'influence des sites particuliers.**
- **Un évènement pluvieux représente des dynamiques complexes et des apports variés et très rapides.**
- **La seule évolution historique visible est la mise en place de la Centrale (mais très peu de données historiques disponibles).**

Suites et Perspectives

- **Un projet PEPS en 2012 (N. Kaldonski, 10 k€)**
- **Projet « organismes hôtes et manipulateurs, bioindicateurs et modèles de pression ? » OHM-BMP et Eccorev 2013.**

Cours d'eau	points		
Luynes	LA1	LC1	LE1
occupation du sol dans le sous bassin correspondant	zone industrielle (centrale thermique à charbon, station d'épuration, industries diverses.	zone forestière	zone légèrement urbaine et sous l'influence des terrils
Luynes	L1	L3	L4
occupation du sol dans le sous bassin correspondant	zone fortement urbanisée et industrialisée (secteur de Gardanne)	zone forestière sous l'influence d'un site de stockage de déchets (boues rouges)	zone agricole, 1km avant l'embouchure avec l'Arc
Petite Jouine	PJA1	PJ1	
occupation du sol dans le sous bassin correspondant	zone agricole et forestière	zone fortement industrialisée et urbanisée (station d'épuration, industrie diverses, golf).	
Grand Vallat	GVA3	GVPJ	
occupation du sol dans le sous bassin correspondant	zone agricole et forestière en aval d'une station d'épuration	zone agricole et à 1km de l'embouchure avec l'Arc	

Résultats préliminaires:

	Luynes 1	Payennet	Luynes 3
nb poissons pêchés	50	35	53
richesse spécifique	2 (che, gar)	3 (che, vai, car)	4 (che, gar, per, per S)
n chevesnes euthanasiés	10	11	10
longueur – poids moyens	16,5 – 64,8	19 – 116,9	21,2 – 160,87
sex-ratio (M/F)	6/4	7/4	3/7
prévalence	8/10	9/10	10/10
intensité parasitaire moy.	10,2	5	32,7

En comparaison avec des pêches sur l'Arc:

- à effort de pêche équivalent: moins de poissons pêchés et richesse spécifique moins élevée.
- prévalence élevée des parasites avec des intensités variables, pas de relation franche (malgré le faible effectif) entre taille du poisson et intensité parasitaire.

Problème : est ce que les parasites sur lesquels on travaille sont issus du même endroit ou bien sont ils introduits avec les truites d'alevinage ?

Pour information sur l'Arc

Résultats préliminaires:

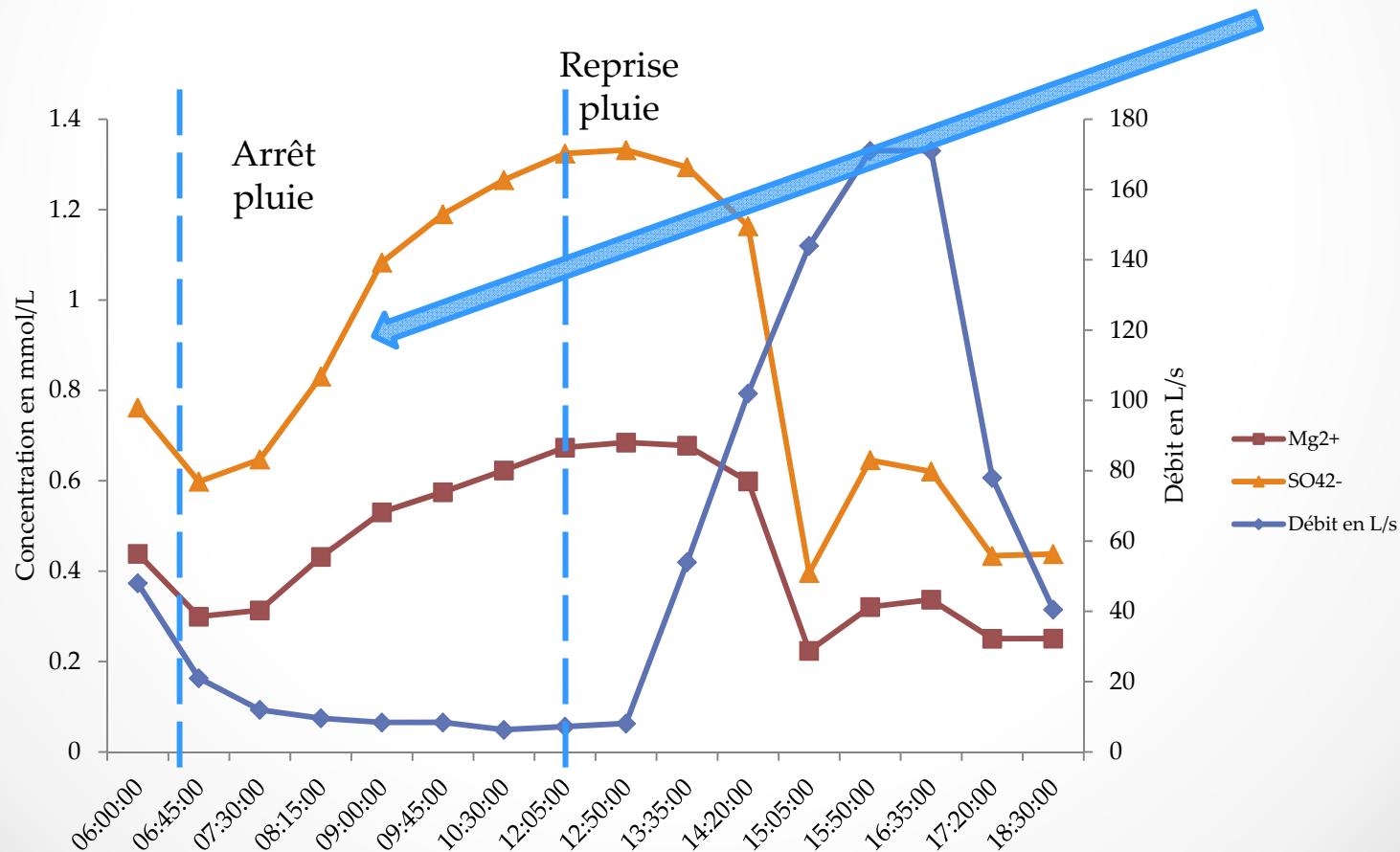
	Arc 0	Arc 1	Arc-Manéou
nb poissons pêchés	166	157	105
richesse spécifique	3	10	10
n chevesnes euthanasiés	16	17	12
longueur – poids moyens	16 – 61	16 – 93,1	15,65 – 60,27
sex-ratio (M/F)	5/11	9/8	7/5
prévalence	12/16	4/17	12/12
intensité parasitaire moy.	12,75	9,75	11,5

Problème : Truites « d'alevinages » lâchées sur l'Arc sont fortement parasitées

Est ce que les parasites sur lesquels on travaille sont vraiment issus du même endroit ?

Évènement pluvieux (L1)

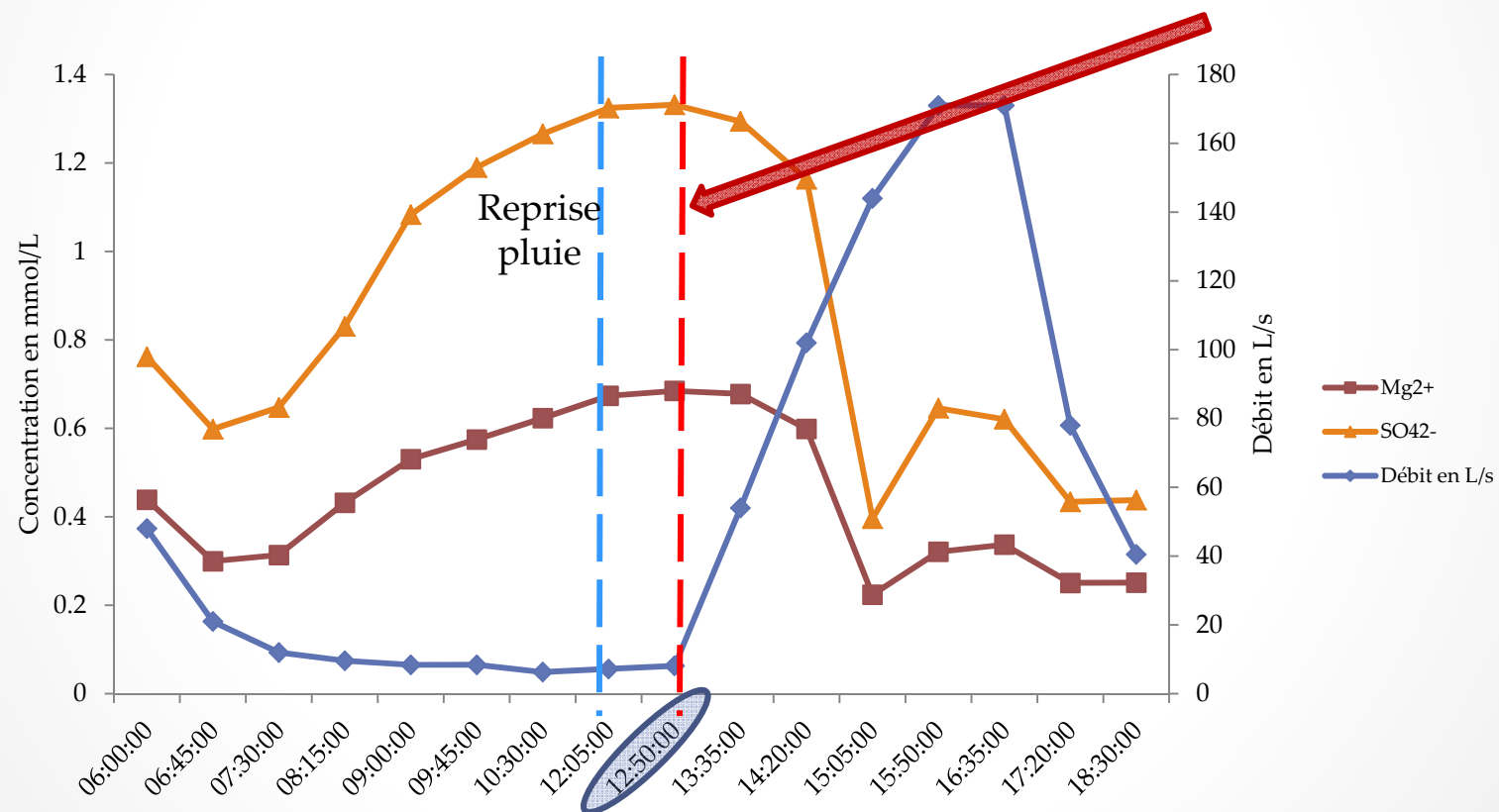
- **Éléments majeurs**
 - Décrue: retour au bruit de fond



Évènement pluvieux (L1) 4 avril 2012

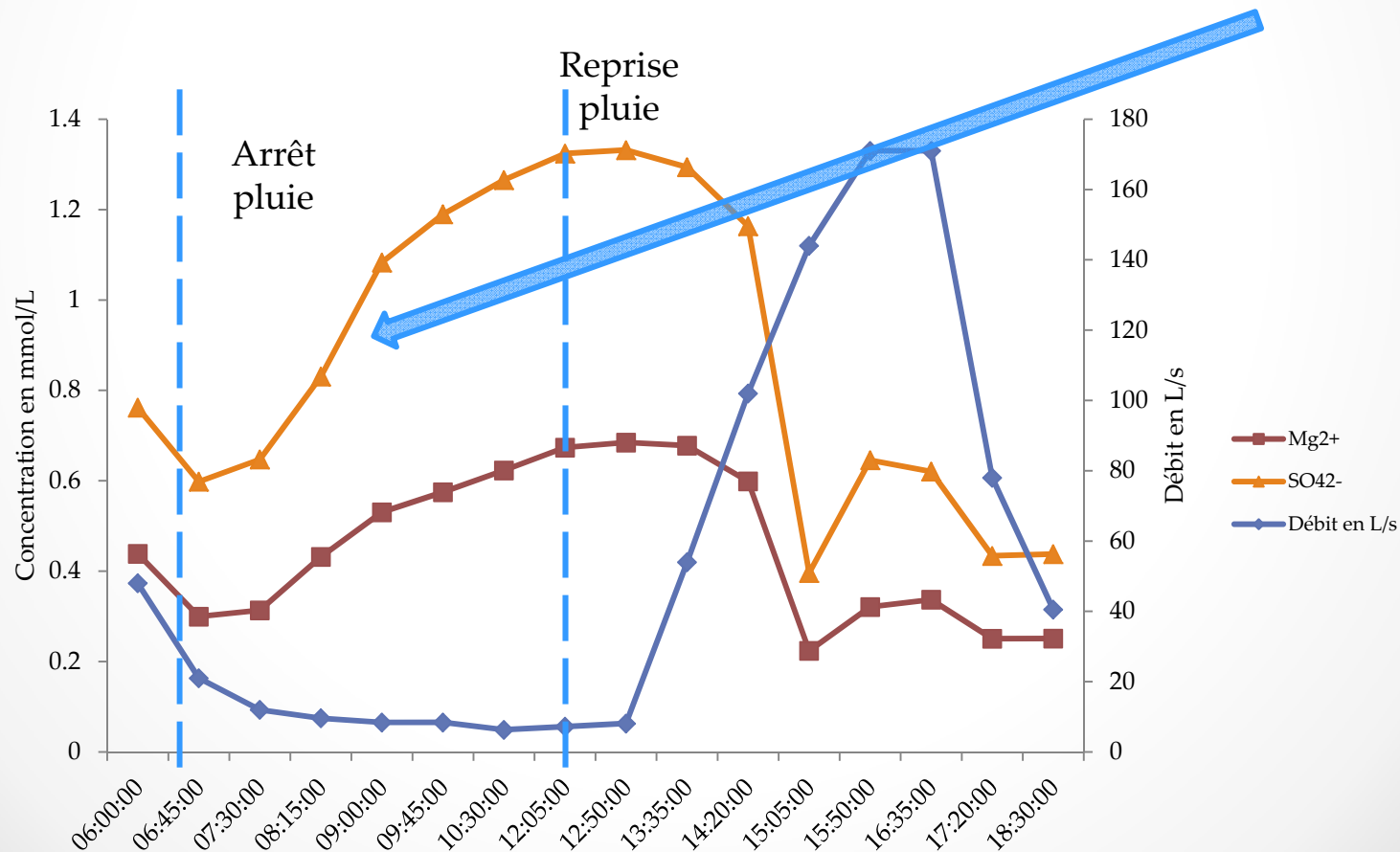
- **Éléments majeurs**

- Dilution  pas d'apport extérieur



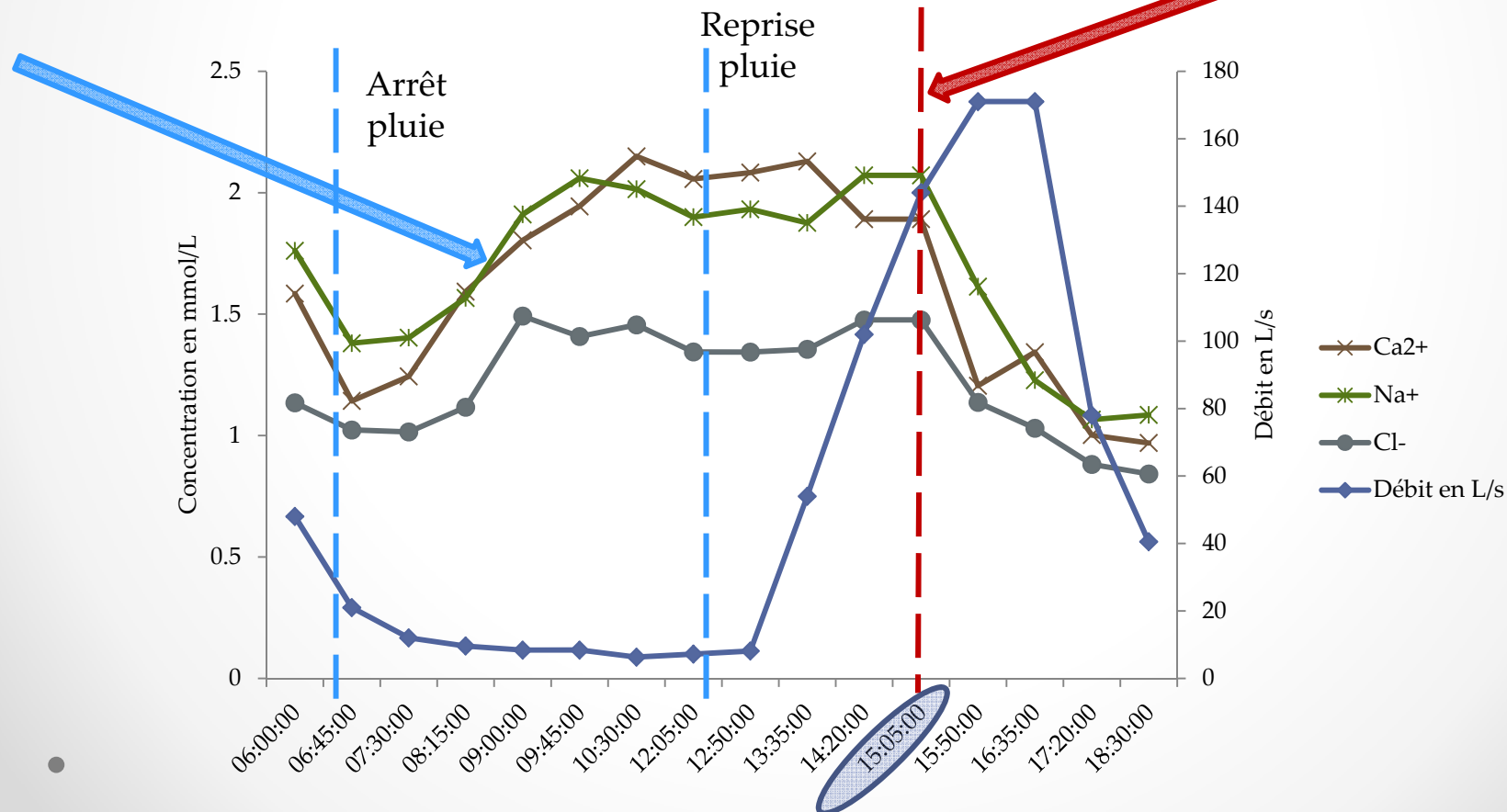
Évènement pluvieux (L1)

- **Éléments majeurs**
 - Décrue: retour au bruit de fond



Évènement pluvieux (L1)

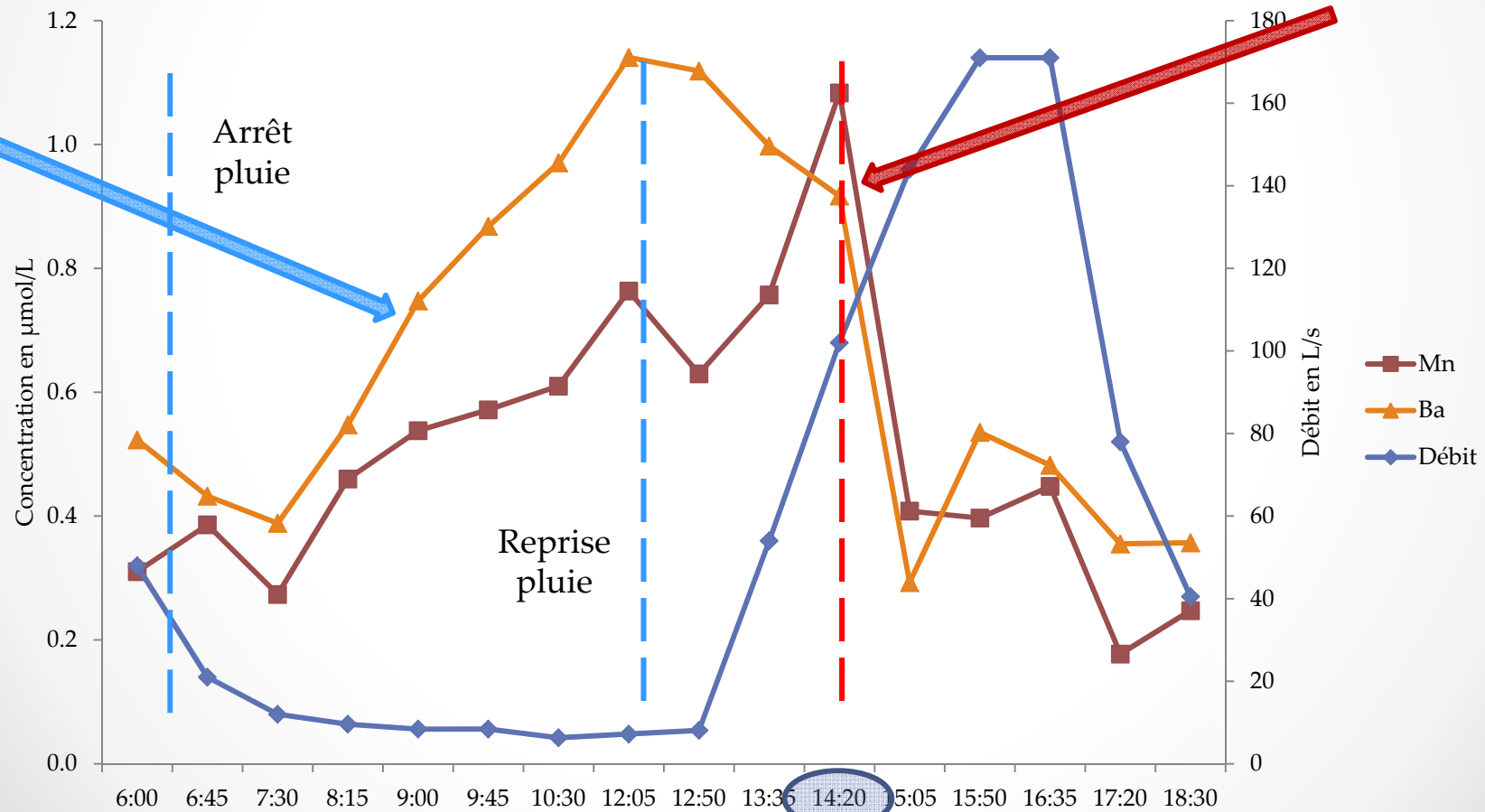
- **Éléments majeurs**
 - Retard dans la dilution
- ➔ Apport extérieur



Évènement pluvieux (L1)

- **Éléments traces**

- Dilution: Mn, Ba et Sr (non représenté ci-dessous).

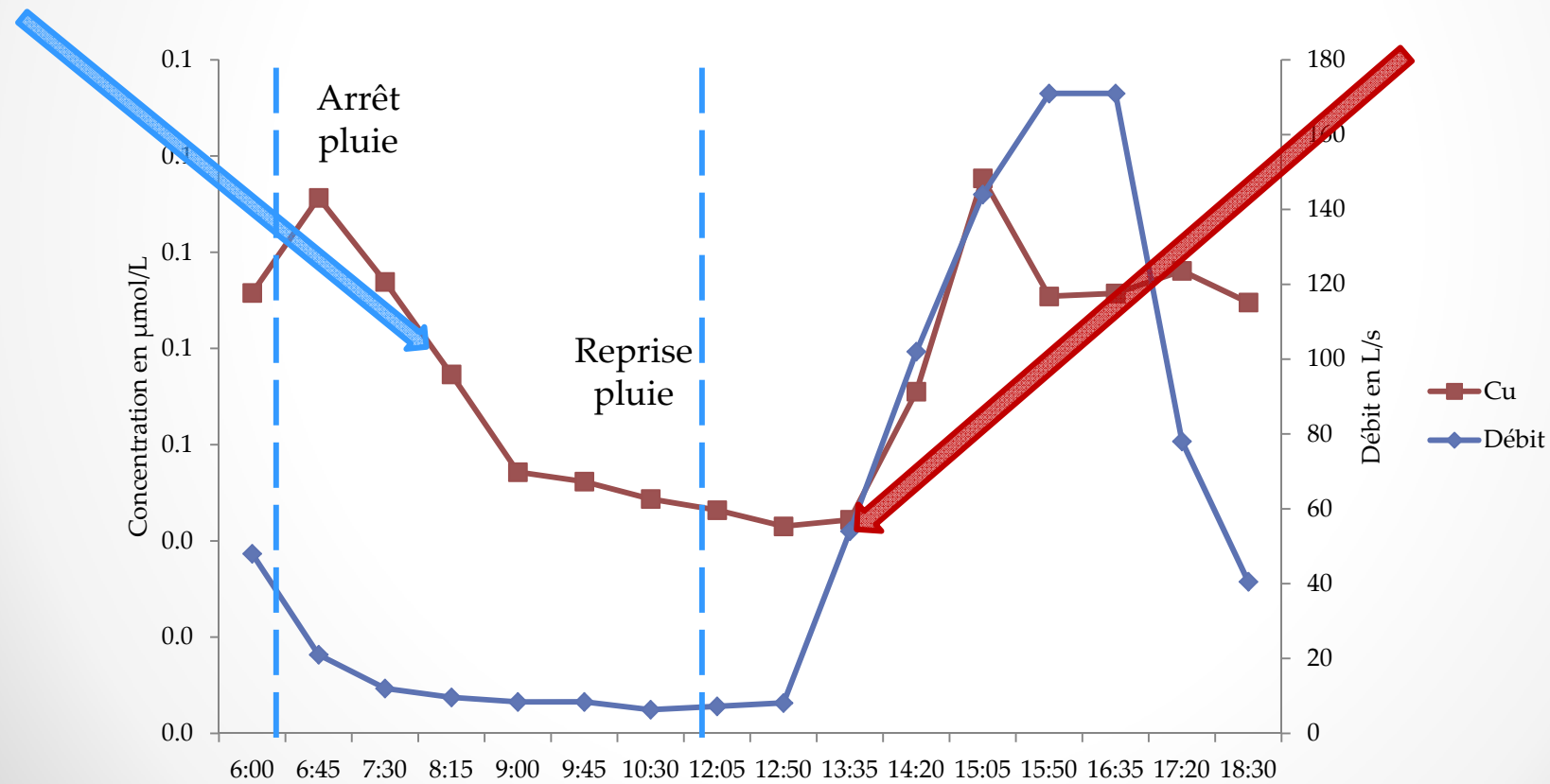


Évènement pluvieux (L1)

- **Éléments traces**

- Augmentation avec le débit: Cu et Zn (non représenté ci-dessous)

↳ Apport extérieur



Évènement pluvieux (L1)

- **Éléments traces**

- Augmentation et pic de concentration en retard par rapport au débit: Al, As, et V.



Apport extérieur

