



# Un siècle d'archive sédimentaire en PCB dans le lac du Bourget

Impacts des rejets urbains sur les milieux  
aquatiques

*Sarah JUNG, Cereve/Leesu - ENPC*

*Philippe BONTE, LSCE*

*Ghassan CHEBBO, Cereve/Leesu - ENPC*

*Marc DESMET, INRP*

*Jean-Marcel DORIOZ, INRA*

*Thierry WINIARSKI, LSE - ENTPE*

*Bruno TASSIN, Cereve/Leesu - ENPC*



# Plan

---

## I. Introduction

- ❖ Quelques éléments contextuels
- ❖ Les objectifs de la thèse

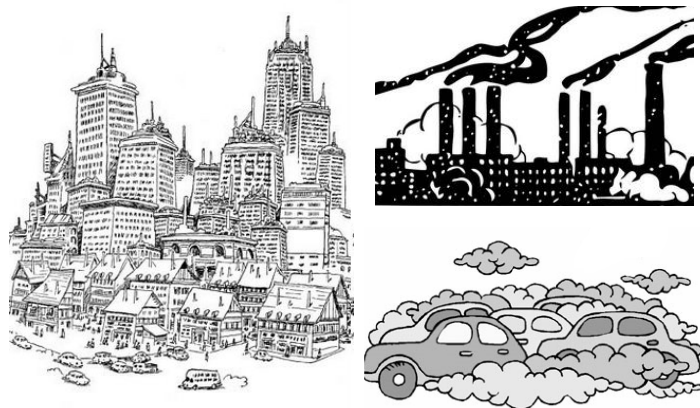
## II. Méthodologie

- ❖ La méthodologie générale
- ❖ Les contaminants analysés
- ❖ Les sites d'étude

## II. Résultats

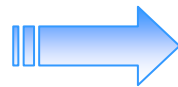
## III. Conclusions et perspectives

# Introduction : Contexte



## Urbanisation

& activités anthropiques associées



## Pression sur les milieux aquatiques

Ville = Source de contaminants organiques et métalliques pour les milieux récepteurs  
dépôts atmosphériques secs et humides



eaux usées



eaux pluviales

effluents urbains



# Introduction : Objectifs de la thèse

---

1

**Évaluer la contamination à partir du milieu urbain en la restituant dans un contexte historique**

comparer les apports actuels à ceux du passé

2

**Estimer les voies de transfert**  
**Apprécier, selon les époques, les voies de contaminations prépondérantes**  
**Établir le lien avec les activités du bassin versant**

atmosphérique?

aquatique: eaux usées, eaux pluviales?

# Introduction : Objectifs de la thèse

---

Approche historique : comparer les apports récents à ceux du passé



Quand?

Échelle temporelle liée au phénomène d'urbanisation  
→ 100 ans



Quoi?

→ Archives environnementales  
Analyse de carottes de sédiments lacustres  
→ Contaminants d'origine urbaine persistants dans les sédiments (organiques et métalliques)

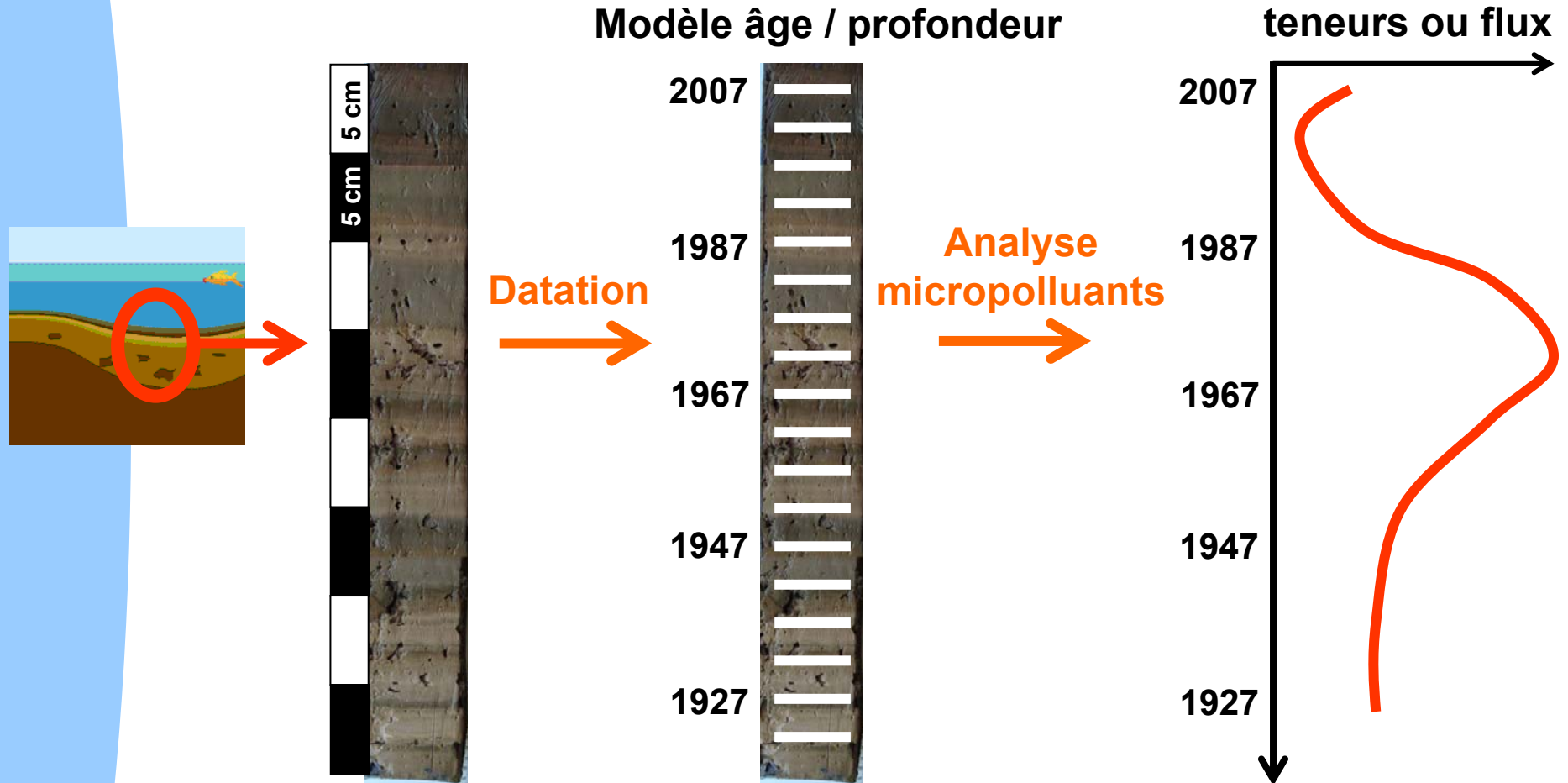


Où?

→ Sites impactés soumis à pression urbaine

Lac du Bourget : site principal / Lac du Vallon : référence

# Méthodologie générale



identification des sources et des voies de transferts  
lien avec les activités du bassin versant (BV)

# Méthodologie: analyse des carottes

## Prélèvement

Carottier à gravité



## Sous échantillonnage

Centimétrique (lac du Bourget et lac du Vallon)

Basé sur la description lithologique (carotte B2)



## Caractérisation des sédiments

Datation

Granulométrie

Carbone organique  
particulaire

## Analyse des métaux

minéralisation

Analyse par spectrométrie  
d'émission atomique à  
plasma induit (ICP-AES)

## Analyse des polluants organiques

Congélation - lyophilisation



Extraction



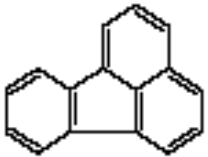
Purification  
Colonne de silice

Analyse en chromatographie phase gazeuse  
couplée à un spectromètre de masse (GC/MS)

# Les polluants analysés

## • HAP, PCB, PBDE (*Polluants Organiques Persistants POP*)

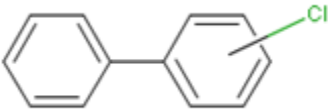
**POP** : toxicité, persistance dans l'environnement, bioaccumulation, transport longue distance



fluoranthene (Fluo)

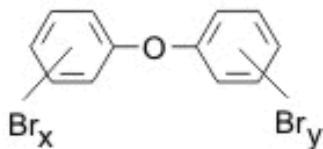
### **HAP hydrocarbures aromatiques polycycliques**

- Origine naturelle (feux de biomasse...)
- Origine anthropique (chauffage urbain, trafic automobile...)



### **PCB polychlorobiphényles**

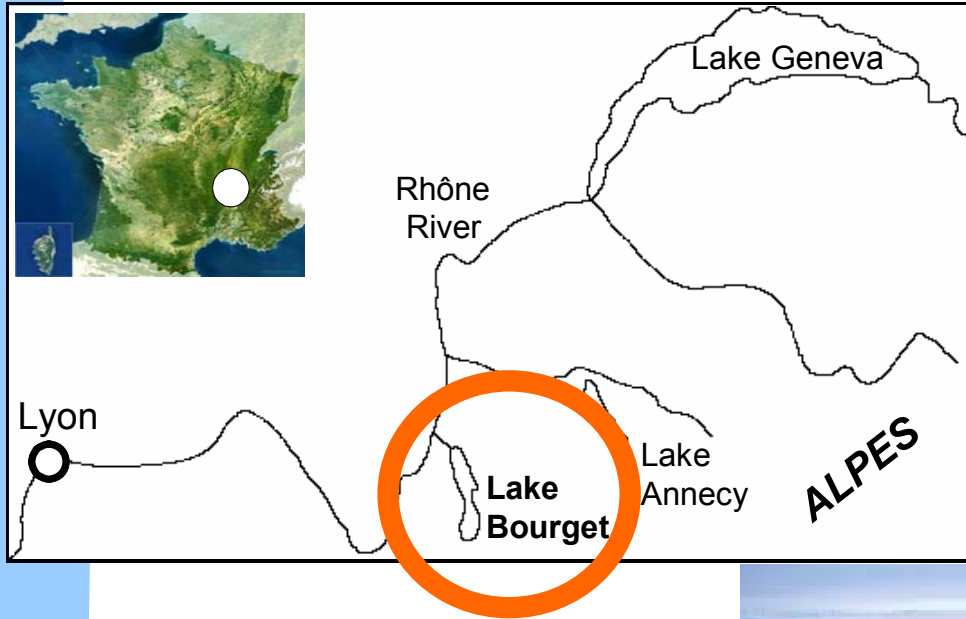
- Composés de synthèse
- Début commercialisation: 1930
- Utilisés dans les transformateurs électriques
- En France interdits depuis 1987



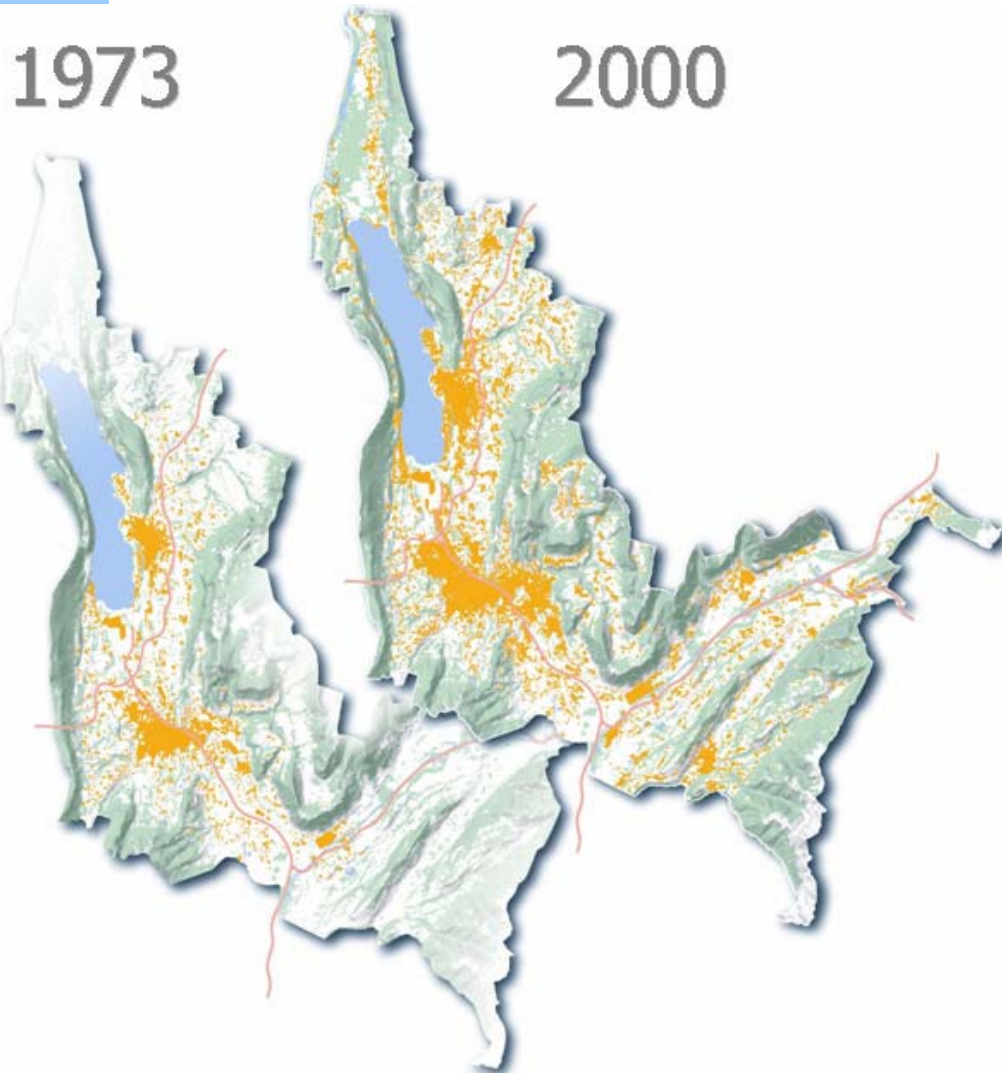
### **PBDE polybromodiphényles éthers (*retardateurs de flamme*)**

- Composés de synthèse
- Début commercialisation: 1970
- équipements électriques, informatiques...
- restriction d'usage depuis 2004 sur certains des mélanges commerciaux

# Les sites : (1) le lac du Bourget



# Les sites : (1) le lac du Bourget



## LE LAC DU BOURGET

Superficie : 42 km<sup>2</sup>

Longueur : 18 km

Largeur : 3 km

Profondeur : 145 m

## PRESSION URBAINE

- ❖ Sur le BV du lac du Bourget, entre 1973 et 2000 :
  - Zones bâties : +112%
  - Population : +36%
- ❖ 200 000 habitants sur le BV
- ❖ Axe Lyon-Genève

Source : Métropole Savoie

# Les sites : (1) le lac du Bourget

## Quelques mots sur la qualité des eaux du lac

1950 : 1<sup>ers</sup> signes d'eutrophisation  
→ importants apports polluants liés aux activités humaines

1980 : inauguration d'un collecteur détournant les rejets des stations d'épuration de Chambéry et Aix les Bains vers le Rhône

1990 : amélioration de la qualité des eaux du lac (P ↓)  
mais la biomasse reste élevée

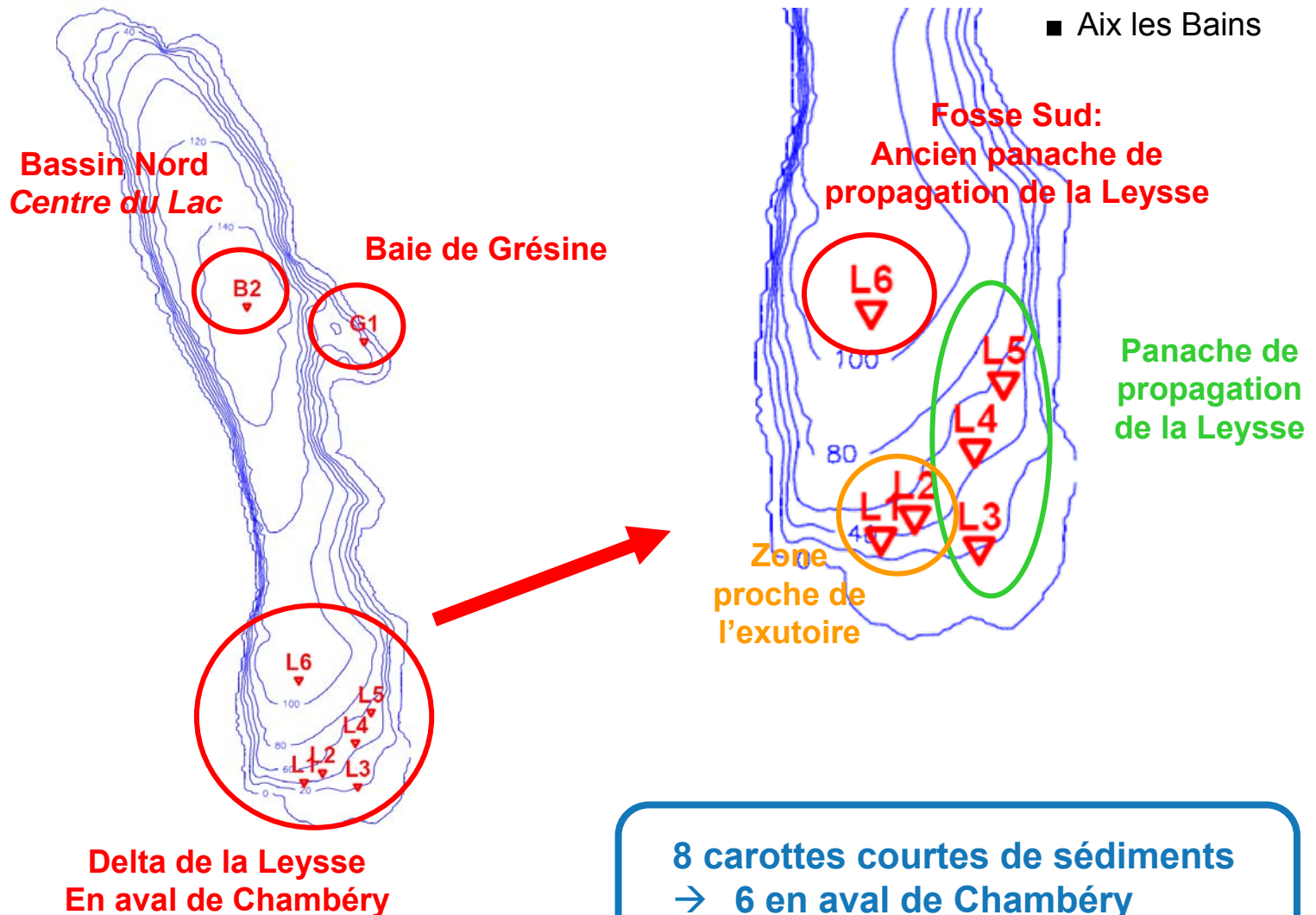
## Assainissement

- 20 stations d'épuration (STEP)
- 400 000 éq/hab

→ Chambéry et Aix les Bains : en partie équipées en réseau séparatif avec rejet des eaux pluviales au lac via ses affluents

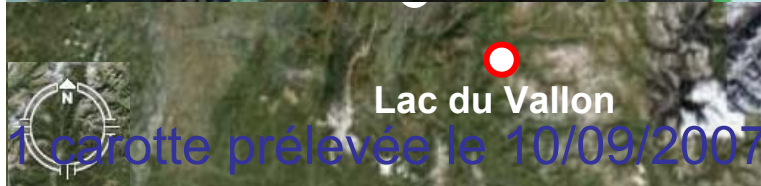
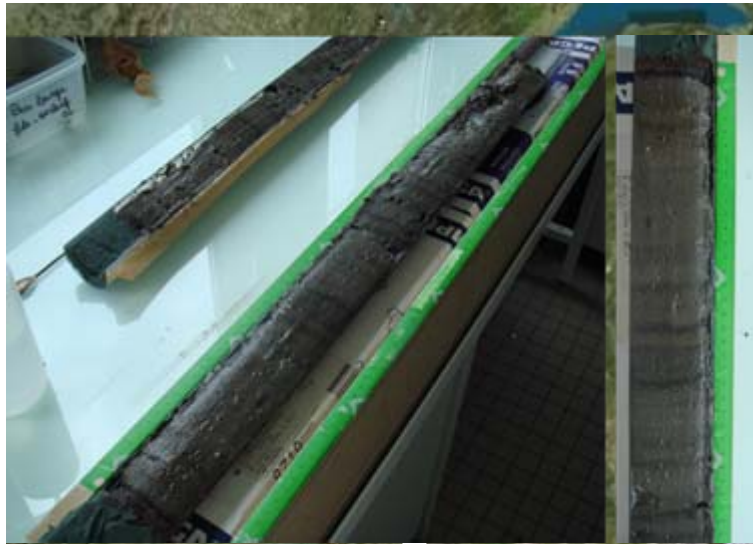


# Lac du Bourget : échantillonnage



8 carottes courtes de sédiments  
→ 6 en aval de Chambéry  
→ 2 carottes « référence »

# Les sites : (2) le lac du Vallon



Lac du Vallon  
1 carotte prélevée le 10/09/2007  
à 42 m de profondeur

Étude paléolimnologique commanditée par  
l'Agence de l'Eau RMC / lac de référence  
au titre de la DCE

## LE LAC DU VALLON

Lac d'altitude : 2510 m

Superficie : 0,14 km<sup>2</sup>

Profondeur : 47 m

Superficie du BV : 1,25 km<sup>2</sup>

Lac de référence

→ très peu impacté



# Plan : Résultats

---

## I. Historique de la contamination

- ❖ Profils verticaux en contaminants
- ❖ Niveaux de contamination
- ❖ Identification des sources

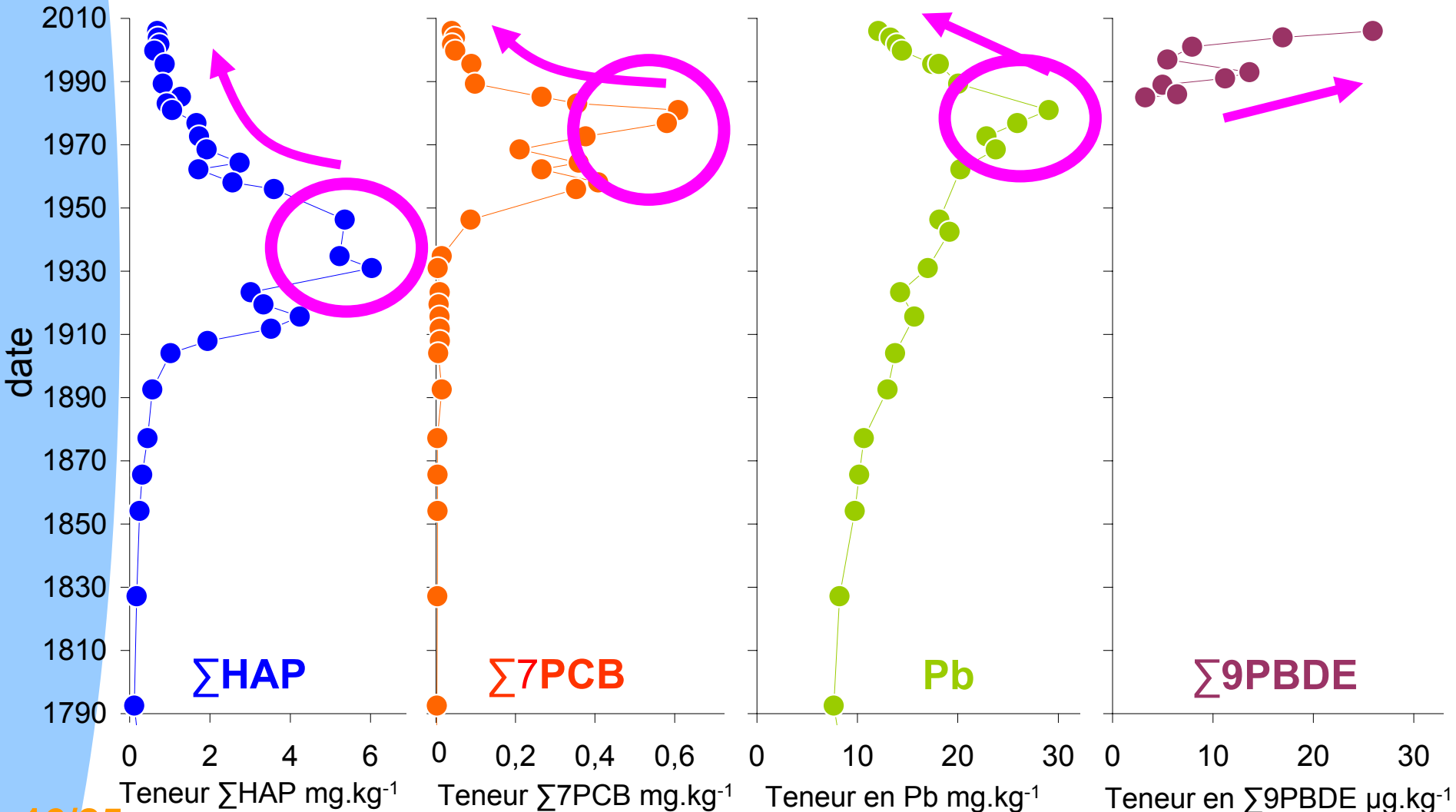
## II. Les voies de transfert

- ❖ Les flux calculés
- ❖ Comparaison Bourget/Vallon

## HISTORIQUE

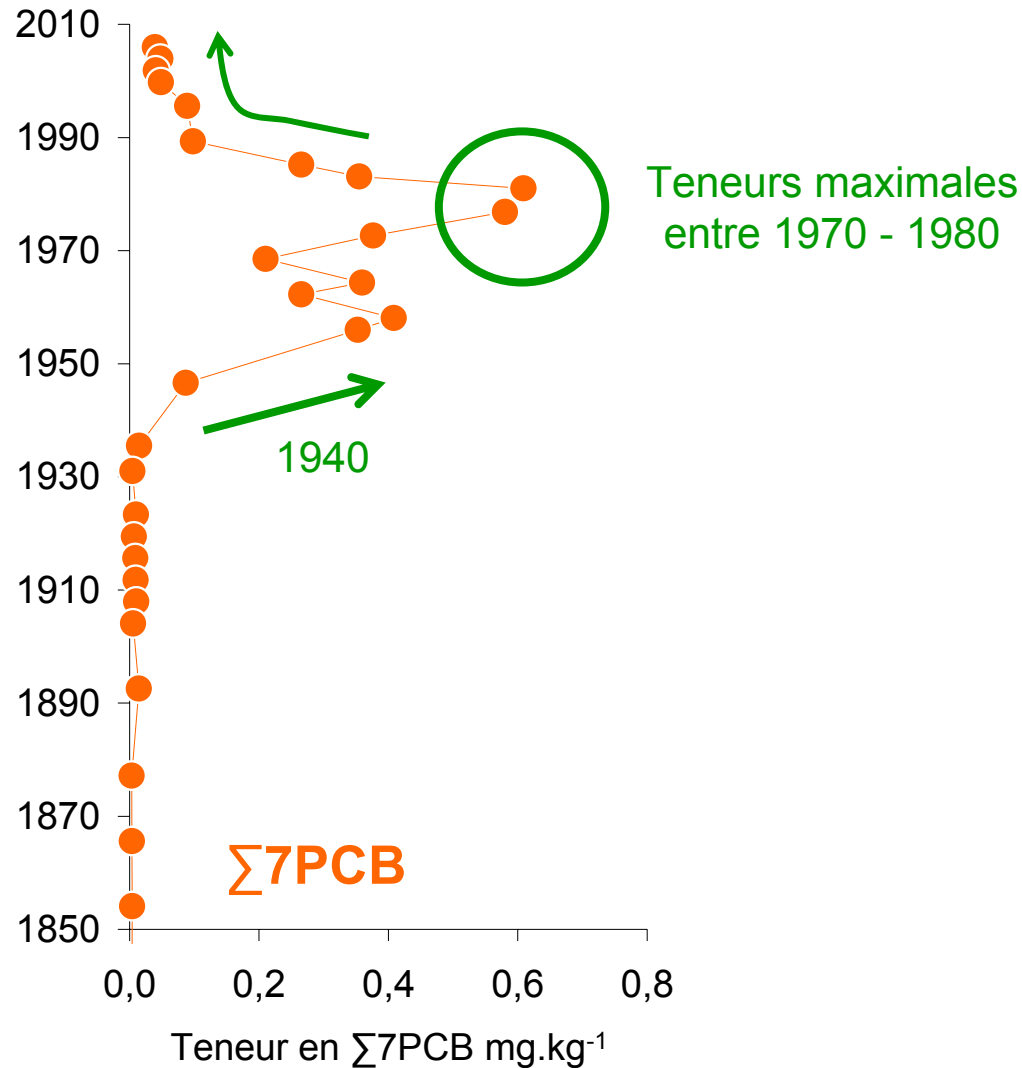
# Lac du Bourget : historique

Les tendances temporelles des différents contaminants



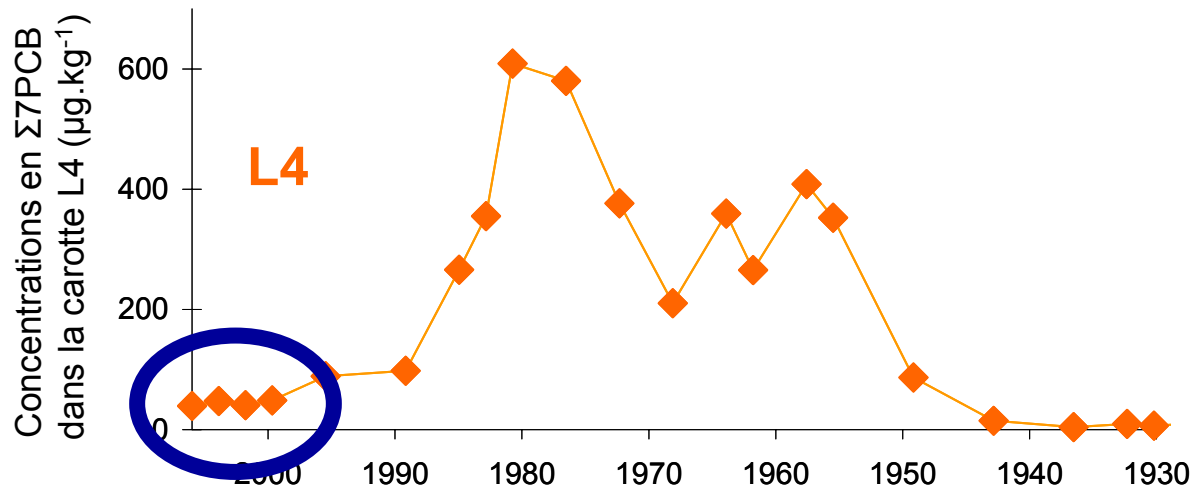
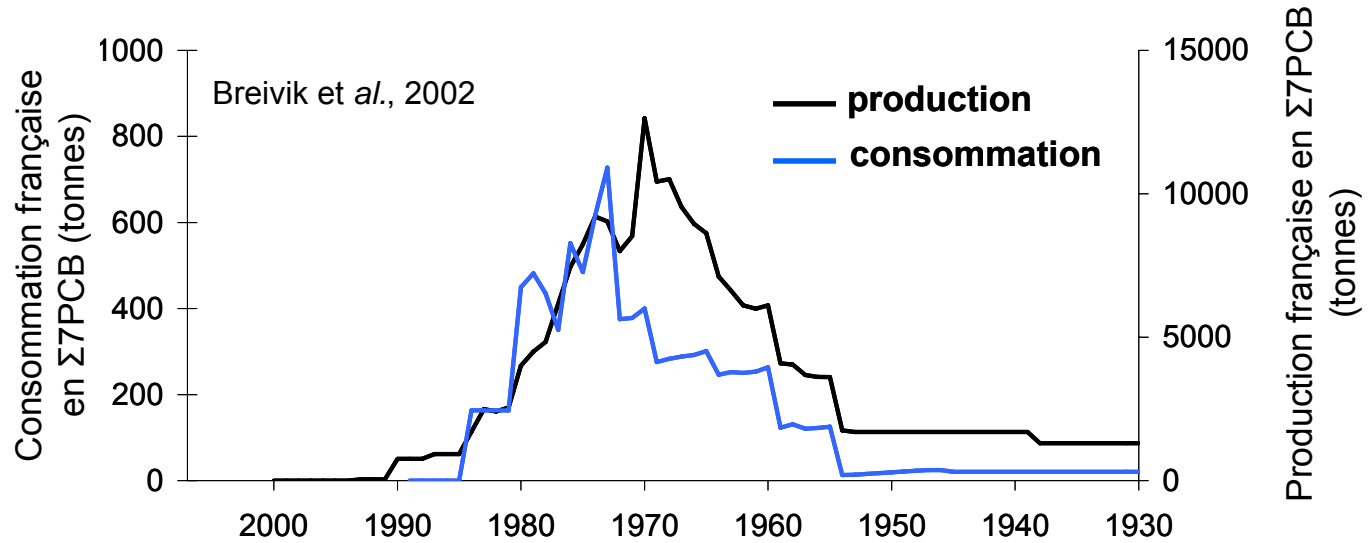
# Lac du Bourget : PCB

## Historique des apports en PCB



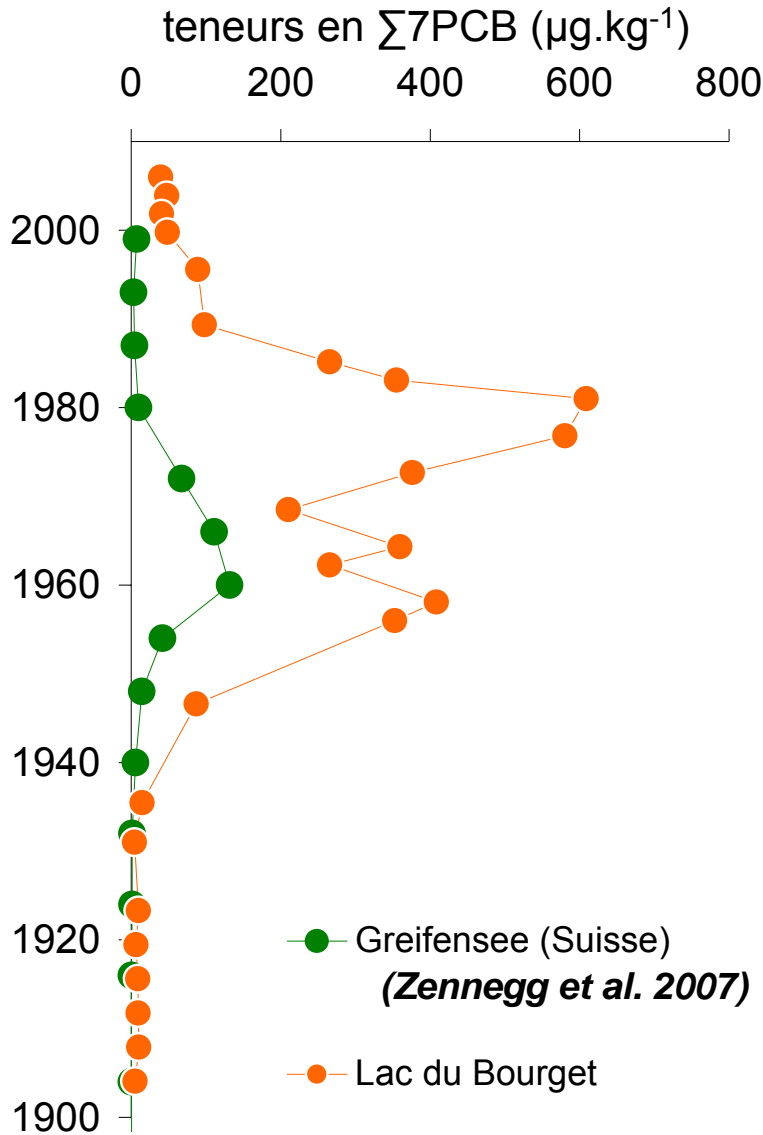
# Lac du Bourget : PCB

## production & consommation française



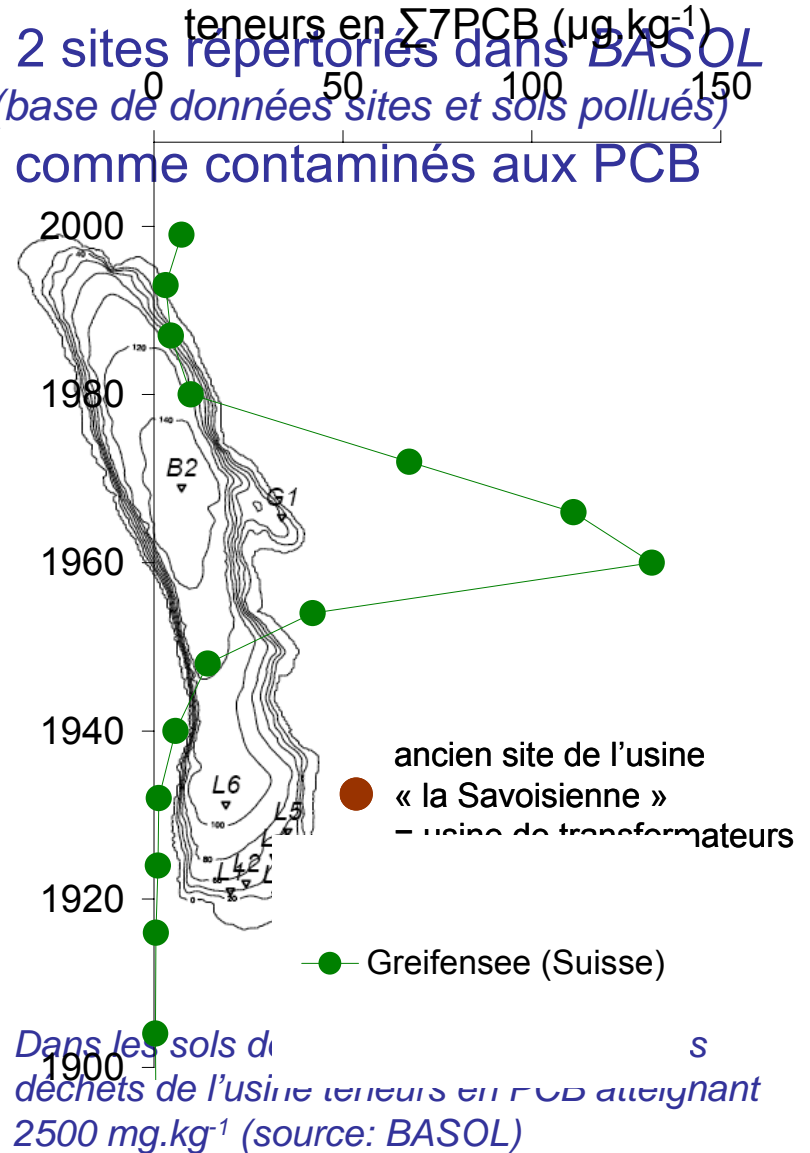
# Lac du Bourget : PCB

## Niveau de contamination



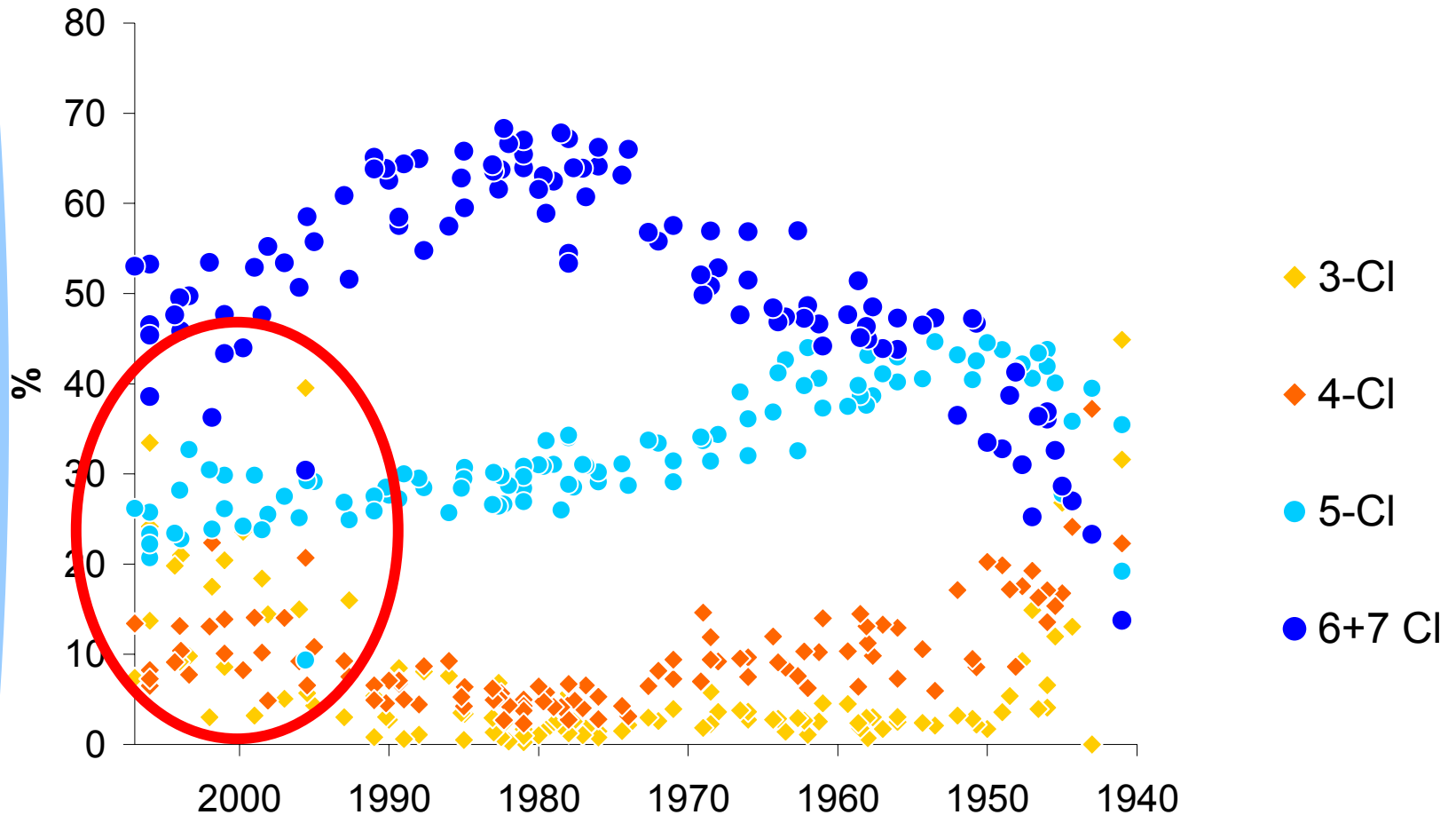
## ❖ Contamination locale aux PCB

## ❖ 2 sites répertoriés dans BASOL (base de données sites et sols pollués) comme contaminés aux PCB



# Lac du Bourget : PCB

## Distribution en PCB



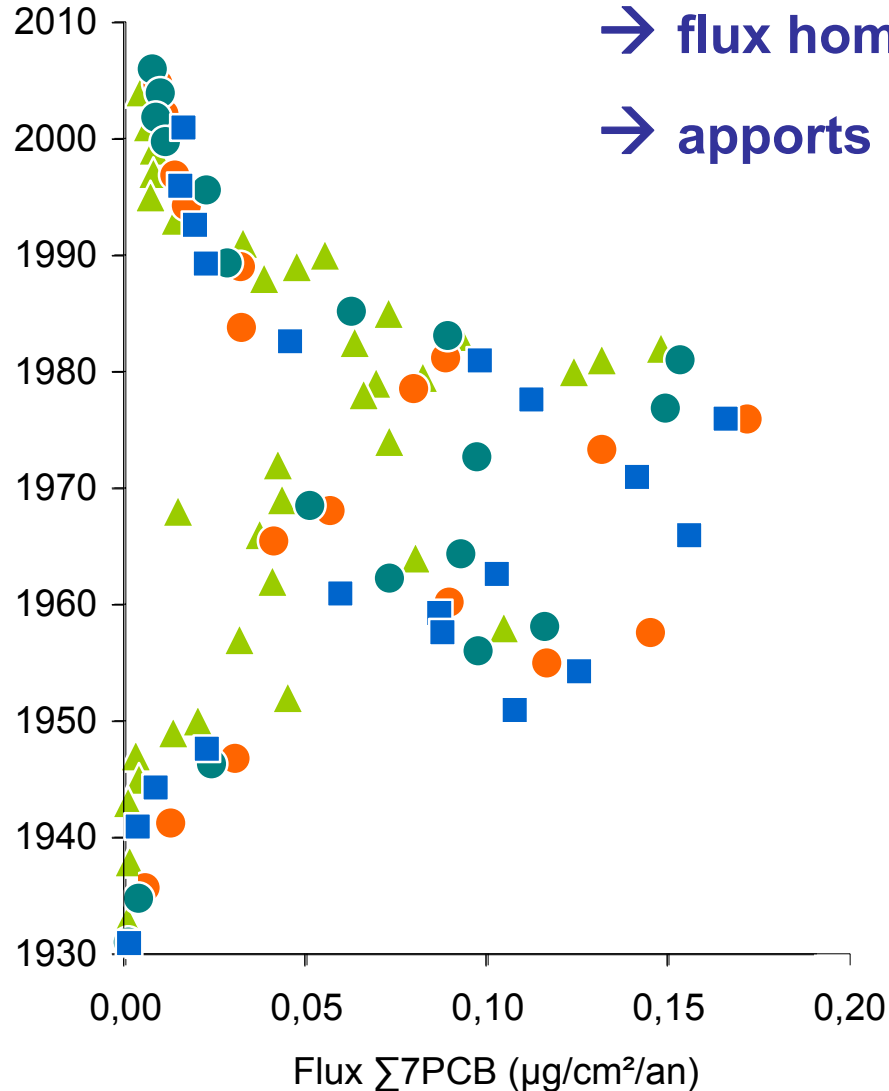
→ Profil caractéristique par les congénères faibles chlorés (AOC) chlorés 1260

→ Remobilisation de PCB à partir de sites contaminés

## VOIES DE TRANSFERT

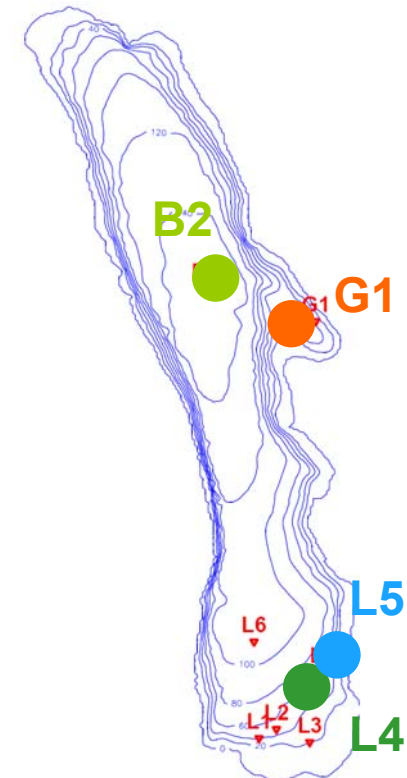
# Lac du Bourget: PCB

Flux de PCB: quid des autres sites?

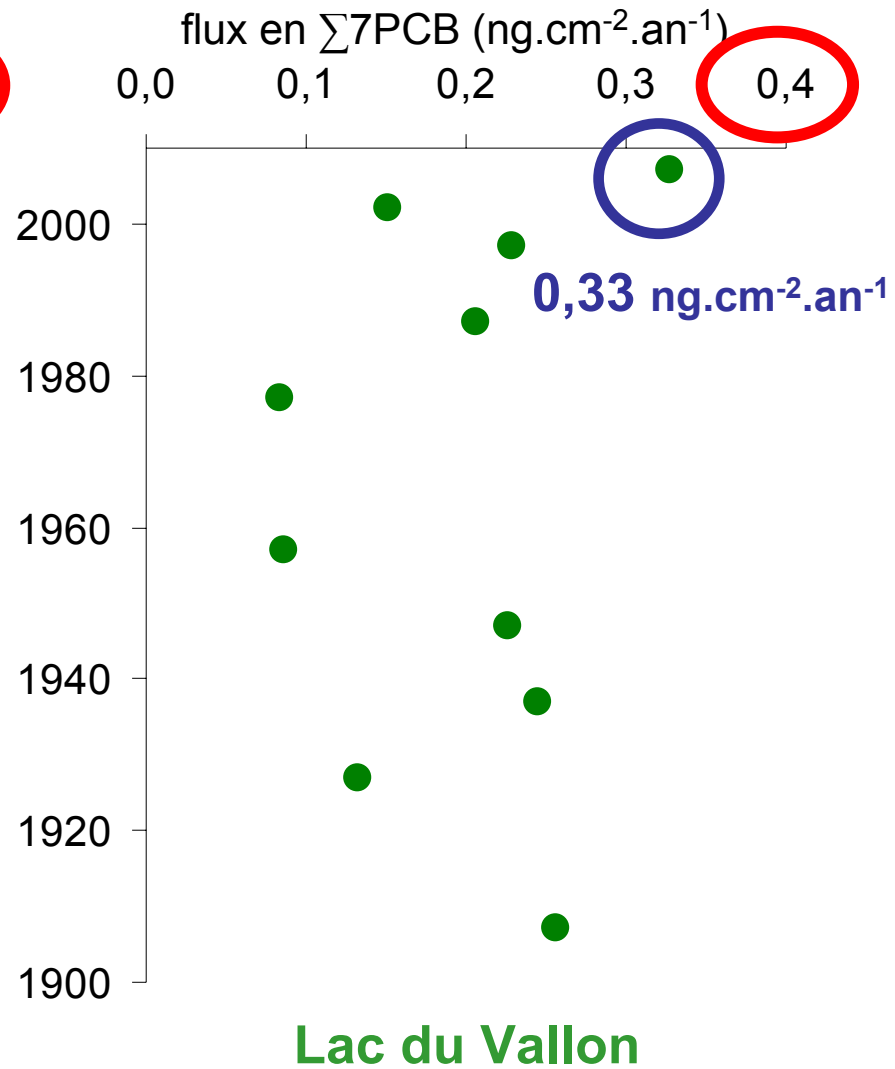
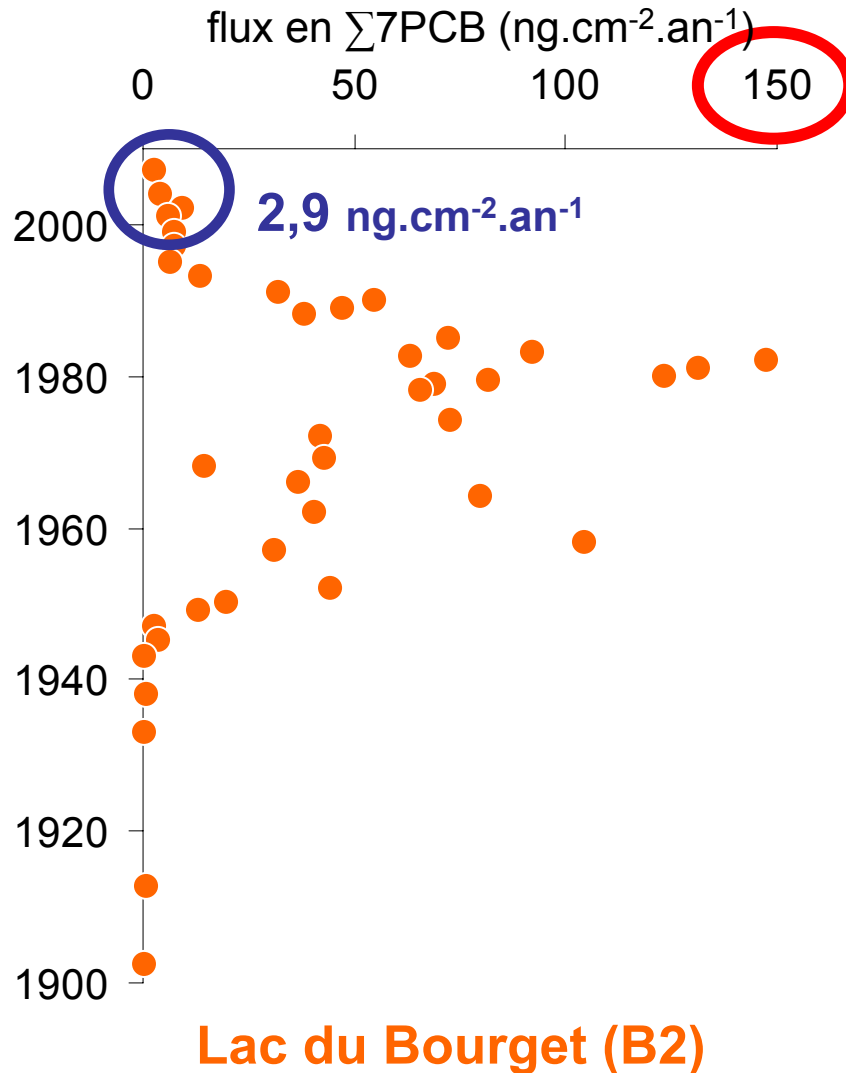


→ flux homogène sur l'ensemble du lac

→ apports atmosphériques



# Bourget / Vallon (PCB)

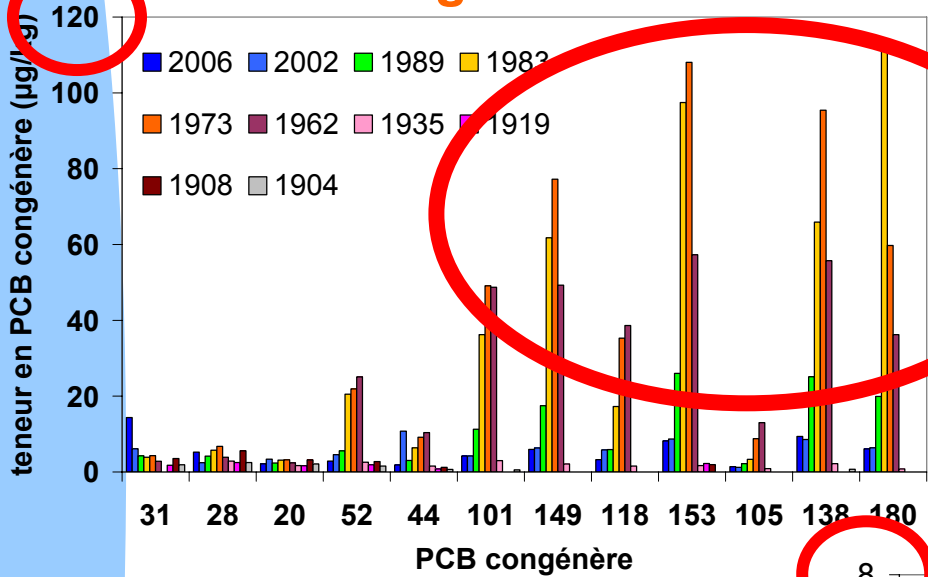


→ Contamination locale dans le lac du Bourget

# Bourget / Vallon (PCB)

## Distribution en congénères

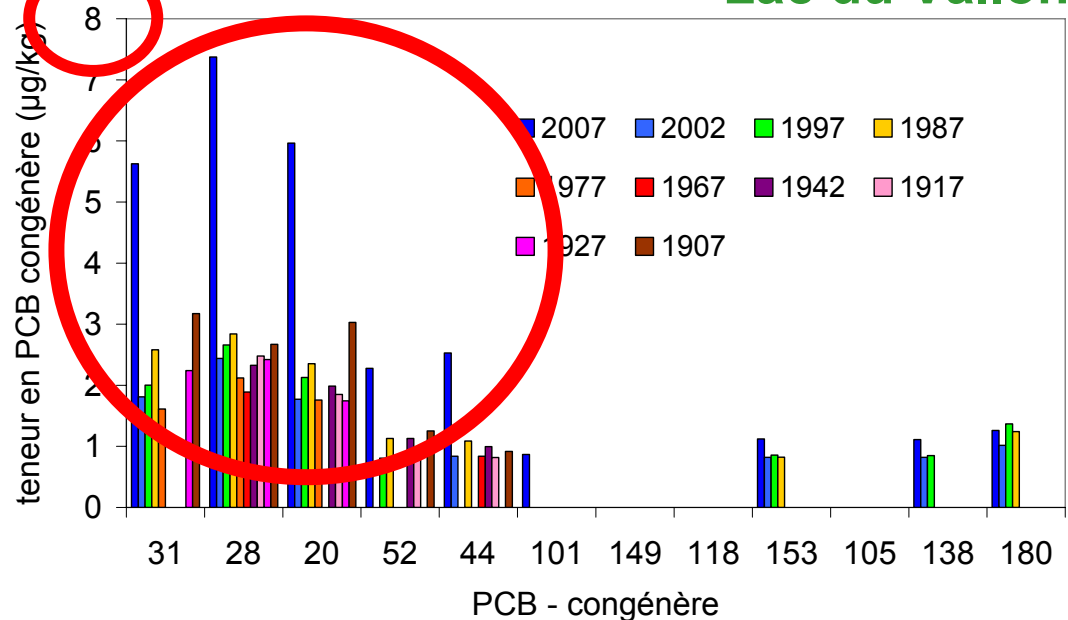
### Lac du Bourget



PCB fortement chlorés  
 → source proche  
 → contamination locale

PCB peu chlorés  
 → source éloignée  
 → atmosphérique

### Lac du Vallon



# Conclusions et perspectives

---

- ❖ + 150 ans d'enregistrement sédimentaire
- ❖ Profils caractéristiques des pays industrialisés du Nord
  - **HAP, PCB, métaux** : ↑ au cours du 20ème siècle  
actuellement tendance ↓
  - **PBDE** : tendance à la hausse
- Amélioration pour certaines substances
- Nécessité de réglementer à la source
- ❖ Voie de contamination **PCB** : atmosphérique local
- ❖ **Bourget / Vallon** : différentes échelles de contaminations
  - Zone d'influence des zones urbaines
- Intérêt des carottes de sédiments!



**MERCI DE VOTRE ATTENTION**

