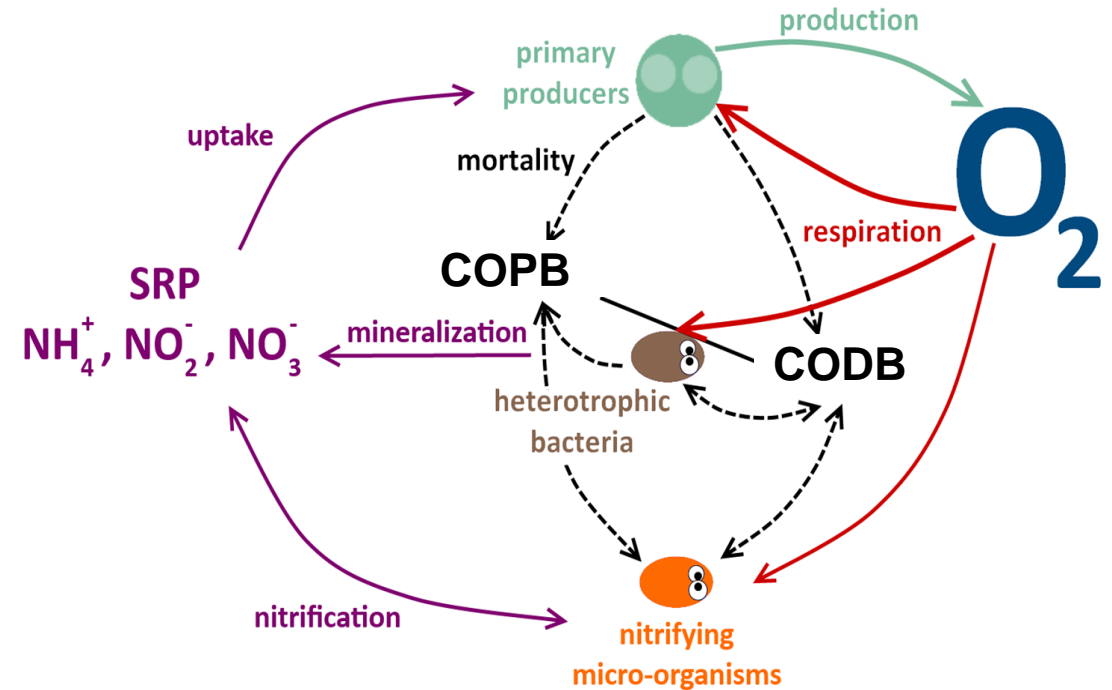


Utilisation de méthodes bayésiennes pour interpréter les données de carbone dans les milieux

Shuaitao Wang, Nicolas Flipo, Masihullah Hasanyar, Thomas Romary, Josette Garnier

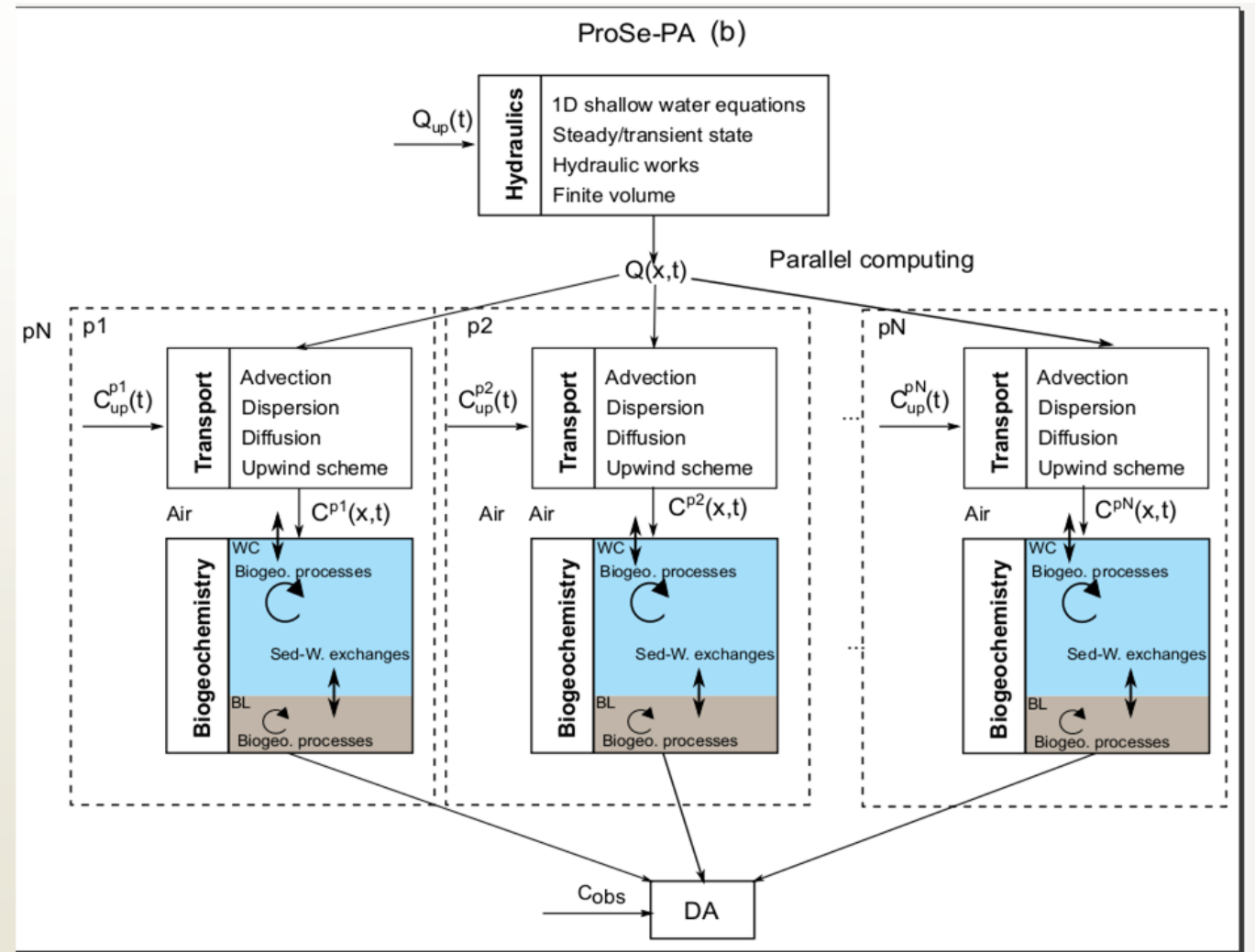
Contexte

- ❖ Métabolisme de l'écosystème
 - Production primaire : formation de la matière organique, consommation de CO_2
 - Respiration : dégradation de la matière organique, émission de CO_2
 - 37% du carbone organique terrestre respiré par les rivières, émission de CO_2 (Battin et al., 2023)



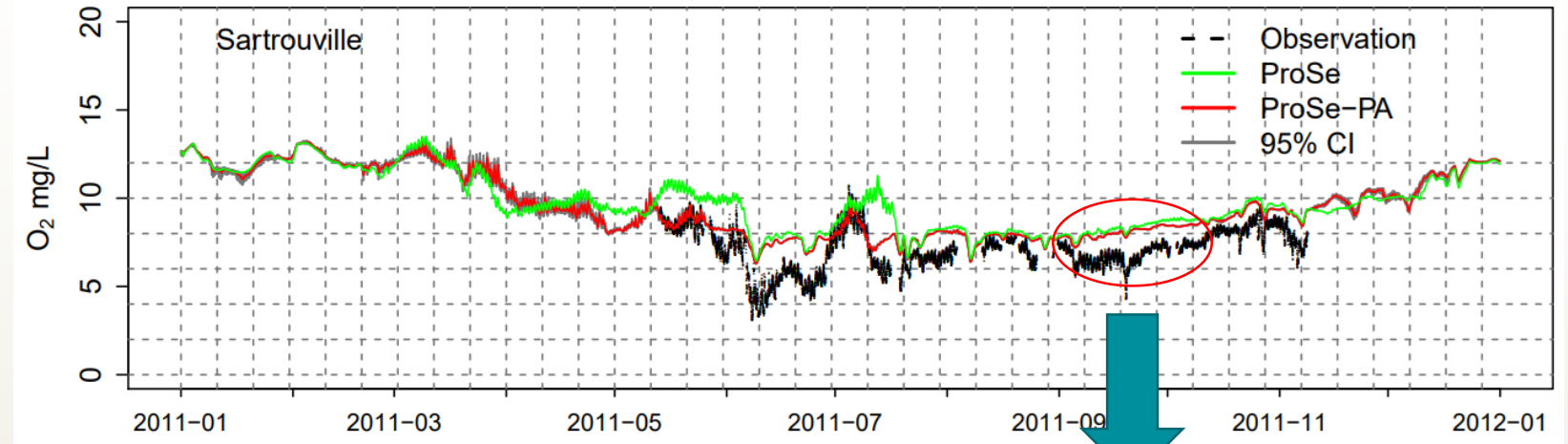
Modélisation du métabolisme de la Seine avec ProSe-PA

- ❖ Simulation de l'hydraulique, du transport et de la biogéochimie
- ❖ Assimilation de données dans ProSe-PA a permis d'améliorer la simulation de l'oxygène dissous en période des blooms algaux
- ❖ Écarts entre simulation et observation existent en période d'étiage

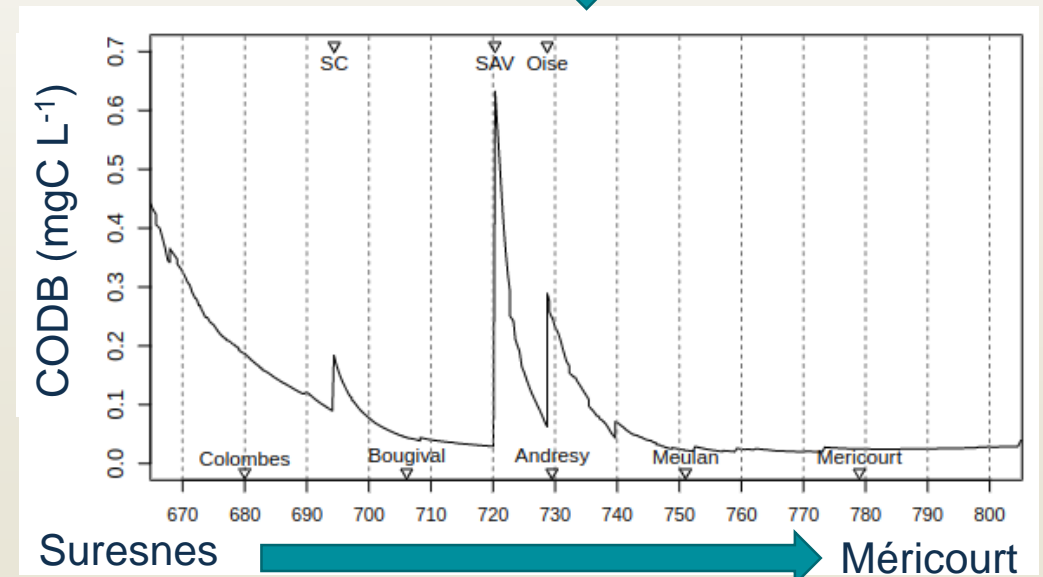


Simulation de l'oxygène

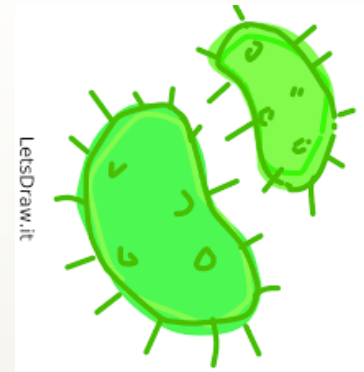
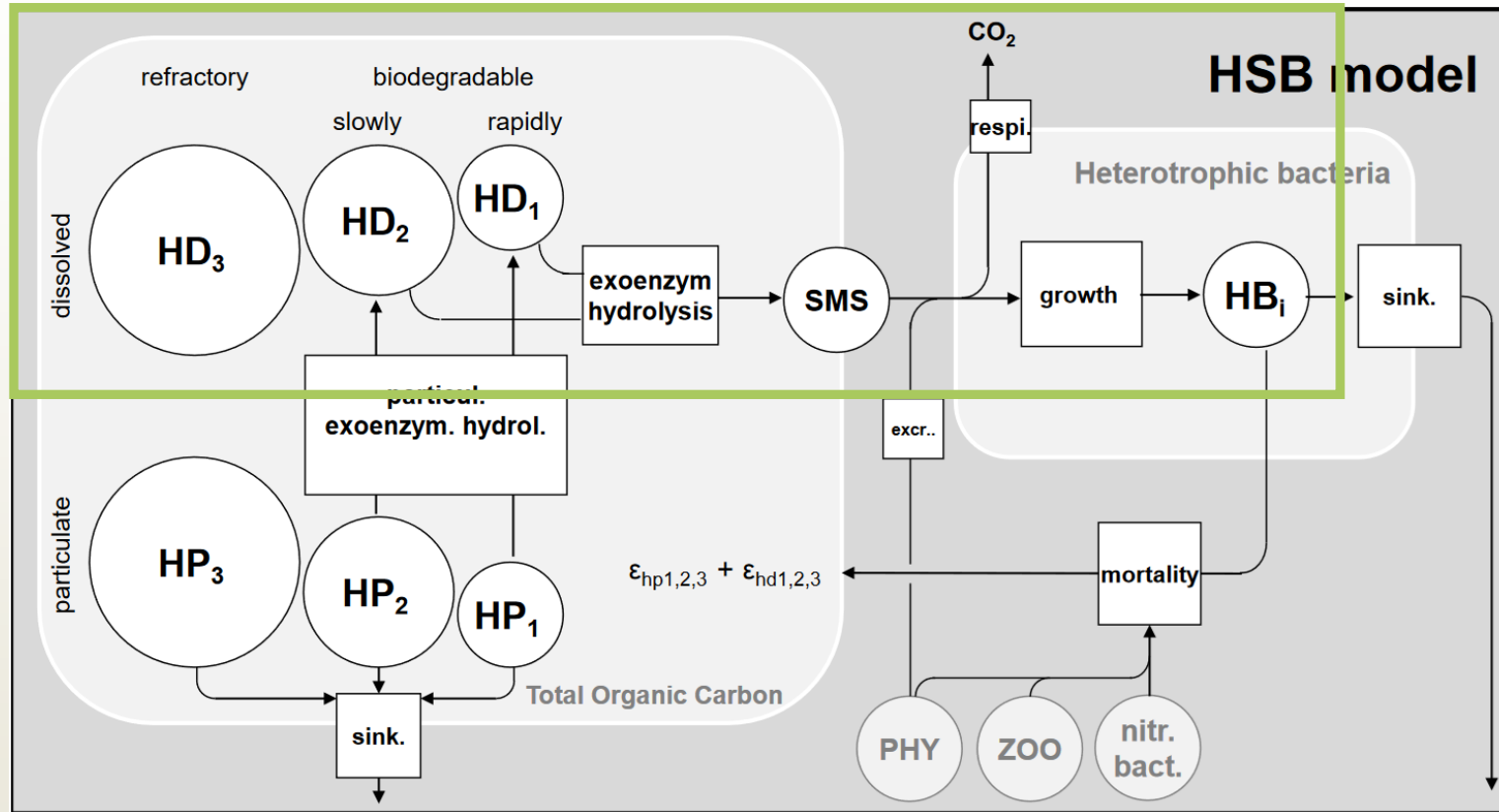
Nécessité de quantifier la biodégradabilité de COD



Écarts entre simulations et observations
dû au déficit en Carbone Organique
Dissous Biodégradable (CODB)



Biodégradation du carbone organique dissous (COD): le modèle HSB



HD: polymère dissous de poids élevé (COD)

SMS: petit substrat monomère

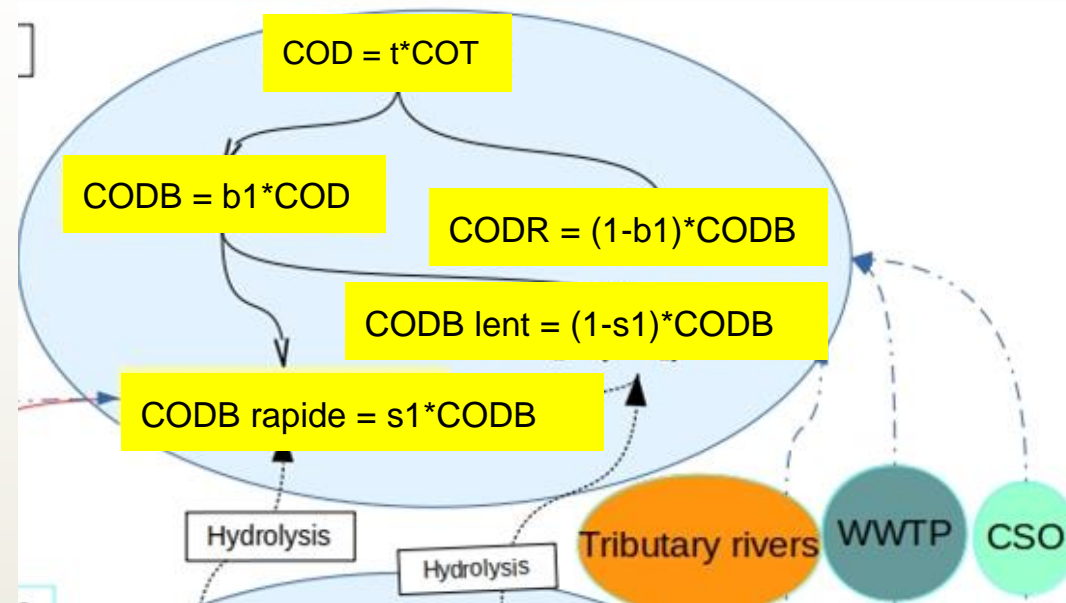
Billen and Servais, 1989; Billen, 1991;
Billen et al., (1994); Wang et al., (2023)
(under review)

Introduction d'un modèle de COD dans ProSe-PA

phase : t

biodégradabilité : b_1

vitesse de dégradation : s_1

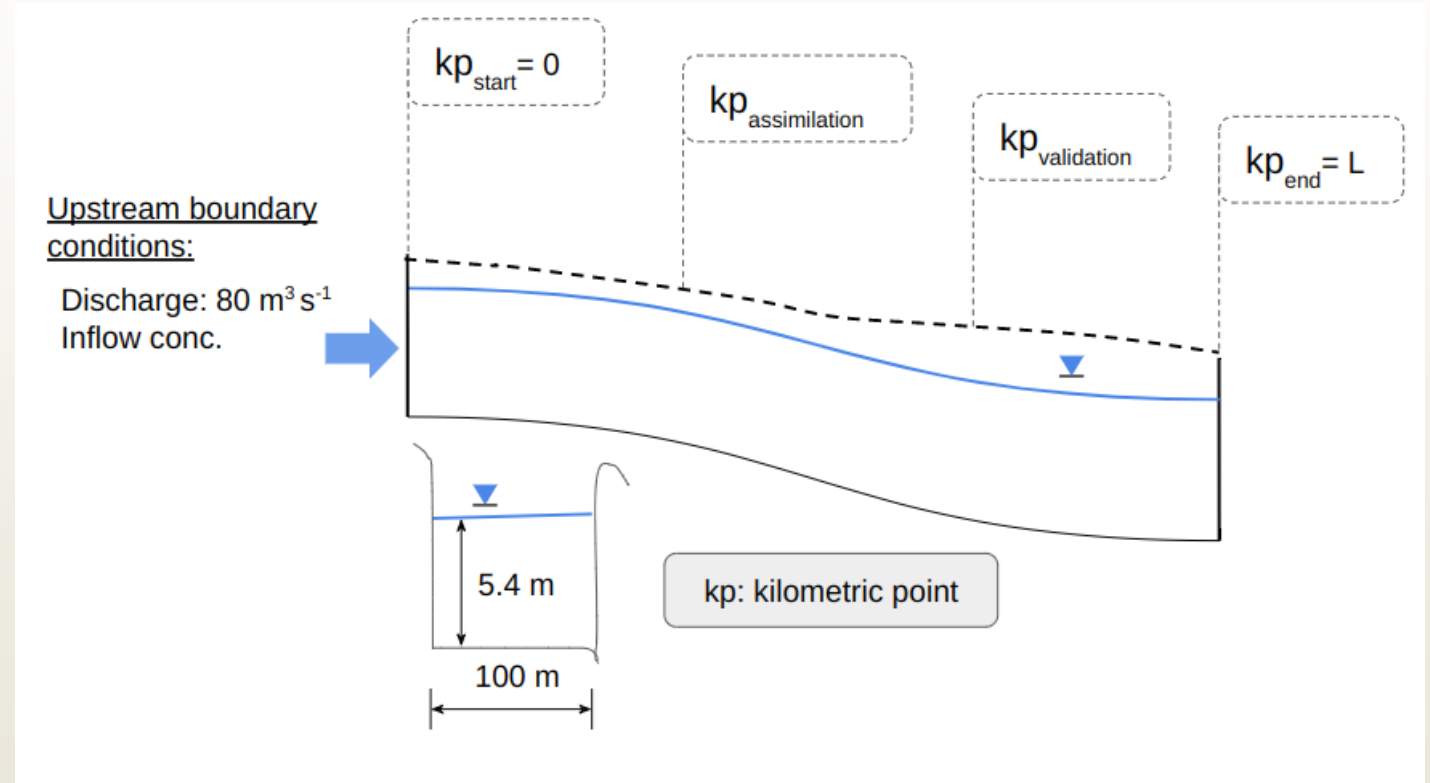


Hasanyar (2023)

Répartition pour les différentes sources (rivières, STEP, rejets temps pluie)

Quantification de la biodégradabilité d'une source COD à l'aide d'assimilation de données O_2 avec ProSe-PA - Preuve de concept

- Inclure la biodégradabilité (b1) dans le schéma d'assimilation de données
- Paramètres à caractériser
 - biodégradabilité (b1)
 - physiologie des bactéries
 - taux de croissance
 - rendement de croissance



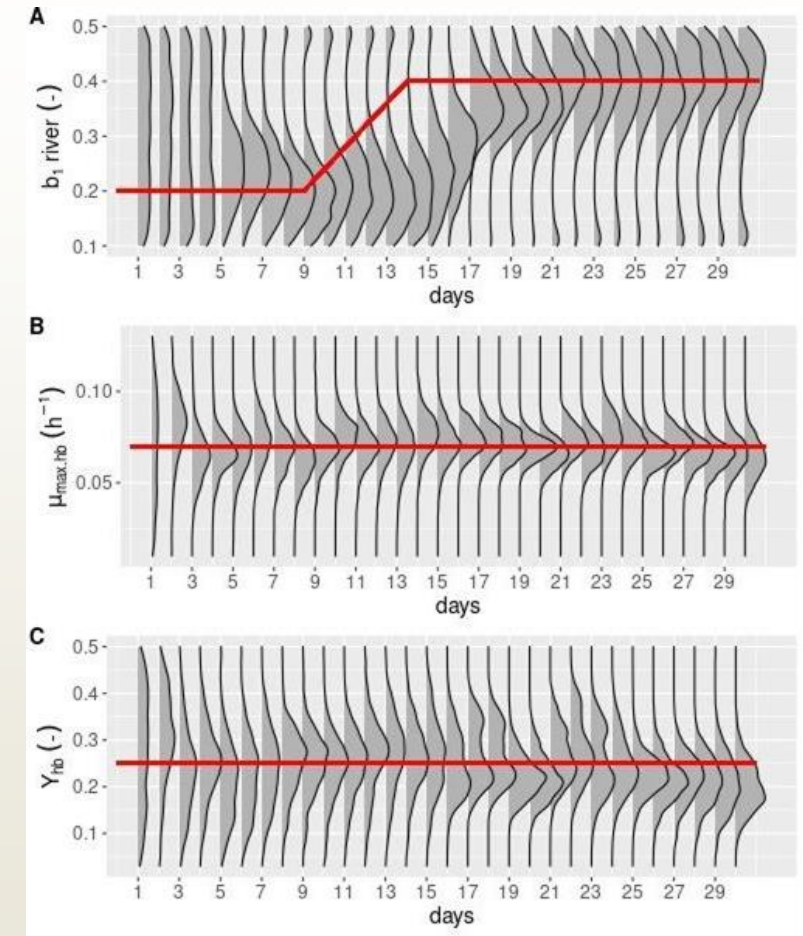
Hasanyar (2023), soutenu fin juin

Preuve de concept : Assimilation de données O_2 permet d'identifier la biodégradabilité de COD

- L'assimilation de données permet d'estimer les variations de la proportion de carbone biodégradable contenu dans les eaux
- Les changements ne sont détectables qu'à partir du moment où la condition limite a atteint la station de suivi du milieu (contrainte liée au temps de transfert des eaux)

biodégradabilité
du carbone

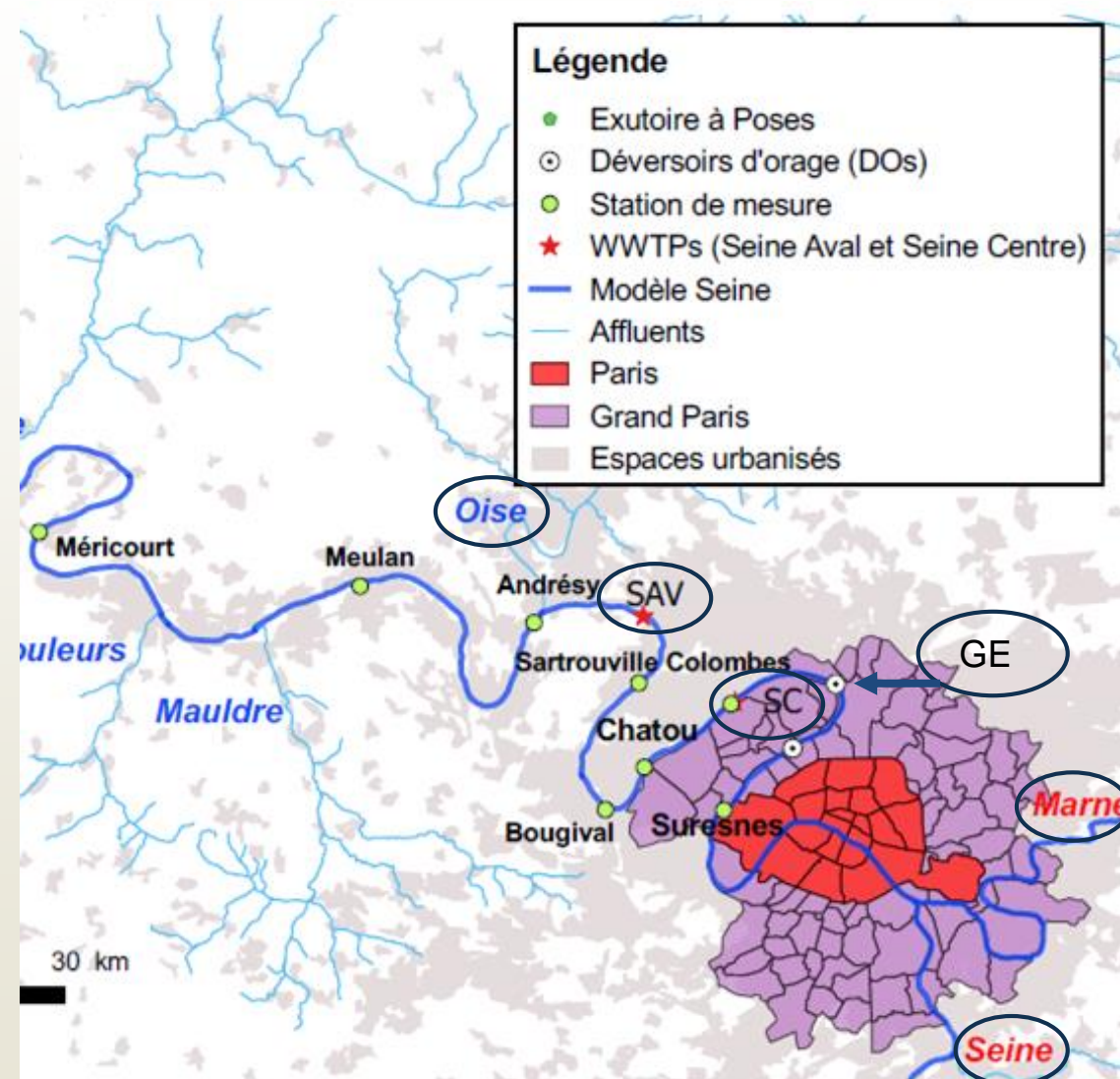
physiologie des
bactéries



Hasanyar (2023)

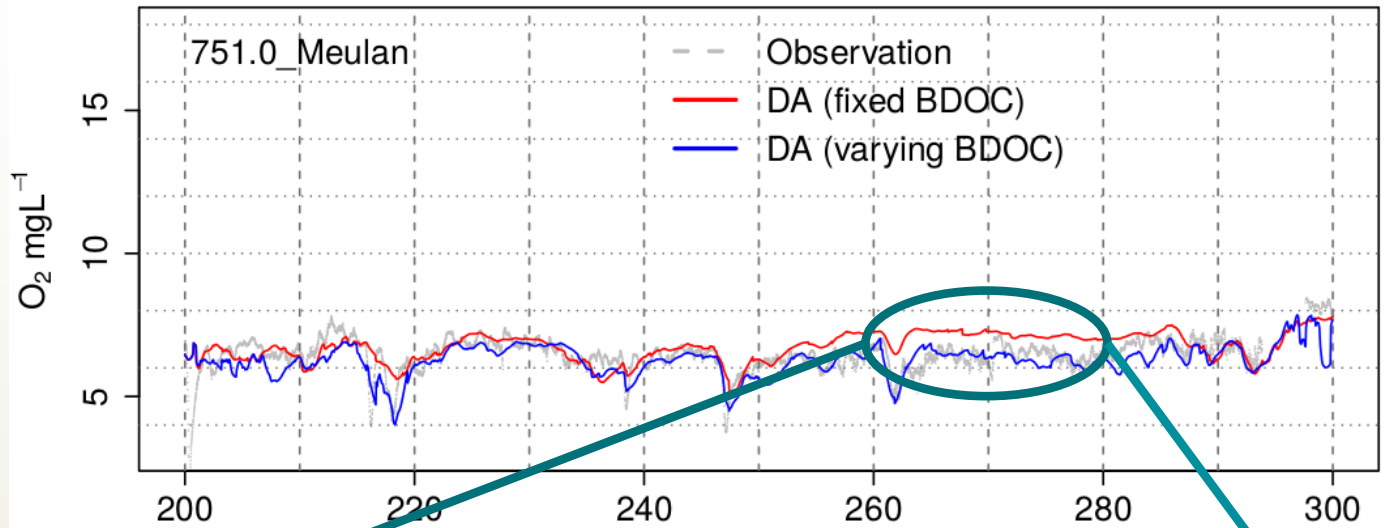
Simulation de la Seine en étiage de l'année 2011

- 8 stations de suivi
- Identification de la biodégradabilité des sources majeures (Seine, Marne, Oise, Seine Aval, Seine Centre, déversoir d'orage à Garges Epinay)

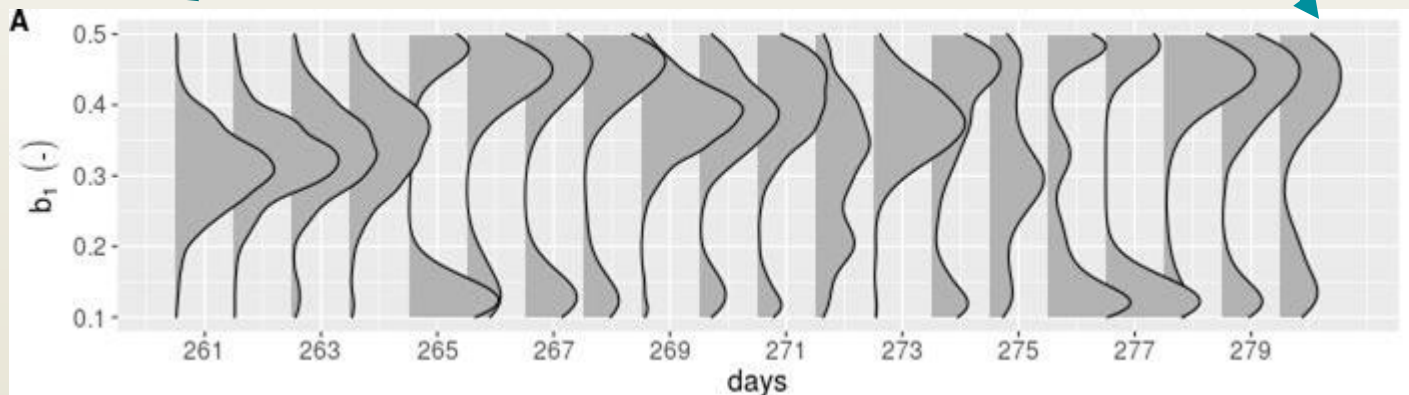


Cas Seine : Amélioration de la simulation en O_2 et identification de la biodégradabilité

Améliorer la simulation en O_2
(courbe bleue)



Identifier la biodégradabilité
(CODB - b_1)



Mais plus de variations à Andrésy

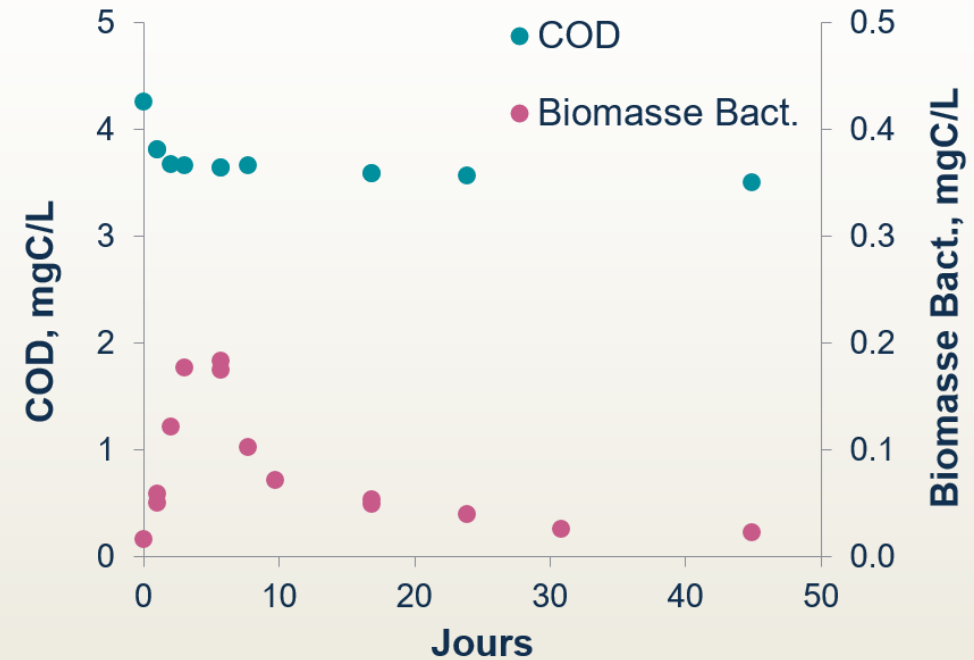
Jour (01/01/2011 = 0) Hasanyar (2023)

Cas Seine : pistes d'amélioration

- Représenter les grosses (rejets anthropiques) et petites bactéries (présentes dans le milieu naturel) hétérotrophes
- Distinguer la biodégradabilité du carbone dans les différentes sources (rivières, STEP, rejets temps pluie)
 - Caractériser les gammes de variation de la biodégradabilité du carbone dans les différentes sources

Inversion bayésienne des incubations au noir

- Eau inoculée à 21°C, à l'obscurité, sous agitation
- Suivi de COD et biomasse bactérienne pendant 45 jours
- Inférence de la biodégradabilité du COD et des propriétés physiologiques des bactéries hétérotrophes avec le modèle HSB
 - Méthode de Monte Carlo par chaîne de Markov (MCMC)
 - Jeu de paramètres le plus probable
 - Intervalle de confiance à 80%

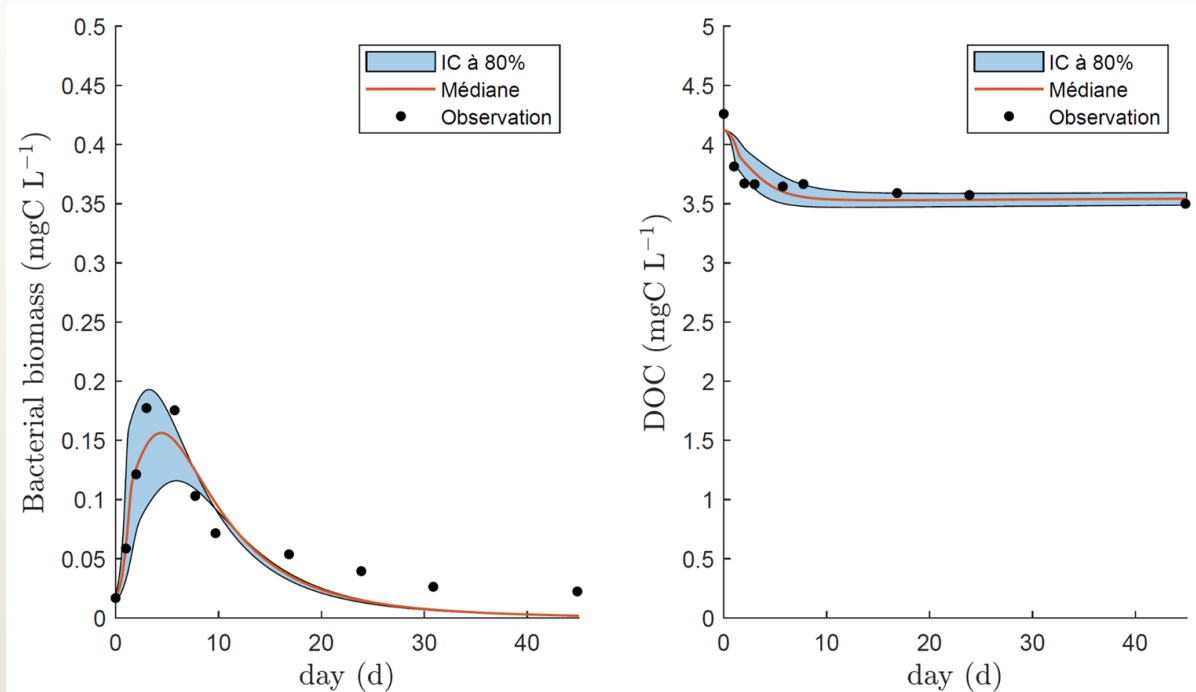


Garnier et al., (2021)

Résultats : eaux prélevées aux hydrosystèmes

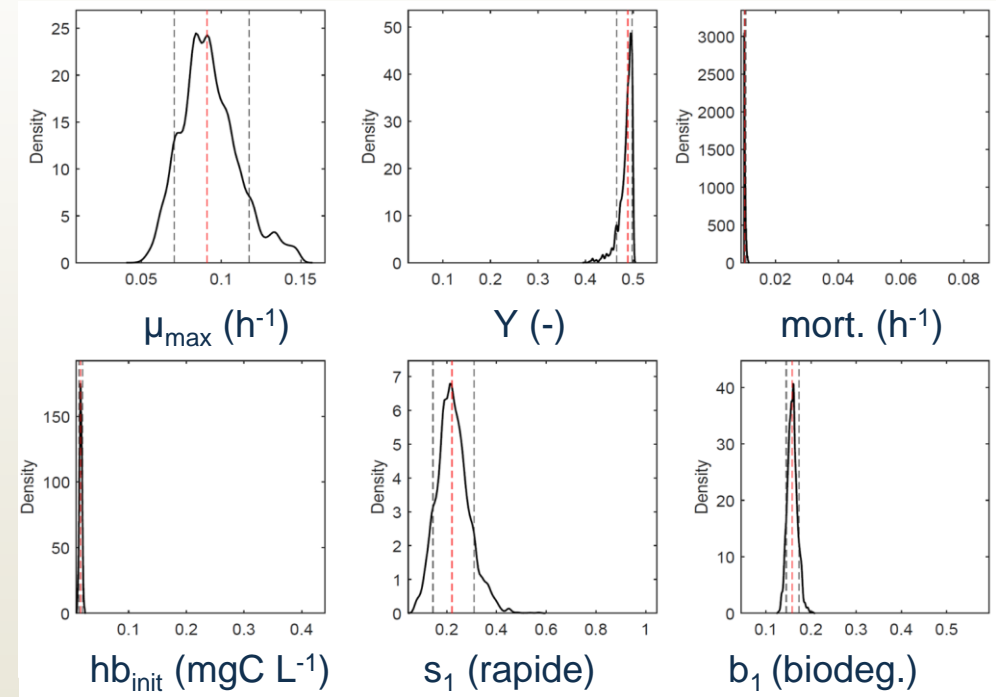
Mars 02/2021 : 15 chaînes de Markov, 10 000 itérations

Biomasse Bact.

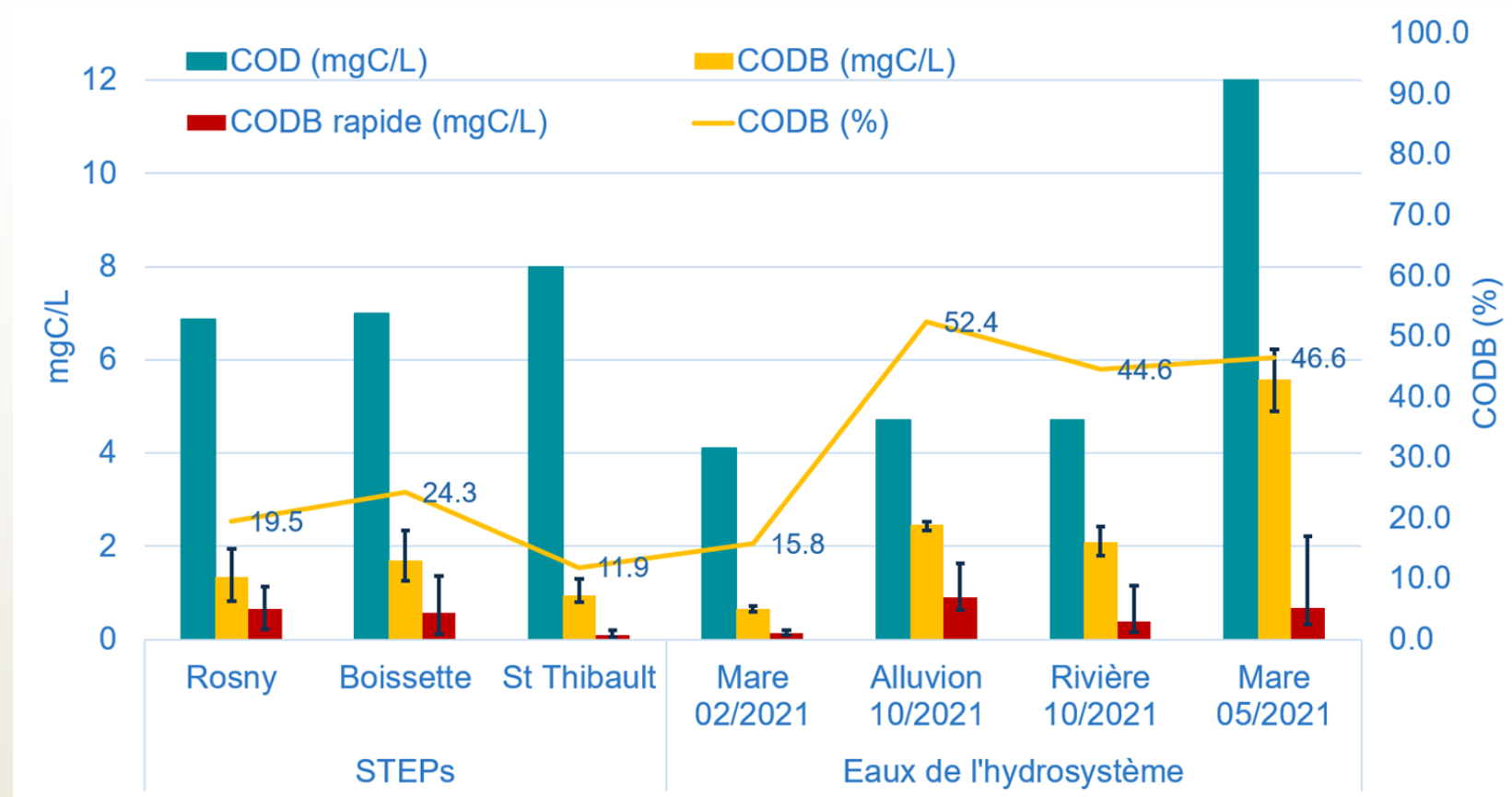


COD

Densité de probabilité avec intervalle de confiance (IC) à 80% et les médianes



Résultats : biodégradabilité de COD



CODB (%) variable et eaux de l'hydrosystème > CODB (%) rejets traités de STEP's
 CODB rapide (%) assez variable et intervalles de confiance à 80% plus larges

Conclusions

- Assimilation des données haute fréquence d'oxygène dans ProSe-PA permet :
 - d'inférer à la fois les propriétés physiologiques des communautés bactériennes et le carbone dissous biodégradable (preuve de concept)
 - d'améliorer la simulation de l'oxygène à l'étiage en Seine (année 2011)
- Pistes d'amélioration:
 - Représenter les grosses (rejets anthropiques) et petites bactéries (présentes dans le milieu naturel) hétérotrophes
 - Distinguer la biodégradabilité du carbone dans les différentes sources (rivières, STEP, rejets temps pluie)
- Possible d'interpréter les données COD et biomasse obtenues par incubation en batch avec MCMC
 - Quantifier COD biodégradable et COD rapidement biodégradable
 - CODB (%) eaux de l'hydrosystème > CODB (%) rejets traités de STEPs
 - CODB rapide (%) assez variable



Merci pour votre attention