



Partie II :

Écotoxicologie, approche prospective

Yves PERRODIN, ENTPE



Intérêt des mesures d'écotoxicité :

- La caractérisation physico-chimique ne renseigne pas, de façon systématique, sur l'écotoxicité d'un effluent,
- Les essais d'écotoxicité ont l'avantage d'intégrer les effets de tous les contaminants présents dans un effluent, et de leurs interactions (entre eux et avec les autres constituants de l'effluent).



Objectifs opérationnels

- Caractérisation de la toxicité potentielle des effluents pour les écosystèmes,
- Caractérisation de l'impact *in situ* des composés toxiques sur les écosystèmes aquatiques
- Propositions d'actions pour une réduction des impacts écotoxiques constatés.

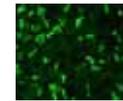
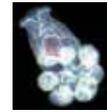


Objectifs scientifiques

- Amélioration des connaissances sur les mécanismes d'action des polluants sur les organismes, à différents niveaux d'organisation biologique :
 - cellule,
 - organisme ,
 - population,
 - communauté.

Méthodes

- Réalisation de bio-essais (tests d'écotoxicité) sur les effluents,
- Développement de bio-marqueurs d'exposition et/ou d'impact sur les écosystèmes aquatiques



Exemples en milieu urbain

- Exemple 1 : Caractérisation des effluents hospitaliers,
- Exemple 2 : Caractérisation des RUPT



Les effluents hospitaliers

Importants volumes,

Utilisation de substances spécifiques
(désinfectants, détergents,...),

Importante écotoxicité (littérature,...),

Absence (généralement) de traitement sur place.



2

Batteries de bioessais

Batterie complète

Batterie simplifiée

organisme	niveau trophique	type d'exposition	critère d'effet et durée d'exposition	
<i>D. magna</i> (invertébré)	C. primaire	aiguë	inhibition de la mobilité 24 et 48h	
<i>V. fischeri</i> (bactérie)	Décom.	aiguë	inhibition de la luminescence 15 et 30 min	
<i>P. subcapitata</i> (algue)	P. primaire	chronique	inhibition de la croissance de la population - 72h	
<i>C. dubia</i> (invertébré)	C. primaire	aiguë	inhibition de la mobilité 24 et 48h	
<i>C. dubia</i>	C. primaire	chronique	inhibition de la croissance de la population et de la reproduction - 7j	
<i>B. calyciflorus</i> (rotifère)	C. primaire	chronique	inhibition de la reproduction 48h	
<i>L. minor</i> (lentille d'eau- végétal supérieur)	P. primaire	chronique	inhibition de la croissance de la population - 7j	en « nombre de fronde » en « surface verte »



7

Site pilote étudié

Hôpital

- capacité : 1 000 lits environ
- rejet : 270 000 m³/an

Prélèvement (avril 2006)

collecteur principal de l'hôpital : ¾ des effluents

Constitution des échantillons

- 1 moyen-24h (période 13h-13h)
- 5 périodiques: 13h-17h, 17h-23h, 23h-5h, 5h-9h et 9h-13h

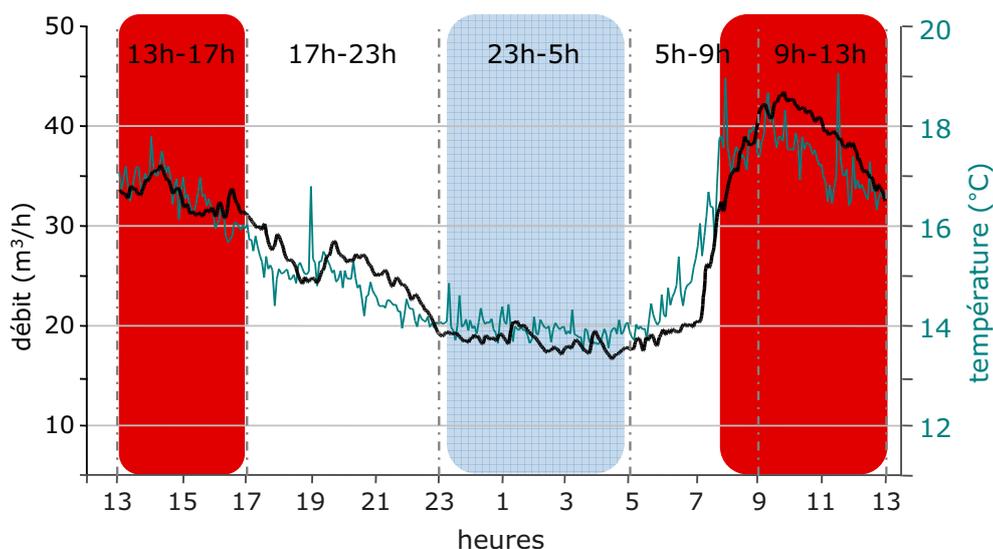


Analyses physico-chimiques:

pH, température, débit, charge organique, AOX, glutaraldéhyde, chlore libre, détergents, alcools, acétone, COVH, formaldéhyde, acétaldéhyde, ammoniums, phénols, bêtabloquants, arsenic et métaux

6

Mesures de terrain : débit, température et pH

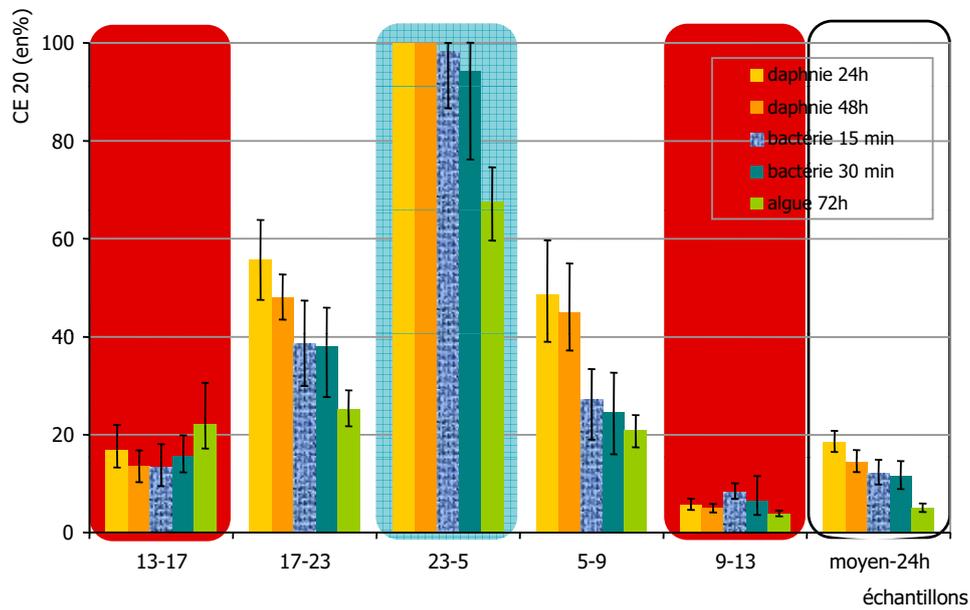


- Variation du pH entre 6,9 et 9,1 au cours de la journée
- Bonne concordance entre périodes, activités de l'hôpital, débits, températures et pH

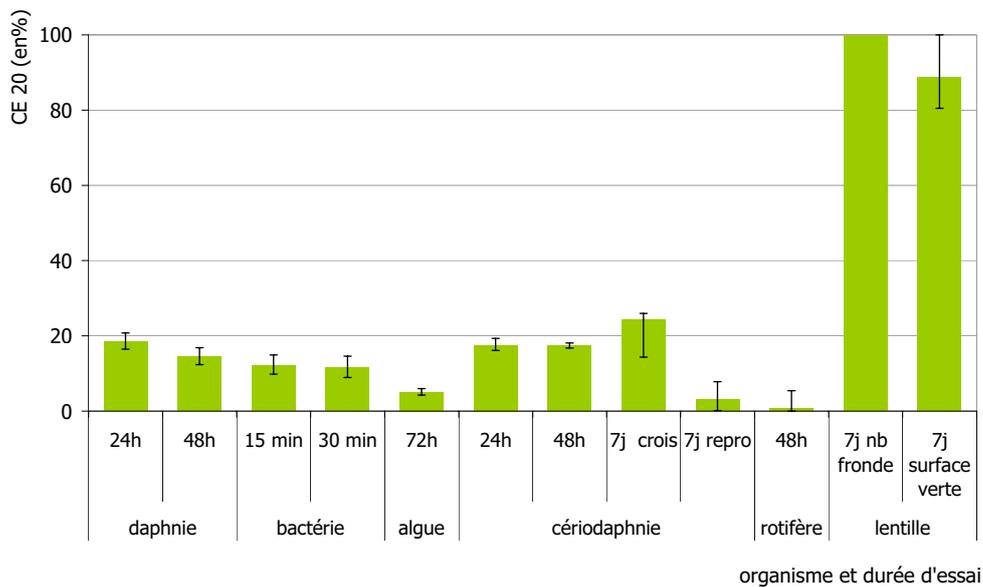
9



Batterie de bio-essais simplifiée

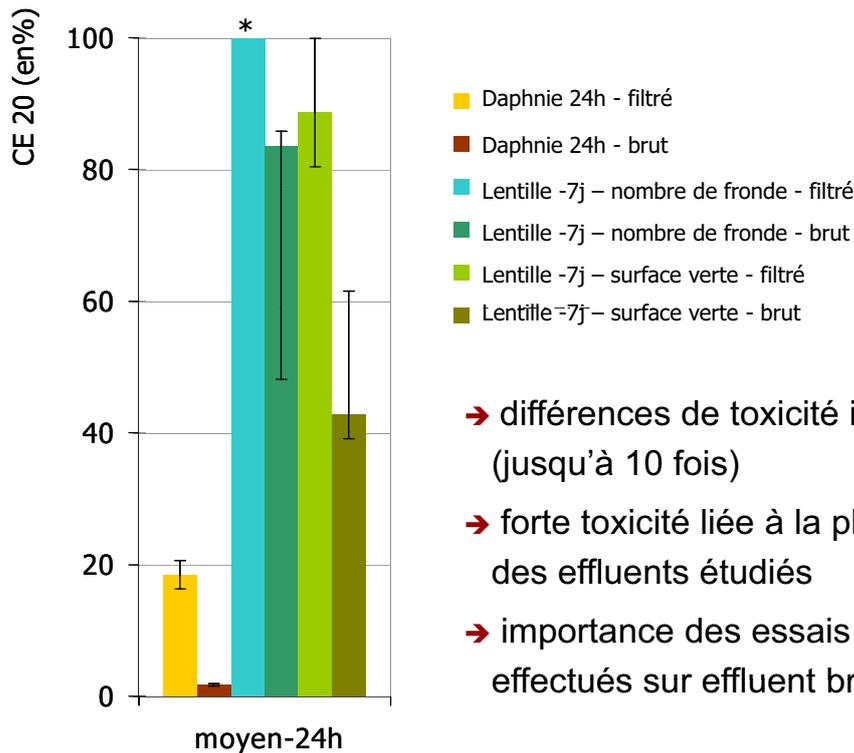


Batterie de bio-essais complète



• Effluent très toxique (Santiago et al., 2002)

Échantillon filtré/brut



- différences de toxicité importantes (jusqu'à 10 fois)
- forte toxicité liée à la phase particulaire des effluents étudiés
- importance des essais pouvant être effectués sur effluent brut

13

Identification des substances susceptibles d'expliquer l'écotoxicité

Comparaison des concentrations en polluants mesurées

- 1/ aux valeurs de PNEC (concentration sans effet prévisible sur l'environnement)
 - chlore libre, 2-propanol, cuivre
 - puis : ammonium, zinc, propranolol, éthanol, plomb, formaldéhyde et arsenic.
- 2/ aux CE50-24h daphnie
 - ammonium, chlore libre et cuivre

15

Propositions pour l'amélioration de la gestion des effluents hospitaliers

↳ Gestion de la pollution à la source

- Optimisation de la démarche qualité/quantité/traçabilité des substances utilisées dans l'hôpital,
- Diminution, quand cela est possible, de l'usage de certaines substances (eau de javel, ammoniums quaternaires, ...).

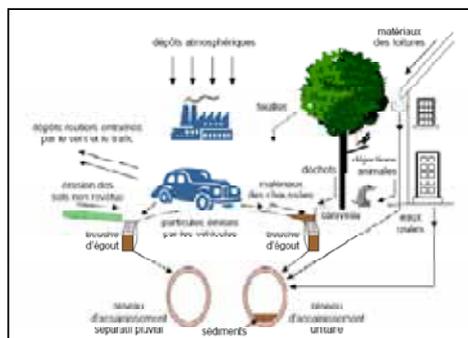
↳ Amélioration du dispositif d'assainissement : mise en place d'unités de pré-traitement :

- Système de rétention des particules,
- Traitements spécifiques de l'ammonium et du chlore.

16

Les RUTP

(Rejets Urbains par Temps de Pluie)



(Butler et Clark, 1995; Chocat *et al.*, 2007)



- Volumes importants,
- Polluants multiples (métaux, ammonium, HAP, ...),
- Grande variabilité.

Et

- Aboutissent le plus souvent dans les écosystèmes aquatiques, sans traitement préalable.



Site pilote : DO du Pont de la Barge

BV de la Chaudanne, Grézieu-La-V.

Superficie BV : 2,8 km²

Type de BV : périurbain

- Partie haute : rurale, ≈ 2,2 km²
- Partie basse : urbaine, ≈ 0,6 km²

**Exutoire : DO du Vieux Pont de la Barge
provenant d'un réseau unitaire**

Milieu récepteur : Chaudanne

- Q d'étiage : 0 à 10 L/s
- Q moyen : > 10 L/s à 250 L/s

Pluviométrie moyenne : 800 mm/an

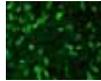
Date prélèvement : 06 février 2007



(Gnouma, 2006)



Batteries de bio-essais

type de toxicité	organisme		critère de toxicité	fraction
aiguë	<i>Daphnia magna</i>		mobilité	eau
	<i>Vibrio fischeri</i>		luminescence	eau & particules
chronique	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>		croissance de la population	eau
	<i>Brachionus calyciflorus</i>			
	<i>Ceriodaphnia dubia</i>			
	<i>Daphnia magna</i>			
	<i>Heterocypris incongruens</i>		mortalité & croissance des organismes	eau & particules



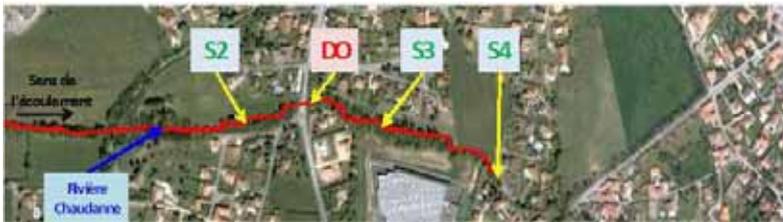
Résultats de la caractérisation des RUTP

- Fraction « eau » peu écotoxique,
- Fraction « particulaire » très écotoxique



Approche complémentaire :
Caractérisation d'échantillons prélevés
dans les compartiments du cours d'eau

Site pilote : la Chaudanne



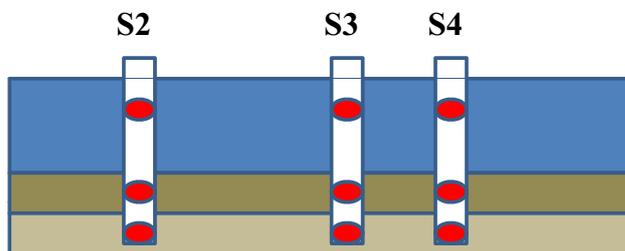
Pente moyenne : 0,05 m/m

Longueur totale : 3,8 km

Largeur : entre 0,5 et 1,5 m

Prélèvement : 15 février 2008

- S2 : \approx 100 m en **amont** du DO
- S3 : \approx 110 m en **aval** du DO
- S4 : \approx 300 m en **aval** du DO



Colonne d'eau

Zone benthique

Zone hyporhéique



Résultats de l'étude complémentaire :

- Les échantillons de la colonne d'eau **ne sont pas écotoxiques**,
- Les échantillons des compartiments benthiques et hyporhéiques des stations S3 et S4 **sont écotoxiques**,
- L'écotoxicité est plus marquée pour l'échantillon hyporhéique de la station S4.

Cohérence des résultats avec l'analyse des RUTP



Propositions pour l'amélioration de la gestion des RUTP

➤ Amélioration du dispositif d'assainissement : mise en place d'un dispositif de décantation des particules,

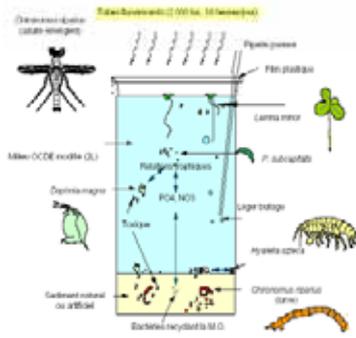
➤ Gestion de la pollution à la source : diminution des déversements de composés toxiques.

16

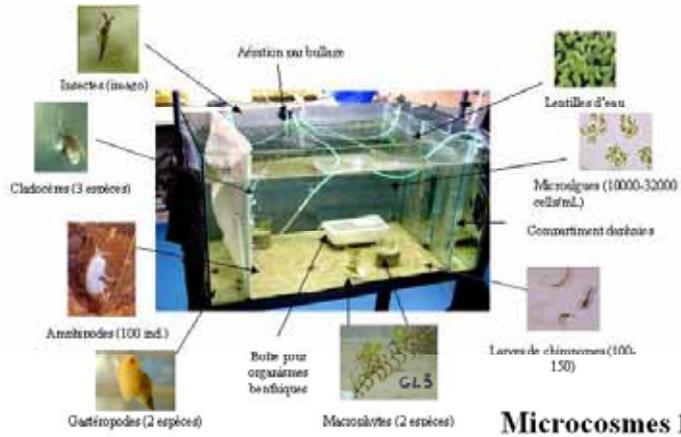


Conclusion générale, Perspectives pour l'OTHU

- Suivi de l'écotoxicité des effluents urbains (eaux pluviales, RUTP, ...), en particulier la fraction particulaire,
- Suivi de l'impact écotoxique sur les milieux (cours d'eaux péri-urbains,...),
- Suivi de la toxicité des effluents vis-à-vis d'écosystèmes artificiels (stations d'épuration,...),
- Mise en place de suivis à long terme (longues chroniques),
- Synergie/complémentarité avec les essais de laboratoire,
- Contribution à la formulation de recommandations :
 - . pour l'amélioration des ouvrages existants,
 - . pour les nouveaux aménagements (EDR).



Microcosmes 2 L



Microcosmes 100 L

Canaux 4 m



Photos ENTPE