

Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement
écologique et usages des plans d'eau

Présentation

22 et 23 novembre 2016

Aix-en-Provence – La Baume



**Besoins en connaissances scientifiques
et techniques pour concilier les
enjeux environnementaux avec les
activités opérationnelles de gestion
liées à la production d'eau potable**

Agata Sferratore, Pascal Dollet
Société du Canal de Provence
et d'aménagement de la région provençale



Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement
écologique et usages des plans d'eau

Plans d'eau et usages
eau potable

Contexte et usages de l'eau des infrastructures SCP

Enjeux pour l'usage « eau potable »

Retours d'expérience SCP : Problématique d'oxygénation

Retours d'expérience SCP : Problématique de COT

Synthèse des besoins



Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement
écologique et usages des plans d'eau

Contexte et usages de l'eau
des infrastructures SCP



Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement
écologique et usages des plans d'eau

Origines principales de l'eau



Serre-Ponçon



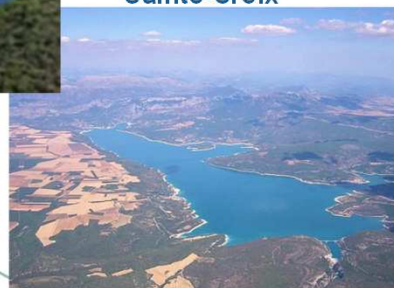
Retenue de la Laye (SIIRF)



Bimont



Esparron



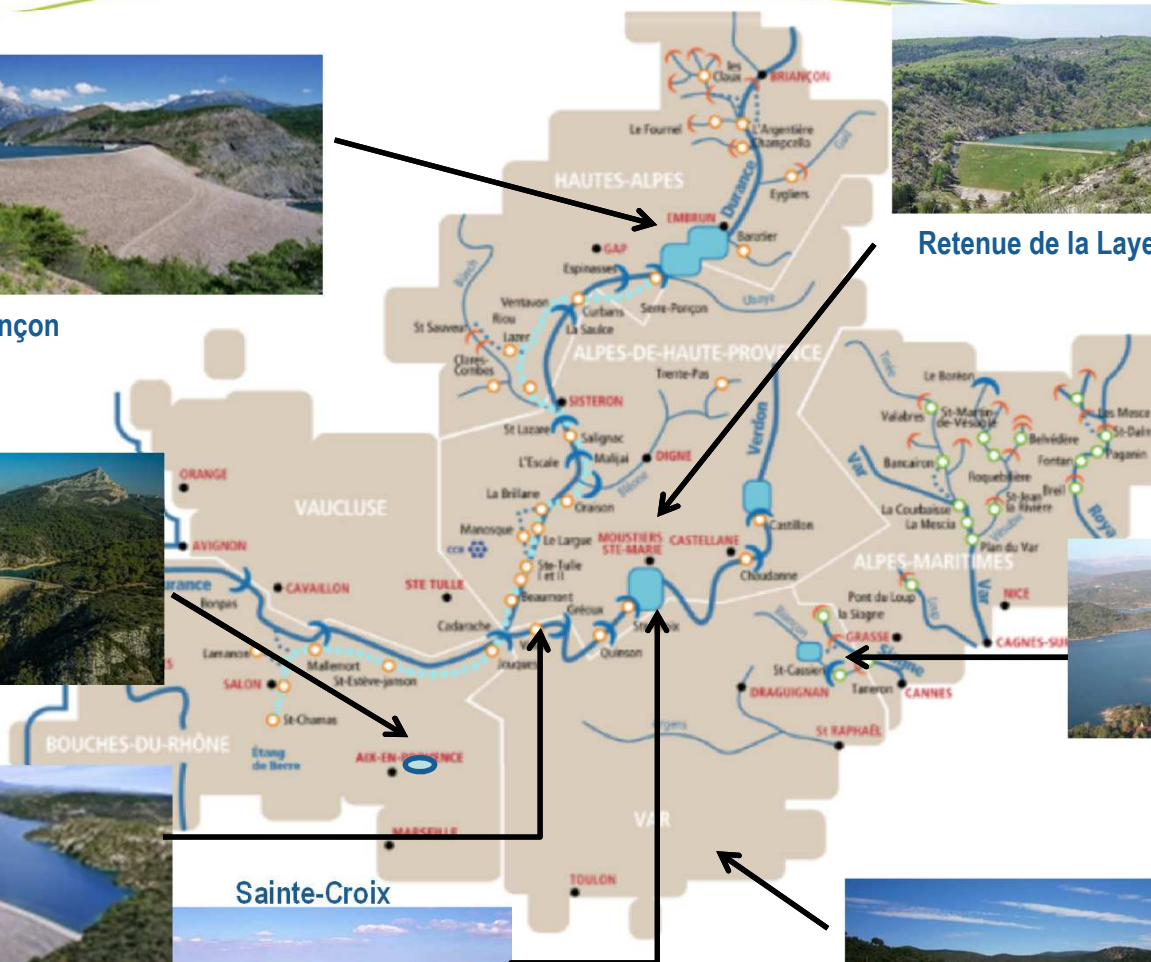
Sainte-Croix



Saint-Cassien



Trapan



Des retenues avec
une vocation
hydroélectrique

Bimont : MEA,
Les autres :
MEFM

Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement écologique et usages des plans d'eau

- ➔ 37 000 Particuliers
- ➔ 6 000 Exploitations Agricoles
- ➔ 1 700 Entreprises
- ➔ 165 Communes
- ➔ 2 000 Poteaux et Postes Incendie

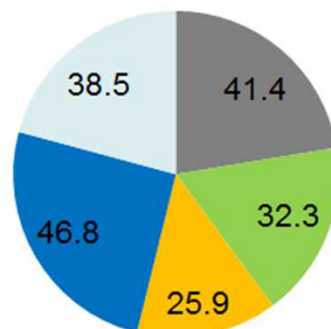


Usages de l'eau

Répartition des surfaces équipées par département



Répartition en volumes 2014 (Mm3)



- Industrie et Entreprises non agricoles
- Agriculture
- Particuliers
- Collectivités
- Transport et divers

Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement
écologique et usages des plans d'eau

Contexte et usages de l'eau
des infrastructures SCP

Les réseaux :

Une concession régionale

Une concession départementale (Vaucluse)

Des contrats d'affermage dans les Alpes de Haute-Provence

10 centres d'exploitation
répartis sur le territoire régional
pour un service de proximité 24h/24

15 stations
de potabilisation
4 stations de clarification
et filtration

85 barrages
et réservoirs de proximité

83 stations de pompage

6 mini et microcentrales
hydroélectriques qui produisent
50% de la consommation
de la SCP

200 km d'ouvrages principaux dont :
près de **70** km de canaux à ciel ouvert,
plus de **140** km de galeries traversant
les massifs de la Sainte-Victoire,
de la Sainte-Baume et de l'Etoile

5000 km de canalisations
d'adduction et de distribution

250 millions de m³
stockés dans les réserves
du Verdon**

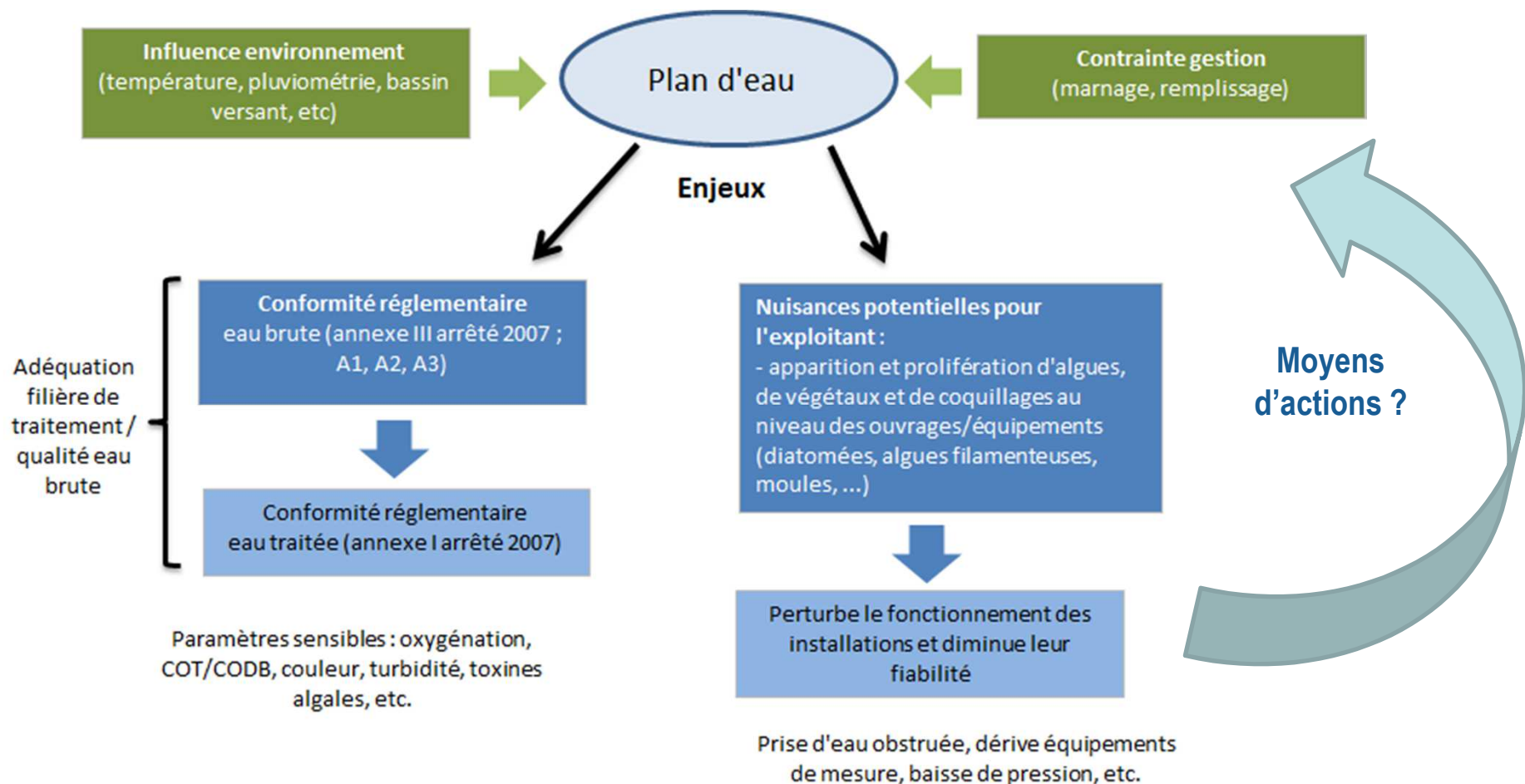
** Et 10 millions de m³ dans
la réserve de Saint Cassien

Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement écologique et usages des plans d'eau

Enjeux pour l'usage « eau potable »

Connaissance du fonctionnement physique et biologique... ?



Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement écologique et usages des plans d'eau

Enjeux pour l'usage « eau potable »

Efforts et priorités pour l'exploitation

1. **La préservation du milieu aquatique** → aspect prévention des pollutions anthropiques. Dimension écologique et son intérêt pas explicitement pris en compte.
2. **Le monitoring de qualité d'eau** → suivi sur un nombre de paramètres réduits mais adaptés à l'enjeu de traitement (turbidité) au niveau du transport artificiel, voir au point d'usage.
 - Difficulté de mise en œuvre d'une surveillance au niveau du plan d'eau (installation équipements)
 - Paramètres de qualité d'eau axés sur la physico-chimie
3. **L'optimisation coordonnée de l'exploitation de la retenue... ou l'adaptation aux contraintes d'exploitation de la retenue**
 - Temps de séjour hydraulique
 - Condition d'alimentation
 - Gestion du marnage (cycles d'oxydo-réduction des sédiments, exposition aux ruissellements)



Volet connaissance
fonctionnement écologique
absent...

Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement écologique et usages des plans d'eau

Enjeux pour l'usage « eau potable »

Priorité aux capteurs « simples » et aux réponses interprétables directement pour un exploitant



Turbidité
Conductivité
pH

Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement écologique et usages des plans d'eau

Enjeux pour l'usage « eau potable »

Instrumentation pour la surveillance de la qualité de l'eau :

- **Détection de pollution**



- **quelques dispositifs biologiques** → contrainte d'exploitation d'entretien d'exploitation forte (rex SCP sur Gymnotox) et réponses pas évidentes à interpréter
- **quelques capteurs physicochimiques** → principes optiques (UV, fluorimétrie) de sélectivité et sensibilité limitées pour une utilisation courante.

- **Détection de phénomènes biologiques**

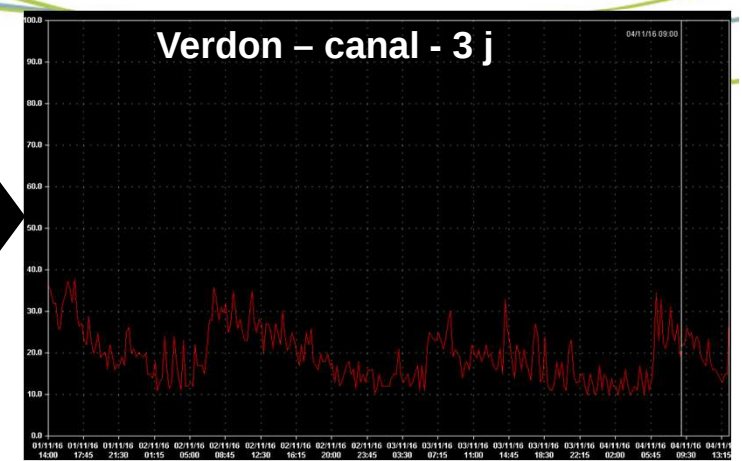
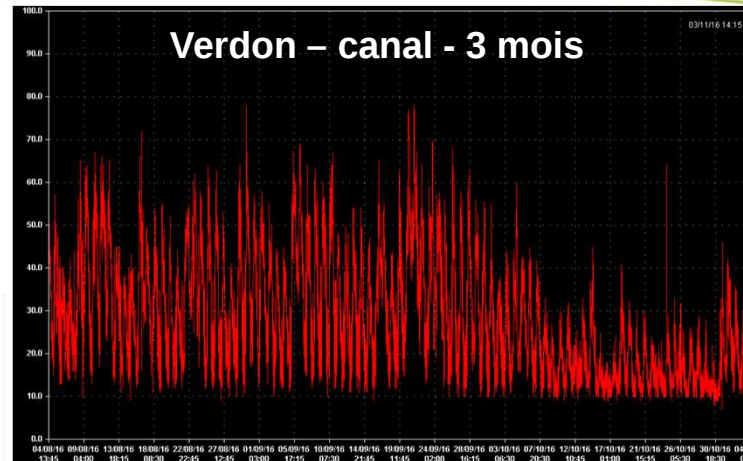
- capteurs chlorophylle et phycocyanine → gestion risque cyanobactéries
- larves d'organismes et microorganismes invasifs (moule zébrée, diatomées géantes, etc.) → ??

→ Besoin d'innovation dans la détection de pollutions chimiques et des déséquilibres biologiques...mais adaptée à un usage simple et pratique.

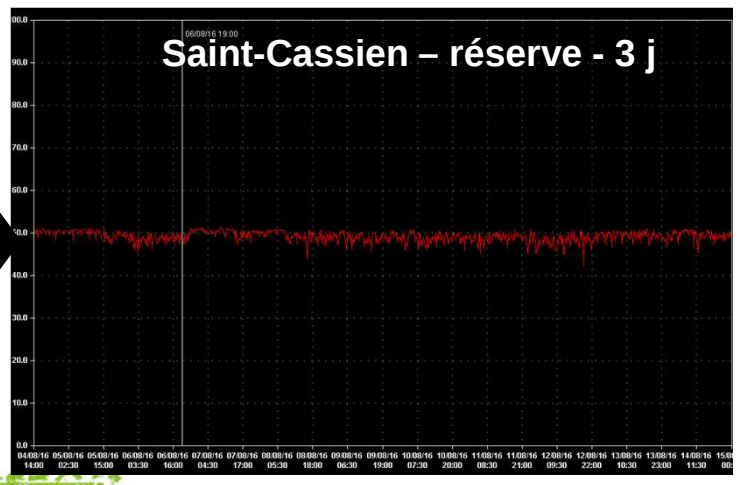
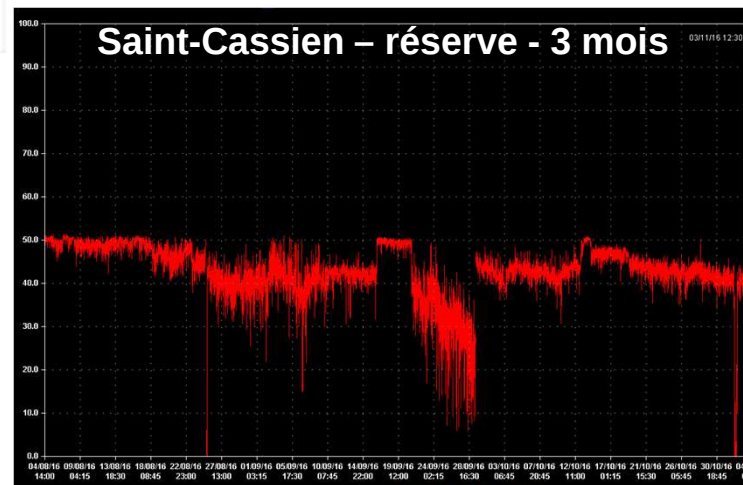
Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement
écologique et usages des plans d'eau

Enjeux pour l'usage « eau
potable »



« Capteurs » biologiques (suivi activité de vairons) → amplitudes variables
selon contexte...quelles explications à qualité d'eau constante ?



ONEMA
Office national de l'eau
et des milieux aquatiques

Ministère
de l'Environnement,
de l'Énergie
et de la Mer

biodiversité
"Une agence française pour la Biodiversité"

Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement écologique et usages des plans d'eau

**Retour d'expérience SCP :
Problématique d'oxygénation**

1. Exemple de la problématique d'oxygénation

- Réchauffement des couches supérieures d'eau → t° max 25° C pour AEP
- Phénomène de stratification thermique estival → risque de solubilisation de fer et manganèse
- Apparition de problèmes d'odeurs (sulfures) et de mauvais goût
- Exceptionnellement : prolifération algale subite suivi d'une croissance de zooplancton

Période de manifestation : été

Conditions d'apparition : température ...et quoi d'autre ?

Pas d'anticipation possible.



Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement écologique et usages des plans d'eau

**Retour d'expérience SCP :
Problématique d'oxygénation**

Impact pour la production d'eau potable

- Risque de désinfection non maîtrisée (surconsommation chlore)
- Nuisances organoleptiques = plaintes clients, pas d'usage consommation humaine
- ➔ Pas de risque sanitaire mais des désagréments impliquant une réticence d'utilisation de l'eau pour la consommation
- ➔ Influence prépondérante de la phase sédiment sur la qualité de l'eau



2. Problématique du COT (carbone organique total)

2.1 THM (trihalométhanés)

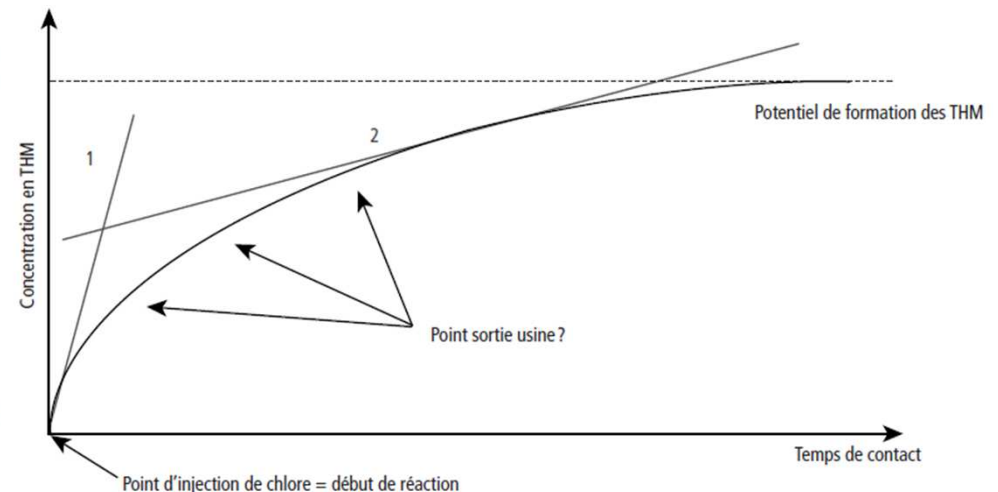


Chloroforme (CHCl_3)
Bromodichlorométhane (CHCl_2Br)
Dibromochlorométhane (CHClBr_2)
Bromoforme (CHBr_3)

Point de contrôle en sortie
station $\rightarrow$ concentration < point de
Consommation

- Rendement de réaction et nature de
composés chlorés selon la nature de la
matière organique (réactivité)

*Il existe d'autres sous-produits de chloration
encore non règlementés...*



Evolution potentielle de la concentration en THM

Composés	Niveaux (µg/L)	Classification IARC/EPA ^b	Type d'oxydant ^c	Composés	Niveaux (µg/L)	Classification IARC/EPA ^b	Type d'oxydant ^c
<i>Sous-produits de désinfection réglementés aux États-Unis</i>				<i>Sous-produits de désinfection réglementés aux États-Unis</i>			
Trihalométhanes* (THM)				Autres acides haloacétiques (HAA)			
Chloroforme (trichlorométhane)	10 ¹ -10 ²	2B/-	Chlore +++	Acide bromochloroacétique	1-10		Chlore +++
Bromodichlorométhane	1-10	2B/B2	Chloramines +	Acide bromodichloroacétique	1-10		Chloramines +
Chlorodibromométhane	1-10	3/C	Dioxyde de chlore +/- (si impurités de chlore)	Acide dibromochloroacétique	1-10		Dioxyde de chlore +/-
Bromoforme (tribromométhane)	1-10	3/B2	Ozone +/- (uniquement bromoforme si eau riche en ions bromure)	Acide tribromoacétique	1-10		Ozone +/-
Acides haloacétiques (HAA)				Iodo-THM et autres THM non réglementés			
Acide chloroacétique	1		Chlore +++	Dichloriodométhane	1		
Acide bromoacétique	1		Chloramines +/-	Bromochloriodométhane	1		
Acide dichloroacétique	10 ¹ -10 ²	2B/B2	Dioxyde de chlore +/-	Dibromiodométhane	1		Chlore +
Acide dibromoacétique	10 ¹ -10 ²		Ozone +/-	Chlorodiodométhane	1		Chloramines +
Acide trichloroacétique	10 ¹ -10 ²	3/-		Bromodiodométhane	1		Ozone/chloramines ++
Oxyhalides				Iodoforme (triiodométhane)	1		
Bromates*	1	2B/B2	Chlore + (impurité dans la solution mère)	Dichlorométhane	1		
			Dioxyde de chlore +	Bromochlorométhane	ND		
			Ozone +++	Dibromométhane	ND/10 ⁻³ -1		
Chlorites	10 ¹ -10 ²		Dioxyde de chlore +++	MX			
<i>Sous-produits de désinfection non réglementés</i>				MX ^d	10 ⁻³ -1	2B/-	
Halonitrométhanes				EMX (isomère géométrique)	10 ⁻³		
Chloronitrométhane	10 ⁻³ -1			ZMX	10 ⁻³		
Bromonitrométhane	10 ⁻³ -1			Acide mucochlorique	10 ⁻³ -1		Chlore +
Dichloronitrométhane	10 ⁻³ -1		Chlore +/-	BMX-1	10 ⁻³ -1		Chlore/chloramines +++
Dibromonitrométhane	1		Chloramines +/-	BMX-2	10 ⁻³		
Bromochloronitrométhane	10 ⁻³ -1		Ozone/chlore ++	BMX-3	10 ⁻³		
Trichloronitrométhane (chloropicrine)	1-10		Ozone/chloramines ++	BEMX-1	10 ⁻³ -1		
Bromodichloronitrométhane	1			BEMX-2	10 ⁻³ -1		
Dibromochloronitrométhane	1			BEMX-3	10 ⁻³ -1		
Tribromonitrométhane (bromopicrine)	1			Haloamides			
Iodo-acides				Chloroacétamide	1		
Acide iodoacétique	1		Chlore +/-	Bromoacétamide	1		
Acide bromoiodoacétique	1		Chloramines +++	Iodoacétamide			
Acide (Z)-3-Bromo-3-iodopropénoïque	10 ⁻³ -1			Dichloroacétamide	1		
Acide (E)-3-Bromo-3-iodopropénoïque	10 ⁻³ -1			Bromochloroacétamide	1		
Acide 2-Iodo-3-méthylbutènedioïque	1			Dibromoacétamide	1		Chlore +
				Bromiodoacétamide	1		Chloramines ++
				Trichloroacétamide	1		
				Bromodichloroacétamide	1		
				Dibromochloroacétamide	1		
				Tribromoacétamide	1		
				Diiodoacétamide			
				Chloroiodoacétamide			
				Haloacétonitriles (HAN)			
				Chloroacétonitrile	1		
				Bromoacétonitrile	1		
				Iodoacétonitrile			Chlore +
				Dichloroacétonitrile	1		Chloramines +++
				Bromochloroacétonitrile	1		Dioxyde de chlore +
				Dibromoacétonitrile	1		Ozone +
				Trichloroacétonitrile	1		
				Bromodichloroacétonitrile	1		
				Dibromochloroacétonitrile	1		
				Tribromoacétonitrile	1		

Source : Les sous-produits de chloration dans l'eau destinée à la consommation humaine en France (INVS, 2009)

Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement écologique et usages des plans d'eau

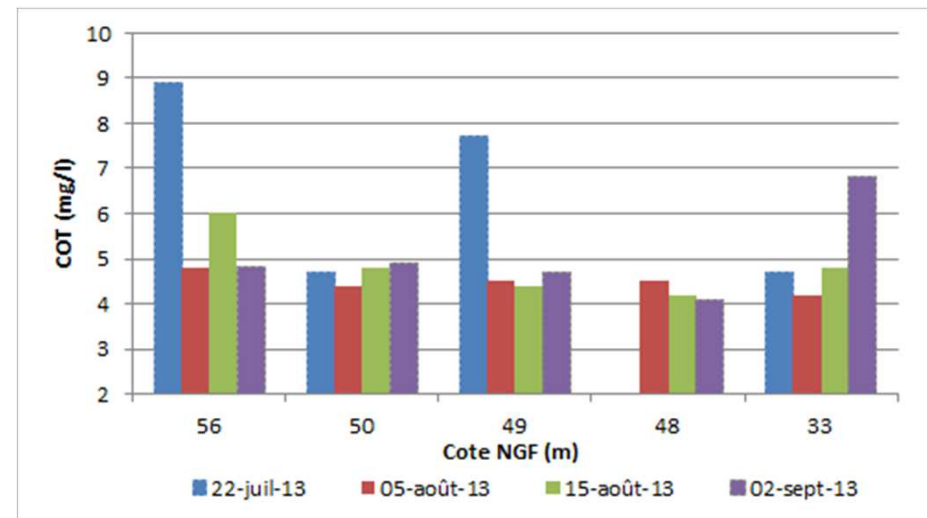
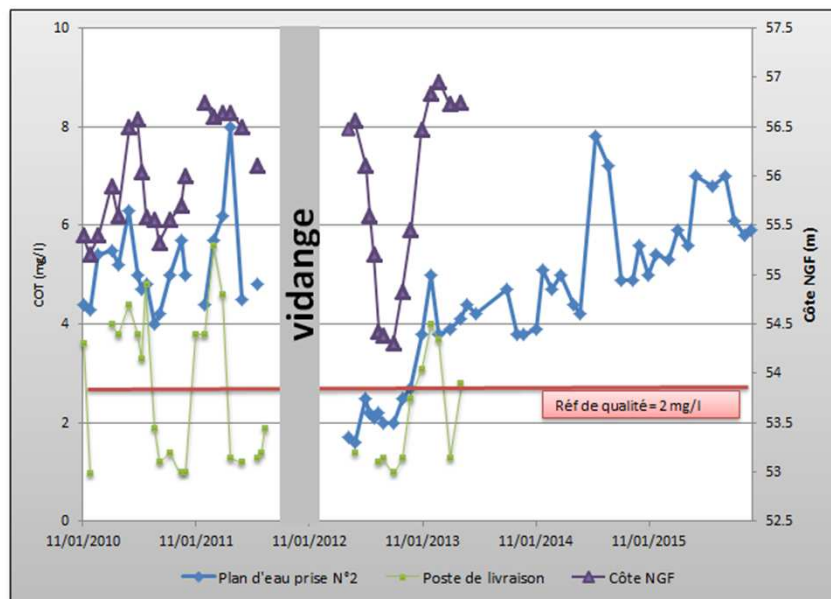
Retour d'expérience SCP :
Problématique de COT

2.2 Contribution au développement de biofilms en distribution

- Tendance à l'augmentation des concentrations
- Variations difficiles à expliquer
- Nature du COT et fraction biodégradable indéterminées

Source de C pour les organismes
hétérotrophes

Fraction empirique CODB : 10% COT



Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement écologique et usages des plans d'eau

**Retour d'expérience SCP :
Problématique de COT**

Origine de la problématique identifiée → apports de matière organique par le bassin versant

Impact pour la production d'eau potable sur la station du site :



- Taux de COT en sortie station > 2 mg C/l = augmentation du taux de CODB (10% ?)
- Risque de production de sous-produits chlorés (distribution)
- Surconsommation d'ozone et risque de production de bromates
- Présence de composés phénoliques

Enjeu de reconquête de la qualité de l'eau et de sa maîtrise dans la gestion du plan d'eau.

Des contextes de bassins versants proches a priori mais des comportements de qualité d'eau variables (COT, phénols, algues) → aller au-delà de l'approche identification de sites à risque de pollution anthropique, mieux connaître la dynamique du bassin versant, du renouvellement de l'eau, des apports telluriques, etc... (relation pluies/flux COT, nature des sols, nature de la matière organique, biodégradation (sols/eaux), dynamique trophique dans le plan d'eau)

- **Enjeu monitoring qualité eau :**
Nouveaux principes de surveillance des pollutions chimiques
Moyens simple de détection d'espèces biologiques invasives ou de détection de déséquilibres écologiques
- **Connaissances du fonctionnement des bassins versants en lien avec la qualité physicochimique et l'état écologique du plan d'eau :**
raisonnement en vulnérabilité à compléter par la connaissance de la dynamique des intrants et les modifications de qualité d'eau potentielles. Cas du COT pour le rex SCP, application pour le risque cyanobactérie et les enrichissements en nutriments N&P



Qualité d'eau et état écologique : mieux connaître les liens et les actions de restauration possible dans les cas de dégradation observable... *un bon état écologique est-il un indicateur de bonne qualité d'eau pour l'usage eau potable ?*

- **Demain, le changement climatique :** quels impacts sur la qualité de l'eau en cas de modification des conditions de gestion des retenues (temps de séjour hydrauliques plus courts ? Alimentation plus étalée dans l'année ? Moins ou plus de marnage ?)

Rencontre Science-gestion

Pour concilier biodiversité, fonctionnement
écologique et usages des plans d'eau

Présentation

22 et 23 novembre 2016

Aix-en-Provence – La Baume

**Besoins en connaissances scientifiques
et techniques pour concilier les
enjeux environnementaux avec les
activités opérationnelles de gestion
liées à la production d'eau potable**



Agata Sferratore, Pascal Dollet
Société du Canal de Provence
et d'aménagement de la région provençale



MERCI DE VOTRE ATTENTION

